

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

**Studijní program:** N4101 Zemědělské inženýrství

**Studijní obor:** Agroekologie – Péče o krajinu

**Katedra:** Katedra krajinného managementu

**Vedoucí katedry:** doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Zpracování revitalizační studie vodního toku**

**Vedoucí diplomové práce:** Ing. Jana Moravcová, Ph.D.

**Autor diplomové práce:** Bc. Jiří Šindelář

České Budějovice, 2018

**!Zadávací list!**

**!Zadávací list!**

## **Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracoval samostatně za použití pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené verzi – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/198 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum .....

.....

Bc. Jiří Šindelář



## **Poděkování:**

Chtěl bych poděkovat své vedoucí práce Ing. Janě Moravcové, Ph.D. za vedení práce, čas a vstřícnost, a také Ing. Vilémovi Hrdličkovi a Ing. Janu Jurášovi ze ZO ČSOP Strakonice, za jejich cenné rady, ochotu a pomoc během zpracování diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat svým přátelům a zejména celé své rodině za jejich podporu.

## **Abstrakt:**

**Šindelář, J. (2018). Zpracování revitalizační studie vodního toku. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.**

Tato diplomová práce se zabývá návrhem revitalizačních opatření odstaveného ramene řeky Otavy, které se nalézá na jihovýchodním okraji města Strakonice. Zájmová lokalita díky svému charakteru představuje cenné území z hlediska biodiverzity. Lokalita je v současné době ohrožena kompletním zazemněním v důsledku silně narušeného vodního režimu.

Praktická část této práce je zaměřena na průzkum lokality z hlediska vodních poměrů, stupně zazemnění a výskytu rostlinných a živočišných druhů. Na základě výsledků průzkumu jsou následně navržena konkrétní revitalizační opatření, která by měla zajistit zachování této lokality i její biodiverzity.

**Klíčová slova:** vodní tok, revitalizace, renaturace, odstavené rameno, sedimenty, biodiverzita, Strakonice

## **Summary:**

**Šindelář, J. (2018). Preparation of watercourse revitalization study. Diploma thesis. University of South Bohemia, Faculty of agriculture.**

This diploma thesis deals with the design of ox-bow lake revitalization measures, located southwest to the city Strakonice. Due to its characteristics, ox-bow lake represents high-value biodiversity area. Recently, due to a disturbance in the aquatic regime, this area is threatened in sediment issue.

Practical part of the diploma thesis is focused on the sediment and water level research and monitoring of plant and animal species. Obtained data result in particular revitalization measures.

**Keywords:** watercourse, revitalization, renaturation, ox-bow lake, sediment, biodiversity, Strakonice

## Obsah:

<b>1. Úvod .....</b>	<b>11</b>
<b>2. Přehled literatury .....</b>	<b>12</b>
2.1 Pojem revitalizace .....	12
2.1.1 Vodohospodářské revitalizace v legislativě ČR .....	13
2.2 Vodní toky a říční krajina .....	14
2.2.1 Úpravy vodních toků v minulosti .....	14
2.2.2 Negativní důsledky technických úprav vodních toků (Skácel, 1998) .....	15
2.2.3 Současné pohledy na management vodních toků .....	16
2.3 Historie revitalizačních opatření v ČR .....	17
2.3.1 Vývojové etapy revitalizačních úprav v ČR (Hubačíková & Synková, 2005) .....	18
2.4 Účel revitalizačních opatření .....	19
2.5 Druhy a způsoby revitalizací vodních toků .....	20
2.5.1 Renaturace vodních toků (Just et al., 2005) .....	20
2.5.1.1 Dlouhodobé samovolné renaturace .....	20
2.5.1.2 Postupné renaturace korekční údržbou .....	20
2.5.1.3 Renaturace povodněmi .....	21
2.5.2 Revitalizace vodních toků (Technické revitalizace).....	21
2.5.2.1 Revitalizace částečná (Šlezinger, 2010) .....	21

2.5.2.2 Revitalizace úplná (Šlezingr, 2010) .....	21
2.6 Předpoklady pro provedení revitalizace .....	22
2.6.1 Podklady pro návrh revitalizace (Šlezingr, 2010) .....	23
2.7 Postranní říční ramena .....	23
2.7.1 Klasifikace postranních říčních ramen .....	23
2.7.2 Význam postranních ramen v říční krajině .....	24
2.7.3 Vliv vegetace na postranní ramena .....	25
2.7.4 Revitalizace postranních ramen .....	25
2.7.4.1 Charakteristika hlavních revitalizačních opatření (Just et al. 2005) .....	26
2.8 Sedimenty ve vodních tocích .....	28
2.8.1 Rizikové látky v sedimentech (Vácha et al., 2008) .....	29
2.8.2 Způsoby nakládání s vytěženými sedimenty .....	30
2.8.3 Legislativa sedimentů vodních toků .....	31
2.9 Biodiverzita vodních toků .....	32
2.9.1 Živočichové vodních toků (Králová, 2001) .....	32
2.9.1.1 Ptáci .....	32
2.9.1.2 Plazi a obojživelníci .....	33
2.9.1.3 Bezobratlí živočichové .....	33
2.9.1.4 Ryby .....	34
2.9.2 Vodní rostlinstvo .....	35
2.9.3 Vegetační doprovod toku .....	36

2.9.3.1 Obnova a údržba vegetačního doprovodu .....	37
<b>3. Cíle práce .....</b>	<b>37</b>
<b>4. Metodika .....</b>	<b>38</b>
4.1 Materiál .....	38
4.1.1 Základní údaje o lokalitě .....	38
4.1.2 Všeobecný význam lokality .....	40
4.1.3 Historie lokality .....	41
4.2 Metody .....	43
4.2.1 Zjištění vodních poměrů a stanovení mocnosti sedimentu v jednotlivých částech lokality .....	43
4.2.2 Monitoring rostlinných a živočišných druhů .....	43
<b>5. Výsledky a diskuze .....</b>	<b>43</b>
5.1 Vodní poměry a mocnost sedimentu .....	43
5.2 Rostlinstvo a dřeviny .....	45
5.3 Živočichové .....	48
5.4 Navrhovaná revitalizační opatření a způsob jejich provedení ..	49
5.4.1 Technické řešení nátoku do lokality .....	50
5.4.2 Spád dna .....	50
5.4.3 Odtěžení sedimentu .....	50
5.4.4 Způsob naložení s vytěženým sedimentem .....	51

5.4.5 Navrhované zásahy z hlediska živočichů, břehové a doprovodné vegetace .....	51
<b>6. Závěr .....</b>	<b>52</b>
<b>7. Seznam literatury a ostatních zdrojů .....</b>	<b>53</b>
7.1 Literatura .....	53
7.2 Internetové zdroje .....	55
7.3 Právní předpisy .....	56
7.4 Zdroje obrázků .....	56
<b>8. přílohy .....</b>	<b>58</b>

# 1. Úvod

Říční krajina představuje jeden z nejočividnějších důkazů neustále probíhajících přírodních procesů. Mohutná údolí velkých toků jsou dokladem dlouhodobých vývojových procesů, které jsou svojí délkou a trváním nesrovnatelné s lidskými životy. Existují však i procesy sledovatelné a měřitelné v mnohem menších časových intervalech. Takovými procesy jsou např. vývoj ostrovů, jeseňů, říčních ramen atd. Vodní toky a jejich bezprostřední okolí proto představují nejvíce živou a neustále se vyvíjející část krajiny (Knotek, 2005).

Intenzivní zemědělská výroba, scelování a velkoplošné odvodňování zemědělských pozemků, nevhodné úpravy vodních toků, destrukce prvků systému ekologické stability krajiny a narušení vodního režimu zapříčinily zrychlený odtok vody především z horních částí povodí jednotlivých toků (Hubačíková & Synková, 2005).

Tváří v tvář důsledkům nevhodných lidských zásahů do říčních ekosystémů však došlo k zásadní změně přístupu. V současnosti je akceptována skutečnost, že přírodu nelze ovládat, ale lze s ní pouze smysluplně spolupracovat. Návrat říčních krajín do přirozeného stavu, v jakém se nacházely před lidskými aktivitami, je bohužel nedosažitelný. Je však třeba v nevyšší možné míře vyvíjet snahu o navrácení k jejich přirozenějšímu charakteru a funkcím, i když se často jedná o velmi nelehký a těžko uchopitelný úkol (Gergel et al. 1999).

V této diplomové práci se zabývám návrhem revitalizačních opatření odstaveného ramene řeky Otavy, které se nalézá na jihovýchodním okraji města Strakonice. Obyvateli města Strakonice je tato lokalita nazývána Stará řeka. Stará řeka díky svému charakteru představuje biologicky cennou lokalitu z hlediska výskytu mnoha druhů rostlin a živočichů. Díky již nefunkčnímu propojení s hlavním tokem řeky Otavy, a tedy nedostatečnému proudění a nízkému stavu vody během roku, však hrozí odstavenému rameni kompletní zazemnění a postupný zárůst pobřežní vegetací.

## 2. Přehled literatury

### 2.1 Pojem revitalizace

ČSN 75 2101 definuje revitalizaci vodního toku jako obnovu ekologické funkce vodního toku a kvality vody při současném dodržení jeho ostatních funkcí a s případným přehodnocením stupně ochrany. Revitalizací vodního toku se mají vytvářet podmínky pro obnovení přírodního stavu ekosystému vodního toku a jeho okolí (pro renaturaci), tj. stavu blízkému tomu, v jakém se tok nacházel před antropickými zásahy, metody revitalizace se používají i při úpravách toků dosud neupravených ekologickými metodami a dále při opravách a údržbě vodních toků.

Dle Štěrbý et al. (2008) lze za revitalizaci považovat jakékoliv zlepšení ekologického stavu říční krajiny. Obvykle se jedná o změnu vyvolanou cílenou lidskou činností, avšak některé revitalizace probíhají i bez přispění člověka.

Pojem revitalizace můžeme dle Štěrbý et al. (2008) také chápat jako „opětné oživení“. Zároveň Šlezinger (2010) definuje revitalizace jako zpětné obnovení, oživení děje, procesu v systému, obnovu, oživení něčeho nefunkčního, popřípadě zchátralého.

Nejčastějšími motivy v současnosti prováděných revitalizací jsou dle Štěrbý et al. (2008):

- Zvýšení druhové nebo stanovištní diverzity.
- Tvorba vhodných biotopů pro zvlášť chráněné druhy živočichů nebo rostlin, případně záchrana ohroženého druhu.
- Zadržení vody v krajině.
- Obnova či tvorba mokřadů.
- Ekologická náprava odpřírodněných částí říční krajiny (říčního koryta, břehů, nivy, atd.).
- Opětovné napojení odstavených říčních ramen a meandrů.
- Aktivace opuštěných náhonů.
- Obnova zlikvidovaných úseků řek, případně tvorba nových koryt.
- Ekologické protipovodňové úpravy.
- Zamezení půdní eroze.
- Zlepšení rekreační a estetické funkce vodních toků.



### 2.1.1 Vodohospodářské revitalizace v legislativě ČR

Vodohospodářské revitalizace vycházejí v České republice ze **zákona č. 254/2001 Sb., o vodách**. V části HLAVA IV vodního zákona - **Plánování v oblasti vod**, je uveden **§ 23a Cíle ochrany vod jako složky životního prostředí**.

Pro povrchové vody uvádí § 23a tyto cíle:

1 – *„Zamezení zhoršení stavu všech útvarů těchto vod, včetně vodních útvarů ležících v téže mezinárodní oblasti povodí,“*

2 – *„zajištění ochrany, zlepšení stavu a obnova všech útvarů těchto vod a dosažení jejich dobrého stavu,“*

3 – *„zajištění ochrany, zlepšení stavu všech umělých a silně ovlivněných vodních útvarů a dosažení jejich dobrého ekologického potenciálu a dobrého chemického stavu,“*

4 – *„snížení jejich znečištění prioritními látkami a zastavení nebo postupné odstraňování emisí, vypouštění a úniků prioritních nebezpečných látek,“*

**§ 47 Správa vodních toků** odst. 2, uvádí ve vztahu k vodohospodářským revitalizačním povinnostem:

- dle písmene b – *„Pečovat o koryta vodních toků, udržovat břehové porosty na pozemcích koryt vodních toků nebo na pozemcích s nimi sousedících... s přihlédnutím k tomu, aby jejich druhová skladba co nejvíce odpovídala přírodním podmínkám daného místa.“*

- dle písmene f – *„Oznamovat příslušnému vodoprávnímu úřadu závažné závady, které zjistí ve vodním toku a jeho korytě, způsobené přírodními nebo jinými vlivy; současně navrhopatření k nápravě, obnovovat přirozená koryta vodních toků, zejména ve zvlášť chráněných územích a v územních systémech ekologické stability.“*

- dle písmene h – *„Navrhovat opatření k nápravě zásahů způsobených lidskou činností vedoucí k obnovení přirozených koryt vodních toků.“*

## 2.2 Vodní toky a říční krajina

Vodní toky jsou jedněmi z hlavních modifikátorů dějů na naší planetě. Ekosystémy v okolí vodních toků se podílejí na vytváření **říční krajiny**, která společně s vodními toky představuje prostorový, funkční a časový celek propojený složitými vazbami (Štěrba et al. 2008). Dle Broži et al. (1993) lze vodní toky za ustálených přírodních podmínek chápat jako dynamicky vyrovnané, aktivně se projevující krajinné prvky.

Důležitou vlastností ekosystému je jeho **funkční propojenost**. Porucha jedné dílčí části může vyvolat řetězovou reakci, v jejímž důsledku může nakonec dojít k poškození celého ekosystému (např. zregulování původního hlavního koryta řeky a následné změny postihující prakticky celou říční krajinu v okolí (Štěrba et al. 2008).

Původní přírodní vodní toky se vyznačují přirozenou strukturou zahrnující tůň, prahy, peřeje, boční ramena, tišiny, příbřežní bažiny a lesnatou nivní krajinu. Tato přirozená struktura byla v historii narušena zásahy na ochranu osob a majetku před povodněmi a nešetrným odvodňováním pro zlepšení stavu zemědělské půdy. Výsledkem tvrdé protipovodňové ochrany byly sice méně časté povodně s nižší intenzitou, ale zároveň došlo k hydrologické izolovanosti mnoha řek od jejich niv. Důsledkem těchto činností byl úbytek vhodných biotopů pro volně žijící živočichy a rostlinstvo a snížená schopnost říčních niv plnit své přirozené funkce (např. ovlivňování povodní, zadržování sedimentů a živin) (Králová, 2001).

### 2.2.1 Úpravy vodních toků v minulosti

Nejstarší doložitelné lidské zásahy do koryt potoků, řek a do jejich niv na našem území se datují do období středověku. V té době se jednalo především o mlynářské, pilařské a hamernické úpravy. V průběhu celého 19. a 20. století patřily mezi nejvýznamnější úpravy koryt potoků, řek a jejich niv vodohospodářské úpravy technického charakteru (Just et al. 2005).

Dle Skácela (1998) se v přístupu k funkci vody v krajině vždy odrážely společenské poměry a technická úroveň dané doby. Mezi známé historické přístupy patřilo například zavádění vody do krajiny pro závlahy nebo využívání vodních těles jako přirozené překážky či předělu (hranice, obranné účely). Zároveň byly uměle

budovány vodní plochy za účelem získání produkce. Pozitivním doprovodným efektem těchto vodních děl bylo také zvyšování retenční kapacity krajiny.

Skácel (1998) dále uvádí, že vodní masa zároveň představovala trvalou hrozbu pro lidská sídla a obdělávanou zemědělskou půdu. Vodní přívaly ohrožovaly nejen lidská obydlí a zemědělskou produkci, ale zároveň docházelo k přirozeným změnám průběhu vodního koryta (vznikaly meandry, stará a slepá ramena, mokřady a zamokřená území), které dále ztěžovaly zemědělské využití území. S rostoucí hustotou osídlení se objevila nutnost výraznějších zásahů do režimu toků.

V 60. – 70. letech 20. století vrcholily snahy o „ovládnutí a podmanění“ vodních toků. Toto úsilí podporovala i dostupnost stále výkonnější mechanizace. Primárními cíli úprav vodních toků bylo dosažení co nejvyšší **protipovodňové ochrany, rychlé odvedení vody z území a zajištění hloubky pro gravitační vyústění systémů plošného odvodnění, odvodnění zemědělské půdy, snížení eroze břehů a údržba plavební cesty**. Následkem těchto úprav byla většina vodních toků poškozena a došlo k narušení přirozené tvárnosti toků i okolní krajiny (Gergel et al. 1999, Vrána et al. 2004, Konvička et al. 2002, Králová, 2001).

Technické metody úprav vodních toků zahrnovaly **rozšiřování koryta, prohlubování koryta, napřimování trasy toků a opevňování břehů**. Napřimením trasy toku dochází ke zkrácení délky toku a ke zvýšení podélného sklonu dna, což má za následek zvýšení průtočné rychlosti vody v korytě (Konvička et al. 2002, Králová, 2001).

### **2.2.2 Negativní důsledky technických úprav vodních toků (Skácel, 1998)**

Intenzifikace zemědělské výroby výrazně ovlivnila hospodaření v krajině. Vzrůstající požadavky na výměru orné půdy měly za následek postupné vysoušení a meliorování zamokřených území. Postupným mizením rozptýlené zeleně se snižovala i retenční schopnost krajiny. Velký vliv měly i lesotechnické meliorace a způsob obhospodařování lesních pozemků, které tvoří převážnou většinu oblastí přirozené akumulace vod. Narušením přirozené tvárnosti krajiny a snížením její retenční schopnosti dochází ke kumulaci vysokých průtoků a ke zvýšení rizika vodní eroze vlivem většího spádu a zrychleného proudu. Snížená retenční schopnost krajiny se v posledních letech projevuje množstvím velkých vodních přívalů i na malých vodních tocích.

K dalším negativním účinkům technických zásahů do toků patří zvyšující se průměrné teploty v místech bez břehových porostů, snížení diverzity hydrologie toku a s tím související nízká biodiverzita z důvodů nedostatku vhodných stanovišť, potravní nabídky atd. Nízká diverzita společně ve spojení s technickou regulací může vést ke snížení samočistící schopnosti toku.

### 2.2.3 Současné pohledy na management vodních toků

Dle Skácela (1998) v minulosti upravené vodní toky většinou postrádají přírodě blízké vlastnosti, a proto je nutné přistoupit k opětovnému začleňování vodních toků do krajiny. Dřívější úpravy toků upřednostňovaly především technickou stránku, díky čemuž došlo k narušení pozice toků jako integrální složky krajiny. V okamžiku, kdy extenzivní rozvoj krajiny dosáhne jejích maximálních limitů, stává se ekonomickou i existenční nutností potřeba zachování kvalitního životního prostředí.

Broža et al. (2005) uvádí, že úpravy vodních toků musí vycházet ze sladění technické stránky s přírodními vlastnostmi. Takový přístup by měl respektovat vodní tok jako součást přírody a současně jeho využití pro vodohospodářské, energetické a další účely.

Maleňák et al. (2002) dodává, že u zamýšlených zásahů musí být jejich předpokládané vlivy vždy posouzeny v rámci komplexních účinků na vodní tok i krajinu. Kromě podrobných technických podkladů a požadavků je proto nutné v maximální možné míře shromáždit také podklady geologické, ekologické a hydrologické. Koncepční řešení zásahu musí vycházet ze spolupráce nejen vodohospodářů, ale také ekologů i biologů. Výsledkem zásahu potom musí být jak mechanická stabilizace toku, tak i jeho estetické začlenění do krajiny a posílení jeho ekologické stability. Tok však nadále musí plnit i ochranné a užitkové požadavky. Splnění všech uvedených kritérií může být v praxi velice náročné, a proto je často nutné přistoupit při návrhu řešení k optimálnímu kompromisu. Pro technické zásahy do původního koryta je nutné řádné odůvodnění, při odstranění vegetačního doprovodu musí být zajištěna jeho obnova a úprava koryta musí umožňovat pokračující existenci původních rostlinných i živočišných druhů.

Králová (2001) zmiňuje z přírodního hlediska vhodnější alternativní technické postupy, jakými jsou např. **vytvoření kynety, obnovení tůní a brodů,**

**použití lichoběžníkových koryt v napřímených úsecích toku nebo přírodní ochrana břehů** (použití rákosu a geotextilie místo štítové stěny).

### **2.3 Historie revitalizačních opatření v ČR**

V minulosti byly vodní toky díky převládajícímu technickému pojetí jejich úprav posuzovány z vodohospodářského hlediska jako „vodohospodářsky významné toky“ a „vodohospodářsky nevýznamné toky.“ Tomu odpovídal i způsob managementu. Toky, které si zachovaly svůj přírodní charakter a přirozenou doprovodnou vegetaci, mají pozitivní vliv na celkový stav biodiverzity a v krajině působí esteticky (Ehrlich et al. 1994).

Dne 20. května 1992 byl usnesením vlády České republiky č. 373/1992 sb. schválen dotační **Program revitalizace říčních systémů** (Vrána et al. 2004). Cílem tohoto programu je dosažení přirozeného vodního režimu krajiny v souladu se zákonem 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny (Ehrlich et al. 1994). Správcem Programu revitalizace říčních systémů je Ministerstvo životního prostředí ČR a jeho administraci provádí Agentura ochrany přírody a krajiny ČR (Just et al. 2005).

**Program revitalizace říčních systémů je zaměřen na:**

- 1) Podporu a zvýšení retenční schopnosti krajiny pro zvětšení objemu vodní komponenty v daném segmentu krajiny pomocí infiltrace a schopnosti retence půdního profilu, zadržováním vody v mokřadech, rybnících a malých vodních nádržích.
- 2) Systémovou nápravu negativních dopadů realizovaných opatření při neuvážené intenzifikaci rostlinné výroby (souhrnné pozemkové úpravy, způsoby obhospodařování zemědělské půdy s úpravami jejich vodního režimu), jejímiž projevy je zvýšená eroze zemědělských půd, zhutnění půd, rozpad půdní struktury a další doprovodné jevy zhoršující přírodní prostředí.
- 3) Obnovu přirozené funkce vodních toků v celém komplexu, tj. koryt, doprovodných břehových porostů a údolních niv.

(Ehrlich et al. 1994)

Just et al. (2005) uvádí, že rozvoj disciplíny vodohospodářských revitalizací počátkem 90. let komplikovala nedostatečná odborná a organizační připravenost vodního hospodářství, které se velmi pomalu odvracelo od postupů používaných od 50. let minulého století. Nepříznivý vliv má také špatná pozemková politika státu, kdy dochází k prodeji pozemků vhodných pro revitalizační využití. Tento problém nabývá stále více na významu, neboť se ukazuje, že účelné revitalizace vodních toků a jejich niv vyžadují obnovu vodních prvků v krajině v plošném rozsahu. Dnes se také ukazuje, že při navrhování metodiky vodohospodářských revitalizací mělo být od počátku ve větší míře využíváno zahraničních zkušeností s ekologickou správou vodních toků, místo snahy o ověřování nevhodných konzervativních revitalizačních modelů. Správnost některých v zahraničí běžně používaných revitalizačních principů, jako např. „malá, mělká a členitá koryta jsou technicky i ekologicky stabilní“ nebo podporu tlumivých rozlivů povodní v nivách, objevujeme občas velmi zdlouhavě.

### **2.3.1 Vývojové etapy revitalizačních úprav v ČR (Hubačíková & Synková, 2005)**

Od roku 1992 až po současnost lze vymezit 3 časově neohraničené vývojové etapy revitalizačních úprav.

*„První generace revitalizačních akcí spočívala v plném zachování původního koryta, a to jak jeho trasa, tak i hluboký příčný profil a opevnění. Revitalizace spočívala ve snížení průtočné rychlosti pomocí příčných vzdouvacích objektů, které měly umožnit ukládání sedimentů a přepadem vody její prokysličování. V častých případech revitalizační objekty podtékají a nevytváří dostatečné vzdutí, v prismatickém korytě nedochází kvůli velké rychlosti proudění k ukládání sedimentu, chybí rybí úkryty. Liniová výsadba vegetace na břehové hraně nevytváří potřebný krajínovorný efekt a nemá stabilizační účinek na svazích toku.“*

*„Druhá generace revitalizací již znamenala kvalitativní posun v řešení problému. Vycházelo se ze skutečnosti, že revitalizační efekt může splnit pouze různorodé koryto, ve kterém bude dostatečná hloubka vody i při nízkých průtocích a zajistí se tak možnost migrace vodních organismů. Často se navrhuje nová meandrující trasa toku, čímž dochází ke snížení podélného sklonu dna a zmenšení průtočných rychlostí. Nové koryto není opevněné, a dochází tak k dobrému propojení hladiny podzemní vody s tokem. Při zvýšených průtocích nedochází k destrukci*

koryta, neboť bylo navrhováno výrazně mělčí a brzy dochází k vybřežení vody. Vegetační doprovod je řešen podle vlastnictví přilehlých pozemků, preferována je výsadba skupinová, oproti nevhodné liniové.“

*„Třetí generace navrhování a realizace revitalizačních akcí je nejvyšším stupněm současného poznání. Do revitalizačních úprav je zahrnuto širší okolí toku, případně celé jeho povodí. Revitalizace spočívá ve volbě nové trasy koryta, ve výrazně menším zahloubení dna a tím i malým průtočným profilem. Při větších průtocích dochází brzy k vybřežení a nedochází k poškození neopevňeného nebo jen lokálně opevňeného koryta. Části původního koryta mohou být ponechány jako tůň, které jsou však spojené s novým korytem pouze zdola. Protože je pro revitalizaci vyčleněn dostatečně široký pás, budují se další boční tůně napájené z koryta nového toku nebo podzemní vodou. Optimální je napojení doprovodné vegetace toku na stávající vegetaci a umožnit migraci živočichů v celém povodí.“*

## 2.4 Účel revitalizačních opatření

Hlavním účelem současných revitalizačních opatření je snaha o odstranění nebo změnu negativních důsledků nevhodných úprav vodních toků ve volné krajině (Synková, 2009). Jedná se zejména o obnovení přirozeného vodního biotopu, biologické rozmanitosti, a tím i přirozené funkce ekosystému (Růžičková, 1999). Ve snaze o maximální přiblížení ke „stavu bližšímu stavu přirozenému“ musí být brány v potaz i lidské potřeby, a je proto nutno hledat určitý kompromis (Pelíšek, 2005).

Just (2003), Šlezinger (2010) a Vrána et al. (2004) podotýkají, že „stav bližší stavu přirozenému“ je velmi těžké v praxi definovat. Provedená revitalizace by proto měla zlepšit stav vodního toku a jeho nivy v celé řadě parametrů a mělo by se jednat o komplexní řešení vycházející z mnoha sledovaných charakteristik. Takové řešení by mělo zahrnovat efekty vodohospodářské, biologické a krajinářské (zvýšení biodiverzity, migrační propustnost, zvýšení množství volné zeleně v krajině), efekty užitkové (podpora rybí populace) a společenské (estetická hodnota, podpora rekreace atd.) (Just, 2003). Vrána et al. (2004) se dále domnívá, že „stav bližší stavu přirozenému“ je stav vyhovující původním organismům lokality. Je proto důležité zvýšit diverzitu prostředí směrem, který je pro danou lokalitu přirozený, a tím umožnit její další přirozený vývoj. Stále je přitom však nutno zachovat funkce

antropogenizované krajiny jako jsou přiměřený stupeň protipovodňové ochrany, přiměřená stabilizace trasy koryta, přiměřený transport sedimentu, apod.).

## **2.5 Druhy a způsoby revitalizací vodních toků**

Revitalizace vodních toků lze provádět cílenými stavebně - technickými opatřeními, v takovém případě se jedná o **technické revitalizace**, jejichž účelem je přiblížit vodní toky přírodě blízkému stavu. Další možností je potom využití přirozené činnosti vodních toků, v takovém případě mluvíme o **renaturacích vodních toků**.

### **2.5.1 Renaturace vodních toků (Just et al. 2005)**

#### **2.5.1.1 Dlouhodobé samovolné renaturace**

Princip samovolné renaturace spočívá v zanášení technicky upravených koryt splaveninami, v zarůstání koryt vegetací a v postupném rozpadu umělých objektů a prvků v korytě. Renaturace je také provázena erozními procesy dotvářejícími členitost koryta. Prospěšná může být zejména eroze stranová.

Přirozené renaturace se mohou v současnosti stále více uplatňovat vzhledem k ústupu čistě technických zásahů do toků, snížené intenzitě zemědělského hospodaření a velkého významu zpětně nabývá také přirozené zamokření. Velkou výhodou renaturačních procesů je minimalizace ekonomických nákladů.

#### **2.5.1.2 Postupné renaturace korekční údržbou**

Jedná se o podporu renaturačních procesů pomocí méně náročných zásahů. Účelem těchto zásahů je rozvlnění proudnice a následně celého koryta toku. Narušení geometrické pravidelnosti koryt se dosahuje vkládáním různých prvků, které rozvlňují proudění, způsobují vzduť určitéch úseků koryta a podporují stranovou erozi.



### 2.5.1.3 Renaturace povodněmi

Narušení technicky upravených koryt povodněmi vede k nastartování procesů přinášejících zásadní změny charakteru těchto koryt. Povodně mohou rozčlenit koryta prohlubněmi, nánosy splavenin a nátržemi břehů až po destrukci těžkých opevnění nebo může docházet ke vzniku nových, paralelních koryt.

### 2.5.2 Revitalizace vodních toků (Technické revitalizace)

Dle Štěrbý et al. (2008) můžeme revitalizace rozlišovat podle toho, zda se jedná o revitalizace samotných říčních toků, nebo říčních aluvií, nebo suchozemských částí říční krajiny. Záleží také na tom, zda je revitalizace prováděna v intravilánu nebo extravilánu obce. Podle rozsahu revitalizací rozlišujeme **úpravy lokální** či **bodové**, kdy se jedná např. o úpravy odstaveného meandru, tůň, části potoka atd.. Pokud je cílem revitalizace rozsáhlý úsek říční krajiny, případně říční krajina celého toku či celé povodí, hovoříme o **revitalizacích komplexních**.

#### 2.5.2.1 Revitalizace částečná (Šlezingr, 2010)

Jedná se o úpravy, které lze provádět pouze v říčním korytě po jeho břehovou hranu. Zvýšení ekologické a biologické hodnoty říčního ekosystému můžeme dosáhnout vhodnou obnovou chybějícího vegetačního doprovodu toku, který v následujících vegetačních obdobích bude daný cíl postupně naplňovat.

#### 2.5.2.2 Revitalizace úplná (Šlezingr, 2010)

V ideálním případě je vhodné provést revitalizaci vodního toku v celém rozsahu původní nevhodné úpravy včetně k toku přiléhajících pozemků. Takový zásah zahrnuje např. obnovu odstavených ramen, vegetačního doprovodu, včetně případných nutných změn prostorové a druhové skladby dřevin a jejich zapojení do stávajícího ÚSES. Základním požadavkem je však také zajištění kvalitní vody v toku.

V mnoha případech je vhodné navrátit koryto toku do jeho původního vedení společně s úpravou inundačního území. V případě obnovy vegetačního doprovodu toku se jedná o oživení litorálních břehových pásem s postupným přechodem do lesních pásů v okolí toku.

## 2.6 Předpoklady pro provedení revitalizace

Vrána et al. (2004) uvádí, že revitalizace toku má smysl, pokud je možno alespoň minimálně pohnout s trasou revitalizovaného toku. Dále je také důležitý pozitivní postoj majitelů okolních pozemků k zamýšleným zásahům, je proto vhodné na začátku projektu zpracovat územní studii. Gergel et al. (1999) podotýká, že z majetkových důvodů bude v mnoha případech nutno zachovat stávající směr koryta upravovaného toku. V takovém případě připadají v úvahu pouze jednoduché úpravy, s tím, že sama příroda následně přispěje ke změně krajinného rázu a charakteru toku procesem tzv. samovolné revitalizace toku (samovolné renaturace). Řešení revitalizace by mělo být co nejvíce pestré a různorodé a zároveň musí respektovat stanovištní podmínky.

Pro revitalizace prováděné v rámci technických úprav, je nutné brát v úvahu regulaci průtoků v řece. U revitalizací stojatých vod, které jsou stále v kontaktu s hlavním tokem řek bohatých na živiny, musí být brán ohled na kvalitu vody. Regulací průtoků může dojít také k ovlivnění doby zdržení vody v postranních ramenech, možnému nárůstu řas i růstu rostlin (Králová, 2001). Brookes (1992) uvádí, že v úsecích s nízkou energií toku a nedostatkem přirozené schopnosti nápravy, je vhodným řešením pro revitalizaci morfologických vlastností toku stavební zásah.

Dle Šlezingra (2010) je základem revitalizačních zásahů podrobný průzkum aktuálního stavu dané lokality a získání podkladů o zásazích a úpravách v minulosti a o cílech těchto úprav. Dále je vhodné zhodnotit aktuální stav vegetačního doprovodu toku a stav říčního koryta. O získání důležitých informací je možné požádat správce toku, Stavební odbor příslušného obecního úřadu, příslušný odbor životního prostředí atd..

Šlezinger (2010) dále upozorňuje, že při návrhu revitalizace jsme často limitováni řadou faktorů, mezi které zejména patří:

- Územně plánovací dokumentace.
- Majetkové poměry v povodí
- Liniové stavby v blízkosti vodního toku v extravilánu.
- Zástavba a komunikace na březích toku v intravilánu.
- Protipovodňová opatření na toku.
- Forma využívání vodního toku.

- Finanční možnosti

Z výše uvedených důvodů je často nutné se soustředit pouze na dílčí zásahy v lokalitě namísto rozsáhlých úprav. I zásahy malého rozsahu však mohou výrazně přispět ke zlepšení stavu cílené lokality.

### 2.6.1 Podklady pro návrh revitalizace (Šlezinger, 2010)

Při přípravě projektové dokumentace revitalizace toku je důležitý průzkum aktuálního stavu se zaměřením na:

- Soulad navrhovaných zásahů s územně plánovací dokumentací a s předpokládanými stavbami na toku a v jeho okolí.
- Soulad navrhovaných zásahů s terénními podmínkami dané lokality
- Možnosti zaústění povrchové vody do nového koryta, včetně řešení soutoků.
- Průtok povodňových vod, možnosti vybřežení a návratu vody do říčního koryta.
- Stav okolních pozemků z pohledu erozního ohrožení.
- Vliv trasy toku na splaveninový režim, včetně zamýšlené instalace či odstranění překážek.
- Stav vegetačního doprovodu toku.
- Návaznost revitalizovaného úseku na výše a níže položené části toku.
- Jakost vody v toku a její změny během toku.
- Současný stav říčního ekosystému z hlediska biodiverzity.

## 2.7 Postranní říční ramena

### 2.7.1 Klasifikace postranních říčních ramen

Dle Štěrbý et al. (2008) je klasifikace a názvosloví odstavných ramen značně chaotické. Důvodem je různorodost způsobů vzniku těchto ramen, který bývá v některých případech nejasný. Tehdejší Norma hydrotechnického názvosloví klasifikovala **odstavené rameno** jako „úsek původního koryta, na obou koncích oddělený uzávěrami“. **Slepé rameno** bylo podle této normy „rameno toku oddělené při úpravě toku od jeho koryta, a to zpravidla ve svém horním konci.“ Nakonec **mrtvé rameno** mělo být „jezero“, které vzniklo oddělením meandru od koryta toku při jeho přirozeném nebo umělém napřímení.“

Just et al. (2005) překládá takovouto klasifikaci postranních ramen:

- **vedlejší rameno** – dosud protékané rameno, probíhající souběžně s hlavním korytem;
- **staré rameno** – již neprotékané rameno, které je ovšem stále jednostranně spojeno s aktivním korytem a závisí na kolísání hladiny v něm;
- **mrtvé (odstavené) rameno** – rameno nepropojené s aktivním korytem, komunikují jenom podzemní vodou;
- **mrtvé (odstavené) rameno oddělené hrázemi** – postrádá i povodňovou komunikaci s aktivním korytem (a o to rychleji zaniká zarůstáním a zazemňováním).

Potřebám mé práce nejlépe vyhovuje definice **Staré odstavené rameno řeky Otavy**. Charakter odstavených ramen blíže popisuje Štěrba et al. (2008) takto:

*„Odstavená ramena se vždy nacházejí v blízkosti mateřské řeky a jsou s ní vždy v určitém kontaktu. Pokud jsou ze spodní strany ještě nezazemněna, je toto spojení přímé a podle výšky hladiny proudí voda buďto z řeky do ramene, nebo opačně, neboť do ramene bývá drenována voda z okolního aluvia a odtéká pomalu do řeky. Pokud je rameno již zazemněno z obou konců, dostává se do něho říční voda obvykle jenom přelivem při povodních. Tehdy se sem mohou dostat i ryby z řeky (často jde o vyhlášené rybářské revíry). Řeka také ovlivňuje odstavné rameno nepřímo, přes aluvium, ale tehdy se do ramene dostává buďto přefiltrovaná říční voda, nebo pravá podzemní voda.“*

### **2.7.2 Význam postranních ramen v říční krajině**

Odstavená ramena jsou důležitým prvkem v minulosti upravených vodních toků a mnohdy představují poslední zbytky původních říčních koryt a říční morfologie. Tato ramena obvykle nevznikla přirozenou korytotvornou činností řeky, ale byla uměle odstavena člověkem během úprav toků. V případě revitalizace je obvykle snaha o dosažení co nejvyššího stupně napojení ramen zpět na řeku, ale v některých případech této snaze brání nedostatek prostoru. Tento problém většinou nastává v urbanizované krajině. V takových případech se přihlíží i k rekreačnímu a naučnému využití lokality. Nutno je však také pamatovat na funkci protipovodňové ochrany (Veselý, 2005).

Postranní ramena jsou mimořádně cenné krajinné prvky díky velkému bohatství rostlin a živočichů. Představují rozplocovací základny a povodňová útočiště pro četné druhy živočichů. Vodohospodářsky jsou postranní ramena důležitou součástí zásoby vody v nivě, a pokud jsou alespoň částečně v kontaktu s vodním tokem, mohou představovat povodňovou průtočnou kapacitu. Regulační zásahy, absence trvalého průtoku a postupné zazemňování vedou k zániku postranních ramen. Vlivem regulace dochází ke snížení běžné úrovně hladiny v aktivním řečišti, které může dále postupovat erozním zahlubováním tohoto řečiště. Zahloubením aktivního řečiště se průběžně zhoršuje situace v odstavených ramenech drénováním vody. Zároveň se ztěžuje, až úplně zaniká možnost jejich opětovného napojení na aktivní průtok (Just et al. 2005).

U původních přirozeně fungujících toků by docházelo k nahrazování odstavených a zazemněných ramen rameny nově vznikajícími. V dnešní kulturní krajině s regulovanými vodními toky jsou však možnosti vzniku nových ramen značně omezené. Z tohoto důvodu je nutné postranní ramena udržovat a obnovovat společně s jejich biologickými, krajinnými a vodohospodářskými funkcemi (Just et al. 2005).

### **2.7.3 Vliv vegetace na postranní ramena**

Dle Štěrbý et al. (2008) se odstavená ramena v mnoha směrech podobají některým říčním úsekům přímořských i vnitrozemských delt díky biologicky zanedbatelnému proudění vody. Mimořádně typickým a důležitým prvkem těchto téměř stojatých vod je jejich vždy přítomná vodní makrovegetace, která zpětně ovlivňuje chemismus i další faktory. Vodní rostliny stojatých vod významně podporují jev tak zvaného stárnutí jezer, jehož konečným stádiem je zánik vodních biotopů a jejich postupná přeměna v suchozemský ekosystém. Tento jev postupuje velmi rychle v mělkých vodách s hloubkou menší než jeden metr.

### **2.7.4 Revitalizace postranních ramen**

Štěpán (2011) uvádí, že stará ramena představují velmi cenné biotopy a mohou do jisté míry sloužit jako povodňové retenční kapacity nebo také paralelní průtočné kapacity. Čím více se u těchto ramen projevuje absence běžných i povodňových průtoků, tím rychleji dochází k jejich zazemňování a jako krajinné prvky postupně zanikají. Mezi technická opatření nezbytná pro zachování

postranních ramen patří nejčastěji **odbahňování** a tam, kde je to možné **přivedení běžných průtoků**. Komplexnější řešení potom představuje **revize systému protipovodňové ochrany**, která odsune hrázování aktivního vodního toku od jeho břehů až za doprovodný pás území, ve kterém se nalézají ramena. Výsledkem je potom častější zaplavování ramen méně intenzivními povodněmi, což vede k jejich větší životnosti.

Důležitou součástí revitalizací postranních ramen je dle Šlezingra (2010) také **následná úprava břehů a režimu přitékající vody, v oblasti profundálního pásma by mělo dojít k výsadbě rákosin a vodních rostlin**. V neposlední řadě by měla být provedena **výsadba vhodných dřevin v okolí ramene** atd..

#### **2.7.4.1 Charakteristika hlavních revitalizačních opatření (Just et al. 2005)**

##### **Obnovení aktivního průtoku ramenem**

*„Průtok lze do ramene přivést **odbočením z hlavního toku nebo zaústěním nějakého postranního přítoku**. Opětovné zásobení vodou z řeky může být ztíženo nebo znemožněno tím, že řeka v důsledku samovolné eroze nebo regulačních zásahů teče hlouběji než v minulosti. Zavodnění starého ramene zpravidla není dostatečným důvodem pro zřízení vzdouvacího objektu na řece, a pak zbývají jenom vody z postranních přítoků a podzemní voda. Vodní bilanci ramene či soustavy ramen je pak třeba citlivě řešit.“*

*„Pokud je v daných výškových poměrech a vzhledem ke konfiguraci a využívání terénu možné obnovit spojení odstaveného ramene s aktivním řečištěm vodního toku, je třeba v každém jednotlivém případě, zejména s ohledem na místní priority ochrany živé přírody, volit míru vzájemné prostupnosti tohoto napojení. Obecnější a častější bude jistě situace, kdy je vhodné **přímé propojení otevřeným průkopem**. Pak napojené rameno mimo jiné přispívá k lepšímu ekologickému stavu vodního toku tím, že jej dotuje organismy, které v něm nacházejí prostor k rozmnožování, a řadě obyvatel řeky poskytuje za povodní útočiště před vyplavením. Přímé propojení také chrání rameno před nevhodně intenzivním rybářským obhospodařováním (jaké občas hrozí nejen malým vodním nádržím – rybníkům, ale také odstaveným ramenům), protože ryby odplavou do řeky. Ale mohou se vyskytnout i takové případy, kdy je sice vhodné zavést do odstaveného ramene přítok vody z aktivního koryta, ale přitom mají tato ramena specifické přírodní hodnoty, které by byly přímým napojením na vodní tok ohrožovány (vyplavování, vstup*

nežádoucích predátorů,...). V těchto případech může přicházet na pomoc hydrotechnika v podobě vhodně dimenzovaných **trubních přívodů**. Někde může být řešením také **přítok mělkým přeronom přes záměrně ponechané nebo vytvořené litorální pásma** – za vyšších vodních stavů v aktivním řečišti však jeho izolační účinek mizí. Podle místních podmínek také může rameno a řečiště spojovat na obou koncích ramene průkop, na obou koncích potrubí, nebo může být vhodná kombinace těchto řešení.“

„V některých případech také lze aktivovat odstavené rameno tak, že propojí řečiště toku nad a pod vzdouvacím objektem, který vytváří migrační překážku. V odstaveném rameni se vybudují kamenité skluzy, které nesoustředěně a průchodně překonají spád. Tím je pak současně zprostupněna migrační překážka ve vodním toku.“

### **Obnovení povodňových průtoků ramenem**

„Průplachy povodněmi oživují prostředí ramen (i když v některých případech povodeň naopak rameno rychle zanese). Ta ramena, která se regulačními opatřeními ocitla mimo dosah každoročních malých povodní, většinou rychleji zanikají. I těmto ramenům může pomoci komplexně pojatá revitalizace nivy, spočívající v **odstranění ochranných hrází nebo v jejich odsazení dál od řeky**, na vnější okraj říčního povodňového koridoru. **Napojení odstavných ramen na systém aktivních povodňových rozlivů také může vhodně podporovat celkovou povodňovou průtočnost říčního koridoru.**“

### **Odbahnění ramene**

„Odbahnění je nákladné a organizačně náročné řešení. Ve většině případů nelze rameno před zásahem vysušit, a pak je třeba použít speciální techniku pro těžbu ze břehu (osvědčené lanové bagry s nahazovací lopatou již jen ojediněle dožívají jako téměř muzeální kusy) nebo **odbahnění provádět mokrou cestou, tedy sacím bagrem**. Tato technologie vyžaduje velké množství ředící vody a buď rozlehlé vysloveně rovné pozemky pro přímý rozstřík vodné suspenze, nebo poměrně rozsáhlé ohrázené odvodňovací laguny. Práci sacího bagru výrazně komplikují pohřbené kmeny stromů. Většina vodních živočichů dokáže před frézou sacího bagru unikat a také lze bagrování provádět bez rozsáhlejších zásahů do břehové vegetace. Z těchto hledisek jde o poměrně šetrnou technologii.

*Při odbahňování sacím bagrem je ovšem ztížena kontrola rozsahu prací a odtěženého objemu materiálu. Proto zejména při odbahňování většího rozsahu, kde se jedná o velké finanční částky, závisející právě na vytěženém objemu, je třeba požadovat věrohodné zaměření dna před zásahem a po jeho provedení.“*

### **Zvýšení hladiny vody v rameni**

*„V některých případech lze život postranního ramene prodloužit zvýšením hladiny vody **nastavením vyšší přepadové úrovně v odtoku z ramene** nebo v odtoku z oblasti, v níž se rameno nalézá. Pokud je takové opatření možné, zpravidla ovlivní širší území, než je samotné rameno. Z revitalizačního hlediska bude výraznější zamokření určitého území nejspíše příznivé. Použitelnost tohoto řešení mohou omezovat přesahy zamokření do jiných území.“*

## **2.8 Sedimenty ve vodních tocích**

Sedimenty vodních toků a nádrží (rybníků) vznikají usazováním (sedimentací) erodovaných pevných částic, které jsou přirozeně unášeny vodou. Unášené částice přirozeně sedimentují v případě snížení rychlosti proudění, ke kterému může dojít rozšířením profilu koryta toku, poklesu spádu toku nebo zvětšením hloubky vodoteče. Vzniklé sedimenty mohou mít v proudných úsecích toků povahu šterkopísků a písků, v rybnících se potom může jednat o jílovitohlinité či jílovité substráty. Sedimentace je přirozený děj, který je urychlován antropogenními zásahy do krajiny. Složení sedimentů je závislé na struktuře zemědělské a průmyslové výroby v povodí a k jejich kumulaci a zanášení dna dochází vlivem přetrvávajících splachů zemědělské půdy z okolí rybníků, vodních děl a toků. Nevhodný způsob hospodaření v povodí způsobuje nadměrnou erozi, a tím dochází k pronikání a usazování rizikových prvků a látek v rybnících a vodních tocích (Kubík, 2009).

Ukládáním sedimentů dochází k postupnému omezování až potlačení vodohospodářských, biologických a ekologických funkcí vodních nádrží a toků. Celkové množství sedimentů ve vodních tocích je odhadováno na 5 mil. m<sup>3</sup>. Takové množství značně snižuje objem akumulace vody i míru ochrany krajiny proti povodním (Kubík, 2009).



### 2.8.1 Rizikové látky v sedimentech (Vácha et al. 2008)

Při aplikaci odpadních látek a dalších materiálů do zemědělských půd vždy vyvstává problém potenciálního vstupu rizikových látek do půdního prostředí a následně do dalších složek ekosystému a potravního řetězce. Aplikací sedimentů se navrací do půdy částice, o které byla ochuzena erozí a dalšími degradačními vlivy. Je třeba mít na paměti fakt, že při procesu sedimentace částic dochází ve vodním prostředí k jejich interakci s dalšími látkami a lze tedy předpokládat, že v sedimentech mohou být kumulovány rizikové látky původem:

- Z komunálních i průmyslových odpadních vod (zejména v minulosti díky nedostatečnému počtu ČOV).
- Ze srážkových vod, které obsahují splachy z povrchů komunikací a velkých zastavěných ploch v intravilánech, jako jsou např. velká parkoviště, zastřešené plochy atd.
- Z erodované půdy obsahující rizikové látky ze zemědělské činnosti.
- Ze záplav, kdy se do vody dostávají rizikové látky ze zaplavených objektů (např. čerpací stanice, průmyslové objekty atd.).
- Z erodované půdy, která sice není zatížena činností člověka, ale je vyvinutá na geochemicky anomálních substrátech, s přirozeně zvýšeným obsahem rizikových látek.

V zemědělských půdách jsou sledovány následující rizikové látky:

- potenciálně rizikové prvky (RP)
- perzistentní organické polutanty (POP)

Dlouhodobá expozice RP a POP může vést k závažným zdravotním problémům, díky chronické toxicitě těchto látek.

Široké spektrum rizikových látek můžeme očekávat především u rybníčních a říčních sedimentů. Důvodem je, že fluvizemě vyvinuté na aluviálních sedimentech v inundačních pásmech našich významných říčních toků, patří k nejvíce zatíženým půdám jak RP (v pořadí Cd, Hg, Zn, Cu, Pb, Cr), tak i POP (především PAU, DDT a NEL, méně pak PCB). Zjištěna byla také přítomnost polychlorovaných

dibenzo-p-dioxinů a dibenzofuranů i ve fluvizemích relativně čistých vodních toků, mezi které se řadí např. Dyje.

## 2.8.2 Způsoby nakládání s vytěženými sedimenty

Pro následné využití vytěžených sedimentů je nutné nejprve provést analýzu jejich vzorků. Pokud výsledky analýzy vyhovují požadavkům ČSN 46 5735, lze sedimenty dle této normy klasifikovat jako **průmyslové komposty**.

Sedimenty splňující požadavky průmyslových kompostů lze podle Šálka (1996) využít:

- V zemědělství jako zúrodnovací nebo rekultivační prvek.
- Jako kompost.
- Jako přírodní hnojivo.
- Jako zúrodnující prvek pro vytěžené rybníky.
- Ve stavebnictví, průmyslu atd..

Pro aplikaci sedimentů na zemědělskou půdu je důležité znát i jejich „hnojivou“ hodnotu, to znamená zrnitostní složení, podíl organické hmoty, pH a obsah živin. Zrnitostní složení sedimentů může být z podstaty sedimentačních procesů značně rozdílné a s variabilitou zrnitosti do značné míry koreluje i jejich chemické složení. Na povrchu nejjemnějších půdních částic splavených z orniční vrstvy zemědělské půdy jsou poutány především látky organické a anorganické povahy. Pro hodnocení přínosu těchto látek k zúrodnění půd je určující přístupný obsah živin, který se používá pro hodnocení úrodnosti v rámci Agrochemického zkoušení zemědělských půd. Ve vzorcích sedimentů jsou kromě rizikových prvků a organických polutantů zjišťovány i reakce sedimentů (pH / CaCl<sub>2</sub>) a obsah základních živin P, K, Ca a Mg metodou Mehlich III (Kubík, 2009).

Dle Králové (2001) je dále vhodné při nakládání s vytěženými sedimenty vzít v úvahu:

- Zda-li vytěžená zemina obsahuje rostliny, které by bylo možno použít pro rekolonizaci stejného, případně jiného toku.
- Zda by bylo možné písek a štěrk ze sedimentu využít na úpravu okolních cest nebo pro protipovodňové hráze.
- Zda by bylo možné materiál využít pro tvorbu prvků v toku.
- Zda bude odvoz materiálu mimo lokalitu přínosný.

- Zda byla před zahájením těžby vybrána vhodná místa pro uložení materiálu.

Králová (2001) dále dodává, že vytěžený materiál musí být uložen v dostatečné vzdálenosti od břehu či okraje koryta, jak jen to použitá technika dovolí. Zemina se také nesmí přehrnout přes vzácné biotopy, pokud se na lokalitě vyskytují, neboť by mohlo dojít k jejich zničení, případně k jejich obohacení živinami.

### 2.8.3 Legislativa sedimentů vodních toků

V případě, že koncentrace škodlivin v sedimentu nepřekračují limitní hodnoty uvedené v příloze č. 9 zákona o odpadech č. 185/2001 sb. (obr. 2.8.3.1), není nutné na vytěžený sediment pohlížet jako na odpad.

Limitní hodnoty koncentrací škodlivin ve vytěžených sedimentech z vodních nádrží a koryt vodních toků					
Ukazatel	Jednotka	Limit	Ukazatel	Jednotka	Limit
Zn	mg/kg sušiny	600	Ba	mg/kg sušiny	600
Ni	mg/kg sušiny	80	Be	mg/kg sušiny	5
Pb	mg/kg sušiny	100	AOX <sup>1)</sup>	mg/kg sušiny	30
As	mg/kg sušiny	30	uhlovodíky C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub>	mg/kg sušiny	300
Cu	mg/kg sušiny	100	trichlorethylen	mikrog/kg sušiny	50
Hg	mg/kg sušiny	0,8	tetrachlorethylen	mikrog/kg sušiny	50
Cd	mg/kg sušiny	2,5	BTEX <sup>2)</sup>	mikrog/kg sušiny	400
V	mg/kg sušiny	180	PAU <sup>3)</sup>	mikrog/kg sušiny	6000
Co	mg/kg sušiny	30	PCB <sup>4)</sup>	mikrog/kg sušiny	200

Obr. 2.8.3.1: Limitní hodnoty koncentrací škodlivin ve vytěžených sedimentech z vodních nádrží a koryt vodních toků dle přílohy č. 9 zákona 185/2001 sb.

Přímé použití sedimentů na zemědělském půdním fondu se řídí podle zvláštních právních předpisů zákona č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu a ustanoveními vyhlášky č. 257/2009 Sb., o používání sedimentů na zemědělské půdě. Rozhodujícím ukazatelem pro využití sedimentů je míra kontaminace sedimentů a půdy, na kterou bude sediment aplikován, rizikovými prvky a organickými polutanty ve vztahu k vyhlášce č. 257/2009 Sb. (Kubík, 2009).

## 2.9 Biodiverzita vodních toků

Dle Pitharta (2005) lze diverzitu postranních ramen a tůní v nivách řek chápat nejen jako biodiverzitu založenou na počtu druhů, ale jako celkovou různorodost vodních biotopů. Do konceptu diverzity tedy zahrnuje i chemismus vody, morfologii lokalit, jejich pozici v nivě vzhledem ke zdrojům vody, kterými jsou napájeny a charakter jejich okolí, který je ovlivňuje – zejména vegetaci.

Postranní ramena a tůně jsou důležité nejen pro rostliny, ale i pro živočišná společenstva – ryby, ptáky, savce, bezobratlé a obojživelníky a plazy. V období povodní či v případech znečištění řeky představují tato ramena pro živočichy útočiště. Zvláště významným útočištěm jsou pro malé ryby, které se zde mohou ukrýt před silným proudem v hlavním korytě (Králová, 2001).

Výskyt vodních organismů a jejich vzájemný vztah podmiňují koloběh látek ve vodním prostředí. Na fyzikálních a chemických vlastnostech vodního prostředí, na meteorologických a antropogenních faktorech, na charakteru dna a břehů závisí intenzita metabolických pochodů těchto organismů. Na základě složení vodních organismů můžeme tedy získat informace o celkovém fyzikálně – chemickém stavu toku / nádrže, o čistotě vody i o produkční schopnosti (trofii vody) (Krupauer et al. 1984).

Nevhodné úpravy vodních toků v minulosti – zejména regulace jejich přirozených koryt vedla k celkovému poklesu biodiverzity. Naopak snaha o návrat vodních toků k jejich přirozenému stavu má za následek zvýšení biodiverzity (Petts & Calow, 1996).

### 2.9.1 Živočichové vodních toků (Králová, 2001)

#### 2.9.1.1 Ptáci

Ve střední Evropě pravidelně hnízdí nebo hledá potravu u vodních toků, ať již na vysočině nebo v nížinách, mnoho ptačích druhů. Na vysočinné řeky je téměř výhradně vázaný skorec vodní (*Cinclus cinclus*). V období hnízdění se na řekách zdržují píšík obecný (*Actitis hypoleucos*), ledňáček říční (*Alcedo atthis*), břehule říční (*Riparia riparia*) a konipas horský (*Motacilla cinerea*).

Mnoho druhů ptáků žijících na vodních tocích se hojně vyskytuje i na jezerech, vodních nádržích, pískovnách a rybnících. Tento fakt je zřejmě důsledkem minulého i současného managementu těchto biotopů. Zánik starých ramen, odstraňování břehové vegetace a nepravidelnost jarních záplav způsobily snížení významu vodních toků jako stanoviště pro ptačí druhy. Ptáci však mohou velmi rychle znovu osídlit původně degradované prostředí, čehož lze dosáhnout aplikací správného managementu.

### **2.9.1.2 Plazi a obojživelníci**

Na území české republiky žije 11 druhů plazů a 21 druhů obojživelníků a s některými z nich se můžeme setkat v bezprostředním okolí říčních toků (např. ropucha obecná (*Bufo bufo*), blatnice skvrnitá (*Pelobates fuscus*), z plazů např. užovka obojková (*Natrix natrix*)).

Všechny druhy obojživelníků jsou v době jejich rozmnožování vázány na periodické tůně a postranní ramena vodních toků. Plazi využívají tyto lokality jak z hlediska dostupnosti potravy, tak i jako lůžiska vajíček na hromadách říčních naplavenin.

Pro obojživelníky je nejdůležitější zachování zejména těch vodních ploch, které nejsou přímo napojené na hlavní tok (postranní ramena) a které nejsou osídleny rybami (periodické tůně). Některé druhy obojživelníků preferují lokality bez vegetace, jiné naopak osídlují lokality s vyvinutou pobřežní vegetací. Z hlediska podpory diverzity je důležitá co největší pestrost takových biotopů.

### **2.9.1.3 Bezobratlí živočichové**

Jednotlivé typy vodních toků hostí charakteristické druhy bezobratlých živočichů. Jejich konkrétní výskyt mnohdy určují lokální odlišnosti rychlosti proudu a charakteru substrátu. Pro zachování široké a pestré diverzity bezobratlých živočichů je proto základním požadavkem ochrana přirozené diverzity říčních stanovišť.

Bezobratlí živočichové plní ve vodním prostředí celou řadu funkcí:

- Ovlivňují koloběh živin, jejich přeměnu a přenos mezi částmi ekosystému. Příjem a zpracování potravy jsou ovlivňovány charakterem mrtvé i živé organické hmoty. Živočichové, kteří se zahrabávají do sedimentu, svojí činností znovu uvádějí živiny ze dna do oběhu a v některých případech tímto také uvolňují

do vodního sloupce toxiny. Organismy filtrující vodu na druhé straně odstraňují z vody pevné částice.

- Vodní bezobratlí živočichové jsou zdrojem potravy pro ryby a hmyzožravé ptáky.
- Společenstva bezobratlých živočichů představují vhodný indikátor kvality vody, neboť jsou citlivá na znečištění a změny v biotopu.

#### 2.9.1.4 Ryby

Horní úseky vodních toků s převažujícím turbulentním prouděním vody jsou obývány druhy náročnými na kyslík, jako jsou např. pstruh obecný (*Salmo trutta*), vranka obecná (*Cottus gobio*), atd.

Dolní úseky vodních toků jsou obývány druhy méně náročnými, jako jsou např. lín obecný (*Tinca tinca*) či cejn velký (*Abramis brama*).

V malých bočních ramenech nížinných úseků s rychle proudící vodou se můžeme setkat se střevlí potoční (*Phoxinus phoxinus*) a jelcem proudníkem (*Leuciscus leuciscus*).

Slepá, pomalu tekoucí ramena jsou typickým útočištěm cejna velkého (*Abramis brama*) a plotice obecné (*Rutilus rutilus*). V místech s větší hloubkou a se silnějším proudem se můžeme setkat s parmou obecnou (*Barbus barbus*) a jelcem tlouštěm (*Leuciscus cephalus*).

V odstavených ramenech a tůních, které komunikují s hlavním tokem pouze za povodňových stavů, najdeme lína obecného (*Tinca tinca*), perlína ostrobřichého (*Scardinius erythrophthalmus*) a štika obecnou (*Esox lucius*).

Výskyt výše uvedených druhů ryb v jednotlivých částech toků je do určité míry zobecněný. Ve skutečnosti je výskyt rybích druhů ovlivněn mnoha faktory, jako jsou např. geologie povodí, způsob říčního hospodaření, umělá introdukce a další.

## 2.9.2 Vodní rostlinstvo

Vodní rostliny plní ve vodních tocích mnoho důležitých funkcí. Ponořené druhy rostlin (submerzní) jsou využívány řadou vodních bezobratlých živočichů, malými rybami i některými ptáky jako zdroj potravy, ale i pro ochranu. Fytofilní druhy ryb jako např. štika obecná (*Esox lucius*) a cejn velký (*Abramis brama*) využívají vodní rostliny pro kladení vajíček. Vodní rostliny svými listy také poskytují stín v horkých dnech a např. porosty rákosin tvoří spojení mezi vodním a suchozemským prostředím pro různé druhy bezobratlých živočichů. Pobřežní rostliny kromě stínu pro malé savce a bezobratlé poskytují i pyl a nektar pro hmyz a jejich plody a semena jsou zdrojem bílkovin pro mnoho ptáků. Pobřežní společenstva také zvyšují stabilitu břehů a chrání před povodňovou erozí (Králová, 2001).

Dle Haslama (1978) se nejrozmanitější společenstva vyskytují na rozhraní mezi vodou a břehem (v ekotonu). Na pozvolně svažitéch březích se mohou vyskytovat bohatá společenstva s možným výskytem vzácných a ustupujících druhů. U prohloubených řek se strmými břehy se naopak vyskytuje pouze omezený počet druhů, které navíc nejsou obvykle pro řeky charakteristické.

Stodola & Vaněk (1987) uvádějí, že v přirozených podmínkách tvoří rostlinstvo vodních toků charakteristická společenstva (fytocenózy), které zahrnují rostlinné druhy s podobnými ekologickými nároky. Mezi základní ekologické podmínky, které určují druhovou skladbu společenstev vodních rostlin, patří hloubka vody, fyzikálně-chemické vlastnosti vody, obsah rozpuštěných látek a plynů (především CO<sub>2</sub>), pH substrátu, teplota vody a světelné podmínky stanoviště.

Charakter společenstev vodních rostlin zásadně ovlivňuje rychlost proudění vody, kdy společenstva rostlin proudících vod se výrazně liší od společenstev vod stojatých. Dále také úbytek vody v lokalitách má za následek ústup pravých vodních rostlin a s postupným zazemňováním se objevují nízké i vyšší rákosiny a se zasolováním půdy i ostřice (Stodola & Vaněk, 1987).

### 2.9.3 Vegetační doprovod toku

Vegetační doprovod vodních toků představuje základní stavební článek systému ekologické stability krajiny (ÚSES) a plní mnoho důležitých funkcí jak ve vztahu k samotnému toku, tak i k jeho okolí. V minulosti byl význam vegetačního doprovodu toku podceňován a v průběhu rozsáhlých úprav toků docházelo k jeho likvidaci (Šlezinger, 1996).

Mezi důležité funkce vegetačního doprovodu vodních toků patří funkce **protierozní** a **protiabrazní, protideflační, ochranná funkce** – před zarůstáním či zanášením říčního koryta, **funkce kvality vody** – ovlivňuje samočisticí schopnost vodního toku, **funkce útočiště** – pro živočichy žijící v blízkosti vodních ploch, dále **funkce estetická, produkční, funkce přirozeného biokoridoru, rekreační funkce** a **funkce hygienická** (Šlezinger, 1996).

Vegetační doprovod vodních toků tvoří stromové, keřové i bylinné patro. Na začlenění revitalizovaného toku do okolní krajiny se výraznou měrou podílí prostorové řešení doprovodné vegetace jak v horizontálním, tak i ve vertikálním členění (Sklenička, 2003).

Zákon o vodách č. 254/2001 Sb., rozlišuje vegetační doprovod vodních toků na dvě skupiny – **břehový porost** a **doprovodný porost**. Břehový porost je porost nacházející se v břehové hraně nebo v korytě toku a je součástí správy toku. Oproti tomu doprovodný porost roste až za břehovou hranou do volné krajiny a nepodléhá správě toku. Dle Jůvy et al. (1984) má břehový porost především stabilizační a opevňovací účel, čímž chrání koryto toku proti břehové erozi způsobené prouděním vody, zatímco funkce doprovodného porostu je především krajinnotvorná. Vodní toky, jakožto významné krajinné prvky dle zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, jsou chráněny ochranným pásmem 50 m proti činnostem, které by mohly vodní toky narušit.

Dle Nováka et al. (1986) podzemní i nadzemní části dřevin poskytují ochranu břehům vodních toků. Kořeny břehových dřevin prorůstají půdou a díky vzájemnému proplétání půdní profil zpevňují. Z toho důvodu jsou pro břehové porosty vhodné hluboce kořenící druhy dřevin s široce rozvětveným a hustým kořenovým systémem. Břehové porosty také poskytují vhodné refugium pro mnoho živočišných druhů.



### 2.9.3.1 Obnova a údržba vegetačního doprovodu

Při obnově břehových porostů se doporučuje vycházet z místních podmínek lokality. Z důvodu zpevňovací funkce kořenů dřevin je vhodné provádět výsadbu i na svazích koryta toku. Dřeviny není vhodné zakládat jako linie, ale vhodná je naopak výsadba ve skupinách, která by navíc měla, pokud je to možné, navazovat na zeleň v okolí vodního toku. (MŽP ČR, 1995).

Druhová skladba doprovodných dřevin by měla být tvořena původními domácími druhy, mezi které patří zejména vrba křehká (*Salix fragilis*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), javor mléč (*Acer platanoides*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), lípa srdčitá (*Tilia cordata*), dub letní (*Quercus robur*) a další (Ehrlich et al. 1996). Kupec et al. (2009) dodává, že je vhodné se vyvarovat výsadeb nepůvodních dřevin a dřevin ovocných, stejně tak jehličnanům v dolních částech toku.

Při obnově vegetačního doprovodu je nutné kombinovat výsadbu dřevin také s výsadbou keřů, které poskytují životní podmínky mnoha druhům živočichů (Vrána et al. 2004). Mezi vhodné druhy keřů se řadí např. brslen evropský (*Euonymus europaeus*), svída krvavá (*Cornus sanguinea*) atd. (Ehrlich et al. 1996). Poměr výsadeb dřevin a keřů by měl být dle Dostála & Koudelky (2003) maximálně 1:1 – vhodnější je nicméně vyšší podíl keřů oproti dřevinám.

## 3. Cíle práce

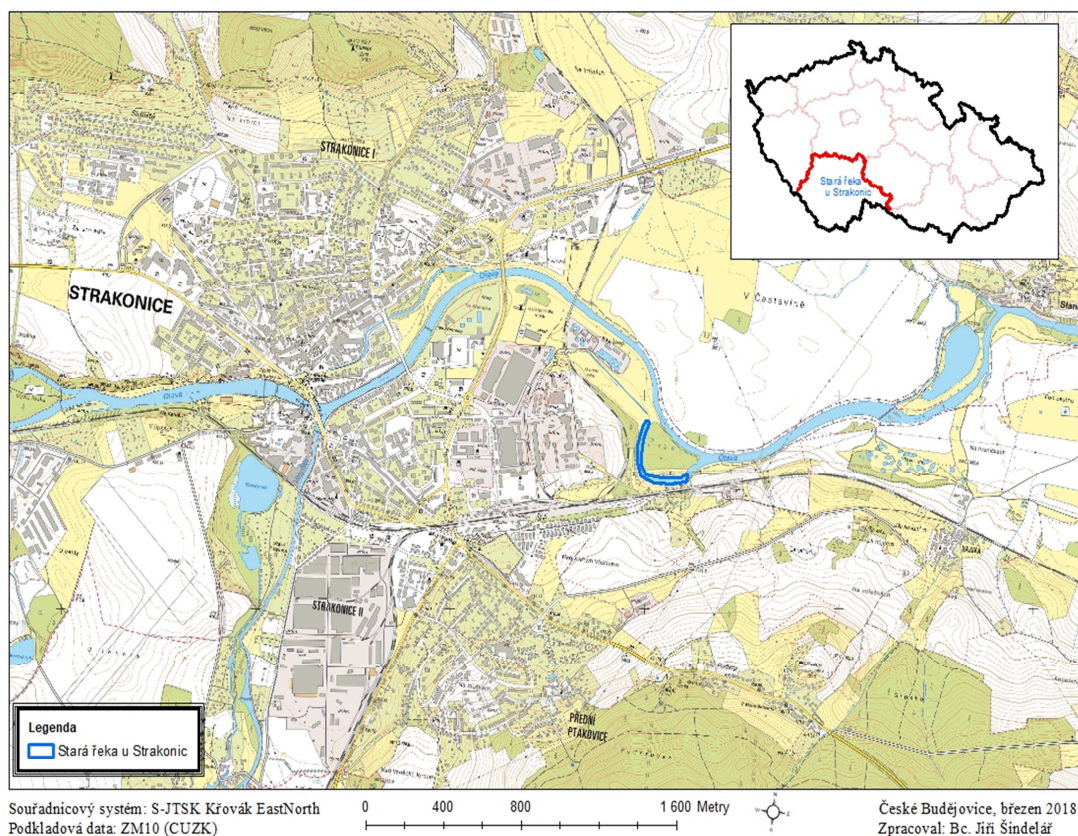
Cílem diplomové práce bylo zmapování současného stavu lokality Stará řeka u Strakonice, zejména s ohledem na vodní poměry a stupeň zazemnění v jednotlivých částech. Dále byl letech 2012 – 2017 proveden monitoring výskytu rostlin a živočichů. Na základě zpracovaných výsledků byly následně navrženy revitalizační zásahy, které by měly do budoucna zajistit zachování této biologicky, esteticky i rekreačně významné lokality.

## 4. Metodika

### 4.1 Materiál

#### 4.1.1 Základní údaje o lokalitě

Lokalita Stará řeka se nalézá v Jihočeském kraji na jihovýchodním okraji města Strakonice (obr. 4.1.1.1).



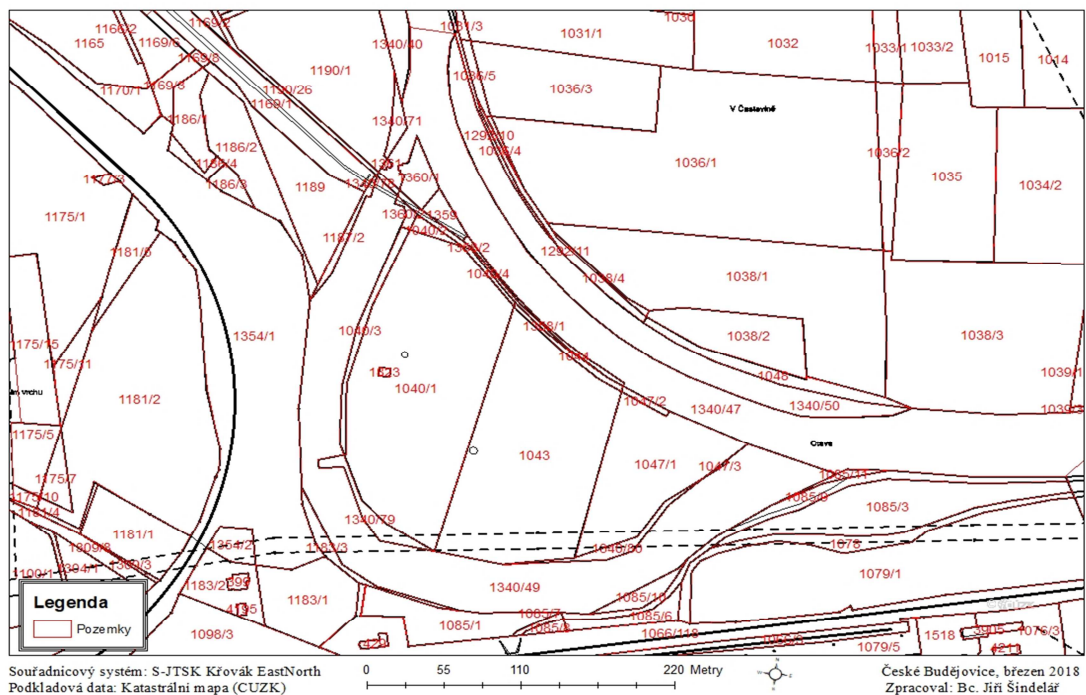
Obr. 4.1.1.1: Lokalizace zájmové oblasti.

Zájmová lokalita představuje odstavené rameno, které je svým severozápadním okrajem navázáno na tok řeky Otavy trubní spojkou podcházející výpustní stoku vody z ČOV Strakonice. Tato spojka však již neplní svou funkci a říční voda s vodou ve Staré řece v této části nekomunikuje (obr. 8.1). Lokalita je uměle rozdělena železným potrubím, nad nímž se klene betonová lávka, zhruba v poměru 1/3 ku 2/3 na dvě části. Pro účely této práce označuji 1/3 část jako Stará řeka I. a 2/3 část jako Stará řeka II. (obr. 4.1.1.2).

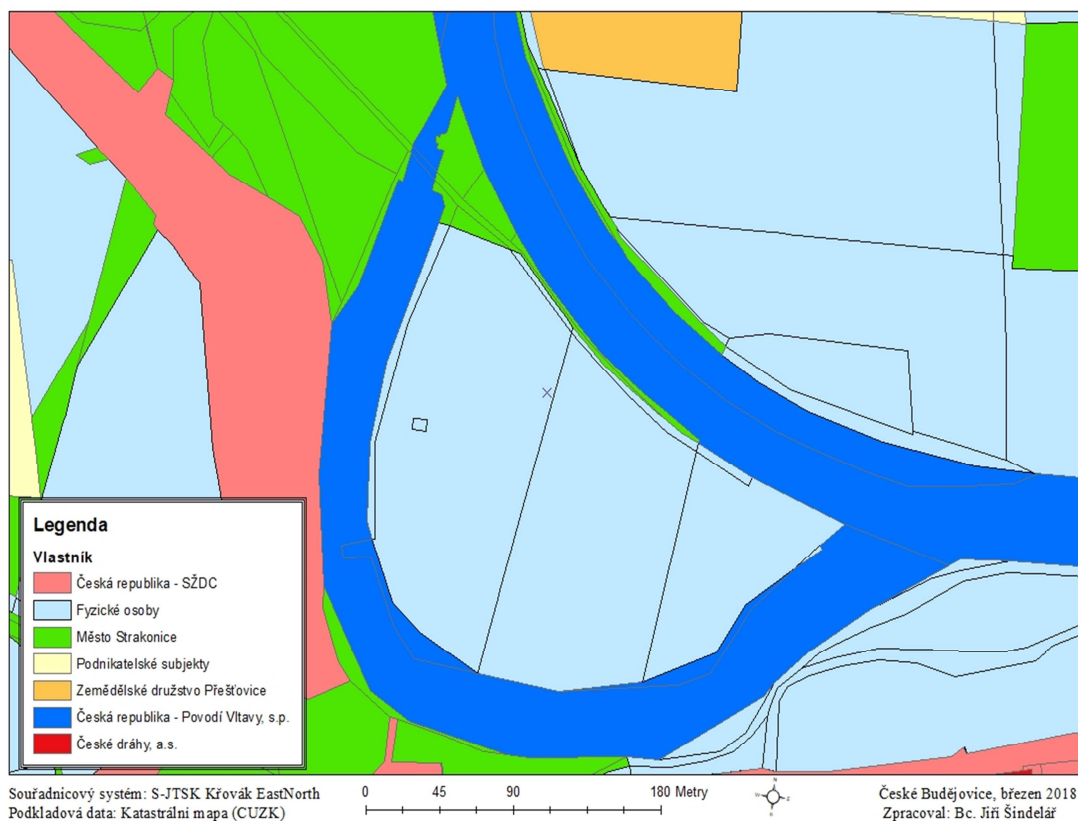


Obr. 4.1.1.2: Mapa lokality s vyznačením jednotlivých částí odstaveného ramene a technických prvků.

Z hlediska katastru nemovitostí jsou pozemky zájmové lokality a jejího bezprostředního okolí ve vlastnictví mnoha fyzických i právnických osob a podnikatelských subjektů (obr. 4.1.1.3 a 4.1.1.4).



Obr. 4.1.1.3: Katastrální mapa lokality s čísly jednotlivých pozemků.



Obr. 4.1.1.4: Katastrální mapa lokality a vlastníci jednotlivých pozemků.

Stará řeka I. a Stará řeka II. Jsou při zvýšeném vodním sloupci přirozeně spojeny pod uvedenou lávkou spojkou o hloubce cca 20 cm. V případě nižšího vodního sloupce je tato spojka takřka suchá a je možno mluvit pouze o průsaku vody (obr. 8.2). Stará řeka II. komunikuje s řekou Otavou níže po proudu řeky Otavy dnes již jen stokou vedoucí mezi pobřežním rostlinstvem, které stoku silně zarůstá. Odhadovaná výška vodního sloupce v této stoce je cca 20 cm. V blízkém časovém horizontu několika málo let lze předpokládat úplné uzavření této spojky zárostem (obr. 8.3 – 8.6). K zásobování lokality vodou by tak docházelo pouze při vyšším stavu vody, což by ještě výraznějším způsobem ovlivnilo rychlost zarůstání v ostatních částech.

#### 4.1.2 Všeobecný význam lokality

Stará řeka je lokalitou, která má díky kombinaci několika různých biotopů vysokou biodiverzitu v porovnání s bezprostředním okolím. V krajině funguje jako přirozený rezervoár mnoha prvků bioty. Na lokalitě se vyskytují živočišné a rostlinné druhy se zvláštním režimem ochrany. Jejich výskyt je vázán na zcela specifické ekologické podmínky odstaveného říčního ramene.

Samotné rameno Staré řeky a prostor mezi ramenem a současným říčním korytem tvoří přirozenou rozlivovou plochu pro povodňové události. V případě odbahnění lokality by došlo k výraznému navýšení kapacity tohoto přirozeného rezervoáru a celý systém by mohl být významným protipovodňovým prvkem zejména pro sídla ležící po proudu řeky Otavy.

Díky svému umístění, snadné dostupnosti pro občany Strakonice a přírodním hodnotám má lokalita velký rekreační a relaxační význam. V minulosti byla Stará řeka také oblíbeným rybářským revírem.

V současné době je tato lokalita silně ohrožena stále postupujícím zazemňováním. Díky téměř neexistujícímu průtoku se veškerá biomasa, která se do ramene dostane v podobě větví a listí, včetně biomasy vytvořené během vegetačního období místním rostlinstvem rozkládá a zůstává na lokalitě. Pobřežní vegetace dostupnost bahna využívá a postupuje stále hlouběji do přirozeného odtoku. Časem nejspíše dojde ke spojení obou pásů pobřežního rostlinstva a k zániku i současného nepatrného odtoku. Vzniklá tuň se bude postupně zmenšovat, až se nakonec celé odstavené rameno změní na mokřad.

V souvislosti s vybudováním odvodňovací štoly Andrea došlo v roce 2004 k obnovení přítoku do části Stará řeka I. Šířka vtoku tehdy činila cca 5 m, ale během několika málo let došlo opět k zárůstu postupující vegetací (obr. 8.7 – 8.8).

Problematika zazemnění Staré řeky je již strakonickou veřejností vnímána jako významná. Na tuto skutečnost poukázala anketa Fórum zdravého města 2014.

### **4.1.3 Historie lokality**

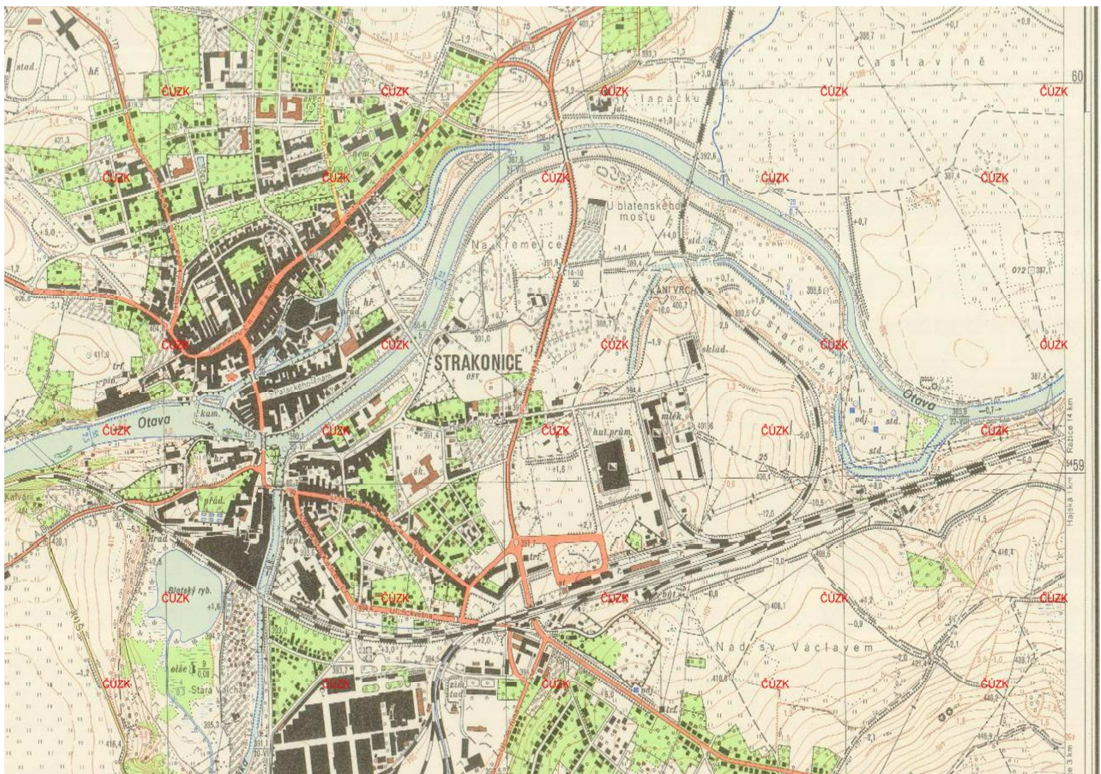
Lokalita je zachycena již na mapách prvního vojenského mapování z roku 1764 jako koryto řeky Otavy (obr. 4.1.3.1). V roce 1951 se již jednalo o říční rameno (obr. 4.1.3.2).

Současný stav lokality odráží fakt, že kromě prací okolo vtoku do Staré řeky I. v roce 2004 nebylo do popisované lokality zřejmě zasahováno a dá se říci, že tento stav trvá více jak 50 let.





Obr. 4.1.3.1: Zájmová oblast na mapě prvního vojenského mapování z roku 1764.



Obr. 4.1.3.2: Zájmová oblast na topografické mapě v systému S-1952, již s odstaveným ramenem řeky Otavy.

## **4.2 Metody**

### **4.2.1 Zjištění vodních poměrů a stanovení mocnosti sedimentu v jednotlivých částech lokality**

Průzkum lokality byl proveden v červnu 2015. Mocnost sedimentu a výška vodního sloupce byla zjišťována na rybářské pramici z vodní hladiny pomocí 3m dlouhé dřevěné tyče. V nepřístupných místech a v místech silného zabahnění byl odečet proveden ze břehu, případně odhadem. Zjištěné údaje byly následně zpracovány do map v programu ArcGIS.

### **4.2.2 Monitoring rostlinných a živočišných druhů**

Během let 2012 – 2017 byl v rámci pravidelných terénních exkurzí v lokalitě Stará řeka členy a příznivci ZO ČSOP Strakonice (sám jsem členem od roku 2015) monitorován výskyt rostlinných a živočišných druhů. Botanický průzkum lokality byl proveden v letech 2003 – 2012 Mgr. Radimem Pauličem et al. Výsledky monitoringu byly zpracovány do map v programu ArcGIS a do tabulek.

## **5. Výsledky a diskuze**

### **5.1 Vodní poměry a mocnost sedimentu**

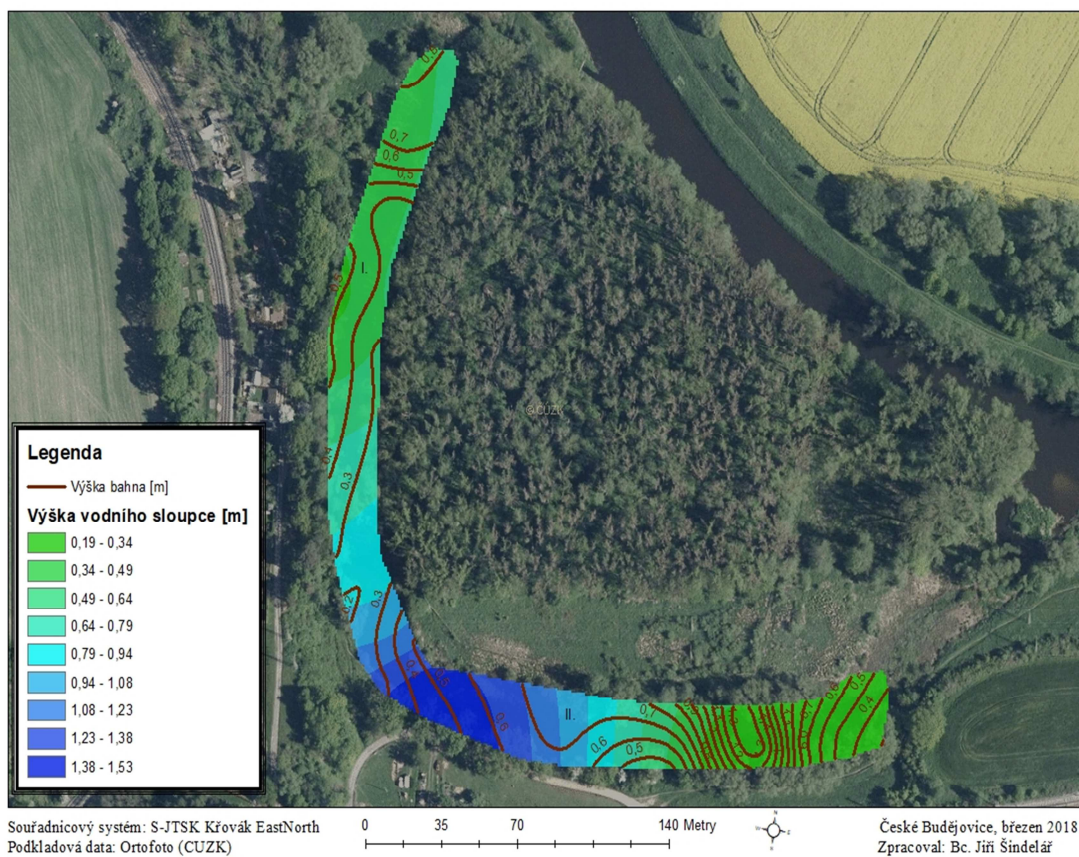
Stará řeka I. je silně ohrožena zabahněním a odhadovaná výška vodního sloupce při setrvalém vodním stavu řeky Otavy v jarních měsících je od 20 – 60 cm, přičemž horní údaj je platný pro vtok a střed této části (obr. 8.9 – 8.10).

Stará řeka II. je v oblasti za zmiňovanou lávkou mírně hlubší. Odhadovaná výška vodního sloupce je cca 1 – 1,5 m. Horní údaj je platný pro místo naproti strážnímu domku ČD. Levý břeh této části je zabahněním postižen více než břeh pravý. Směrem k výtoku do řeky Otavy se výška vodního sloupce radikálně snižuje, takže v období letních měsíců je pomyslný střed Staré řeky II. takřka na suchu s vodními jámami a mělkým středovým kanálem (obr. 8.11 - 8.16). Mocnosti sedimentu a hloubka vody v jednotlivých částech lokality jsou znázorněny na obr. 5.1.1 a 5.1.2.





Obr. 5.1.1: Mocnost sedimentu v jednotlivých částech lokality Stará řeka.



Obr. 5.1.2: Výška vodního sloupce v jednotlivých částech lokality Stará řeka.



## 5.2 Rostlinstvo a dřeviny

Stará řeka I. a II. Je částečně přirozeně lemována porostem olše lepkavé (*Alnus glutinosa*), vrby křehké (*Salix fragilis*), jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*), bezu černého (*Sambucus nigra*) a v prostoru lávky bezu červeného (*Sambucus racemosa*). Na levý břeh nasedá velký háj tvořený porostem topolů kanadských (*Populus x canadensis*) – tento porost není do této práce zahrnut.

Pobřežní porost Staré řeky I. je od vtoku tvořen převážně chrasticí rákosovitou (*Phalaris arundinace*) a zblochanem vodním (*Glyceria maxima*). Tyto rostliny rovněž převážně způsobují zarůstání vtoku do této části. Výskyt stulíku žlutého (*Nuphar lutea*) byl vlivem vysychání a silného snížení vodního sloupce a následnými hnilobnými procesy eliminován. Obecně je možno říci, že je stulík žlutý rozšířen v místech, kde je výška vodního sloupce od 40 do 150 cm.

Pobřežní porost Staré řeky II. tvoří na levém břehu především chrastice rákosovitá. Místy dochází k průniku vrby křehké do blízkosti vodní hladiny (obr. 8.17). Pravý břeh je tvořen převážně travním zápojem vedoucím až k vodní hladině, popřípadě ruderním rostlinstvem. V blízkosti lávky se v hlubší vodě vyskytuje stulík žlutý, který ostrůvkovitě pokračuje zhruba do poloviny této části Staré řeky II. V této části se při břehu nalézají vzrostlé vrby křehké a olše lepkavé. Tyto dřeviny často slouží jako doupné stromy (obr. 5.2.1).



Obr. 5.2.1: Litorální porosty dřevin a torza stromů v lokalitě Stará řeka.

Při botanických pozorováních lokality v letech 2003 – 2012 bylo zjištěno 6 vzácných či ohrožených taxonů rostlin (zvýrazněno tučně v tab. I). Rozšíření těchto druhů bylo na lokalitě plošné, nejsou tedy zaznamenána místa jejich přesnějšiho výskytu.

Tab. I: Botanický průzkum lokality Stará řeka (2003 – 2012).

Taxon	Nálezce	Datum	Rok
<i>Acer platanoides</i>	Radim Paulič	22.5.	2010
<i>Acorus calamus</i>	Radim Paulič	11.6.	2012
<i>Aegopodium podagraria</i>	Radim Paulič	22.5.	2010
<i>Alliaria petiolata</i>	Radim Paulič	22.5.	2010
<i>Alnus glutinosa</i>	Radim Paulič	22.5.	2010
<i>Alnus incana</i>	Radim Paulič	22.5.	2010
<b>Barbarea stricta</b>	Radim Paulič	22.5.	2010
<i>Barbarea vulgaris</i> subsp. <i>arcuata</i>	Radim Paulič	22.5.	2010
<b>Batrachium circinatum</b>	Radim Paulič	11.6.	2012
<b>Callitriche cf. cophocarpa</b>	Radim Paulič	23.8.	2011
<i>Callitriche hamulata</i>	Radim Paulič	23.8.	2011
<i>Calystegia sepium</i>	Radim Paulič	22.5.	2010
<i>Cardamine amara</i>	Radim Paulič	22.5.	2010
<i>Carduus personata</i>	Radim Paulič	4.6.	2003
<b>Carex buekii</b>	R. Paulič, P. Koutecký et al.	15.10.	2005
<i>Ceratophyllum demersum</i>	Radim Paulič	23.8.	2011
<i>Dryopteris filix-mas</i>	Radim Paulič	22.5.	2010
<i>Echinocystis lobata</i>	Radim Paulič	1.8.	2006
<i>Elodea canadensis</i>	Radim Paulič	23.8.	2011
<i>Elymus caninus</i>	Radim Paulič	14.7.	2010
<i>Festuca gigantea</i>	Radim Paulič	14.7.	2010
<i>Fraxinus excelsior</i>	Radim Paulič	22.5.	2010
<i>Gagea lutea</i>	Radim Paulič	26.3.	2012
<i>Galium aparine</i>	Radim Paulič	22.5.	2010
<i>Glyceria maxima</i>	Radim Paulič	22.5.	2010
<i>Chelidonium majus</i>	Radim Paulič	22.5.	2010
<i>Impatiens glandulifera</i>	Radim Paulič	22.5.	2010
<i>Lamium maculatum</i>	Radim Paulič	22.5.	2010
<i>Lemna gibba</i>	Radim Paulič	23.8.	2011
<i>Lemna minor</i>	Radim Paulič	14.7.	2010
<i>Lycopus europaeus</i>	Radim Paulič	22.5.	2010
<i>Moehringia trinervia</i>	Radim Paulič	22.5.	2010
<i>Myosotis caespitosa</i>	R. Paulič, P. Koutecký et al.	15.10.	2005
<i>Myosoton aquaticum</i>	Radim Paulič	22.5.	2010

<b>Nuphar lutea</b>	R. Paulič et V. Chán	20.6.	2001
Peplis portula	R. Paulič, P. Koutecký et al.	15.10.	2005
Potamogeton crispus	Radim Paulič	23.8.	2011
Prunus avium	Radim Paulič	22.5.	2010
Ranunculus repens	Radim Paulič	22.5.	2010
Ranunculus sceleratus	Radim Paulič	22.5.	2010
<b>Rorippa amphibia</b>	Radim Paulič	22.5.	2010
Rubus idaeus	Radim Paulič	22.5.	2010
Rumex aquaticus	Radim Paulič	11.6.	2012
Salix alba × fragilis	Radim Paulič	26.6.	2012
Salix fragilis	Radim Paulič	22.5.	2010
Salix purpurea	Radim Paulič	22.5.	2010
Salix triandra	Radim Paulič	25.5.	2012
Salix viminalis	Radim Paulič	25.5.	2012
Sambucus nigra	Radim Paulič	22.5.	2010
Solanum dulcamara	Radim Paulič	22.5.	2010
Spirodela polyrhiza	Radim Paulič	14.7.	2010
Symphytum officinale	Radim Paulič	22.5.	2010
Urtica dioica	Radim Paulič	22.5.	2010
Veronica sublobata	Radim Paulič	22.5.	2010

Při inventarizaci dřevin provedené na konci března 2015 byly zjištěny níže uvedené počty (tab. II), (jsou zahrnuty pouze stromy s výčetní hodnotou nad 80 cm odvodu kmene ve výšce 130 cm). Jedná se o dřeviny rostoucí z břehu koryta nebo v jeho těsné blízkosti:

Tab. II: Taxony dřevin zjištěné při inventarizaci a jejich počet (březen 2015).

<b>Taxon dřeviny</b>	<b>Počet jedinců</b>
olše lepkavá ( <i>Alnus glutinosa</i> )	36
vrba křehká ( <i>Salix fragilis</i> )	30
jasan ztepilý ( <i>Fraxinus excelsior</i> )	16
dub letní ( <i>Quercus robur</i> )	2
třešeň ptačí ( <i>Prunus avium</i> )	1
javor mléč ( <i>Acer platanoides</i> )	1
jilm horský ( <i>Ulmus glabra</i> )	1

Kromě těchto dřevin bylo zjištěno ještě velké množství náletových dřevin drobných rozměrů stejných druhů, dále pak několik jedinců hlohu jednosemenného (*Crataegus monogyna*), bezu červeného (*Sambucus racemosa*).

### 5.3 Živočichové

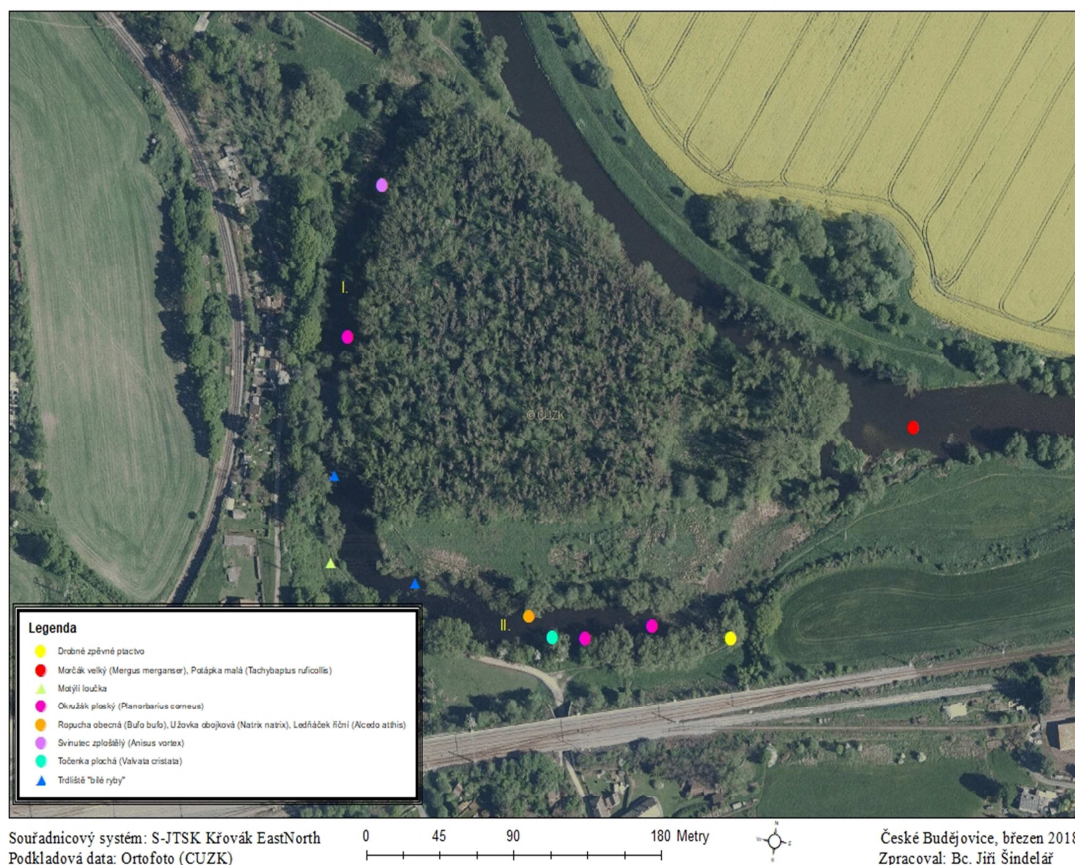
Výskyt živočichů je na lokalitě nepřímo vázán na výšku vodního sloupce. V současné době došlo k poklesu druhové diverzity a to zejména v části Stará řeka I. I přes tuto skutečnost levý břeh Staré řeky I hostí 28 druhů měkkýšů, z nichž nejvýznamnější jsou svinutec zploštělý (*Anisus vortex*) a okružák ploský (*Planorbarius corneus*). V roce 2014 a 2015 byly nalezeny lastury škeble rybníčné (*Anodonta cygnea*) na pravém břehu, které sem mohli být zavlčeny ondatrou pižmovou nebo lidmi. Posledním zajímavým nálezem je měkkýš točenka plochá (*Valvata cristata*).

Stará řeka II. je přirozeným trdlišťem „bílé“ ryby a větších kaprovitých ryb a to zejména v příbřeží olšiny nedaleko lávky a v místě zanořených vrbin. Dle vyjádření MO ČRS z.s. Strakonice patří lokalita Stará řeka do cejnového pásma a je vhodným biotopem především pro tyto druhy: **karas obecný** (*Carassius carassius*), lín obecný (*Tinca tinca*), kapr obecný (*Carpinus carpio*), štika obecná (*Esox lucius*), cejn velký (*Abramis brama*), cejnek malý (*Blicca bjoerkna*), plotice obecná (*Rutilus rutilus*), perlín ostrobřichý (*Scardinius erythrophthalmus*) atd.. Většina uvedených druhů se v omezené míře v lokalitě stále vyskytuje (obr. 8.18 - 8.20).

Loučka nedaleko lávky je kulturním prostředím pro denní motýly převážně z rodu okáčů. Levý břeh zhruba ve střední části Staré řeky II je místem výskytu **ropuchy obecné** (*Bufo bufo*) a **užovky obojkové** (*Natrix natrix*). Dále je toto místo celoročním stanovištěm pro **ledňáčka říčního** (*Alcedo atthis*) a v zimních měsících pro labuť velkou (*cygnea olor*) a lovištěm **volavky bílé** (*Egretta alba*). V roce 2011, 2012 zde byl zaznamenán výskyt **vydry říční** (*Lutra lutra*), která zde může být migračně přítomna do současné doby. Na pobřežní keře a stromy je vázán výskyt drobného zpěvného ptactva, zejména u výtokové části Staré řeky II do řeky Otavy.

Soutok Staré řeky a řeky Otavy je dalším stanovištěm ledňáčka říčního a v zimních měsících slouží jako zimoviště pro vodní ptactvo (obr. 8.21). K nejpozorovanějším druhům zde patří **morčák velký** (*Mergus merganser*) a potápka malá (*Tachybaptus ruficollis*).

*Tučně zvýrazněné rostlinné a živočišné druhy jsou uvedeny ve vyhlášce č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.*



Obr. 5.3.1: Místa výskytu druhů a skupin živočichů na lokalitě Stará řeka.

## 5.4 Navrhovaná revitalizační opatření a způsob jejich provedení

Níže uvedené navrhované zásahy byly projednány na jednání dne 7. 4. 2016 konaného na pobočce Povodní Vltavy s.p., Strakonice. Tohoto jednání jsem se zúčastnil jako člen Českého svazu ochránců přírody Strakonice (ČSOP Strakonice). Dalšími účastníky jednání byli zástupci ČRS MO Strakonice, Odboru životního prostředí MěÚ Strakonice, Odboru odpadového hospodářství MěÚ Strakonice a zástupci projektové společnosti Sweco Hydroprojekt a.s.

### 5.4.1 Technické řešení nátoku do lokality

Nátok do lokality bude řešen otevřeným obdélníkovým profilem šířky 4 m, který bude křížen odlehčovací stokou od ČOV a potrubím ze štoly Andrea. Pod níže uloženým potrubím od ČOV bude zajištěna volná výška 60 cm, pod potrubím ze štoly Andrea bude tato volná výška 75 cm. V místě křížení příjezdové cesty bude profil přemostěn železobetonovou deskou. Z tohoto mostku bude možno zároveň ovládat stavidlo pro regulaci či úplné uzavření průtoku do staré řeky. Nátok z Otavy bude proveden v hydraulicky příznivém nálevkovitém tvaru, který bude v korytě řeky ještě podpořen navazující nízko koncentrační hrázkou z těžké kamenné rovnaniny. Prohrábka koryta Otavy při pravém břehu bude provedena pouze v nejmenší nutné míře.

### 5.4.2 Spád dna

Pro celou délku starého ramene je navržen průběžný minimální spád dna ve směru od vtoku do Staré řeky k ústí do řeky Otavy. Výjimkou bude pouze střední úsek – od lávky směrem po proudu, kde bude hloubka o něco vyšší, což odpovídá i současné situaci a zároveň změřeným mocnostem sedimentu.

### 5.4.3 Odtěžení sedimentu

V úseku Stará řeka I, tj. od nátoku až po lávku, bude provedeno odtěžení sedimentu pouze v užším koridoru ve střední části koryta, do břehových partií bude zasahováno jen v malém rozsahu – zejména na západním okraji by bylo možné současně s odbahňovacími pracemi vytvořit odtěžením malých částí břehu drobné zátočiny, čímž by došlo k rozrůznění litorálu.

V úseku Stará řeka II bude provedeno odtěžení sedimentu v celé šíři biokoridoru až po ústí do řeky Otavy. Při levém břehu střední části Staré řeky II bude však ponechán dostatečně široký pás bez zásahu do dna pro zachování porostů stulíku žlutého (*Nuphar lutea*). Písečné ostrůvky v ústí Staré řeky II (viz. obr. 5.2.1) by bylo vhodné odtěžit z větší části nebo v plném rozsahu. V tomto místě by tak mohlo dojít k vytvoření části řeky s klidnější a teplejší vodou. Dalším důvodem pro odtěžení ostrůvků je také jejich periodický nárůst, což by mohlo v budoucnu způsobit úplné uzavření ústí (obr. 8.22).



V úsecích s největší hloubkou by bylo vhodné pro odtěžení sedimentu zvážit možnost využití sacího bagru.

#### **5.4.4 Způsob naložení s vytěženým sedimentem**

O způsobu uložení sedimentu bude rozhodnuto na základě výsledků rozboru – rozbořem bude prověřeno, zda je možné uložit sediment na zemědělskou půdu, na povrch terénu, nebo zda jej bude nutno uložit na skládku v souladu s platnou legislativou. Dle vyjádření zástupce Odboru odpadového hospodářství MěÚ Strakonice existuje možnost zvýšené koncentrace As v sedimentu.

#### **5.4.5 Navrhované zásahy z hlediska živočichů, břehové a doprovodné vegetace**

Během odbahňovacích prací bude vždy část materiálu ponechána jako injektáž rostlin a živočichů na místě. V případě vodních rostlin drobných živočichů bude určeno místo, které poslouží jako rezervoár po dobu provádění prací. Z tohoto rezervoáru budou po skončení prací rostliny a živočichové vráceny na místo.

Zásahy do břehových porostů nejsou dle zjištěného stavu aktuální ani potřebné. Litorální porosty vrby křehké jsou významnými biotopy pro vodní živočichy a zejména pro ptactvo. Vzrostlé dřeviny rostoucí z břehů a zasahující svými kořeny nebo kmeny do vodního sloupce vytvářejí biotopy využívané rybami jako trdliště. Buriánková & Rulík (2005) navíc uvádí, že kořeny vrb (*Salix sp.*) a olší (*Alnus glutinosa*) představují současně retenční struktury (přírodní česla), které přispívají k zachytávání unášených suspendovaných a rozpuštěných látek, čímž se významnou měrou podílí na samočisticích schopnostech toku. Z těchto důvodů je žádoucí zachování těchto prvků v plném rozsahu. Dále budou zachovány stojící torza stromů, ponechány loggery a ostatní dřevní hmota jako biotopy pro entomofaunu.

## 6. Závěr

Cílem diplomové práce byl návrh revitalizačních opatření odstaveného ramene řeky Otavy ve Strakonících. Pro potřeby návrhu byl na lokalitě proveden průzkum vodních poměrů a míry zazemnění v jednotlivých částech společně s monitoringem výskytu rostlinných a živočišných druhů. Na základě získaných dat byla navržena konkrétní revitalizační opatření pro zachování existence samotného ramene a pro zachování či zvýšení místní biodiverzity.

V případě Staré řeky u Strakonice je potřeba brát v úvahu celkovou ekologickou hodnotu lokality v krajině a v neposlední řadě také její rekreační a oddechovou funkci jako příměstské oblasti. Odborníci, rybáři i zástupci státních orgánů ochrany přírody se shodují na tom, že odbahnění by lokalitě Stará řeka jednoznačně prospělo. Vzhledem k výskytu zajímavých a mnohdy vzácných druhů živočichů a rostlin by odbahnění mělo probíhat šetrně a nejlépe postupně. Revitalizační zásahy uvedené v této diplomové práci by měly během následujících let nastartovat proces samovolné renaturace lokality.

Na revitalizaci Staré řeky by mělo být také pohlíženo jako na součást protipovodňových opatření, kdy by byl vytvořen a vlastně obnoven rezervoár na rychlou povodňovou vodu, která může do Staré řeky vtéci, rozlít se, snížit svou sílu a mohutnost, a tím nenapáchat takové škody dále po proudu.

Revitalizace Staré řeky by pro obyvatele města Strakonice znamenala zachování jednoho z krásných míst v blízkém okolí města, lákajícího k procházkám, odpočinku a dalším volnočasovým aktivitám.



## 7. Seznam literatury a ostatních zdrojů

### 7.1 Literatura

Brookes, A. (1992). Recovery and restoration of some engineered British River Channels. In: River Conservation and Management, pp. 337 – 352. Chichester.

Broža, V., Kazda, I., Patera, A., Přenosilová, E. (1993): Vodohospodářské stavby. České vysoké učení technické, Praha.

Buriánková, I. & Rulík, M. (2005). Příspěvek k poznání významu zaplavených kořenů vrb a olší v ekosystému říčního toku. In: Říční krajina 3, pp. 32 – 35. Univerzita Palackého, Olomouc.

Dostál, T. & Koudelka, P. (2003). Zásady revitalizací drobných vodních toků. 5. odborná konference doktorského studia s mezinárodní účastí. Brno.

Ehrlich, P., Gergel, J., Zuna, J., Novák, L., Meruňka, K. (1996). Metodické pokyny pro revitalizaci potoků. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha.

Ehrlich, P., Zuna, J., Novák, L., Šlechta, V., Křovák, F. (1994). Revitalizační úpravy potoků - objekty. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha.

Gergel, J., Benešová, J., Březina, K. B., Ehrlich, P. (1999). Revitalizace drobných vodních toků: metodická pomůcka. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha.

Haslam, S., M. (1978). River plants: The macrophytic vegetation of watercourses. Cambridge university press, Cambridge.

Hubáčková, V. & Synková, J. (2005). Hodnocení revitalizačních opatření na Heroltickém potoce. In: Říční krajina 3, pp. 112 – 119. Univerzita Palackého, Olomouc.

Just, T., Matoušek, V., Dušek, M., Fischer, D., Karlík, P. (2005). Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. ZO ČSOP Hořovicko, Ekologické služby s.r.o., AOPK ČR a MŽP ČR, Praha.

Just, T. (2003). Revitalizace vodního prostředí. AOPK ČR, Praha.

Jůva, K., Hrabal, A., Tlapák, V. (1984). Malé vodní toky. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

- Knotek, J. (2005). Právní možnosti ochrany říční krajiny podle zákona o ochraně přírody a krajiny. In: Říční krajina 3, pp. 164 – 171. Univerzita Palackého, Olomouc.
- Konvička, M. et al. (2002). Město a povodeň. ERA group spol. s.r.o., Šlapanice.
- Králová, H. (2001). Řeky pro život. Revitalizace řek a péče o nivní biotopy. ZO ČSOP Veronica, Brno.
- Krupauer, V., Jirásek, J., Kálal, L. (1984). Cvičení z rybářství a ochrany vod. Vysoká škola zemědělská, Praha.
- Kubík, L. (2009). Monitoring rybníčních a říčních sedimentů, průběžná zpráva 1995 – 2008. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno.
- Kupec, P., Schneider, J., Šlezinger, M. (2009). Revitalizace v krajině. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.
- Maleňák, J., Podsedník O., Šlezinger, M. (2002). Vodní stavby I. : úpravy toků, jezy, vodní cesty a plavba. CERM, Brno.
- MŽP ČR (1995). Revitalizace říčních systémů. Praha.
- Novák, L., Iblová, M., Škopek, V. (1986). Vegetace v úpravách vodních toků a nádrží. Státní nakladatelství technické literatury, Praha.
- Pelíšek, I. (2005). Revitalizační efekt: návrh metodiky stanovení. In: Říční krajina 3. Univerzita Palackého, Olomouc.
- Petts, G. & Calow, P. (1996). River Restoration. Blackwell Science Ltd., Oxford.
- Pithart, D. (2005). Diverzita stojatých vod v nivách řek a procesy jejího vzniku a udržování. In: Říční krajina 3, pp. 287 – 293. Univerzita Palackého, Olomouc.
- Růžičková, J. (1999). Revitalizace a makrozoobentos malých vodních toků. In: Sborník konference Revitalizace vodních ekosystémů, pp. 86 – 87. Srní.
- Skácel, A. (1998). Koncepce řešení revitalizace středně velkého povodí na příkladu řeky Bílovky. Spisy přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity sv. č. 114/1998.
- Sklenička, P. (2003). Základy krajinného plánování. Naděžda Skleničková, Praha.

Stodola, J. & Vaněk, V. (1987). Vodní a vlhkomilné rostliny - vydání první. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Synková, J. (2009). Posouzení stability revitalizovaného koryta toku. Sborník Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně 1/2009, pp. 105 – 114.

Šálek, J. (1996). Malé vodní nádrže v životním prostředí, 1. vydání. Vysoká škola báňská - Technická univerzita, Ostrava.

Šlezinger, M. (2010). Revitalizace toků: Příspěvek k problematice úprav vodních toků. Vysoké učení technické v Brně. Nakladatelství VUTIUM, Brno.

Šlezinger, M. (1996). Vegetační doprovod vodních toků a nádrží. Vysoké učení technické, Brno.

Štěpán, V. (2011). Revitalizace hlavních odvodňovacích zařízení a technicky upravených vodních toků v zemědělsky obhospodařované krajině v působnosti ZVHS. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.

Štěrbá, O., Měkotová, J., Bednář, V., Šarapatka, B., Rychnovská, M., Kubíček, F., Řehořek, V. (2008). Říční krajina a její ekosystémy. Univerzita Palackého, Olomouc.

Veselý, D. (2005). Revitalizace odstavených ramen v urbanizované i neurbanizované krajině. In: Říční krajina 3. Univerzita Palackého, Olomouc.

Vácha, R., Čermák, P., Skála, J., Čechmánková J., Horváthová, V. (2008). Možnosti legislativní úpravy aplikace rybníčních a říčních sedimentů na zemědělskou půdu v ČR. In: Piate pôdoznalecké dni, Sielnica.

Vrána, K., Dostál, T., Gergel, J., Kender, J., Zuna, J. (2004). Revitalizace malých vodních toků – součást péče o krajinu. Consult, Praha.

## **7.2 Internetové zdroje**

[www.business.center.cz](http://www.business.center.cz)

[oldmaps.geolab.cz](http://oldmaps.geolab.cz)

[archivnimapy.cuzk.cz](http://archivnimapy.cuzk.cz)

## 7.3 Právní předpisy

ČSN 75 2101: Ekologizace úprav vodních toků, 1999.

ČSN 46 5735: Průmyslové komposty, 1991.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech.

Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu.

Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

Vyhláška č. 257/2009 Sb., o používání sedimentů na zemědělské půdě.

Vyhláška č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

## 7.4 Zdroje obrázků

Obr. 2.8.3.1: [www.business.center.cz/business/pravo/zakony/odpady/priloha9.aspx](http://www.business.center.cz/business/pravo/zakony/odpady/priloha9.aspx)

Obr. 4.1.1.1: Bc. Šindelář Jiří – vytvořeno v programu ArcGIS

Obr. 4.1.1.2: Bc. Šindelář Jiří – [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)

Obr. 4.1.1.3 – 4.1.1.4: Bc. Šindelář Jiří – vytvořeno v programu ArcGIS

Obr. 4.1.3.1: [oldmaps.geolab.cz](http://oldmaps.geolab.cz)

Obr. 4.1.3.2: [archivnimapy.cuzk.cz](http://archivnimapy.cuzk.cz)

Obr. 5.1.1: Bc. Šindelář Jiří – vytvořeno v programu ArcGIS

Obr. 5.1.2: Bc. Šindelář Jiří – vytvořeno v programu ArcGIS

Obr. 5.2.1: Bc. Šindelář Jiří – vytvořeno v programu ArcGIS

Obr. 5.3.1: Bc. Šindelář Jiří – vytvořeno v programu ArcGIS

Obr. 8.1 - 8.4 : Foto Ing. Vilém Hrdlička

Obr. 8.5 - 8.6: Foto Bc. Jiří Šindelář

Obr. 8.7: Foto Ing. Vilém Hrdlička

Obr. 8.8: Foto Bc. Jiří Šindelář

Obr. 8.9: Foto Ing. Vilém Hrdlička

Obr. 8.10: Foto Bc. Jiří Šindelář

Obr. 8.11 - 8.12: Foto Ing. Vilém Hrdlička

Obr. 8.13 - 8.17: Foto Bc. Jiří Šindelář

Obr. 8.18 - 8.20: Foto Ing. Vilém Hrdlička

Obr. 8.21: Foto Bc. Jiří Šindelář

Obr. 8.22: Foto Ing. Vilém Hrdlička

## 8. Přílohy



Obr. 8.1: V současnosti již nefunkční nátok s trubicí spojkou do lokality Stará řeka.



Obr. 8.2: Lávka oddělující části lokality Stará řeka I. a Stará řeka II.





Obr. 8.3: Stoka spojující Starou řeku II. s tokem řeky Otavy (únor 2015).



Obr. 8.4.: Stoka spojující Starou řeku II. v místě ústí do řeky Otavy (únor 2015).





Obr. 8.5: Ústí stoky spojující Starou řeku II. s řekou Otavou (září 2017).



Obr. 8.6: Stoka spojující Starou řeku II. s řekou Otavou (září 2017).





Obr. 8.7.: Vtok do lokality Stará řeka I. (únor 2015).

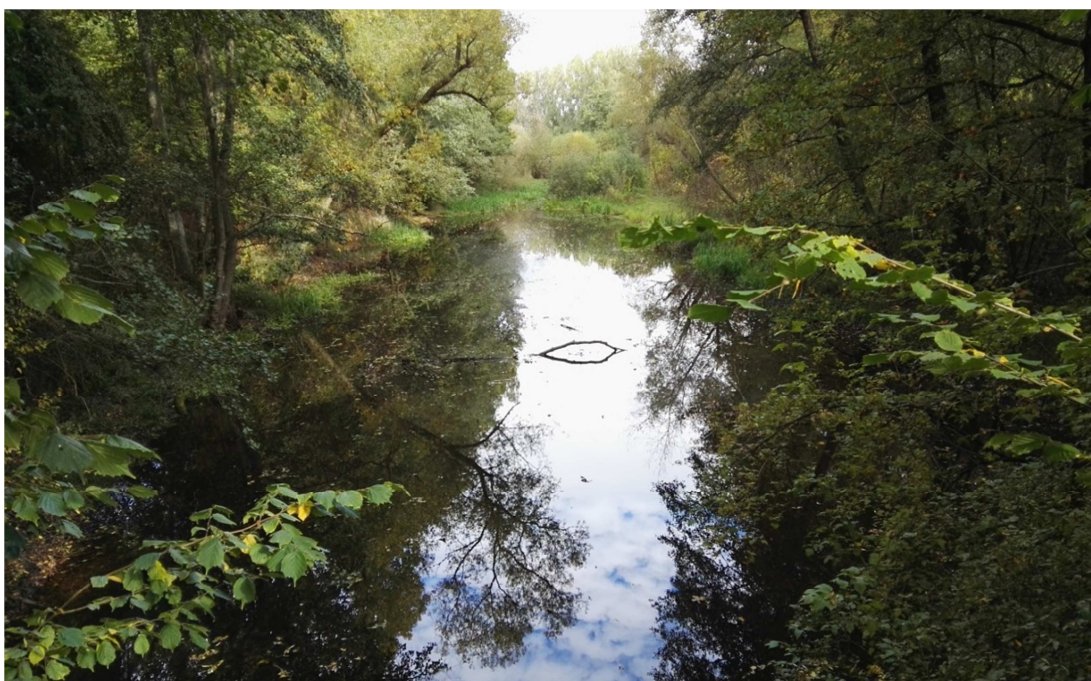


Obr. 8.8.: Vtok do lokality Stará řeka I. (září 2018).





Obr. 8.9: Stará řeka I. – pohled z lávky (léto 2015).



Obr. 8.10: Stará řeka I. – pohled z lávky (podzim 2017).





Obr. 8.11: Stará řeka II. u výtoku do řeky Otavy (2014).



Obr. 8.12: Střední část Staré řeky II (2015).





Obr. 8.13: Střední část Staré řeky II (2017).

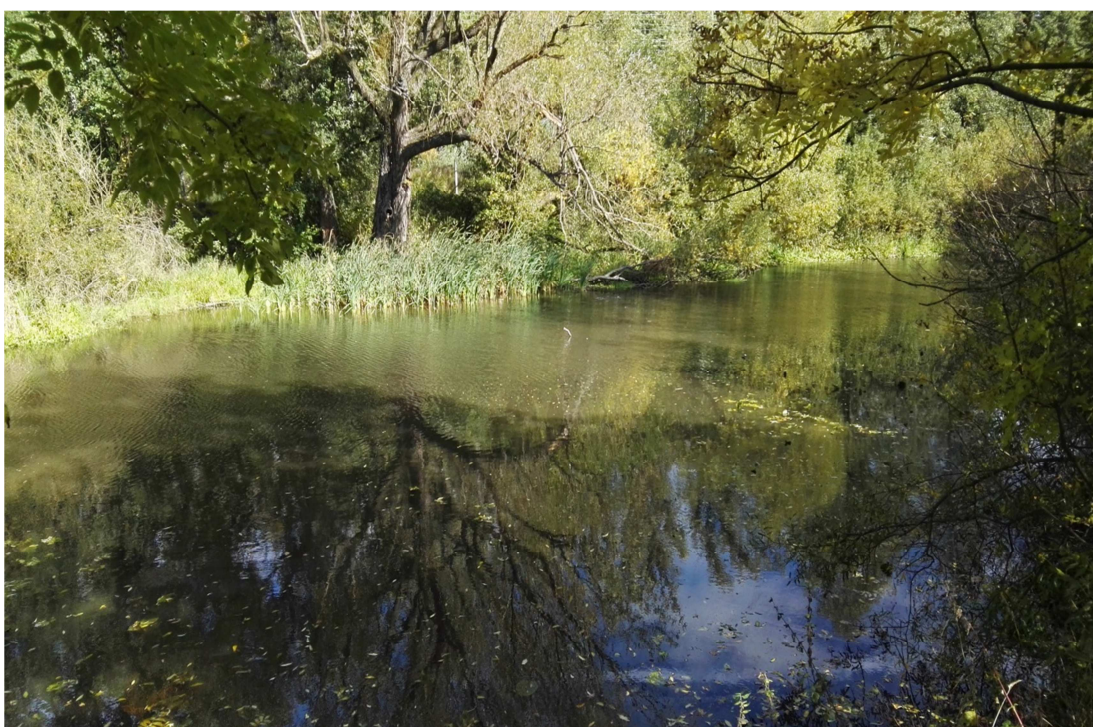


Obr. 8.14: Stará řeka II. – pohled k lávce (2017).





Obr. 8.15: Střední část Staré řeky II. směrem k výtoku do řeky Otavy (2017).



Obr. 8.16: Střední část Staré řeky II. směrem k výtoku do řeky Otavy (2017).





Obr. 8.17: Porost vrby křehké (*Salix fragilis*) v blízkosti vodní hladiny na levém břehu Staré řeky II (2017).



Obr. 8.18: Stará řeka II. poblíž lávky - trdliště bílé ryby (léto 2017).





Obr. 8.19: Štika obecná (*Esox lucius*) – léto 2017.



Obr. 8.20: Kapr obecný (*Cyprinus carpio*) – léto 2017.





Obr. 8.21: Soutok Staré řeky s řekou Otavou (2017).



Obr. 8.22: Písečné ostrůvky v ústí Staré řeky do řeky Otavy (únor 2015).