

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA PLÁNOVÁNÍ KRAJINY

A SÍDEL



## **Návrh revitalizace Berounky při vzniku Příměstského parku Soutok**

Proposal for the Berounka River Restoration  
in the Creation of the Confluence Periurban Park

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Diplomant: Bc. Martin Schuller

Vedoucí práce: Ing. Martin Sucharda

2024

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Martin Schuller

Krajinné inženýrství

Název práce

**Návrh revitalizace Berounky při vzniku Příměstského parku Soutok**

Název anglicky

**Proposal for the Berounka river restoration in the creation of the Confluence periurban park**

### Cíle práce

Revitalizace vodních toků se staly důležitou součástí úprav vodních toků. Jejich metodické uchopení se vzhledem k stáří oboru vyvíjí a reaguje na nové poznatky a technologické možnosti. Mnoho provedených revitalizací trpí metodickými nedostatky, což se projevuje v malém efektu z hlediska zlepšení hydromorfologického a následně i ekologického stavu.

Cíle:

1. Shromáždit aktuální poznatky v oblasti revitalizací vodních toků.
2. Na základě kritického vyhodnocení srovnajte architektonické návrhy.
3. Na základě metodiky vyhodnoťte vliv na hydromorfologický stav a navrhněte revitalizační opatření.
4. Navržená opatření posuďte z hlediska vodohospodářské i ekologické účinnosti.

### Metodika

Autor zpracuje podrobnou literární rešerši k danému tématu. Ta bude zaměřena na aktuální metodické přístupy v oblasti navrhování a posuzování revitalizací vodních toků. Součástí bude i shromáždění významných zahraničních příkladů.

Na základě rešerše bude sestavena metodika hodnocení návrhů, která bude obsahovat:

- mapovací práce a shromáždění podkladů,
- identifikaci a kritické stanovení cílů revitalizace,
- samotný návrh včetně grafické a textové části,
- posouzení naplnění cílů opatření (hydromorfologie).

Získaná data budou zpracována v software ArcGIS, Atlas, AutoCAD. Výsledky budou zpracovány v textové a grafické podobě a doplněny fotodokumentací.

### Doporučený rozsah práce

55 stran textu + přílohy

### Klíčová slova

vodní tok, hydromorfologie, niva, revitalizace vodního toku

---

### Doporučené zdroje informací

- Cramer, Michelle L. (managing editor). 2012. Stream Habitat Restoration Guidelines. Co-published by the Washington Departments of Fish and Wildlife, Natural Resources, Transportation and Ecology, Washington State Recreation and Conservation Office, Puget Sound Partnership, and the U.S. Fish and Wildlife Service. Olympia, Washington
- FRYIRS, Kirstie A.; BRIERLEY, Gary J. *Geomorphic analysis of river systems : an approach to reading the landscape*. Chichester, West Sussex, UK ; Hoboken, NJ: Wiley, 2013. ISBN 9781405192743.
- JUST, Tomáš; ČESKO. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, ; ČESKÝ SVAZ OCHRÁNCŮ PŘÍRODY. 3. ZÁKLADNÍ ORGANIZACE HOŘOVICKO, ; EKOLOGICKÉ SLUŽBY (FIRMA), ; AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČR. *Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. [Praha]: Ekologické služby, 2005. ISBN 80-239-6351-1.
- RONI, Philip; BEECHIE, Tim. *Stream and watershed restoration : a guide to restoring riverine processes and habitats*. Chichester: Wiley-Blackwell, 2013. ISBN 978-1405199568.
- ŠINDLAR, Miloslav. *Geomorfologické procesy vývoje vodních toků. Část I., Typologie korytotvorných procesů*. Hradec Králové: Sindlar Group, 2012. ISBN 978-80-254-2445-2.

---

### Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FŽP

### Vedoucí práce

Ing. Martin Sucharda

### Garantující pracoviště

Katedra plánování krajiny a sídel

---

Elektronicky schváleno dne 20. 3. 2024

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 21. 3. 2024

**prof. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 21. 03. 2024

## **Prohlášení autora**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Návrh revitalizace Berounky při vzniku Příměstského parku Soutok vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla. Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne .....

.....

Bc. Martin Schuller

## **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu práce Ing. Martinu Suchardovi za cenné připomínky a vstřícný přístup. Dále bych také rád poděkoval mé rodině, přítelkyni a přátelům za jejich podporu při studiu.

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce se zabývá posouzením dvou soutěžních návrhů Příměstského parku Soutok na hydromorfologický stav řeky Berounky. K posouzení byla použita metodika ministerstva životního prostředí „Metodika odboru ochrany vod, která stanovuje postup hodnocení vlivů opatření na vodních tocích a nivách na hydromorfologický stav vod“. Metodika byla doplněna o kvalitativní hodnocení vybraných hydromorfologických aspektů. Výsledné hodnocení obou návrhových stavů dosahuje velmi dobrých hydromorfologických stavů toku i nivy. Vítězný návrh dosáhl hodnocení 80,1 % toku a 85,3% nivy v porovnání s potenciálním přirozeným stavem, zatímco návrh umístěný v soutěži na druhém místě dosáhl hodnocení 86,3 % toku a 84,6 % nivy. Následně byly navrženy vhodné revitalizační zásahy na řece Berounce. Výsledky v této práci zpracované by mohly být přínosem pro konkrétní návrh revitalizace na řece Berounce při založení Příměstského parku Soutok.

**Klíčová slova:** vodní tok, hydromorfologie, niva, revitalizace vodního toku

## **Abstract**

This diploma thesis focuses on the assessment of two competition proposals of the Suburban Park Soutok on the hydromorphological state of the Berounka River. The assessment used the methodology of the Ministry of the Environment "Water Protection Department Methodology for Hydromorphology Assessment of Interventions in Rivers and Their Floodplains". The methodology was supplemented with an assessment of certain hydromorphological aspects. The resulting assessment of the two design conditions reaches very good hydromorphological states of the stream and the floodplain. The winning proposal achieved a rating of 80.1% of the stream and 85.3% of the floodplain compared to the potential natural condition, while the second-placed proposal achieved a rating of 86.3% of the stream and 84.6% of the floodplain. Appropriate revitalization interventions were then proposed for the Berounka River. The results developed in this work could be beneficial for a specific revitalization proposal on the Berounka River in the context of the establishment of the Suburban Park Soutok.

**Keywords:** watercourse, hydromorphology, floodplain, river restoration

## **Seznam použitých zkratk a symbolů**

CCEAMOBA – Centre for Central European Architecture MOBA studio

ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav

ČUZK – Český úřad zeměměřický a katastrální

DIBAVOD – digitální báze vodohospodářských dat

EEA – [European Environment Agency] Evropská agentura pro životní prostředí

HEIS VÚV TGM – Hydroekologický informační systém, Výzkumný ústav vodohospodářský, T.G. Masaryka

MŽP – Ministerstvo životního prostředí

IPR – Institut pro plánování a rozvoj Prahy

RHS – River Habitat Survey

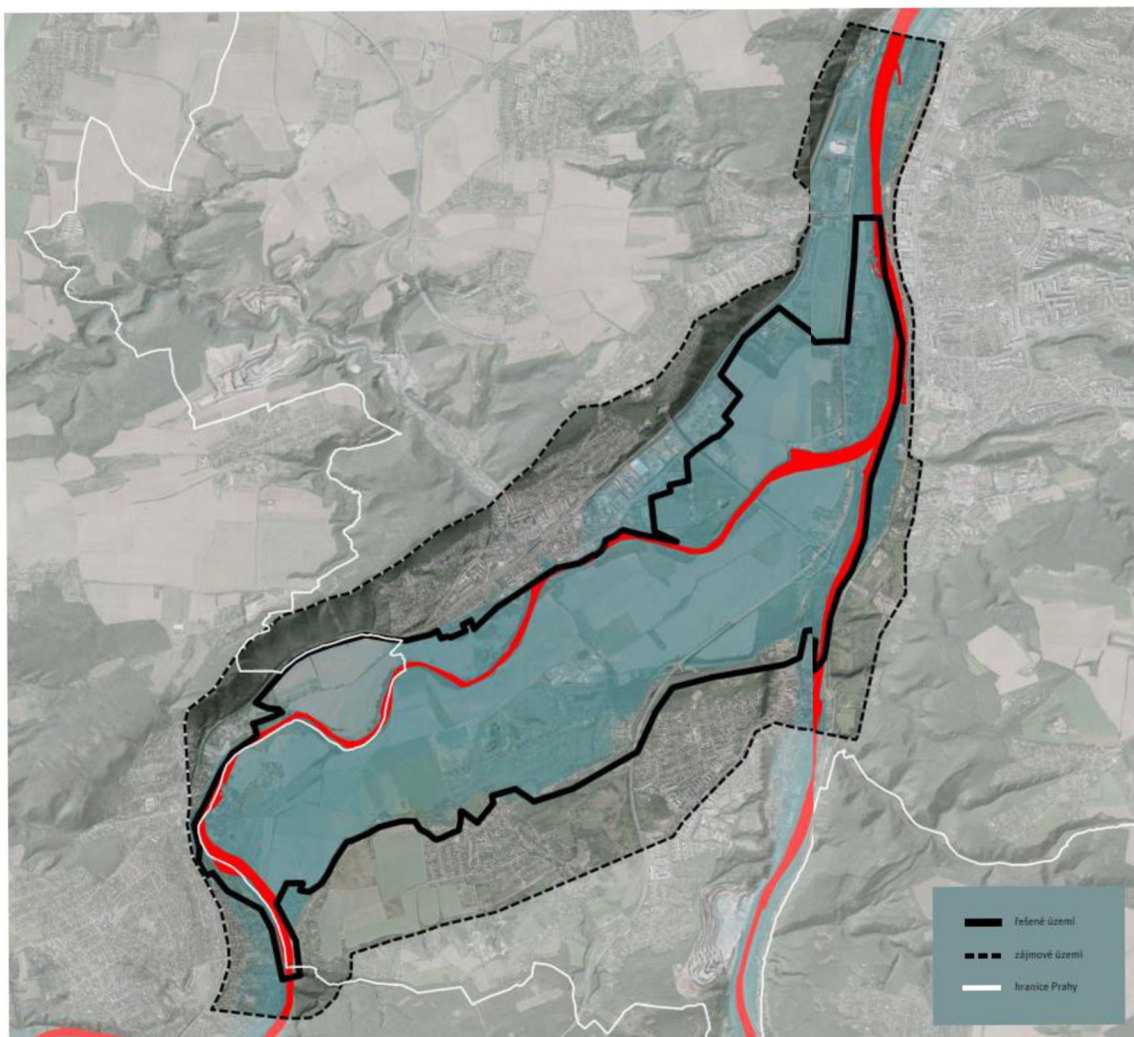


## Obsah

1.	Úvod.....	1
2.	Cíle práce .....	3
3.	Soutěž o návrh Příměstského parku Soutok.....	4
3.1	Průběh soutěže.....	4
3.2	Soutěžní týmy posuzovaných návrhů .....	5
3.3	Lokalita Příměstského parku Soutok.....	6
4.	Hydromorfologie.....	10
4.1	Hydromorfologické procesy .....	10
4.2	Korytotvorné procesy .....	11
4.3	Meandrování.....	13
4.4	Anastomózní větvení.....	13
4.5	Říční konektivita .....	13
4.6	Záplavové oblasti .....	14
4.7	Morfologie koryta .....	14
4.8	Význam dřevní hmoty v korytě .....	16
4.9	Směrnice o vodách .....	17
4.10	Metodiky hydromorfologického monitoringu .....	17
5.	Revitalizační přístupy .....	19
5.1	Revitalizace.....	19
5.2	Právní prameny revitalizace vodních toků .....	19
5.3	Revitalizační opatření.....	20
5.3.1	Obnova přirozených říčních vzorů .....	21
5.3.2	Obnova splaveninového a hydrologické režimu.....	22
5.3.3	Obnovení říční zóny a nivy.....	23
5.3.4	Struktury umístěné do koryta toku .....	23
5.3.5	Přírodě blízká stabilizace břehů .....	25
5.3.6	Potenciál bobřích hrází.....	26
5.4	Příklady revitalizací ve světě.....	26
5.4.1	Řeka Isar, Mnivhovo, Německo .....	27
5.4.2	Revitalizace řeky Skjern .....	27
5.4.3	Revitalizace řeky Iller u Vöhringenu, Německo .....	29

6.	Metodika .....	31
6.1	Posouzení návrhů metodikou MŽP (2008) .....	31
6.1.1	Geomorfologické typy vodních toků.....	32
6.1.2	Hodnotící kritéria stavu vodního toku.....	32
6.1.3	Hodnotící kritéria stavu nivy vodního toku.....	34
6.1.4	Hydromorfologické hodnocení stavu vodního toku a nivy .....	34
6.2	Posouzení vybraných aspektů hydromorfologie .....	35
6.3	Návrh revitalizace .....	35
6.4	Terénní průzkum .....	35
7.	Hodnocení hydromorfologické kvality soutěžních návrhů .....	38
7.1	Hodnocení dle metodiky MŽP (2008) .....	38
7.1.1	Základní údaje .....	38
7.1.2	Vyhodnocení geomorfologického typu .....	38
7.1.3	Vyhodnocení hydromorfologického stavu .....	39
7.1.4	Hydrologický a splaveninový režim.....	41
7.1.5	Morfologie trasy hlavního koryta a nivních ramen .....	41
7.1.6	Morfologie koryta.....	42
7.1.7	Vliv vzduší a ovlivnění migrační prostupnosti .....	42
7.1.8	Výsledné hodnocení toku .....	42
7.1.9	Odklon využití údolní nivy od přírodního stavu .....	43
7.1.10	Ekologické vazby toku a údolní nivy .....	43
7.1.11	Vliv okolní krajiny .....	43
7.1.12	Výsledné hodnocení nivy .....	43
7.1.13	Zhodnotitelnost ukazatelů .....	44
7.2	Posouzení vybraných aspektů .....	44
8.	Návrh revitalizace .....	47
8.1	První příčný profil .....	47
8.2	Druhý příčný profil.....	49
8.3	Třetí příčný profil .....	50
8.4	Čtvrtý příčný profil.....	52
9.	Diskuze.....	54
10.	Závěr .....	56
11.	Přehled literatury a použitých zdrojů .....	57

11.1	Odborná literatura .....	57
11.2	Legislativní zdroje .....	60
11.3	Internetové zdroje .....	60
12.	Seznam příloh .....	63
12.1	Seznam obrázků.....	63
12.2	Seznam tabulek.....	64
12.3	Seznam příloh .....	65
12.4	Seznam použitých obrázků v příloze.....	65
13.	Přílohy .....	67



Obrázek 1: Prácheňský park Soutok (IPR ©2022).

## 1. Úvod

Údolí Berounky, které můžeme zjednodušeně vymezit jako prostor mezi Kazínem, Zbraslaví a Barrandovskými skálami, představuje krajinu, kde se současně nachází řeka, která si zachovala přírodní charakter, a představuje jedny z posledních zbytků říční krajiny v Praze, spolu s velkými zemědělskými plochami, golfovým, hřištěm, logistickými areály a mokřadními a vodními plochami. V případě pokračující nadměrné fragmentace a absencí dlouhodobé koncepce rozvoje hrozí degradace tohoto cenného území skýtající potenciál (IPR ©2023).

*„Hrozí, že dílčí necitlivé zásahy by mohly vést k nevratné devastaci posledních zbytků říční krajiny v Praze. Soutěž, kterou jsme vyhlásili, pomůže tento opomenutý prostor začlenit zpět do života nejen Pražanů“*

řekl pro Pražský deník bývalý náměstek primátora Petr Hlaváček u příležitosti vyhlášení soutěže (Hrabětová 2022).

Údolím Berounky se zabývá již Koncepce pražských břehů, která je koordinačním materiálem hl. m. Prahy pro všechny záměry urbanistického a architektonického plánování, investic, správy, údržby a využití v prostoru řeky (IPR ©2014). Souhrnný pohled na oblast přináší i kniha Fenomén Soutoku: Příběh říční krajiny na soutoku Vltavy a Berounky (Hlaváček et Meduna 2019). Od února roku 2020, dle novely zákona o vnitrozemské plavbě, již není Berounka uváděna v seznamu dopravně využitelných vodních cest (Kovářiková 2019).

Cílem mezinárodní soutěže je vybrat tým zpracovatelů, který dokáže navrhnout budoucí podobu této rozlehlé říční krajiny a definovat její dlouhodobý rozvoj formou příměstského parku (IPR ©2022). Správa formou příměstského parku je komplexní nástroj pro koordinovaný rozvoj oblastí, které jsou na rozhraní města a volné krajiny. Tato místa jsou specifická prolínáním různých druhů využívání území. Správné používání tohoto nástroje umožňuje synergicky rozvíjet nadregionálně významný krajinný, ekologický, rekreační, kulturní a zemědělský potenciál údolí Berounky (IPR ©2014).

Na základě environmentálních cílů Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky (dále Směrnice o vodách) je Česká republika povinná usilovat o dosažení dobrého ekologického stavu vodních toků.

Páteří Příměstského parku Soutok je řeka Berounka. Ta si i přes úpravy zanechala relativně přírodní charakter nabízející cenné biotopy (Pithart et Vaňková 2018). I tak jsou zde určité prostory ke zlepšení, a proto se na základě návrhů počítá s naplánováním revitalizace řeky Berounky (IPR ©2022).

Správně určená revitalizace říčního prostoru dokáže využít skutečného potenciálu území, který je v lokalitě údolí Berounky cenný nejen z ekologického pohledu, ale i kulturního (IPR ©2022).

Diplomová práce srovnává dva soutěžní návrhy o podobě Příměstského parku Soutok. V literární rešerši bude nejprve představena samotná soutěž a dva ze soutěžních návrhů, Uvedena bude také lokalita připravovaného parku, základy hydromorfologie a revitalizační přístupy. Tím budou nastíněna základní teoretická východiska potřebná pro posouzení návrhů a vypracování návrhu revitalizace.

Tato práce volně navazuje na diplomovou práci zpracovanou Ing. Karolínou Břouškovou (2021), při níž vypracovala hydromorfologické hodnocení vodního toku řeky Berounky.

## **2. Cíle práce**

Cílem této práce bylo srovnání dvou architektonických návrhů na Příměstský park Soutok a jich vlivu na hydromorfologický stav řeky Berounky. K posouzení byla použita metodika ministerstva životního prostředí „Metodika ochrany vod, která stanovuje postup hodnocení vlivů opatření na vodních tocích a nivách na hydromorfologický stav vod“. Následně bylo posouzení doplněno o kvalitativní hodnocení vybraných aspektů hydromorfologie.

Dalším cílem bylo vypracovat literární rešerši zaměřenou na základy hydromorfologie a revitalizační přístupy. Na základě vypracované rešerše byly navrženy a představeny revitalizační zásahy na toku. Tato opatření budou formou katalogových listů shrnuta v anglickém jazyce v příloze.

### **3. Soutěž o návrh Příměstského parku Soutok**

Soutěž o návrh na Příměstský park Soutok byla mezinárodní krajinářsko-urbanistická dvoufázová soutěž s cílem nalézt koncepční přístup k řešení příměstského parku v oblasti soutoku řek Berounky a Vltavy. Zadavatelem soutěže byl Institut plánování a rozvoje Praha (IPR Praha) ve spolupráci s organizací CCEA MOBA, z.s. Financování bylo zajištěno ze Státního fondu životního prostředí (SFŽP) a Norských fondů (IPR ©2023).

Cílem soutěže je nejen najít koncepční řešení pro příměstský park v oblasti soutoku řek Berounky a Vltavy, ale také definovat celkový přístup k revitalizaci a rozvoji této oblasti s ohledem na rekreační, sportovní, kulturní, ekologické a zemědělské hodnoty. Koncepce Příměstského parku Soutok, představená v rámci soutěže o návrh, se stane podkladem pro navazující zpracování návrhu guide plánu, návrhu revitalizace krajiny a vybraných dílčích projektů (IPR ©2022).

#### **3.1 Průběh soutěže**

Soutěž byla oficiálně vyhlášena 9. srpna 2022. Oznámení zahájilo proces přijímání žádostí o účast a představilo základní informace o soutěži včetně cílů, požadavků a kritérií hodnocení. Zájemci o účast v soutěži měli termín do 19. září 2022 pro podání svých žádostí. Soutěž probíhala ve dvou fázích, přičemž v první fázi byli na základě předložených žádostí a portfolií vybráni účastníci, kteří postoupili do druhého kola. Druhé kolo bylo zaměřeno na podání konkrétních soutěžních návrhů. Termín pro podání soutěžních návrhů v druhém kole byl stanoven na 2. prosince 2022. Do této fáze bylo vyzváno 6 účastníků, kteří měli za úkol předložit své návrhy na koncepční řešení příměstského parku. Porota složená z odborníků na urbanismus, krajinářskou architekturu a další relevantní obory posoudila předložené návrhy a vybrala vítěze. Výsledky soutěže byly oznámeny 26. dubna 2023. Vítězem soutěže se stal tým složený z architektonických studií EMF, NORMA a PARETO (IPR ©2023).

### 3.2 Soutěžní týmy posuzovaných návrhů

Autorem vítězného návrhu je tým složený z architektonických studií EMF, NORMA a PARETO. Porota soutěže se jednomyslně shodla, že tento návrh je nejlepší v celé soutěži, označila ho jako inspirativní, vizionářský, ale zároveň i pragmatický. Dle slov poroty návrh nabízí velmi jasnou strategii na mnoha úrovních. Master plan je detailní, odpovědný a pečlivě zpracovaný, zahrnuje další regionální aspekty. Jedná se o kompletní „partituru“, která ukazuje, jak postupně realizovat změny (CCEAMOBBA ©2023). V této práci bude dále odkazováno na tento soutěžní návrh jako na „vítězný návrh“.



*Náš návrh oživuje to, co bylo v minulosti opuštěno – rozmanité naplaveniny, rozsáhlou kulturní krajinu a dokonce košíkářství – a kombinuje to s moderní architekturou, urbanismem a protipovodňovým managementem, který by mohl pomoci zmírnit budoucí velké povodně mířící do Prahy. Výsledná krajina bude ekologicky*

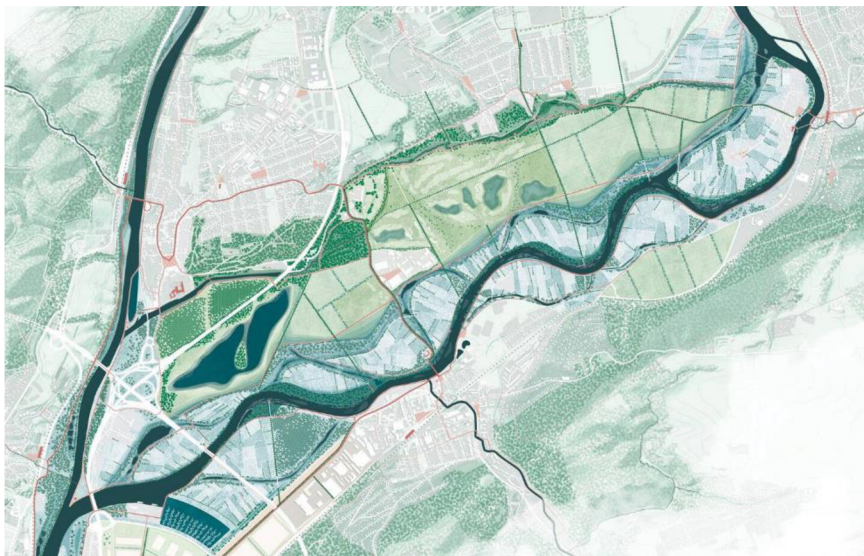
*hodnotnější než ta současná. Přivítá četné návštěvníky i místní obyvatele – a nejen lidi, ale i ryby, obojživelníky, ptáky, hmyz, vydry a další.*

Obrázek 2: Soutěžní návrh architektonických studií EMF, NORMA a PARETO (CCEAMOBBA ©2023).

Druhé místo získal tým pod vedením architektonických studií Bureau B+B & gogolák+grasse. Tento tým se skládal mimo jiné z lidí, kteří byli autory analýz a průzkumů předcházejících vyhlášení soutěže o návrh, a tak byli velmi dobře obeznámeni s lokalitou Soutoku. Architektonická kancelář gogolák + grasse vypracovala *Generel prostupnosti území Příměstského parku Soutok*, Ing. Martin Sucharda jako spoluautor *Studie revitalizace Berounky a nové vodní útvary* a fytoecolog RNDr. Jiří Sádlo, člen autorského týmu knihy *Fenomén Soutoku* (IPR ©2022; Hlaváček et Meduna 2019). Porota kladně hodnotila dobré porozumění dané oblasti se silným prostorovým uspořádáním a menším zastoupením zpevněných



„tvrdých“ elementů. Naopak návrhu vytkla především patrný nesoulad mezi přístupy ekologů a krajinářských architektů (CCEAMOBA ©2023). V této práci bude dále odkazováno na tento soutěžní návrh jako na „druhý návrh“.



*Soutok  
Krajin není jenom  
místem, kde se  
potkává Vltava  
s Berouňkou. Je to  
místo, které  
spojuje Prahu, její  
jednotlivé části a  
její okolí krajinou,  
vztahy, historií i  
budoucností. Je to  
místo pro  
současné i  
budoucí hodnoty  
přírody. Je to  
místo pro rozliv*

*vod, které krajinu i vztahy chrání, vstřebává a rozvíjí. Místo pro udržitelnou budoucnost, která  
spojuje lidi, zvířata, rostliny a užití našeho prostředí. Musíme obrátit náš pohled na jeho  
budoucnost jako na Soutok krajin.*

Obrázek 3: Soutěžní návrh architektonických studií Bureau B+B & gogolák+grasse (CCEAMOBA ©2023).

Druhého soutěžního kola se zúčastnily další dva týmy. Autory byli 4ct/Sendler/CIVITAD/ NEUHÄUSL HUNAL a Mandaworks, u nichž však porota shledala určité nedostatky (CCEAMOBA 2023).

### **3.3 Lokalita Příměstského parku Soutok**

Řešené území soutoku Berounky a Vltavy v Praze je z většiny tvořeno záplavovým územím bez možnosti běžného stavebního rozvoje. Má tak velkou příležitost pro rozvoj příměstské rekreace, udržitelného zemědělství a přírodně vysoce hodnotné říční krajiny. Řešené území je rozděleno mezi pět městských částí hlavního města Prahy a středočeské město Černošice (IPR ©2022).

Příměstský park Soutok se nachází v široké nivě při soutoku dvou v kontextu České republiky velkých řek. Lokalita Příměstského parku Soutok má charakter nížinné meandrující řeky v širší nivě, kde geomorfologický říční vzor meandrování

některými prvky přechází do anastomózního větvení (Sucharda et al. 2018). Typické způsoby hospodaření využívající nivní prostředí jako je zemědělství nebo těžba štěrkových náplavů. V oblasti proti toku řeky Berounky se nacházejí plošiny v zahliněných píscích a nad nimi výrazná vápencová údolí (Culek 2005). Odtud se do koryta řeky uvolňuje především jemnozrný materiál, jako jsou hlíny, písky a štěrky s malým podílem hrubozrného štěrku a balvanů. Dalším zdrojem štěrku jsou drobné přítoky tekoucí z masivu Hřebenů a další přítoky v úseku kaňonu Českého krasu. Splaveninový režim řeky Berounky je charakteru nížinné řeky s jemnozrnými sedimenty. Berounka nad soutokem s Vltavou se nachází v transportní, místy až transportně-akumulační zóně s vyrovnaným přísunem a odnosem sedimentů (Sucharda et al. 2018).

Celkově lze odhadnout podíl zpevněných břehů v dotčeném území na 40 %, na výrazné části postrádá tok funkční biotopovou vazbu na okolní nivu, jako například mokřadní vegetace či lužní les (Koptík et al. 2017). V některých úsecích podléhá opevnění částečné renaturalizaci (Pithart et Vaňková 2018).

I přes částečnou regulaci si Berounka z hlediska geomorfologie zachovala relativně přírodní charakter a dobrý ekologický stav. V úseku Černošický jez – Radotín se střídají proudné úseky s tišinami, v meandrech se vyskytuje různorodé proudění. Níže po proudu, v důsledku jezu na Vltavě ve Velké Chuchli dochází k hydrostatickému vzduť, a tedy i k omezení přirozených procesů v říčním ekosystému. V meandrech mezi Černošicemi a Radotínem stále probíhají erozní a akumulační procesy, které vedou k vytváření cenných štěrkových náplavů a ostrovů s vysokou biologickou a krajinářskou hodnotou (Pithart et Vaňková 2018).

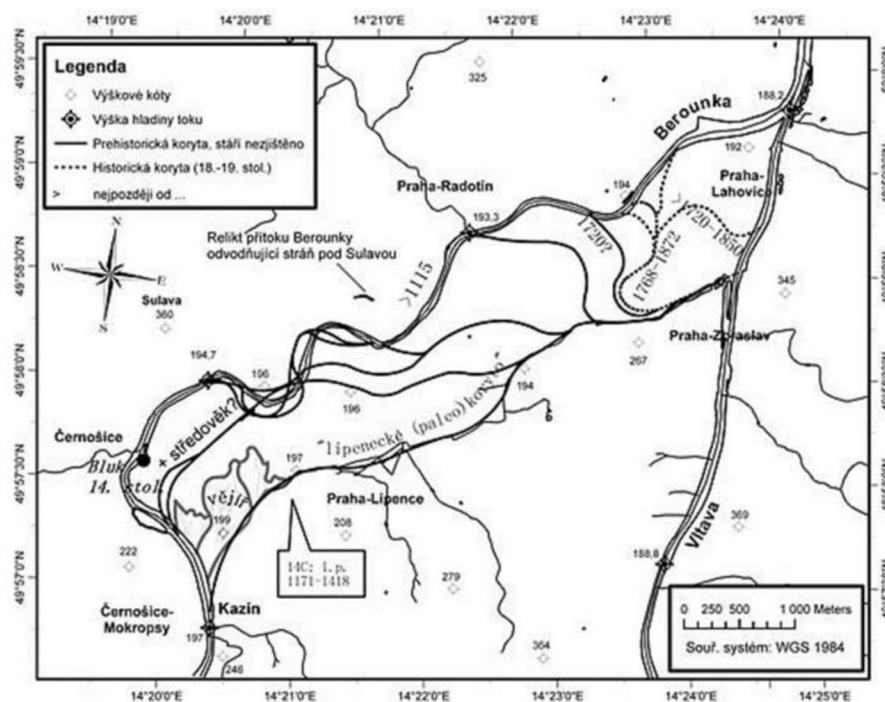
Během povodní se koryta Vltavy a zejména Berounky v dané oblasti rozlévají a zatápí téměř celou plochu nivy již při průtocích odpovídajících pětileté vodě (Pithart et Vaňková 2018).

V daném území byl zaznamenán výskyt 55 zvláště chráněných druhů, z toho jeden druh rostliny, pět druhů bezobratlých a 49 druhů obratlovců. Mezi nejvýznamnější recentně pozorované druhy v území patří užovka podplamatá, ledňáček říční a bobr evropský (Koptík et al. 2017).

Berounka je dle Koncepce zprůchodnění říční sítě ČR od MŽP zařazena do kategorie nadregionálních prioritních biokoridorů, kde by mělo mít řešení migrační

průchodnosti vysokou prioritu. Berounka je také zařazena mezi toky, které budou využívány pro vysazování úhoře říčního, který má potřebu vykonávat dálkové migrace až do mořského prostředí (MŽP ©2020).

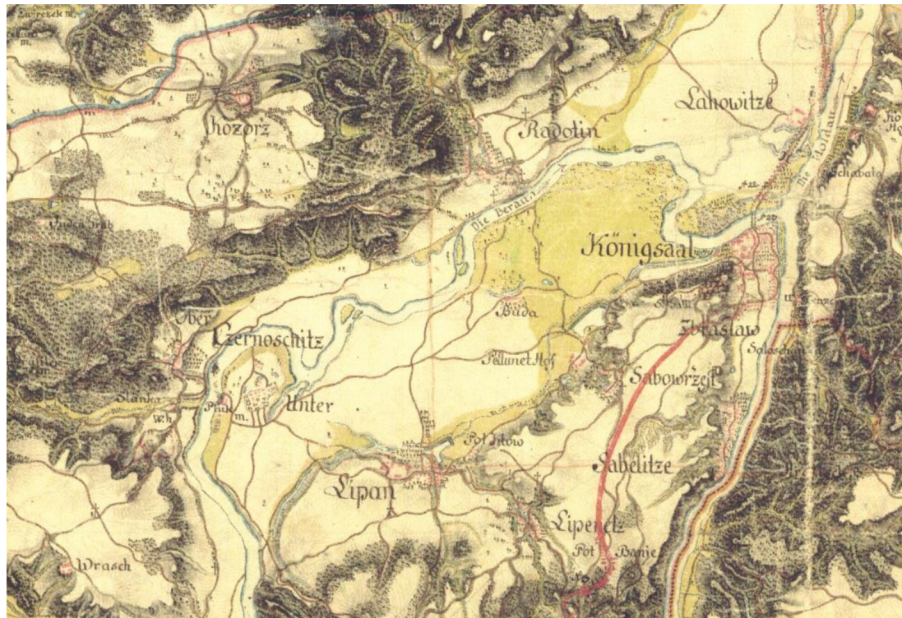
Koryto řeky Berounky ve svém vývoji postupně měnilo svoji trasu (viz obr. 4). Historický vývoj trasy koryta Berounky rekonstruoval Stehlík (2006) ve své diplomové práci. Poslední významná změna trasy hlavního koryta byla po povodních v roce 1829, kdy se dříve hlavní koryto, protékající přes Zbraslav, stalo vedlejším. V průběhu dalších let byl zde přerušen průtok a odstavené rameno z velké části zazemněno (Pithart et Vaňková 2018).



Obrázek 4. Historické změny koryta Berounky (Stehlík 2016).

Původní trasa skrze Zbraslav lze vidět i na historické mapě z I. Vojenského (josefského) mapování (1764-1768) (viz obr. 5). Dále jsou na mapě viditelné ostrovy na Berounce, nejspíše stabilizované vegetací.

Dle historických map jsou v nivě dále rozpoznatelné četné částečně zatemněná, mělká ramena, zarostlá dřevinou vegetací, umožňující periodický průtok (Sucharda et al. 2018).



Obrázek 5: I. Vojenské (josefské) mapování (1764–1768) (URL 1).

## 4. Hydromorfologie

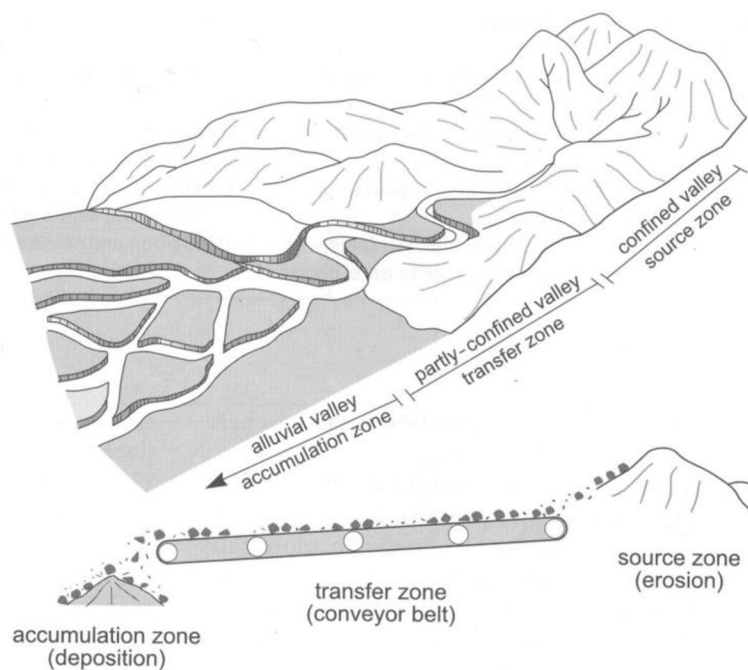
Hydromorfologie je obor, který se zabývá studiem tvaru, struktury a dynamiky říčních koryt a jejich vztahem k vodnímu toku. (Galia 2017). Vogel (2011) popisuje hydromorfologii jako podobor hydrologie, který se stejně jako geomorfologie zabývá vývojem a tvarem vodou vytvořených útvarů na Zemi, způsobených jak přírodními, tak antropogenními vlivy.

Příznivý stav vodního toku z hlediska morfologického je základem pro příznivý stav po stránce biologické (Just 2016). Toto potvrzuje také Cílek et Ložek (2000) shrnutím, že „geodiverzita je jednou z podmínek biodiverzity“. Zajištění dobrého ekologického stavu vod spočívá v dosažení kvalitní abiotické složky ekosystémů, sestávající z čistoty vody a struktury habitatů, určenou dynamikou procesů tvorby koryta. Biotická složka následně slouží jako ukazatel obnovy a kvality přirozených prostředí (Šindlar 2012).

### 4.1 Hydromorfologické procesy

K hlavním určujícím faktorům pro říční systém je tvar a sklon údolí. Na rozdíl od sklonu říčního dna, který lze upravit změnami v korytě, sklon údolí je konstantní a společně s objemem vody určuje energetický potenciál toku. Tento sklon údolí má výrazný dopad na průběh říčního koryta a způsob, jakým je energie v toku využívána, což ovlivňuje vzor, který řeka v krajině vytváří (Just et al. 2020). Kondolf (1994) rozlišuje tři vzory údolí, nacházející se v erozní, transportní, či akumulární zóně:

- Uzavřené údolí na horním toku s výrazným sklonem. Dochází zde k hloubkové erozi a odnosu sedimentů.
- Částečně uzavřené údolí s mírnějším sklonem na středním toku. Převládá zde transportní proces splavenin.
- Aluviální údolí, které je dostatečně široké, že nechává řeku se plně vyvíjet. Niva se skládá z jemnějších sedimentů. Kvůli častější akumulaci splavenin řeka teče ve vlastních nánosech.



Obrázek 6: Erozní, transportní a akumulární zóna (Kondolf 1994).

#### 4.2 Korytotvorné procesy

Korytotvorné procesy jsou určovány především splaveninovým režimem, tedy vznikem, transportem a akumulací splavenin. Vodní toky mají tendenci se dostat do stavu tzv. dynamické rovnováhy, stavu, kdy se kinetická energie proudící vody vyrovná energii odporu prostředí. Přírodě blízké koryto toku se v podmínkách dynamické rovnováhy neustále vyvíjí. Proudící energie je spotřebována především na erozi a transport splavenin, odpor vegetace v nivě nebo akumulaci plaveného dřeva (Šindlar 2012; Fryirs et Brierley 2013; Just et al. 2020). Korytotvorný proces je důležitá součást morfologického vývoje koryta. Zajišťuje přítomnost ekologicky významných struktur dna a břehů, jako jsou šterkové lavice, jesevy nebo erodované pasáže břehů (Just et al. 2020).

Vodní tok, který byl o splaveniny nějakým způsobem ochuzen, se je snaží získávat zpátky. To může v některých případech znamenat nežádoucí erozní vývoj koryta (Just 2016). Jedná se pak o efekt známý jako „hladová voda“ (Galia et al 2017).

Dalším klíčovým pojmem v hydromorfologii je korytotvorný průtok. Jedná se o průtok natolik dominantní, a tak častý, že má zásadní vliv na tvarování říčního koryta (Galia 2017).

V kontextu České republiky lze uvést, že proces tvorby meandrů je spojen

s korytotvorným průtokem  $Q_{30d}$  (tedy takovým průtokem, kdy korytem proteče více jen 30 dní v roce), jehož velikost s rostoucí energií toku přechází až k procesu formování anastomózních koryt, kde byla identifikována jeho hodnota blízká průtoku  $Q_2$ . Periodicity těchto průtoků jsou odvozeny na základě hydrologických podmínek v České republice (Šindlar 2012).

Šindlar (2012) popisuje typy říčního vzoru v závislosti na splaveninový režim a korytotvorné procesy následovně:

1. **Oblast erozních procesů**, vodní toky s nepravidelnou trasou a přímými úseky, střídání peřejí a tůní v závislosti na šířce a podélném sklonu koryta:

- DE (deep erosion) – hloubková eroze

2. **Oblast transportních procesů**, vodní toky vinoucí se až meandrující, větvení do nivních koryt, střídání brodů a tůní v závislosti na vinutí koryta:

- BR (braided) – divočení soustavy vinoucích se koryt
- GB (gravel branching) – větvení šterkonosného nebo písčitého vinoucího se koryta
- AB (anastomotic branching) – anastomózní větvení vinoucího se až meandrujícího koryta

3. **Oblast akumulčních procesů**, meandrující vodní toky a delty, vytváření

odstavených ramen, střídání brodů a tůní:

- MD (meander) – plně vyvinuté meandrování
- DL (delta) – větvení toku v deltě

4. **Oblast erozně – akumulčních procesů s vysokou dynamikou vývoje**, tj. narušení stavu dynamické rovnováhy:

- AE (accelerated erosion) – akcelerovaná eroze
- Subtypy AE (incompleted development) nedokončeného vývoje akcelerované eroze do stavu dynamické rovnováhy

Při projektování revitalizací vodních toků je klíčové použití výsledných geomorfologických typů korytotvorných procesů. Nerespektování přirozených procesů ve vodních tocích při plánování jejich revitalizace může vést k riziku akcelerované eroze a následné extrémní akumulace nánosů (Šindlar 2012).

### **4.3 Meandrování**

Typickým znakem pro říční vzor meandrování je samostatné meandrující koryto vinoucí se kolem údolnice. Klíčovým procesem formování koryta je jeho laterální migrace, vedoucí k postupnému prohlubování meandrů skrze boční erozi až do protřžení meandrové šíje a vytvoření mrtvého ramena (Šindlar 2012, Fryirs et Brierley 2013). Vlivem spirálovitého proudění dochází k usazování splavenin na vnitřním (konvexním) oblouku a k erozi vnějšího (konkávního) břehu (Galia 2017).

### **4.4 Anastomózní větvení**

Anastomózní větvení řek je geomorfologický vzor koryta, který se typicky vyskytuje v širokých nivách. Charakterizuje ho přítomnost jednoho nebo více hlavních koryt spolu s několika vedlejšími, vytvářejících síť ramen a ostrovů stabilizovaných vegetací (Šindlar 2012). Tento typ koryta se vyvíjí především díky postupné boční erozi břehů, což vede k rozšiřování a větvení koryta. Je spojen s vyšším ukládáním splavenin nežli říční typ meandrování. Při změnách v přísunu splavenin nebo dřevní hmoty může dojít k přechodu do jiných morfologických typů, například k meandrování (Sucharda et al 2018). Při nízkých průtocích se usazují jemnozrnné sedimenty částečně vyplňující vymleté tůně. Při zvýšených průtocích přesahující břehové hrany proud vody vytvarovává jemnozrnné geomorfologické jednotky uvnitř koryta. Břehy koryta této řeky se splaveninami bývají bočně stabilní, protože jsou tvořeny jemnozrnnými soudržnými sedimenty (Fryirs et Brierley 2013).

### **4.5 Říční konektivita**

Konektivita povodí a jejich biotopů má zásadní význam pro zachování toku vody, sedimentů, organických látek, živin a pro migraci a pohyb ryb a dalších živočichů. Existují tři hlavní typy konektivity. Podélná konektivita se vztahuje na propojení mezi horním a dolním tokem, zatímco boční (laterální) konektivita se obvykle vztahuje na propojení řeky s nivou a břehovou zónou. Vertikální konektivita je často považována za spojení s hyporheickou zónou a podpovrchovou oblastí, ale zahrnuje také zařezávání koryt, které může mít zásadní vliv na laterální spojení (Roni et Beechie 2013). Říční krajina tedy zahrnuje nejen samotné aktivní koryto, ale také záplavovou oblast ve spojení s břehovými porosty, které jsou úzce



propojeny s geomorfologickými a ekologickými procesy v korytě řeky (Tolkkinen et al. 2020).

#### **4.6 Záplavové oblasti**

Přirozené záplavové oblasti ztělesňují vazby mezi suchozemskými a vodními ekosystémy a zahrnují kromě suchozemských biotopů včetně dočasných mokřadů v lužních lesích a lužních pastvinách také rozmanité sladkovodní ekosystémy, jako jsou trvale tekoucí a dočasné kanály, pramenné potoky a přítoky (EEA ©2016). Pravidelné zaplavování záplavových oblastí je přirozeným a důležitým jevem, který spojuje krajinu. Tyto disturbance vytvářejí v krajině záplavového území velmi heterogenní a proměnlivou mozaiku stanovišť (Ward et al. 1999). Obzvláště u nížinných řek má zaplavování záplavových území stejnou důležitost jako hydraulické procesy formující dynamiku toků. Různé druhy ryb, ptáků a obojživelníků si přizpůsobily své životní cykly k pravidelným záplavám a ke spolehlivosti zaplavování těchto oblastí (Brierley et Fryirs 2008).

Vegetační pokryv, zejména role kořenových sítí, zpevňuje břehové materiály, a tím zvyšuje odolnost proti erozi. Za předpokladu shodných podmínek může u břehů, které nejsou porostlé vegetací, je pravděpodobnost výrazné eroze pětkrát vyšší než u břehů porostlých vegetací (Fryirs et Brierley 2013).

#### **4.7 Morfologie koryta**

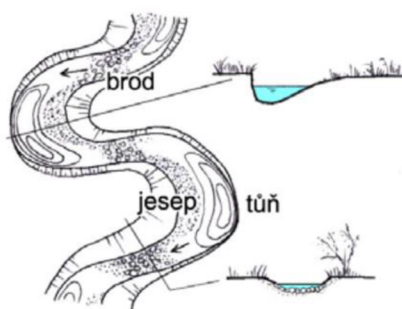
Prostor stanovišť v toku je definován heterogenitou a prostorovým uspořádáním geomorfologických a hydraulických útvarů a průtokovými podmínkami (množství, čas, frekvence a variabilita průtoků), které udržují a modifikují říční strukturu (Brierley et Fryirs 2008).

Geomorfologicky působící průtoky modifikují typ a strukturu geomorfologických a hydraulických jednotek, čímž potencionálně mění dostupnost, strukturu a propojenost vodních biotopů (Brierley et Fryirs 2008). Poměr šířky a hloubky koryta je nejvyšší v nekonsolidovaných sypkých sedimentech, jaké se vyskytují obvykle v divočicích řekách. Soudržné, jemnozrné sedimenty vytvářejí koryta s nízkým poměrem šířky a hloubky, například v anastomózních řekách. Střední tvary a velikosti vznikají ve smíšených řekách se složenými břehy, které mají podél

koryta písek nebo štěrk, jako je tomu například u některých meandrujících řek (Friyrs et Brierley 2013).

Rozdílné soustavy tvarů terénu představují řadu stanovišť, která mohou být důležitá v různých životních stádiích pro různé organismy. Různé geomorfologické jednotky například slouží jako místa pro krmení (tůně), odpočinek nebo zadržování/úkryt (tůně, stojaté vody) a tření (štěrkové lavice) (Brierley et Fryirs 2008).

Při konkávním oblouku vlivem větší energie proudící vody vzniká příkrý abrazní břeh. Abrazní břeh je v České republice velice cenný habitat, který poskytuje hnízdní možnosti pro chráněné ptáky. V České republice jimi jsou ledňáček říční (*alcedo atthis*), vlha pestrá (*merops apiaster*) nebo břehule říční (*riparia riparia*) (Čech et Čech 2023). Větší vymílací energií vznikají při konkávním břehu tůně. Ty poskytují úkryt pro vodní organismy i ve velmi suchém období (Just 2003). Na druhé straně koryta, při konvexním oblouku vzniká mírně sklonitý vnitřní břeh, při němž se ukládají splaveniny, tzv. jeseň. V přechodu mezi oblouky je obvyklé místo brodu. Je charakteristický rychle proudící vodou po hrubším materiálu (Just 2005).



Obrázek 7: Základní prvky meandrujícího vodního toku (Just 2005).

Štěrkové náplavy představují dynamické a rozmanité biotopy, jejichž existence je závislá na pravidelných záplavách (Koptík et al 2017). Zvýšené průtoky jsou schopny svojí energií aktivně přeplavovat štěrkové lavice a udržovat vegetaci v různých sukcesních stádiích, na něž jsou vázány specializované a často vzácné druhy rostlin (Galia 2017). Vzhledem k antropogenním činnostem jako jsou osidlování nivy, regulace toků, těžba štěrku a stavba jezů a přehrad ovšem zapříčinily jejich vymizení a v České republice štěrkové ostrovy patří mezi vzácné a ohrožené biotopy (Koptík et al 2017). Štěrkové lavice se vyskytují zejména v místech, kde se silný průtok náhle zpomalí, a umožní tak sedimentaci částic uvolněných erozí z horního

toku, nebo transformací koryta (Richards et al. 2002). Jsou typickým prvkem niv divočích podhorských řek. Mohou se však vytvářet i v klidnějších tocích se stabilním korytem. Zvláště významnými jsou pro bezobratlé štěrkové náplavy bez vegetace. Blízké mělčiny jsou významné jsou i blízké mělčiny, a to především pro juvenilní stadia ryb (Chytrý et al. 2010).

Na Berounce se štěrkové náplavy vyskytují roztroušeně mezi černošickým jezem a Radotínem. Od poslední povodně již náplavy z velké části zarostly hustou poloruderální vegetací. Rychlost sukcese pozitivně ovlivňuje poměrně vysoký obsah hlinité složky v sedimentu (Koptík et al. 2017).

Okolo hrubších splavenin, které byly stabilizovány vegetací se vytváří ostrovy, které vyvolávají další sedimentaci splavenin, i menšího diametru (Fryirs et Brierley 2013).

Významné jsou také tůň v nivě, vytvořené odstavením bývalých říčních ramen. Bývají spojené terénními sníženinami, značící původní trasu koryta (Fryirs et Brierley 2013). Tato tzv. oxbow jezera mají značný biologický význam jakožto biotop řady bezobratlých živočichů, ale také ohrožených obratlovců, zejména obojživelníků (Koptík et al. 2017).

#### **4.8 Význam dřevní hmoty v korytě**

Dřevo je dodáváno do řek místním podřezáváním břehů, nebo je přinášeno z horního toku (Galia et al. 2024). Obvykle se dřevo orientuje ve směru toku, což snižuje riziko jeho zablokování a zároveň podporuje růst vegetace na březích a chrání břehy před erozí. Říční dřevo může být rovněž zapracováno do struktury dna koryta, čímž se zvyšuje jeho odolnost (Fryiers et Brierley 2013).

Dřevní hmota hraje v korytech potoků a řek zásadní roli. V závislosti na uspořádání toku a velikosti plaveného dřeva mohou vznikat různé struktury nebo překážky. Stabilní velké kusy dřeva spojené do velkých dřevěných zátarasů ovlivňují hydraulické procesy, což vede ke zrychlené erozi, akreci nebo třídění sedimentů a vytváření rozmanitých stanovišť (Fryiers et Brierley 2013; Abbe et Montgomery 1996). Dřevo tak vytváří na straně proti proudu tůň, na odvrácené straně naopak podporuje usazování splavenin, v širokých nivách až vznik ostrovů (Roni et al. 2014).

Opětovné obrůstání dřevní hmoty usazené během povodní ovlivňuje

morfodynamiku meandrů. Tento proces vede ke zvýšené heterogenitě meandrů vznikajícími vyvýšeninami a sníženinami podél konvexních břehů meandrových oblouků (Zen et al. 2017).

#### **4.9 Směrnice o vodách**

Mezi environmentální cíle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky (Směrnice o vodách) patří dosažení dobrého ekologického stavu vodních útvarů (případně dobrého potenciálu útvarů silně ovlivněných a umělých) do roku 2015 (HEIS VÚV TGM, ©2024). Aktuálně je cílem rámcové směrnice o vodách vrátit 60 % evropských řek do roku 2027 do „dobrého ekologického stavu“ (EEA ©2012).

Ekologický stav útvarů povrchových vod se dle Směrnice hodnotí porovnáním současného stavu s blízkými přírodními nebo referenčními podmínkami. Ekologický stav útvaru určuje jeho nejhůře hodnocená složka kvality. Hodnoceny jsou biologické, hydromorfologické a chemické a fyzikální složky kvality. Mezi hydromorfologické složky patří hydrologický režim, kontinuita toku a morfologické podmínky. Dobrého hydromorfologického stavu řeka dosáhne, pokud dle směrnice o vodách „Hodnoty biologických kvalitativních složek daného typu útvaru povrchové vody vykazují mírnou úroveň narušení vzniklého lidskou činností, avšak od těch, které se obvykle vyskytují u tohoto typu vodního útvaru v nenarušených podmínkách, se odlišují pouze málo.“

Hydrologický stav nám tedy říká, jak moc je vodní tok vzdálen od svého přirozeného geomorfologického vzoru, a tedy nakolik je ovlivněn činností člověka (Galia 2017).

#### **4.10 Metodiky hydromorfologického monitoringu**

Významnou metodikou pro hodnocení hydromorfologických prvků kvality vody je River Habitat Survey (RHS), která byla mimo jiné použita při práci Evropského výboru pro normalizaci na vývoji normy pro hodnocení stupně hydromorfologické přeměny řek. Metodika se zaměřuje na detailní sběr dat o morfologii řeky, vegetaci a antropogenních vlivech podél vybraných úseků řek. Tato metoda umožňuje efektivní porovnávání a hodnocení změn v čase, podporuje řízení

vodních toků a plánování jejich ochrany či revitalizace s ohledem na udržitelný rozvoj a biodiverzitu. RHS je široce uznávána a používána ve vodohospodářské praxi a výzkumu po celém světě. Metodika postupuje sbíráním bodů jak za antropogenní úpravy, tak i za rozmanitost proudění, vegetací břehů apod. Vyhodnocení vzniká výsledným bodováním na stupnici pro Habitat modification score a Habitat quality assessment (Environment Agency ©2022).

Metodikou Agentury pro ochranu přírody a krajiny je Metodika pro hodnocení hydromorfologie na referenčních lokalitách v rámci monitoringu ekologického stavu tekoucích vod podle rámcové směrnice o vodách (WFD 2000/60/ ES). Jedná se o metodiku odvozenou z LAWA-FS (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser – field survey), národního standardu pro Německo. Metodika postupuje zaznamenáváním do formuláře na základě terénního průzkumu a porovnávání současného a referenčního stavu. (Gellert et al. 2014; Demek et al. 2007).

Aktuálně jednou z nejvyužívanějších metodik hydromorfologického stavu v České republice je Metodika HEM 2014. Aktuální podoba metodiky vychází z předcházející verze metodiky hydroekologického monitoringu (HEM) z roku 2007, přičemž zachovává zpětnou kompatibilitu hodnocení. Ukazatele jsou hodnoceny na škále 1 až 5. Referenční podmínky jsou stanoveny jako „expertní odhad“. Metodika HEM 2014 představuje nový a původní metodický postup pro monitoring, respektující základní východiska daná požadavky legislativy ČR i EU, kompatibilitu s dosavadními hodnotícími přístupy i hlediska praktické aplikovatelnosti při rutinní aplikaci (Langhammer 2014).

Poslední ze zmíněných metodik je Metodika odboru ochrany vod, která stanovuje postup hodnocení vlivů opatření na vodních tocích a nivách na hydromorfologický stav vod. Jedná se o multikriteriální analýzu, jejíž výsledkem je hydromorfologická kvalita toku a nivy. Metodika vychází z principu srovnání potenciálního přirozeného stavu (srovnávacího nulového stavu) se současným stavem. Srovnávací stav je určen geomorfologickou analýzou toku a přilehlé nivy. Pro praktické použití byl na základě metodiky firmou Šindlar s.r.o. vytvořen online software fluvialmorphology.cz (MŽP ©2008, Fluvial Morphology ©2024).

## **5. Revitalizační přístupy**

### **5.1 Revitalizace**

Revitalizace vodních toků je proces nápravy nevhodně provedených úprav směrem k přírodě blízkému stavu (Just 2003).

Obecně se jedná o cíle ke zlepšení hydrologických, morfologických či ekologických procesů (Wohl et al. 2005). Revitalizace vodních toků má širokou škálu přínosů, jak pro vodní ekosystémy, tak pro společnost. Například revitalizace přispívá k navrácení potokům jejich přirozeného charakteru, čímž se zpomaluje proudění vody, zvyšuje se její kvalita a zlepšují se podmínky pro život vodních organismů. Tato opatření také podporují samočisticí schopnost vodních toků, což má pozitivní dopad na celé povodí (Kováříková 2023).

Dalším důležitým aspektem je, že revitalizace může zahrnovat zásady managementu, jako je ochrana dochovaného stavu vodních toků před zhoršováním a důsledná ochrana úseků, které se dochovaly v přírodním nebo přírodě blízkém stavu. Tato opatření nejenže přispívají k ochraně a obnově biodiverzity, ale také hrají klíčovou roli v adaptaci na klimatickou změnu (Just 2009).

Vývoj revitalizačních opatření se od minulého tisíciletí výrazně posunul. Zatímco před rokem 2000 dle Justa (2020) docházelo povětšinou jen k neúčinným zkrášlováním kanálů přepadovými stupni, pokročily revitalizace vodních toků přes uznání vinutí koryta, ztráty opevnění, proměnlivosti šířek koryta a hloubkovým členěním až po akumulaci říčního dřeva, které bylo dříve bráno pouze jako ohrožení (Just 2020).

Zatímco proces revitalizace obnáší určitý stupeň aktivní správy, renaturace nechávají vodní toky se vyvíjet samostatně, jsou ovlivňovány přirozenými procesy bez zásahu člověka. V důsledku tohoto procesu dochází k postupnému rozkladu umělých úprav a k obnovení původních biologických a morfologických charakteristik vodního toku (Just 2009).

### **5.2 Právní prameny revitalizace vodních toků**

Klíčovým legislativním dokumentem, upravujícím nejen téma revitalizací a navrácení vodních toků do přírodního nebo přírodě blízkého stavu je směrnice

2000/60/ES, známá jako Rámcová směrnice o vodě (více na str. 17).

Stěžejním vnitrostátním pramenem práva v oblasti vodní politiky je zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) definující základní vodní útvary, ochranu vodních zdrojů, správu vodních toků, principy využívání vod a další.

Všechny vodní toky v České republice jsou významnými krajinnými prvky. Vztahuje se tak na ně i zákon o ochraně přírody a krajiny, zákon č. 114/1992 Sb.

Dalším významným pramenem práva je samotná Ústava České republiky, kde v čl. 7 ústavního zákona č. 1/1993 Sb. je uvedeno, že stát dbá o šetrné využívání přírodních zdrojů a ochranu přírodního bohatství.

### **5.3 Revitalizační opatření**

Výběr vhodné techniky revitalizace vyžaduje jasné cíle obnovy s konkrétními záměry, porozumění narušených procesů a požadovaným podmínkám stanovišť a pochopení, které techniky obnovy mohou těchto cílů dosáhnout (Roni et Beechie 2013). Důležitá je také lokalita prováděné revitalizace. Revitalizace provedená v extravilánu se liší od té v intravilánu obcí, kde je bezpečnost lidí na prvním místě a například pravidelné rozlivy vody jsou zde potlačovány. Z tohoto důvodu jsou v urbanizovaném prostředí jakékoliv zásahy snižující kapacitu koryta třeba vyhodnotit hydrotechnickým posouzením (Just et al. 2020).

Cílem revitalizace ve volné přírodě je vrátit vodní tok co nejvíce k jeho přirozenému stavu a funkci. Toto úsilí zahrnuje napodobení původního hydromorfologického vzorce toku, obnovu přirozeného průtoku a režimu rozlivů, přirozeného režimu transportu sedimentů, a umožnění přirozené dynamiky a změn v korytě toku (Just et al. 2020).

Náprava pouze jedné oblasti nestačí. Pokud je za cíl co největší zpřirodnění určitého úseku, je nutná revitalizace celého povodí. Vodní tok je komplexní systém. Málomateré revitalizační opatření má tak dopad jen na jeden konkrétní aspekt hydromorfologie toku (Roni et Beechie 2013).

### 5.3.1 Obnova přirozených říčních vzorů

Obnova přirozených říčních vzorů zahrnuje postupy, které významně mění tvar koryta, profil a geometrii příčného řezu jako prostředek obnovy vodních stanovišť. Zahrnuje úpravy od úplné rekonstrukce koryta až po úpravy menšího rozsahu, které způsobují postupné změny tvaru koryta (Cramer 2012).

Při obnově rozměrů a tvarů koryta se musí udržet úprava podle přírodního stavu geomorfologického vzoru toku a podmínek prostředí, jinak hrozí, že tok nedosáhne dynamické stability a bude se dále nepříhodně vyvíjet (Fryiers et Brierley 2013). Metody zjištění přirozených geometrických rozměrů koryta jsou různé. V ideálním případě se lze inspirovat neupravenou, přírodní částí toho samého toku, obnovením parametrů dle historických pramenů, či srovnáním s jiným přírodním tokem se shodnými podmínkami (Kristensen et al. 2014).

V České republice se nejčastěji jedná o revitalizaci dříve technicky upraveného, narovnaného, původně meandrujícího toku (Just et al. 2020). Cílem rozmeandrování koryt je především:

- obnovit přirozenou sinusoidu a meandry toků, které byly napřimeny vlivem lidské činnosti.
- vytvoření nové nivy na nižší úrovni.
- zvýšit délku toku (a tedy snížit podélný sklon), rozmanitost a komplexnost stanovišť
- umožnit řece přirozenou laterální migraci napříč nivou (Roni et Beechie 2013)

Just et al. (2020) přímo uvádí, že širší a mělká koryta vodních toků podporují vznik ekologicky hodnotných oblastí, jako jsou mělké vodní plochy, náplavy, nestabilizované zóny s proměnlivou hladinou vody a oblasti u břehů formované povodněmi. Rozlehlejší přírodní koryta a nivy poskytují větší možnosti pro rozmanitost životních forem závislých na vodním prostředí a zvyšují schopnost ekosystému zadržovat a akumulovat vodu.



### 5.3.2 Obnova splaveninového a hydrologického režimu

Hydraulické změny mají významný dopad na kvalitu vody a životní procesy včetně biologické rozmanitosti. Obnova řek vyžaduje obnovení přirozeného hydrologického režimu (Pregun 2022). Regulace průtoků ve vodních tocích je z velké části právní nebo správní záležitostí, která se nejčastěji řeší prosazováním nových předpisů, uzavíráním nových dohod s uživateli vody nebo, pokud je to možné, pronájmem nebo koupí vodních práv (Roni et Beechie 2013). V České republice tato povolení dle zákona 254/2001 Sb. o vodách o odběrech vody vydává příslušný vodoprávní úřad.

Změny ve vodním režimu toků jsou zásadně ovlivněny změnami hydrologických vlastností povodí, které tyto toky odvodňují. Povrchy povodí, včetně půd a zemin, trpí zhoršením svých charakteristik, převážně kvůli zemědělské a lesnické činnosti a nárůstu zastavěných oblastí. Výrazný dopad na průtokový režim vodních toků mají vlastnosti půd a povrchů v povodí, kterým protékají. V povodí dochází k degradaci půd vlivem zemědělského a lesnického hospodaření a zvětšování zastavěných ploch (Just et al. 2020).

Některé toky se staly chudými na sedimenty v důsledku lidských činností, které snižují přísun sedimentů a přirozenou míru eroze dna a břehů vlivem například stavbou přehrad, jezů, opevnění břehů či regulací toků (Kondolf 1997).

Stálé přísuny sedimentů jsou klíčovým aspektem pro fungování nivních ekosystémů, který je třeba zohlednit při snahách o revitalizaci (Stoltefaut et al. 2024).

Obnovení splaveninového a hydrologického režimu lze dosáhnout zmírnění nebo odstraněním objektů, které tyto režimy narušují. Jedná se například o vyloučení hrazení bystřin, zejména výstavby splaveninových přehrázek, zákaz těžby štěrků a písků z koryt, spodní proplachování existujících nádrží a zdrží, vyloučení nevhodných technických úprav koryt. (Just et al. 2020)

Základní metodou tu je samozřejmě obnova přirozené dynamiky toku, aby si byl sám schopen vytvořit odpovídající tok splavenin. V některých případech lze vodní tok dosycovat splaveninami z vnějších zdrojů nebo dodávání sedimentů vytěžených z přehrad. Materiál je možný přidat i v průběhu revitalizace po zemních pracích souvisejících s rozšířením koryta (Kondolf 1997).

Při zahloubení koryta z důvodu chybějících splavenin je také přisypávání

šterků do tzv. inflexi trasy, místa v přechodu mezi oblouky, kde se obvykle vyskytuje brodový úsek. Nasypáním šterků také vzniká důležité stanoviště pro tření ryb, převážně lososů a pstruhů (Just et al. 2020).

### **5.3.3 Obnovení říční zóny a nivy**

Cílem jsou činnosti zajišťující migraci v záplavovém území a korytě za účelem obnovy habitatů. Zahrnují odstranění nebo úpravu prvků, které omezují aktivní koryto, omezují zaplavení záplavového území, nebo brání úpravě tvaru koryta. Příkladem může být odstranění nebo odtěžení hrází, odstranění břehového opevnění a reprofilace koryta a vegetace záplavového území. Tato technika se zaměřuje na pasivní, procesní přístupy, které odstraňují prvky omezující koryta a zasahující do záplavových území (Cramer 2012).

Metody revitalizace říční zóny zahrnují obnovu původní vegetace pro stabilizaci břehů a zlepšení kvality vody, odstraňování invazních druhů pro obnovu přirozených stanovišť, vytváření mokřadů pro filtraci znečišťujících látek a zavádění nárazníkových zón pro snížení odnosu živin do toku (Roni et Beechie 2013).

### **5.3.4 Struktury umístěné do koryta toku**

Strukturami vkládanými do říčního koryta jsou myšleny dřevní hmoty, balvany, šterk, zátarasy z kmenů za účelem tvorby habitatů pro biotu (Roni et Beechie 2013).

Konstrukce umístěné ve vodních tocích mohou významně ovlivnit fyzikální procesy jak v bezprostřední blízkosti konstrukce, tak i v místech proti proudu a po proudu. Tyto konstrukce mohou změnit hydrauliku, což ovlivňuje rychlost toku, hloubku a směrové síly, a tím i transport sedimentů, erozi dna a břehů, a také tvar a profil koryta. Změny mohou také ovlivnit přírůstek a transport plaveného dřeva (Cramer 2012).

Říční struktury vychylují proud vody, čímž způsobují hydraulickou heterogenitu vedoucí k erozi sedimentů či ukládání sedimentů na chráněné straně po proudu. Vzniká tak na straně proti směru proudu vody tůň, na druhé straně akumulace vytříženého sedimentu. Dále mohou konstrukce dle způsobu využití usměrňovat vertikální či laterální erozi stabilizací dna a břehů, chránit infrastrukturu,

či zachytit plavenou dřevní hmotu a zvýšit tak svůj efekt (Cramer 2012, Prominski et al 2017, Abbe et Montgomery 1996).

Struktury z dřevěných kůlů a balvanů na železobetonovém základě lze využít i k ochraně infrastruktury, jako tomu bylo například na severoamerické řece Hoh. Zde byly využity struktury (obr. 8) v hlavním korytě k odklonění řeku do bočních kanálů a pomohou rozptýlit a přeměrovat ničivou energii. K samotné ochraně silnice ležící při konkávním oblouku byly využity struktury z velkých klád vyplněných kameny, svázaných ocelovými lany (obr. 9) (Hall et Moler 2006).



Obrázek 8: Letecký snímek vyobrazující funkci říčních struktur v řece Hoh (Hall et Moler 2006).



Obrázek 9: Zátarasa z kmenů na břehu řeky Hoh chránící důležitou silnici (Hall et Moler 2006).

Struktury v korytě mají potenciál výrazně zvýšit erozi koryta nebo agradační procesy v korytě a podél břehů koryta. Je třeba odborného zvážení návrhů, které umisťují proudové konstrukce v blízkosti pilířů, propustků nebo jiné infrastruktury, protože výsledné vymývání může podemlít patky konstrukcí a stoupající sedimenty mohou snížit průchodnost povodní (Cramer et al. 2012).

### **5.3.5 Přírodě blízká stabilizace břehů**

Zpevňování břehů za účelem ochrany infrastruktury jsou příčinou degradace biotopů a odstranění těchto objektů je předmětem mnoha snah o obnovu. Zpevňovací prvky plní účel přímo opevnit nebo zpevnit břeh, odklonit toky od břehu, snížit výšku břehu nebo zvýšit pevnost materiálu břehu za konkrétním účelem snížení eroze břehu. Mezi běžné přístupy patří umísťování, stromů nebo kmenů, živých kůlů, pletiv, křovin, případně kamenné rovnaniny s možností přidání živé, či mrtvé dřevní hmoty. Nejprínosnějšími strategiemi ochrany břehů jsou bioinženýrské přístupy určené ke stabilizaci břehu a zajištění ekologických přínosů (Cramer 2012, Roni et Beechie 2013).

Při návrhu revitalizace je vhodné takové zpevnění, které minimálně naruší přirozené hydraulické podmínky a habitaty a zároveň zabrání nežádoucímu bočnímu posunu koryta (Cramer 2012).

Mezi pozitivní účinky odstranění technických opevnění břehů případně přírodě blízká stabilizace břehů mohou zahrnovat zajištění úkrytů pomocí velkých dřev, balvanů, vegetace a struktur ochrany břehů, obnovu původních břehových lesů pro zajištění trvalého zdroje dřeva, zlepšení prostředí pro volně žijící zvířata obnovou původních rostlinných společenstev, možnost postupné změny biotopů, obnovení přirozeného procesu doplňování sedimentů, zvýšení stínu a mikroklimatických efektů a umožnění přirozené migrace říčního koryta (Cramer 2012). Protože je struktura porézní, voda pod ní může proudit, což maximalizuje možnost ryb a vodních organismů žít uvnitř samotné struktury a být v bezpečí před predátory (Smith 2009).

V případě odstranění stabilizace břehů a poskytnutí vývoji koryta volný vývoj existuje také možnost předem naplánovaného zásahu při přiblížení koryta ke kritické infrastruktuře. Takovýto zásah musí být pak dopředu naplánovaný a posun koryta průběžně sledován (Prominski et al. 2017).

### 5.3.6 Potenciál bobřích hrází

Bobří evropští (*castor fiber*) mohou mít významný vliv na morfologii koryta stavěním hrází vedoucí k zadržení vody. Tato činnost může změnit tok proudění vody, erozi a sedimentaci, což má za následek změny v korytě a okolní krajině. I přes to, že hrází dochází k hydrostatickému vzduť, jsou ve volné krajině hodnoceny bobří stavby jako pozitivní, a to především pro zvýšení konektivity řeky a nivy a zadržování vody v krajině. Bobří hráze pomáhají zvyšovat biologickou rozmanitost, podporovat tvorbu mokřadů (Giriat et al. 2016; Roni et Beechie 2013).

Jak bobr evropský v české krajině přibývá, vznikají tím i rozporuplné diskuse, jak přistupovat k jeho hrázím na místech, která pro ně nejsou vhodná a mohla by způsobit škody. Bobr evropský je dle zákona o ochraně přírody a krajiny zvláště chráněný druh. Bez speciálního povolení není možné poškozovat bobří hráz. Do budoucna vyvstává otázka ohledně upravení zákona pro předdefinování nakládání s bobřími hrázemi na vybraných lokalitách či vyloučení bobra evropského z chráněných druhů (Koubová 2024).



Obrázek 10: Jasná známka přítomnosti bobra evropského na Berounce.

### 5.4 Příklady revitalizací ve světě

Do přehledu příkladů revitalizací ve světě byly vybrány revitalizace, jejímž předmětem byly větší úseky vodního toku, o podobné vodnosti a jejichž cíle byly podobné cílům zamýšlené revitalizace na řece Berounce při vzniku Příměstského parku Soutok.

#### 5.4.1 Řeka Isar, Mnichov, Německo

Revitalizace řeky Isar v Německu je významný projekt obnovy městského říčního prostředí, který se zaměřil na přírodní obnovu a zlepšení kvality života v okolí řeky. Tento projekt byl realizován v prvním desetiletí 21. století a je často uváděn jako příklad úspěšné integrace ochrany přírody a městského plánování (Grüne Liga ©2007).

Před revitalizací byla řeka Isar regulovaná a přeměněna na kanál pro zlepšení odvodnění a ochranu před povodněmi, což vedlo k ztrátě jejího přirozeného charakteru a biodiverzity. Cílem projektu revitalizace bylo obnovit přirozené procesy řeky, zlepšit její ekologický stav a zároveň zachovat ochranu před povodněmi (Grüne Liga ©2007).

Lichoběžníkové betonové koryto bylo odstraněno a za účelem ochrany hrází byly zřízeny "spící" břehové opevnění z ukotveného dřeva a balvanů. Tyto změny nejenže zvýšily biodiverzitu v oblasti, ale také vytvořily atraktivní prostory pro odpočinek, sport a volnočasové aktivity v těsné blízkosti městského centra Mnichova (Prominski et al. 2017; Arzet et Joven 2012).



Obrázek 11: Řeka Isar před a po revitalizaci (Arzet et Joven 2012).

#### 5.4.2 Revitalizace řeky Skjern

Řeka Skjern je největší řekou Dánska. Řeka pramení v oblasti Tinnet Krat, ve střední části Jutska, a ústí ve fjordu Ringkøbing. Její délka činí 94 km, velikost povodí je 2100 km<sup>2</sup> s průměrným průtokem 35 m<sup>3</sup> /s.

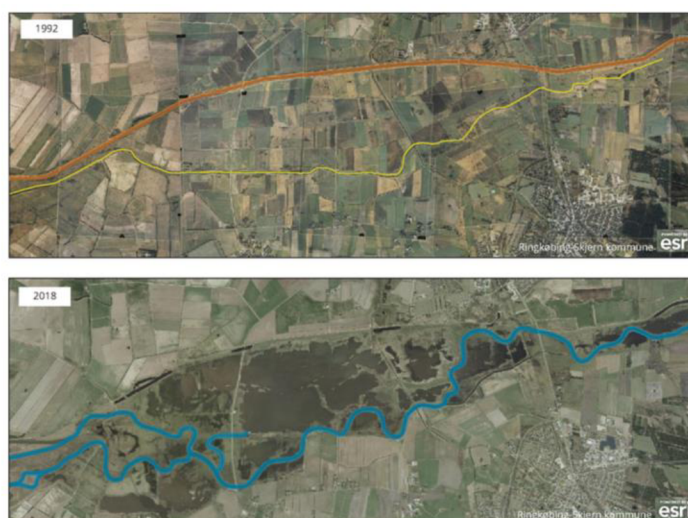
Řeka Skjern byla v průběhu minulého století výrazně napříměna a zahloubena za účelem odvodnění území a umožnění zemědělské činnosti na původních mokřadech, luk a vřesovišt'. Řeka se potýkala se ztrátou habitatů a výraznou eutrofizací vedoucí k velké ztrátě biodiverzity (miljøministeriet naturstyrelsen ©2023; Kristensen et al. 2014).

Cílem revitalizace řeky Skjern bylo obnovit její přirozený stav. Záměrem bylo také vytvořit lepší podmínky pro ryby, obnovení cenných přírodních mokřadů s nadnárodní významností a zvýšit rekreační a turistický potenciál území.

Bylo vybudováno nové meandrující koryto v přírodní podobě, které prodloužilo tok na revitalizovaném úseku z původních 19 na 26 km. Dále byla zrušena výrazná část odvodňovacích systémů. Na místech původního koryta řeky vznikla jezera. (Kristensen et al. 2014).

Byla znovu vytvořena velice cenná přírodní oblast. Byla obnovena samočistící schopnost řeky. Výrazně se také zlepšilo prostředí ve fjordu Ringkøbing. Ukazatelem o výrazném zmírnění znečištěné řeky je také fakt, že se do řeky vrátily migrující lososy (miljöministeriet naturstyrelsen ©2023).

Kristensen et al (2014) zhodnotili revitalizaci 10 let po jejím ukončení a shledali že se řeka vyvíjí pomaleji, než bylo původně předpokládáno. Předpokládají, že samovolný vývoj původních biotopů jako jsou ostrovy, stojaté části řek, či odstavená ramena bude trvat staletí. Autoři článku na základě výše uvedeného hodnotí, že se obnovou řeky Skjern nepodařilo znovu vytvořit dříve přirozená stanoviště a přirozené dynamické procesy a revitalizace byla zčásti neúspěšná. Pro urychlení procesu obnovy říční dynamiky a ztracených stanovišť při obnově nížinných řek doporučují v budoucnu obnovu při budoucí obnově toků a řek použít inženýrství zaměřené na restauraci s využitím přirozeným vodícím obrazem přírodních řek.



Obrázek 12: Letecký snímek ukazuje situaci před revitalizací řeky Skjern (1992) a po ní (2018) (EEA ©2020).

### 5.4.3 Revitalizace řeky Iller u Vöhringenu, Německo

Délka řeky Iller činí 147 kilometrů, odvodňuje území o ploše 2152 km<sup>2</sup>. Nad ústím do Dunaje, ve Wiblingenu, se uvádí průměrný průtok 54 m<sup>3</sup> /s. Zájmová lokalita Vöhringen leží na dolním toku Illeru asi 15 kilometrů nad ústím do Dunaje. (Just 2014)

V zájmovém dolním úseku poblíž Vöhringenu vytvořily úpravy z řeky Iller napřímený vodní tok o jednotné šířce kolem 40 metrů, s geometricky pravidelným, relativně hlubokým, technicky opevněným příčným průřezem, byl zde problém se zahlubováním koryta změněnými podmínkami proudění v upraveném korytě a nedostatkem splavenin způsobenými příčnými stavbami v povodí (bayerisches staatsministerium für umwelt und verbraucherschutz ©2014; Just 2014).

V roce 1999 byl formulován program ozdravení pro dolních 17 kilometrů řeky Iller, výhledově by se zlepšení stavu řeky mělo týkat až 25 kilometrů nad ústím do Dunaje. Program si klade za cíl přiblížit řeku Iller a její nivu k přirozenému stavu a posílit jejich vzájemné vazby, zajistit nebo zlepšit dostupnost vody z podzemních zdrojů v nivě Illeru, oživit nivní lesy obnovou přirozeného zavodnění, zlepšit ochranu proti povodním v obydlých oblastech podél řeky a kde je to možné, rozšířit kapacitu pro zadržování povodňové vody v říčním korytě (Bayerisches staatsministerium für umwelt und verbraucherschutz ©2014; Just 2014).

Stavební řešení spočívalo v nepravidelném rozvolnění koryta, zvýšení a stabilizaci rozšířeného dna plošným pokrytí říčního dna strukturou z balvanů. Rozvolnění koryta se promítalo do rozšíření dna z dříve jednotných 40 metrů do nepravidelných šířek, se střední hodnotou 60 metrů. V nových říčních březích jsou také umístěny různé struktury z mrtvé dřevní hmoty, hlavně části kmenů, zapuštěné do břehu, a skupiny pařezů, zatížené kameny. V řečišti byl nahromaděn dotěžený z rozšiřování koryta. Jde o prvky záměrného doplňování splavenin do říčního proudu (Just 2014).





Obrázek 13: Štěrkové hroudy po přemístění po vytěžení ze stran koryta. Je počítáno s jejich postupným rozplavováním po řečišti a obohacování tak toku o splaveniny (Just 2014).



Obrázek 14: Struktura z kamenů a pařezů k přispění tvarové členitosti koryta a nabídce stanovišť (Just 2014).

## 6. Metodika

Metodika má za cíl srovnat vítězný a druhý soutěžní návrh o podobě Příměstského parku Soutok. Na základě veřejných podkladů předcházejících vyhlášení soutěže byly sesbírány informace představující lokalitu Soutoku (viz kapitola 3.3). Tyto informace rozšířily soutěžní týmy ve svých návrzích. Získané informace byly dále ověřeny a doplněny terénním průzkumem.

Vyhodnocení hydromorfologického stavu bylo posouzeno metodikou MŽP (2008). Tato metodika obstojně vyhodnocuje hydromorfologický stav toku a nivy. Bylo shledáno, že v určitých ohledech při znalosti hydromorfologie a prostředí lze srovnávat návrhy nad rámec metodiky. Následně tak byly vybrány určité aspekty hydromorfologie, které byly kvalitativně posouzeny.

Na základě sesbíraných informací byly určeny hlavní cíle návrhu revitalizace a vypracováno doporučení revitalizačních opatření. Doporučená opatření byla formou katalogových listů představena v příloze pro případ dalšího možného využití.

### 6.1 Posouzení návrhů metodikou MŽP (2008)

Na základě Rámcové směrnice vodní politiky (2000/60/ES) Evropské unie vychází metodika Ministerstva životního prostředí „Metodika odboru ochrany vod, která stanovuje postup hodnocení vlivů opatření na vodních tocích a nivách na hydromorfologický stav vod“ (2008), jejímž cílem je zajistit zainteresovaným subjektům operativní posouzení projektových dokumentací a hodnocení realizovaných zásahů do vodních toků a niv z hlediska ovlivnění hydromorfologického stavu vod.

Metodika uvažuje cíl daný Směrnicí o vodách, tedy docílení alespoň dobrého ekologického stavu, jakožto druhého nejlepšího z pěti možných (velmi dobrý, dobrý, střední, poškozený nebo zničený) jako dodržení alespoň 60% hodnocení původního stavu. Metodika umožňuje vícekriteriální analýzou dat vypracovat analýzu stavu odklonu od potenciálu dynamické rovnováhy vodního toku. Metodika umožňuje hodnotit současný a návrhový stav.

V této diplomové práci byl srovnán současný stav s vítězným a druhým návrhem odděleně, následně pro přehlednost byly výsledné hodnoty seřazeny do tabulky. Posuzován byl úsek mezi Černošicemi a Radotínem (kilometrůž vodního

toku (dle DIBAVOD) km 4,0 – 6,5). Tato část Berounky představuje homogenní úsek nacházející se v extravilánu obcí, s dostatečným prostorem pro obnovu říční dynamiky a přilehlé nivy. Dle Pitharta a Vaňkové (2018) se také jedná o ekologicky nejvýznamnější část toku na území Příměstského parku Soutok.

Pro hydromorfologickou analýzu toku současného stavu a návrhů byl použit softwarový nástroj Fluvialmorphology.cz pro hodnocení hydromorfologie vodních ekosystémů a navrhovaných opatření ve vazbě na biologické složky, který z uvedené metodiky MŽP (2008) vychází (Fluvial Morphology ©2024). Aplikace byla vytvořena týmem firmy ŠINDLAR s.r.o. ve spolupráci s Výzkumným ústavem vodohospodářským, T.G. Masaryka, v.v.i.

Informace zadávané do metodiky byly zjištěny na základě terénního průzkumu, ortofotomap, a dalších zdrojů informací, jako jsou například Hydroekologický informační systém VÚV TGM, Analýza výškopisu ČÚZK, či Evidenční list operativního profilu, Stanice Praha – Radotín z portálu Českého hydrometeorologického ústavu.

### **6.1.1 Geomorfologické typy vodních toků**

Metodika MŽP (2008) rozlišuje následující geomorfologické typy vodních toků:

- Plně vyvinuté meandrování (MD)
- Anastomózní větvení meandrujícího, nebo větvíciho se koryta (AB)
- Větvení šterkonosného vinoucího se koryta (GB)
- Divočení koryt v šterkovém nebo písčitém řečišti (BR)

Pokud se nejedná o přirozenou hloubkovou erozi, geomorfologický typ je určen ze závislosti podélného sklonu údolnice a průměrného ročního průtoku.

### **6.1.2 Hodnotící kritéria stavu vodního toku**

Hodnotící kritéria stavu vodního toku jsou složena ze sedmnácti ukazatelů, rozřazených do čtyř kategorií – kritérií (viz tab. 1). První kritérium sleduje ovlivnění průtoků a splaveninového režimu. Druhé kritérium se zabývá morfologií trasy

hlavního koryta a nivních ramen jak z pohledu zachování jejich charakteristických prvků pro daný GMF typ, tak i zachování jejich přirozeného vývoje. Následuje kritérium morfologie koryta, ve kterém je posouzen rozsah úprav koryta a jejich stav, a tedy odklon od přirozeného vývoje toku. V posledním kritériu je hodnocen vliv objektů způsobujících vzduť a migrační propustnost, současně s migrační významností toku.

<b>Hodnotící kritéria stavu vodního toku</b>		
<b>Název kritéria</b>	<b>č. ukazatele</b>	<b>Název ukazatele</b>
1. kritérium – Hydrologický a splaveninový režim	ukazatel 1.1	Ovlivnění korytotvorných průtoků
	ukazatel 1.2	Ovlivnění průtoků $Q_{330d}$
	ukazatel 1.3	Ovlivnění splaveninového režimu
2. kritérium – Morfologie trasy hlavního koryta a nivních ramen	ukazatel 2.1	Zachování přirozeného vývoje trasy hlavního koryta
	ukazatel 2.2	Morfologie trasy
	ukazatel 2.3	Akumulace plaveného dřeva
	ukazatel 2.4	Výskyt a zachování přirozeného vývoje nivních ramen
3. kritérium – Morfologie koryta	ukazatel 3.1	Rozsah (charakter) úpravy
	ukazatel 3.2	Příčný řez
	ukazatel 3.3	Podélný profil
	ukazatel 3.4	Opevnění levého břehu
	ukazatel 3.5	Opevnění pravého břehu
	ukazatel 3.6	Opevnění dna
	ukazatel 3.7	Akumulace plaveného dřeva
	ukazatel 3.8	Aktuální stav opevnění
4. kritérium – Vliv vzduť a ovlivnění migrační prostupnosti toku	ukazatel 4.1	Evidence vzduť u úseků
	ukazatel 4.2	Migrační prostupnost objektů
<b>Hodnotící kritéria nivy</b>		
<b>Název kritéria</b>	<b>č. ukazatele</b>	<b>Název ukazatele</b>
1. kritérium – Odklon využití údolní nivy od přírodního stavu	ukazatel 1.1	Niva – levý břeh
	ukazatel 1.2	Niva – pravý břeh
2. kritérium – Ekologické vazby vodního toku a údolní nivy	ukazatel 2.1	Vazba vodního toku a nivy
	ukazatel 2.2	Vliv hrází a bariér na zúžení aktivní inundance
3. kritérium – Vliv okolní krajiny	ukazatel 3.1	Vliv okolní krajiny – levý břeh
	ukazatel 3.2	Vliv okolní krajiny – pravý břeh

Tabulka 1: Tabulka hodnotících kritérií stavů vodního toku a nivy.

### 6.1.3 Hodnotící kritéria stavu nivy vodního toku

Hodnotící kritéria stavu nivy vodního toku jsou složena z šesti ukazatelů rozřazených do tří kritérií (viz tab. 1). První kritérium hodnotí odklon využití nivy od přírodě blízkého stavu. Dále je hodnocena ekologická vazba mezi vodním tokem a nivou, zda k rozlivu dochází pravidelně dle GMF typu a zúžení aktivní inundace. V posledním kritériu je posouzen vliv okolní krajiny na poříční zónu.

### 6.1.4 Hydromorfologické hodnocení stavu vodního toku a nivy

Hodnocení hydromorfologického stavu vod je vyjádřeno procentuální mírou přirozenosti stávajícího stavu toku a nivy v porovnání s jeho potenciálním přirozeným stavem.

Klasifikace hydromorfologického stavu	Značení barvou	Značení písmeny	Hydromorfologický stav [%]
Velmi dobrý	Modrá	A	(100 ... 80) %
Dobrý	Zelená	B	(80 ... 60) %
Střední	Žlutá	C	(60 ... 40) %
Poškozený	Oranžová	D	(40 ... 20) %
Zničený	Červená	E	(20 ... 0) %

Tabulka 2: Klasifikace hydromorfologického stavu (Fluvial Morphology ©2024).

Jelikož jde pouze o návrhy, některá kritéria lze porovnávat jen s určitou rezervou. Pro přehlednost a transparentnost byla vytvořena stupnice zhodnotitelnosti.

1	dobře zhodnotitelné
2	středně zhodnotitelné
3	obtížně zhodnotitelné

Tabulka 3: Stupnice zhodnotitelnosti.

## **6.2 Posouzení vybraných aspektů hydromorfologie**

Vítězný a druhý soutěžní návrh byly mezi sebou srovnány na základě posouzení zpracovatele této práce. U návrhů byly hodnoceny vybrané metriky ovlivňující hydromorfologický stav, přirozený vývoj koryta toku a nivy a poskytnutí stanovišť pro biotu. Tento způsob posouzení doplňuje posouzení metodikou MŽP (2008) a umožňuje větší konkrétnost posouzení dopadu soutěžních návrhů na hydromorfologický stav řeky.

## **6.3 Návrh revitalizace**

Na základě poznatků z vypracované literární rešerše a srovnání soutěžních návrhů byly navrženy příčné profily s navrženými revitalizačními opatřeními.

Příčné profily s navrženými revitalizačními opatřeními byly načrtnuty s využitím software AutoCAD. Umístění opatření bylo vyobrazeno v geografickém informačním systému ArcGIS Pro.

## **6.4 Terénní průzkum**

Ke kompletnímu terénnímu průzkumu plánovaného Příměstského parku Soutok došlo 12.7.2023. Další dodatečné průzkumy území se konaly ve dnech 14.10. 2023 a 1.12.2023.

O stavu toku, přilehlé nivy a vodohospodářských staveb byly pořízeny fotografické záznamy. Bylo při tom přihlédnuto k hodnotícím ukazatelům hydromorfologického stavu vodního toku a nivy. Na základě získaných informací terénním průzkumem, které byly doplněny informacemi z Hydroekologického informačního systému VÚV TGM, proběhlo hodnocení stavu toku nivy a návrh revitalizačních opatření.



Obrázek 15: Černošický jez s rybím přechodem.



Obrázek 16: Význam šterkových ostrovů nejen ekologický.



Obrázek 17: Štěrková lavice při konvexním oblouku.



Obrázek 18: Opevnění levého břehu kamennou rovnaninou, s kamenným výhonem.



## 7. Hodnocení hydromorfologické kvality soutěžních návrhů

Hydromorfologická kvalita soutěžních návrhů je hodnocena dle metodiky MŽP (2008), na kterou navazuje posouzení vybraných aspektů hydromorfologie.

### 7.1 Hodnocení dle metodiky MŽP (2008)

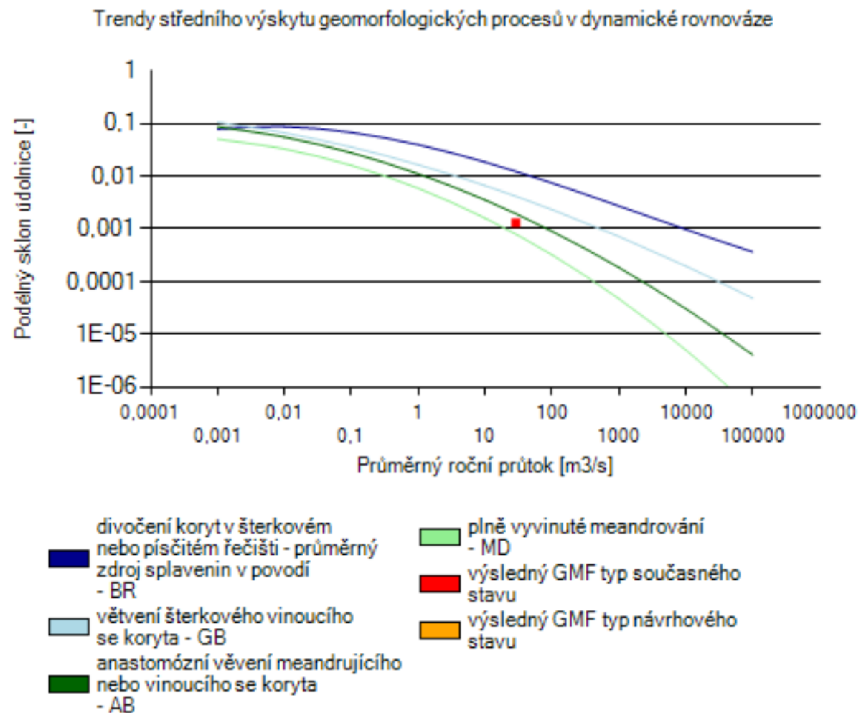
#### 7.1.1 Základní údaje

Název vodního toku:	Berounka
Stát:	Česká republika
Staničení od (DIBAVOD):	4 km
Staničení do (DIBAVOD):	6,5 km
Délka hodnoceného úseku:	2,5 km
Dlouhodobý průměrný průtok:	28,7 m <sup>3</sup> /s
Počáteční kóta:	191,17 m.n.m.
Koncová kóta	194,38 m.n.m.
Převýšení:	3,21 m
Sklon:	0,0013

Tabulka 4: Základní údaje úseku (Zdroj dat: HEIS VÚV TGM, ČUZK, ČHMÚ ©2024).

#### 7.1.2 Vyhodnocení geomorfologického typu

Geomorfologický typ byl zjištěn z průměrného dlouhodobého průtoku ( $Q_a$ ) a podélného sklonu. Zdrojem těchto dat byly internetové portály HEIS VÚV TGM a Český hydrometeorologický ústav. Výsledný geomorfologický typ vyšel jako plně vyvinuté meandrování. Blíže popsán GMF typ meandrování na str. 13.

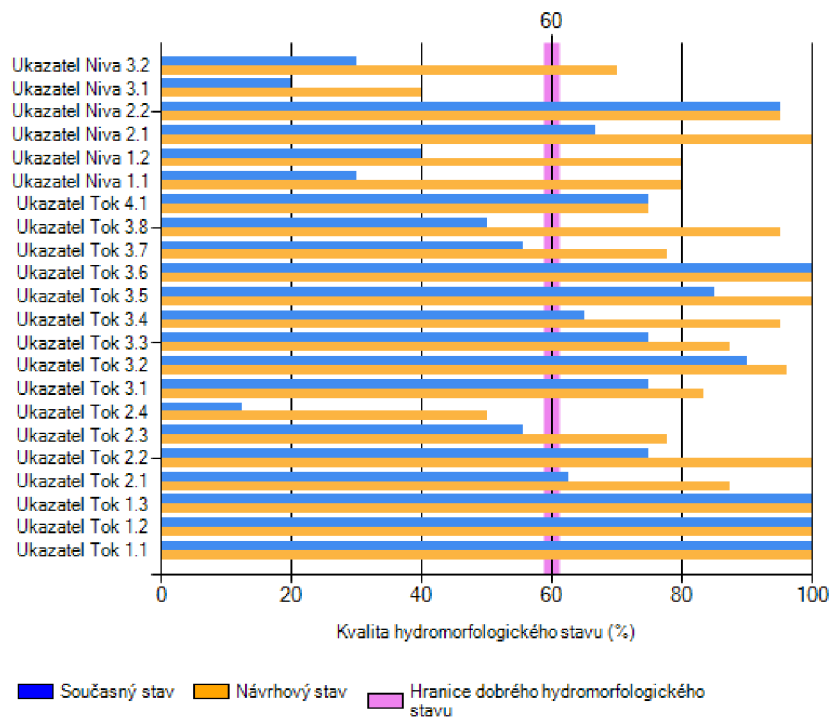


Obrázek 19: Výsledný geomorfologický typ – plně vyvinuté meandrování

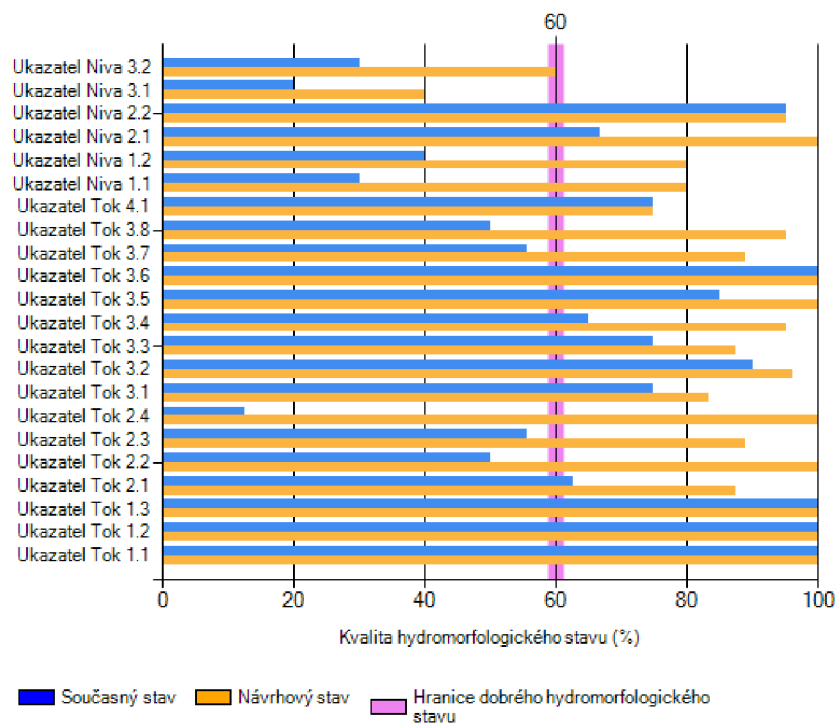
(Fluvial Morphology ©2024).

### 7.1.3 Vyhodnocení hydromorfologického stavu

Aplikace fluvialmorphology.cz poskytuje grafický výpis výsledných hodnot zadaných parametrů. První výpis (obr. 20) odpovídá srovnání současného stavu a vítězného návrhu. Druhý výpis (obr. 21) představuje srovnání současného druhého soutěžního návrhu. Tabulka 5 byla vytvořena pro přehledné srovnání výsledných hodnot kritérií.



Obrázek 20: Podrobný výpis výsledných hodnot zadaných parametrů současného a vítězného soutěžního návrhu (Fluvial Morphology ©2024).



Obrázek 21: Podrobný výpis výsledných hodnot zadaných parametrů současného a druhého soutěžního návrhu (Fluvial Morphology ©2024).

Názvy kritérií	Současný stav	Vítězný návrh	Druhý návrh
Hodnotící kritéria stavu vodního toku	HMF kvalita kritéria [%]	HMF kvalita kritéria [%]	HMF kvalita kritéria [%]
Hydrologický a splaveninový režim	100 %	100 %	100 %
Morfologie trasy hlavního koryta a nivních ramen	39,8 %	79,3 %	94,7 %
Morfologie koryta	46,4 %	68,9 %	69,9 %
Vliv vzduší a ovlivnění migrační prostupnosti	85 %	85 %	85 %
<b>Výsledné vyhodnocení toku</b>	<b>55,2 %</b>	<b>80,1 %</b>	<b>86,3 %</b>
Hodnotící kritéria nivy			
Odklon využití údolní nivy od přírodního stavu	44,2 %	88,7 %	88,7 %
Ekologické vazby toku a údolní nivy	49,8 %	89,0 %	89,0 %
Vliv okolní krajiny	32,2 %	65,2 %	60,6 %
<b>Výsledné vyhodnocení nivy</b>	<b>44,3 %</b>	<b>85,3 %</b>	<b>84,6 %</b>

Tabulka 5: Vyhodnocení hydromorfologického stavu, barvy značí výslednou klasifikaci hydromorfologického stavu kritéria.

#### 7.1.4 Hydrologický a splaveninový režim

Na korytotvorný průtok mají vliv retenční nádrže, přehrady, které se na úseku Berounky, kde byla provedena analýza, nenachází.

Splaveninový režim ovlivňují jezové zdrže, které se ovšem na daném úseku také nenachází.

Ovlivnění minimálního průtoku je také neovlivněno, dochází k němu ale v případě odběrů vody pro průmysl nebo zemědělství, nebo derivačním náhonem na malou vodní elektrárnu. 1. kritérium bylo hodnoceno ve všech posuzovaných návrzích 100 %.

#### 7.1.5 Morfologie trasy hlavního koryta a nivních ramen

V tomto kritériu je posuzováno, jak morfologie trasy odpovídá přirozenému vývoji a jak byla trasa upravena, či stabilizována. Akumulace plaveného dřeva hodnotí výskyt říčního dřeva v korytě a jak velké struktury vytváří. Ukazatel plaveného dřeva byl ohodnocen jako středně těžký k posouzení. Je to z důvodu pouze hypotetického odhadnutí, v jakém z návrhů bude docházet k akumulaci lépe. Větší a častější dřevní struktury byly odhadnuty u druhého návrhu, a to především kvůli navrženým

strukturám v korytě řeky na zachycování sedimentů a tvorbě štěrkových lavic. K akumulaci plaveného dřeva může docházet na dřevních zachytávacích strukturách i na štěrkových nánosech. Posledním posuzovaným ukazatelem v tomto kritériu je výskyt nivních ramen a jejich zachování. Původní nivní ramena byla obsažena u obou návrhů. V případě druhého návrhu byla obsažena početněji a v různých částech vývoje. V současném stavu je hydromorfologická kvalita kritéria hodnocena 39,8 % jako stav poškozený. K výraznému zlepšení došlo u vítězného návrhu, a to na 79,3 %, dosahující dobrého stavu. Velmi dobrého stavu dosáhl druhý návrh s 94,7 %.

### **7.1.6 Morfologie koryta**

V posuzované lokalitě jsou zapotřebí určité formy opevnění a ovlivnění laterální migrace koryta z důvodu infrastruktury v podobě cyklostezky na levém břehu Berounky. Vyjma těchto omezení je morfologie koryta hodnocena jako vcelku přírodní, s malým zahloubením. Rozdílně byly návrhy posouzeny v ukazateli Akumulace plaveného dřeva. U druhého návrhu bylo toto hodnoceno kladněji, a to především z důvodu navržení struktur k zachytávání splavenin, které zachytí i plavené dřevo. Dále je u druhého návrhu předpokládána větší tvorba štěrkových náplavů. Ze stávajícího středního stavu se v návrzích morfologie koryta zlepšila na dobré stavy těsně pod 70 %.

### **7.1.7 Vliv vzduť a ovlivnění migrační prostupnosti**

Na řece Berounce dochází vlivem Modřanského jezu k hydrodynamickému vzduť. K tomu dochází, když je tekoucí voda brzděna vtékáním do hydrostatického vzduť (neproudící voda nad jezem). Na daném úseku se nenachází migračně neprostupná překážka. Řeka Berounka patří mezi vodohospodářsky významné toky. Jelikož architektonické návrhy nepočítají se zrušením Modřanského jezu, zůstává stav shodný. I tak zde nedochází k žádným překážkám pro migraci ryb, stav kritéria vychází jako velmi dobrý.

### **7.1.8 Výsledné hodnocení toku**

Výsledné hodnocení současného stavu toku dosáhlo pouze střední klasifikace hydromorfologického stavu toku. Výsledné hodnocení obou návrhových stavů

dosahuje velmi dobrých hydromorfologických stavů toku. Vítězný návrh dosáhl hodnocení 80,1 %, zatímco druhý návrh dosáhl 86,3 %.

### **7.1.9 Odklon využití údolní nivy od přírodního stavu**

První kritérium hodnocení nivy posuzuje míru odklonění od přírodního stavu. Hodnotí se zvláště pro pravý a levý břeh. V současném stavu v údolí Berounky v Přírodním parku Soutok dochází k intenzivnímu zemědělství. Oba návrhy navrhuji mozaikovitou strukturu extenzivního zemědělství s výrazným zastoupením trvalých travních porostů a rozptýlenou zelení. Ze stávajících 44,2 % se stav zlepšuje na 88,7%.

### **7.1.10 Ekologické vazby toku a údolní nivy**

Vazba toku a nivy byla stanovena na základě posouzení možnosti rozlivu vodních toků do okolní nivy a kapacity koryta. Kritérium dále počítá s vlivem hrází a bariér na zúžení aktivní inundace. Data záplavových území byla čerpána z portálu HEIS VÚV. Návrhy počítají se snížením profilu pro umožnění častějších rozlivů. Současný stav posouzen na bezmála 50 %. Návrhové stavy posouzeny na 89 % přírodního hydromorfologického stavu.

### **7.1.11 Vliv okolní krajiny**

V rámci kritéria byl posouzen vliv okolní krajiny z levého a pravého břehu ze záplavového území připadající průtoky Q100. Ve stávajícím stavu je vliv okolní krajiny posouzen jako poškozený. Po návrzích je stav posouzen na 65,2 % a 60,6 %. Lepšího stavu dosahuje vítězný návrh, u kterého je více zastoupeno extenzivní zemědělství.

### **7.1.12 Výsledné hodnocení nivy**

Výsledné hodnocení současného stavu dosáhl střední klasifikace hydromorfologického stavu nivy. Výsledné hodnocení obou návrhových stavů dosahuje velmi dobrých hydromorfologických stavů nivy. Vítězný návrh dosáhl hodnocení 85,3 %, druhý návrh dosáhl 84,6 %.

### 7.1.13 Zhodnotitelnost ukazatelů

Ze zvolené třibodové stupnice byla většina ukazatelů hodnocí hydromorfologický stav toku a nivy číslem 1 – dobře ohodnotitelné. Výjimkou zde byly pouze ukazatele 2.3, 3.4 3.7 a 3.8. Tyto ukazatele byly ohodnoceny číslem 2 – středně ohodnotitelné. Ukazatelé byly ohodnoceny na základě posouzení řešitele o vhodnosti architektonických návrhů k získávání a akumulaci plaveného dřeva a navrženého opevnění, které není v návrhu blíže specifikováno.

č. ukazatele	Název ukazatele	Zhodnotitelnost ukazatele
ukazatel 1.1	Ovlivnění korytotvorných průtoků	1
ukazatel 1.2	Ovlivnění průtoků Q <sub>330d</sub>	1
ukazatel 1.3	Ovlivnění splaveninového režimu	1
ukazatel 2.1	Zachování přirozeného vývoje trasy hlavního koryta	1
ukazatel 2.2	Morfologie trasy	1
ukazatel 2.3	Akumulace plaveného dřeva	2
ukazatel 2.4	Výskyt a zachování přirozeného vývoje nivních ramen	1
ukazatel 3.1	Rozsah (charakter) úpravy	1
ukazatel 3.2	Příčný řez	1
ukazatel 3.3	Podélný profil	1
ukazatel 3.4	Opevnění levého břehu	2
ukazatel 3.5	Opevnění pravého břehu	1
ukazatel 3.6	Opevnění dna	1
ukazatel 3.7	Akumulace plaveného dřeva	2
ukazatel 3.8	Aktuální stav opevnění	2
ukazatel 4.1	Evidence vzduťých úseků	1
ukazatel 4.2	Migrační prostupnost objektů	1
ukazatel 1.1	Niva – levý břeh	1
ukazatel 1.2	Niva – pravý břeh	1
ukazatel 2.1	Vazba vodního toku a nivy	1
ukazatel 2.2	Vliv hrází a bariér na zúžení aktivní inundance	1
ukazatel 3.1	Vliv okolní krajiny – levý břeh	1
ukazatel 3.2	Vliv okolní krajiny – pravý břeh	1

Tabulka 6: Zhodnotitelnost jednotlivých ukazatelů.

### 7.2 Posouzení vybraných aspektů

V prvé řadě je nutné říci, jak komplexní a kvalitně vypracované oba návrhy jsou. Stále se ale jedná o soutěžní návrhy, které teprve budou podkladem pro guide plán Příměstského parku Soutok a určí rozsah a přesné parametry revitalizace. Návrhy

ve všem nemusí odpovídat reálným podmínkám prostředí jako je tomu na vizualizacích a náčrtech návrhu. Z toho důvodu je zde porovnávána především blízkost návrhu řeky Berounky ke správnému geomorfologickému vzoru. Pokud se budou respektovat přirozené procesy dané prostředím, vznikne tak dynamicky stabilní tok a niva, s širokou nabídkou habitatů.

V základních věcech se soutěžní návrhy shodují. Oba návrhy se shodují v navržení rozšíření koryta. Z historických pramenů je zřetelné, že byla v minulosti řeka Berounka zúžena. Větším prostorem pro řeku bude poskytnuto dostatečné místo pro další rozvoj korytových útvarů, jako jsou pro danou lokalitu cenné štěrkové náplavy. Návrhy dále plánují zrušení vybraných tvrdých technických opevnění a bariér bránících boční posun koryta a redispozici splavenin. Uvolněné břehy je v plánu reprofilovat k vytvoření prostředí typických pro nížinnou meandrující řeku a posílení laterální konektivity. Oba návrhy mají dle svých soutěžních návrhů v plánu obnovit meandrům jejich přirozenou dynamiku.

Ve vítězném návrhu je výrazným navrženým prvkem v nejpřirodnější části území Příměstského parku Soutok mezi Černošicemi a Radotínem vytvoření ostrovů pomocí „zadního kanálu“. Jedná se o boční rameno, které oddělí stávající konvexní břeh, z kterého se tak stává ostrov. Ostrovy do lokality, jak lze i vidět z historických map, jednoznačně patří, jsou také cenným biotopem pro celou řadu živočichů. Aby se zadní kanál nezanese jemnými splaveninami a nezarostl vegetací, musí si zanechat jistou dynamiku erozně akumulárního procesu. K tomu je zapotřebí dostatečný průtok bočním ramenem. Toho se dá zajistit buď usměrňovacím objektem, jako je například náhon, či umístěním do konvexního oblouku, jako je tomu v případě vítězného návrhu. Právě ale kvůli usměrnění části toku může docházet ke ztrátě dynamiky (a prostoru), která by byla potřeba jinde, v tomto případě ke vzniku abrazního břehu, konkávní tůně a přemílání štěrkových náplav. Druhý návrh se oproti tomu více soustředil na rozvoj štěrkových náplavů rozšířením koryta a ponechání dynamiky toku k tvorbě štěrkových lavic a abrazních břehů.

Návrhy obsahují pokrokové metody navržení usměrňovacích struktur tvořené většinou z dřevinné hmoty určené k vytvoření heterogenity hydraulických a erozně-akumulárních procesů, podpoření laterální migrace koryta a tvorby habitatů. Autoři navrhují přírodě blízká opatření, která nezhoršují hydromorfologický stav toku a nivy, nenarušují podélnou konektivitu ani přenos splavenin. Návrhy minimalizují negativní



ovlivnění nivou.

O něco více, než u výše uvedeného, se soutěžní návrhy lišily v návrhu nivy. Druhý architektonický návrh obsahuje podlouhlé mimokorytové tůňe, které v nivě plní úlohu bývalých říčních ramen. Tato tzv. oxbow jezera navrhuje propojit terénními sníženinami, které při zvýšených průtocích plní funkci periodických ramen. Toto je v souladu s říčním vzorem, zaniklá ramena jsou viditelná i na historických mapách. Bývalá říční ramena budou dále mít možnost zpětného vývoje. Tyto tůňe poskytují dlouhodobé zadržení povodňové vody. Dále jsou důležité například jako habitat pro obojživelníky. Vítězný architektonický návrh tůň, představující odstavené rameno, navrhuje také, je zde ale výrazný rozdíl v zastoupení tohoto prvku.

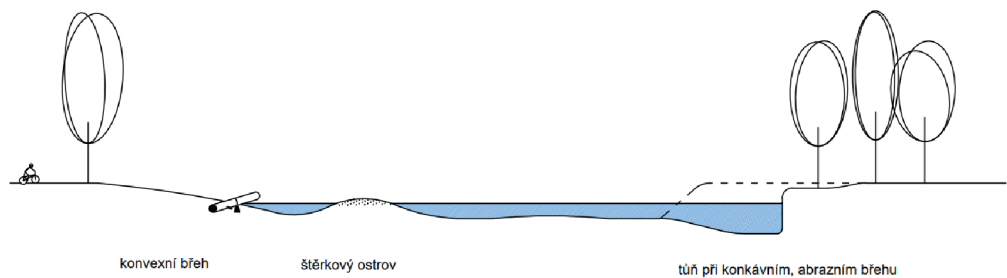
Návrhy sníženinami a úpravou profilu koryta zvyšují četnost rozlivů do nivy, které jsou nutné k vývoji lužních lesů. Zvýšením přirozených retenčních schopností v rozšířeném korytě a nivě se dá předpokládat, že bude docházet ke zmírnění povodňových škod a podpoře biodiverzity.

## 8. Návrh revitalizace

Na základě informací z rešeršní části diplomové práce, příkladů proběhlých světových revitalizací inspirací soutěžních návrhů byly navrženy základní cíle revitalizačních opatření na toku Berounka na území Příměstského parku Soutok:

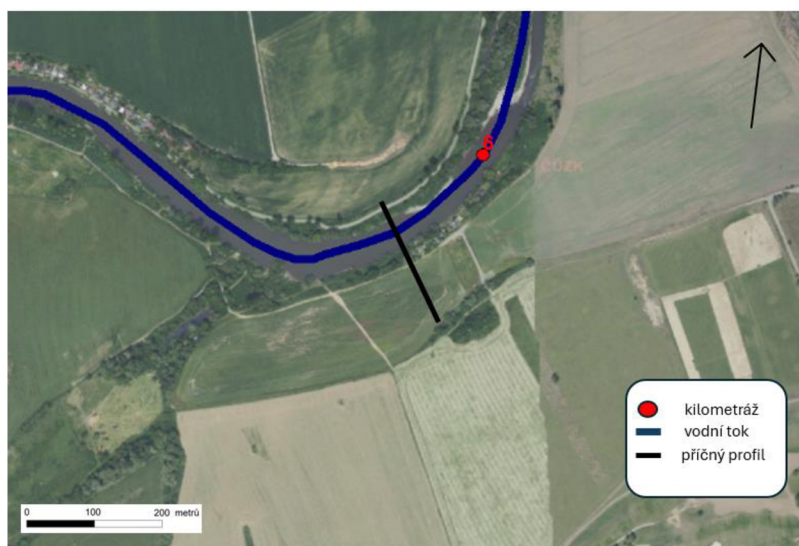
- Rozšíření koryta, které umožní vznik korytových útvarů
- Podpoření vzniku štěrkových ostrovů
- Posílení laterální migrace koryta
- Zachování podélné a laterální kontinuity toku
- Obnova přirozených rozlivů
- Obnova zaniklých ramen vodního toku, a jejich propojení terénními nerovnostmi
- Provedená opatření bez negativních dopadů na povodňovou ochranu

### 8.1 První příčný profil



Obrázek 22: Schéma navržených opatření na prvním příčném profilu.

První příčný profil, značící navrženou revitalizaci, je umístěn, kde plně začíná volná krajina za Černošicemi. Hlavními navrženými operacemi jsou zde rozšíření koryta, reprofilace břehů a umístění dřevěného prvku. Dílčí opatření, která jsou v příčném profilu navržena, jsou ve větším detailu také v příloze (Measure 2, 9).



Obrázek 23: Umístění prvního příčného profilu. Zdroj dat: DIBAVOD, ČÚZK

Rozšířením koryta toku se řece otevírá prostor pro přirozený vývoj mimo její původní břehy. Pracemi jako jsou cílené výkopy nebo přesuny materiálu v řečišti se formují tůňe nebo mělčiny. Na konvexní straně oblouku je do břehu uchyceno mrtvé dřevo ovlivňující morfodynamiku břehu vedoucí ke vzniku vyvýšenin a prohlubní. Došlo k posunutí konkávního břehu a vytvoření nátrže tůňe zemními pracemi. Tůň se dále bude vyvíjet sama energií proudu vody. Vzniklý příkrý abrazní břeh je cenný habitat pro hnízdění chráněných druhů ptáků, jako ledňáček říční či břehule říční. Abrazní břeh je ponechán přirozenému postupu boční eroze, koryto není z této strany nijak omezeno. Kvůli posunu je také záhodno odstranění ornice, aby případná eroze neposkytla dotaci živin do toku. Při konkávním břehu vzniká tůň, která poskytuje krytové příležitosti pro ryby, a to i za minimálních průtoků. Část odtěženého sedimentu lze nahnout do toku a vytvořit tak šterkový ostrov, odkud si ho řeka následně přemodeluje, jako v případě revitalizace řeky Iller (viz str. 29).

V případě laterálního posunu konkávního břehu k infrastruktuře, u které není přípustné její poškození, je nutné mít připravené opatření k stabilizaci břehu a k zabránění dalšího posunu břehu. K tomuto účelu může posloužit opatření jako je kamenný zához s dřevní hmotou, konstrukce ze dřeva a kamene umístěné ke břehu nebo výhonů k usměrnění směru toku.

Mrtvé dřevo na konvexním snižuje kapacitu koryta. Jelikož se umístěný prvek nachází v poměrně blízkosti zástavby, je nutné posouzení hydrotechnickým výpočtem. Je zde také nutnost adekvátního ukotvení dřeva, aby při zvýšených průtocích nedošlo

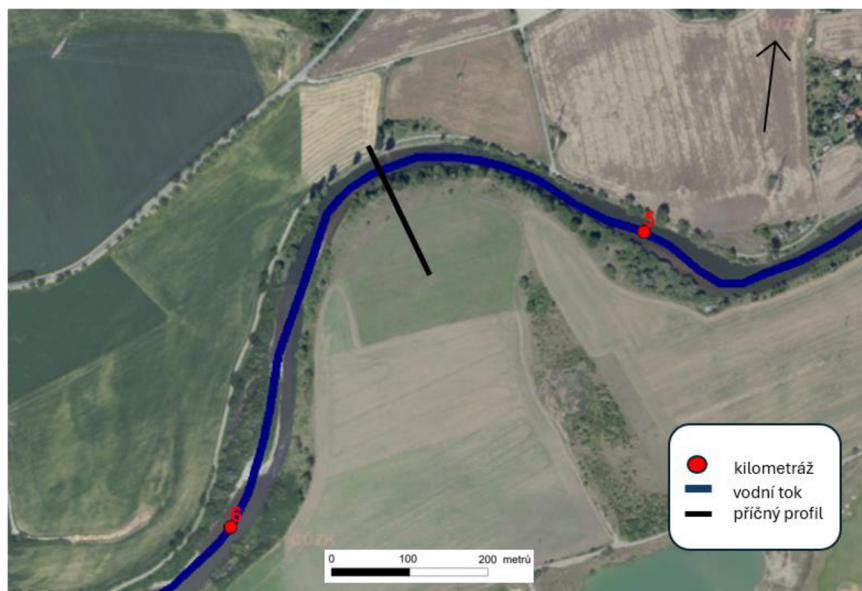
k jeho odplavení. Dále na toku se totiž nacházejí překážky jako jsou mosty, jezy, kde by mohlo dojít k nežádoucí zátarase a ke způsobení škody.

## 8.2 Druhý příčný profil



Obrázek 24: Schéma navržených opatření na druhém příčném profilu.

Druhý příčný profil navržených revitalizačních opatření se skládá z doplnění výhonu z dřevěné hmoty umístěný ve stávajícím opevnění v podobě kamenné rovnaniny. Dále zde bylo navrženo rozšíření řeky a vytvoření pozvolného konvexního břehu. Dílčí opatření jsou ve větším detailu také v příloze (Measure 3, 7).



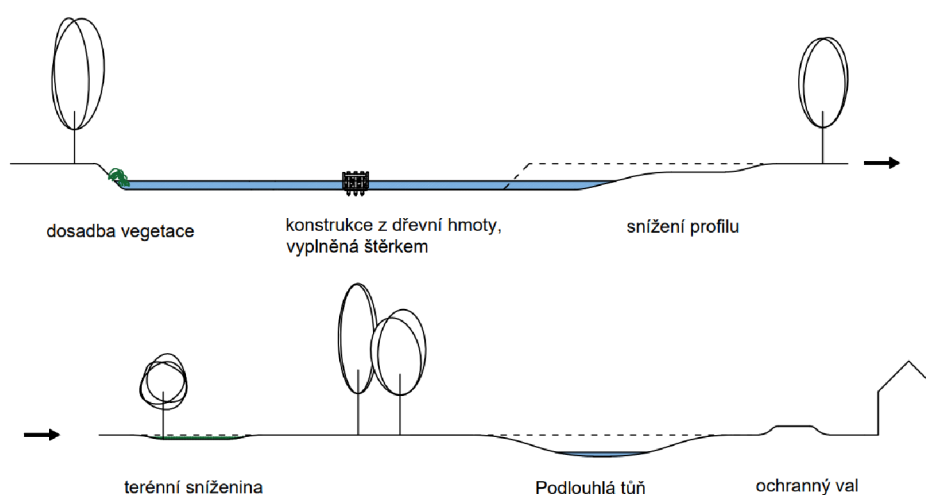
Obrázek 25: Umístění druhého příčného profilu. Zdroj dat: DIBAVOD, ČÚZK

Prostor nivy je z levého břehu omezen cyklostezkou, kvůli které je zde také vystavěna kamenná rovnanina. Ta bude doplněna o náhon v podobě jen z části odvětvených, větších kusů dřeva pevně připevněnými do dna a kamenného záhozu.

Výhon pomůže v ochraně břehu před erozí a v odvrácení proudu směrem k protilehlému břehu. Z hlediska materiálu a umístění výhon nahrazuje funkce akumulovaného plaveného dřeva v přírodních tocích. Změnou hydraulických podmínek vytváří v nárazové části tůň, za strukturou podporuje akumulaci splavenin, čímž poskytuje habitat pro širokou škálu bioty. Je nutné dostatečné ukotvení a spojení s rovnáninou chránící břeh.

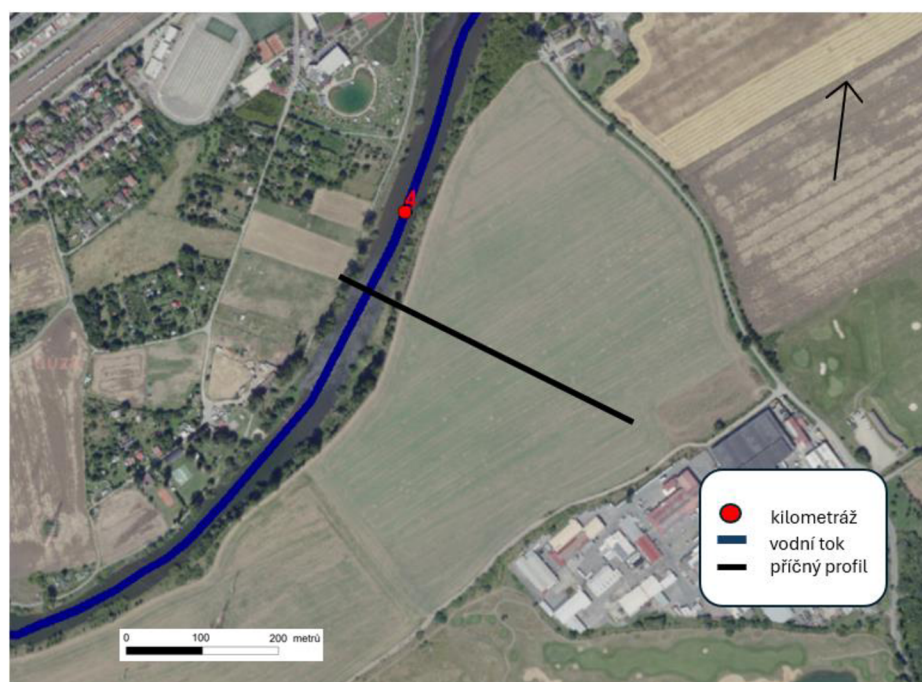
Při konvexním oblouku je zemními pracemi rozšířeno koryto. To by mělo být dostatečně široké, aby se zde mohly štěrkové náplavy vyvíjet. Štěrkové náplavy jsou významným habitatem pro bezobratlé, stejně jako jsou mělčiny pro juvenilní stádia ryb. Štěrkové náplavy postupně zarůstají do doby další disturbance v podobě zvýšených průtoků.

### 8.3 Třetí příčný profil



Obrázek 26: Schéma navržených opatření na třetím příčném profilu.

Třetí příčný profil navržené revitalizace se nachází po narovnání pravidelně meandrujícího úseku, v blízkosti čtvrtého říčního kilometru. Principem revitalizačních opatření je rozšíření koryta a umístění struktury z dřevěných kůlů vyplněných balvany. V záplavovém území na pravém břehu Berounky je navržena podlouhlá tůň, dosahující hladiny podzemní vody. Dále jsou navrženy terénní sníženiny, které po přesunu nabízejí možnost umístění zeminy jako ochranu nedaleké infrastruktury. Dílčí opatření jsou také ve větším detailu v příloze (Measure 1, 4, 5, 6, 8).



Obrázek 27: Umístění třetího příčného profilu. Zdroj dat: DIBAVOD, ČÚZK

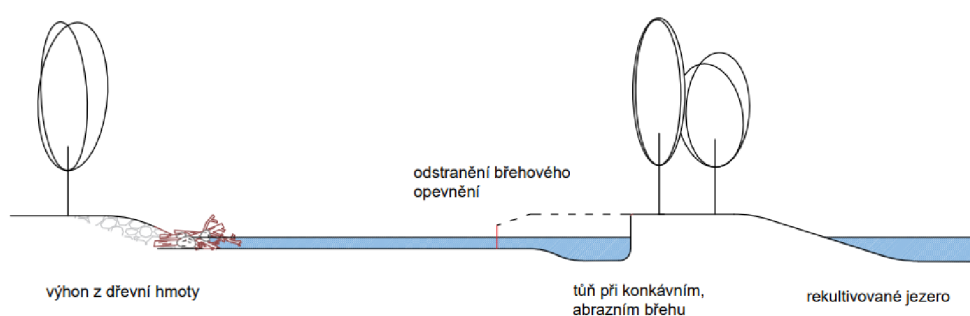
Rozšířením koryta a zploštěním břehů se otevírá prostor pro tvorbu zajímavých hydromorfologických útvarů, jako jsou například šterkové náplavy. Jejich vznik je podpořen umístěním struktury. Mezery v dřevěné struktuře jsou zajímavým habitatem pro ryby samy o sobě. Struktura je v korytě toku umístěna s cílem vychýlení proudu vody a zintenzivnění procesů eroze na jeho straně proti proudu a ukládání sedimentů na jejich chráněné straně po proudu. Tyto prvky přinášejí zvýšení strukturální rozmanitosti a vytvářejí cenná stanoviště.

Snížením břehů dochází k obnovení laterální konektivity a zvýšení četnosti záplav. V záplavovém území je navržena podlouhlá tůň, představující bývalé říční rameno. Tůň sahá pod hladinu podzemní vody, a to z důvodu poskytnutí svých funkcí obojživelníkům. Dále jsou v nivě navrženy terénní sníženiny, plnící funkci periodických ramen za zvýšených vodních stavů. V nivě jsou terénní sníženiny běžně tvořeny bývalými, zaniklými říčními rameny. Správným umístěním a navržením těchto sníženin dochází k častější dotaci záplavového území vodou. Dále umožňují zaniklým ramenům možnost dalšího vývoje.

Konkrétní způsob provedení struktury bude odvozen z posouzení hydrotechnickým výpočtem, jelikož se prvek nachází blízko zástavby. Tyto struktury mohou být opevněny i ocelovými tyčemi, umístěnými do dna koryta, a vydrží

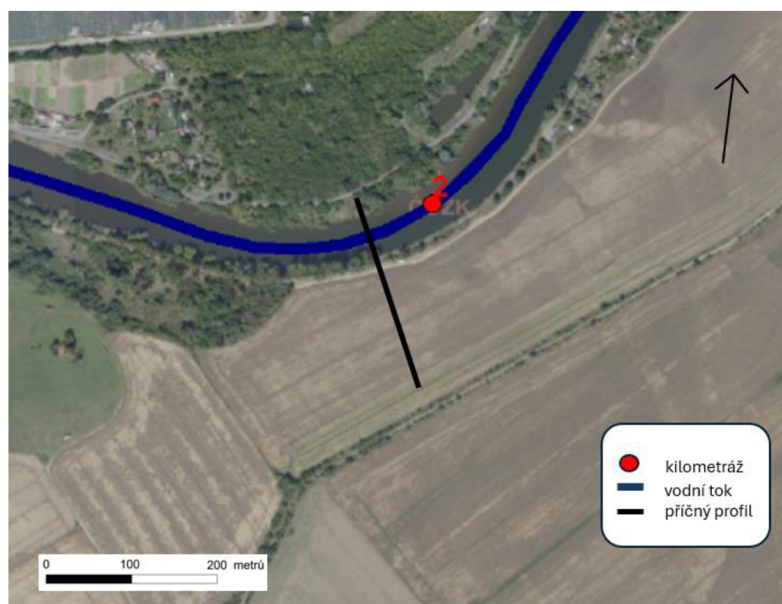
i mnohem větší energii, než se na Berounce může vyskytnout, viz příklad umístění dřevěných struktur na řece Hoh (str. 24). Vzniklé nánosy splavenin mají dopad na snížení kapacity koryta, a to především, pokud jsou náplavy stabilizované vegetací. Vegetace jednak zvyšuje hydraulický odpor, a navíc stabilizuje náplavy, které by jinak za zvýšených stavů byly ve vzhledu. Z tohoto důvodu je nutné použití hydrotechnického výpočtu.

#### 8.4 Čtvrtý příčný profil



Obrázek 28: Schéma navržených opatření na čtvrtém příčném profilu.

Čtvrtý příčný profil navržených revitalizačních opatření je složen z břehového výhonu z dřevní hmoty a odstranění starého břehového opevnění. Dílčí opatření jsou také v příloze (Measure 2, 7).



Obrázek 29: Umístění čtvrtého příčného profilu. Zdroj dat: DIBAVOD, ČÚZK

Vlivem zde navržených opatření dochází k urychlení procesu eroze u pravého břehu Berounky. Břehový výhon je stavební konstrukce ze dřeva zpevněným balvany, přivázaný do břehu a vybíhá směrem do středu koryta. Výhon tam směřuje proudnici vody k protějšímu břehu, kde iniciuje erozi vedoucí k rozšíření koryta. Na erozi jsou vázané cenné habitaty, jako je abrazní břeh, ale i šterkové náplavy.

Jelikož zde má Berounka malý sklon a nemá tak příliš velkou energii a břehy jsou složeny ze soudržných materiálů, neočekává se rychlý laterální posun koryta. Není tak zde třeba například spícího opevnění, které bychom za normálních okolností chtěli umístit pro znemožnění přílišného postupu k jezeru, které je v lokalitě naplánováno.



## 9. Diskuze

Cílem této diplomové práce není posuzovat celkovou kvalitu soutěžních návrhů, které spočívají v multidisciplinárním řešení. Tato práce se soustředí výhradně na dopad návrhů na hydromorfologii. Hydromorfologie je pro lokalitu velmi důležitá (viz kap. 4), a proto je možno, až záhodno, ji takto rozebrat a stanovit tak její návrhovou kvalitu.

Hydromorfologické posouzení je do určité míry limitované, a to z důvodu malé zevrubnosti zpracovaných architektonických návrhů pro soutěž, které se nevěnovaly detailnímu řešení revitalizace, což nedovolilo zachycení všech aspektů a vlivů, ale dovolilo provést dostatečně reprezentativní srovnání.

Ze stejného důvodu nebylo možno použít všech ukazatelů pro posuzování architektonických návrhů. Například ukazatel akumulace plaveného dřeva nebylo možné posoudit podrobně. Kvůli tomuto byla vypracována škála zhodnotitelnosti viz tab. 3. Po přihlédnutí k tomuto faktu již tento ukazatel bylo možno odhadnout, byť s jistou mírou nepřesnosti.

Byl posouzen hydromorfologický stav obou soutěžních návrhů viz kap. 7. Po provedeném posouzení můžeme říci, že oba soutěžní návrhy hydromorfologický stav výrazně zlepšují. Řeka Berounka by tak po provedení revitalizačních opatření na základě návrhů měla splňovat nároky dané Směrnicí o vodách, jelikož oběma vyšel stav hodnotících kritérií jako velmi dobrý. Z hlediska hydromorfologie lze konstatovat, že kvalitněji vychází návrh, který se celkově v soutěži umístil jako druhý viz tab. 5. Největšího rozdílu bylo zaznamenáno v kritériu morfologie trasy hlavního koryta a nivních ramen.

Nesoulad mezi kvalitou hydromorfologického návrhu a vítězstvím v soutěži o podobu Příměstského parku Soutok, může být dán rozdílnou kvalitou z architektonického či urbanistického aspektu, popřípadě jinou úrovní prezentace soutěžních návrhů.

Na základě vítězného návrhu koncepce Příměstského parku Soutok budou dále vypracovány dílčí návrhy revitalizací. Jelikož dle vyhodnocení hydromorfologického stavu vyšel lépe návrh umístěný na druhém místě, nabízí se možnost zapracování vybraných aspektů do návrhu, který celkově zvítězil. Jednou z možných úprav

vítězného návrhu, aniž by došlo k přílišné změně stávající koncepce, by mohlo být přidání podlouhlých tůní, které by plnily úlohu zaniklých ramen toku.

Vítězný návrh navrhuje vybudování ostrovů. Tvorbou těchto ostrovů může dojít ke snížení tvorby šterkových lavic viz kap. 7.2. Oba útvary představují pro lokalitu zajímavé a cenné habitaty. Záleží tak na preferenci posuzovatele, které stanoviště upřednostní před druhým. Jedná se o jeden z největších rozdílů předkládaných soutěžních návrhů, co se hydromorfologie týká.

V případě navržení prvního profilu (kap. 8.1) by za standardních podmínek bylo vhodné zvážit umístění usměrňovací stavby, například výhonu ke konvexnímu břehu k podpoře laterálního vývoje konkávního, abrazního břehu. Nicméně vzhledem k situování pod protipovodňovou údolnicí by bylo třeba důkladné zhodnocení na základě odpovídajícího hydrotechnického výpočtu. Dle odhadu založeného na příkladech z praxe by zde totiž mohlo docházet ke zdržení povodňové vlny nebezpečně blízko zastavěné části města.

V záplavovém území Příměstského parku Soutok je navrženo vybudování podlouhlých tůní (kap. 8.3), představující zaniklá ramena. Pokud budou tůně zahloubeny pod úroveň podzemní vody, vytvoří stálou hladinu, která je důležitá např. pro obojživelníky. V tom případě bude ale také docházet k určitému odvodnění oblasti, kde jsou mimo jiné naplánována stanoviště vyžadující zavodněné prostředí. Bude zde nutné řešení na základě kompromisu a odborného posouzení, které vyhodnotí, jaké zastoupení určitých opatření přinese největší efekt.

## 10. Závěr

V diplomové práci byly posouzeny soutěžní návrhy o podobě Příměstského parku Soutok z hlediska hydromorfologie. Ke srovnání byla využita metodika Ministerstva životního prostředí „Metodika odboru ochrany vod, která stanovuje postup hodnocení vlivů opatření na vodních tocích a nivách na hydromorfologický stav vod“. Metodika se ukázala přes jisté limity pro srovnání soutěžních návrhů jako použitelná. Výsledné hodnocení obou návrhových stavů dosahuje velmi dobrých hydromorfologických stavů toku i nivy. Vítězný návrh dosáhl hodnocení 80,1 % toku a 85,3% nivy v porovnání s potenciálním přirozeným stavem, zatímco druhý návrh dosáhl hodnocení 86,3 % toku a 84,6 % nivy. Návrhy tak splňují environmentální cíle dané Směrnicí o vodě. Následně byly navrženy vhodné revitalizační zásahy na řece Berounce. Mezi důležitá navrhovaná opatření patří rozšíření koryta a cílené umístění usměrňovacích struktur k podpoření vzniku zajímavých hydromorfologických útvarů, jako jsou například štěrkové ostrovy.

Ukazuje se, že z hlediska hydromorfologie by bylo vhodné zvážit zapracování vybraných aspektů hydromorfologie do vítězného návrhu. Na kvalitě konkrétního budoucího návrhu revitalizace řeky Berounky určitě bude ještě nutné pracovat. K tomu by mohla být využita i tato práce.

## 11. Přehled literatury a použitých zdrojů

### 11.1 Odborná literatura

**Abbe T., Montgomery D., 1996:** Large woody debris jams, channel hydraulics and habitat formation in large rivers. *Regulated Rivers: Research & Management* Volume 12. P. 201-221.

**Brierley G., Fryirs K., 2008:** *River Futures: An Integrative Scientific Approach to River Repair*. Island Press, Washington.

**Cílek V., Ložek V., 2000:** Geodiverzita. *Vesmír* 79, 94-98.

**Cramer M., 2012:** *Stream Habitat Restoration Guidelines*. Washington Departments of Fish and Wildlife, Natural Resources, Transportation and Ecology, Washington State Recreation and Conservation Office, Puget Sound Partnership, and the U.S. Fish and Wildlife Service, Washington.

**Culek M., 2005:** Biogeografické členění České republiky II. díl. AOPK, Praha.

**Demek J., Vatošíková Z., Mackovčín P., 2007:** Metodika pro hodnocení hydromorfologie na referenčních lokalitách v rámci monitoringu ekologického stavu tekoucích vod podle rámcové směrnice o vodách (WFD 2000/60/ ES). AOPK ČR, Brno.

**EEA, ©2012:** *European Waters — Assessment of Status and Pressures*, European Environment Agency, Copenhagen.

**Fryirs K., Brierley G., 2013:** *Geomorphic Analysis of River Systems: An Approach to Reading the Landscape*. Wiley-Blackwell, Chichester, West Sussex, Hoboken.

**Galia T., 2017:** *Fluviální geomorfologie*. Ostravská univerzita, Ostrava.

**Galia T., Kuglerová L., Škarpich V., 2024:** Floodplain and in-channel large wood storage in the fluvial corridor of an actively meandering river. *Forest Ecology and Management* Volume 557. P. 121770.

**Gellert G., Pottgiesser T., Euler T., 2014:** Assessment of the structural quality of streams in Germany--basic description and current status. *Environmental Monitoring and Assessment* Volume 186.P. 3365-78.

**Giriat D., Gorczyca E., Sobucki M., 2016:** Beaver ponds' impact on fluvial processes. *Science of The Total Environment* Volume 544. P. 339-353.

**Hlaváček P., Meduna P., 2019:** *Fenomén soutoku: Příběh říční krajiny na soutoku Vltavy a Berounky*. Novela Bohemica, Praha.

- Chytrý M., Kučera T., Kočí M., Grulich V., Lustyk P., 2010:** Katalog biotopů České republiky. AOPK, Praha.
- Just T., 2003:** Revitalizace vodního prostředí. AOPK ČR, Praha.
- Just T., 2005:** Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. Český svaz ochránců přírody Hořovicko, Praha
- Just T., 2014:** Revitalizace Illeru u Vöhringenu. Vodní hospodářství Volume 64. P. 23-26.
- Just T., 2016:** Ekologicky orientovaná správa vodních toků v oblasti péče o jejich morfologický stav : metodika AOPK ČR. AOPK ČR, Praha.
- Just T., Kujanová K., Černý K., Kubín M., 2020:** Ochrana a zlepšování morfologického stavu vodních toků: revitalizace, dílčí vodohospodářská opatření, podpora renaturačních procesů: metodika AOPK ČR. AOPK ČR, Praha.
- Kondolf M., 1994:** Geomorphic and environmental effects of instream gravel mining. Landscape and Urban Planning Volume 28. P. 225-243.
- Kondolf M., 1997:** Hungry Water: Effects of Dams and Gravel Mining on River Channels. Environmental Management Volume 21. P. 533–551.
- Koptík J., Marhoul P., Obstová L., 2017:** Biodiverzita území projektového záměru “Příměstský park Soutok”, Beleco. Praha.
- Kristensen E., Kronvang B., Winberg-Larsen P., Thodsen H., Nielsen C., Amor E., Friberg N., Pedersen M., Baattrup-Pedersen A., 2014:** 10 years after the largest river restoration project in Northern Europe: Hydromorphological changes on multiple scales in River Skjern. Ecological Engineering Volume 66. P. 141-149.
- Langhammer J., 2014:** HEM 2014, Metodika monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků. Pf UK, Praha.
- Neuhaus V., Mende M., 2021:** Engineered Large Wood Structures in Stream Restoration Projects in Switzerland: Practice-Based Experiences. Water Volume 13. P. 2520.
- Pithart D., Vaňková E., 2018:** Analýza ekosystémových služeb v oblasti budoucího příměstského parku Soutok, Beleco, Praha.
- Pregun C., 2022:** Dynamics of self-regulatory processes in a lowland river due to seasonal changes in certain hydro-ecological and water quality factors. Ecological Engineering Volume 178. P. 106595.
- Prominski M., Stokman A., Stimberg D., Voermanek H., Zeller S., Bajc K., 2017:** River.Space.Design:Planning Strategies, Methods and Projects for Urban Rivers. 2nd

and exp. ed. Birkhauser, Berlin, Boston.

**Richards, K., Brasington, J. and Hughes, F., 2002:** Geomorphic dynamics of floodplains: ecological implications and a potential modelling strategy. *Freshwater Biology* Volume 47, P. 559–579.

**Roni P., Beechie T., 2013:** Stream and watershed restoration: A guide to restoring riverine processes and habitats. Wiley-Blackwell, Chichester.

**Roni P., Beechie T., Pess., Hanson K., 2014:** Wood placement in river restoration: fact, fiction, and future direction. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* Volume 72. P. 466-478.

**Smith C., 2009:** Engineering with Nature: Alternative Techniques to Riprap Bank Stabilization. FEMA.

**Stoltefaut T., Haubrock P., Welti E., Baker N., Haase P., 2024:** A long-term case study indicates improvements in floodplain biodiversity after river restoration. *Ecological Engineering* Volume 198. P. 107143.

**Sucharda M., Pithart D., Černá E., 2018:** Studie revitalizace Berounky a nové vodní útvary. Design for landscape, Praha.

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

**Tolkkinen M., Heino J., Ahonen A., Lehosmaa K., Mykrä H., 2020:** Streams and riparian forests depend on each other: a review with a special focus on microbes. *Forest Ecology and Management* Volume 462. P. 117962.

**Vogel R., 2011:** Hydromorphology. *Journall of Water Resources Planning and Management* Volume 137. P. 147-149.

**Ward J., Tockner K., Schiemer F., 1999:** Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity. *Regulated Rivers: Research & Management* Volume 15. P. 125-139.

**Wohl E., Angermeier P., Bledsoe G., MacDonnell L., Merritt D., Palmer M., Poff N., Tarboton D., 2005:** River restoration. *Water Resources Research* Volume 41.

**Zen S., Gurnell A., Zolezzi G., Surian N., 2017:** Exploring the role of trees in the evolution of meander bends: The Tagliamento River, Italy. *Water Recources Research* Volume 53. P. 5943-5962.

## 11.2 Legislativní zdroje

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky

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

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

Ústavní zákon č. 1/1993 Sb., ústava České republiky

## 11.3 Internetové zdroje

**Arzet K., Joven S., 2012:** The Isar Experience – Urban River Restoration in Munich říčního (online) [cit. 2023.12.13], dostupné z [https://www.wwa-m.bayern.de/fluesse\\_seen/massnahmen/isarplan/doc/the\\_isar\\_experience.pdf](https://www.wwa-m.bayern.de/fluesse_seen/massnahmen/isarplan/doc/the_isar_experience.pdf).

**Bayerisches staatsministerium für umwelt und verbraucherschutz ©2014:** HUBER AND UNTERSTELLER: RENATURATION OF THE ILLER IS A BENEFIT FOR NATURE AND PEOPLE říčního (online) [cit. 2023.12.14], dostupné z <https://www.stmuv.bayern.de/aktuell/presse/detailansicht.htm?tid=29587>.

**CCEAMOBA, ©2023:** Příměstský park Soutok (online) [cit. 2023.12.18], dostupné z <https://cceamoba.cz/souteze/sok#>.

**Čech M., Čech P., 2023:** Význam trvalých hnízdních stěn pro ledňáčka říčního (online) [cit. 2024.01.15], dostupné z <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/vyzkum-a-dokumentace/vyznam-trvalych-hnizdnich-sten-pro-lednacka-ricniho/>.

**ČHMÚ, ©2024:** Evidenční list operativního profilu (online) [cit. 2024.02.16], dostupné z <https://hydro.chmi.cz/hppsevlist/download?seq=20949735>.

**Environment Agency ©2022:** River Habitat Survey in Britain and Ireland, Field Survey Guidance Manual: 2003 Version (2022 Reprint) (online) [cit. 2024.02.21], dostupné z [https://assets.publishing.service.gov.uk/media/62dff4138fa8f564a21dcd5e/RHS-manual-2003\\_2022-reprint-LIT-1758.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/media/62dff4138fa8f564a21dcd5e/RHS-manual-2003_2022-reprint-LIT-1758.pdf).

**EEA ©2016:** Flood risks and environmental vulnerability - Exploring the synergies between floodplain restoration, water policies and thematic policies (online) [cit. 2024.02.12], dostupné z <https://www.eea.europa.eu/publications/flood-risks-and->

environmental-vulnerability>.

**EEA ©2020:** Restoration of River Skjern Denmark (online) [cit. 2023.12. 22.], dostupné z <<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/river-skjern-denmark>>

**Fluvial Morphology ©2024:** Home Page - Fluvial Morphology (online) [cit. 2024.03.10.], dostupné z <<http://fluvialmorphology.cz/>>.

**Grüne Liga ©2007:** Renaturierung der Isar in München (online) [cit. 2023.12.12], dostupné z <[https://www.wrrl-info.de/docs/wrrl\\_steckbrief\\_isar.pdf](https://www.wrrl-info.de/docs/wrrl_steckbrief_isar.pdf)>.

**Hall M., Moler S., 2006:** Mimicking Mother Nature (online) [cit. 2024.01.20], dostupné z <<https://highways.dot.gov/public-roads/januaryfebruary-2006/mimicking-mother-nature>>.

**HEIS VÚV TGM ©2024:** Implementace Rámcové směrnice o vodách (online) [cit. 2024.01.29], dostupné z <<https://heis.vuv.cz/data/webmap/datovesady/projekty/ramcovasmernicevoda/default.asp>>.

**Hrabětová J., 2022:** Podívejte se: Soutok Berounky a Vltavy čeká proměna. Vznikne tam park (online) [cit. 2023.12.06], dostupné z <[https://prazsky.denik.cz/zpravy\\_region/podivejte-se-soutok-berounky-a-vltavy-ceka-promena-vznikne-tam-park-20221126.html](https://prazsky.denik.cz/zpravy_region/podivejte-se-soutok-berounky-a-vltavy-ceka-promena-vznikne-tam-park-20221126.html)>.

**IPR ©2014:** KONCEPCE PRAŽSKÝCH BŘEHŮ (online) [cit. 2023.12.05], dostupné z <[https://iprpraha.cz/uploads/assets/KONCEPCE%20PRAZSKYCH%20BEHU\\_150dpi\\_KVP-IPR\\_150116.pdf](https://iprpraha.cz/uploads/assets/KONCEPCE%20PRAZSKYCH%20BEHU_150dpi_KVP-IPR_150116.pdf)>.

**IPR, ©2022:** Soutěžní zadání pro mezinárodní krajinářsko-urbanistickou soutěž o návrh řešení území na soutoku Berounky a Vltavy v Praze, Česká republika (online) [cit. 2023.12.05], dostupné z <<https://iprpraha.cz/assets/files/files/eed12bef8b8761ade5bb2dc933ed2ec8.pdf>>.

**IPR, ©2023:** Soutok (online) [cit. 2023.12.10], dostupné z <<https://iprpraha.cz/projekt/9/soutok>>.

**Just T., 2009:** Revitalizace, renaturace. (online) [cit. 2024.02.07], dostupné z <<https://www.casopis.ochranaprirody.cz/pece-o-prirodu-a-krajinu/revitalizace-renaturace/>>.

**Koubová K., 2024:** Bobrů je v Česku fatálně méně než lidí, míní expert. ‚Naplnili už skoro kapacitu krajiny,‘ soudí ekolog (online) [cit. 2024.03.22], dostupné z <<https://www.irozhlas.cz/veda-technologie/priroda/bobri-mizi-cesko-vodni-toky->



hraze\_2403202323\_pj>.

**Kovářiková Z., 2019:** Lodě se po Berounce plavit nebudou, rozhodli poslanci (online [cit. 2024.03.02], dostupné z < <https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/lode-se-po-berounce-plavit-nebudou-rozhodli-poslanci>>).

**Kovářiková Z., 2023:** Muž, který vrací život potokům. Rozhovor s Jiřím Karneckim o revitalizacích pražských vodních toků (online) [cit. 2024.02.21], dostupné z <<https://ekolist.cz/cz/publicistika/rozhovory/muz-ktery-vraci-zivot-potokum.rozhovor-s-jirim-karneckim-o-revitalizacich-prazskych-vodnich-toku>>.

**Miljöministeriet naturstyrelsen ©2023:** Skjern Å (online) [cit. 2023.12.16], dostupné z <<https://naturstyrelsen.dk/vildere-natur/planer-for/naturen/driftsplaner/blaavandshuk/omraadeplaner/skjern-a>>.

**MŽP ©2008:** Metodika odboru ochrany vod, která stanovuje postup hodnocení vlivů opatření na vodních tocích a nivách na hydromorfologický stav vod (online) [cit. 2023.12.16], dostupné z <[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/vodni\\_tok/\\$FILE/OOOPK\\_Zjednodusenametodika\\_PPO\\_PBO\\_20161012.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/vodni_tok/$FILE/OOOPK_Zjednodusenametodika_PPO_PBO_20161012.pdf)>.

**MŽP ©2020:** Koncepce zprůchodnění říční sítě ČR – Aktualizace 2020 (online) [cit. 2024.01.10.], dostupné z <[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/koncepce\\_migracni\\_zpruchodneni/\\$FILE/OOOPK-Koncepce%20zpruchodneni\\_ricni\\_site\\_2020\\_text-20200528.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/koncepce_migracni_zpruchodneni/$FILE/OOOPK-Koncepce%20zpruchodneni_ricni_site_2020_text-20200528.pdf)>.

**Outdoor Illinois Journal ©2023:** Wetland Restoration: Part 2, Reading the Landscape (from online to on-site) (online) [cit. 2024.03.26], dostupné z <<https://outdoor.wildlifeillinois.org/articles/wetland-restoration-part-2-reading-the-landscape-from-online-to-on-site>>

**The Nature Conservancy ©2024:** What Is an Oxbow? (online) [cit. 2024.26.03], dostupné z <<https://www.nature.org/en-us/about-us/where-we-work/united-states/iowa/stories-in-iowa/what-is-an-oxbow/>>

### **Diplomové práce**

**Břoušková K., 2021:** Hydromorfologické hodnocení vodního toku řeka Berounka, ČZU v Praze

**Stehlík, F. (2006):** Rekonstrukce vývoje holocénní nivy řeky Berounky mezi Černošicemi a Lahovicemi. Přírodovědecká fakulta University Karlovy, diplomová práce.

## 12. Seznam příloh

### 12.1 Seznam obrázků

Obrázek 1: Příměstský park Soutok (IPR ©2022).

Obrázek 2: Soutěžní návrh architektonických studií EMF, NORMA a PARETO (CCEAMOBA ©2023).

Obrázek 3: Soutěžní návrh architektonický studií Bureau B+B & gogolák+grasse (CCEAMOBA ©2023).

Obrázek 4. Historické změny koryta Berounky (Stehlík 2016).

Obrázek 5: I. vojenské (josefské) mapování (1764–1768) (URL 1: <[http://oldmaps.geolab.cz/map\\_viewer.pl?lang=cs&map\\_root=1vm&map\\_region=ce&map\\_list=c124](http://oldmaps.geolab.cz/map_viewer.pl?lang=cs&map_root=1vm&map_region=ce&map_list=c124)>, [cit.2024.02.22]).

Obrázek 6: Erozní, transportní a akumulární zóna (Kondolf 1994).

Obrázek 7: Základní prvky meandrujícího vodního toku (Just 2005).

Obrázek 8: Letecký snímek vyobrazující funkci říčních struktur v řece Hoh (Hall et Moler 2006).

Obrázek 9: Zátarasa z kmenů na břehu řeky Hoh chránící důležitou silnici (Hall et Moler 2006).

Obrázek 10: Jasná známka přítomnosti bobra evropského na Berounce.

Obrázek 11: Řeka Isar před a po revitalizaci (Arzet et Joven 2012).

Obrázek 12: Letecký snímek ukazuje situaci před revitalizací řeky Skjern (1992) a po ní (2018) (EEA ©2020).

Obrázek 13: Štěrkové hroudy po přemístění po vytěžení ze stran koryta. Je počítáno s jejich postupným rozplavováním po řečišti a obohacování tak toku o splaveniny (Just 2014).

Obrázek 14: Struktura z kamenů a pařezů k přispění tvarové členitosti koryta a nabídce stanovišť (Just 2014).

Obrázek 15: Černošický jez s rybím přechodem.

Obrázek 16: Význam štěrkových ostrovů nejen ekologický.

Obrázek 17: Štěrková lavice při konvexním oblouku.

Obrázek 18: Opevnění levého břehu kamennou rovnáninou, s kamenným výhonem.

Obrázek 19: Výsledný geomorfologický typ – plně vyvinuté meandrování (Fluvial Morphology ©2024).

Obrázek 20: Podrobný výpis výsledných hodnot zadaných parametrů současného a vítězného soutěžního návrhu (Fluvial Morphology ©2024).

Obrázek 21: Podrobný výpis výsledných hodnot zadaných parametrů současného a druhého soutěžního návrhu (Fluvial Morphology ©2024).

Obrázek 22: Schéma navržených opatření na prvním příčném profilu.

Obrázek 23: Umístění prvního příčného profilu. Zdroj dat: DIBAVOD, ČÚZK.

Obrázek 24: Schéma navržených opatření na druhém příčném profilu.

Obrázek 25: Umístění druhého příčného profilu. Zdroj dat: DIBAVOD, ČÚZK

Obrázek 26: Schéma navržených opatření na třetím příčném profilu.

Obrázek 27: Umístění třetího příčného profilu. Zdroj dat: DIBAVOD, ČÚZK

Obrázek 28: Schéma navržených opatření na čtvrtém příčném profilu.

Obrázek 29: Umístění čtvrtého příčného profilu. Zdroj dat: DIBAVOD, ČÚZK

## **12.2 Seznam tabulek**

Tabulka 1: Tabulka hodnotících kritérií stavů vodního toku a nivy.

Tabulka 2: Klasifikace hydromorfologického stavu (Fluvial Morphology ©2024).

Tabulka 3: Stupnice zhodnotitelnosti.

Tabulka 4: Základní údaje úseku (HEIS VÚV TGM, cuzk.cz, chmi.cz).

Tabulka 5: Vyhodnocení hydromorfologického stavu.

Tabulka 6: Zhodnotitelnost jednotlivých ukazatelů.

### **12.3 Seznam příloh**

Measure 1: Reprofilng and widening the channel cross-section

Measure 2: Concave bank

Measure 3: Convex bank

Measure 4: Disruptive element

Measure 5: Oxbow lake

Measure 6: Terrain lowering

Measure 7: Riprap with dead wood

Measure 8: Bank vegetation

Measure 9: Large wood in convex bank

### **12.4 Seznam použitých obrázků v příloze**

Image 1: Reprofilng and widening the channel cross-section

Image 2: Widened channel of Iller river (Just 2014).

Image 3: Measure 2: Concave bank

Image 4: Abrasive bank (Čech et Čech 2023).

Image 5: Abrasive bank in the concave.

Image 6: Convex bank.

Image 7: Gravel bar at the convex bank.

Image 8: Disruptive element.

Image 9: Wooden structure forming gravel bed (Cramer 2012).

Image 10: Oxbow lake.

Image 11: Oxbow lake at channelised stream (The Nature Conservancy ©2024).

Image 12: Terrain lowering.

Image 13: Wetland restoration (Outdoor Illinois Journal ©2023).

Image 14: Riprap with dead wood.

Image 15: Wooden groynes (Neuhaus et Mende 2021).

Image 16: Bank vegetation.

Image 17: Bank vegetation (Prominski et al. 2017).

Image 18: Large wood in convex bank.

Image 19: Wood foorming ridges and swales (Zen et al. 2017).

## 13. Přílohy

### Attachments

Součástí diplomové práce „Návrh revitalizace Berounky při vzniku Příměstského parku Soutok“ je katalog opatření zlepšující hydromorfologický stav koryta vodního toku a nivy. Aplikace opatření předpokládá užití zkušeným projektantem v oboru vodního hospodářství a krajinného inženýrství. Popis stručně předkládá důležité principy pro zlepšení hydromorfologických aspektů.

The thesis „Proposal for the Berounka River Restoration in the Creation of the Confluence Periurban Park“ includes a catalogue of measures improving the hydromorphological quality of the river channel and floodplain. The application of the measures requires use of an experienced designer in the field of water management and landscape engineering. The description briefly presents the important principles for improving hydromorphological aspects.

### Measure 1: Reprofilng and widening the channel cross-section

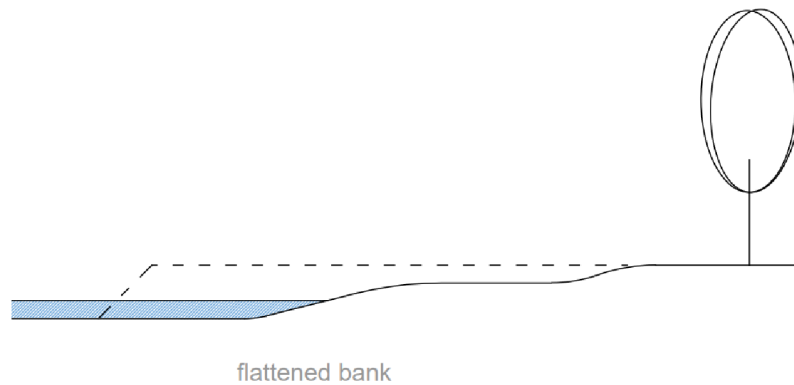


Image 1: Reprofilng and widening the channel cross-section .

Excavating the floodplain and flattening of the banks opens up space for the natural development of the river outside its former riverbank line. Works such as targeted excavations or material movements in the river channel form pools or shallows. The changing cross-section of the river leads to variability in flows, which leads to the deposition of sediments of different sizes in different parts of the river, further increasing the structural diversity of the river environment.



Image 2: Widened channel of Iller river (Just 2014).

## Measure 2: Concave bank

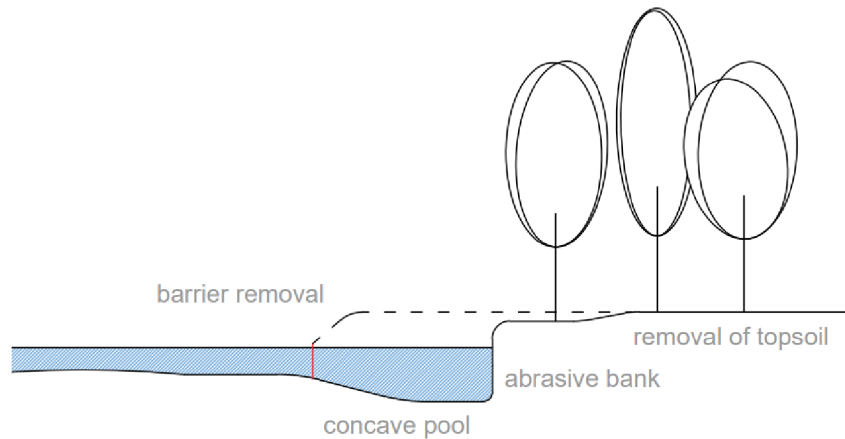


Image 1: Concave bank.

The steep abrasive bank is a valuable habitat for nesting protected species. The abrasion bank is left to the natural progression of lateral erosion. Because of the movement of the bank, removal of topsoil is also beneficial so that potential erosion does not provide a nutrient subsidy to the stream. At the base of the concave bank, the energy of river flow forms a pool. The pool provides cover opportunities for fish, even under minimum flows.



Image 2: Abrasive bank (Čech et Čech 2023).



Image 3: Abrasive bank in the concave.



### Measure 3: Convex bank

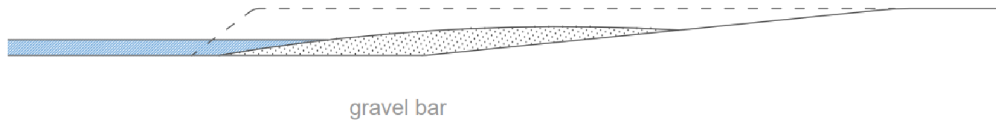


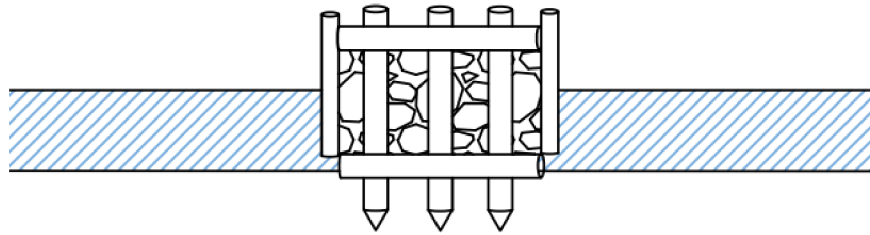
Image 4: Convex bank.

In a convex curve, the channel is widened enough to allow gravel bars to develop. The gravel banks are an important habitat for invertebrates, as are the shallows for juvenile stages of fish. The gravel banks are gradually becoming vegetated until further disturbance, in the form of increased flows, reverse the process. There is a possibility of adding sediment after excavation works by placing gravel in the channel to encourage the formation of a gravel bed.



Image 5: Gravel bar at the convex bank.

#### Measure 4: Disruptive element



structure made of wood and stones

Image 6: Disruptive element.

Wooden or other disruptive elements are placed at selected locations to deflect the flow of water and intensify erosion processes forming pool or, conversely, to encourage sediment deposition on their protected downstream side forming gravel bars, islands, and shallow waters. These features provide an increase in structural diversity and create valuable habitats.



Image 7: Wooden structure forming gravel bed (Cramer 2012).

### Measure 5: Oxbow lake

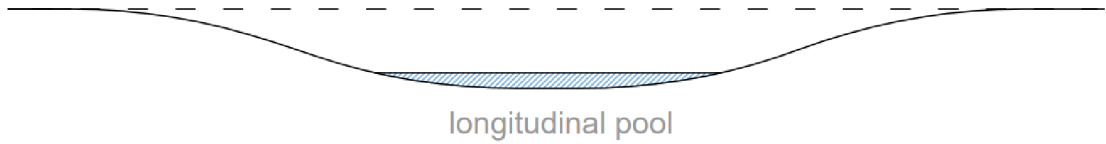


Image 8: Oxbow lake.

A proposed longitudinal pool in the floodplain is representing a former river arm. The pool extends below the groundwater table to further provide its functions for amphibians. These also called oxbow lakes are connected by terrain depressions that act as periodic river channels during high water levels. In the floodplain, terrain depressions are commonly formed by former river channels.



Image 9: Oxbow lake at channelised stream (The Nature Conservancy 2024).

## Measure 6: Terrain lowering

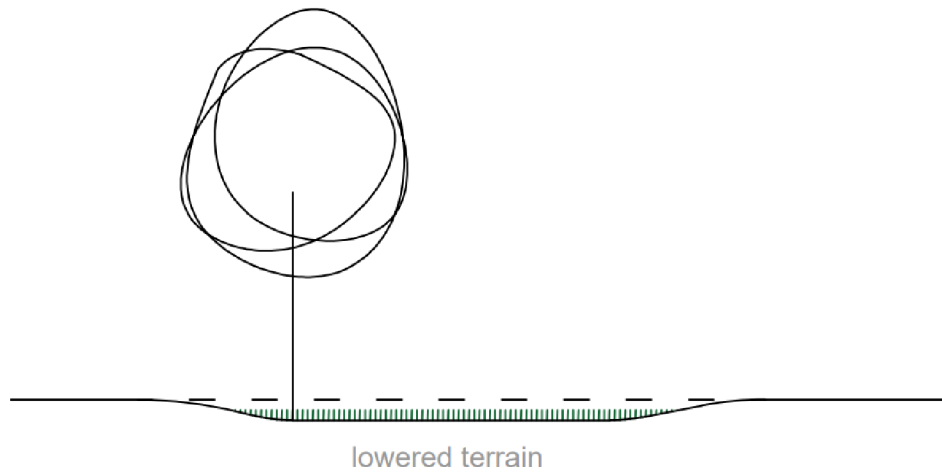


Image 10: Terrain lowering.

By removing the top fertile soil the lower, less fertile substrate is exposed, which is suitable for wetland or shallow flooding. Slower succession occurs on the less nutritious substrate, producing a more diverse vegetation cover. If the location of the landforms is chosen appropriately, water will be retained in the landscape.



Image 11: Wetland restoration (Outdoor Illinois Journal 2023).

## Measure 7: Riprap with dead wood

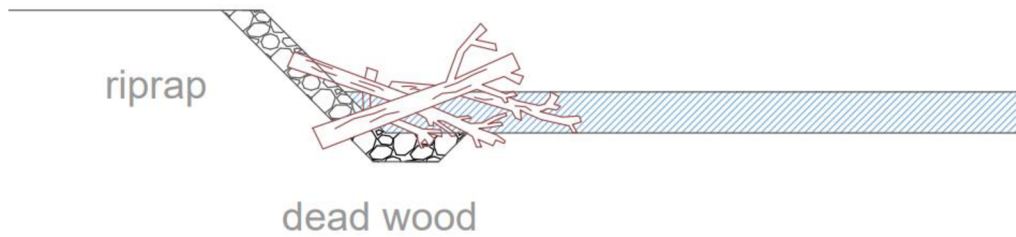


Image 12: Riprap with dead wood.

The embankment in the form of partially branched, larger pieces of dead wood that are firmly fixed to the bottom and stone embankment. The riprap with groyne will help in protecting the bank from erosion and based on the length of the wood, diverting the current towards the opposite bank. In terms of material and location, it replaces the functions of accumulated driftwood in natural streams. By altering hydraulic conditions, it creates a pool in the front of the structure, and promotes the accumulation of sediment behind the structure, thus providing habitat for a wide variety of biota.



Image 13: Wooden groynes (Neuhaus et Mende 2021).

## Measure 8: Bank vegetation

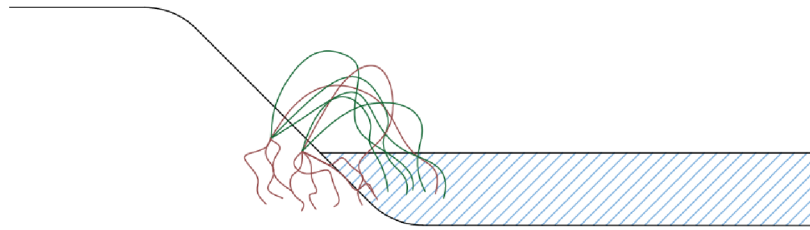


Image 14: Bank vegetation.

Bank vegetation in direct contact with the water surface forms a habitat diversity such as cover opportunities for fish. Vegetation influences the morphological erosional accumulation process. Suitable for placement of additional vegetation is in modified natural channels, or in combination with bank stabilization with stone riprap. Caution must be taken regarding the reduced capacity of the channel.



Image 15: Bank vegetation (Prominski et al. 2017).

### Measure 9: Large wood in convex bank

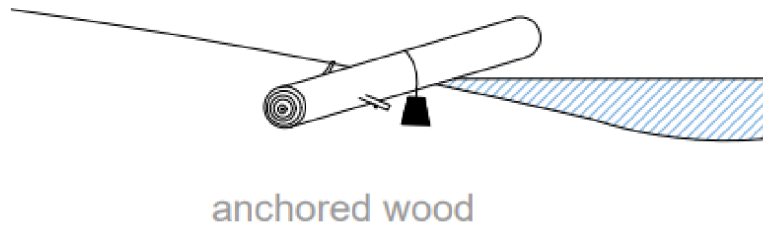


Image 16: Large wood in convex bank.

On the convex bank, dead wood is firmly anchored in the bed, affecting the morphodynamics of the bank leading to the formation of ridges and swales. It replaces the function of large wood deposited during floods. As a "sleeping" bank reinforcement prevents the area behind from eroding.



Image 17: Wood forming ridges and swales (Zen et al. 2017).