

# **Role slepých ramen při ochraně před povodněmi**

Bc. Marek Smýkal

---

Diplomová práce  
2021



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta logistiky a krizového řízení

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav ochrany obyvatelstva

Akademický rok: 2020/2021

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Marek Smýkal**  
Osobní číslo: **L19651**  
Studijní program: **N1032A020002 Bezpečnost společnosti**  
Studijní obor: **Ochrana obyvatelstva**  
Forma studia: **Kombinovaná**  
Téma práce: **Role slepých ramen při ochraně před povodněmi**

### **Zásady pro vypracování**

1. Zpracujte literární rešerši o problematice povodní a hrozbách pro obyvatelstvo.
2. Posudte současný stav protipovodňových opatření a vliv slepých ramen na tyto hrozby na základě případových studií u nás i v zahraničí.
3. Zmapujte existující i slepá ramena v zájmovém území.
4. Navrhněte praktická využití při možnosti jejich revitalizace.

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

**Seznam doporučené literatury:**

1. ADAMEC, Vilém. *Ochrana před povodněmi a ochrana obyvatelstva*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství), 2012. ISBN 978-80-7385-118-7.
2. KROČOVÁ, Šárka. *Strategie územního plánování v technické infrastruktuře*. V Ostravě. Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství), 2013. ISBN 978-80-7385-128-6.
3. MORRISON, A., WESTBROOK, C.J. And Noble, B.F. *A Review Of The Flood Risk Management Governance And Resilience Literature*. Journal Of Flood Risk Management. 11(3), 2018, pp. 291-304.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího práce

Vedoucí diplomové práce: **Mgr. Matyáš Adam, Ph.D.**  
Ústav environmentální bezpečnosti

Datum zadání diplomové práce: **1. prosince 2020**

Termín odevzdání diplomové práce: **14. května 2021**

L.S.

---

**doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.**  
děkanka

---

**prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.**  
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2020

## **PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- 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 (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užit své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### **Prohlašuji,**

- že jsem diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 25.4.2021

Jméno a příjmení studenta: Marek Smýkal

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Slepá ramena řek jsou významným prvkem naší krajiny a plní mnoho důležitých funkcí. Jednou z nich může být i protipovodňová ochrana. V současné době charakteristické klimatickými změnami jejich potenciál stoupá a myšlenka využití pro ochranu obyvatelstva se stává více než aktuální. Na základě terénního průzkumu, studia dostupných dokumentů, rozhovorů s pamětníky a pomocí mapové vizualizace v programu QGIS byly vytvořeny mapové podklady dochovaných i zaniklých slepých ramen řeky Moravy mezi městem Kroměříž a obcí Kvasice. Cílem této diplomové práce bylo posoudit jejich současný stav a zhodnotit možnosti provedení revitalizace s efektem nejen při ochraně obyvatelstva v případě povodní.

Klíčová slova: povodeň, ochrana, opatření, rameno, akumulace, revitalizace

## **ABSTRACT**

River dead channels are a significant element of our landscape and they fulfil a lot of important functions. One of them can also be a flood protection. At present, which is characteristic with climate changes, their potential regularly increases and the idea of their usage for protection of inhabitants has become more than relevant. Based on a field survey, studying available materials, interviews with contemporaries and with the help of map visualization in QGIS program, map data of maintained and extinct dead channels of the Morava River between the town of Kroměříž and municipality Kvasice have been created. The aim of this thesis was to assess their present condition and to assess revitalization implementation with the effect not only for the protection of inhabitants in case of floods.

Keywords:Flood, Protection, Measure, Branch, Accumulation, Revitalization

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu mé diplomové práce, panu Mgr. Matyáši Adamovi, Ph.D. za odborné rady, cenné připomínky a čas pro konzultace při tvorbě mé diplomové práce. Děkuji své rodině za podporu a toleranci při studiu a také přátelům, kteří mě pro studium nadchli.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

ÚVOD .....	9
<b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>10</b>
<b>1 POVODNĚ JAKO DLOUHODOBÝ RIZIKOVÝ FAKTOR .....</b>	<b>11</b>
1.1 FAKTORY A PŘÍČINY VZNIKU POVODNĚ .....	11
1.2 HYDROLOGICKÉ A KLIMATICKÉ POMĚRY V ČR.....	12
1.3 DRUHY POVODNÍ V ČESKÉ REPUBLICE .....	12
1.3.1 Přirozené povodně .....	12
1.3.2 Zvláštní povodně .....	13
1.4 VZNIK POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ .....	13
1.5 PRŮBĚH POVODNĚ .....	14
1.6 DOPADY POVODNÍ .....	14
1.6.1 Environmentální dopady .....	15
1.6.2 Sociálně-ekonomické dopady .....	15
1.7 OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ DOPADŮ POVODNÍ.....	16
1.8 ZÁKLADNÍ LEGISLATIVNÍ ZDROJE.....	17
1.9 ÚPRAVY VODNÍCH TOKŮ V SOUVISLOSTI S POVODNĚMI .....	20
1.10 SOUČASNÉ KLIMATICKÉ ZMĚNY A JEJICH SOUVISLOST S POVODŇOVÝM RIZIKEM .....	21
<b>2 PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ.....</b>	<b>23</b>
2.1 ANTROPOGENNÍ PRVKY .....	23
2.1.1 Antropogenní upravenost říční sítě .....	24
2.2 PŘÍRODNÍ A PŘÍRODĚ BLÍZKÁ OPATŘENÍ .....	24
2.2.1 Vznik a zánik slepých ramen .....	25
2.2.2 Funkce, retenční schopnosti slepých ramen a jejich protipovodňová funkce.....	26
2.2.3 Rekultivace vodních toků a obnova slepých ramen .....	27
2.3 SOUČASNÉ PROGRAMY .....	28
2.4 PŘÍKLADY DOBRÉ PRAXE .....	28
2.5 MOŽNÉ PROBLÉMY PŘI PROCESU REVITALIZACE .....	30
2.6 OCHRANA DOCHOVANÝCH SLEPÝCH RAMEN .....	31
2.7 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE .....	31
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>33</b>
<b>3 CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ.....</b>	<b>34</b>
3.1 FYZIOGRAFICKÉ PODMÍNKY PROSTŘEDÍ.....	34
3.2 REGULACE ŘEKY MORAVY .....	36

3.2.1	Regulace Kotojedky .....	37
3.3	ZMĚNY V KRAJINĚ .....	38
3.4	PŮVODNÍ VYUŽITÍ LESA JAKO POLDRU .....	38
3.5	ZÁNİK REGULAČNÍCH PRVKŮ .....	39
3.6	POVODŇOVÉ RIZIKO .....	39
3.7	NOVODOBÁ HISTORIE, ZÁPLAVY V ZÁJMOVÉM ÚZEMÍ .....	40
3.8	PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ .....	42
3.9	POVODŇOVÝ PLÁN MĚSTA KROMĚŘÍŽ .....	43
<b>4</b>	<b>MODELOVÁNÍ ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ .....</b>	<b>44</b>
4.1	MAPOVÁNÍ SLEPÝCH RAMEN .....	44
4.2	TERÉNNÍ PRŮZKUM ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ .....	47
4.3	ODTOKOVÉ POMĚRY .....	51
4.4	ZÁPLAVOVÉ ÚZEMÍ .....	53
4.5	VÝSLEDEK ANALÝZY ODTOKOVÝCH POMĚRŮ A ROZLIVU VODY PŘI POVODNÍCH .....	55
4.6	ŘÍZENÝ ROZLIV DO KRAJINY .....	56
4.7	AKTIVNÍ ÚZEMÍ .....	56
<b>5</b>	<b>REVITALIZACE JAKO OPATŘENÍ PROTI POVODNÍM .....</b>	<b>58</b>
5.1	VODNÍ KORIDOR DUNAJ- ODRA- LABE .....	58
5.2	REVITALIZACE SLEPÉHO RAMENE MORAVY .....	58
5.3	REVITALIZACE SLEPÉHO RAMENE ČENSKÁ .....	59
5.4	DALŠÍ POZITIVA REVITALIZACE .....	59
5.5	KOŘENOVÁ ČISTIČKA ODPADNÍCH VOD .....	60
5.6	REGULAČNÍ PRVKY .....	61
5.7	VLASTNÍCI A DOTAČNÍ PROGRAMY .....	62
5.8	SWOT ANALÝZA .....	62
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>68</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>70</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>75</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>76</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>77</b>



## ÚVOD

Člověk během svého života musí čelit velkému množství různých nebezpečí, která ohrožují jeho život, zdraví či majetek. Jednou z hrozeb, se kterou se lidstvo setkává od úsvitu dějin, je hrozba povodní. Nekontrolovaná síla vody dokáže během okamžiku pustošit krajinu, ničit stavby a brát životy všem, kteří nedokážou před běsnícím živlem dostatečně rychle utéci, nebo učinit taková opatření, aby dokázali tomuto přírodnímu fenoménu čelit. Jejich výskyt ani rozsah není pravidelný. Lidé často nevnímají nebezpečí, což komplikuje realizaci preventivních opatření (Kovář 2004). Technických řešení, jak se chránit před povodní, předcházet jim a zamezit případným škodám bylo v minulosti s menší či větší úspěšností učiněno mnoho, avšak až čas prokázal účinnost těchto opatření. Ničivé dopady rozsáhlých povodní, které opakovaně zasáhly Českou republiku (dále jen „ČR“) v posledních letech, ukázaly na důležitost kroků, které je nutno učinit v protipovodňové otázce. Změny v kulturní krajině, ke kterým docházelo především v období minulého století, měly často negativní dopad, jejichž následky pociťujeme do současnosti. Ve spojení s klimatickými změnami, které se v posledních letech projevují extrémními výkyvy počasí, a to v celosvětovém měřítku se čím dál více projevuje nutnost ohlédnout se zpět a zhodnotit lidské zásahy do krajiny učiněné jak v minulosti, tak mnohdy dějící se i nyní. Krajina byla přetvořena pro potřeby výroby, těžby nerostných surovin, zemědělství či bydlení. To vše bez vzájemných vazeb. Tento trend bohužel pokračoval i po listopadu 1989 (Petřík et al. 2017). Některé kroky již nelze vzít nazpět a mnohdy zdánlivě jednoduchá funkční řešení nelze v dnešní kulturní krajině aplikovat. Přesto je nutné hledat cesty vedoucí alespoň k částečné nápravě hrubých chyb, kterých se lidstvo dopustilo v minulosti a z těchto chyb se poučit. Je důležité každé nové technické řešení týkající se vodních toků domýšlet do konečných důsledků a jejich uskutečnění provádět citlivě, aby jejich dopady neměly nepříznivý vliv na krajinu, ekologii a v neposlední řadě i život člověka.

Jedním z pozůstatků zásahů do krajiny jsou dnes slepá ramena řek. Tato bývalá koryta mnohdy pohřbená v lesích či přeměněná na zemědělskou půdu jsou ztracenou památkou snahy člověka o ovládnutí přírodních sil. Jejich funkce a vliv na krajinu je často opomíjena. Cílem této práce je poukázat na jejich pozitivní vliv, zejména při ochraně člověka před povodněmi.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 POVODNĚ JAKO DLOUHODOBÝ RIZIKOVÝ FAKTOR

Z dlouhodobého hlediska voda jako živel již mnohokrát dokázala svou sílu a následky povodně si na celém světě každoročně vyberou svou krutou daň.

Pro začátek je důležité si definovat, co vlastně je povodeň. Povodně jsou přirozený jev, spojený s množstvím přitečené a odtečené vody v území (Adamec et al. 2012). Například Říha et al. (2005) popisuje povodeň jako hydrologický jev zapříčiněný srážkami. Příčinou však mohou být také další meteorologické jevy, případně lidská činnost. Důsledkem je vyšší odtok povrchových vod, vzestup podzemních vod a zaplavení přilehlé krajiny. Tyto procesy jsou každoročně zdrojem obrovských škod na majetku, zdraví a životy lidí či zvířat. Povodně ve světě představují až 40 % ze všech zaznamenaných katastrof s tisíci obětí (Kovář 2004). Dlouhodobě jsou povodně problém, který nelze finálně vyřešit, lze mu pouze více či méně účinně čelit. Z historického hlediska je na území Čech a Moravy doloženo značné množství povodní. První zmínka je již v Kosmově kronice z roku 1118, kdy údajně voda vystoupila do výšky přes 5 metrů nad podlahu pražského mostu. Od této doby existují záznamy o řadě dalších povodní na našem území. Povodně vznikaly částečně při jarním tání sněhu na horách, případně po dlouhotrvajících deštích. Obyvatelstvo však bylo na výskyt povodní do jisté míry zvyklé. Jediná obrana byla stavět svá obydlí z dosahu vodného živlu. S rostoucí populací, urbanizací a potřebou zvětšování obdělávaných ploch však bylo nutno chránit půdu a objekty před ničivými povodněmi. Začala vznikat různá technická řešení a vodní díla, která mají za úkol odvrátit nebezpečí velké vody a mírnit důsledky jejího zvýšení. Došlo k regulaci vodních toků, narovnání a prohloubení říčních ramen pro rychlé odvedení vody z ohrožené krajiny (Just 2005).

### 1.1 Faktory a příčiny vzniku povodně

Povodeň lze označit jako hydrologický extrém, který má své příčiny a je ovlivněn mnoha faktory, které samotnému průběhu povodně předchází, spouští a působí během povodně. **Předběžnými** faktory, ovlivňujícími situaci před vznikem povodně jsou často celkový stav krajiny, tedy nasycenost půdy vodou, hloubka zmrzlé půdy, výška sněhové vrstvy, nebo množství vody v korytech řek či vodních nádrží. Tento stav vzniká v horizontu týdnů, až měsíců před vznikem samotné povodně. Dalším faktorem je samotná **příčina** vzniku povodně, tedy jeho iniciátor. Tím může být kromě vysokých dešťových a sněhových srážek snížení odtokové kapacity řečiště usazeninami či ledovými nápěchy, nebo například seizmická činnost, či technická závada na vodním díle s důsledkem zvýšení vodní hladiny.

Srážková příčina dle své intenzity může mít dobu trvání od několika týdnů či dnů až po velmi krátký časový úsek v případě bleskových povodní. V případě seizmické činnosti, případně technické závady na díle může být příčina vzniku povodně otázka pouhých minut či sekund. Poslední skupinou jsou pak faktory mající vliv na samotný **průběh** povodně. Zde hrají zásadní roli průtočnost a kapacita vodního koryta, množství protipovodňových opatření, rychlost a účelnost technického zabezpečení. Na samotný průběh povodně má dopad stupeň zalesnění krajiny, druhy zemědělských plodin, urbanizace, ale i míra úpravy vodních toků či zbytky slepých ramen po jejich napřimování, ke kterému v minulosti docházelo (Langhammer2007).

## 1.2 Hydrologické a klimatické poměry v ČR

ČR je z geografického pohledu velmi členitá a nalezneme zde několik typů reliéfů. Obecně se někdy nazývá jako střecha Evropy, kdy veškeré vodstvo z území republiky odtéká. Nachází se na hlavním evropském rozvodí, patřícím k úmořím Baltského, Černého a dále Severního moře. Les zaujímá 35,6 % rozlohy republiky. Přírodě blízké prvky a les jako území relativně méně dotčené lidskou činností pokrývají necelých 43 % území. Zbývající část představuje antropicky silně pozměněná krajina (Petřík et al. 2017). Česká republika se nachází ve středních zeměpisných šířkách a má mírné klima. Typická je zde mírná zima a teplejší léto. Průměrná roční teplota vzduchu v ČR je dle nadmořské výšky 8 až 10°C v nejnižších oblastech, tedy rovinách do výšky 30 m n.m. a 1 až 4°C v oblastech nejvyšších nad 900 m n.m. Od roku 1960 došlo k průměrnému zvýšení teploty o 2 °C. Převládající západní proudění vzduchu přináší vlhké počasí a srážky po celý rok. Jsou však značně proměnlivé vzhledem k jednotlivým částem území ČR, ale i jednotlivým rokům (Klimatologie 2021).

## 1.3 Druhy povodní v České republice

Vzhledem k jejich vzniku lze povodně členit všeobecně do následujících základních skupin:

### 1.3.1 Přírozené povodně

**Letní či podzimní povodně způsobené dlouhotrvajícími srážkami** plnící koryta středních a větších toků. Vodou nasáklá země již není schopna další retence.

**Letní povodně způsobené krátkodobými přívalovými srážkami.** Tento typ povodní je nevyzpytatelný především díky své rychlosti, intenzitě a nízké možnosti předpovídat místo ohrožení. Velké množství dešťových srážek na relativně malém území způsobuje zvýšení hladin především malých toků. Významnou roli zde sehrává zejména okolní sklon krajiny, typ půdy či druhy zemědělských plodin zasetých v okolní krajině (Petřík et al. 2017).

**Zimní a jarní povodně způsobené táním sněhu na horách,** často v kombinaci s dešťovými srážkami. Důležitou roli zde hrají hlavně prudké výkyvy teplot. Při rychlém oteplení odtává masa sněhu a plní zejména podhorské toky, které s určitým zpožděním plní toky v nížinných úsecích. Další možností vzniku jsou nápěchy či zácpy vodního toků způsobené uvolněním ledových ker.

### 1.3.2 Zvláštní povodně

Jde o povodeň způsobenou většinou technickým selháním při provozu či výstavbě vodních děl. Možností je porucha na tělese vzdouvacího vodního díla nebo hradicích konstrukcí výpustných zařízení (Kovář 2004). I když tento druh povodní není až tak běžný, lze i na našem území dohledat záznamy o podobných událostech. Za zmínku stojí událost, která se stala 18. září 1916 na řece Desná v Jizerských horách, kdy během stavby soustavy přehrad vlivem intenzivních dešťů došlo k protržení hráze a vylití nashromážděné vody. To mělo za následek devastaci domů stojících v údolí pod přehradou. Následkem tragédie zahynulo dle záznamů 65 lidí (Výročí 2020). K podobné tragédii došlo i na přehradě Mallpasset ve Fréjus 2. prosince roku 1959. Selhání této přehradě ve Francii za sebou zanechalo 423 mrtvých. Toto neštěstí mělo jako jednu z příčin selhání při analýze geologie základu přehrad (ParisMatch 2019).

Aby k podobným událostem nedocházelo, je každý majitel takového díla povinen během užívání zabezpečit technicko- bezpečnostní dozor, který má za úkol odhalit případné nedostatky. Lze říci, že zabezpečení vodních děl je v ČR na velmi dobré úrovni, nicméně výskyt zvláštních povodní nelze nikdy zcela vyloučit. Kromě neúmyslného poškození, například ve spojitosti s přirozenou povodní existuje i reálné nebezpečí v podobě například úmyslného poškození, či v dnešní době čím dál více narůstajícího nebezpečí terorismu.

## 1.4 Vznik povodňového nebezpečí

Povodňové nebezpečí vzniká v případě zhoršení hydrologických poměrů na daném území, které může vést v extrémním případě ke vzniku povodně. Je dáno zejména těmito stavy:

- Stav, kdy vodní tok dosáhl maxima svého průtoku, nebo výšky vodní hladiny.
- Při déletrvajících dešťových srážkách a předpovědi jejich dalšího pokračování.
- Prudké oteplení s prognózou tání sněhu v horských oblastech.
- Uvolnění ledových ker ve vodních tocích s možností jejich hromadění.
- Situace na vodním díle s možností vzniku poruchy (Langhammer2007).

Pokud dochází k přiblížení se limitním hodnotám na vodních tocích, nebo oznámení o hrozícím nebezpečí výstražní povodňovou službou, nastává první stupeň povodňové aktivity (dále jen „SPA“). Tento stupeň se nevyhlašuje (Cempírková 2013).

### 1.5 Průběh povodně

Samotná povodeň vzniká při vyhlášení druhého SPA (stav pohotovosti), nebo třetího stupně SPA (stav ohrožení). Tyto stavy vyhlásují a odvolávají obce, v jejichž území dochází k ohrožení povodní. O vyhlášení informují nadřízený povodňový orgán a obce, ležící ve směru proudění vodního toku (Cempírková 2013). Povodeň končí odvoláním třetího SPA. Pokud při odvolání třetího SPA dojde zároveň k vyhlášení druhého SPA, končí povodeň až odvoláním druhého SPA (Adamec et al. 2012).

### 1.6 Dopady povodní

Dopady povodní jsou většinou vnímány negativně, ačkoli existují i určitá pozitiva. Například v přínosu obohacené půdy do krajiny, pročištění říčního koryta či pouze upozornění na možná rizika spojená s povodní, která pomáhají vytvářet přípravná opatření k zamezení budoucích škod (Petřík et al. 2017). Odborníci se v otázce environmentálních rizik shodují, že povodně jako přirozená součást ekosystému má v důsledku pozitivní účinky, a to jak na jednotlivé biotopy, tak i přírodní druhy (Říha et al. 2005). Bohužel v případě povodní tvoří přínosné hodnoty pouze malý podíl z celkového hodnocení. Vedle sociálně-ekonomických dopadů jsou významné také dopady environmentální. Vliv povodní na krajinu je řízen několika faktory, které v konečném důsledku rozhodují nad celkovou škodou či přínosem. Důležitá je zejména intenzita proudění při zaplavení krajiny, místo a doba setrvání vody na zaplaveném území. Například lužní lesy se zaplavením určitě lépe vypořádají než městská zástavba či obdělané pole.

### 1.6.1 Environmentální dopady

Jako významné negativní **environmentální dopady** povodní lze zmínit zejména tyto:

- Kontaminace vody a půdy únikem nebezpečných látek ze zaplavené kanalizace, čerpacích stanic či výrobních a skladovacích prostor.
- Zaplavení pramenů, studní a jiných vodních zdrojů s možností poškození jakosti čerpané vody.
- Znehodnocení chráněných krajinných území, přírodních rezervací, památek, chráněných památných stromů a významných krajinných prvků.
- Zničení hnízdišť volně žijících ptáků a ohrožení divoce žijící zvěře.
- Devastace porostů v důsledku zahánění kořenového systému vlivem dlouhotrvající přítomnosti stojící vody.
- Rozšíření nepůvodních rostlinných druhů na území ČR.

Zejména rozšíření invazních rostlinných druhů se stává v posledních letech velkým problémem nejen na území ČR, ale celé Evropy. Velká voda pomohla k rozmnožení mnoha druhů, které byly původně součástí ozdoby parků a zahrad. V okolí řek jsou to například křídlatka japonská, netýkavka žláznatá či lupina mnoholistá (Novák 2017).

### 1.6.2 Sociálně-ekonomické dopady

Další dopady povodní lze označit jako **sociálně-ekonomické**. Během povodní často dochází ke zranění, smrti, újmě na majetku spojených s finančními škodami. Kromě hmotného majetku jsou často zasažena domácí zvířata. Při úniku nebezpečných látek dochází ke kontaminaci půdy a vody a znečištění krajiny. Nefungující infrastruktura nedovoluje obyvatelům návrat do zasažených oblastí a ztěžuje průběh likvidačních prací. Důsledkem mohou být zdravotní problémy fyzického či psychického charakteru. V krajním případě může nastat migrace obyvatelstva. Po povodních v roce 2002 byl proveden průzkum formou dotazníku obyvatel okresu Český Krumlov. Bylo zjištěno, že povodeň se dotkla 41 % dotázaných, z nichž 9 % přišlo o bydlení a dalších 31 % dotázaných o významnou část svého majetku. Dále u 42 % ze 133 vyšetřených osob došlo k subjektivnímu zhoršení zdravotního stavu. Z toho u 46 % respondentů ihned po povodni a 39 % obyvatel pociťovalo zdravotní problémy do 6 týdnu. Po půl roce od povodně hlásilo problémy se zdravotním stavem 13 % dotázaných (Hladný et al. 2005).

Ze sociálně-ekonomického pohledu lze tedy zmínit dopady povodní především na:

- Dopravní infrastrukturu
- Vodohospodářské objekty či toky
- Inženýrské stavby a sítě
- Bydlení
- Vybavenost a materiálové zásoby
- Zdravotní dopady

### 1.7 Opatření ke snížení dopadů povodní

Pro daná území je důležité vyhodnotit veškerá případná rizika spojená s povodní, na jejichž základech lze následně zpracovat povodňové plány či mapy povodňových rizik. Díky této dokumentaci je možné realizovat řadu opatření sloužících ke zmírnění dopadů povodní (Adamec et al. 2012). Tato opatření jdou z hlediska jejich posloupnosti řadit na přípravná, při nebezpečí povodně, v průběhu a po skončení povodně.

**Opatření přípravná** zahrnují zejména stanovení záplavových území a vymezení vodních limitů. Na jejich základě jsou vytvořeny povodňové plány, stanoveny povodňové hlídky, příprava předpovědní a hlásné služby a dalších organizačně-technických opatření.

**Při nebezpečí povodně** dochází k činnosti předpovědní a hlásné povodňové služby. V případě nutnosti k vyklizení záplavových území a ovlivňování odtokových poměrů (Adamec et al. 2012). Na tyto poměry má podstatný vliv stav vodních toků z morfologického hlediska, zejména rozsah technických úprav toků, množství zaplavitelných niv či dochovaných slepých ramen (Just 2015).

**Za povodně** jsou prováděny především zabezpečovací a záchranné práce k ochraně zdraví, životů a majetku. Tyto práce zajišťují povodňové orgány ve spolupráci se složkami IZS (dále jen „IZS“).

**Po povodni** dochází k odstranění povodňových škod a obnově postiženého území. Průběh a dopad povodně je vyhodnocován pro potřeby učinění opatření k zamezení podobných stavů v budoucnu (Adamec et al. 2012).

Na riziko hrozící obyvatelstvu při povodni lze pohlížet z několika úhlů. Dle Říhy et al. (2005) je riziko posuzováno zejména jako individuální, společenské, ekonomické či ekologické. Pro vyhodnocení míry rizika lze využít některý z vhodných nástrojů rizikové analýzy, dle koncepce obecně dělené na kvalitativní, kvantitativní případně



semikvantitativní analýzu rizik. Z výsledků analýzy je možné definovat možná nebezpečí hrozící obyvatelstvu a najít vhodná řešení (Říha et al. 2005).

## 1.8 Základní legislativní zdroje

Do povodňové problematiky zasahuje množství zákonů, předpisů, pokynů a norem, které stojí za bližší zmínku. Důležitými zákony k ochraně před povodněmi jsou následující:

- Základní právní normou je zákon č. **254/2001** Sb., o vodách a změně některých zákonů (vodní zákon).

Účelem tohoto zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových či podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha, případně zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství.

- Zákon č. **239/2000** Sb., o integrovaném záchranném systému.

Tento zákon vymezuje integrovaný záchranný systém, stanoví složky integrovaného záchranného systému a jejich působnost, pokud tak nestanoví zvláštní právní předpis, působnost a pravomoc státních orgánů a orgánů územních samosprávných celků, práva, povinnosti právnických a fyzických osob při přípravě na mimořádné události a při záchranných a likvidačních pracích a při ochraně obyvatelstva před a po dobu vyhlášení stavu nebezpečí, nouzového stavu, stavu ohrožení státu a válečného stavu (dále jen "krizové stavy").

- Zákon č. **240/2000** Sb., o krizovém řízení.

Tento zákon stanoví působnost a pravomoc státních orgánů a orgánů územních samosprávných celků a práva a povinnosti právnických a fyzických osob při přípravě na krizové situace, které nesouvisejí se zajišťováním obrany České republiky před vnějším napadením, a při jejich řešení a při ochraně kritické infrastruktury, a odpovědnost za porušení těchto povinností.

- Zákon č. **128/2000** Sb., o obcích.
- Tento zákon mimo jiné vymezuje podíl obce na provádění záchranných a likvidačních prací během povodně, ochraně obyvatelstva, finančního zabezpečení během a po ukončení povodní.
- Zákon č. **129/2000** Sb., o krajích.

Tento zákon mimo jiné vymezuje roli působnosti kraje v době trvání povodní. Důležité jsou zejména zvláštní povodňové orgány kraje. Hejtman kraje zřizuje povodňovou komisi kraje a je jejím předsedou. Další členy komise jmenuje její předseda z řad zaměstnanců kraje zařazených do krajského úřadu, příslušných správců povodí a zástupců orgánů či právnických osob, které jsou způsobilé k provádění opatření, popřípadě pomoci při ochraně před povodněmi. Povodňový orgán kraje je podřízen ústřednímu povodňovému orgánu (Životní prostředí 2015).

- Zákon č. **12/2002** Sb., o státní pomoci při obnově území postiženého živelní nebo jinou pohromou.

Obnova území se neobejde bez státní pomoci. Zákon č.12/2002 Sb. stanovuje zásady státní pomoci krajům, obcím, právnickým osobám s výjimkou hospodařících se státním majetkem a fyzickým osobám a dále státní pomoc na obnovu majetku soužícího k zabezpečení základních funkcí státu (Sbírka zákonů Česká republika).

Dále stojí za zmínku zákonné předpisy k ochraně před povodněmi, zejména tyto:

- Strategie ochrany před povodněmi pro území České republiky schválená vládou usnesením č. **328/2000** Sb.

Zabývá se postupem při zřizování civilní ochrany obyvatelstva, způsobem informování, charakteru možného ohrožení osob a způsobu opatření a jejich možného provedení. Tento předpis vymezuje způsob provádění evakuace obyvatelstva a postupu při poskytování úkryt a způsobu kolektivní a individuální ochrany obyvatelstva.

- Vyhláška Ministerstva zemědělství ČR č. **470/2001** Sb., o způsobu provádění činností souvisejících se správou vodních toků.

Tato vyhláška udává seznam významných toků, způsob sledování stavu koryta vodního toku, péči o koryta a veškeré další náležitosti týkající se podmínek k udržení správné funkčnosti vodních toků.

- Vyhláška Ministerstva životního prostředí ČR č. **471/2001** Sb., o technicko-bezpečnostním dohledu nad vodními díly.

Vyhláška mimo jiné vymezuje vodní díla podléhající dohledu a stanovuje další kritéria či postupy pro udržování funkčnosti a bezpečnosti vodních děl a tím snižuje možnost jejich negativního vlivu při povodních.

- Vyhláška Ministerstva financí ČR č. **186/2002** Sb., kterou se stanoví náležitosti přehledu o předběžném odhadu nákladů na obnovu majetku sloužícího jako zabezpečení základních funkcí v území postiženém živelní nebo jinou pohromou.

Přílohou této vyhlášky jsou vzor Přehledu o předběžném odhadu nákladů na obnovu majetku sloužícího k zabezpečení základních funkcí v území postiženém živelní nebo jinou pohromou a vzor písemného pověření osoby pověřené krajem ke zjišťování údajů nutných pro zpracování přehledu o předběžném odhadu nákladů na obnovu majetku sloužícího pro zabezpečení základních funkcí v území postiženém živelní nebo jinou pohromou.

Dalšími důležitými dokumenty jsou následující pokyny a normy:

- **Metodický pokyn ministerstva životního prostředí k zabezpečení hlásné a předpovědní povodňové služby.**

Účelem tohoto pokynu je upřesnění systému hlásné a předpovědní povodňové služby, prováděné podle zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) ve znění pozdějších předpisů. Organizaci hlásné a předpovědní povodňové služby ve smyslu §81 vodního zákona metodicky řídí Ministerstvo životního prostředí jako ústřední povodňový orgán ČR.

- **Metodický pokyn ministerstva životního prostředí k posuzování bezpečnosti přehrad za povodní.**

Tento metodický pokyn se zabývá posuzováním stavu vodních děl a obsahuje výčet povinností a oprávnění vlastníků takových děl. Úkolem je zajištění technicko-

bezpečnostního stavu vodního díla a snížení možnosti negativního vlivu na povodňovou situaci.

- **Metodický pokyn ministerstva životního prostředí pro stanovení účinku zvláštních povodní a jejich začlenění do povodňových plánů.**

Účelem tohoto pokynu je upřesnění postupu kvantifikace zvláštních povodní a způsobů stanovení směrodatných limitů pro hodnocení míry vyplývajícího nebezpečí pro vodohospodářská díla, na nichž může dojít ke vzniku zvláštních povodní a určení účinků zvláštních povodní v přilehlém území pod těmito díly (Sbírka zákonů Česká republika).

## 1.9 Úpravy vodních toků v souvislosti s povodněmi

Povodně na našem území se vyskytují poměrně pravidelně. Svědčí o nich mnohé historické záznamy. Proto se lidé vždy snažili hrozbě povodně čelit. Často šlo o různá technická řešení. Takzvaná „zemská“ povodeň v roce 1890 pomohla k značnému urychlení různých úprav vodních toků. Jejich účelem bylo zvětšení kapacity toků a možnosti rychlého odvedení přebytečné vody z krajiny. Na úpravy páteřních vodních toků navázaly zemědělské úpravy, v jejichž důsledku došlo k různým změnám až zániku malých toků. Bez vzájemné provázanosti probíhaly podobné úpravy v celém následujícím století (Just 2005). Zatímco v minulosti byl trend krajiny zbavit přebytečné vody, nyní nastává stav intenzivní snahy o udržení vody v krajině a zachování přirozených funkcí veškerých vodních ekosystémů. Regulace vodních toků, která měla zajistit protipovodňovou ochranu záplavových území, se odstupem času a ve světle klimatických změn ukazuje jako nedostačující, mnohdy kontraproduktivní (Just 2016). Bývalá ramena vodních toků zbavená vody byla násilně změněna na pole, nebo postupně mizela pod nálety lesních dřevin. Jejich obrovská retenční kapacita se postupně snižovala spolu se zanášením těchto ramen nánosy spadlého listí, zeminy a často člověkem vyprodukovaného odpadu. V aspektu ekologickém došlo ke značnému snížení biodiverzity ztrátou stanovišť a úkrytů vodních živočichů. Nevhodné technické úpravy navíc přinesly oslabení slepých ramen, která dokázala zmírňovat následky nedostatku či přebytku vody a měla důležitou funkci ve formě schopnosti jímat přirozený rozliv vody při povodni. Tyto důležité funkce odstavených vodních toků se začínají projevovat díky probíhajícím klimatickým změnám.

## 1.10 Současné klimatické změny a jejich souvislost s povodňovým rizikem

Klima, nebo také podnebí je stav počasí v dlouhodobém pohledu. Jeho stav je podmíněn mnoha faktory a jedním z nich je i člověk (např. IPCC 2014). V posledních letech jsme svědky prudkých výkyvů počasí, které mají nezanedbatelný vliv na povodňovou problematiku. Důsledkem vnitřní variability klimatického systému se projevují klimatické změny. Svou roli sehrávají i změny vnějších přírodních faktorů, jakými jsou sluneční záření, vulkanická činnost či atmosférická a oceánická cirkulace. Důsledkem lidské produkce dochází ke zvyšování koncentrace skleníkových plynů v atmosféře (Skálová et al. 2014). Spalováním fosilních paliv dochází ke zvýšenému uvolňování CO<sub>2</sub> a zesílení skleníkového efektu, což s následným zvyšováním teploty atmosféry má velký dopad na klimatické změny. Možná protipatření jsou však z ekonomického pohledu náročná. Dochází tak ke střetu mezi klimatologi a ekonomy (Klimatická změna 2021). Dle Botzena, Deschenese a Sanderse (2019) ekonomické ztráty z katastrof spojených se změnami klimatu neustále rostou. Jako jednu z klíčových hrozeb autoři uvádí také povodně. Změna klimatu je tedy globálním problémem, kterým se zabývá množství vědeckých a politických organizací (např. Skálová et al. 2014). Např. Hoegh-Guldberg (2019) ve své studii zveřejněné v renomovaném časopise Science uvádí, že změna klimatu je pro lidstvo či globální systémy v nadcházejících letech největší hrozbou. Mezi další aspekty změny klimatu patří přímé dopady na lidské systémy, jako je lidské zdraví, zajištění potravin pro lidstvo a zabezpečení společenských podmínek (např. IPCC2014, Cattaneo et al. 2019). V současnosti je krajina ČR vystavena dlouhotrvajícím obdobím se sníženou intenzitou srážek a to jak v letním, tak zimním období. Dochází ke zvýšení počtu dní s nedostatkem vláh v povrchové vrstvě půdy. Na základě odhadů klimatických prvků se předpokládá zvýšení rizika sucha a to především v měsících duben až červen (Petřík et al. 2017). Důsledkem jsou dlouhotrvající sucha, snížení hladiny spodní vody a na nich dále navázaných přírodních změn. Tato období sucha jsou nadále v ostrém kontrastu s obdobími intenzivních dešťových srážek jak krátkodobého, tak dlouhodobého charakteru. V posledních dvou desetiletích dochází k jistému přerozdělování srážek v období roku. V období od dubna do června dochází k poklesu srážek, které jsou však často vynahrazeny zvýšením v měsících červenec až září. Stále častěji dochází k extrémním přívalovým dešťům v letním období s následujícím období zcela bez srážek (Pretel 2013). Vlivem zvyšování teploty dochází i k navyšování hodnot evapotranspirace, čili výdejem z krajiny

do ovzduší s velkým kolísáním srážek. I když v ČR nedochází k významným změnám v ročním úhrnu srážek, navýšil se v posledních dvaceti letech počet přívalových dešťů, které způsobují bleskové povodně (Rožnovský et al. 2021). Jak odvézt či zachytit značné množství vody během intenzivních srážek je jedním ze zásadních prvků pro vytváření protipovodňových opatření při ochraně obyvatelstva.

## 2 PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ

Ochránit svůj majetek a v častých případech i své životy před velkou vodou byla priorita lidí žijících v blízkosti vodních toků. Povodni zabránit nebylo nikdy zcela možné, proto byly hledány další možnosti, jak se účinně bránit pomocí dostupných technických řešení či eliminovat škody. K prvním zásahům do koryt řek docházelo již ve středověku při mlynářských, pilařských, hamernických úpravách a budování náhonů k objektům nebo do jejich zásobních nádrží (Just 2005). S postupem času díky rozvoji technických možností docházelo k masivní regulaci vodních toků, která měla kromě protipovodňových opatření další funkce, například ve formě výstavby vodních elektráren.

Veškeré činnosti spojené s protipovodňovou ochranou sestávají z opatření sloužících k předcházení povodňových rizik a zvládnutí povodňových rizik v dotčeném území. Jde zejména o opatření preventivní aplikovaná před vznikem povodně a operativní, reagující na samotný vývoj povodně. Na veškerých činnostech spojených s plněním opatření k odvrácení povodňového nebezpečí se podílejí tyto účastníci:

- Povodňové orgány
- Správci povodí
- Vlastníci vodních děl, pozemků a staveb
- Složky integrovaného záchranného systému
- Vlastníci vodních děl, pozemků a staveb (Adamec et al. 2012)

### 2.1 Antropogenní prvky

Krajina a její funkce jsou velmi křehký systém. Vodní toky jsou jeho nedílnou součástí. Tento systém byl narušen vodohospodářskými úpravami probíhajícími na našem území od počátku 19. století (Just 2016). Běžné úpravy vodních toků spočívaly často ve zvyšování břehů a stavbě hrází, jezů či kaskád. Vznikala vodní díla v podobě úpraven vod, kanalizačních stok, stavby k odvodňování pozemků, využití vodní energie či třeba jen k pozorování stavu povrchových a podzemních vod. Koryta řek se zpevňovala kameny či betonovými dlaždicemi. Možností bylo i přeložení říčního koryta na vhodnější místo (Just 2016). Mnohé z lidských zásahů byly na úkor antropogenních změn reliéfu krajiny. Tyto změny byly z velké části vytvářeny pro zvýšení produkce v zemědělství. Stále častěji jsou zátopy způsobeny geologickými procesy, na nichž se podílí lidská činnost. Vhodné podmínky pro vznik záplav vznikají v důsledku antropogenních poklesů, havárií vodních

děl, antropogenních změn krajiny a antropogenních povodňových vln. Ty mohou být zapříčiněny geologickými procesy způsobenými lidskou činností. Dochází k nim například poklesem území při těžbě, čerpáním hlubinných vod a dolování s následným průvalem vod do vytěžených prostor (Matyášek & Suk 2010).

### **2.1.1 Antropogenní upravenost říční sítě**

Hydrologické poměry povodí zásadně ovlivňuje antropogenní upravenost říční sítí a jejich niv. Během povodně hraje zásadní roli tvar, délka, sklon, upravenost profilu koryta, břehů a jejich nejbližšího okolí (Langhammer 2004). Během technických úprav říčního koryta dochází většinou k jeho zahloubení. Zatímco přirozený poměr hloubky k šířce činí 1:4 až 1:6, technickými úpravami je mnohdy dosaženo poměru 1:2, což výrazně zvyšuje soustředěnou průtočnou kapacitu a zrychlení povodňové vlny. To omezuje tlumivé možnosti rozlivu vody do niv (Just 2015).

## **2.2 Přírodní a přírodě blízká opatření**

Důležitou roli v ochraně před povodněmi hraje každá vodní nádrž schopná akumulovat přebytečné množství vody při zvýšení jejího množství. Tuto přirozenou schopnost krajiny plní zejména říční nivy s jejich přirozenými prvky. Nivu lze popsat jako ploché dno údolí s maximálním dosahem vody při povodni (Just 2015). Upravené vodní toky, v minulosti často napřímené a zbavené větviček se ramen měly za úkol nadměrné množství vody spíše rychle z krajiny odvézt. Průtok vody je zde regulován pomocí stavidel. To má však spíše krátkodobou účinnost bez schopnosti retence, tedy krátkodobému zadržování přívalových srážek. Důležité je při povodni ne vodu odvézt z krajiny, ale bezpečně ji zadržet povrchovou retencí a pomocí průsaku akumulovat ve vodu podzemní (Petřík et al. 2017). Tato retence je důležitá ve spojitosti se suchy při probíhajících klimatických změnách. Důležitou funkci v ochraně před povodněmi sehrávají jakékoliv mokřady, například slepá ramena lužních lesů, či alespoň jejich pozůstatky schopné část přebytečné vody doslova „odsát“. Jde o funkci převedení nadbytečného množství vody při povodni, vytvoření jejich zásob a její další využitelnosti. Dochází k ochraně proti přívalovým dešťům, protierozní funkci a zlepšení kvality vody (Skálová et al. 2014). Kadlečík a Slobodník ve své publikaci (Mokrade 1999) definují další funkce, doplnění zdrojů pitné vody, stabilizace místních klimatických poměrů, zvláště srážek a teploty, zadržování živin, zachytávání sedimentů. Jak je patrné, veškeré tyto prvky mají aktivní úlohu z pohledu hydrologických funkcí a je nutno udělat maximum pro jejich udržení v krajině, případně možnou obnovu.



### 2.2.1 Vznik a zánik slepých ramen

Typickým prvkem přirozeného vodního toku v nižších oblastech je jeho neustálý čili dynamický posun do stran. Na rozdíl od horských bystřin nedochází k zahlubování koryta, ale vytváření takzvaných meandrů čili zvlněného toku, který mění svůj tvar a šířku, nicméně při zachování hloubky. Tok sebou nese množství sedimentů, které se různě ukládají v závislosti na proudění a vzniklých překážkách ve vodě. To mohou být naplavené větve, kmeny stromů, sesuvy břehů, bobří hráze apod. Říční rameno mění svou pozici ve své nivě a dále se samovolně vyvíjí. Vznikem ostrůvků z naplavenin se tok větví a dochází často ke vzniku paralelních říčních ramen, která se dále opět spojují. Možnost pohybu říčního ramene a změna jeho polohy je omezena zejména výškovým profilem okolní krajiny. Vlivem přirozených přírodních procesů, ale mnohdy i vlivem člověka docházelo k částečnému nebo úplnému odstavení těchto ramen od hlavních toků a v meandrech vznikly unikátní vodní ekosystémy- slepá ramena (Just 2015).

Podle Ložka (2003) jsou při vzniku říční nivy a tím i slepých ramen důležité zejména dva faktory, a to akumulace vody a eroze. Při převládající akumulaci dochází k ukládání sedimentu do nivních prostor. Pokud panuje vyšší stupeň eroze, nedochází k dokonalému utváření nivy, nebo k úplnému zastavení tohoto procesu. Dále je stav nivy ovlivněn podnebím a stavem povodí, zejména jeho krytím, které má vliv na vlastnosti ukládaného sedimentu. Při silném vlivu boční eroze na meandrující toky vnikají prudké lomy říčních ramen, které jsou při povodni často proraženy silným proudem toku. Tím dojde k napřímení části toku a ucpání původního toku, ze kterého vznikne slepé, nebo taky mrtvé rameno.

Odstavením těchto ramen od hlavního toku a znemožnění jeho alespoň občasného zaplavení tekoucí vodou dochází k pozvolnému zanášení sedimenty. Množství vody je závislé na vodních srážkách, případně výšce podpovrchové vody. Ta je ovlivněna výškou hladiny hlavního toku říčního ramene. Je běžné částečné i úplné vyschnutí ramene a jeho opětovné akumulace nadbytečnou vodou (Skálová et al. 2014).

Kromě přirozených procesů odstavení vedlejších ramen od meandrujícího toku vznikla slepá ramena při vodohospodářských úpravách spojených s regulací vodních toků. Tyto úpravy byly prováděny jednak jako protipovodňová opatření a dále motivované zemědělskými účely od sklonku 19. století. Tyto úpravy byly dále prováděny v období hospodářské krize ve 30. letech 20. století v rámci veřejně prospěšných prací pro nezaměstnané. Od 50. let až do 80. let byly tyto úpravy podmíněny kolektivizací a dále

následnou mechanizací zemědělské výroby (Just 2005). Bývala ramena často sloužila jako skládky odpadu, na který se později navozila zemina a provedla rekultivace. Její kvalita či ekologické dopady se mohou ještě v budoucnu projevit (Novák 2017). Mnohá slepá ramena musela ustoupit výstavbě lidských obydlí, ale i veřejným komunikacím nebo železničním tratím. Pro výstavbu těchto sítí byly rovné plochy niv obzvláště vhodné (Langhammer 2004).

### 2.2.2 Funkce, retenční schopnosti slepých ramen a jejich protipovodňová funkce

Stará říční ramena jsou velmi cenné pro své jedinečné funkce. Pro svou druhovou rozmanitost je lze nazvat centry biodiverzity. V dnešní industrializované krajině slouží jako útočiště mnoha živočichům, rostlin či hub. Mohou sloužit jako rekreační místa k odpočinku, případně jako střediska sportovního rybolovu. V krajině však plní i další funkce z vodohospodářského hlediska (Vávra et al. 2019).

**Zlepšení kvality vody** - z přitékajících vod slepá ramena odstraňují toxické látky, pomáhají rozkládat organické a anorganické látky a zachytávají sedimenty. Tyto sedimenty často obsahují chemikálie, pesticidy či těžké kovy.

**Doplnění zdrojů podzemních vod** - slepá ramena slouží jako zásobárny vody, která je postupnou infiltrací uvolňována do podzemních vod. V závislosti na geologickém podloží je taková voda zbavená škodlivých látek.

**Odstranění přebytečných živin z vody** – slepá ramena pomocí rostoucích vodních rostlin dochází k odstranění především fosforu a dusíku potřebného ke stavbě rostlinné hmoty. Tím je bráněno nadměrné eutrofizaci, tedy obohacování vod o živiny.

**Bránění erozi** - slepá ramena často plní funkci přechodu mezi vodním a suchozemským prostředím. Vegetace rostoucí v tomto prostředí svým kořenovým systémem pomáhá k upevnování, stabilizaci břehů a chrání krajinu před erozí.

**Klima** - postupným výparem vody slepá ramena pomáhají ochlazovat a zvlhčovat okolní prostředí a jsou důležitým prvkem v hydrologickém cyklu (Skálová et al. 2014).

**Retence vody** - slepá ramena jsou schopny krátkodobě zadržovat přívalové vody během povodňových průtoků. Pomáhají k zadržení části vody, která by například během bleskových povodní překročila kapacitu koryta vodního toku.

**Akumulace vody** - slepá ramena jímají přebytečné množství vody. Slepá ramena, v lepším případě v propojení s lužními lesy tvoří ekosystém, mající velkou akumulační schopnost.

Při záplavě dochází k zalití území záplavovou vodou, která se z části zachytí ve slepých ramenech a z části vsákne do okolní půdy. V případě, kdy nedoje k vylití povodňové vody do říční nivy nasává půda přebytečnou podzemní vodu, kterou se následně plní koryta ramen. Tuto vodu ramena akumulují s možností pozdější transportace do okolní krajiny (Petřík et al. 2017).

### 2.2.3 Rekultivace vodních toků a obnova slepých ramen

Rekultivaci lze popsat jako soubor určitých činností, vedoucích k uvedení daného místa, objektu nebo krajiny do původního stavu, nebo zaházením antropogenních zásahů do podoby přírodního charakteru. Běžné jsou úpravy terénu po těžební činnosti, skládkách odpadů či vodohospodářských úpravách. V minulosti došlo k narušení či úplnému zničení celých ekosystémů a jejich ekologických funkcí a služeb. Od devadesátých let minulého století proběhla řada různých projektů v rámci programu „Revitalizace říčních systémů“. Tyto rekultivace však často probíhaly bez předešlých zkušeností a jejich význam neodpovídal vynaloženému úsilí (Petřík et al. 2017). Zákon 254/2001 Sb. Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) zadává správci vodního toku mimo jiné pečovat o koryta vodních toků a udržovat břehové porosty tak, aby se nestaly překážkou znemožňující plynulý odtok při povodni. Tím bylo zamezeno jakémukoliv dalšímu vývoji říčního koryta a případné renaturaci.

**Renaturace** - jde o pozvolné přírodní změny řečiště za pomoci přirozených vlivů přírody (Just 2005). Dochází k rozpadu vodních děl, destrukcí opevnění břehů a říčního dna, příčných překážek, jako jsou jezy a hráze. Dochází ke změně koryta toku, vzniku šterkových lavic a podobně. Jde o pomalý a nenápadný proces s velkým ekologickým významem (Renaturace vodních toků z právního hlediska, 2021).

Zlepšování vodních toků a jejich povodí má současné době oporu v evropské směrnici 2000/60/ES pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. Tato směrnice stanovuje pravidla pro zamezení zhoršování stavu povrchových vod v Evropské unii (dále jen „EU“).

Tato směrnice mimo jiné ukládá zákaz zhoršovat stav vodních toků a povinnost zlepšovat stav toků v nevyhovujícím stavu. Zamezením rekonstrukcí starých vodohospodářských úprav by mělo být v budoucnu dosaženo znemožnění omezení samovolných renaturačních procesů (Just 2015).

V závislosti na důkladných předchozích biologických průzkumech je možná v regulovaných částech vodních toků přistoupit k rekultivaci vodních toků a jejich niv. Při

rekultivaci dochází k ochraně dochovaných cenných přírodních lokalit spolu s technickou úpravou degradovaných částí zasažených vodohospodářskou regulací v místech, kde to umožňují místní podmínky. Tyto zásahy mohou obnášet napojení původních říčních ramen na hlavní tok, zaústění postranního přítoku, obnovu původního toku do podoby přírodního charakteru, odstranění sedimentů, vytvoření nových vodních ploch, odstranění náletových (zejména invazních) druhů rostlin a dřevin, obnovení původních funkcí říčních ramen (Renaturace vodních toků z právního hlediska, 2021).

### 2.3 Současné programy

V současné době existuje řada programů, které mohou pomoci při rekultivaci a obnově krajiny v ČR a to jak z finančního hlediska, tak při odborné a metodické pomoci. Tyto programy administruje a zajišťuje pro žadatele Ministerstvo životního prostředí a jedná se zejména o tyto:

#### Programy EU a fondy

- Operační program Životního prostředí
- Záchranné programy pro zvláště ohrožené druhy

#### Národní programy

- Program péče o krajinu
- Podprogram Správa nezcizitelného státního majetku v ZCHÚ
- Program revitalizace říčních systémů
- Program obnovy přirozených funkcí krajiny

Tyto programy ve své náplni přímo podporují revitalizaci vodních toků, nebo se nepřímou podílejí na podpoře směřující k realizaci souvisejících opatření (Dotační programy, © 2021)

### 2.4 Příklady dobré praxe

Kromě ekologického pohledu se rekultivace vodních toků stává v dnešní době klimatických změn a nečekaných přírodních výkyvů, často s povodňovými následky čím dál diskutabilnějším tématem. Možné využití bývalých slepých ramen, jakožto i jiných vodních prvků v otázce protipovodňových opatření již bylo na mnoha místech u nás či

v zahraničí úspěšně vyzkoušeno. Jsou dobrým příkladem při procesu rozhodování se nad možnostmi jejich dalších využití jako ochrana před povodněmi.

### **Revitalizace mrtvého ramene Polabiny v intravilánu města Pardubice**

Při revitalizaci v roce 2015 bylo ze slepého ramene odtěženo 19 983 m<sup>3</sup> sedimentů, vykazujících přítomnost halogenových organických sloučenin a polycyklických aromatických uhlovodíků. Dále bylo vytvořeno obtokové rameno, odstranění náletových dřevin a obnovení průtoku ramene. Výsledkem je hodnotná vodní plocha s vytvořením prostoru pro vzácné organizmy (Vávra et al. 2019).

### **Slepé rameno Orlice v Malšově Lhotě u Hradce Králové**

V místě které je součástí evropsky významné lokality proběhla revitalizace v roce 2018. Došlo k odbahnění koryta sacím bagrem a odstranění sedimentu. Ošetřeny byly břehové porosty a dále ponechán samovolný vývoj koryta pod zaústěním Stříbrného potoka. Došlo k vytvoření prostředí pro vzácné vodní rostliny a společenstev organismů vázaných na tento typ lokality (Vávra et al. 2019).

### **Napojení odstavených ramen Dyje**

V roce 2018 byl zahájen projekt k napojení tří slepých ramen řeky Dyje. Jedno rameno se nachází na české hranici, další dvě na straně rakouské. Celková délka revitalizačních úprav je 900 metrů. Hlavním důvodem projektu je udržení vody v krajině pomocí zpomalení toku. Tato revitalizace je vhodná v kombinaci zachování zdejších lužních lesů. Obnovení meandrujícího toku má důležitou funkci jako protipovodňové opatření, navíc poskytne útočiště živočichů vázaných na tento typ prostředí (Napojení odstavných ramen vrací Dyji pod Břeclaví třetinu délky, 2020)

### **Projekt revitalizace slepých ramen Moravy ve Starém Městě**

Téměř 200 milionů korun má stát projekt na revitalizaci slepých ramen Moravy ve Starém Městě u Uherského Hradiště. Ten byl zahájen koncem roku 2018 a předpokládaný termín dokončení je konec roku 2023. Slepá ramena s místními názvy Čert'ák, Vytrávené, Zadní Morávka, Přední Morávka či Zasypané by se měly stát po dokončení rekultivace atraktivními lokalitami sloužícími k odpočinku, rybaření a také vhodným útočištěm pro chráněné druhy živočichů. Ramena prošla procesem regulace přibližně před osmdesáti roky. V současné době spočívá jejich rekultivace zejména v odtěžení sedimentů ze dna slepých ramen, odstranění nepůvodních dřevin v okolí a následné propojení s funkčním

tokem Moravy. To si klade za cíl zlepšení kvality vody a možnost migrace vodních živočichů a ryb v těchto úsecích. Finanční zdroje na rekultivaci pochází ze Státního fondu životního prostředí za spoluúčasti města (Dobry den s kurýrem 2019, Obnova ekosystému odstavených ramen řeky Moravy 2020).

### **Revitalizace řeky Altmühl**

Jedním ze zahraničních příkladů úspěšné revitalizace lze zmínit úpravy na řece Altmühl. Řeka Altmühl je 234 km dlouhá a vlévá se do Dunaje v Kelheimu. Ještě před 100 lety tvořila tato řeka přirozený tok s meandrovými smyčkami a silně rozvětveným tokem. Povodňová eroze a zanášení způsobovaly přemístování toku ve své nivě, což přinášelo problémy místním zemědělcům. Proto byla v letech 1910 až 1920 realizována její regulace s cílem zabránit povodňovým škodám. Koryto řeky bylo narovnáno a rozšířeno. Z dlouhodobého hlediska to však mělo negativní vliv na ekologii a krajinu. Proto byla v několika etapách po roce 2000 realizována revitalizace části toku řeky Altmühl mezi městy Gunzenhausen a Treuchtlingen. Postupným nahrazováním lineárního kanálu společně s rozvolněním koryt do stran došlo k přiblížení se původnímu vzhledu a funkce toku ze začátku minulého století. Možný rozliv vody do nivy funguje jako protipovodňové opatření. Vzniklé ostrovy slouží jako cenná hnízdiště vodních ptáků (Hochwasserschutz Gunzenhausen, 2020).

## **2.5 Možné problémy při procesu revitalizace**

Při navrhování a samotné realizaci případné revitalizace může dojít k několika problémovým fázím, které proces samotné revitalizace mohou oddálit, nebo úplně zastavit. Snadnější jak z technického, tak finančního hlediska je ponechat tok jeho přirozené obnově. To však je dlouhodobý proces a proto je nutné občas přistoupit k technickým řešením. Z hlediska technických možností řešení revitalizace v kombinaci s finanční dostupností je důležité uplatňovat již při návrhu revitalizace určitá pravidla. Zde jsou uvedeny ty zásadní:

- Provádět úpravy dle přirozených a dochovaných vzorů v okolní krajině.
- Využívat osvědčených pravidel pohybu vody a ostatních souvisejících procesů.
- V procesu projektu a výstavby využívat dostupné metody a přístupy.
- Využívat přirozených funkcí toku společně s jeho vlastnostmi.
- Snažit se vyhnout jakýmkoliv nepřirozeným zásahům a vzdáleným řešením.

- Hledat dostupné možnosti i v lokalitách, které neposkytují na první pohled vhodné podmínky pro uskutečnění revitalizace.
- Provádět práce s cílem vyhnout se další pravidelné údržbě lokality (Just 2005).

V současné době již není možné revitalizovat všechny původní toky, či slepá ramena řek. Ta jsou již mnohdy nenávratně ztracena pod výsledky lidské činnosti. Mnohde došlo k výstavbě obytných domů přímo v bývalých korytech ramen vodních toků. Takzvaná paměť vody potom o sobě dává vědět protlačováním podpovrchové vody do podzemních podlaží staveb. Samotný projekt revitalizace musí tedy respektovat jak technické možnosti, tak přirozené podmínky okolní krajiny. Překážkou můžou být také majetkoprávní poměry v dané lokalitě. Krajina je často rozparcelovaná na malé celky a byrokratické průtahy mohou zásadně ovlivnit celou stavbu. Bohužel každá stavba se neobejde bez jistých nežádoucích vlivů na své okolí, jako je zvýšená hlučnost, prašnost, či dočasné omezení pohybu osob a samotná revitalizace bez důležité informovanosti společnosti může být vnímána negativně (Šmerusová 2010, Just 2005).

## 2.6 Ochrana dochovaných slepých ramen

Že jsou slepá ramena důležitá a stojí za ochranu, dokládá slepé rameno Moravy ležící u obce Miňůvky, přibližně 2 kilometry (dále jen „km“) od Kroměříže. Toto slepé rameno bylo sice při prováděných regulacích odstaveno, nikdy však nedošlo ke ztrátě kontaktu s hlavním tokem Moravy. Stalo se tak důležitým útočištěm mokřadních společenstev rostlin a živočichů. Díky ochraně, kterou mokřadu zaručuje statut Přírodní památky, se zde daří mnohde zmizelým rostlinným druhům, jako je stulík žlutý, devětsil lékařský, orsej jarní či pižmovka mošusová a další. Z fauny lze zmínit výskyt například skokana zeleného, skokana štíhlého, ropuchy obecné, okružáka ploského či škeble rybníčné. Během povodní v roce 1995 byla celá lokalita zaplavena a stala se rezervoárem povodňové vody. Tato přírodní památka se součástí území Evropsky významných lokalit Natura 2000 (Chráněná území Zlínského kraje, 2020).

## 2.7 Cíl diplomové práce

Téma povodní a zejména ochrany proti nim je stále častěji skloňované téma nejen u nás, ale i v zahraničí. Společně se současnými klimatickými změnami ovlivňující povodňové nebezpečí se stáváme svědky katastrof s velkým dopadem na lidskou společnost. Proto je nutné zamýšlet se nad možnou ochranou před povodněmi, a to ne jen pomocí technických

řešení, ale i s využitím potenciálu přírodního charakteru. Člověk se vždy snažil podmanit si přírodu ke svým účelům, nicméně mnohdy až s odstupem času se tento vliv neukázal jako příliš šťastný. Je proto důležité se poučit z minulosti a při tvorbě protipovodňových opatření postupovat v souladu s přírodou a více využívat prvků, které nám sama nabízí. Na základě zadání diplomové práce byly stanoveny tyto dílčí cíle:

- Zpracovat literární rešerši o problematice povodní jak v ČR, tak i ve světě. V této části popsat současnou problematiku povodní ve spojitosti s klimatickými změnami. Pojednat o vzniku, průběhu a dopadů povodní na lidskou společnost a možné ochraně proti těmto hrozbám z historického i současného pohledu.
- Posoudit současný stav protipovodňových opatření, spojených zejména s úpravami vodních toků. Popsat dopady regulačních úprav toků a vznik slepých ramen. Dále se zaměřit na možnosti slepých ramen jako prvku pro protipovodňovou ochranu a jejich případné revitalizace u nás i v zahraničí.
- Vymezit zájmovou oblast a zmapovat zaniklá a existující slepá ramena v tomto úseku. Posoudit stav jejich poškození a zvážit možnost případné revitalizace pro účely protipovodňových opatření, případně dalších možností využitelnosti. Na základě studia literatury, terénního průzkumu a rozhovory s pamětníky žijícími v povodí řeky Moravy získat informace o historii protipovodňových opatření v zájmové oblasti a posoudit možnosti jejich opětovného využití.
- Navrhnout praktické využití slepých ramen v zájmové oblasti, zejména za účelem minimalizace škod při povodňovém nebezpečí.

Při zpracování této práce bude čerpáno zejména z odborné literatury, regionální literatury, vědeckých článků dostupných na internetu, osobním průzkumu terénu či konzultacích s osobami znalými této problematiky. Prakticky bude použit program QGIS. Při rozhodování bude nápomocna SWOT analýza.



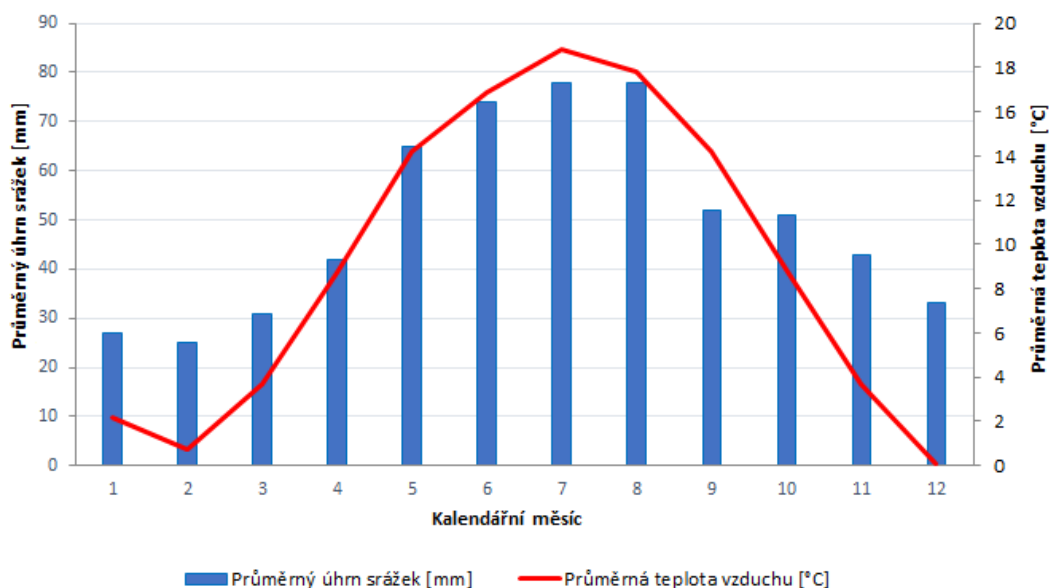
## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

### 3 CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Území, které je předmětem této práce se nachází na pravé straně řeky Moravy mezi městem Kroměříž a obcí Kvasice. Délka tohoto úseku je přibližně 7 kilometrů. V Kroměříži tento úsek začíná u letiště Kroměříž s místem posledního trvalého osídlení města. Zde se nachází zahrádkářská kolonie a vede tudy cesta do osady Trávnické zahrady, nacházející se přibližně 2 km od kroměřížského letiště při břehu řeky Moravy. Úsek končí v obci Kvasice na hranici místního fotbalového hřiště. Z levé strany je zájmové území ohraničeno řekou Moravou. Na pravé straně je toto území vytyčeno zhruba hlavní silnicí číslo 367 vedoucí mezi místní částí města Kroměříž Kotojedy a obcí Kvasice, protínající obce Trávník a Střížovice. Tato silnice byla vybudována na vrstevnici mírného svahu v místech, kde nedosahuje povodňová voda. Území je součástí přirozené nivy řeky Moravy a v době před regulací této řeky bylo běžně zaplavováno. Vzhledem k historickým souvislostem je nutno zahrnout do zájmového území celý vytyčený prostor, nicméně podstatná bude zejména část dochovaného lužního lesa mezi osadou Trávnické zahrady dosahující až do obce Kvasice. Na celém vytyčeném území jsou znatelné pozůstatky slepých ramen řeky Moravy, pouze v zalesněné části zůstaly dochovány ve stavu blízkém původní podobě před regulací s přírodním charakterem.

#### 3.1 Fyziografické podmínky prostředí

Z geomorfologické klasifikace spadá zájmové území do provincie Západní Karpaty, soustavy Vněkarpatské sníženiny a podstoustavy Západní Vněkarpatské sníženiny. Spadá tak pod celek zvaný Hornomoravský úval a podcelek Středomoravská niva. Jádrem Hornomoravského úvalu je řeka Morava s přítoky řek Bečva a Haná. Krajina je charakteristická svou nadmořskou výškou, která se pohybuje pouze v rozmezí 185 m n.m. až 200 m n.m., což je označováno jako rovina. Celé území je typické fluviálními sedimenty kvartérního stáří s občasným výskytem marinních sedimentů flyšového pásma. Na vrstvách těchto uloženin vznikly zejména fluvizemě, černozemě a černice (Charakteristika zájmového území, 2021). Území je svým složením půdy vhodné k zemědělským účelům a z velké většiny i tak využíváno. Část území tvoří Trávnický les s pozůstatky slepých ramen. Podnebí je v zájmovém území teplé až mírně teplé. Průměrný úhrn srážek je ve městě Kroměříž 599 milimetrů (dále jen „mm“), tedy z pohledu celého území ČR mírně podprůměrný. Průměrná roční teplota je 8,6 °C, tedy o 0,8 °C více než je celorepublikový průměr. Tyto průměrné stavy jsou blíže znázorněny klimadiagramem na Obr. 1.



Obrázek 1 Průměrné měsíční srážky a teploty města Kroměříž (Charakteristika zájmového území, 2021)

### Stromová skladba lesní části zájmového území

Výměra lesa je přibližně 180 hektarů a spadá do katastrálního území obce Trávník-Střížovice. Původní skladba stromů v nivě řeky Moravy byla tvořena porosty tvrdých dřevin. Od 12. Století až 14. století je zaznamenána vyšší povodňová aktivita a s ní spojená změna druhové skladby lesa na měkké dřeviny, jako je topol, vrba, olše, které dokázaly přežít období, kdy bylo území zcela zaplaveno vodou. Po regulacích provedených na řece Moravě v 18. a 19. století dochází k rozšíření jasanovitých monokultur. V současné době tvoří jasan ztepilý 65 % lesního porostu zájmového území. Další zastoupení zde má především javor klen, javor mleč, buk lesní, lípa malolistá, topol černý, trnovník akát či jírovec maďal. Občasný je výskyt smrku ztepilého, či borovice lesní. Stromová skladba je silně ovlivněna výškou podzemní vody, která je vzhledem k blízkosti řeky Moravy kolísavá (Novák, 2017).

### Zemědělsky užívaná část zájmového území

Mimo zalesněnou část a obce Střížovice, Trávník, Trávnícké zahrady a k nim přilehlé zahrady tvoří převážnou většinu zájmového území zemědělsky obdělávaná půda. Původně

malé územní celky patřící soukromým osobám byly v době kolektivizace převedeny pod zemědělské družstvo, dnes s názvem Zemědělský podnik Kvasicko a.s. Kvalitní a úrodná půda byla v minulosti využívána pro pěstování různorodé skladby zemědělských plodin, později po sjednocení půdy do velkých územních celků především k pěstování cukrové řepy. V současné době tvoří skladbu pěstovaných plodin především kukuřice setá, pšenice setá a řepka olejka (Historie společnosti, 2021). V kontextu povodňové problematiky nejde o plodiny vhodné jak k udržení přívalové povodňové vody, tak zásob podzemní vody. Tyto plodiny rovněž příliš nebrání účinkům eroze (Petříková, 2009).

### 3.2 Regulace řeky Moravy

Nivu řeky Moravy v zájmovém území tvořila před rokem 1819 tři hlavní řečiště. Dle dochovaných záznamů měla tato ramena samostatné názvy, jako je Dolová, Panská nebo Čenská. Řeka Čenská byla splavná a v 17. století byla využívána k dopravě dřeva a dalšího zboží do Kroměříže. V době zvýšené hladiny řeky se koryta běžně vylévala do svého okolí a zaplavovala lužní lesy a okolní louky. V 1. polovině 18. století se několikrát opakovaly záplavy, které doléhaly zejména na místní části Kroměříže s názvy Dolní Zahrady či Bělidla. Po dohodě biskupství s majiteli kvasického panství došlo v roce 1718 k prvním jednáním o regulaci řeky Moravy. V roce 1781 byla k regulaci sjednána firma RochDorfleit a camp, ale z prací sešlo. Po dohodě kardinála Trautmansdorfa se šlechtici z rodu Lambergů, sídlícím v té době na kvasickém panství došlo již mezi lety 1811 až 1819 k rozsáhlé regulaci, při které bylo rameno od Kroměříže napřímáno do jednoho hlavního toku. Bývalá koryta tímto zanikla. V lesích a okolních polích však byla ponechána pro potřeby akumulace při zvýšeném stavu vody. Další úpravy koryta řeky Moravy byly prováděny v letech 1907 až 1910 přímo v Kroměříži. Svedení ramen do jednoho hlavního toku umožnilo výstavbu nových domů v místních částech Bělidla, Horní a Dolní Zahrady a Zámoraví. Přibližně dnešní podobu dostal hlavní Moravní tok po roce 1965, kdy došlo ke stavbě jezu u obce Bělov. Zvýšením vodní hladiny o jeden až dva metry bylo nutno přistoupit i ke zvýšení říčních břehů. Ty zpevnily betonové dlaždice. Původně přírodní říční tok tak dostal definitivní podobu vodního kanálu. Současná podoba toku je patrná z Obr.2.

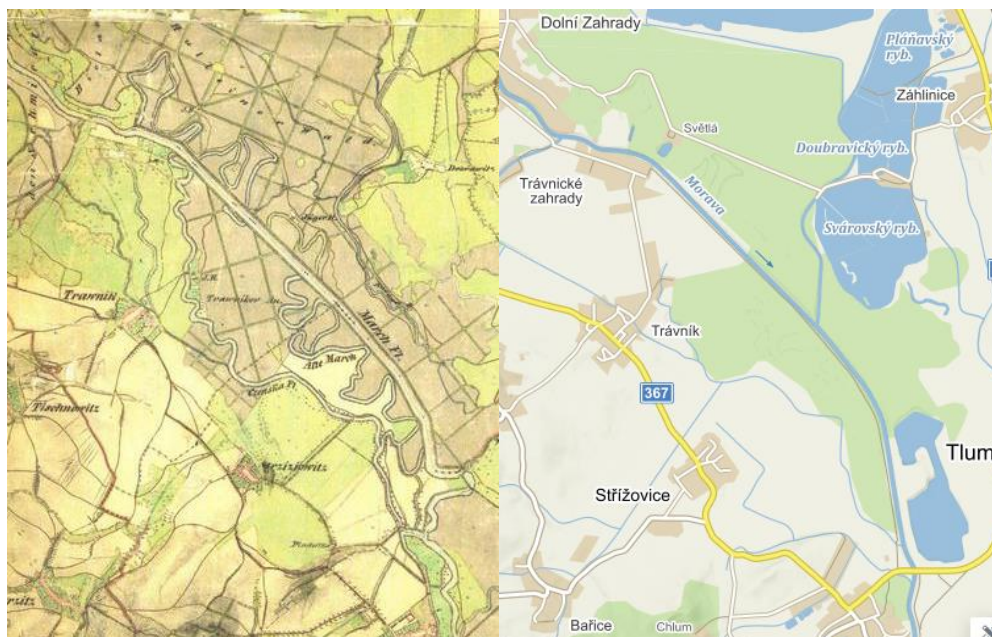


Obrázek 2 Zregulovaný tok řeky Moravy (Zdroj: vlastní)

Na mapě zájmového území z 19. Století a současnosti (viz Obr. 3) je zřetelně vidět ramena Moravy v období před a po provedených regulacích. Tok Moravy mezi Kroměříží a Kvasicemi se po řadě regulačních prací od 18. století zkrátil z přibližně 32 km na 10 km (Novák 2017).

### 3.2.1 Regulace Kotojedky

U místní části města Kroměříž Kotojedy docházelo k větvení řeky Kotojedky na dvě ramena, která se následně vlévala do Moravy Obr. 2. Na konci 60. let došlo k regulačním úpravám, kdy byla veškerá voda svedena do ramene Horní Kotojedky, zatímco rameno Dolní Kotojedky bylo úplně odstaveno a svedeno kolem obce Trávník do Bařického potoka a následně do Moravy u obce Kvasice. Dolní Kotojedka nemá v současné době žádný trvalý přítok a slouží pouze k odvodu kanalizační vody z místní čistírky odpadních vod. Při vyšším stavu řeky Moravy dochází ke zpětnému proniknutí do tohoto koryta s následným zvednutím hladiny Dolní Kotojedky v obci Trávník. Protože břehy hlavního toku Moravy jsou v současné době výše než břehy Dolní Kotojedky, dochází k ohrožení obce Trávník povodňovou vodou i přes její relativně dostatečnou vzdálenost od hlavního toku (Novák 2017).



Obrázek 3 Mapa zájmové oblasti z 19. století a současnosti (Zdroj: <https://mapy.cz>)

### 3.3 Změny v krajině

Zájmová oblast, tedy úsek mezi Kroměříží a Kvasicemi byla tvořena původním lužním lesem. V 18. a 19. století došlo k vykácení velké části lesa mezi Kroměříží a Trávníkem. Pozemky získané po těžbě dřeva byly využívány především jako louky, sloužící pro získání krmiva pro dobytek místních sedláků. Tyto louky byly postupem času a s rozvojem zemědělství přeměněny na pole, která se zejména v době normalizace spojila na velké územní celky. Došlo k cílenému rozorávání a zavážení původních říčních ramen a jejich dalšího využití k zemědělské produkci. Z bývalého lesa zde v současnosti zůstaly pouze malé remízky, často kolem pozůstatků slepých ramen Moravy. Les mezi Trávníkem, Střížovicemi a Kvasicemi byl využíván především k těžbě dřeva a jako obora pro zvěř. Časté zaplavení rybníků a luk povodňovou vodou bylo jedním z důvodů pro regulaci úseku Moravy (Novák 2017).

### 3.4 Původní využití lesa jako poldru

Lesní část zájmového úseku plnila i po regulaci Moravy funkci pro retenci a akumulaci povodňové vody. Mezi hlavním říčním ramenem a původním tokem na pravém břehu byly vybudovány stavidla pro regulaci povodňové vody s možností přepuštění do lužního lesa. Po poklesu hladiny v řece Moravě pak byla voda upuštěna do Dolní Kotojedky, odkud neškodně odtekla u Kvasic zpět do Moravy. V období sucha docházelo naopak k napuštění



vody do lesa za účelem zavlažování. Doba odtoku vody z lesa činila přibližně 1 až 2 týdny (Novák 2017).

### 3.5 Zánik regulačních prvků

Slepé rameno v Trávníckém lese bylo pravidelně udržováno do 30. let 20. století. Probíhaly zde práce pro odstranění náletových dřevin, čištění koryta a zachování odtokového spádu. Po vypuknutí 2. světové války došlo k ukončení údržbových prací, na které se již v minulosti nenavázalo. Bez pravidelné údržby a proplachu koryt tekoucí vodou došlo k postupnému zanášení a zarůstání koryt náletovými dřevinami. Přístupné části mnohdy posloužily jako černé skládky odpadu. Došlo k zániku vodních staveb sloužících k regulaci toku, z toho poslední při výstavbě cyklostezky mez Kroměříží a obcí Kvasice v roce 2009 až 2010 (Novák 2017). Degradace slepého toku Moravy zvaného Čenská je patrná z Obr. 4.



Obrázek 4 Bývalé rameno řeky Moravy- Čenská u obce Trávník (Zdroj: vlastní)

### 3.6 Povodňové riziko

Povodňové riziko v zájmovém území je tvořeno především řekou Moravou. Její tok je zde regulován pomocí jezu na vodní elektrárně Strž, nacházejícím se v horní části toku mezi městem Kroměříž a Postoupyky. Hladinu vodního toku ovlivňuje i jez mezi obcemi Bělov-Otrokovice, nacházející se přibližně 12 km dolů po proudu řeky Moravy. Mezi významné přítoky Moravy v okolí města Kroměříž patří řeky Bečva, Moštěnka, Rusava, Valová,

Haná, Věžecký potok a Kotojedka. Zájmová oblast je ohrožena především rozlivem nad Q20 soustředěném podél vodního toku. Zde se nachází osada Trávnícké Zahrady. Koryto je v těchto místech ohrázováno, nicméně je zde nutno počítat kromě bezodtokových zón zejména s možností narušení hrází. K tomu může dojít jak samotným přelitím povodňové vody, nebo protržením způsobeným průsakem (Povodňový plán města, 2021).

Ohrožení v zájmové oblasti dle povodňového plánu města Kroměříž (Povodňový plán města, 2021) může nastat převážně během přirozené povodně. Ohrožení způsobené přirozenou povodní ovlivněním mimořádnými příčinami, například erozivními splachy polí je zahrnuto v povodňovém plánu města Kroměříž pro vybrané obce katastru, nicméně tyto se nenachází v zájmové oblasti. Zvláštní povodně způsobené havárií vodního díla pro město Kroměříž a zájmovou oblast dle povodňového plánu nehrozí.

### **3.7 Novodobá historie, záplavy v zájmovém území**

Na řece Moravě je doloženo množství záplav již od roku 1652. Od roku 1881 je na řece pravidelně měřen vodní stav a po roce 1916 i kulminační průtok. Jako novodobou historii lze na zájmovém území pokládat období po roce 1910, tedy po dokončení regulačních prací. Dle údajů uvedených na internetových stránkách Povodňového plánu města Kroměříž (2021) došlo mezi roky 1916 až 2010 v zájmovém území k 39 povodňovým situacím. Z tohoto počtu byl 3x překročen kulminační průtok dvacetileté povodně, 2x padesátileté povodně a 2x stoleté povodně. Z celkového počtu šlo o 23 případů letních povodní a 16 případů zimních povodní.

#### **Povodně v roce 1997**

Šlo o nejničivější povodně na Moravě v novodobé historii země. Silné deště způsobené brázdou nízkého tlaku nad Velkou Británií, Skandinávií a jižní Evropou následným posunem na území ČR způsobily začátkem července dlouhotrvající intenzivní srážky, především nad územím Moravy. Ztrátou retenčních schopností půdy došlo ke zvýšení hladiny řek s následným rozlivem do krajiny především v místech s nízkým říčním břehem. V Kroměříži dosáhla hladina řeky Moravy dne 10. července výšku 725 cm. Došlo k přelití břehů a průniku vody do obydlených částí Kroměříže, zejména Dolních a Horních Zahrad a dále směrem k obcím Hulín a Tlumačov. Škoda dle údajů městského stavebního úřadu dosáhla v Kroměříži téměř 900 milionů korun. Povodeň silně zasáhla i obec Kvasice, nacházejíc se přibližně 12 km níže po proudu. Tato obec leží na dolní hraně zájmového území (Michailovič, 1997, Škarpichová 2000, Povodňový plán města, 2021).



### Povodně v roce 2010

V květnu a červnu 2010 došlo vlivem dlouhotrvajících dešťů k zvednutí hladiny řeky Moravy i v úseku mezi Kroměříží a Otrokovicemi. K rozlivu vody došlo nad Kroměříží, Přerova a Kojetína, což samotné město neohrozilo a škody zde byly minimální, většinou způsobené přelitím lokálních toků (Povodňové zpravodajství, 2010). Naopak ve Kvasicích došlo k zaplavení prostoru nad obcí u fotbalového hřiště a hrozilo protržení hráze a přelití vody do obce. Proto bylo na popud místního starosty rozhodnuto o odstřelu části břehu Dolní Kotojedky, čímž došlo ke zpětnému rozlivu povodňové vody do lesů v katastru obcí Kvasice, Střížovice a Trávník. I přes značnou degradaci svých bývalých toků dokázala slepá ramena v tomto území pojmout dostatečné množství povodňové vody a uchránit obec Kvasice od katastrofálních škod. Protože voda ze zaplaveného území však již neměla nazpět kudy odtéct, byly lesy zaplavené ještě řadu týdnů po povodni, což sebou neslo problémy zejména s přemnožením bodavého hmyzu (Novák 2017).

Pokud nedojde k rozlití povodňové vody do okolí toku, dochází s odezvou několika dnů k průsaku podzemní vody do slepých ramen a její akumulaci. Při snížení vodní hladiny říčního toku pak část vody v korytech slepých ramen zůstává (Novák 2017). Stoupající podzemní voda v roce 2010 následně odhalila části bývalých koryt. Na Obr. 5 takto vystoupalo v obci Trávník bývalé rameno řeky Moravy- Dolová.



Obrázek 5 Bývalé rameno řeky Moravy- Dolová v obci Trávník (Zdroj: vlastní)

### 3.8 Protipovodňová opatření zájmového území

Na základě povodní, které postihly město Kroměříž a okolní obce především v letech 1997 a 2010 byly učiněny kroky k eliminaci podobných událostí do budoucna. Jde o sérii několika opatření ve spolupráci města Kroměříž, okolních obcí a zejména Povodí Moravy s.p. Projekt výstavby systému ochranných hrází, poldrů a vodohospodářských objektů má chránit jak před účinky povodně, tak naopak v období sucha sloužit k napouštění vody do krajiny. Finanční odhad celého projektu je přibližně 500 milionů korun, kdy 90 % částky budou pokrývat státní dotace a zbytek město Kroměříž. Dle projektu začne samotná výstavba po roce 2026, kdy je termín pro vykoupení veškerých pozemků, chystání projektové dokumentace, vyřízení povolení a dalších nezbytných administrativních záležitostí. Ukončení prací je plánováno do roku 2035. Dále došlo po povodních k rekonstrukci kanalizační sítě a její doplnění o klapky sloužící k zamezení zpětnému vzduť povodňové vody do kanalizace (Kroměříž chystá protipovodňová opatření za 500 milionů, 2021). Na řece Moravě a dalších tocích, jako je Moštěnka, Zacharka či Kotojedka byly navýšeny a zpevněny břehy, kde i průběžně dochází k zanedbávané likvidaci náletových dřevin (Ničivé povodně před 15 lety ochromily život města, 2012).

Kromě zmíněných technických opatření jsou na území města Kroměříže prováděna další opatření přípravná, při nebezpečí a za povodně a následná opatření po povodni. V kontextu této práce lze zmínit zejména tyto:

- Povodňové prohlídky prováděné povodňovým orgánem města Kroměříž za účasti zástupců pracovníků společnosti Lesy České republiky, s.p. a Povodí Moravy s.p. Tyto prohlídky se provádí převážně před obdobím jarních tání a před obdobím letních povodní, nejméně však jedenkrát ročně.
- Předpovědní povodňová služba Českého hydrometeorologického úřadu (dále jen „ČHMÚ“) ve spolupráci s Povodí Moravy s.p. cestou komise Obce s rozšířenou působností ORP (dále jen „ORP“) Kroměříž, nebo Hasičského záchranného sboru (dále jen „HZS“) Zlínského kraje.
- Organizací hlásné a povodňové služby povodňovým orgánům města pro varování obyvatelstva v místech očekávané povodně. Pro tuto službu jsou využívány zejména monitorovací systémy ČHMÚ a Povodí Moravy s.p.
- Hlídkové služby sledující vývoj povodňové situace na území města Kroměříž. Tato služba zajišťuje aktuální informace pro další koordinaci povodňových opatření.

Tuto službu zajišťuje městský úřad (dále jen „MÚ“) Kroměříž (Povodňový plán města, 2021).

### **3.9 Povodňový plán města Kroměříž**

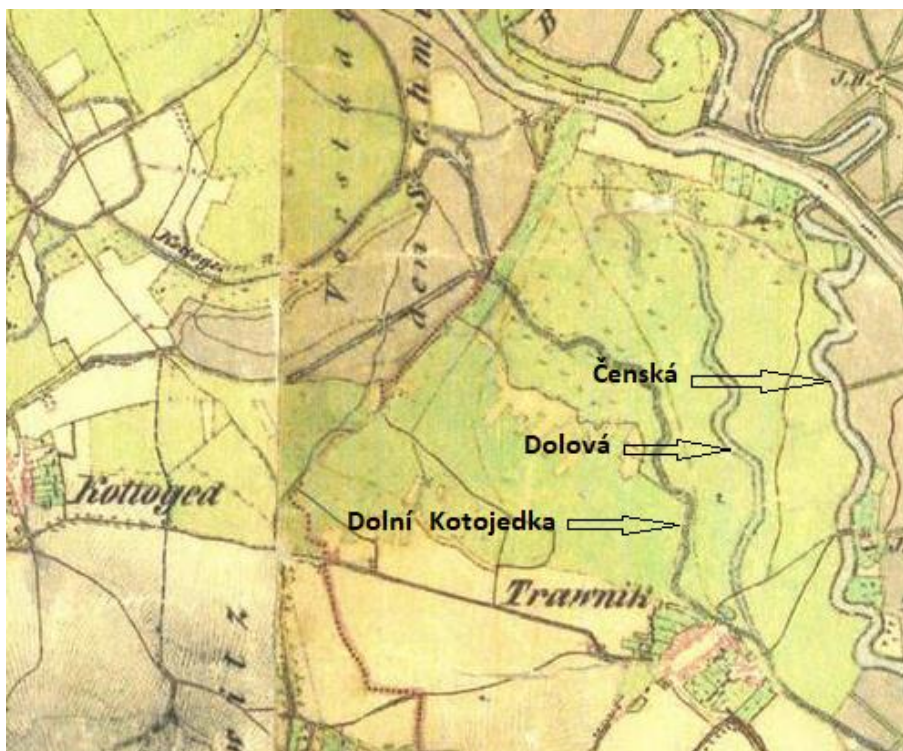
Povodňový plán města je zásadní dokument sloužící pro řízení veškeré činnosti spojené s přípravou, průběhem a odstraňováním následků povodně ve správním území města. Kroměříž je ORP a spravuje dalších 10 obcí, které byly dříve samostatnými obcemi. Jsou to Bílany, Draholov, Hradisko, Kotojedy, Miňůvky, Postoupky, Těšňovice, Trávník, Vážany a Zlámanka. Řeší opatření jak řeky Moravy, tak dalších toků na území města. Je základním nástrojem sloužícím povodňové komisi při rozdělování úkolů k odvrácení hrozby povodně. Jeho moderní vypracování na webovém rozhraní umožňuje přehledné vyhledávání informací a jejich vzájemné předání osobám složek IZS. Dokument se skládá z textové části úvodní, věcná, organizační), grafické části a příloh. Pro ochranu před povodněmi je zásadní především část textová, která přesně rozděluje a vymezuje úkoly jednotlivých účastníků při povodni. Přílohy obsahují dále jmenné seznamy, adresy a způsob kontaktování důležitých osob. Grafická část je složená z mapových podkladů, které pomáhají rychlému vyhledávání všech podstatných prvků při povodňovém nebezpečí (Povodňový plán města, 2021).

## 4 MODELOVÁNÍ ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

V procesu modelování zájmového území je cílem důkladně zdokumentovat celou oblast jak z historického hlediska, tak změn, které nastaly s rozvojem hospodaření až do současného stavu, zejména se zaměřením na slepá ramena řeky Moravy. K tomuto zdokumentování dojde pomocí jak dostupných mapových podkladů, literatury, tak i po vlastním terénním průzkumu spolu s plánovanými dotazníky na osoby žijící v této oblasti. Na základě získaných informací a znalostí v oblasti revitalizace vodních toků bude zvážena myšlenka na obnovu funkčnosti slepých ramen řeky Moravy v zájmové oblasti. Posouzením jejich stupně zachování v kontextu historického bude rovněž zvážena možnost využití v oblasti protipovodňové ochrany, případně dalších prospěšných funkcí pro lidskou společnost, jako je ekologický aspekt či výstavba kořenové čističky odpadních vod pro místní část Trávnícké zahrady. Výstup práce si klade za cíl vytvoření podkladu pro další rozvoj technických řešení při procesu revitalizace slepých ramen Moravy jako ochranou před povodněmi.

### 4.1 Mapování slepých ramen

Zmapování slepých ramen v zájmovém území se zakládá na srovnání současného stavu se stavem zakresleným na mapách z 19. století. Tyto mapy byly vytvořeny při II. vojenském plánování mezi lety 1836 až 1840 (Novák 2017). Pro srovnání slouží satelitní mapa stejného území ze současnosti. Na základě rozhovoru s pamětníkem obce byly definovány toky Čenská a Dolová Obr. 6, zmíněné v předešlé části práce. Tok Kotojedky se původně větvil na dva a to Dolní a Horní Kotojedku. Po regulaci byl tok Horní Kotojedky propojen s řekou Moravou mezi Kroměříží a Trávníckými zahradami. Dolní Kotojedka byla odstavena od přítoku vody a upraveným korytem je vedena obcí Trávník a kolem lesa zájmové oblasti a dále se vlévá do řeky Moravy u Kvasic. U obce Střížovice se do Dolní Kotojedky vlévá Bařický potok, který je v podstatě její jediný trvalý přítok. Při vyšším stavu řeky Moravy se korytem Dolní Kotojedky vrací voda zpět proti proudu bývalého toku.



Obrázek 6 Bývalá ramena Moravy a Kotojedka u obce Trávník (Zdroj: <https://mapy.cz>)

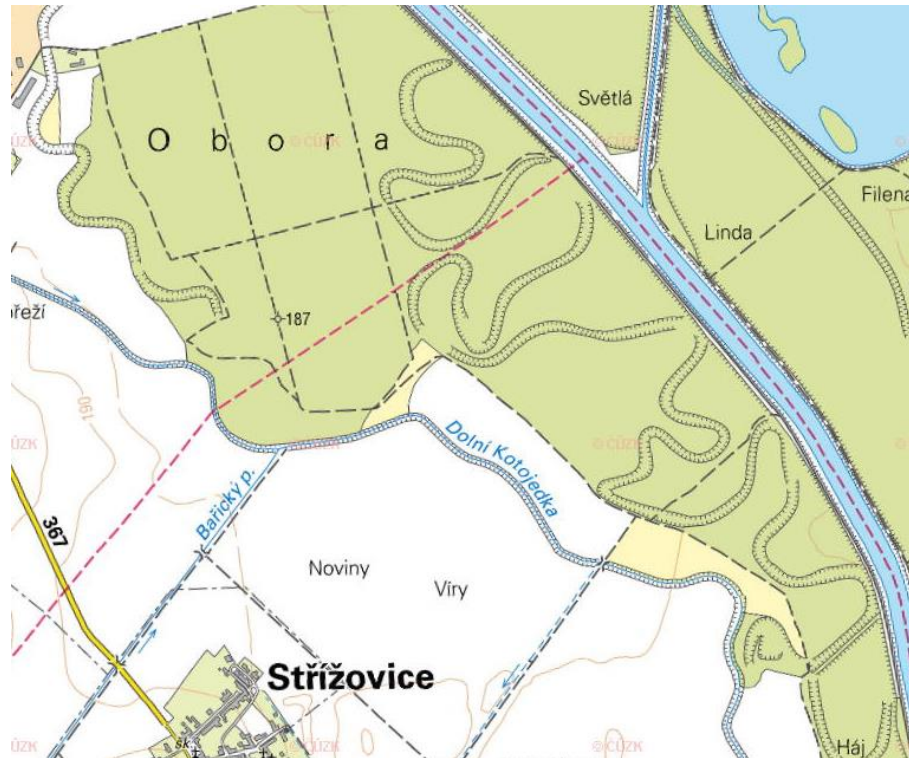
Koryto Moravy Dolová je dnes již prakticky neznatelné a pouze po dlouhotrvajících srážkách v kombinaci s absencí zemědělských plodin lze spatřit pruh tmavé půdy vyznačující bývalý tok. Koryto Čenské se dochovalo v lesní části zájmového území, u obce Trávník z části na rozhraní pole u zemědělského družstva. U osady Trávnícké Zahrady je dochovaná část Čenské s místním názvem Kořínkův důl o délce přibližně 50 metrů. O této části bude zmínka v kapitole Kořenová čistička. Na mapě vytvoření pomocí programu QGIS jsou naznačena bývalá ramena Dolové, Čenské a Dolní Kotojedky. Dále lze spatřit vlnící se kresbu meandru Obr. 7. Pro svůj stav poškození jsou ramena Dolové a Čenské v zemědělsky využívané části zájmového území v současné době bez významu z pohledu retence a akumulace vody, proto bude od dalšího zvažování jejich protipovodňového využití upuštěno. Krátký úsek ramene Čenské za zemědělským družstvem zůstal zachován a bude v práci dále zmíněn. Tok Dolní Kotojedky naopak tvoří hranici možného rozlivu vody řeky Moravy v lesní části zájmového území a proto se jeví jako významný prvek pro další postup tvorby práce. Možnosti využití proto budou rozepsány v dalších kapitolách.





Obrázek 7 Slepá ramena řeky Moravy řeky Moravy (Zdroj: vlastní zpracování)

V lesní části zájmového území došlo k zachování slepých ramen Moravy. Jedná se o hlavní tok řeky Moravy a dále již zmíněné Čenské. K propojení obou ramen docházelo u obce Kvasice. Tato ramena tvořila značně spleť meandr, jak je i patrné z Obr. 7. Po regulaci říčišť do jednoho hlavního toku bylo původní rameno Moravy v lesní části ponecháno v původním stavu. Rameno Čenské bylo zkráceno, kdy část tvoří samostatný mokřad a část splynula propojením s regulovaným tokem Dolní Kotojedky. Tento stav je patrný na Obr.8.



Obrázek 8 Slepá ramena Moravy dle katastru nemovitostí (Zdroj: <https://www.ikatastr.cz>)

Původní koryto řeky Moravy dále sloužilo k retenci povodňové vody, jak již bylo zmíněno v předešlé kapitole. Z ramene Čenská vzniknul samostatný mokřad. V současné době tato ramena nelze spatřit na satelitních snímcích z důvodu pokryvu této části zájmového území lesním porostem. Stav jejich zachování proto bude podroben terénnímu průzkumu. Dle měření předpokládané délky ramen za pomoci dostupných funkcí katastrálních map byla stanovena délka ramen pro terénní průzkum:

Slepé rameno Čenská za zemědělským družstvem - 417 m

Slepé rameno Čenská lesní část – 1100 m

Slepé rameno Morava lesní část – 6 967 m

Dle propočtu by zachovaná slepá ramena v zájmové oblasti měla tvořit část o délce celkem 8484 m.

## 4.2 Terénní průzkum zájmového území

Průzkum zájmového území započal již v dubnu 2020. Cílem bylo určit zejména stav vody v daném období a míru degradace slepých ramen. K dalšímu průzkumu došlo na konci měsíce března 2021, tedy téměř s ročním odstupem po prvním terénním průzkumu. Lze

tedy objektivně vyhodnotit nastalé změny i vzhledem k probíhajícím klimatickým podmínkám, které měly vliv na stav vody ve slepých ramenech.

### Rameno Čenská

Při pěším terénním průzkumu ramene Čenské došlo k porovnání skutečné délky toku s údaji získanými z katastrálních dat. Celková délka dochovaného toku o délce přibližně 1500 m odpovídá těmto údajům. Slepé rameno nemá žádný trvalý přítok vody a je odkázáno na zásoby ze srážek a kolísání hladiny podzemní vody. Koryto si zachovalo v celé délce svou původní šířku až do 20 m. Hloubka koryta je značně ovlivněna nánosy sedimentů. Koryto je v celé délce silně zarostené náletovými dřevinami. V celém úseku bylo slepé rameno zavodněno. Hloubka vody byla dne 20. 3. 2021 orientačně měřena ve 3 bodech s výsledkem 110 cm, 132 cm a 147 cm. V roce 2020 nedošlo k měření hloubky vody, nicméně jak je patrné z fotografií, došlo k mírnému zvýšení vodního stavu, Obr. 9. To odpovídá zvýšenému množství srážek na území ČR v roce 2020 a tím i zvýšení stavu podzemních vod v roce 2021. Stav v povodí řeky Moravy byl v únoru 2021 určen jako mimořádně nadnormální (Stav hladiny podzemních vod v mělkých vrtech, 2021).



Obrázek 9 Srovnání ramene Čenské rok 2020 a 2021 (Zdroj: vlastní)

Fotografie je pořízena na stejném místě s časovým odstupem cca 1 rok. Toto místo se nachází na hranici mezi zemědělským družstvem a lesní částí zájmového území. Při terénním průzkumu bylo na vodní hladině zaznamenáno velké množství vodního ptactva, což mimo jiné hovoří o kladném potenciálu slepých ramen na biodiverzitu území. Jak je patrné z Obr. 10, i po letech degradace si v případě zvýšené vodní hladiny uchovává rameno Čenské charakter blízký původnímu vzhledu před regulací.





Obrázek 10 Slepé rameno Čenské v období zvýšeného stavu podzemní vody (Zdroj: vlastní)

### **Původní rameno Moravy**

Při terénním průzkumu původního ramene Moravy v lesní části zájmového území došlo opět k porovnání délky slepého ramene s údaji získanými za použití katastrálních map. Délka 6967 m odpovídá skutečnosti. Původní tok silně meandruje v prostoru Trávníckého lesa. Rameno v celé své délce je opět silně zaneseno sedimenty, náletovými dřevinami či pozůstatky stromů po těžbě dřeva. Na Obr. 11 je viditelná změna stavu vody mezi terénním průzkumem z roku 2020 a roku 2021. Rameno si zachovalo v zájmové oblasti svůj původní profil a je velmi dobře patrné. V době terénního průzkumu bylo rameno z části zavodněno, některá místa však přes vysoký stav podzemní vody vykazovala velkou míru znehodnocení, místy došlo k částečnému nebo úplnému vyschnutí. V dolní části zájmového území mezi Střížovicemi a Kvasicemi byl původní tok již prakticky bez vody. Tento stav je ovlivněn velkým spádem současné řeky Moravy mezi horním jezem nad Kroměříží a dolním u obce Bělov – Otrokovice. U obce Kvasice protíná původní Moravní rameno nynější napojení toku Dolní Kotojedky na řeku Moravu.



Obrázek 11 Srovnání původního ramene Moravy rok 2020 a 2021 (Zdroj: vlastní)

Při terénním průzkumu došlo v lese na toku Dolní Kotojedky k nálezů pozůstatků vodního díla, které bylo ve spolupráci s pamětníkem vyhodnoceno jako původní hrázňý objekt sloužící k zadržení vody z Moravy a jejího zpětného vzduť do toku Dolní Kotojedky. Pozůstatky tohoto regulačního prvku jsou na Obr. 12.



Obrázek 12 Pozůstatky regulačních prvků na soutoku Moravy a Dolní Kotojedky (Zdroj: vlastní)



### 4.3 Odtokové poměry

Odtokovými poměry označujeme velikost odtoku vody z daného povodí. Na základě spádovosti krajiny, typu povrchu, vlastností půdy, agronomickém využití, nasycenosti půdy vodou, intenzitě srážek a dalších faktorech je voda odváděna z plochy a soustředěna do přilehlých toků. Vyhodnocení odtokových poměrů v lokalitě je důležité pro další strategii při ochraně před povodněmi a erozními jevy. Pomocí snížení výšky přímého odtoku dochází k eliminaci rizika způsobeného například přivalovým deštěm nebo povodňovou vlnou. To může být dosaženo například retencí vodních nádrží (Stehlík et al. 2016, Drbal 2016). Pro stanovení odtokových poměrů v zájmovém území bylo použito mapových podkladů ArcGIS, které zobrazují prostorové vyjádření přímého povrchového odtoku v krajině s identifikací odtokových linií. Modelování odtokových poměrů v zájmovém území umožňuje posouzení přímého vlivu slepých ramen na průběh možných povodní způsobených jak dlouhotrvajícími, tak i přivalovými dešti. Metodou kritických bodů provedenou Výzkumným ústavem vodohospodářským byla provedena analýza spolu s vyznačením území v katastru města Kroměříž, které může být příčinou přivalových povodní. Tyto kritické body jsou znázorněny v Tab.1.

Tabulka 1 Hodnoty kritických bodů na území obce Trávník (Zdroj: Povodňový plán města Kroměříž, 2021)

Kritický bod	Průměrný sklon	Podíl orné půdy	Plocha povodí kritického bodu
41204476 (m.č. Trávník)	6,1 %	100 %	21,49 ha
41200984 (m.č. Trávník)	3,7 %	77,5 %	103,61 ha

Odtok veškeré vody na území obce Trávník je dle aplikace odtokových poměrů dostupných na webu ArcGIS sveden do toku Dolní Kotojedky. Celkové odtokové poměry obce Trávník a přilehlého území jsou patrné z Obr. 13.



Obrázek 13 Linie odtokových poměrů zájmového území a přilehlých lokalitách  
 (Zdroj: vlastní zpracování)

Dle Tab. 1 se dva kritické body nachází v lokalitě obce Trávník. Během přívalových dešťů je tedy retence této vody závislá na kapacitě toku Dolní Kotojedky. V následující Tab. 2 jsou vyjádřeny hodnoty odtokových poměrů pro zájmovou oblast a přilehlé okolí získané pomocí statistické analýzy rastrů v aplikaci odtokových poměrů dostupné na internetových stránkách Voda v krajině (2021) a mapových podkladů ArcGIS.com.

Tabulka 2 Výstupní hodnoty odtokových poměrů (Zdroj: <https://vuv.maps.arcgis.com>)

Rastr	Minimum	Maximum	Součet	Aritmetický průměr
Erozní smyv	0,00	63,64	158804,00	3,22
Procentuální sklonitost	0,00	49,02	277375,00	2,68
Rozložení CN	36	100,00	8448550,00	81,60

Výsledné hodnoty udávají erozní smyv, tedy zvýšené riziko ohrožení obyvatel a jakosti vody v souvislosti s očekávanou změnou klimatu a dále rozložení CN. Rozložení CN udává vlastnosti povrchu a možný vsak vody. Při hodnotě 0 dochází teoreticky k absolutnímu vsaku, při hodnotě 100 veškerá voda odtéká. Výsledná hodnota 81,60 poukazuje spíše na odtok vody z krajiny. Rameno Čenské ležící v prostoru odtokových linií a může výrazně přispět ke zvýšení retenčních schopností s ohledem na stav momentálního zavodnění koryta.

#### 4.4 Záplavové území

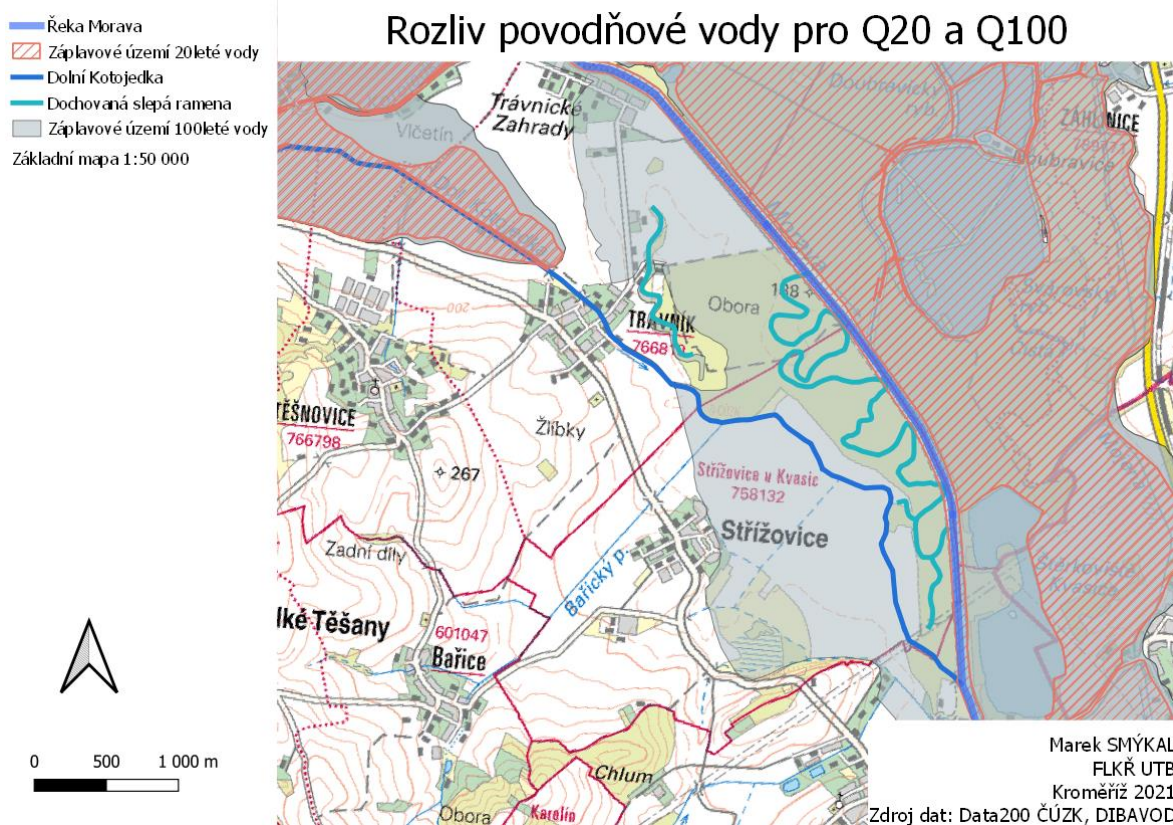
Pro objektivní zhodnocení role slepých ramen v zájmovém území je podstatné stanovit záplavové území, teda taková, která mohou být během povodně zaplavená vodou. Velikost takového území navrhuje správce příslušného toku. Vodoprávní úřad dále stanoví jeho rozsah. Záplavové území je stanoveno pro rozsah povodní v opakování 5,20 a 100 roků. Za použití programu QGIS (2021) byly simulovány rozlivy řeky Moravy a posouzení možného rozlivu vody do zájmového území a jeho okolí. Během technických úprav toku řeky Moravy došlo v minulosti ke zvýšení a zpevnění břehů, proto rozliv může nastat jednak vyběžením vody z koryta, případně poškozením březní linie, například dlouhodobým průsakem vody či jiným mechanickým poškozením. Krajina zájmového údolí s množstvím lesního porostu a pozůstatky slepých ramen je na případný rozliv adaptována a v takovém případě může mít výrazný tlumivý efekt na povodňovou vlnu. Rozliv pro Q5 je znázorněn na Obr. 14.



Obrázek 14 Rozliv do krajiny při Q5 (Zdroj: vlastní zpracování)

Jak je z obrázku patrné, nedochází v tomto případě k žádnému rozlivu a veškerá voda proudí svým tokem. Ten je ovlivněn regulací na jezu nad městem Kroměříž a u obce Bělov- Otrokovice. Množství vody je sice rychle a bezpečně odvedeno z krajiny, nicméně bez možnosti jejího zadržetí, které může mít v době stále častěji opakujících se období sucha druhotný efekt. Na následném Obr 15. lze vidět situaci při Q20 a Q100. Při Q20 již dochází k rozlivu vody do krajiny. K tomuto rozlivu však dochází spíše na druhém břehu řeky Moravy směrem na obce Hulín - Tlumačov a do přilehlého lesa s místním názvem Zámeček. Tato lokalita vychází ze stejného geomorfologického typu krajiny a její vhodnost k rozlivu vody je obdobná jako u zájmové lokality. Na obec Trávník je v případě Q20 směřována povodňová vlna směrem od obce Kotojedy, nicméně dle vizualizace programu QGIS nedosahuje k hranici obce Trávník a nedochází k jejímu ohrožení. Jak jde však spatřit na Obr. 15, postupuje tato vlna korytem Dolní Kotojedky, proto může dojít k zvýšení její hladiny. Jak již bylo zmíněno v předešlé kapitole, nachází se v území odtokových linií rameno Čenské a proto i zde může pomoci její retenční schopnost.





Obrázek 15 Rozliv do krajiny při Q20 (Zdroj: vlastní zpracování)

Dále lze na Obr. 15 vidět rozliv do krajiny při předpokládané Q100, tedy stoleté povodni. Zde je již značný rozliv do krajiny po obou březích řeky Moravy a dochází k zaplavení téměř celého prostoru mezi obcemi Trávnícké Zahrady a Trávník. Povodňová voda by v takovém případě zalila podstatnou část Trávníckého lesa, dolní hranici obce Střížovice a zasáhla část obce Kvasice. Zde by již došlo k vyčerpání kapacitních možností slepých ramen řeky Moravy v zájmové oblasti. Na základě možností půdní absorpce by však i v takovém případě došlo k pohlcení části povodňové vody a možnému tlumivému účinku.

#### 4.5 Výsledek analýzy odtokových poměrů a rozlivu vody při povodních

Při možném povodňovém nebezpečí je důležité využít jakýchkoliv prostředků a možností k ochraně obyvatelstva a jejich majetků. V předešlé kapitole došlo k poukázání na možné ohrožení během přívalových dešťů, nebo spojených se zvýšenou hladinou řeky Moravy v zájmové oblasti. Zabránit škodám při bleskové povodni lze v dané lokalitě zejména retencí přívalové vody, která je v současnosti závislá na mnoha faktorech. Jedním z nich je i schopnost pojmout dostatečné množství této vody do toku Dolní Kotojedky. Tato

schopnost může být v budoucnu navýšena o kapacitu slepého ramene Čenské, která se nachází na dolní hraně v bezprostřední vzdálenosti Dolní Kotojedky a byla s ní v minulosti propojena pomocí regulačních prvků.

Při rozlivu řeky Moravy při Q5 a Q20 nedochází k retenci povodňové vody do prostoru Trávnického lesa, jako je v případě opačného břehu řeky směrem na Hulín a Tlumačov. Existuje zde však značný potenciál pro retenci a akumulaci vody do Q20, což může zpomalit případnou povodňovou vlnu a přinejmenším získat čas pro přípravu dalších protipovodňových aktivit k ochraně obyvatelstva. Celková délka slepého ramene v zájmové oblasti činí takřka 8,5 km, což činí v případě funkčních schopností bývalého toku z její kapacity významný prvek před povodňovým nebezpečím. Z výsledků dosavadní práce vyplývá, že vhodnou možností pro ochranu obyvatelstva před povodňovým nebezpečím v zájmové oblasti je mimo jiné revitalizace slepých ramen a zvýšení funkčnosti toku řeky Moravy.

#### **4.6 Řízený rozliv do krajiny**

K nekontrolovanému rozlivu vody do krajiny zájmového území dochází až v případě Q100, což je způsobeno zvýšením břehu řeky Moravy, která rozliv i při nižším stavu nedovoluje. Pro Q5 a Q20 není v současnosti možnost využít retenčních kapacit slepých ramen. Existuje však možnost využít řízeného rozlivu vody do krajiny pomocí veřejně prospěšných staveb na ochranu před povodněmi. Zákon 254/2001 Sb. § 68 (vodní zákon) zmiňuje taková území a ve svém obsahu jej upravuje. K těmto rozlivům se dle zákona považují pozemky nezbytné pro vzdouvání, popřípadě akumulaci povrchových vod. Za škodu zde vzniklou pak pro majitele pozemků náleží náhrada, kterou poskytuje v penězích stát zastoupený Ministerstvem zemědělství. Proto lze i v tomto případě uvažovat o možnosti využití slepých ramen pro retenci a akumulaci vody již při Q5 a Q20 v případě technického řešení propojení hlavního toku se slepými rameny v lokalitě Trávnický les.

#### **4.7 Aktivní území**

V úvaze o možnostech technických řešení pro řízený rozliv v záplavovém území je nutno zahrnout i platnou legislativu. Zákon 254/2001 Sb. § 68 (Sbírka zákonů Česká republika) rovněž hovoří o aktivním území. Jde o zónu záplavového území, kde nesmí umísťovat, povolovat ani provádět stavby s výjimkou vodních děl, jimiž se upravuje vodní tok, převádějí povodňové průtoky, provádějí opatření na ochranu před povodněmi, nebo která



jinak souvisejí s vodním tokem nebo jimiž se zlepšují odtokové poměry, staveb pro jímání vod, odvádění odpadních vod a odvádění srážkových vod a dále nezbytných staveb dopravní a technické infrastruktury, viz Obr. 16. Dále se v zákonu hovoří o zákazu jakýchkoliv stavebních úprav, které by měly negativní vliv na zhoršení odtokových poměrů. Aktivní zóna byla stanovena dle programu QGIS (2021) pro Q100. Při terénním průzkumu bylo zjištěno, že v tomto úseku jsou oploceny takzvané lesní školky s výsadbou nových stromů. Rovněž jsou slepá ramena místy silně zaneseny jak náletovými dřevinami, tak spadlými stromy, což může mít vliv na odtokové poměry v případě povodňového nebezpečí. Možnosti rozlivu vody do krajiny byly v minulosti značně utlumeny náprava do původního stavu, není momentálně možná. V návaznosti na potřebu vyhledávání vhodných lokalit pro takový rozliv se nabízí možnost revitalizace původních ramen toků a využití jejich kapacity pro retenci a akumulaci vody.



Obrázek 16 Aktivní zóny (Zdroj: vlastní zpracování)

## 5 REVITALIZACE JAKO OPATŘENÍ PROTI POVODNÍM

Revitalizace jako krok navrácení krajiny alespoň z části do původního stavu se nabízí jako vhodná alternativa k dalším protipovodňovým opatřením. V rámci revitalizace je nutno uvažovat o krajině jako celku, tedy zahrnout do tohoto procesu jak slepá ramena, tak zejména nynější hlavní tok řeky Moravy, který dostal po provedených regulačních pracích v zájmovém území největších změn. Z původně silně meandrující řeky se stal pouze betonovými dlaždicemi upravený kanál, který má za úkol odvézt vodu z krajiny. Jeho druhotné funkce tím byly potlačeny. Z okolních slepých ramen zůstala postupem času jen slabá torza, která již bohužel působením lidských zásahů, ale i přírodním vlivem nedokáže v současnosti plně uplatnit své kladné vlastnosti. Revitalizace vodních toků se v současné době stává velmi diskutovaným tématem, jak již bylo zmíněno v teoretické části práce. Ne každá lokalita je však bohužel vhodná k technickým úpravám směřujícím k napravení chyb minulosti.

### 5.1 Vodní koridor Dunaj- Odra- Labe

V současném stavu se nabízí otázka, proč nerevitalizovat hlavní tok řeky Moravy mezi Kroměříží a Otrokovic, kde lze stále nalézt pozůstatky lužních lesů a uvést tedy tok do původního stavu se jeví jako možná. Bohužel v současnosti se často hovoří o zprovoznění projektu vodního koridoru Dunaj- Odra- Labe, tedy vodní cesty spojující tři velké řeky protékající ČR. Jestli má tento projekt smysl z důvodů vodohospodářství, protipovodňové ochrany, energetiky či zásobování není smyslem této práce. Nedílnou součástí tohoto megalomanského projektu s jistě výrazným ekologickým dopadem je však i řeka Morava, zejména jeho část podél Bařova kanálu. V tomto projektu se uvažuje i pro propojení měst Hodonín a Přerov jako tranzitní trasa plavidel a s tím spojené úpravy vodního toku i v úseku zájmového území (Rotňák et al. 2019). Protože v současnosti nelze předvídat další vývoj tohoto projektu a jeho možné realizace, není možné uvažovat nad revitalizací řeky Moravy.

### 5.2 Revitalizace slepého ramene Moravy

Výsledkem této práce je návrh revitalizace slepého ramene řeky Moravy v zájmovém území Trávnícký les. Délka úseku je přibližně 3,5 km, kdy délka revitalizovaného ramene činí téměř 7 km. Základ revitalizace spočívá v:

- a- Odstranění náletových dřevin z koryta slepého ramene a jeho březní linie

- b- Odstranění odumřelých částí dřevin z koryta slepého ramene.
- c- Odstranění sedimentů ze dna koryta do hloubky zaručující dostatečnou kapacitu koryta pro retenci povodňové vody a akumulaci podzemní vody.
- d- Zpevnění a úprava březní linie zaručující dostatečnou odolnost koryta.
- e- Vybudování potřebné infrastruktury zajišťující bezpečný pohyb osob, zemědělských a lesnických strojů v prostoru trávníckého lesa a dále k nezbytnému ovládní regulačních prvků.
- f- Propojení slepého ramene s hlavním tokem Moravy, Bařického potoka a Dolní Kotojedky pomocí regulačních prvků zajišťujících bezpečnou a plynulou regulaci napouštění a vypouštění povodňové vody.

Revitalizací slepého ramene v případě realizace může být dosaženo získání části potřebné kapacity pro retenci povodňové vlny na řece Moravě a tím i k ochraně obyvatelstva okolních obcí, zejména směrem po proudu hlavního toku. Přepouštěním části povodňové vody do slepého ramene, případně prostorů Trávníckého lesa a jeho využitím jako poldru může ovlivnit stav povodňové vody a získ potřebného času pro další regulační zásahy na řece Moravě. V případě celkového rozlivu vody do krajiny bude dosaženo zpomalení povodňové vlny.

### 5.3 Revitalizace slepého ramene Čenská

Dalším dílčím výsledkem práce je návrh revitalizace slepého ramene toku Čenská. Délka úseku činí přibližně 1,5 km. Pro revitalizaci jsou zásadní kroky a – e jako pro revitalizaci slepého ramene Moravy. Dále je nutno propojení slepého ramene s tokem Dolní Kotojedky pomocí regulačních prvků jako v předešlém případě.

Revitalizací slepého ramene v případě realizace může být dosaženo získání části potřebné kapacity pro retenci nadbytečné vody při bleskových povodních a zvýšení akumulačních schopností toku Dolní Kotojedky, zejména pro obec Trávník. Vytěžená zemina ze slepých ramen by z důvodu omezení transportu mohla být zpětně využita k navýšení a zpevnění povodňových hrází a říčních břehů Dolní Kotojedky.

### 5.4 Další pozitiva revitalizace

Revitalizací slepých ramen může být dosaženo v dnešní době udržení vody v krajině, zvýšení stavu podzemní vody a zlepšení kvality vody s kladným dopadem na zvládnutí

období sucha a evapotranspiraci vody. Vegetace slepých ramen pomůže odstranit živiny z vody, které se vzhledem k bezprostřední blízkosti zemědělsky obdělávaných polí mohou i mimo přirozený proces dostat do vody během hnojení.

Rozšířením krajiny o vodní plochy bude dosaženo zvýšení biodiverzity, často v případě chráněných druhů. Lokalita trávnický les je hnízdištěm orla mořského (vlastní pozorování), jehož populace je kriticky ohrožena. Zvětšení lovné plochy povede k zvýšení šancí pro udržení populace tohoto vzácného druhu.

V případě zarybnění může dojít k začlenění slepých ramen mezi atraktivní lokality pro sportovní rybolov.

V neposlední řadě by se místo mohlo stát centrem rekreace. V případě výstavby například naučné stezky by v takovém případě došlo i k výchovnému efektu dětí a mládeže.

## **5.5 Kořenová čistička odpadních vod**

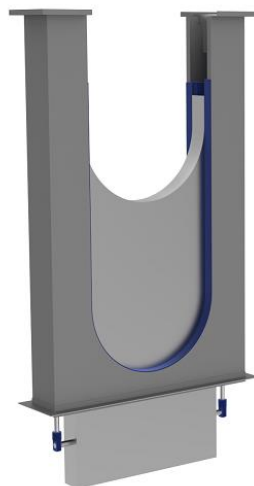
V blízkosti osady Trávnické Zahrady se nachází již zmíněný pozůstatek ramene Čenského s místním názvem Kořínkův důl Obr 17. Trávnické Zahrady dlouhodobě bojují s problémem odvodu odpadní vody z místních domácností. V případě vybudování čističky odpadních vod by zde byla možnost vybudování takzvané kořenové čističky, která má za úkol po mechanickém a biologickém čištění pojmout odváděnou odpadní vodu, která je pomocí vodní flóry dále dočištěna (Kořenová čistírna odpadních vod je spolehlivé řešení pro domácnosti i obce, 2021). Pozůstatek slepého ramene v bezprostřední blízkosti obce se jeví jako výhodná možnost k doplnění čištění odpadních vod s pozitivním ekologickým dopadem.



Obrázek 17 Slepé rameno Čenského - Kořínkův důl (Zdroj: vlastní)

## 5.6 Regulační prvky

Pro možnost napouštění a upouštění vody ze slepého ramene Moravy a ramene Čenského by v případě realizace bylo nutno vybudovat regulační prvky, které by měly za úkol jednak zaručit bezpečné zavodnění ramen při povodňovém nebezpečí, ale i plynulé upouštění této vody v návaznosti na danou situaci a také zabránění zpětného vzduť hladiny a proniknutí do slepých ramen z míst určených pro vypouštění. Tyto regulační prvky, jak již bylo zmíněno, se v místě ramen v minulosti nacházely a plnily svou funkci. Bohužel z dnešního pohledu již jejich využití není možné. Pro představu je na Obr. 18 vyobrazeno hradidlo ASA od společnosti Hydrosystemy, zabývající se výrobou a montáží produktů pro zajištění protipovodňové ochrany. Tento produkt může sloužit jako hrazení retenčních objektů, nebo variabilní přepadovou hranu na přelivech (Hradidlo ASA, 2021). Volba vhodného regulačního prvku by v případě realizace byla součástí projektu, nicméně pro své vlastnosti použití se zvolený prvek jeví jako vhodný.



Obrázek 18 Regulační prvek ASA (Zdroj: <http://www.hydrosystemy.cz>)

## 5.7 Vlastníci a dotační programy

Pro realizaci projektu revitalizace je v první řadě důležité majetkové vyrovnání. Jednotlivé úseky slepých ramen jsou dle katastrálních map členěny do mnoha menších úseků. Dle analýzy katastrálních map je zejména koryto Čenské rozděleno mezi více vlastníků zastoupených jak soukromými osobami, tak částečně Zemědělským družstvem Kvasicko a dále společností Lesy ČR a.s. Možností je zde odkoupení stávajících pozemků státem, případně v zastoupení společností Lesy ČR a.s. Dále bylo zjištěno, že vlastníkem všech pozemků původního toku Moravy a pozemků přiléhajících v celé délce zájmového území jsou Lesy ČR a.s. V tomto případě by byla realizace projektu značně usnadněna. Pro možnost revitalizace by dále bylo možno využít dotačních programů uvedených v teoretické části této práce.

## 5.8 SWOT ANALÝZA

V tuto chvíli jsou známy odtokové poměry v zájmovém území a rovněž velikost rozlivu při Q5, Q20 a Q100. Terénním průzkumem byly dále zaznamenány další skutečnosti v otázce protipovodňové ochrany v lokalitě a jejich pozitivních funkcí a je tedy možné uvažovat nad případnou realizací. V rozhodování o správnosti postupu napoví dále provedená SWOT analýza.

Analýza SWOT je zkratkou anglických slov Strengths (S), Weakness (W), Opportunities (P) a Threats (T), což lze volně přeložit a je obecně přijímáno jako silné stránky, slabé stránky, příležitosti a hrozby. Jde o analytický nástroj, který mapuje a analyzuje daný jev z těchto 4 uvedených pohledů. Silné a slabé stránky lze definovat jako faktory s možností ovlivnitelnosti, zatímco příležitosti a hrozby jsou faktory s mírou přizpůsobení. Tyto faktory se následně zapisují do matice (SWOT analýza a její využití, 2019).

SWOT analýza je rozdělena do 4 základních kroků, tedy nalezení faktorů, sestavení SWOT matice, vyhodnocení a stanovení strategie.

V následující tabulce jsou sestaveny jednotlivé faktory protipovodňových opatření v zájmovém území. Jsou zde uvedeny silné a slabé stránky, příležitosti i hrozby.

Tabulka 3 SWOT ANALÝZA (Zdroj: vlastní zpracování)

SWOT ANALÝZA		
Silné stránky		Slabé stránky
Vnitřní prostředí	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zpevněný břeh řeky Moravy</li> <li>- Retenční schopnost lesa</li> <li>- Zpracovaný povodňový plán</li> <li>- Dostupná technika</li> <li>- Zkušenosti z předcházejících povodní</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Množství sedimentů slepých ramen</li> <li>- Oplocení lesních školek</li> <li>- Chybějící regulační prvky</li> <li>- Nedostatečné ohrázení okolních toků</li> <li>- Množství vlastníků pozemků</li> </ul>
Příležitosti		Hrozby
Vnější prostředí	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Čerpání z dotačních programů</li> <li>- Retence a akumulace vody v ramenech</li> <li>- Zvýšení biodiverzity</li> <li>- Evapotranspirace a čistota vody</li> <li>- Rekreační</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protržení ohrázení říčního břehu</li> <li>- Přívalový déšť</li> <li>- Nevládnutí regulace toku Moravy</li> <li>- Ucpání návazných toků</li> <li>- Tání sněhu</li> </ul>

Silnými stránkami v otázce protipovodňové ochrany jsou v zájmovém území určité březní zpevněná část řeky Moravy. Zvýšený břeh zpevňuje cyklostezka vybudovaná v roce 2009 až 2010 a spojuje Kroměříž s Kvasicemi a funguje jako odolná hráz proti záplavové vodě.



Dále je pro území zpracován digitální povodňový plán dostupný na internetových stránkách města Kroměříž. Dalším ze silných faktorů lze uvést retenční schopnost lesa podél řeky Moravy a zkušenosti jednotek IZS a občanů z povodní v roce 1997 a 2010. V případě povodní lze považovat za silnou stránku i přítomnost společnosti Zemědělské družstvo Kvasicko disponující značným množstvím těžké techniky.

Naopak za slabé stránky lze v zájmovém území považovat množství sedimentů v bývalých slepých ramenech, které by se v případě záplav jinak mohly účinně podílet na protipovodňové ochraně. V návaznosti na stav zdejších ramen lze negativně hodnotit nepřítomnost regulačních prvků bránících zpětnému vzduť vody do návazných vodních toků. S tím souvisí i jejich nedostatečné ohrázení. V případě přelivu vody do lesa může dojít k problémům způsobených oplocením zdejších lesních školek. Pro případ revitalizace působí jako slabá stránka i značné množství vlastníků, především kolem slepého ramene Čenské.

Příležitost může být spatřována především v retenci a akumulaci vody v případě realizace s pozitivním dopadem na protipovodňovou ochranu. S tím jsou spojeny další příležitosti ekologického rázu v podobě vyšší míry evapotranspirace a tím zlepšení mikroklimatických podmínek. To vše bude mít kladný dopad na biodiverzitu v lokalitě, což je následně příležitost i pro případné rekreační využití slepých ramen, například pro rybolov. Jako podstatnou příležitost lze rovněž spatřit v možnosti čerpání dotací z právě probíhajících programů uvedených na stránkách Ministerstva životního prostředí.

Hrozby pro danou lokalitu lze chápat především v souvislosti s protržením březní části řeky Moravy, případně v přívalových deštích. Na tyto problémy navazuje možnost ucpání přilehlých toků Bařického potoka a Dolní Kotojedky. V případě kalamitního stavu může také dojít k problémům s regulací řeky Moravy na jezu Kroměříž a Bělov - Otrokovice. Ten může být způsoben jak selháním lidského faktoru, tak technickou závadou. V současných klimatických změnách je nutno počítat i s prudkým oteplením a táním sněhu.

### **Matice SWOT**

Dalším krokem SWOT analýzy je vytvoření matice, kde jsou pro vyhledané faktory v kvadrantech silných stránek a příležitostí zadány hodnoty od čísla 1 do čísla 5, kdy číslo 1 znamená nejnižší hodnotu daného faktoru z pohledu spokojenosti a číslo 5 nejvyšší



hodnotu. Dále pro kvadranty slabých stránek a hrozeb číselné hodnoty od -1 do -5, kdy číslo -1 je opět nejnižší hodnota nespokojenosti a -5 hodnota nejvyšší nespokojenosti.

V Tab. 5 jsou tyto hodnoty přiřazeny k jednotlivým faktorům spolu s hodnotami váhy faktorů z pohledu důležitosti. Součet vah musí být roven číslu 1. Po jejich vzájemném součinu vyjde výsledná hodnota jednotlivých faktorů. Výsledné hodnoty faktorů jsou následně sečteny zvlášť pro každou z kategorií. V jednotlivých kvadrantech lze následně díky výsledným hodnotám vzájemně porovnat silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby.

Tabulka 4 Matice SWOT analýzy (Zdroj: vlastní zpracování)

Matice SWOT analýzy									
Silné stránky		Váha	Hodnocení	Výsledek	Slabé stránky		Váha	Hodnocení	Výsledek
Vnitřní prostředí	+ Zpevněný břeh	0,3	5	1,5	- Množství sedimentů	0,2	-4	- 0,8	
	+ Retence a akumulační schopnost lesa	0,25	5	1,25	- Oplocení lesních školek	0,2	-3	- 0,6	
	+ Povědný plán města Kroměříž	0,2	4	0,8	- Chybějící regulační prvky	0,25	-4	- 1	
	+ Dostupná technika zemědělského družstva	0,15	3	0,45	- Nedostatečné ohrázení přilehlých toků	0,3	-5	- 1,5	
	+ Zkušenosti z historie	0,1	3	0,3	- Množství vlastníků pozemků	0,05	-3	- 0,15	
	<b>Celkem</b>	1		<b>4,3</b>	<b>Celkem</b>	1		<b>- 4,05</b>	
Příležitosti		Váha	Hodnocení	Výsledek	Hrozby		Váha	Hodnocení	Výsledek
Vnější prostředí	+ Čerpání dotací	0,25	5	1,25	- Protření břehu	0,2	- 5	- 1	
	+ Retence a akumulace vody	0,3	5	1,5	- Přivalový déšť	0,25	- 5	-1,25	
	+ Biodiverzita	0,1	3	0,3	- Nevládnutá regulace	0,15	- 2	- 0,3	
	+ Evapotranspirace a zlepšení kvality vody	0,3	3	0,9	- Ucpání přilehlých vodních toků	0,2	- 5	- 1	
	+ Rekreace, rybolov	0,05	4	0,2	- Tání sněhu	0,2	- 2	- 0,4	
	<b>Celkem</b>	1		<b>4,15</b>	<b>Celkem</b>	1		<b>-3,95</b>	

Jako nejsilnější stránky byly vyhodnoceny jednak zpevněný břeh řeky Moravy a také retenční a akumulační schopnost lesa. Naopak nejslabšími stránkami jsou především nedostatečná výška břehů přilehlých toků, kdy se může voda rozlévat nekontrolovatelného krajiny a také chybějící regulační prvky s funkcí zadržení zpětného vzduší povodňové vody. Největší příležitost pro revitalizaci ramen lze spatřit v retenci a akumulaci vody a v možnosti čerpání dotací. Největšími hrozbami byly dále vyhodnoceny přívalový déšť a protržení břehu řeky Moravy při zvýšeném stavu vody.

Dalším krokem SWOT analýzy je součet výsledných hodnot vnitřního prostředí analýzy, tedy silných a slabých stránek.

Vnitřní prostředí = silné stránky + slabé stránky

$$4,3 + (- 4,05) = 0,25$$

Následuje součet výsledných hodnot vnějšího prostředí pro příležitosti a hrozby.

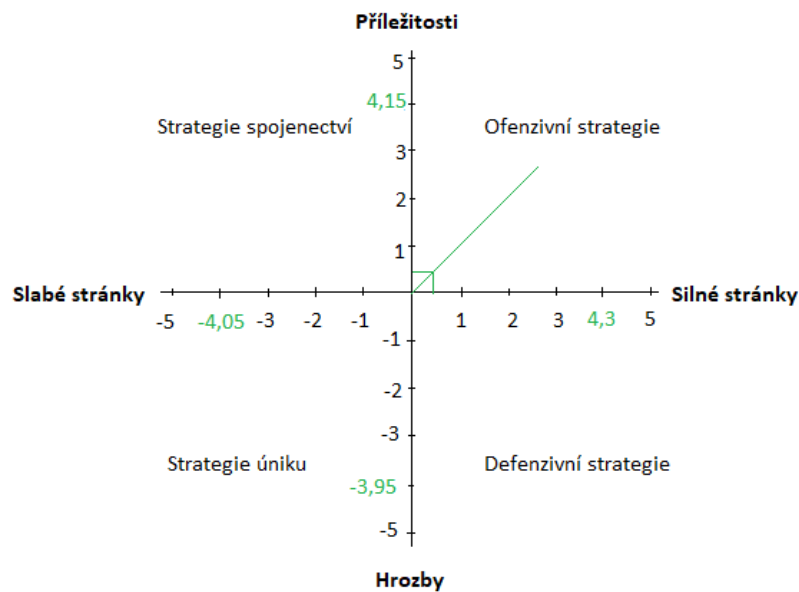
Vnější prostředí = příležitosti + hrozby

$$4,15 + (- 3,95) = 0,2$$

Celkovým výsledkem je odečtení vnějšího prostředí od vnitřního s následným zakreslením do grafu.

Celkový výsledek = vnitřní prostředí – vnější prostředí

$$0,25 - 0,2 = 0,05$$



Obrázek 19 Strategie SWOT analýzy (Zdroj: vlastní zpracování)

Posledním krokem při tvorbě SWOT analýzy je volba optimální strategie. Jde o vzájemné působení mezi kvadranty vyjádřené graficky na Obr. 19.

SO – Ofenzivní strategie – využití za pomoci silných stránek

ST – Defenzivní strategie – za pomoci silných stránek minimalizovat hrozby

WO – Strategie spojení – využití příležitostí k odstranění nebo zmírnění slabých stránek (SWOT analýza a její využití, 2019)

WT – Strategie úniku/ likvidace – Minimalizace dopadů

Na základě výsledků SWOT analýzy lze zvolit vhodnou strategii dalšího postupu při rozhodování pro realizaci revitalizace slepých ramen v zájmovém území. Výsledkem je ofenzivní strategie, která hovoří pro volbu ofenzivní strategie, tedy revitalizaci slepých ramen.

## ZÁVĚR

Ochrana obyvatelstva je jednou z priorit lidské společnosti. S rostoucí populací člověka a jeho potřebami žít a bydlet dochází často ke střetu s přírodou a jejími zákonitostmi, které po generace utvářely tento svět. Po povodních, které několikrát v posledních letech postihly ČR, se otázka protipovodňové ochrany stává stále více aktuální a dochází k intenzivnímu hledání nových možností, jak se účinně bránit jejich ničivým dopadům. Technická řešení budovaná na vodních tocích v minulosti mnohdy dokázala zadržet povodňovou vodu, nicméně v souvislosti s probíhajícími klimatickými změnami je nutno uvažovat i nad dalšími možnostmi, jak zabránit zbytečnému odtoku vody z krajiny. Ministerstvem zemědělství navržené lokality pro výstavbu nových vodních nádrží, nalézajících se především na Moravě jistě mohou přispět k protipovodňové ochraně, nicméně jejich výstavba je finančně náročná, časově zdoluhavá a mnohdy v rozporu s ekologickými zájmy. Proto jsou hledány i další možnosti a to nejen na našem území. Jednou z nich je i využití slepých ramen bývalých říčních toků a jejich retenčních a akumulčních schopností s velkým potenciálem pro ochranu obyvatelstva. Úspěšně provedené, ale i v současnosti probíhající revitalizace vodních toků dokazují, že tato cesta dává smysl.

Jedním z dílčích cílů této práce bylo zmapovat bývalá ramena řeky Moravy mezi městem Kroměříž a obcí Kvasice, která před provedenými regulačními pracemi tvořila v území rozsáhlou říční nivu. Myšlenka využití dnes již slepých ramen pro protipovodňovou ochranu, částečně inspirovaná podobným projektem probíhajícím ve Starém Městě byla podpořena zjištěním, že na daném území před druhou světovou válkou fungoval místní les jako poldr s instalovanými vodoregulačními prvky, které byly při tvorbě práce objeveny. Přítomnost bývalých ramen řeky Moravy dokládaly jak historické mapy, rozhovory s pamětníky, tak i jejich viditelné pozůstatky ověřeny terénním průzkumem. Zatímco v zemědělsky využívané části území již slepá ramena řeky Moravy takřka zanikla, v lesní části se stále nachází a to v relativně dobrém stavu. Díky mé vazbě na zdejší krajinu, kombinaci zájmu o historii i problematiku povodní se zpracovat téma diplomové práce stalo velmi zajímavým.

Pomocí překrytí různých vrstev mapových podkladů v programu QGIS došlo k podrobnému zakreslení slepých ramen a přilehlých vodních toků do mapy území. Sledování výšky vody ramen v rozmezí jednoho roku, ověření stavu poškození a určení využitelné délky dalo jasnou představu o jejich retenčních a akumulčních možnostech.

V kontextu povodní, zejména v roce 1997 a 2010, které ohrožovaly zdejší území, byla zvažena možnost využití slepých ramen jako jednoho z prvků protipovodňové ochrany na daném území. Na základě získaných vědomostí při studiu problematiky bylo vyhodnoceno, že možnost jejich revitalizace v zájmovém území je přínosná a proveditelná.

Může se zdát, že efektivita případných úprav v takto malém měřítku není dostačující, nicméně v případě návaznosti více podobných projektů již dává smysl. Zadržení části povodňové vody navíc může mít další ekologické či sociální přínosy.

Pro zpracování tak rozsáhlého tématu, jako je protipovodňová ochrana bylo nutné prostudovat velké množství zdrojů a pochopit principy fungování přírodních jevů. K tomu mi pomohly zejména příspěvky odborníků, na jejichž myšlenkách jsem mohl stavět a rozvíjet svou práci. V současné době, která je otevřená pro nové podněty v oblasti ochrany obyvatelstva je důležité využít každou šanci, jak zabezpečit zdraví, životy a majetek lidské společnosti. Revitalizace původních vodních toků tak může svým dílem k tomuto trendu přispět.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

ADAMEC, Vilém, 2012. *Ochrana před povodněmi a ochrana obyvatelstva*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-118-7.

BOTZEN, WJ Wouter; DESCHENES, Olivier; SANDERS, Mark. The economic impacts of natural disasters: A review of models and empirici studies. *Review of Environmental Economics and Policy*, 2019, 13.2: 167-188.

Cattaneo, C., Beine, M., Fröhlich, C.J., Kniveton, D., Martinez-Zarzoso, I., Mastrotillo, M., Millock, K., Piguet, E. and Schraven, B., 2019. Humanmigration in the era of climate change. *Review of Environmental Economics and Policy*, 13(2), pp.189-206.

CEMPÍRKOVÁ, Soňa, 2013. *Povodeň: co dělat-- : publikace pro menší obce*. Praha: Centrum pro bezpečný stát. ISBN 978-80-905615-0-2.

DRBAL, Karel, et al. Strategie ochrany před negativními dopady povodní a erozními jevy přírodě blízkými opatřeními v České republice. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, 2016, 58.4: 4-6.

HLADNY, Josef, et al. (ed.). *Katastrofální povodeň v České republice v srpnu 2002*. Ministerstvo životního prostředí, 2005.

IPCC, 2014: *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [CoreWriting Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp

JUST, Tomáš, 2005. *Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. [Praha]: Český svaz ochránců přírody. ISBN 80-239-6351-1.

JUST, Tomáš, 2016. *Ekologicky orientovaná správa vodních toků v oblasti péče o jejich morfologický stav: metodika AOPK ČR*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. ISBN 978-80-88076-25-4.

KOVÁŘ, Milan, 2004. *Ochrana před povodněmi: řešení přirozených a zvláštních povodní*. Praha: Triton. ISBN 80-7254-499-3.

KROČOVÁ, Šárka. *Strategie územního plánování v technické infrastruktuře*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2013. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-128-6.

LANGHAMMER, Jakub. Antropogenní upravenost říční sítě v povodí Otavy. *Hodnocení vlivu změn přírodního prostředí na vznik a vývoj povodní. Sborník příspěvků semináře grantu GAČR*, 2004, 205.03: Z046.

LOŽEK, Vojen. Povodně a život nivy. *Bohemia centralis*, 2003, 26: 9-24.

MICHAILOVIČ, Saša, 1997. *Povodeň Kvasice 1997*. Kroměříž: Kroměříž, Saša A. Michailovič. ISBN 80-238-1944-5.

*Mokrade: Príručka pre inventarizáciu, ochranu a starostlivosť o mokrade*, 1999. Slovenský zväz ochrancov prírody a krajiny Prievidza v spolupráci so Slovenskou agentúrou životného prostredia.

NOVÁK, Jindřich, 2017. *Mezi Kroměříží a Kvasicemi: Povídání o přírodě, myslivosti, rybářství, historii a lidech v povodí Kotojedky a Moravy*. Kroměříž, 243 s.

PETŘÍK, Petr, Jana MACKOVÁ a Josef FANTA, ed., 2017. *Krajina a lidé*. Praha: Academia. Průhledy (Academia). ISBN 978-80-200-2695-8.

PRETEL, JaN. Změny klimatu v Česku. *Vesmír: přírodovědecký časopis Akademie věd České republiky*, 2013, 605-609.

ROŤNÁK, Petr; KUBEČKA, Karel. POLITICKO-ENVIRONMENTÁLNÍ BEZPEČNOST V KONTEXTU DISKUSE O PROVEDITELNOSTI VODNÍHO KORIDORU DUNAJ-ODRA-LABE. *ROČNÍK XIV. ČÍSLO 2/2019*, 2019, 111.

ROŽNOVSKÝ, Jaroslav; STŘEDOVÁ, Hana; STŘEDA, Tomáš. Možná rizika daná změnou klimatu.

Sbírka zákonů Česká republika. Břeclav: Moraviapress. ISSN 1211-1244.

SKÁLOVÁ, Jana, Martina JURÁKOVÁ a Mária PÁSZTOROVÁ, 2014. *Dôsledok klimatickej zmeny na vodný režim mokradí*. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave v Nakladateľstve STU. ISBN 978-80-227-4126-2.

STEHLÍK, Martin, Martin PAVEL a Vladimír BURIAN, 2016. Postup vyhodnocení odtokových poměrů a stanovení návrhových průtoků v projektu Strategie ochrany před negativními dopady povodní a erozními jevy přírodě blízkými opatřeními v České republice. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. **58**(6). ISSN 03228916. Dostupné z: doi:10.46555/VTEI.2016.05.004

ŠKARPICHOVÁ, Alžběta. Katastrofální povodeň 1997- minutu po minutě. *Huliňan*, č. 8 (2000), s. 6-7, fot.

ŠMEROUSOVÁ, Kateřina. Návrh revitalizačních opatření v povodí Slubice na podkladě ekohydromorfologického průzkumu. 2010.

*Dobrý den s kurýrem: Slepá ramena Moravy ožijí, změní se v přírodní atrakci!* [online], 2019. Uherské Hradiště: DOBRÝ DEN S KURÝREM, **2019** [cit. 2021-02-17]. ISSN 1213-1385. Dostupné z: <https://www.idobryden.cz/zpravy/slepa-ramena-moravy-oziji-zmeni-se-v-prirodni-atrakci-48085.html>

Dotační programy: Hlavní činnosti v péči o přírodu a krajinu. *Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky* [online]. Praha: AOPK ČR [cit. 2021-02-13]. Dostupné z: <https://strednicehy.ochranaprirody.cz/dotacni-programy/>

Historie společnosti. *Zemědělský podnik Kvasicko a.s.* [online]. Trávník [cit. 2021-02-23]. Dostupné z: <http://www.zpkvasicko.cz/historie.html>

HochwasserschutzGunzenhausen, 2020. <https://www.wwa-an.bayern.de/index.htm> [online]. [cit. 2021-02-14]. Dostupné z: <https://www.wwa-an.bayern.de/hochwasser/hochwasserschutzprojekte/gunzenhausen/index.htm>

Hradidlo ASA, 2021. *HST Hydrosystémy* [online]. Teplíce [cit. 2021-03-25]. Dostupné z: <http://www.hydrosystemy.cz/produkty/32-protipovodnova-ochrana/51-ostatni-produkty/63-hradidlo-asa>

Charakteristika zájmového území, © 2010 - 2021. *SO ORP Kroměříž: Povodňový plán SO ORP Kroměříž* [online]. Kroměříž: EDPP.CZ [cit. 2021-02-22]. Dostupné z: [https://www.edpp.cz/orpkrm\\_charakteristika-zajmoveho-uzemi/](https://www.edpp.cz/orpkrm_charakteristika-zajmoveho-uzemi/)

*Chráněná území Zlínského kraje: přírodní památka Rameno Moravy* [online], 2020. Hulín: Český svaz ochránců přírody [cit. 2021-02-18]. Dostupné z: <https://nature.hyperlink.cz/rameno-moravy.php>

Il y a 60 ans à Fréjus, la tragédie du barrage de Malpasset, 2019. *Paris Match* [online]. Paris Match [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://www.parismatch.com/Actu/Societe/Barrage-Frejus-Malpasset-1959-Archives-Photos-1662327>

Klimatická změna. *Ústav pro hydrodynamiku* [online]. Praha [cit. 2021-02-09]. Dostupné z: <https://www.i.h.cas.cz/klimaticka-zmena/>

Klimatologie: České klima. *Meteoaktuality: Seriálně o počasí* [online]. [cit. 2021-02-08]. Dostupné z: <https://www.pocasimeteoaktuality.cz/klimatologie/podnebi-sveta/klima-v-cr/>

Kořenová čistírna odpadních vod je spolehlivé řešení pro domácnosti i obce, 2021. *ESTAV.cz* [online]. Praha: ESTAV [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/8749.korenova-cistirna-odpadnich-vod-je-spolehlive-reseni-pro-domacnosti-i-obce>

Kroměříž chystá protipovodňová opatření za 500 milionů, © 2011-2021. *Naše voda: informační portál o vodě* [online]. Naše voda [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.nase-voda.cz/kromeriz-chysta-protipovodnova-opatreni-za-500-milionu/>

LANGHAMMER, RNDr. Jakub. Hydrologické extrémy. *Katedra fyzické geografie a geoekologie PŘF UK, Praha.* [online]. [cit. 8. 3. 2016]. Dostupné z: [https://web.natur.cuni.cz/~langhamr/lectures/hydro/pdf/Hydrologie\\_2\\_Langhammer\\_extremy\\_hydrografie.pdf](https://web.natur.cuni.cz/~langhamr/lectures/hydro/pdf/Hydrologie_2_Langhammer_extremy_hydrografie.pdf), 2007.

MATYÁŠEK, Jiří a Miloslav SUK, ©2020. Antropogeneze v geologii: Vliv člověka na vzniku záplav. *Antropogeneze v geologii: Vliv člověka na vzniku záplav* [online]. Brno: Masarykova univerzita [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/elportal/estud/pdf/js10/antropog/web/pages/4-7-vliv-cloveka-na-vznik-zaplav.html>



Napojení odstavných ramen vrací Dyji pod Břeclaví třetinu délky, 2020. *Povodí Moravy: Významné projekty* [online]. Brno [cit. 2021-02-14]. Dostupné z: <http://www.pmo.cz/cz/media/tiskove-zpravy/napojeni-odstavenych-ramen-vraci-dyji-pod-breclavi-tretinu-delky/>

Ničivé povodně před 15 lety ochromily život města: Rok 1997 aktivoval povodňovou ochranu, 2012. *Město Kroměříž* [online]. Kroměříž: Město Kroměříž [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.mesto-kromeriz.cz/aktuality/nicive-povodne-pred-15-lety-ochromily-zivot-mesta/>

Obnova ekosystému odstavených ramen řeky Moravy, 2020. *Slepá ramena* [online]. Staré Město u Uherského Hradiště [cit. 2021-03-01]. Dostupné z: <http://sleparamena.cz/>

PETŘÍKOVÁ, Vlasta: Energetické plodiny, povodně a eroze. *Biom.cz* [online]. 2009-09-09 [cit. 2021-02-23]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/energeticke-plodiny-povodne-a-eroze>>. ISSN: 1801-2655.

Povodňové zpravodajství: Voda u Kroměříže pomalu mizí, 2010. *Město Kroměříž: Aktuality* [online]. Kroměříž: Městský úřad Kroměříž [cit. 2021-03-01]. Dostupné z: <https://www.mesto-kromeriz.cz/aktuality/povodnove-zpravodajstvi-voda-u-kromerize-pozvolna-mizi/>

Povodňový plán města: Hydrologické údaje, © 2010 - 2021. *Povodňový plán města Kroměříž* [online]. Kroměříž [cit. 2021-03-01]. Dostupné z: [https://www.edpp.cz/krm\\_hydrologicke-udaje/](https://www.edpp.cz/krm_hydrologicke-udaje/)

QGIS.org. QGIS Geographic Information System. QGIS Association.2021 [cit. 2021-03-20]. Dostupné z <https://www.qgis.org/>

Renaturace vodních toků z právního hlediska. *Fórum ochrany přírody* [online]. Liběchov [cit. 2021-02-13]. Dostupné z: <http://www.forumochranyprirody.cz/renaturace-vodnich-toku-z-pravniho-hlediska>

ŘÍHA, Jaromír, 2005. *Riziková analýza záplavových území* [online]. Brno: Akademické nakladatelství CERM [cit. 2020-09-29]. ISBN 80-720-4404-4.

Stav hladiny podzemních vod v mělkých vrtech, 2021. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. Praha: ČHÚ [cit. 2021-03-20]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/aktualni-situace/hydrologicka-situace/stav-podzemnich-vod>

SWOT analýza a její využití, 2019. *Bridge: Ecommerce magazine* [online]. Bratislava: Bridge [cit. 2021-03-25]. Dostupné z: <https://www.ecommercebridge.cz/swot-analyza-a-jeji-vyuziti/>

ŠTĚPÁNKOVÁ, Pavla, 2014. Ekonomické a sociální dopady povodní v červnu 2013. *Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka* [online]. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka [cit. 2021-02-05]. Dostupné z: [http://voda.chmi.cz/pov13/seminar/13-Dopady\\_povodni-Stepankova.pdf](http://voda.chmi.cz/pov13/seminar/13-Dopady_povodni-Stepankova.pdf)

VÁVRA, Michal, Petr FERBAR a Darina ŠITINOVÁ, 2019. OBNOVA ŘÍČNÍCH RAMEN VPŮSOBNOSTI STÁTNÍHO PODNIKU POVODÍ LABE. *Povodí Labe: Aktuality* [online]. [cit. 2021-02-13]. Dostupné z: [file:///C:/Users/admin/AppData/Local/Temp/Obnova%20ricnich%20ramen\\_prispevek%20VT.pdf](file:///C:/Users/admin/AppData/Local/Temp/Obnova%20ricnich%20ramen_prispevek%20VT.pdf)

Výročí: 18. září 1916 se protrhla přehrada Desná, zemřelo 65 lidí: Šlo o největší katastrofu spojenou s havárií na přehradě v historii Českých zemí, 2020. *Zoommagazin: Výročí* [online]. Praha [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: <https://zoommagazin.iprima.cz/vyroci/prehrada-desna>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
HZS	Hasičský záchranný sbor
IZS	Integrovaný záchranný systém
KM	Kilometr
M	Metr
MM	Milimetr
MÚ	Městský úřad
ORP	Obec s rozšířenou působností
SPA	Stupeň povodňové aktivity

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 Průměrné měsíční srážky a teploty města Kroměříž (Charakteristika zájmového území, 2021) .....	35
Obrázek 2 Zregulovaný tok řeky Moravy (Zdroj: vlastní) .....	37
Obrázek 3 Mapa zájmové oblasti z 19. století a současnosti (Zdroj: <a href="https://mapy.cz">https://mapy.cz</a> ) .....	38
Obrázek 4 Bývalé rameno řeky Moravy- Čenská u obce Trávník (Zdroj: vlastní) .....	39
Obrázek 5 Bývalé rameno řeky Moravy- Dolová v obci Trávník (Zdroj: vlastní) .....	41
Obrázek 6 Bývalá ramena Moravy a Kotojedka u obce Trávník (Zdroj: <a href="https://mapy.cz">https://mapy.cz</a> ) .	45
Obrázek 7 Slepá ramena řeky Moravy řeky Moravy (Zdroj: vlastní zpracování) .....	46
Obrázek 8 Slepá ramena Moravy dle katastru nemovitostí (Zdroj: <a href="https://www.ikatastr.cz">https://www.ikatastr.cz</a> ) .....	47
Obrázek 9 Srovnání ramene Čenské rok 2020 a 2021 (Zdroj: vlastní) .....	48
Obrázek 10 Slepé rameno Čenské v období zvýšeného stavu podzemní vody (Zdroj: vlastní) .....	49
Obrázek 11 Srovnání původního ramene Moravy rok 2020 a 2021 (Zdroj: vlastní).....	50
Obrázek 12 Pozůstatky regulačních prvků na soutoku Moravy a Dolní Kotojedky (Zdroj: vlastní) .....	50
Obrázek 13 Linie odtokových poměrů zájmového území a přilehlých lokalitách .....	52
Obrázek 14 Rozliv do krajiny při Q5 (Zdroj: vlastní zpracování) .....	54
Obrázek 15 Rozliv do krajiny při Q20 (Zdroj: vlastní zpracování) .....	55
Obrázek 16 Aktivní zóny (Zdroj: vlastní zpracování) .....	57
Obrázek 17 Slepé rameno Čenské - Kořínkův důl (Zdroj: vlastní) .....	61
Obrázek 18 Regulační prvek ASA (Zdroj: <a href="http://www.hydrosystemy.cz">http://www.hydrosystemy.cz</a> ) .....	62
Obrázek 19 Strategie SWOT analýzy (Zdroj: vlastní zpracování) .....	67

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 Hodnoty kritických bodů na území obce Trávník (Zdroj: Povodňový plán města Kroměříž, 2021) .....	51
Tabulka 2 Výstupní hodnoty odtokových poměrů (Zdroj: <a href="https://vuv.maps.arcgis.com">https://vuv.maps.arcgis.com</a> ) ..	52
Tabulka 3 SWOT ANALÝZA (Zdroj: vlastní zpracování).....	63
Tabulka 4 Matice SWOT analýzy (Zdroj: vlastní zpracování).....	65