ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

# BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2020 Lucie Šteklová

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA BIOTECHNICKÝCH ÚPRAV KRAJINY

# HYDROMORFOLOGICKÉ HODNOCENÍ REVITALIZACE VODNÍHO TOKU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Martin Sucharda

Bakalant: Lucie Šteklová

2020

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Lucie Šteklová

Krajinářství
Územní technická a správní služba

Název práce

**Hydromorfologické hodnocení revitalizace vodního toku**

Název anglicky

**Hydromorphological assessment of the selected river restoration project**

---

Cíle práce

Hydromorfologické hodnocení je jedním ze zásadních parametrů vypovídajících o stavu vodního toku. Slouží jako podklad pro jednotlivé nástroje krajinného plánování, posuzování stavu životního prostředí a přípravy revitalizačních opatření. Požadavky na hodnocení a zlepšení hydromorfologického stavu jsou vymezeny ve směrnici 2000/60/ES (směrnice o vodách) a v ČR postupně zaváděny do praxe. Podrobné mapování pro větší část vodních toků v ČR chybí.
Cíle práce jsou:
1. Komplexní zmapování a vyhodnocení hydromorfologického stavu vodního toku a navržené revitalizace
2. Shromáždění a vyhodnocení dalších přírodovědných, technických a kulturních poznatků týkajících se vybraného vodního toku
3. Kritické zhodnocení navržených opatření
4. Návrh možných zlepšení

Metodika

Proveďte podrobné hydromorfologické mapování a vyhodnocení vybraného projektu revitalizace vodního toku. Pro práci využijte metodiku: „Metodika odboru ochrany vod, která stanovuje postup komplexního řešení protipovodňové a protierozní ochrany pomocí přírodě blízkých opatření" (MŽP, 2008).

Shromážděte podkladové údaje o vodním toku a navržené revitalizaci. Identifikujte přírodní a technické úseky, proveďte vyhodnocení hydromorfologického stavu pomocí metodiky, identifikujte vzorový přírodní a technický úsek, na přírodním úseku proveďte podrobné geomorfologické mapování, na potřebných úsecích proveďte rámcový návrh revitalizačních opatření ve formě schémat (vzorových příčných řezů).

MŽP 2008, Věstník MŽP XVIII/11, listopad 2008, dostupné (citace 25.3.2018): http://www.opzp2007-2013.cz/soubor ke-stazeni/46/13885-zjednodusena_metodika.pdf

Pro hodnocení je možní použít elektronickou formu metodiky

---

http://www.fluvialmorphology.cz

**Doporučený rozsah práce**

40 stran, přílohy ve formě map, výkresů a schémat

**Klíčová slova**

Libuňka, Povodí Labe, hydromorfologické hodnocení vodního toku

---

**Doporučené zdroje informací**

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

JUST, T. Revitalizace vodního prostředí. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2003. 144 s. ISBN 8086064727.

ŠINDLAR, Miloslav. Geomorfologické procesy vývoje vodních toků. Část I., Typologie korytotvorných procesů. Vyd. 2. Hradec Králové: Sindlar Group, 2012. 148 s. ISBN 9788025424452.

Věstník MŽP XVIII/11, listopad 2008, dostupné (citace 25.3.2018): http://www.opzp2007-2013.cz/soubor-ke-stazeni/46/13885-zjednodusena_metodika.pdf

---

**Předběžný termín obhajoby**

2019/20 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Martin Sucharda

**Garantující pracoviště**

Katedra biotechnických úprav krajiny

Elektronicky schváleno dne 3. 3. 2020

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 4. 3. 2020

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 14. 06. 2020

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Hydromorfologické hodnocení revitalizace vodního toku vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů. Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla. Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské závěrečné 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 verzi tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

Dne 17.6.2020 v Turnově

Lucie Šteklová

## Abstrakt: Hydromorfologické hodnocení revitalizace vodního toku

Detailní vyhodnocení hydromorfologického stavu vodního toku je jedním ze základních podkladů pro plánování revitalizačních opatření toků znehodnocených antropogenní činností. Vyhodnocení současného a návrhového stavu toku z hlediska hydromorfologického stavu vodního toku a okolní nivy slouží k posouzení kvality plánovaných revitalizačních opatření.

Předmětem bakalářské práce je vyhodnocení současného stavu antropogenně silně ovlivněného toku potoku Libuňky a pomocí webové aplikace fluvialmorphology porovnat s návrhovým stavem plánované revitalizace cca 11 km toku. Tok byl rozdělen na dvacet dva homogenních částí. Protože je celý tok silně ovlivněn lidskou činností, zejména rozsáhlou meliorační akcí pozemků v přilehlé nivě, nebylo možné spolehlivě určit referenční stav a provést srovnání současného a referenčního stavu. Na základě studia mapových podkladů a historických pramenů byl určen základní morfologický stav jako meandrující tok. Následně byl podrobně popsán a vyhodnocen současný stav. Dalším krokem bylo prostudovaní projektové dokumentace plánované revitalizace Libuňky a vyhodnocení návrhového stavu. V několika úsecích byly navrženy možnosti drobných úprav projektu revitalizace tak, aby došlo ještě k výraznějšímu zlepšení hydromorfologického stavu toku.

Klíčová slova – revitalizace, vodní toky

## Abstract: Hydromorphological evaluation of river restoration

Detailed evaluation of hydromorphological state of the river is one of the elementary bases for planning of revitalisation measures of fluxes that are corrupted by the anthropogenic activity. Evaluation of the current and suggested state of the flux from the point of view of the hydromorphological state of the river and the surrounding floodplain serves to consideration of the quality of planned revitalisation measures.

Subject of the bachelor thesis is the evaluation of the current state of the heavily anthropogenical affected stream Libuňka and to compare it with the suggested state of the planned revitalisation of cca 11 km of the flux with the help of web application fluvialmorphology. The flux was divided into twenty two homogenic parts. Because the whole flux is heavily affected by the human activity, particularly by the extensive amelioration of the land of the surrounding floodplain, it was not possible to reliably determine the referential state and to perform the comparison of current and referential state. Based on the study of topographical bases and historical resources the elementary morphological state was determined as a meandering flux. Subsequently the current state was described and evaluated in detail. The next step was studying of the project documentation of the planned revitalisation of Libuňka and evaluating of the suggested state. In some sections there were suggested possibilities of small alterations of the revitalisation project, so it would lead to even more distinct improvement of the hydromorphological state of the flux

Keywords: Hydromorfological Analysis, Stream Libuňka, Renaturation

# OBSAH


1 Úvod ..... 10

2 Cíle práce ..... 12

3 Metodika ..... 13

4 Literární rešerše ..... 16

4.1 Pojem hydromorfologie ..... 16

4.2 Zakotvení hydromorfologie v právních systémech EU a ČR ..... 16

4.3 Fluviální morfologie (s důrazem na meandrující toky) ..... 18

4.3.1 Korytotvorné procesy ..... 18

4.3.2 Splaveninový režim ..... 21

4.3.3 Říční dřevo ..... 21

4.3.4 Migrační prostupnost: ..... 22

4.3.5 Funkce nivy ..... 23

4.4 Revitalizace ..... 23

4.4.1 Historie revitalizací ..... 23

4.4.2 Revitalizace – pojem ..... 24

4.4.3 Renaturace ..... 25

4.4.4 Využití revitalizací při ochraně před povodněmi ..... 26

4.4.5 Zahraničí ..... 26

4.4.6 Revitalizace v Liberecké kraji (příklad) ..... 27

5 Charakteristika studijního území ..... 28

5.1 Všeobecný popis řešeného území ..... 29

5.2 Historie lokality ..... 32

5.3 Úprava toku a meliorace ..... 34

5.4 Sedmihorský mokřad ..... 35

5.4.1 ..... 35

6 Hodnocení HMF stavu vodního toku Libuňka ..... 36

6.1 Úsek č. 1 0-0,334 ř.km....36
6.1.1 Současný HMF stav....36
6.1.2 Návrhový stav....38
6.1.3 Vyhodnocení HMF stavu toku....39
6.1.4 Vyhodnocení plánované revitalizace v úseku....41
7 Souhrn výsledků....42
7.1 GMF a HMF stav toku....42
7.2 HMF stav niva....45
7.3 Vliv melioraci na kvalitu toku....51
7.4 Vliv HMF stavu na biologické oživení toku....53
8 Rámcový návrh zlepšení plánované revitalizace....54
8.1 Současný stav....54
8.2 Návrh řešení....55
8.3 HMF stav spojených úseků č. 19 až 22....60
8.3.1 Návrhový stav....60
8.3.2 Vyhodnocení HMF stavu toku....61
8.3.3 Vyhodnocení navrženého řešení....62
9 Diskuze....63
10 Závěr....64
11 Seznam zdrojů....66
11.1 Odborné publikace....66
11.2 Legislativní zdroje....67
11.3 Internetové zdroje....67
11.4 Ostatní zdroje....67

# 1 Úvod

Motto: Bez vody není života. Voda je drahocenná a pro člověka ničím nenahraditelná surovina. (Evropská vodní charta, 1968)

Současná krajina se potýká s mnoha problémy způsobenými dlouholetým technickým upravováním vodních toků. Jejich napřimování, spolu s prohlubováním koryt, vedlo ke zrychlenému odtoku vody z povodí a ke snížení hladiny podzemních vod. Byla vytvořena celá řada migračně neprostupných překážek i objektů negativně ovlivňujících splaveninový režim vodních toků. Na druhé straně pak byly odstraněny přirozené akumulace dřevní hmoty v korytech, často byla narušena konektivita vodního toku a nivy. To všechno vedlo k výrazné degradaci vodních toků. (Just, 2016). Tyto poničené toky nejsou schopny v plném rozsahu vykonávat své přirozené funkce a ani se dostatečně nepodílí na ochraně před extrémními projevy globálních změn klimatu – suchu a naopak povodní (Cílek, 2002).

Stále výrazněji se ukazuje nutnost nápravy špatného stavu vodní sítě. Významným nástrojem ke zlepšení této situace jsou revitalizace. Jsou to poměrně technicky i finančně náročné investiční akce, a i proto je třeba jejich přípravě věnovat dostatečnou pozornost. Správný návrh a provedení revitalizace zajistí, že se stav a kvalita vodního toku budou co nejvíce blížit stavu přirozené dynamické rovnováhy v dané lokalitě. Chybně vyhodnocené vstupní podklady vedou k nesprávným návrhům revitalizačních opatření a v konečném dopadu ke znehodnocení revitalizačního díla. (Just, 2016) Výsledkem kvalitně provedené revitalizace je vodní tok bez migračních překážek, s přirozeným splaveninovým režimem a členitým korytem geomorfologického typu odpovídajícího daným okrajovým podmínkám. Tím se prodlouží doba zdržení vody v korytě, zvýší zásoby nivní vody a dojde ke zlepšení ekologických funkcí toku. To se projeví v ochraně před povodněmi, ale i před suchem. Vklady investované do revitalizací tak mohou být prostředkem eliminace majetkových, ale i ekologických škod způsobených povodněmi (Langhammer, 2007). Pochopení revitalizací jako úspory peněz a ochrany majetků může usnadnit prosazovaní revitalizací (Just, n. d.)

Východiskem pro kvalitní návrh revitalizace je detailní hydromorfologická analýza vodního toku. Hydromorfologie se zabývá popisem chování vodního toku v závislosti na okrajových podmínkách. Bez pochopení toho, jak skutečně fluviální systémy fungují, není možné navrhnout kvalitní revitalizaci tak, aby byla funkční a nepřinášela do budoucna neúměrné nároky na údržbu. Slabiny uvažovaného projektu je možné odhalit srovnáním současného a návrhového hydromofrologického stavu toku a na základě těchto zjištění navrhnout další zlepšení (Šindlar, 2012).

Pro revitalizaci vodního toku Libuňka byla vypracována „Studie proveditelnosti revitalizačních opatření a zprůchodnění migračních překážek na vodních tocích POP HSL a POP OHL – Libuňka, Turnov, revitalizace ID 2-6“. Srovnáním současného a návrhového stavu toku byla vyhodnocena kvalita navrhované revitalizace a vytvořen rámcový návrh dalšího zlepšení.

# 2 Cíle práce

Detailně popsat cca 11 km dlouhý úsek vodního toku Libuňky. Vyhodnotit a porovnat současný stav toku se stavem návrhovým, odpovídajícím stavu toku po revitalizaci provedené podle projektové dokumentace vypracované firmou Pöyry. Projektová dokumentace byla zapůjčena k prostudování společností Povodí Labe, státní podnik, provozní středisko Turnov, do jejíž správy tok náleží.

Rozdělit zájmové území na homogenní úseky, hodnotitelné dle zjednodušené metodiky ministerstva životního prostředí, tím vytvořit podmínky pro analýzu hydromorfologické kvality toku a tuto analýzu provést.

Srovnáním výsledků zjistit zda, a případně o kolik, bude návrhový stav představovat zlepšení oproti stavu současnému.

Na základě vyhodnocených výsledků navrhnout možná zlepšení hodnoceného projektu.

# 3 Metodika

3.1. Základním východiskem k vypracování této práce bylo nastudování mapových podkladů: map druhého vojenského mapování (old.maps.cz), map stabilního katastru, map KN, ortofoto KN, základních a turistických map serveru Mapy.cz a vodohospodářských map, prostudování projektové dokumentace (projekt revitalizace Libuňky, vypracovaného firmou Pöyry) a seznámení se s Metodikou Ministerstva životního prostředí a vyhodnocovacím softwarem fluvialmorphology.cz, firmy Šindlar s.r.o.

Bylo shromážděno množství podkladů popisujících zájmové území (zprávy z archeologických průzkumů v přilehlé lokalitě, projektová dokumentace rozsáhlé investiční akce s cílem odvodnit zamokřené louky nivy Libuňky, antrakologický průzkum, průzkum zazemněného Pelešanského jezera a dalších dostupných zdrojů informací).

3.2. Po ukončení přípravných prací byl proveden terénní průzkum. Na základě zjištění bylo území rozděleno do 22 úseků, podrobně popsáno, fotograficky zdokumentováno a změřeno.

3.3. Terénní průzkum probíhal od nultého říčního kilometru na soutoku s řekou Jizerou na rozhraní katastrálních území Mašov u Turnova a Turnov, po rozdělovací objekt na říčním kilometru (dále v textu řkm) 11,06 v katastru obce Ktová. Postupně byly popisovány a fotografovány všechny významné jevy nacházející se na toku Libuňky, jejich umístění bylo zakreslováno do připravených mapových podkladů. První terénní průzkum proběhl v letních měsících roku 2019. Vzhledem k neprostupnosti keřového patra v přímém okolí toku musely být terénní práce provedeny znovu v zimních měsících roku 2020.

3.4. Kontinuálně bylo prováděno orientační pozorování chování toku v blízkosti limnigrafické stanice s cílem pochopit chování toku v závislosti na průtocích, s využitím znalosti přesných průtokových hodnot díky aktuálním informacím na http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfdyn.php?seq=20753413

3.5. Po ukončení terénních prací bylo upřesněno a upraveno rozdělení toku na homogenní úseky s přihlédnutím ke staničení úseků plánované revitalizace.

3.6. Dalším krokem byla příprava mapových podkladů v programu Arc Map 10.6.1. Byly vytvořeny nové vrstvy, v nichž je tok rozdělen na určené úseky. U každého úseku byl později pro přehlednost zvlášť barevně označen současný geomorfologický stav koryta a odděleně geomorfologický stav nivy. Stejně tak byl označen navrhovaný geomorfologický stav koryta a nivy.

3.7.Současný a návrhový stav byly porovnávány pomocí webové aplikace fluvial morphology.cz. Fluvialmorpholology.cz pomáhá vypracovat analýzu odklonu vodního toku od potenciálu dynamické rovnováhy vodního toku v souladu s požadavky Rámcové směrnice o vodách (World Framework Directive, dále v textu WFD), Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES. Analýza probíhala v několika krocích podle požadavků Metodiky ministerstva životního prostředí.

3.7.1. Základní údaje – na základě dosazení nadmořské výšky, průtoků, délky údolnice a šířky disponibilní nivy aplikace určí referenční geomorfologický (dále v textu GMF) stav.

3.7.2.Sestava „Tok“ – zde jsou zadávány číselně vyjádřené hodnoty jednotlivých ukazatelů hodnotících vodní tok, a to jak současný, tak návrhový stav.

- hydromorfologický a splaveninový režim
- morfologie trasy hlavního koryta a nivních ramen
- zachování přirozeného vývoje trasy hlavního koryta
- morfologie koryta
- vliv vzdutí a ovlivnění migrační prostupnosti

3.7.3. Sestava „Niva“ – zde jsou zadávány číselně vyjádřené ukazatele hodnotící nivu (současný i návrhový stav)

- odklon využití nivy od přírodního stavu
- vazba vodního toku a nivy

- vliv okolní krajiny na poříční zónu

3.7.4. Vyhodnocení – pomocí multikriteriální analýzy aplikace provede vyhodnocení výsledků. Výsledky jsou znázorněny pomocí grafů. Procentuální forma vyhodnocení výsledků vyjadřuje odklon lokality od stavu přirozené dynamické rovnováhy jak současného, tak návrhového stavu.

3.8. Pomocí srovnání výsledků hodnocení současného a návrhového stavu byla vyhodnocena účinnost (úroveň) plánované revitalizace a byly představeny možnosti dalšího zlepšení.

# 4 Literární rešerše

## 4.1 Pojem hydromorfologie

Hydromorfologie je dle Rámcové směrnice o vodách věda popisující hydrologické a geomorfologické charakteristiky procesů ve vodních útvarech a jejich částech. (WFD, 2000/60/ES, n. d.) Termín hydromorfologie je pro potřeby hodnocení dle WFD vhodné postavit na roveň termínu fluviální morfologie (Šindlar, 2013). Fluviální morfologie je vědní obor zabývající se podrobným popisem vodních toků v závislosti na okrajových podmínkách (geologie, pedologie, srážkoodtokové poměry, sklon), kategorizuje typy přírodních koryt (Just, 2005). Má dlouholetou tradici v aplikování vědy v environmentálním managementu a dává mnoho možností pro pochopení přírodních procesů (Fryirs, & Brierley, 2013). Znalost fluviální morfologie umožňuje důkladné vyhodnocení a pochopení chování říčních systémů. Pro potřeby revitalizací je nutné definovat referenční přirozený stav vodního toku, ke kterému má revitalizace směřovat, to je ideálně ke stavu dynamické rovnováhy (Šindlar, 2012)

## 4.2 Zakotvení hydromorfologie v právních systémech EU a ČR

WATER FRAMEWORK DIRECTIVE –- „Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/EC ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky“ (v platnosti od 22.10.2000) - Rámcová směrnice je v evropském měřítku nejvýznamnějším nástrojem pro ochranu vod a vodohospodářské využití vnitrozemských povrchových vod, vod brakických, pobřežních a podzemních. Je to všeobecný soubor cílů vedoucích k zachování udržitelného využívání vod. Implementací této směrnice do legislativy ČR je Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), předpis č. 254/2001 Sb. v platném znění od 1.1.2019.

Dle §1, odst. 1 tohoto zákona *„Účelem tohoto zákona je chránit povrchové a podzemní* vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení *jakosti povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství.* (ČR, 2001)*Účelem tohoto zákona je též přispívat k zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou a k ochraně vodních ekosystémů a na nich přímo závisejících suchozemských ekosystémů.“* a dle §2

Vymezení pojmů jsou: *1) Povrchovými vodami jsou vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu; tento charakter neztrácejí, protékají-li přechodně zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních.2) Podzemními vodami jsou vody přirozeně se vyskytující pod zemským povrchem v pásmu nasycení v přímém styku s horninami; za podzemní vody se považují též vody protékající podzemními drenážními systémy a vody ve studních.3) Vodním útvarem je vymezené významné soustředění povrchových nebo podzemních vod v určitém prostředí charakterizované společnou formou jejich výskytu nebo společnými vlastnostmi vod a znaky hydrologického režimu. Vodní útvary se člení na útvary povrchových vod a útvary podzemních vod. 4) Útvar povrchové vody je vymezené soustředění povrchové vody v určitém prostředí, například v jezeru, ve vodní nádrži, v korytě vodního toku. 5) Silně ovlivněný vodní útvar je útvar povrchové vody, který má v důsledku lidské činnosti podstatně změněný charakter. 6) Umělý vodní útvar je vodní útvar povrchové vody vytvořený lidskou činností.* (ČR, 2001)

Dle článku 26 WFD se členské státy zavazují usilovat o dosažení přinejmenším dobrého stavu vod prostřednictvím stanovení a zavedení nezbytných opatření. Pokud dobrý stav vody již existuje, má být udržován. V reakci na to byla MŽP v roce 2008 vypracována „Metodika odboru ochrany vod, která stanovuje postup komplexního řešení protipovodňové a protierozní ochrany pomocí přírodě blízkých opatření“, která poskytuje komplexní řešení pro analýzu přirozeného potenciálu vodních toků, včetně určení současného stavu, návrhu opatření a vyhodnocení dosažených efektů (hydromorfologie, protipovodňová ochrana) v projektu GIS na základě podrobných technických dat o vodních tocích a nivách. Metodika na základě srovnání dosažených výsledků zhodnotí, zda plánovaná opatření zajistí WFD požadovaný dobrý hydromorfologický stav (60 % potenciálu dynamické rovnováhy vodního toku).

Pro komplikovanost použití kompletní metodiky byla Ministerstvem životního prostředí vypracována tzv. Zjednodušená metodika lépe použitelná pro široký okruh uživatelů. (ČR, 2008)

Rámcová směrnice o vodách zavazovala členy EU dosáhnout dobrého stavu vodních toků do 2015. To se však ukázalo jako nereálný cíl. Nutností je tedy dosáhnout co nejlepších výsledků s přihlédnutím k reálným možnostem. (Just, 2016)

## 4.3 Fluviální morfologie (s důrazem na meandrující toky)

### 4.3.1 Korytotvorné procesy

Znalost zákonitostí fluviální morfologie umožňuje důkladné vyhodnocení a pochopení chování říčních systémů. Pro potřeby revitalizací je nutné definovat referenční přirozený stav vodního toku ke kterému má revitalizace směřovat – to je ke stavu dynamické rovnováhy. Dynamická rovnováha korytotvorných procesů je rovnováha mezi energií proudící vody a disipací energie proudící vody odporem prostředí. Odpor prostředí je definován jako souhrn erozních jevů, transportu splavenin a odporem vegetace v nivě vodního toku. U upravených vodních toků je přirozený odpor prostředí nahrazen technickou stabilizací koryta. (Šindlar, 2012)

Fluviální systém je otevřený, dynamický systém, spojený s tokem a přeměnou energie a hmoty. Výsledkem jsou fluviální tvary reliéfu. Fluviální procesy jsou vzájemné interakce mezi tekoucí vodou a okolním prostředím ve smyslu procesů eroze – transport – sedimentace.

Utváření říčního koryta je tedy komplex vzájemně působících faktorů a procesů. (Klimt, n. d.)

Znalost korytotvorných procesů je základním východiskem pro správné určení geomorfologického typu vodního toku. Tyto procesy jsou hodnoceny různými způsoby. Na základě splaveninového režimu jsou korytotvorné procesy rozděleny do čtyř oblastí:

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
2) Oblast transportních procesů – vodní toky vinoucí se až meandrující, větvení do nivních koryt, střídání brodů a tůní v závislosti na vinutí koryta toku –
   - BR – braided – divočení soustavy vinoucích se koryt
   - GSB – gravel sand branching – větvení štěrkonosného nebo písčitého vinoucího se koryta
   - AB – anastomic branching – anastomózní větvení vinoucích se až meandrujících koryt

3) Oblast akumulačních procesů – meandrující vodní toky a delty, vytváření odstavených ramen, střídání brodů a tůní
   - MD – meandr – plně vyvinuté meandrování
   - DL – delta – větvení toku v deltě
4) Oblast erozně-akumulačních procesů s vysokou dynamikou vývoje – narušení stavu dynamické rovnováhy
   - AE – accelerated erosion – akcelerovaná eroze

   Subtypy AE –incompleted development- nedokončený vývoj akcelerované eroze do stavu dynamické rovnováhy¨

   (Šindlar, 2012)

Na základě struktury jsou definované:

- Makro-struktury – hodnotí říční síť, průběh koryta a charakteristiku podélného profilu
- Mezo-struktury – hodnotí tvar a stabilitu příčného profilu, erozní a akumulační tvary
- Mikro- struktury- hodnotí charakter a diversitu substrátu a akumulovaného detritu

(Matoušková, 2009)

Na základě klasifikace dle Leopolda a Wolmana (1957), dle Mačka (2004)

- Vodní tok s přímým korytem
- Divočící tok
- Meandrující tok
- Stabilně větvený tok

(Just, 2004)

A dále kategorizace potočních tratí postihující odtokový a splaveninový režim a morfologický vývoj přirozeného potočního koryta

- Potoky nížin
- Potoky pahorkatin
- Podhorské potoky

- Horské potoky
- Bystřiny

(Zuna, 2004)

Tvar a chování koryta vodního toku a jeho nivy je určován nejen sklonem údolnice, ale významnou roli hrají tzv, korytotvorné průtoky. Korytotvorný průtok $Q_k$ (v literatuře někdy označován $Q_{bkf}$) je průtok dlouhodobě udržující koryto ve stavu dynamické rovnováhy (Šindlar, 2012). Jedná se o průtok nejvyšší měrou ovlivňující vývoj koryta. Je to určité rozmezí průtoků, přibližně vyplňující koryto po břehovou hranu. (Just, 2005). Dle vodohospodářské terminologie a metodiky ČHMÚ je korytotvorný průtok pro meandrující toky $Q_{30d}$ (Šindlar, 2012). Menší průtoky nemají potřebnou energii k přetváření trasy vodního toku a při vyšších průtocích dochází k vybřežení toku a ke změnám dochází v nivě, ne přímo v korytě toku. (Just, 2016)

Průtoky jsou ovlivňovány srážkami a charakteristikou povodí (Just, 2005), ale i krajinným pokryvem. Většina procesů v povodí spadá do kategorie nepřímých vlivů na říční ekosystém, protože jsou závislé na způsobu a změně využití půdy v okolí toku. Velký vliv na odtokové poměry mají změny vegetačního krytu, využití okolní půdy, odstranění vegetace, soustředění povrchového odtoku (příkopy, zhutnění apod.), snížení infiltrace vody do půdy a vytváření nepropustných povrchů (dlažby, střechy), odlesňování a s ním spojené snížení intercepce a evapotranspirace. (Roni, & Beechie, 2013)

Dalším důležitým faktorem vývoje říčního koryta je proudění vody v korytě. V upraveném hladkém korytě se stabilním příčným průřezem i podélným průběhem se snadno vytváří lineární proudění s velkou unášecí silou (Fryirs, & Brierley, 2013), naproti tomu v přírodních či přírodě blízkých korytech jsou rychlosti proudění rozdělené. (Just, 2005)

Nejvyšší rychlost vzniká nad proudnicí, přibližně v horní třetině hloubky a směrem do stran klesá, při dotyku s dnovou vrstvou klesá výrazně. Vlivem zakřivení dna a meandrových oblouků vzniká proudící tubus spirálovitého pohybu, jehož příčná složka míří u nárazového břehu směrem dolů a vynáší tak vlastní silou částice z břehu i dna. Tyto částice transportuje jak podélně, tak i příčně, částice z tubusu vypadávají a ukládají se u protějšího břehu. V mělkých a členitých přírodních korytech se vytváří větší množství válců, příčné proudění je rozložené, nezpůsobuje velké zahlubování

dna a materiál odebraný v nárazovém břehu ukládá při vnitřních březích oblouků. Výsledkem je přirozený pohyb koryta v rámci nivy a nemívá velké nežádoucí projevy (Just, 2005).

### 4.3.2 Splaveninový režim

V korytech vodních toků ve stavu přirozené dynamické rovnováhy dochází k vyrovnanému pohybu splavenin. To znamená, že splaveniny vynesené proudem dále po toku jsou nahrazeny splaveninami z vyšších částí povodí. Tento proces probíhá kontinuálně a při běžných průtocích není pouhým okem patrný. Výrazně přispívá k disipaci kinetické energie a má tak výrazný tlumivý účinek při zvýšených průtocích. Porušení splaveninového režimu přináší do toku velkou nestabilitu, kdy splaveninami nenasycený tok disipuje svou energii přímo do koryta toku a tím způsobuje a urychluje erozi koryta. (Just, 2005)

### 4.3.3 Říční dřevo

Morfologii říčních koryt více či méně ovlivňuje množství dřevní hmoty nacházející se v korytě toku, či v přilehlé nivě. Toto „říční dřevo“ bylo a dodnes někdy ještě je vnímáno správci toků jako něco negativního. Uvolněné kusy unášené vodním proudem při povodňových průtocích se mohou zachytávat pod mosty a v propustcích a způsobovat škody. Říční dřevo je však přirozenou součástí říčních systémů. Je to živá či mrtvá dřevní hmota v korytě či v nivě. Byla vystavena hydrogeomorfologickým procesům nebo sama tyto procesy ovlivňuje – modifikuje hydrauliku proudění, vytváří proudové stíny, zesiluje tvorbu tůní, ovlivňuje splaveninový režim, dotváří morfologii koryta a nivy, podporuje vznik vodních biotopů a působí pozitivně na populace bezobratlých a ryb. Dřevní hmota působí přímo i nepřímo ve všech druzích vodních toků.

Dřevo zvyšuje hydraulickou drsnost koryta, zmenšuje rychlost proudění a tečné napětí – snižuje erozní potenciál. Podporuje vznik mikroforem ve dně a březích (Máčka, & Krejčí, 2011), kromě toho pozitivně působí na proces renaturace (Just, 2016)

Akumulace dřevní hmoty se mohou vyskytovat v konkávních obloucích, na březích i přímo v toku. Překlenují celý tok, tvoří významné struktury ovlivňující morfologii toku a nivy (Fryirs, & Brierley, 2013) .

### 4.3.4 Migrační prostupnost:

Rybí populace se opakovaně přesouvá. Diadromní migrace znamená, že populace migruje mezi mořskou a sladkou vodou. Katadromní migrace probíhá směrem z řeky do moře (dospělé samice úhoře říčního), zatímco potamodromní má směr z moře do řeky (losos atlantský). Dříve u nás diadromní migraci vykonávalo 7 druhů ryb a dva druhy mihulí. Potamodromní druhy migrují celoročně – proto je potřeba zajistit stálé průtoky – většina druhů hledá reprodukčně výhodné prostředí a nové potravinové zdroje. Potřeba migrace je spojená i s ontogenetickým vývojem. S migrací ryb je úzce spojená i migrace vodních mlžů.

Vrchol potamodromní migrace je na přelomu dubna a května

Migrační prostupnost je limitována počtem a výškou migračních překážek. Migrační překážka není jen hráz nebo jez, ale je způsobena také hydraulickými podmínkami (proudění vody pod přelivy, mělké úseky s vysokými rychlostmi proudění). Nejčastější překážkou jsou nízké jezy.

Maximální výškový rozdíl hladin v lipanovém pásmu nepůsobící jako migrační překážka je 0,15 až 0,20 m.

Je potřeba řešit i poproudně migrující ryby, ochránit jedince před jejich strháváním do turbín a čerpadel, popřípadě před poškozením ryb velkým hydraulickým spádem na překážce. K ochraně ryb se používají mechanické překážky – česle nebo behaviorální, žaluziové, elektrické či bublinové clony. Je možné použít i clonu akustickou nebo světelnou (Slavík, & Vančura, 2013)

Ekologicky nejvhodnější je budovat přírodě blízké rybí přechody – obtokové kanály, bypassy. Trasa přechodu jde mimo těleso hráze, může i meandrovat. Na dně se vytvoří podmínky vhodné pro oživení bentosem i drobnými obratlovci, možné je přechod vhodně doplnit drobnými tůněmi. Pro správnou funkci rybího přechodu je nutné zajistit správné napojení na spodní vodu. (Just, 2005)

### 4.3.5 Funkce nivy

Říční niva je akumulační rovina podél říčního toku, při povodních částečně nebo úplně zaplavovaná (Demek, 1988), tvořená nekonsolidovanými sedimenty transportovanými a usazenými tímto tokem („Aluviální sedimenty", n. d.)

Aktivní niva, pravidelně zaplavované území, jednotlivé úrovně se rozlišují dle povodňových průtoků, k vymezení aktivní nivy se používají nástroje GIS (Hartvich, 2007), (Langhammer, 2007), pro vymezení nivy není důležitý pokryv, zástavba ale ovlivňuje retenční schopnost nivy (Just, 2005)

## 4.4 Revitalizace

### 4.4.1 Historie revitalizací

Revitalizace je nová disciplína, jdoucí proti staletí staré technické praxi směřující ke spoutání a využití přírody a přírodních zdrojů. Má snahu o opětovné navrácení přirozených funkcí přírody a krajiny. První revitalizační akce proběhly nejprve v Anglii, Švýcarsku a Německu na počátku osmdesátých let dvacátého století, u nás až na úplném konci osmdesátých let. (Just, 2005)

Vývoj revitalizací na našem území lze rozdělit do tří etap. První etapou byly kosmetické úpravy (cca 1985-1995) – pro tuto dobu je charakteristická nemožnost měnit regulovaná opevněná koryta toků. Situace byla řešena vkládáním objektů přímo do koryt a vytvářením různých spádových objektů s tím, že nebyly upravovány parametry toku. Byl také kladen důraz na typizaci těchto objektů. Tímto způsobem se nedařilo snížit průtočné rychlosti ani zvýšit a diverzifikovat výšku vodního sloupce v toku, tím pádem nedocházelo k žádoucímu oživení. Naopak tyto objekty často ještě zhoršovaly migrační prostupnost toku. V další etapě byla věnována pozornost optickému rozvlnění trasy (1995-2002). V této době byly ještě zachovávány původní (regulované) trasy, nivelety i opevnění, ale střídavým odtěžením zeminy z jednoho a druhého břehu docházelo k optickému rozvlnění břehových hran. Výhodou tohoto

řešení byly nízká finanční náročnost a nenáročné řešení majetkoprávních vztahů. Velkou nevýhodou bylo zvětšení průtočného koryta a to, že hladina vody zůstávala I nadále hluboko pod terénem a docházelo k drenážování podzemních vod. Poslední etapa se dá definovat pojmem radikální revitalizace (2002 a dále). Je charakteristická opuštěním regulovaného koryta, vytvořením nové trasy i nivelety, nepravidelného mělkého dna, tvorbou postranních nebo průtočných tůní. Předností je vysoký revitalizační efekt, negativem značná finanční náročnost a velké problémy s řešením majetkoprávních vztahů. (Dostál, 2008)

### 4.4.2 Revitalizace – pojem

Revitalizace – náprava zásahů způsobených lidskou činností. Revitalizační činností vznikne přírodní koryto, které nevzniklo přírodním způsobem („Přirozené koryto vodního toku a jeho změny: nové pojetí v novele vodního zákona Publikováno z Fórum ochrany přírody (http://www.forumochranyprirody.cz)", n. d.) Obvykle investičně náročné stavební akce, povolované příslušným vodoprávním úřadem. (Just, n. d.)

Hlava VI vodního zákona § 44(2): „*Přirozeným korytem vodního toku je koryto nebo jeho části, které vzniklo přirozeným působením tekoucích povrchových vod a dalších přírodních faktorů nebo provedením opatření k nápravě zásahů způsobených lidskou činností a které může změnit svůj směr, podélný sklon a příčný profil*" (ČR, 2001)

Většina revitalizačních akcí je vedena snahou o nápravu nepříznivého vlivu technických úprav s cílem zajistit dobrý ekologický stav toku. Ekologický stav toku je souborem složek morfologických, chemicko-fyzikálních a biologických. Čím více se stav toku blíží přirozenému stavu v daném typu prostředí, tím více je stav toku hodnocen jako příznivý.

Výsledkem revitalizace tedy má být co nejlepší hydromorfologický (dále v textu HMF) stav, bez migračních překážek, s vyrovnaným splaveninovým režimem a s vysokou mírou oživení a zajištění rozlivu vody do přilehlé nivy, pokud to odpovídá HMF typu toku. (Just, 2005)

Obecně se revitalizace rozlišují podle procesu vzniku: dlouhodobé samovolné renaturace, renaturace povodněmi a technické revitalizace.

Při provádění technické revitalizace je nutné komunikovat se všemi zúčastněnými subjekty, brát na zřetel mnohdy komplikované majetkoprávní vztahy, ochranu majetku před povodněmi, aspekty ochrany přírody. Přemýšlet jaké zásahy jsou skutečně třeba, a které ne. (Kender, 2004) (Just, 2005)

Hlavní efekty revitalizací – zvětšení omočeného dna a tím podpořená samočistící schopnost vody bentickými mikroorganizmy usazenými na povrchu dna, prodloužení doby proběhu vody korytem, tlumení průběhu velké vody, zvětšení aktuální zásoby vody v korytě, zvětšení zásoby nivní vody. Posílením členitosti koryta vznikne množství nových biotopů, zlepší se i pohledová kvalita vodního toku a s tím spojené vnímání toku obyvatelstvem. (Just, 2016)

Lze říci, že je výhodné tam, kde to umožní přirozené procesy využít renaturace a přírodní samovolné sukcese, revitalizovat i nivu a tvořit koryta o malých průtocích – $Q_{30,}$ max $Q_{1.}$ Větší průtoky převádět do nivy a dotovat tak jimi zásoby nivní vody. Stabilitu břehů a dna zajišťovat pouze biologicky, nebo v případě nutnosti místními materiály. Modelovat koryto v souladu s odpovídajícím HMF stavem, vytvářet členitý podélný profil, dbát na střídání brodů a tůní. Správně napojit staré a nové koryto např, balvanitým skluzem, důsledně zamezit zahlubování revitalizovaného toku pod upraveným úsekem působením „hladové vody“ ochuzené o splaveniny. Pokud je to možné, obnovovat stará ramena, podporovat vznik litorálního pásma. Zásadně nevhodné je ukládání sedimentů a odtěžené zeminy v blízkosti vodního toku. (Just, 2005)

### 4.4.3 Renaturace

Renaturace je přirozený, samovolný, pozvolný proces. Neustále působící voda postupně destruuje technické úpravy toku. Podílí se na zlepšení ekologického stavu vodního toku. Pozitivem je finanční nenáročnost a v celkovém měřítku velký rozsah renaturací. Negativem je hromadění zbytků materiálu z rozpadlých vodohospodářských staveb v korytě toku. Proces renaturace má podporu v novele vodního zákona z roku 2010. Vodohospodářské úpravy již nejsou stavbami a majitelům tak odpadá povinnost udržovat je ve stavu blízkému po kolaudaci. („Renaturace vodních toků z právního hlediska Publikováno z Fórum ochrany přírody (http://www.forumochranyprirody.cz)”, n. d.)

### 4.4.4 Využití revitalizací při ochraně před povodněmi

Správně provedená revitalizace zpomalí postup povodňové vlny a zmenšením koryta a rozlitím vody do přilehlé nivy sníží úroveň její kulminace. Při správně zapojeném stromovém doprovodu dojde k rozčlenění proudnice na několik menších s nižší energií. Je vhodné využít retenční prostor nivy, pokud je to třeba, vytvořit víceúčelové protipovodňové poldry. Vždy je nutno sladit zájem ochrany přírody s otázkou bezpečnosti obyvatel a ochrany jejich majetku (Langhammer, 2007), vhodně argumentovat, přesvědčit zúčastněné o nutnosti retenčního prostoru pro vodní toky (Pithard & Dostál & Langhammer, & Jánský, 2012) .Dle Čl 14 směrnice EU 2007/60/ES, o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik – „*plány pro zvládání povodňových rizik by měly být zaměřeny na prevenci, ochranu a připravenost s cílem zajistit řekám větší prostor*“ (směrnice 2007/60/EU, 2007)

### 4.4.5 Zahraničí

Dlouhodobé jednostranné využívání říčních systémů vedlo ke ztrátě nebo degradaci jejich přirozených funkcí. Jako nutnost se jeví optimální integrovaný přístup k obnově přirozených funkcí jako prostředku ke zmírnění negativních vlivů změny klimatu a jejich extrémních projevů, zejména povodní. Pro dosažení obnovy říčních systémů a zajištění jejich dobrého stavu je nutné mimo zajištění odpovídajících technických a ekologických hledisek i zvyšování povědomí a podpory veřejnosti.

Důraz je kladen na zadržování vody v krajině, podpoření tlumivých funkcí mokřadních a lužních biotopů. V Evropě roste zájem o revitalizace vodních toků a jejich niv. Příkladem může být Nizozemský projekt „Room for the river“, který obsahuje opatření vedoucí k obnově morfologie toku a revitalizace lužních lesů překládáním hrází do větších vzdáleností od toku, vytváření neprůtočných tůní a podobně. Zaplavování zemědělské půdy v nivě řeky Nijmegen je vlastníkům pozemků kompenzováno každoročně odhadováním poškození plodin nebo jednorázově za snížení hodnoty půdy. („Room for the river”, n. d.)

Podobné projekty probíhají v celé řadě evropských zemí. Vývojem adaptačních technologií ke zmírnění dopadů změny klimatu na evropské sladkovodní systémy byl pověřen projekt REFRESH, financovaný Evropskou unií.

Evropská platforma pro přizpůsobení se změně klimatu Climate – ADAPT, je partnerství mezi Evropskou komisí a Evropskou agenturou pro životní prostředí (CLIMATE adapt, n. d.). Organizací spojující subjekty zabývající se ochranou říčních

systémů ve Velké Británii je The River Restoration Centre, sídlící na Cranfieldově univerzitě v Bedfordshiru („the River Restoration Centre”, n. d.)

### 4.4.6 Revitalizace v Liberecké kraji (příklad)

Revitalizaci Jeřice, Oldřichov v Hájích – revitalizace výrazně pomohla zpomalit povodňovou vlnu při povodni v roce 2010 a sama revitalizace nebyla výrazně poškozena, v revitalizovaném úseku výrazně stoupla druhová pestrost.

Revitalizace Holubího potoka, Raspenava - v regulovaném toku přežila malá populace raka říčního, mihule potoční a střevle potoční. Pro záchranu těchto druhů byl zvolen netradiční postup – tzv. bifurkce = rozvětvení. Došlo k oživení toku a také k růstu již zmíněných populací raka říčního, mihule potoční a střevle potoční. Revitalizací levostranného přítoku Holubího potoka – potoka Od lesa bylo vytvořeno vhodné prostředí pro čolka obecného I horského, skokana hnědého. Dalším významným efektem revitalizace potoka Od lesa byla podpora rozlivu vod do nivy potoka, díky čemuž byl bezpečně převeden povodňový průtok z povodně v létě 2010 (Farský, 2013).

# 5 Charakteristika studijního území

SITUACE ŠIRŠÍCH VZTAHŮ - zájmové území

data ZABAGET_TOPO, ČUZK
květen 2020
Lucie Šteklová

## 5.1 Všeobecný popis řešeného území

Zájmovým územím je vodní tok Libuňka od soutoku s řekou Jizerou v k.ú a obci Turnov, po 11,06 řkm v k.ú. a obci Ktová a jeho bezprostřední okolí.

Značná část sledovaného úseku leží v II. a III. zóně ochrany chráněné krajinné oblasti (dále v textu CHKO) Český ráj, pouze v katastru města Turnov leží mimo chráněnou krajinnou oblast. Celá řešená oblast se nachází v Libereckém kraji, obec s rozšířenou působností (dále v textu ORP) města Turnova, v úseku mezi 8,5 řkm a 11,2 řkm je vyhlášena Přírodní památka Libuňka.

Dle http://gis.turnov.cz/hslayers/map/?SID=&lang=cze , cit. 25.8.2019 je v dané lokalitě vymezeno: Migračně významné území, dále ÚSES (lokální biokoridor, nadregionální biokoridor a lokální biocentrum) a stromořadí památných stromů podél silnice k lázním Sedmihorky. Řešené území zasahuje do vymezené aktivní záplavové zóny Libuňky, okrajově také do aktivní záplavové zóny Jizery (Turnov, n. d.)

Území se nachází v oblasti chráněné oblasti podzemní akumulace vod (dále v textu CHOPAV) – Severočeská křída, a v území k.ú. Turnov, a Mašov u Turnova je vyhlášeno ochranné pásmo vodního zdroje II. stupně Turnov – Nudvojovice (Turnov, n. d.)

Libuňka je levostranným přítokem řeky Jizery (řkm 78,454), do níž se vlévá na spodní hranici zastavěného území obce Turnov. Povodí Libuňky tvoří cca 1/20 celého povodí Jizery.

**Základní údaje VÚ HSL_1940 dle průvodního listu:**

| | |
|---|---|
| kraj | Královéhradecký. Liberecký |
| ORP | Jičín. Turnov |
| správce | Povodí Labe, státní podnik |
| dílčí povodí | Horní a střední Labe |
| kategorie | řeka |
| geologie | pískovce, jílovce, kvartér |
| typologie | 1-2-2-2 |
| plocha povodí VÚ | 100,72km$^2$ |
| HMWB | ne |
| nadmořská výška | 200-500 m.n.m |
| páteřní tok | Libuňka |
| délka vodního útvaru | 57,49 km |
| hydrologické údaje v uzávěrovém profilu VÚ | $Q_{355d}$ = 0,085m$^3$/s |
| | $Q_a$ = 0,79m$^3$/s |
| stav vodního útvaru | nevyhovující |

Tab.č. 1 - základní údaje vodního útvaru, zdroj (Dílčí plán povodí horního a středního Labe, 2016)

Jediný významný přítok je potok Veselka. Jedná se o pravostranný přítok, v k.ú, Ktová, řkm 10,8, ID 111670100100, správcem jsou Lesy ČR s.p., středisko Hradec Králové.

Plocha povodí – 38,62 km$^2$

**Průtoky potoku Veselka**

| | |
|---|---|
| $Q_1$ | 7,3m$^3$/s |
| $Q_2$ | 9,3m$^3$/s |
| $Q_5$ | 13,3m$^3$/s |
| $Q_{10}$ | 16,6m$^3$/s |
| $Q_{20}$ | 21,3m$^3$/s |
| $Q_{50}$ | 33,3m$^3$/s |
| $Q_{100}$ | 49,3m$^3$/s |

Tab.č. 2, přehled průtoků potoku Veselka, zdroj: Lesy ČR

**Evidenční list operativního profilu**

| | |
|---|---|
| stanice kategorie | C |
| tok | Libuňka |
| stanice | Pelešany |
| kraj | Liberecký kraj |
| ORP | Turnov |
| obec | Turnov |
| provozovatel stanice | centrum automatického sběru dat |
| staničení | 2,40 km |
| číslo hydrologického pořadí | 1-05-02-018 |
| plocha povodí | 98,82 $km^2$ |
| zeměpisné souřadnice | 15.1705487 v.d 50.5712653s.š |
| stupně povodňové aktivity | cm, $m^3/s$ |
| sucho | 34, 0,117 |
| bdělost | 240, 17,9 |
| ohrožení | 300, 28,3 |
| extrémní ohrožení | 340, 46,7 |
| průměrný roční průtok | 0,8 |

Tab.č. 3, - evidenční list operativního profilu (Evidenční list operativního profilu, n. d.)

Dle § 35 vodního zákona je Libuňka zařazená mezi lososové vody – tzn. vody, které jsou nebo se stanou vhodnými pro lososovité ryby a pro lipana. (ČR, 2001)

Dle e-katalogu VÚMOP jsou v řešené oblasti zastoupeny všechny třídy ochrany zemědělské půdy. Dle hlavní půdní jednotky jsou zde nejvíce zastoupeny fluvizemě (fluvizemě modální ze středně těžkých substrátů) (VÚMOP, n. d.).

| | |
|---|---|
| klimatický region | MT2 – mírně teplý, mírně vlhký |
| rozsah hodnot, suma teplot nad 10°c | 2200 – 2500 |
| průměrná roční teplota | 7°C – 8°C |
| průměrný úhrn srážek (mm) | 550 – 650 |
| pravděpodobnost suchých vegetačních období | 15 – 30 % |
| vláhová jistota ve vegetačním období | 5-10 % |

Tab.č. 4, - charakteristika klimatického regionu, zdroj (VÚMOP, n. d.)

Dle mapy potenciální přirozené vegetace se lokalita nachází ve vegetační jednotce Střemchová jasenina Pruno-Fraxinetum (místy v komplexu s mokřadními olšinami Alnio glutinosae), jež je typickým lužním lesem širokých plochých údolí menších řek a potoků v pahorkatinném stupni. Společenstvo je vázáno na těžší půdy s dostatečnou zásobou živin a vláhy (s možností dočasného zaplavení). Ve stromovém patře dominuje jasan ztepilý a olše lepkavá, dále pak dub letní, střemcha hroznovitá a javor mléč. Silně vyvinuté keřové patro obsazuje střemcha hroznovitá, brslen evropský, meruzalka srstka, jasan ztepilý a bez černý, občas svída krvavá a líska obecná. (Geoportál Cenia, n. d.)

V řešeném území se nenacházejí žádné staré ekologické zátěže, hlavními zdroji znečištění ovzduší jsou lokální topeniště a automobilová doprava. Nejsou zde žádná chráněná ložisková území.

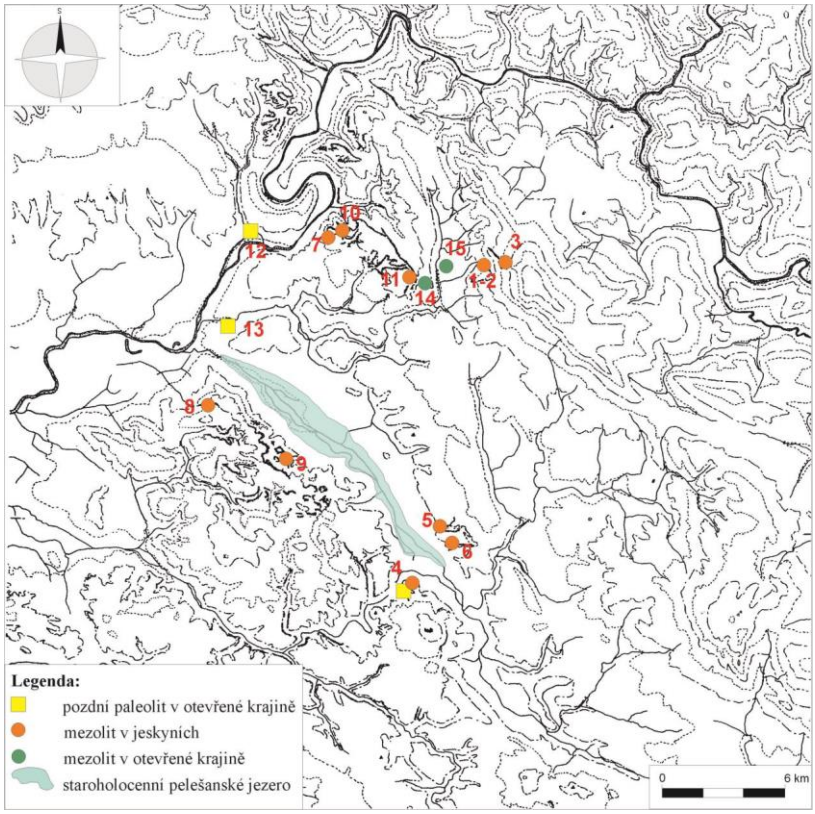
## 5.2 Historie lokality

Geologické podmínky Českého ráje ovlivnil vývoj křídového moře. Celou oblast postihla masívní mořská záplava – tzv. Cenomanská. Oblast celé české křídové pánve byla zaplavena. Po ustoupení moře zde vznikla souš s mohutnými pískovcovými sedimenty, z nichž se v průběhu milionů let stala skalní města Českého ráje. (Ziegler, 1999)

Během archeologických průzkumů v nivě Libuňky byla vypracována antrakologická a makrozbytková analýza. Byla zde rekonstruována přítomnost potočního luhu – střemchové jaseniny (as. Pruno-Fraxinetum) a kyselé bykové bučiny (as. Luzulo-Fagetum), tato přirozená vegetace byla pozměněna dlouhodobým lidským hospodařením. Většina náročnějších listnáčů v období vrcholného středověku ustoupila a zůstaly druhy dobře snášející ořez, nebo rané sukcesní borovice a bříza (Novák, 2016)

V úseku mezi Pelešanami a Ktovou v nivě Libuňky leží zazemněné staroholocénní Pelešanské jezero. Toto jezero bylo poměrně mělké, sloužilo jako přirozený rezervoár vody a potravy. Největšího významu dosáhlo v době mezolitu (8.-6. tisíciletí př. n.l.), pravděpodobně existovalo ještě počátkem mladší doby kamenné polovina (6. tisíciletí př. n.l.). Pelešanské jezero vyplňovalo Libuňskou sáru mezi Turnovem a Ktovou. Vzniklo pravděpodobně zahrazením toku sprašovými sesuvy v oblasti zvané

Vrchhůra na okraji Turnova. Časem si Libuňka cestu závalem prorazila a na místě jezera vznikla mokrá niva. Mocnost jezerního sedimentu (cca 0,35 až 1 m) ukazuje na trvání jezera v řádech tisíců let. V místě mokré nivy vznikly poměrně rozsáhlé rašeliništní plochy. (Prostředník, & Šída, n. d.)




*Obrázek 1Prostředník, J. - Šída, P. 2006: Poslední lovci a sběrači v Českém ráji. Časopis Krkonoše – Jizerské hory 10/2006, 38 - 39*

V roce 2015 byla zpracována rozsáhlá nálezová zpráva ze záchranného archeologického výzkumu v souvislosti s rozšiřováním výrobního areálu firmy TREVOS a.s. Na základě nálezů keramiky prokazuje Prostředník sídelní a výrobní aktivity v závěrečné etapě mladší doby kamenné (čtvrtý stupeň kultury s vypíchanou keramikou). Stopy lidské činnosti jsou dle provedeného výzkumu i z doby římské. Osídlení z vrcholného středověku i raného novověku odpovídala současnému osídlení, respektující pomyslnou hranici biotopu zaniklého Pelešanského jezera, současnou komunikaci 1/35 (Prostředník, & Hartman, 2014)

Přímo na toku se podle něho vyskytovalo několik mlýnů a pravděpodobně i hamr. V nivě Libuňky je posud znát náhon k zaniklému Podmašovskému mlýnu. Prostředník také zmiňuje těžbu rašeliny v místě zvaném Hořensko pro rašelinné lázně Sedmihorky (cca 5 řkm).

Podle terénních valů lze usuzovat na existenci soustavy rybníků, o nichž však není v historických pramenech mimo rybníku Šumný žádná spolehlivá zmínka. Většina známek existence bývalých rybníků byla zlikvidována během provádění melioračních prací v šedesátých a sedmdesátých letech dvacátého století.

Přesná evidence staveb na využití vodní energie byla povinně vedena ve Vodního listu „Vodní knihy“, podle zákona daného dne 28. srpna 1870 o vodním právu dle § 57 a 100 zemského zákona. Zde muselo být pečlivě popsáno veškeré vybavení mlýnu, včetně popisu vantrok, rozměry náhonu, stavidel, popsaný spád apod. (Šourek, 1999)

## 5.3 Úprava toku a meliorace

V průběhu šedesátých a počátkem sedmdesátých let dvacátého století došlo na značné části sledovaného území k velkoplošnému odvodňování pozemků ležících v nivě Libuňky a následnému napřimování a zahlubování samotného toku.

Důvody k těmto zásahům jsou popsány v projektové dokumentaci stavby (Odvodnění pozemků v povodí Libuňky, 1964, ing. Hlaváček) v bodu f) Technická charakteristika investice. Zde je popsána nutnost hydromelioračních zásahů a úpravy hlavních recipientů i jejich přítoků. Nezbytnost úpravy Libuňky je zdůvodněna potřebou umožnit vyústění drenáží, ale také nutností zamezení škod na lučních porostech v okolí toku. Dle investičního úkolu byla navržena úprava toku v délce třinácti kilometrů.

Samotná stavba probíhala v letech 1965-1967, Meliorační Družstvem Lomnice nad Popelkou.

V roce 1971 proběhlo vyhodnocení stavby ing. Holoubkovou. Podle Holoubkové stavby plní svou funkci dobře, došlo k vysušení podmáčených pozemků. Na upraveném toku však dochází k poškozování koryta, je vyplavována zemina zpoza laťových plůtků, které se následně bortí a tvoří se boční nátrže velkého rozsahu. Došlo také k velkým škodám na vysázených olších. Ing. Holoubková zdůrazňuje

nutnost striktního dodržování osevních postupů. V případě nedodržení podle ní hrozí přesušování půd.

Od roku 1995 je drobné odvodnění (pera a hlavníky) v péči majitelů pozemků, hlavní odvodňovací zařízení jsou v majetku státního pozemkového úřadu. Ten zpravidla reaguje na žádost o údržbu subjekty obhospodařujícími dané pozemky. (Odvodnění pozemků v povodí Libuňka, 1964)

Jméno mlýna Žampach, nacházejícího se v řešeném úseku, je odvozeno z německého –der Sandbach – písečný potok. Z toho lze usuzovat, jak v minulosti koryto toku vypadalo. (Šourek, 1999)

## 5.4 Sedmihorský mokřad

Přibližně na 3řkm, v k.ú. Karlovice, pomístním názvem Pastvišťata, se nachází obnovený mokřad. Plocha cca 25 ha původně zmeliorovaných luk byla ponechána samovolné sukcesi, došlo k znovu zavodnění půdního profilu a vytvoření cenných biotopů pro vodní ptáky a další organizmy.

Projekt obnovy Sedmihorských mokřadů probíhá pod záštitou ČSOP Bukovina, pozemkový spolek Sedmihorské mokřady. Jedná se o poměrně rozsáhlý záměr.

# 6 Hodnocení HMF stavu vodního toku Libuňka

## 6.1 Úsek č. 1 0-0,334 ř.km

Soutok Libuňky s Jizerou

*Obrázek 2 - tok Libuňky proti proudu*

### 6.1.1 Současný HMF stav

**Hydrologický a splaveninový režim**

bez ovlivnění minimálních a korytotvorných průtoků, splaveninový režim není ovlivněn

**Morfologie trasy hlavního koryta a nivních ramen**

napřímený, antropogenně silně ovlivněný úsek

po celé délce úseku leží na levém břehu masívní těleso hráze chránící intravilán osady Mašov před povodní

bez výskytu akumulovaného plaveného dřeva

nevyskytují se žádné stupně přirozeného vývoje nivních ramen

**Morfologie koryta**

koryto je po celé délce úseku opevněno

příčný řez – jednoduchý lichoběžník

podélný profil – souvislou úpravou vyrovnaná niveleta

opevnění levého břehu - opevnění kamennou rovnaninou, pravidelně opravováno tak, aby byla zajištěna stabilita hráze

opevnění pravého břehu – opevnění kamennou rovnaninou, pomístně v mírně zpřírodněném stavu, mírné známky počínající renaturace

opevnění dna – bez opevnění, výrazně zahloubené, mírná renaturace, náznaky tvorby brodů

bez plaveného dřeva

**Vliv vzdutí**

bez vzdutých úseků

bez migračních překážek, úsek vodního toku strategického pro obnovu úměrné migrační prostupnosti

**Odklon využití údolní nivy od přírodního stavu**

levý břeh – zemědělsky intenzivně zatížené území

pravý břeh – krajina s mozaikovitou strukturou, rozptýlená zástavba

**Ekologické vazby toku a nivy**

vlivem zahloubení a zkapacitnění vodního toku je poříční zóna oddělená od vodního toku

vlivem levobřežní protipovodňové hráze je rozliv do nivy značně omezen

**Vliv okolní krajiny**

levý břeh – intenzivně zemědělsky využívaná krajina, rozptýlená zástavba

pravý břeh – intenzivně zemědělsky využívaná krajina, rozptýlená zástavba

v záplavovém území při průtoku $Q_{100}$ leží městská čistírna odpadních vod města Turnov

### 6.1.2 Návrhový stav

**Hydrologický a splaveninový režim**

bez ovlivnění minimálních a korytotvorných průtoků, splaveninový režim není ovlivněn

**Morfologie trasy hlavního koryta a nivních ramen**

napřímený, antropogenně silně ovlivněný úsek

po celé délce úseku leží na levém břehu masívní těleso hráze chránící intravilán osady Mašov před povodní

se sporadickým výskytem akumulovaného plaveného dřeva

nevyskytují se žádné stupně přirozeného vývoje nivních ramen

**Morfologie koryta**

koryto je po celé délce úseku opevněno, na pravém břehu dojde k mírnému rozvlnění

příčný řez – odtěžením zeminy vznikne složený lichoběžník

podélný profil – souvislou úpravou vyrovnaná niveleta

opevnění levého břehu- opevnění kamennou rovnaninou, pravidelně opravováno tak, aby byla zajištěna stabilita hráze.

opevnění pravého břehu – lokálním odtěžením terénu vznikne na několika místech rozšířené koryto, s mírnějším sklonem břehu (1:1,5 až 1:3), pouze biologicky stabilizované

opevnění dna – bez opevnění, bude provedena modelace dna tak, aby byl při dlouhodobém průtoku $Q_a$ zajištěna hloubka do 0,3m

bez plaveného dřeva

**Vliv vzdutí**

bez vzdutých úseků

bez migračních překážek, úsek vodního toku strategického pro obnovu úměrné migrační prostupnosti

**Odklon využití údolní nivy od přírodního stavu**

levý břeh – zemědělsky intenzivně zatížené území

pravý břeh – krajina s mozaikovitou strukturou, rozptýlená zástavba

**Ekologické vazby toku a nivy**

Vlivem zahloubení a zkapacitnění vodního toku je poříční zóna oddělená od vodního toku

vlivem levobřežní protipovodňové hráze je rozliv do nivy značně omezen

**Vliv okolní krajiny**

levý břeh – intenzivně zemědělsky využívaná krajina, rozptýlená zástavba

pravý břeh – intenzivně zemědělsky využívaná krajina, rozptýlená zástavba,

v záplavovém území při průtoku $Q_{100}$ leží městská čistírna odpadních vod města Turnov

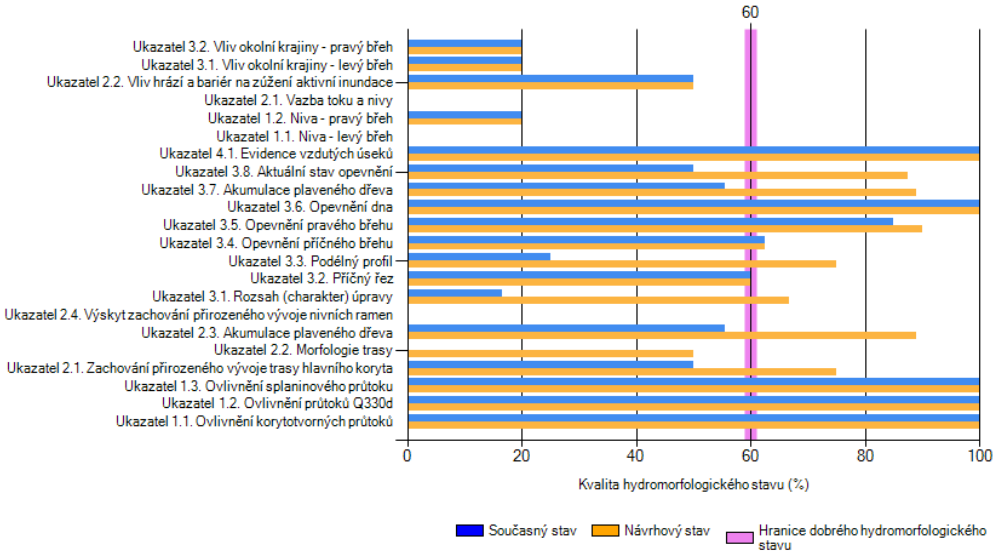
### 6.1.3 Vyhodnocení HMF stavu toku

na posuzované lokalitě je hydromorfologický stav následovný:

| | Současný stav | návrhový stav | změna |
|---|---|---|---|
| hydromorfologický stav toku | 47,5 %<br>NE | 60,0 %<br>NE | 12,5% |
| hydromorfologický stav nivy | 26,6 %<br>NE | 26,6 %<br>NE | 0% |

ANO/NE dosahuje dobrého hydromorfologického stavu

navrhovaná změna zlepší o 12,5% stávající HMF stav vodního toku a 0 % HMF stav nivy




*Obrázek 3- grafické znázornění jednotlivých ukazatelů HMF stavu vodního toku, současný a návrhový stav dle fluvialmorplhology.cz*

### 6.1.4 Vyhodnocení plánované revitalizace v úseku

Plánovaná revitalizace nepřinese potřebné zlepšení morfologie vodního toku požadované Evropskou rámcovou směrnicí o vodách. Pro další zlepšení HMF stavu tak, aby alespoň přesáhl nutnou hranici 60 %, je vhodné zakomponovat do připravované revitalizace prvek říčního dřeva. V současné době se v toku nevyskytují žádné akumulace dřevní hmoty a plánovaná rekultivace v tomto směru nepřinese podstatné zlepšení. Mrtvé i živé dřevo představuje důležitou a nedílnou součást vodního toku přispívající tvorbou nových biotopů ke zlepšení biologické funkce toku (Máčka, & Krejčí, 2011) a hraje i významnou roli při ochraně před ničivou silou povodní rozdělením jediné proudnice na několik dílčích s menší unášecí silou. (Just, 2005)

**Podrobný popis jednotlivých úseků viz přílohy**

# 7 Souhrn výsledků

## 7.1 GMF a HMF stav toku

**Analýza GMF stavu** - meandrující tok

V úsecích č. 3, 6,9,12,15,17 pod silničními mosty není revitalizace navržena, nedojde ke zlepšení stavu toku. Vzhledem k malé délce úseků nemají tyto části významný vliv na celkovou kvalitu toku (viz graf č. 1 a tabulka níže č 5 a 6)

**Ovlivnění korytotvorných průtoků -** v zájmovém území nejsou průtoky ovlivněny odběry vody a výstavbou retenčních nádrží

**Ovlivnění Q 33d -** v zájmovém území nejsou průtoky ovlivněny odběry vody a výstavbou retenčních nádrží

**Ovlivnění splaveninového režimu –** splaveninový režim je ovlivněn stupněm v úseku č. 13, kaskádou stupňů v úseku č .19 a stavidlovým rozdělovacím objektem v úseku č 22 – transport splavenin je omezen ve středním rozsahu. Návrhový stav předpokládá nahrazení stupňů balvanitými skluzy, dojde ke zlepšení chodu splavenin

**Zachování přirozeného vývoje trasy** - v úsecích č.4 a 18 přirozený vývoj neprobíhá v plném rozsahu, pouze částečně, probíhá postupná renaturace. V ostatních úsecích je vývoj koryta usměrněn (napřímený, zahloubený tok). Vybudováním rozvlněné trasy vodního toku v úsecích č. 5, č. 7, č. 8, č.10, č. 11 a č. 13 v celkové délce 5,7 km (50 % trasy) bude přirozený vývoj trasy probíhat v souladu se stavem dynamické rovnováhy lokality

**Morfologie trasy** - v úsecích č.4 a 18 je trasy koryta narušena, ale vykazuje atributy charakteristické pro původní GMF typ.

V úsecích č. 1 a 2 je morfologie trasy ovlivněna masívní levostrannou protipovodňovou hrází. Není možné trasu přiblížit k původnímu GMF typu

v úsecích č. 5, č. 7, č. 8, č.10, č. 11, č. 13, č. 19, č. 20 v celkové délce 6,09 km (cca 50 %) je trasa koryta významným způsobem změněna. Po provedené revitalizaci bude trasa odpovídat GMF typu meandrující tok

v úseku č. 14 je trasa koryta významným způsobem ovlivněna, revitalizace zde není navržena, nedojde ke zlepšení

**Akumulace plaveného dřeva** - pouze v úseku č. 18 se dřevní hmota vyskytuje místně v konkávách a konvexních březích, ani zde nejsou vytvořeny významné struktury dřevní hmoty. V ostatních úsecích je výskyt pouze sporadický, či se nevyskytuje vůbec (napřímené, zahloubené úseky). Rozvlněním trasy dojde k ukládání dřevní hmoty a postupně se vytvoří prostorově významné struktury dřevní hmoty

**Výskyt a zachování přirozeného vývoje nivních ramen** - ramena se nevyskytují, vlivem faktorů vzniklých antropogenní činností zanikla.

Dle návrhového stavu bude současné koryto v úsecích č. 5,7,8,10,11 a 13 (cca 6 km, 50 % celkové délky řešeného území) nahrazeno novým, původní bude částečně zasypáno. Pomístně budou vytvořeny neprůtočné tůně nahrazující přirozená nivní ramena

**Rozsah (charakter úpravy)** – pouze v úsecích č. 4, č.18, 20 a 21 je tok bez úprav. V ostatních úsecích (mimo vyjmenované úseky pod silničními mosty) je souvislá úprava s novou trasou. Viz kapitola 5.3. Úprava toku a meliorace. Návrhovým stavem je zpřírodněná úprava v nové, nebo stávající trase

**Příčný řez** - ve všech úsecích upravených při meliorační úpravách bylo koryto upraveno do tvaru jednoduchého lichoběžníku, opevněného laťovými plůtky. Plůtky byly velice brzo poškozeny, voda za nimi začala vymílat břehy, vytvořily se nátrže a během několika let došlo k jejich rozpadu. V korytě toku jsou zbytky kulatiny. K poškození došlo již v době výstavby (Odvodnění pozemků v povodí Libuňka, 1964). Příčný řez nově vytvořeného koryta bude složený lichoběžník s kynetou pro menší průtoky

**Podélný profil** – mimo úseky č. 4 a 18 je souvislou úpravou vyrovnaná niveleta. Během probíhající meliorační akce a s ní souvisejících úprav Libuňky byl tok napřímen a zahlouben tak, aby bylo umožněno vyústění melioračních odpadů a zajištěno snadné čištění koryta. (Odvodnění pozemků v povodí Libuňka, 1964). Vlivem napřímení a zkrácení toku došlo k zahloubení po celé řešené délce. Provedení revitalizace přinese prodloužení trasy a tím mírné zmenšení spádu a vymělčení toku

**Opevnění levého břehu** – v úseku č 1 je souvislé opevnění levého břehu lomovým kamenem, úsek č. 2 je částečně opevněn stavebním odpadem. Na velkých úsecích toku je původní opevnění laťovými plůtky rozpadlé, břehy jsou příkré, bez

biologického opevnění. Pouze místy v nárazových obloucích je opevnění lomovým kamenem. V místech křížení s místními komunikacemi je pod mosty opevnění kamennou zdí nebo betonovými tvárnicemi.

Opevnění v úseku č.1 musí být z důvodu zajištění stability hráze ponecháno, úseky pod silničními mosty nebudou upravovány. Z úseku č. 2 bude odstraněno opevnění stavebním odpadem a nahrazeno lomovým kamenem. U revitalizovaných úseků bude provedeno pomístní opevnění v nárazových obloucích např. v místech přechodu nového koryta do původního. Koryto bude uvedeno do přírodě blízkého stavu s biologickou stabilizací

**Opevnění pravého břehu** - na velkých úsecích toku je původní opevnění laťovými plůtky rozpadlé, břehy jsou příkré, bez biologického opevnění. Pouze místy v nárazových obloucích je opevnění lomovým kamenem. V místech křížení s místními komunikacemi je pod mosty opevnění kamennou zdí nebo betonovými tvárnicemi

Úseky pod silničními mosty nebudou upravovány. U revitalizovaných úseků bude provedeno pomístní opevnění v nárazových obloucích např. v místech přechodu nového koryta do původního. Koryto bude uvedeno do přírodě blízkého stavu s biologickou stabilizací

**Opevnění dna** - dno je nezpevněno, pouze v úsecích č. 19 a 22 je souvislé zpevnění dna. Při provádění revitalizace dojde k odstranění zpevnění a jeho nahrazení balvanitými skluzy

**Evidence vzdutých úseků** – v řešeném území se nachází jeden vzdouvací objekt, a to v úseku č. 22 stavidlový rozdělovací objekt. Objekt bude nahrazen balvanitým kamenným skluzem

**Migrační prostupnost objektů** - řešené území je strategické pro obnovu úměrné migrační prostupnosti (vodohospodářsky významné toky) migračně neprůchodné objekty se nacházejí v úsecích č. 13, 19 a 22. Všechny tři migrační překážky budou nahrazeny migračně prostupnými balvanitými skluzy

## 7.2 HMF stav niva

**Levý břeh** – převažující způsob využití nivy je zemědělská krajina s mozaikovitou strukturou a intenzivně vypásanými loukami, způsob využití nebude revitalizací ovlivněn

**Pravý břeh** - převažující způsob využití nivy je zemědělská krajina s mozaikovitou strukturou a intenzivně vypásanými loukami, způsob využití nebude revitalizací ovlivněn

**Vazba vodního toku a nivy** – poříční zóna je zcela oddělena od vodního toku. Vlivem zahloubení a zkapacitnění toku nedochází k pravidelným rozlivům vodního toku do okolní nivy. Nové revitalizační koryto je opět plánováno jako kapacitní z důvodu ochrany majetků a zdraví obyvatel v blízkosti toku. Ani po provedené revitalizaci nedojde k pravidelným rozlivům tak, jak to odpovídá GMF typu meandrující tok.

**Vliv hrází a bariér na zúžení aktivní inundace** - vliv hrází na zúžení aktivní inundace není příliš výrazný. Pouze v úseku č. 1 je inundace významně ovlivněna levostrannou masívní protipovodňovou hrází. Plánovaná revitalizace nepřinese žádné změny

**Vliv okolní krajiny**

**Levý břeh** - úseky 1-6 procházejí rozptýlenou zástavbou osad Mašov a Pelešany, všechny další úseky se nachází CHKO Český ráj,, převážně v II. zóně ochrany

**Pravý břeh** - úseky 1-6 procházejí rozptýlenou zástavbou osad Mašov a Pelešany, další úseky se nacházejí v CHKO Český ráj, převážně ve III. zóně ochrany

| č. úseku | začátek ř.km | konec ř.km | délka km | souč. stav tok % | souč. stav niva% | návrh tok% | návrh niva% | změna HMF stavu toku | změna HMF nivy |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0,334 | 0,334 | 47,5 | 26,6 | 60 | 26,6 | 12,5 | 0 |
| 2 | 0,334 | 1 | 0,666 | 50,2 | 26,6 | 64,3 | 27,9 | 14,1 | 1,3 |
| 3 | 1 | 1,015 | 0,015 | 39,9 | 0 | 39,9 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 1,015 | 2,2 | 1,185 | 57 | 31,9 | 57 | 31,9 | 0 | 0 |
| 5 | 2,2 | 2,4 | 0,2 | 50,2 | 26,6 | 64,3 | 27,9 | 14,1 | 1,3 |
| 6 | 2,4 | 2,416 | 0,016 | 43,2 | 0 | 43,2 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 2,416 | 3,1 | 0,684 | 44,7 | 53,9 | 74,4 | 65,4 | 29,7 | 11,5 |
| 8 | 3,1 | 4,7 | 1,6 | 40,9 | 60,8 | 70,7 | 67,3 | 29,8 | 6,5 |
| 9 | 4,7 | 4,72 | 0,02 | 39,9 | 0 | 39,9 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 4,72 | 5,1 | 0,38 | 50,2 | 61,2 | 72,5 | 68,4 | 22,3 | 7,2 |
| 11 | 5,1 | 6,5 | 1,4 | 49,4 | 70,4 | 69,9 | 77,7 | 20,5 | 7,3 |
| 12 | 6,5 | 6,515 | 0,015 | 39,9 | 0 | 39,9 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 6,515 | 8,2 | 1,685 | 39 | 63,2 | 69,9 | 70,5 | 30,9 | 7,3 |
| 14 | 8,2 | 8,5 | 0,3 | 55,4 | 43,2 | 55,4 | 43,2 | 0 | 0 |
| 15 | 8,5 | 8,52 | 0,02 | 39,9 | 0 | 39,9 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 8,52 | 8,9 | 0,38 | 48,8 | 56,8 | 48,8 | 56,8 | 0 | 0 |
| 17 | 8,9 | 8,92 | 0,02 | 39,9 | 0 | 39,9 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 8,92 | 10,6 | 1,68 | 71,1 | 60,7 | 71,1 | 60,7 | 0 | 0 |
| 19 | 10,6 | 10,69 | 0,09 | 21,5 | 56,8 | 37 | 56,8 | 15,5 | 0 |
| 20 | 10,69 | 10,9 | 0,21 | 48,6 | 58,6 | 48,6 | 58,6 | 0 | 0 |
| 21 | 10,9 | 11,04 | 0,14 | 50,2 | 55,5 | 50,2 | 55,5 | 0 | 0 |
| 22 | 11,04 | 11,06 | 0,02 | 20,6 | 66,1 | 36,9 | 66,1 | 16,3 | 0 |
| | | v.prům. - | | 50,21 | 53,8162 | 66,064 | 57,846 | 15,8537 | 4,03 |

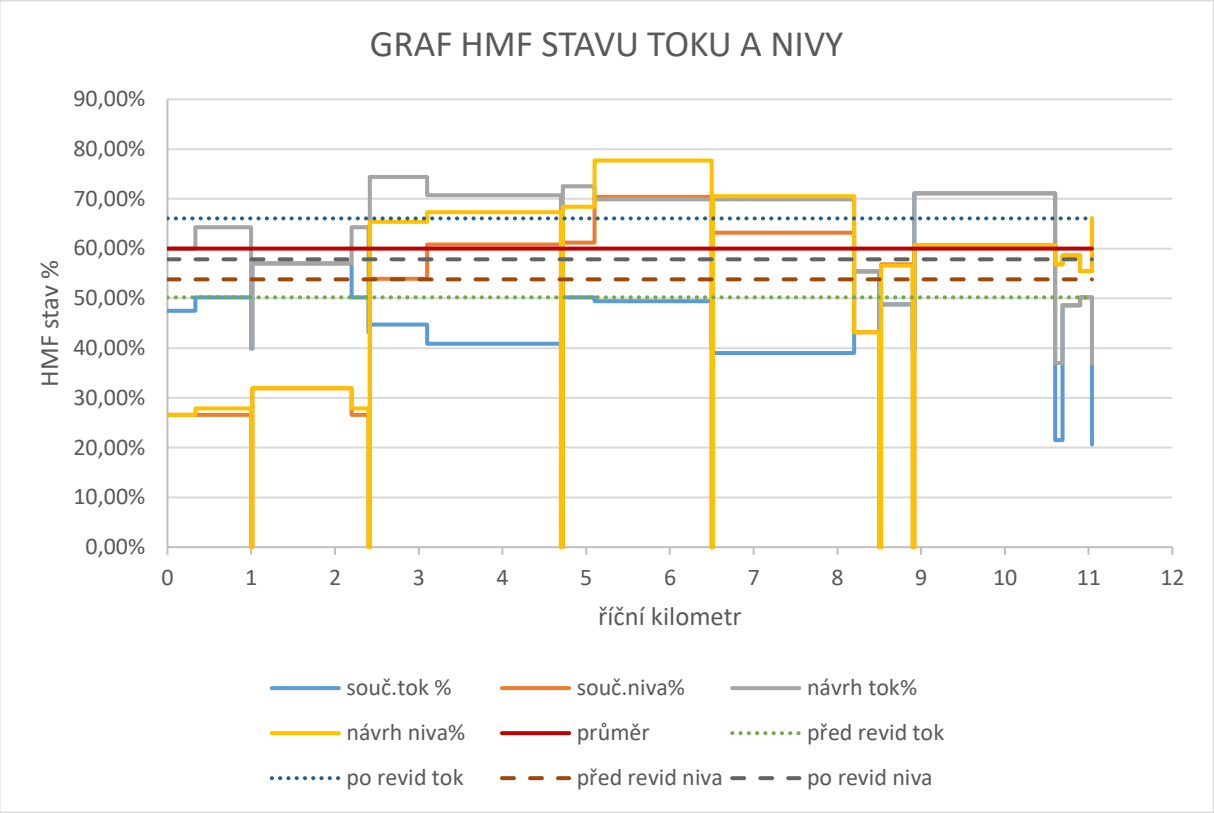
Tab.č 6 - délky jednotlivých úseků, procentuálně vyjádřený HMF stav toku a nivy současný a návrhový, váženým průměrem vyjádřené hodnoty celkového HMF stavu toku nivy v současném i návrhovém stavu

| | před revitalizací % HMF | po revitalizaci % HMF | zlepšení % HMF |
|---|---|---|---|
| tok | 50,21014467 | 66,06384268 | 15,8537 |
| niva | 53,81619349 | 57,8462387 | 4,030045 |

Tab. č. 6 – procentuálně vyjádřený HMF stav toku a nivy

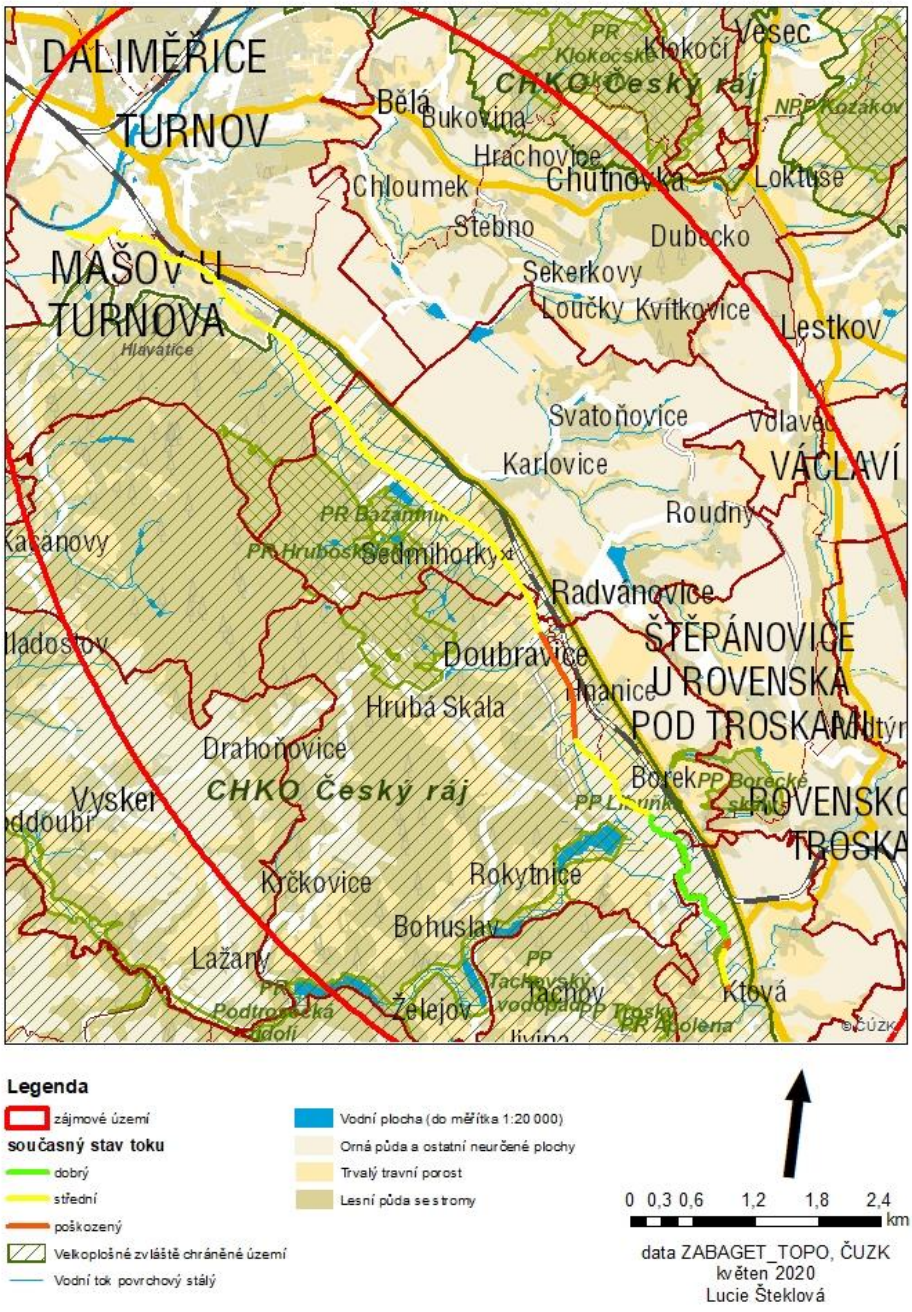
| HMF stav toku (%) | Klasifikace vodního toku, nivy |
|---|---|
| 0-20 | zničený vodní tok, niva |
| 20-40 | poškozený vodní tok, niva |
| 40-60 | střední stav toku, nivy |
| 60 | hranice dobrého HMF stavu |
| 60-80 | dobrý stav toku, nivy |
| 80-100 | velmi dobrý stav toku |

Tab.č. 7 – klasifikace stavu toku

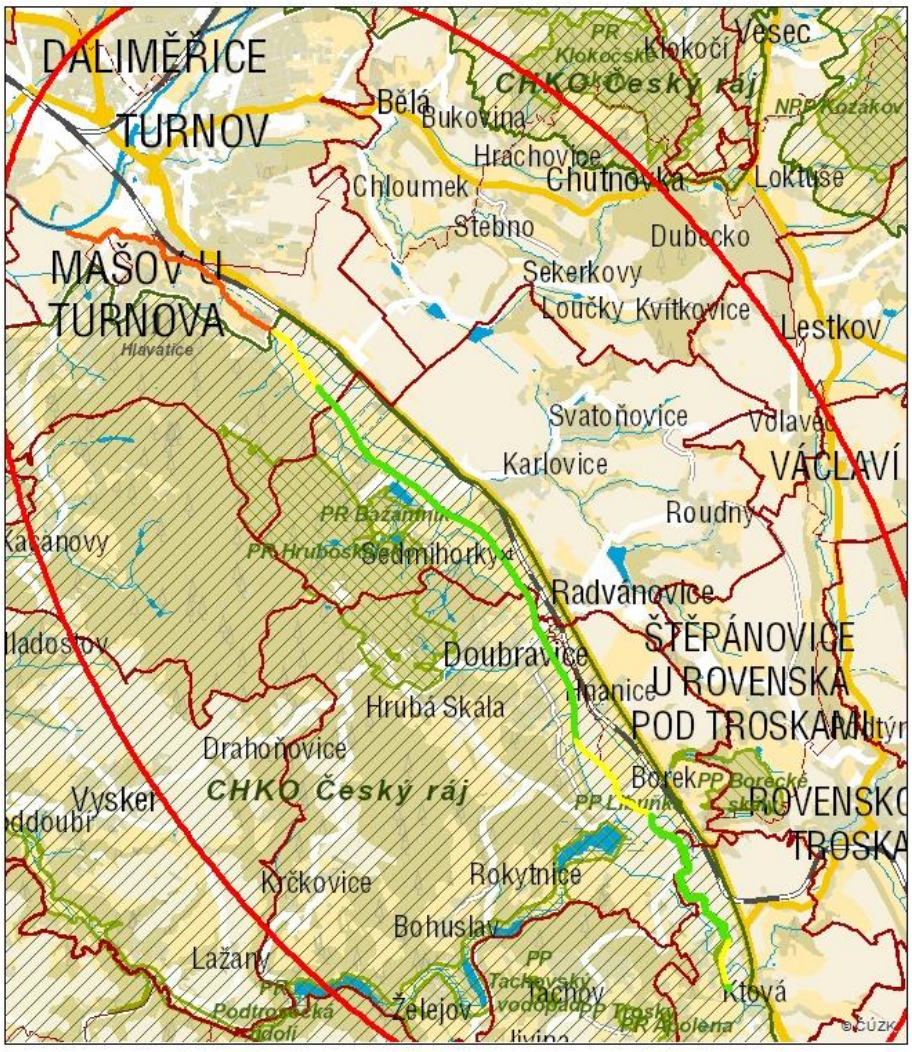



Graf č. 1 – graficky vyjádřený HMF stav toku a nivy, současný i návrhový stav

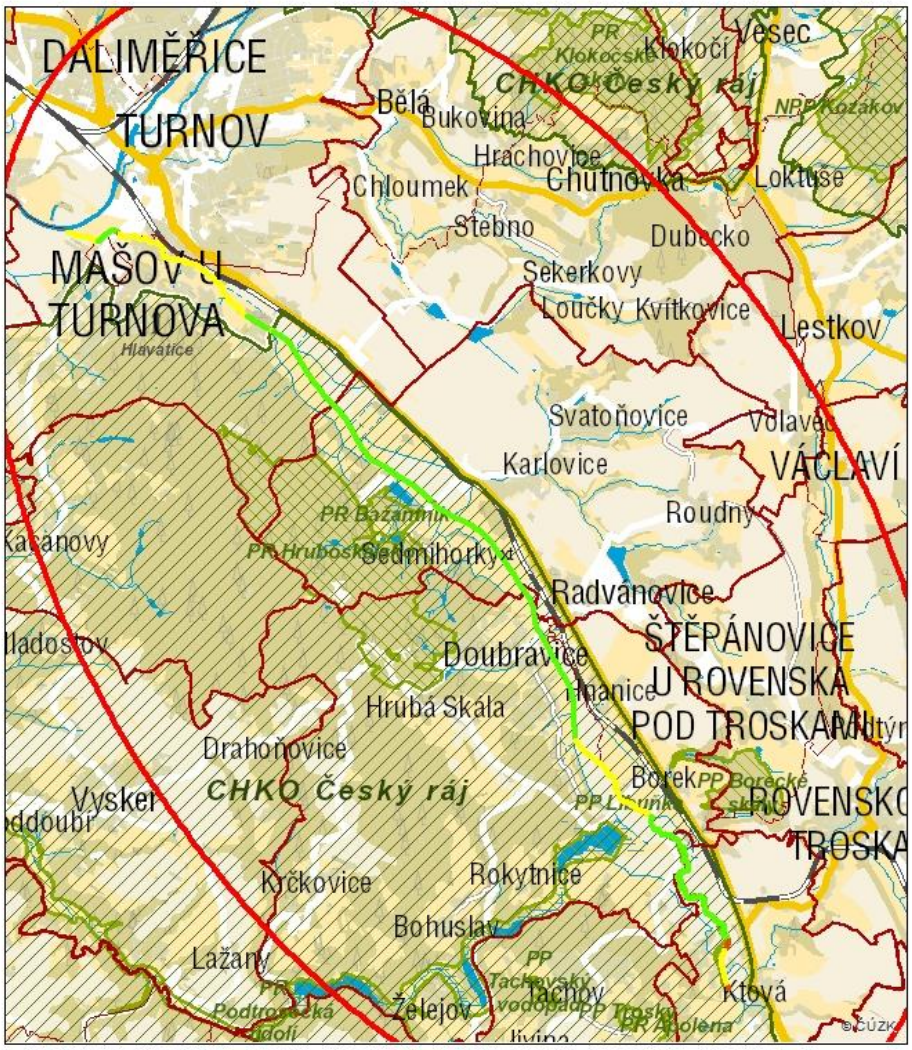
# SOUČASNÝ HMF STAV TOKU



# SOUČASNÝ HMF STAV NIVY



# NÁVRHOVÝ HMF STAV TOKU

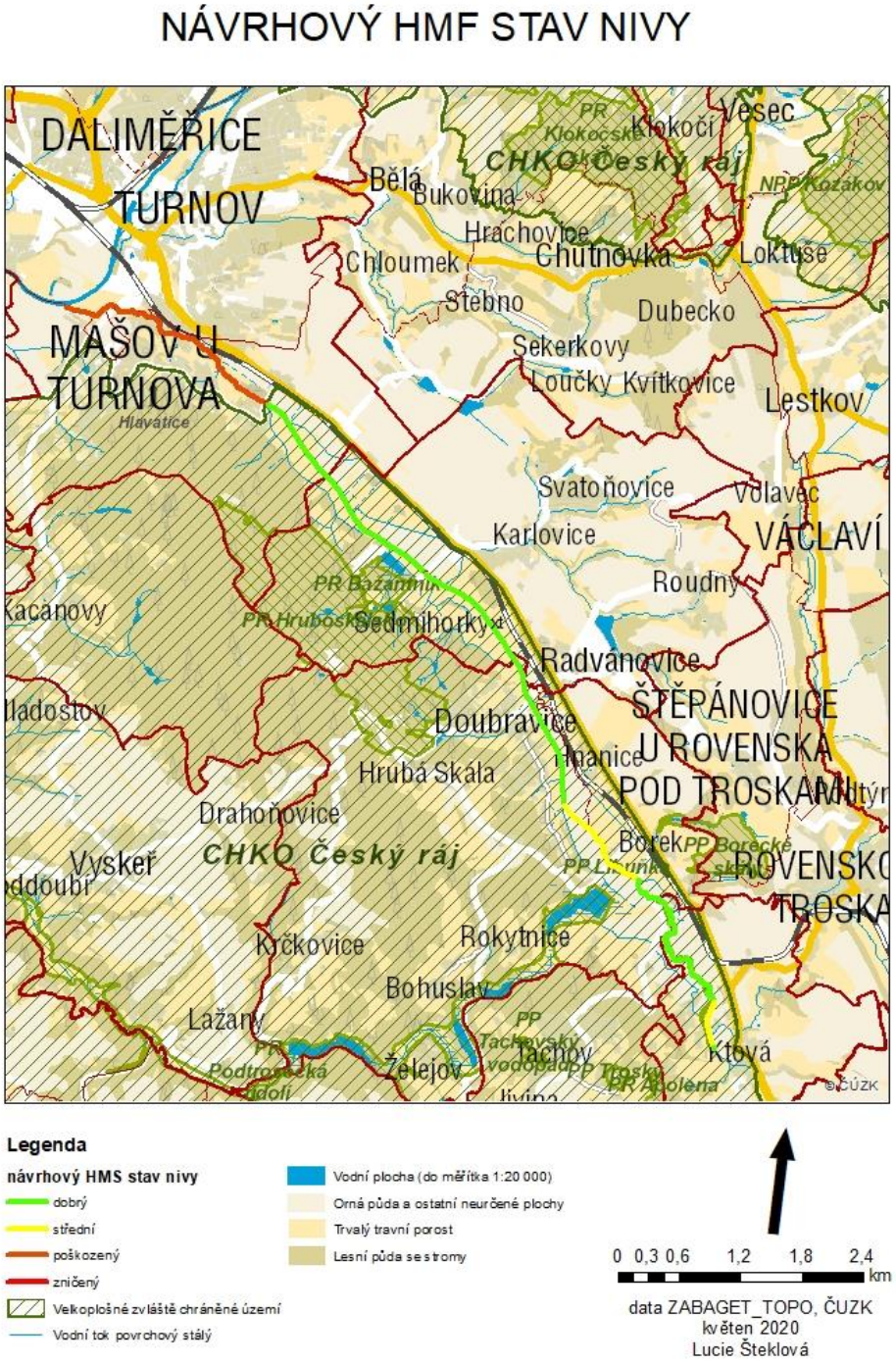



**Legenda**

- zájmové území
- **návrhový HMF stav toku**
  - dobrý
  - střední
  - poškozený
- Velkoplošné zvláště chráněné území
- Vodní tok povrchový stálý
- Vodní plocha (do měřítka 1:20 000)
- Orná půda a ostatní neurčené plochy
- Trvalý travní porost
- Lesní půda se stromy

0 0,3 0,6 1,2 1,8 2,4 km

data ZABAGET_TOPO, ČUZK
květen 2020
Lucie Šteklová




## 7.3 Vliv melioraci na kvalitu toku

V roce 1955 byla vyhlášena CHKO Český ráj, ovšem již na začátku šedesátých let dvacátého století byla v řešeném území zahájena rozsáhlá meliorační akce zahrnující i napřímení a zahloubení Libuňky tak, aby byly zajištěny odtoky z melioračních

odpadů a ulehčena údržba toku. B,ěhem několika málo let došlo k poškození regulovaného toku (Knížek, 1965) a přesušování okolních luk (Holoubková, 1966).

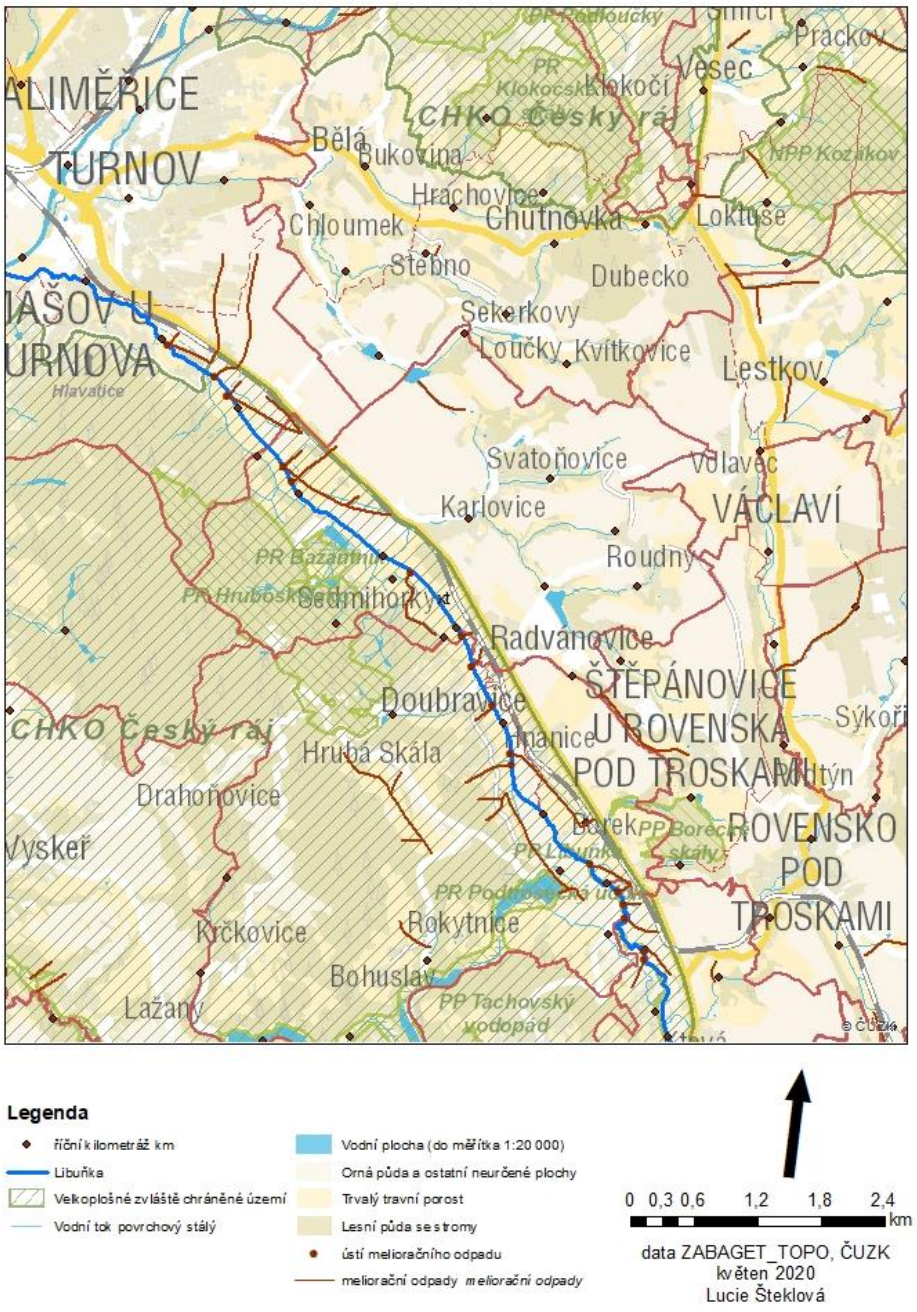
Vliv provedených úprav souvisejících s melioracemi je výrazný. Na cca 50 % délky řešeného území došlo v narovnaném a zahloubeném toku k negativnímu ovlivnění většiny HMF hledisek toku. Změny v říční geometrii - napřímení a zahloubení vodních toků, přímo ovlivňující splaveninový režim a odtok vody z krajiny jsou patrně nejvýraznější antropogenně způsobené změny na vodních tocích (ten Brinke, 2009).

Vlivem špatného splaveninového režimu a velké průtočné kapacity toku došlo k zahloubení koryta i v úsecích, které nebyly úpravami bezprostředně dotčeny.

Pro GMF typ meandrující tok je zásadní korytotvorný průtok $Q_{30d}$, to je přibližně úroveň hladiny v břehových hranách, kdy je korytotvorné působení vody nejvýraznější. Při pozorování úrovně hladiny vody v Libuňce v návaznosti na údaje hlásného bodu Libuňka – Pelešany (Evidenční list operativního profilu, n. d.) bylo zjištěno, že při průtoku $Q_{30d}$ byla výška hladiny v místě hlásného bodu cca 0,75 cm pod břehovou hranou, tedy výrazně níž, než odpovídá hladině vody v korytě toku při průtoku $Q_{30d}$ ve stadiu přirozené dynamické rovnováhy. U napřímeného kapacitního koryta nedochází k přirozeným rozlivům povodňových průtoků do přilehlé nivy a nedochází ke ztlumení povodňové vlny.

TRASA LIBUŇKY

meliorační odpady, vyústění do koryta vodního toku




## 7.4 Vliv HMF stavu na biologické oživení toku

Stromové patro rostlinného doprovodu vodního toku je po celé délce řešeného úseku tvořeno převážně porostem olše lepkavé (Alnus glutinosa), javorem klen (Acer pseudoplatanus), javorem mléč (Acer platanoides), jasanem ztepilým (Fraxinus

excelsior) a několika druhy vrb. Vyskytuje se zde několik jedinců jilmu vaz (Ulmus laevis). Keřové patro je tvořeno vrbami, hlohem obecným (Crataegus laevigata) a několika jedinci střemchy obecné (Prunus padus).

Bylinné patro je z velké části obsazeno ruderálními, místy rumištními porosty kopřivy dvoudomé (Urtica dioica), krabilice mámivé, (Chaerophyllum temulum) a krabilice zápašné (Chaerophyllum aromaticum), bršlice kozí noha (Aegopodium podagraria), ze vzácnějších druhů je zastoupena pouze ostřice banátská ( Carex banatica) a svízel potoční (Galium rivale).

Po celé hodnocené délce se vyskytují invazní rostliny. Největší zastoupení má netýkavka žláznatá (Impatiens glandulifera), křídlatka japonská (Reynoutria japonica), slunečnice topinambur (Helianthus tuberosus).

Poměrně chudé druhové zastoupení je způsobeno úpravou toku. Koryto je většinou napřímené, zahloubené. Svahy břehů po obou stranách toku jsou prudké, neumožňující rozvoj litorálního pásma.

Fauna je zastoupena větším množstvím druhů. Pozorována byla užovka obojková (Natrix natrix), čáp bílý (Ciconia ciconia), ťuhýk obecný (Lanius collurio), čmelák rokytový (Bombus hypnorum), střevle potoční (Phoxinus phoxinus), vranka obecná (Cottus gobio), kuňka obecná (Bombina bombina) a vzácný indikační druh hrachovka říční (Pisidium amnicum).

Ve dvou profilech byl odlovem proveden průzkum ichtiofauny. Byla zjištěna přítomnost pouze dvou juvenilních společenstev ryb. Z toho lze usuzovat na malou migrační prostupnost toku a na nedostatek míst vhodných k reprodukci (trdliště, či mělká klidná místa vhodná pro vývoj rybího plůdku) (Well, 2013)

# 8 Rámcový návrh zlepšení plánované revitalizace

## 8.1 Současný stav

**-** dle provedené analýzy nebudou úseky č. 19-22 po uskutečnění revitalizačního záměru splňovat požadovaných 60 % dynamické rovnováhy vodního toku (viz příloha č.1, kapitola 18-21). Plánovaná revitalizace povede ke zlepšení migrační prostupnosti a ke zlepšení splaveninového režimu, ale nedojde k potřebným změnám v říční geometrii ani k větší konektivitě toku a nivy. Tyto parametry je nutné změnit.

Na cca 13,5 řkm Libuňky se nachází areál Sklopísek Střeleč a.s. kde probíhá tzv. mokrá těžba sklářského písku. Během přípravy projektové dokumentace a EIA byl proveden průzkum kvality vody v Libuňce. Voda v toku má dle provedeného průzkumu nežádoucí zákal a obsahuje množství nerozpuštěných jemných splavenin, negativně ovlivňující kvalitu vody a způsobujících zanášení koryta (Well, 2013). Zanášení revitalizovaného koryta jemnými splaveninami může vést k degradaci revitalizačního díla (Just, 2005)

## 8.2 Návrh řešení

Nad rozdělovacím stavidlovým objektem vybudovat usazovací průtočnou tůň. Zpomalením průtoku dojde k usazení jemných anorganických látek na dně průtočné tůně. To omezí jejich splavování dále po toku a zanášení koryta jemnými částicemi měnícími přirozený splaveninový režim. Usazené látky budou v případě potřeby odtěženy.

V úseku od 10,6 řkm do 11,06 řkm, (úseky č. 19-22) je nutné vytvořit nové mělké koryto o průtoku maximálně $Q_1$ v maximální možné míře rozvlněné, kde se střídají tůně a brody, tak jak to odpovídá GMF typu meandrující tok. Vytvořit tůně a balvanité skluzy podporující prosperitu bentických organizmů zajišťujících biologické čištění vody.

Upravit podélný profil tak, aby se pravidelně střídaly tůně a brody a nevznikla žádná migrační překážka, v obloucích podpořit vytváření přirozené akumulace říčního dřeva.

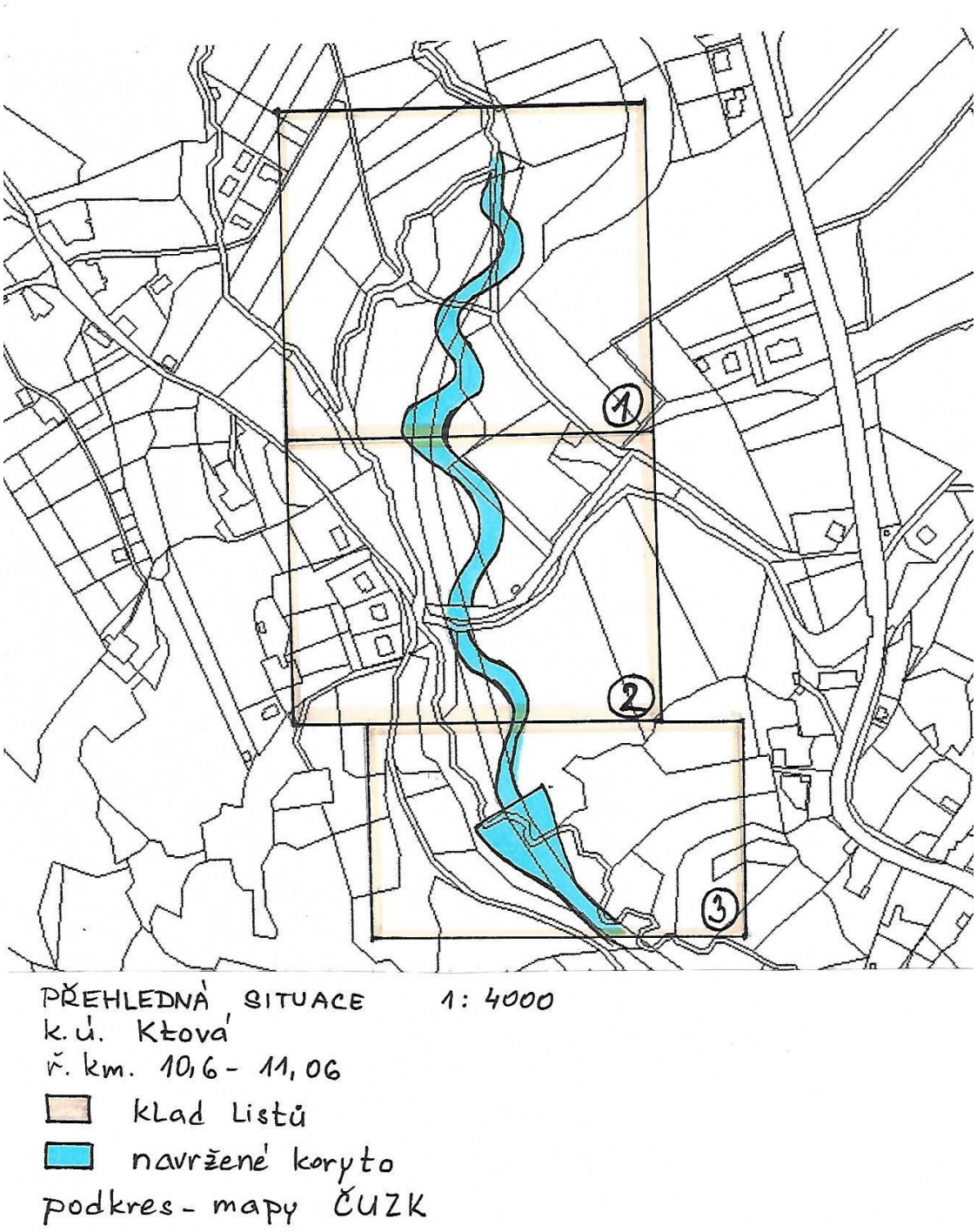
Podpořit rozvinutí litorálního pásma, to osadit rostlinami podporujícími proces samočištění vody. Použít však striktně pouze původní druhy přirozeně se vyskytující v místních podmínkách.

Maximálně prodloužit dobu zdržení vody v úseku

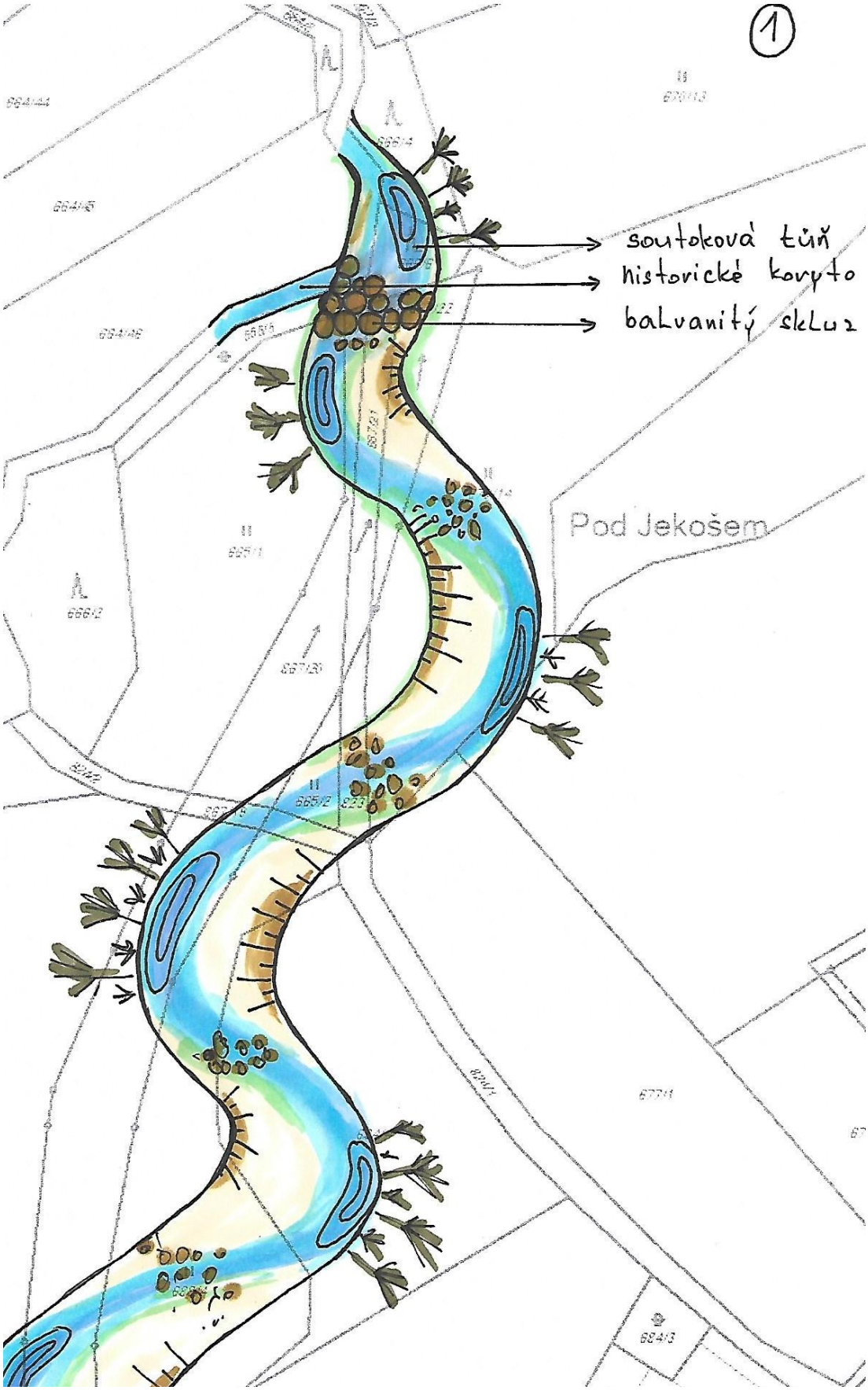
V místě křížení koryta s místní komunikací je nutné zachovat stávající trasu toku.

HMF hodnocení navrhované zlepšení plánované revitalizace viz kapitola 8.3.

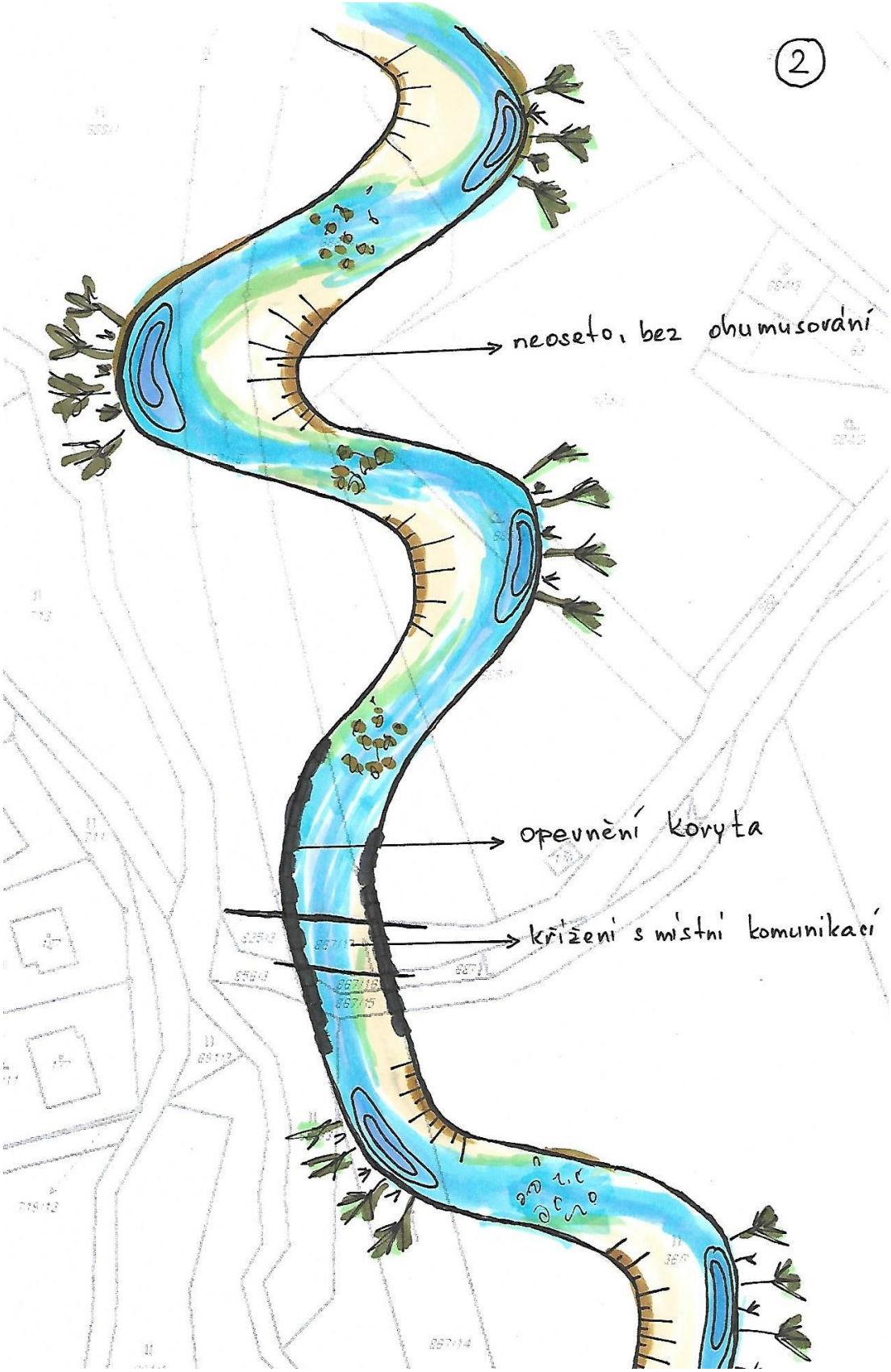
Grafické znázornění návrhu zlepšení plánované revitalizace



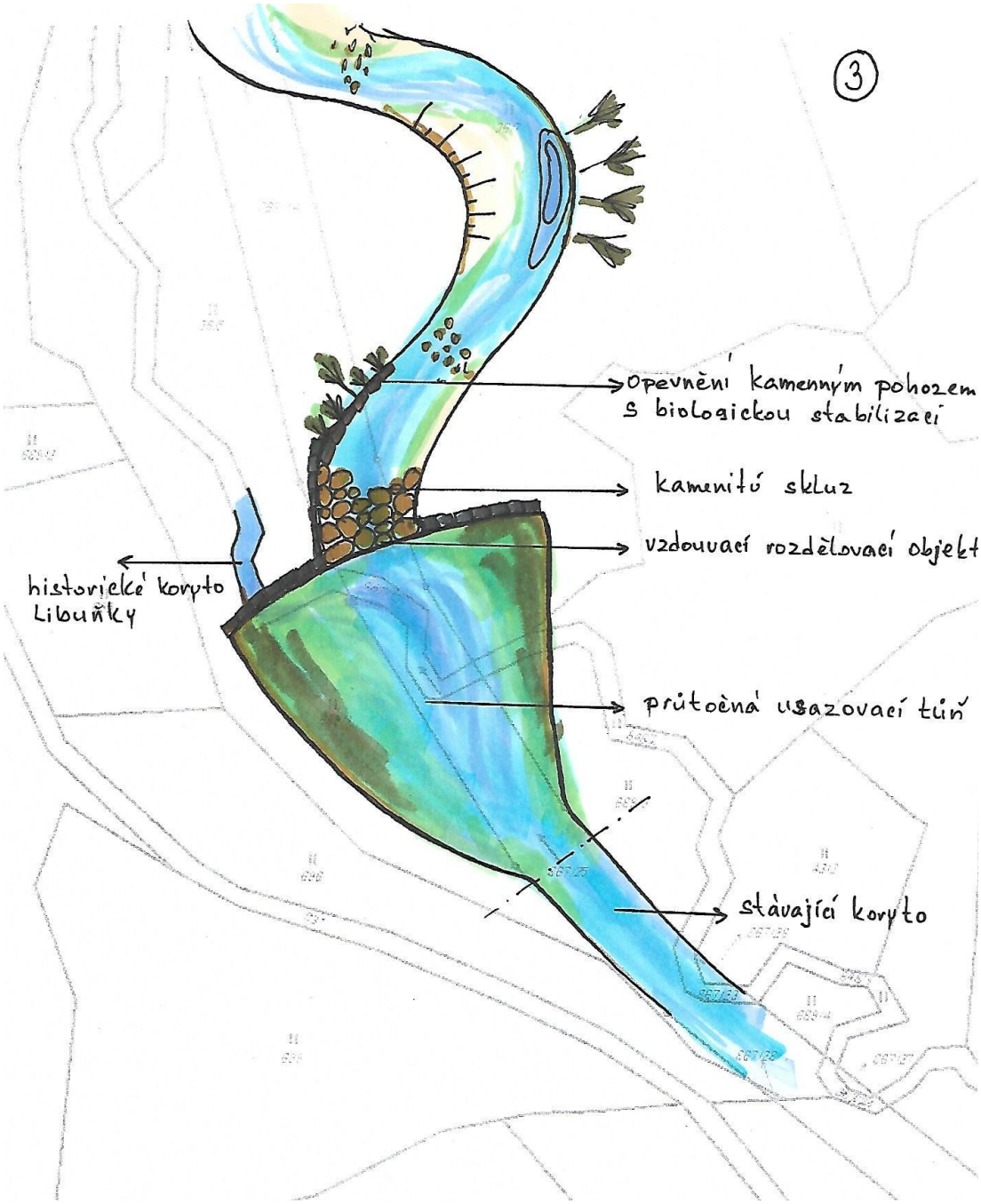

*Obrázek 4 - přehledná situace návrhu dalšího zlepšení HMF stavu toku oprati plánované revitalizaci*




*Obrázek 5 - návrh úpravy plánované revitalizace, 5 měřítko 1:1000, podklad mapy ČUZK*




*Obrázek 6 - návrh úpravy plánované revitalizace, 5 měřítko 1:1000, podklad mapy ČUZK*




*Obrázek 7 - návrh úpravy plánované revitalizace, návrh usazovací průtočné tůně, 5 měřítko 1:1000, podklad mapy ČUZK*

## 8.3 HMF stav spojených úseků č. 19 až 22

Pod stupni Libuňka k rozdělovacímu objektu

### 8.3.1 Návrhový stav

**Hydrologický a splaveninový režim**

bez ovlivnění minimálních a korytotvorných průtoků, splaveninový režim je středně ovlivněn

**Morfologie trasy hlavního koryta a nivních ramen**

přírodě blízké koryto

v konvexních i konkávních obloucích se vyskytují výrazné akumulace dřevní hmoty

přirozená nivní ramena se nevyskytují

**Morfologie koryta**

koryto je bez opevnění, pouze v částech křížení s pozemní komunikací je koryto opevněno kamennou zdí

příčný řez – přirozené koryto

podélný profil – prodloužením trasy dojde ke snížení spádu, vytvoření brodů a tůní

opevnění levého břehu – bez ohumusování, bez osetí, ponecháno sukcesy

opevnění pravého břehu – bez ohumusování, bez osetí, ponecháno sukcesy

opevnění dna – bez opevnění, prodloužením trasy předpokládané mírné vymělčení

**Vliv vzdutí**

bez vzdutých úseků

bez migračních překážek, úsek vodního toku strategického pro obnovu úměrné migrační prostupnosti

**Odklon využití údolní nivy od přírodního stavu**

levý břeh – úsek nivy v zemědělské krajině

pravý břeh – úsek nivy v zemědělské krajině

**Ekologické vazby toku a nivy**

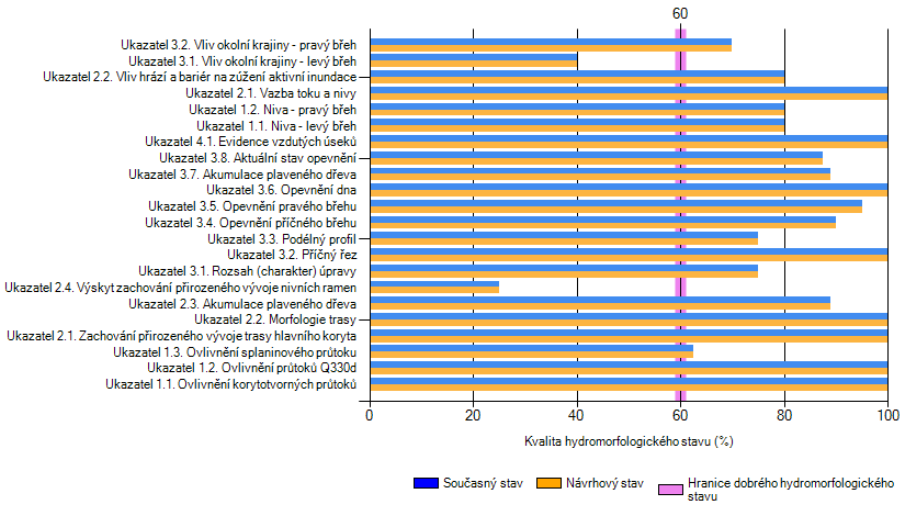
poříční zóna vázána na vodní tok – dochází k pravidelným rozlivům dle GMF typu

**Vliv okolní krajiny**

levý břeh – zemědělsky využívaná krajina

pravý břeh – zemědělsky využívaná krajina

## 8.3.2 Vyhodnocení HMF stavu toku




*Obrázek 8 - grafické znázornění jednotlivých ukazatelů HMF stavu vodního toku, současný a návrhový stav dle fluvialmorplhology.cz*

na posuzované lokalitě je hydromorfologický stav následovný:

| | návrhový stav |
|---|---|
| hydromorfologický stav toku | 76,5 % |
| | ANO |
| hydromorfologický stav nivy | 82,2 % |
| | ANO |

ANO/NE dosahuje dobrého hydromorfologického stavu

### 8.3.3 Vyhodnocení navrženého řešení

Plánovaná revitalizace toku povede ke zlepšení jeho kvality v souladu s požadavky Rámcové směrnice o vodách tak, jak je uvedeno v bodu 8.3.2. Výraznou změnou vinutí trasy a propojením toku s nivou dojde ke zlepšení HMF stavu. Vytvořením navrhované tůně dojde k omezení nežádoucího splavování jemného anorganického materiálu do nového koryta a ke zvýšení úrovně samočistící funkce toku. To přinese mimo zlepšení HMF kvality i zlepšení chemické kvality toku.

# 9 Diskuze

Tok Libuňky prochází z velké části územím CHKO Český ráj, část jeho toku tvoří hranici mezi II. a III. zónou ochrany. Z historických pramenů vyplývá, že Libuňka byla v minulosti mělkým písčitým potokem meandrujícím podmáčenou nivou s lužními lesy (Šourek, 1999). Od úseku č. 18 výše je vyhlášena Přírodní památka Libuňka. HMF kvalita toku (50,2 % stavu přirozené dynamické rovnováhy) a na ní navazující ekologická kvalita toku ale neodpovídá hodnotě zvláště chráněného území.

Ruderálním porostem a invazivními rostlinami zarostlé břehy vytvářejí neprostupnou hradbu, kolmé břehy bez biologického opevnění s rozsáhlými břehovými nátržemi neumožňují přístup k vodě. Potok má poměrně nízkou ekologickou hodnotu (viz kapitola 7.4 Vliv HMF stavu na biologické oživení toku) a mizivou estetickou funkci. Z hlediska rekreace je funkce toku nulová. Zakalená voda (viz kapitola 8.1. Současný stav) s mírným zápachem v letní sezóně působí dojmem kanalizační stoky.

Kvalitněji navržená revitalizace s mělkým korytem meandrujícím krajinou a s vysokou mírou biologického oživení by přivedla návštěvníky i do okrajovějších částí CHKO. Vybudování naučné stezky znázorňující nutnost revitalizací jak v oblasti zadržení vody v krajině, tak na straně druhé jako účinného prostředku v prevenci proti povodním, by vedla k lepšímu pochopení potřeby pečovat o vodní síť v krajině a ke snazšímu prosazení dalších potřebných revitalizačních akcí. Tato naučná funkce revitalizace v souvislosti s atraktivitou regionu je v hodnoceném projektu opominuta.

Dále projekt neřeší, jak zamezit znehodnocení revitalizovaných úseků zpětným působením zahloubených úseků, které revitalizací neprojdou ani jak zamezit negativnímu vlivu stále funkčních úseků melioračních zařízení. Předmětem detailnějšího popisu by mělo být prozkoumání skutečného vlivu funkčních i nefunkčních melioračních zařízení na chování vodního toku a na jeho HMF stav.

Problémem hodnocení plánované revitalizační akce pomocí zjednodušené metodiky ministerstva životního prostředí je, že tok řeší po jednotlivých homogenních úsecích a nezabývá se vzájemným působením těchto úseků v rámci celého toku. Přitom každý úsek svým charakterem, daným jeho hydromorfologickým stavem bezprostředně ovlivňuje nejen úseky níže po proudu, ale i úseky ležící proti proudu (Just, 2016). Na tento fakt by měl být při přípravě projektu revitalizace větší zřetel.

# 10 Závěr

Hydromorfologické hodnocení kvality toku je nezbytnou součástí hodnocení současného, i návrhového stavu toku (Šindlar, 2012). V bakalářské práci byla provedena analýza HMF stavu cca 11 km vodního toku. Výsledkem práce je porovnání současného stavu se stavem návrhovým, vyplývajícím z projektové dokumentace revitalizace Libuňky a rámcový návrh dalšího zlepšení plánované revitalizace.

Členské státy Evropské unie se prostřednictvím WFD zavázaly usilovat o dosažení dobrého stavu vodních útvarů na jejich území. Dobrý stav vodního toku je Rámcovou směrnicí definován jako 60 % potenciálu dynamické rovnováhy vodního toku. HMF analýzou vodního toku Libuňka bylo zjištěno, že současný stav dosahuje pouze 50 % HMF stavu toku a 53 % HMF stavu nivy. Nesplňuje tedy úrovně požadované WFD.

Výsledky byly popsány v kapitole 7. Výsledky srovnání.

Z výsledků vyplývá, že HMF stav toku bude po provedené revitalizaci splňovat požadovaných 60 % potenciálu dobrého stavu (konkrétně 66 %) a lze tedy považovat tuto část revitalizace za správně navrhnutou.

Slabinou projektu je nedostatečné propojení toku s nivou. HMF stav nivy nebude dosahovat potřebných 60 % potenciálu dobrého HMF stavu (konkrétně 57 %). To je způsobeno velkou průtočnou kapacitou navrženého koryta. Koryto meandrujícího toku by nemělo být dimenzované na větší průtoky než $Q_2$.

V současné době by měl být brán veliký zřetel na extrémní projevy globálních změn klimatu jako jsou sucho a naopak povodně. Vlkokapacitní koryto tento problém neřeší, naopak zhoršuje. Dochází ke snižování hladiny podzemní vody a k zrychlení odtoku vody z krajiny kapacitním korytem. (Just, 2005) Opakují se dlouhé úseky upraveného koryta. Napřímené koryto je bez vedlejších odstavených ramen, trasa toku neodpovídá GMF typu meandrující tok. Po celé řešené délce je koryto zahloubeno.

Napřímením a zahloubením toku došlo k narušení přirozeného příčného profilu koryta. To je nyní ve tvaru jednoduchého lichoběžníku. Původní opevnění z laťových plůtků se brzo po realizaci úpravy koryta rozpadlo. Břehy jsou strmé, tvoří se rozsáhlé nátrže, zarostlé z velké části ruderálními a invazními rostlinami (viz výše Vliv HMF stavu na biologické oživená toku). Během revitalizace dojde k úpravě příčného profilu.

Z dosažených výsledků vyplývá, že je nutné záměr upravit tak, aby došlo k výraznějšímu zlepšení HMF stavu toku.

# 11 Seznam zdrojů

## 11.1 Odborné publikace


- Cílek V., 2002: Krajiny vnitřní a vnější: texty o paměti krajiny, smysluplném bobrovi, areálu jablkového štrůdlu a také o tom, proč lezeme na rozhlednu. Dokořán, Praha, ISBN 80-865-6929-2.
- Demek J., 1988: Obecná geomorfologie. Academia, Praha, ISBN 80-85368-80-3.
- Dostál T., 2008: Zásady revitalizace drobných vodotečí, České vysoké učení technické, Praha, ISBN 978-80-01-04033-1
- Farský K., 2013: Voda v krajině Jizerských hor a Frýdlantska, DIAR.
- Fryirs K.A., Brierley G.J., 2013: Geomorphic analysis fo river systems: an approach to reading the landscape, Wiley, Hoboken, ISBN 978-1-4051-9274-3
- Hartvich F., 2007: Vymezení údolní nivy a hodnocení na základě morfometrických parametrů pomocí GIS. Povodně a změny v krajině. Katedra fyzické geografie a geoekologie a MŽP ČR,S. 139-153, Příbram. ISBN 978-80-86561-86-8
- Just T., 2005, Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. Český svaz ochránců přírody. ISBN 80-239-6351-1
- Kender J., 2004: Péče o krajinu. Consult Praha, Příbram, ISBN 80-903482-0-3
- Kulhavý F., 2019: Některé možnosti prevence sucha a povodní v české krajině. Stavebnictví. Informační centrum ČKAIT. 2019 ( 06-07) S. 46-53. ISSN 1802-2030
- Langhammer J., 2007: Změny v krajině a povodňové riziko: Sborník příspěvků ze semináře Povodně a změny v krajině: Př.F UK, 5.6.2007 Praha ISBN 978 -80-86561-87-5
- Lord M. L., Germanovski D., Allmendiger N.E., 2009: Monitoring River Systém and Fluvial Landforms: Fluvial geomorphology. Geological Society of America, ColoradoS. 69-103, DOI: 10.1130/2009
- Máčka Z., Krejčí L. a kolektiv, 2011: Říční dřevo ve vodních tocích, Masarykova univerzita. Brno. ISBN 978-80-210-5624-4
- Novák J., 2016: Antrakologická, xylotomická a makrozbytková analýza biomateriálu: Archeologie ve středních Čechách. S. 925-928, ISSn 1214-3553
- Pithard D., Dostál T., Langhammer J., Jánský, 2012: Význam retence vody v říčních nivách, Daphne, Praha ISBN 978-80-260-3697-5
- Prostředník J., Šída P., 2006: Poslední lovci a sběrači v Českém ráji, Krkonoše-Jizerské hory 2006(10)S. 38-39
- Roni F., Beechie T., 2013: Stream and watershed restoration: A guide to Restoring Riverine Processes and Habitats. Wiley_ Blackwell, ISBN 978-1-4051-9956-8
- Šindlar M., 2012: Geomorfologické procesy vývoje vodních toků. Sindlar Group. Hradec Králové ISBN 978-80-254-2445-2
- Ten Brinke W., 2009: The Dutch Rhine branche: Dynamics of restained rivers: Die Niederlandischen Rheinarne: Dynamik der eungezwangten Flusse. Flussystme in Raum und Zeit. Bundesministerium fur Verkehr, Bau ud Standtentwicklung. S 81-91. ISSN 1866-220X
- Zuna J., Navrhování a vývoj podélného a příčného profilu koryta při revitalizaci malých vodních toků. Vrána K., (ed.):Revitalizace vodních toků. Consult Prah. Praha ISBN 80-902132-9-4
- Wohl E., Angermeier P.L., Bledsoe B., River Restoration: Water Resources Research [cit. 2020.03.27] DOI: 10.1029/2005WR003985, ISSN 00431397, dostupné z http://doi.wiley.com/10.1029/2005WR003985

## 11.2 Legislativní zdroje

- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon), v platném znění
- Evropská vodní charta, Štrasburg 1968
- Směrnice 2007/60/EU o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik
- Směrnice 2000/60/ES – WFD, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky

## 11.3 Internetové zdroje


- Aluviální sedimenty (online) [cit. 2020-03-01], dostupné z http://geologie.vsb.cz/Sedimentologie/textova%20cast/sedimentacni%20prostr/Aluvi%C3%A1ln%C3 %AD%20sedimenty.htm
- CLIMATE adapt: Sharing Adaptation Information Across Europe (online) [cit. 2020-03-03], dostupné z: https://climate-adapt.eea.europa.eu/about
- Evidenční list operativního profilu: stanice Pelešany (online) ČHMÚ [cit. 2020-03-03], dostupné z: http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfhoper_detail.php?seq=20753413
- Geoportál Cenia: prohlížecí služby(online) [cit. 2020-03-03], dostupné z https://geoportal.gov.cz//web/guest/map?openNode=Land%20cover&keywordList=inspire
- Just T., Péče o vodní režim krajiny/renaturace- vodních- toků/odborna-publikace-samovolne-renaturace-technicky-upravenych-koryt-a-jejich-vyuziti(online), [cit. 2020.02.07], dostupné z http://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/renaturace-vodnich-toku/odporna-publikace-samovolne-renaturace-technicky-upravenych-koryt-a-jejich-vyuziti/>
- Mapy,cz (online) [cit. 2020-03-01].
- Přirozené koryto vodního toku a jeho změny: nové pojetí v novele vodního zákona Publikováno z Fórum ochrany přírody (online) [cit. 2020-03-01], dostupné z: http://www.forumochranyprirody.cz
- Nahlížení do katastru nemovitostí (online) [cit. 14.6.2020], dostupné z http://sgi-nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&MarExtent=-990320.44597457629%20-1239836%20-346646.55402542371%20-923033&MarWindowName=Marushka
- Renaturace vodních toků z právního hlediska Publikováno z Fórum ochrany přírody (http://www.forumochranyprirody.cz) (online) [cit. 2020-03-01], dostupné z:< http://www.forumochranyprirody.cz>
- Room for the river: H+N+S landscape architects (online) [cit. 2020-03-01], dostupné z https://urbannext.net/room-for-the-river/
- The River Restoration Centre: Working to restore and enhance our rivers (online) [cit. 2020-03-28], dostupné z: https://www.therrc.co.uk/structure
- Turnov: Geoportál města Turnov (online) [cit. 2020-03-03], dostupné z: http://gis.turnov.cz/hslayers/map/?SID=&lang=cze
- VÚMOP: e-katalog (online) [cit. 2020-03-03], dostupné z: https://bpej.vumop.cz/


## 11.4 Ostatní zdroje


- Holoubková, 1966, Zpráva z kontrolního dne, uloženo na Povodí Labe s.p., středisko Turnov
- Just T., 2016: Ekologicky orientovaná správa vodních toků v oblasti péče o jejich morfologický stav: metodika AOPK ČR. 1. Praha: MŽP ČR

- Klimt Z., 2009: Fluviální procesy (online). In: . katedra fyzické geografie a geoekologie, [cit. 2020-03-01]
- Knížek J., 1965, Zpráva z kontrolního dne, uloženo na Povodí Labe, s.p., středisko Turnov
- PÖYRY, Environment a.s., 2014: Libuňka, Turnov, revitalizace: studie proveditelnosti revitalizačních opatření a zprůchodnění migračních překážek. 1. Brno
- Prostředník J., a Hartman P., 2014:. Nálezová zpráva ze záchranného archeologického výzkumu: Technologické a skladovací centrum na p.p.č. 947/5 a 947/7 kv k-ú- Mašov u Turnova. 1. Turnov: Muzeum Českého ráje
- Slavík O., a Vančura Z., 2013: Metodický postup na zlepšení migrační průchodnosti příčných překážek ve vodních tocích ČR: příručka pro žadatele OPŽP Praha: Ministerstvo životního prostředí,(online) [cit. 2020-03-01]. ISBN 978-80-7212-581-4.
- Šourek L.,1999: Za tajemstvím rybníků a mlýnů na Libuňce: Od Ještěda k Troskám. 1. Turnov: Sdružení Český ráj
- WELL, consulting.2013: Oznámení záměru podle § 6 zákona č. 100/2001Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí: Libuňka, Turnov, revitalizace vodního toku. 1. Brno
- Ziegler V.,1999: Křídové moře v Českém ráji: Od Ještěda k Troskám. 1. Turnov: Sdružení Český ráj
- ZIS Praha a zemědělská investorská správa v Praze, 1964: Odvodnění pozemků v povodí Libuňka: celková průvodní zpráva. 1. Pardubice: Státní úřad pro typisaci a vývoj zemědělských a lesnických staveb
- ČR. Metodika, 2008: Metodika odboru ochrany vod, která stanovuje postup hodnocení vlivů opatření na vodních tocích a nivách na hydromorfologický stav vod. In: Praha: Ministerstvo životního prostředí