



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

**REVITALIZACE MALÉHO VODNÍHO TOKU
SE ZAČLENĚNÍM DO ÚZEMNÍHO SYSTÉMU
EKOLOGICKÉ STABILITY**

SMALL WATER COURSE RESTORATION AND ITS INTEGRATION TO THE TERRITORIAL SYSTEMS
OF ECOLOGICAL STABILITY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Markéta Blatecká

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. EVA HYÁNKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2021



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství krajiny

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Markéta Blatecká
Název	Revitalizace malého vodního toku se začleněním do územního systému ekologické stability
Vedoucí práce	Ing. Eva Hyánková, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2020
Datum odevzdání	28. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

doc. Ing. Daniel Marton, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

CULEK, M. a kol.: Biogeografické členění ČR. MŽP, Praha, 1995.

JUST, T. a kl. Vodohospodářské revitalizace. MŽP, Praha, 2005. 359 s.

NEUHAUSLOVÁ, Z.: Mapa potenciální přirozené vegetace. Academia, Praha, 2001.

ROSGEN, D. Applied River Morphology. Second edition. Wildland Hydrology, Colorado, 1996. 843 pp.

Standardy AOPK: SPPK B02 001:2014 Vytváření a obnova tůní. Praha, 2014.

ŠINDLAR, M. a kol. Geomorfologické procesy vývoje vodních toků, Část I.: Typologie korytotvorných procesů. Hradec Králové, 2013.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Práce bude z části koncipována jako literární rešerše v oblasti revitalizací vodních toků a niv a obnovy zásob vody v krajině. Rozebrány zde budou metody vhodné pro menší vodní toky, důraz bude kladen i na obnovu tůní a mokřadů.

Praktická část práce bude zaměřena na provedení hydroekologického monitoringu na drobném vodním toku dle dohody se studentkou. Dále bude proveden ideový návrh opatření na zlepšení hydromorfologického stavu toku a obnovy zásob vody v potoční nivě. Bude vyhodnoceno srovnání současného stavu a stavu po navržené úpravě.

Práce bude obsahovat jak textovou, tak výkresovou část v rozsahu dle pokynů vedoucího bakalářské práce.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Eva Hyánková, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá hydroekologickým monitoringem a vyhodnocením vodních toků za použití metodiky HEM 2014 – *Metodika monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků* a *Metodika typově specifického hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků*. Metodika je pod záštitou Ministerstva životního prostředí a reaguje na Rámcovou směrnici. Součástí práce je literární rešerše zaměřená na související tematiku, zejména pak na revitalizace a územní systém ekologické stability. V praktické části je popsán samotný monitoring a vyhodnocení malého vodního toku. U části toku jsou navržena opatření pro zlepšení jeho stavu se začleněním do ÚSES.

KLÍČOVÁ SLOVA

Hydroekologický monitoring, hydromorfologie, vodní tok, revitalizace, ÚSES, CHKO Poodří, Liščí potok, Bartošovický luh

ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with hydro-ecological monitoring and evaluation of watercourses using the HEM 2014 methodology – *Methodology of monitoring hydromorphological indicators of ecological quality of watercourses* and *Methodology of type-specific evaluation of hydromorphological indicators of ecological quality of watercourses*. The methodology is under the auspices of the Ministry of the Environment and it responds to the Water Framework Directive. Part of the work is a literary research focused on related topics, especially the revitalization and territorial system of ecological stability. Practical part includes monitoring and evaluation of a small watercourse. For a part of a watercourse there is a designed a plan to improve its condition with integration into the ÚSES.

KEYWORDS

Hydroecological monitoring, hydromorphology, water flow, revitalization, ÚSES, CHKO Poodří, Liščí stream, Floodplain Bartošovice

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

BLATECKÁ, Markéta. *Revitalizace malého vodního toku se začleněním do územního systému ekologické stability*. Brno, 2021. 84 s., 12 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Ing. Eva Hyánková, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Revitalizace malého vodního toku se začleněním do územního systému ekologické stability* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně 28.5. 2021

Markéta Blatecká
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Revitalizace malého vodního toku se začleněním do územního systému ekologické stability* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 28.5. 2021

Markéta Blatecká
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji své vedoucí práce paní Ing. Evě Hyánkové, Ph.D. za odborné rady, ochotu, čas a pochopení. Také chci poděkovat svým rodičům za psychickou i finanční podporu. Dále děkuji svým přátelům Tereze Majdanicové a Radku Toušovi za pomoc s korekturou, spolužákům Martinu Kantovi za možnost sdílet utrpení i radosti studijního života, Marii Bergerové, Stanislavu Mitregovi a Jakubu MonSPORTovi bez jejichž cenných technických a studijních rad bych se do 4. ročníku dostala s mnohem většími obtížemi, a především svému příteli Svatopluku Tomčíkovi za to, že mi vždy nabídl rámě.

Obsah

Seznam použitých zkratk.....	11
Úvod.....	12
Cíle práce.....	13
Teoretická část.....	14
1. Přírodní toky a jejich prostředí.....	14
2. Malé vodní toky	18
3. Současný stav vodních toků v ČR.....	20
4. Revitalizace vodních toků	20
4.1. Tůňe	22
4.2. Mokřady.....	23
4.3. Revitalizace v zahraničí	23
5. Vegetační doprovod vodních toků	24
6. Územní systém ekologické stability (ÚSES)	25
7. Rámcová směrnice o vodách.....	27
8. Monitoring v ČR	28
8.1. Chemický stav.....	29
8.2. Ekologický stav.....	29
9. Monitoring hydromorfologického stavu	31
9.1. Zahraniční monitoring hydromorfologického stavu	31
9.2. Monitoring hydromorfologického stavu v ČR.....	32
10. Metodika HEM	33
10.1. Ekologický stav vodních útvarů.....	34
10.2. Referenční stav	34
10.3. Hierarchický princip hodnocení	34
10.4. Klíčové prvky koncepce HEM.....	35
10.5. Monitorované ukazatele	35
10.6. Postup při mapování.....	37
10.7. Hodnocení morfologických ukazatelů	39

Praktická část.....	42
1. Základní údaje o toku.....	44
2. Vyhodnocení úseků.....	46
2.1. Úsek PO_LP_01.....	46
2.2. Úsek PO_LP_02.....	47
2.3. Úsek PO_LP_03.....	48
2.4. Úsek PO_LP_04.....	49
2.5. Úsek PO_LP_05.....	50
2.6. Úsek PO_LP_06.....	51
2.7. Úsek PO_LP_07.....	52
2.8. Úsek PO_LP_08.....	53
2.9. Úsek PO_LP_09.....	54
2.10. Úsek PO_LP_10.....	55
2.11. Úsek PO_LP_11.....	56
3. Vyhodnocení vodního toku.....	58
4. Návrh opatření.....	58
4.1. Revitalizační úsek 1.....	60
4.2. Revitalizační úsek 2.....	61
4.3. Revitalizační úsek 3.....	62
4.4. Revitalizační úsek 4.....	62
5. Zhodnocení hydromorfologické kvality toku po revitalizaci.....	63
Závěr.....	65
Použité publikace.....	66
Použitá legislativa.....	67
Použité internetové zdroje.....	68
Kartografické zdroje.....	69
Seznam tabulek.....	70
Seznam grafů.....	71
Seznam rovnic.....	71

Seznam obrázků	71
Seznam příloh.....	74
A.1. Výpočet	75
A.2. Mapovací formulář	80
A.3. Souřadnice úseků.....	84

Seznam použitých zkratk

AOPK	Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČR	Česká republiky
DIBAVOD	Digitální báze vodohospodářských dat
EU	Evropská unie
HEIS	HYDROEKOLOGICKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM VÚV TGM
HEM	Hydroekologický monitoring
CHKO	Chráněná krajinná oblast
MZe	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
RS	Rámcová směrnice
RÚ	Revitalizační úsek
ÚSES	Územní systém ekologické stability
ZABAGED	Základní báze geografických dat
Z: M.B.	Zdroj: Markéta Blatecká

Úvod

Voda je naše nejcennější bohatství, neexistoval by bez ní život nás ani živočichů a rostlin. Zásoby dobré vody však nejsou nevyčerpatelné a je zapotřebí je chránit. Civilizovaný svět si tuto skutečnost uvědomuje a začátek nového tisíciletí přináší silnější reakce a činy. Zájem o ochranu vody stoupá, studium vody nás zavedlo do prostředí komplexnějších propletených vztahů vody jako jádra přírody. Je snahou nebýt více pánem vody, ale rovnocenným partnerem, který nejen bere, ale i dává a pečuje. Minulé století přineslo velké vědění a prostředky pro ovládnutí nezkrotného živlu, výhody, které z nich vzešly, se ale dnes ukazují jako dvojsečné, naše hospodaření nebylo zcela správné. Je proto pochopitelné, že se tento problém odráží v legislativě, a to od lokální úrovně přes celostátní až po nadregionální, kde největší autoritou je 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 známá jako Rámcová směrnice.

V souladu s požadavky Rámcové směrnice se v prostředí České republiky setkáváme s vodním zákonem č. 254/2001 Sb., který se zabývá zejména ochranou povrchových a podzemních vod, zlepšením a zachováním jejich jakosti, prostředky pro zmírnění následků povodní a sucha, ale také hospodárným využíváním vodních zdrojů či bezpečností samotných vodních děl.

Není jednoduché posoudit, zda současné snažení přinese budoucnost, v jakou doufáme. Je třeba přistupovat k problému s pokorou a opatrností. V minulosti nastalo mnoho pochybení, ale ne vždy šlo jen o zásahy v rámci zemědělské exploatace. Jedním z hlavních motivů přetváření vodních toků byla lokální protipovodňová ochrana, která se však ukázala jako jednostranná. Nemůžeme tedy vnímat naše předchůdce jako sobecké a nenasytné vykořisťovatele nedbající budoucnosti, spíše bychom se měli poučit z jejich omylů a přemýšlet i nad svou případnou omylností. Na co se snad ale spolehnout můžeme je samotná příroda a víra, že pokud vrátíme vodním tokům jejich přirozený charakter, stejně jako jejich prostředí, a v největší možné míře odstraníme limitující prvky jejich vývoje, poradí si v takové chvíli i samy.

Cíle práce

První část této práce má rešeršní charakter, měla by shrnout pojmy, zabývat se problematikou ÚSES, revitalizací a monitoringu. Dále přiblíží legislativní prostředí v České republice i v zahraničí a na závěr v ní bude rozebrána samotná metodika.

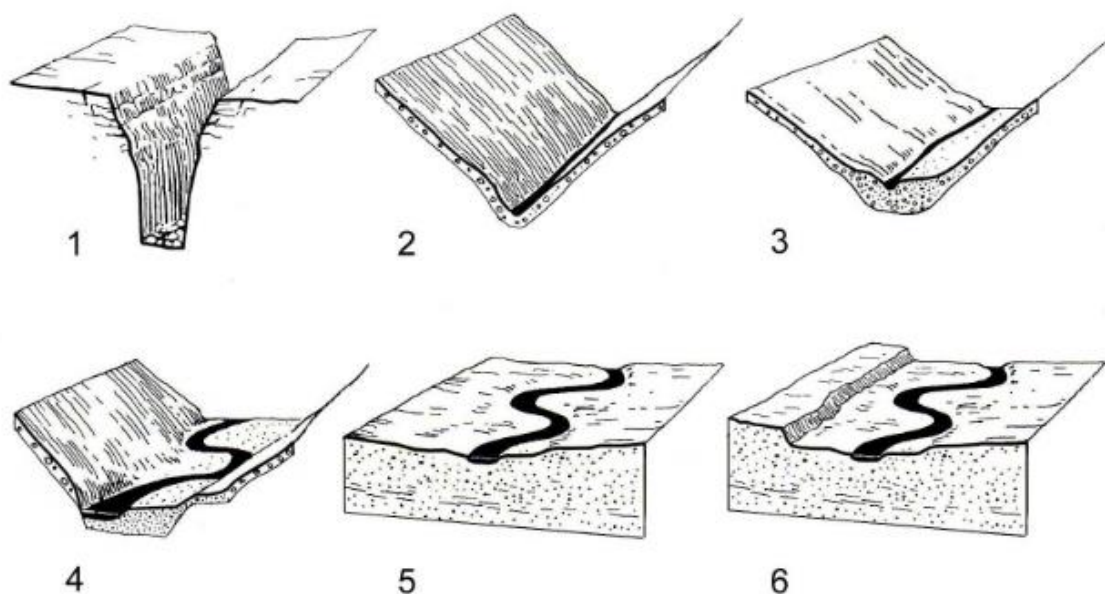
Druhá část je praktická, zde je cílem hydromorfologický monitoring malého vodního toku v oblasti Poodří. Jedná se o Liščí potok, který povodí Ondry zařadilo do plánovaných revitalizací. Monitoring bude zaznamenán do formuláře, následně bude vyhodnocen jeho hydromorfologický stav a bude určeno, do které třídy hydromorfologického stavu patří. Žádoucí je, aby potok spadal do kategorie 1, nebo alespoň 2. V případě, že stav nebude zcela vyhovující, navrhne se v rámci této práce i opatření pro zlepšení hydromorfologické kvality, zároveň se vzhledem k charakteru okolí, kterým je přírodní rezervace Bartošovický luh, předběžně uvažuje o zapojení do územního systému ekologické stability. Prostředí, kterým protéká Liščí potok, je mokřadním prostředím a cílem je zadržet vodu, případně dovolit menší rozlivy. Návrh se předpokládá ideový a nebude zacházet do podrobností.

Teoretická část

1. Přírodní toky a jejich prostředí

Současná údolí s vodními toky vznikla ve čtvrtohorách. Jejich vývoj byl dán především povrchovým odtokem vody o různých průtocích, který erodoval koryta a na jiných místech unášený materiál sedimentoval, intenzita a průběh závisel na sklonu a geologickém podloží. Tento proces vytvořil podle Kerna základní tvary údolí (Just, 2005):

- **Soutěska** – jde o kaňonovité údolí ve tvaru hlubokého U. Svahy tohoto údolí jsou téměř rovnoběžné nebo alespoň velmi strmé. Dno leží na skalním podkladu. Koryto má větší sklon a tok má tak velkou energii, která způsobuje vymílání, ukládání materiálu se tak spíše neděje. Často se v korytě objevují vodopády, peřeje nebo stupně.
- **Zaříznuté údolí tvaru V** – příčný profil se s výškou pravidelně rozevívá. Ze dna a stěn břehu se unáší suť a její kamenitý charakter omezuje pohyb koryta do stran. Podélný profil takového toku je pak nevyrovnaný a údolní niva většinou nebývá příliš vyvinutá.
- **Kotlina s přímým nebo divočicím tokem** – vodní tok v této oblasti nemá dostatečnou energii, aby odnášela usazený erodovaný materiál. Hrubší usazeniny pak omezují pohyb koryta svou odolností proti erozi.
- **Údolí s meandry** – údolí je ve dně širší a skládá se z jemnějších usazenin, tento charakter umožňuje korytu meandrovat.
- **Plochá niva** – boční pohyb koryta je možný, protože nenastává omezení svahy údolí, které je široké s mladými usazeninami. Údolní niva je dobře vyvinutá.
- **Plochá niva členěná terasami** – údolí je omezeno terasami starších niv, dno je pak nejnižší aktivní terasou. (Just, 2005)



Obrázek 1 Typy údolí (1- soutěska tvaru hlubokého U, 2 - zaříznuté údolí tvaru V, 3 - kotlina v přímém korytem, 4 - údolí s meandry, 5 - plochá niva, 6 - plochá niva se starší terasou); (Just, 2005)

Vodní toky jsou pak klasifikovány více způsoby na základě různých pohledů. Obecně se však vodní toky dají klasifikovat z pohledu umístění v povodí na pramennou oblast, horní tok, střední tok, dolní tok a ústí. S postupem je sklon většinou menší stejně jako energie toku, v horním toku převládá eroze, v dolním naopak sedimentace. Na toto jednoduché členění reaguje biologicko-rybářský systém klasifikace (Vrána, 2004) a (Just, 2005):

- **Pstruhové pásmo** – bystřiny v horním toku, které mají horninové dno s hrubozrnnými zvětralinami a splaveninami, koryto bývá členité a kamenité. V kořenech ve dně, v podemletých březích a částečně i pod balvany a stupni se nachází velké množství míst vhodných pro úkryt živočichů. Voda je chladná a proud rychlý s malým obsahem živin, časté je střídání tůní a peřejí, ale i brodů. Mezi vyskytující se ryby tohoto pásma patří pstruh potoční nebo střevele potoční.
- **Lipánové pásmo** – mírně širší podhorské toky s mírnějším sklonem a šterkovitým a písčítým dnem poskytuje rybám více tůní. V tůních se vyskytují kalové a pískové sedimenty. Teplota i obsah živin je oproti pstruhovému pásmu vyšší. V tomto pásmu se vyskytují například lipan podhorní, mník jednovousý nebo ostroretka stěhovavá.
- **Parmové pásmo** – opět toky podhůří, které jsou však ještě o něco klidnější a širší. Často se vyskytují delší hluboké, klidné úseky střídané jen občasnými rychlejšími částmi. Objevují se ploché šterkopískové lavice a boční eroze břehů. Úživnost je poměrně větší. Objevují se zde parma obecná, mník jednovousý nebo jelec tloušť.
- **Cejnové pásmo** – toky s širokými, plochými nivami a nížinami jsou klidné a meandrují. Časté jsou rákosiny na pobřeží a postranní rameny. Voda je hluboká, dno je tvořeno šterkem, pískem a objevují se bahnitě lavice. Voda je v letním období teplá a bohatá na živiny. Charakteristickými druhy tohoto pásma jsou sumec velký, úhoř říční, cejn velký nebo candát obecný. (Vrána, 2004) a (Just, 2005):

K revitalizačním účelům je však vhodné rozdělení vodních toků na základě přírodních poměrů okolního území. Kategorie nemají mezi sebou striktní hranice, ale v zásadě je rozhodující vývoj příčného a podélného profilu, morfologie koryta, údolní niva a splaveninový režim. Názvy tak nejsou vyloženě odrazem geografie vodního toku, ale vystihují právě morfologii a erozně-sedimentační procesy. Do systému zařazujeme (Vrána, 2004):

- **Potoky nížin** – trasa je meandrovitá v široké šterkopískové nebo hlinitopísčité aluviální nivě. Podélný profil i sklon jsou vyrovnané a ustálené. Koryto není příliš členité a neposkytuje mnoho úkrytů. Nastává zde transport splavenin pískového, hlinitého a jílového charakteru. Dno je hlinitopísčité s bahnitými sedimenty. Břehy jsou hlinité. Velmi dobrá migrační spojitost bez ohledu na průtok.
- **Potoky pahorkatin** – meandrující trasa v nespojitě nivě s proměnlivým charakterem i podélným profilem. Nastává zde transport hlinitých, pískových i šterkových splavenin, písek a šterk je zde ale schopen i sedimentovat. Dno je písčité, střídají se hlinité až bahnitě úseky tůní. Vyskytují se zde šterkové brody, akumulace písku v klidných

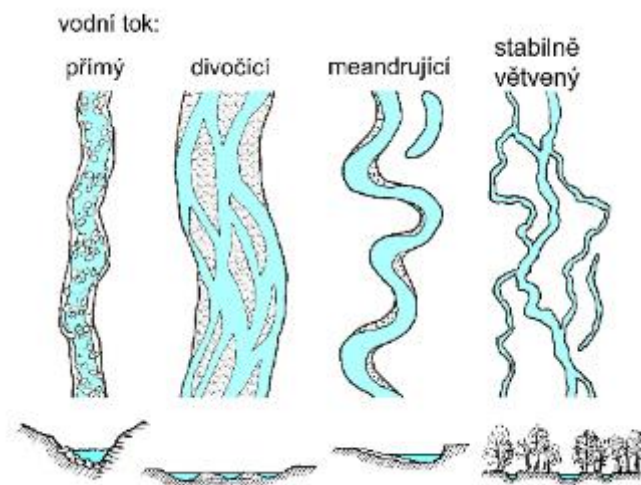
částech tůní, ale i rychlejších úsecích. Břehy jsou hlinité s břehovými nádržemi a štěrkovými vložkami. Koryto je členité a nabízí mnoho úkrytů, stejně jako dobrou migrační spojitost, v případě větších sklonů ovšem jen při vyšších průtocích.

- **Podhorské potoky** – trasa je meandrující ve štěrkové aluviální nivě, která má proměnlivou šířku. Podélný profil i sklon jsou vyrovnané a ustálené. Nastává zde transport i sedimentace štěrku a valounů, písek je pouze transportován, až na občasné místní akumulace. Objevují se úseky s brody či peřejemi se štěrkovým dnem s valouny, dále štěrkové lavice. Delší úseky s větší rychlostí jsou střídány s úseky klidnějších tůní s písčítým dnem. Břehy jsou hlinité se značným podílem skeletu, objevují se místní nádrže, koryto není příliš členité. Za zvýšených průtoků dobrá migrační spojitost.
- **Horské potoky** – trasa je nepravidelná a v úsecích se štěrkovou nivou meandrovitá. Vyskytují se štěrkové a písčité akumulace, transport písku, štěrku a valounů, které zde mohou i sedimentovat. Dno je štěrkovité s valouny a balvany, objevují se menší výmoly. Břehy jsou kamenité a objevují se na nich nádrže. Podélný profil je neustálený a koryto poměrně členité. Při vyšších průtocích dobrá migrační spojitost.
- **Bystřiny** – velmi proměnlivý sklon, trasa koryta je nepravidelná a často se mění. Charakteristický je transport splavenin různých velikostí, ale sedimentace balvanů a valounů. Časté jsou písčité akumulace, štěrkové lavice, nepravidelné výmoly. Dno bývá kamenité či balvanité se štěrkovitými nebo písčitými ostrůvky. Břehy jsou nepravidelné, kamenité s hlinitými vložkami. Nachází se zde mnoho úkrytů a proudových stínů. Při vyšších průtocích bývá ztížena až zcela znemožněná migrace. (Vrána, 2004)

Na základě fluviální geomorfologie, která zkoumá koryta toků a určující podmínky, které s nimi souvisí, se vodní toky klasifikují dalším způsobem podle Leopolda a Wolmana. Rozlišujeme tedy toky přímé, divočící, meandrující a stabilně větvené (Just, 2005).

- **Přímý tok** – nejde striktně pouze o přímá koryta, ale mohou být i mírně zvlněná, určujícím parametrem je zde hodnota křivolakosti, která udává poměr mezi délkou trasy koryta a délkou údolí hodnoceného úseku, tato hodnota je 1,5. Jde o toky s velkým podélným sklonem s hrubozrnnými splaveninami, které brání vytváření meandrů. Koryto je poměrně široké a velké, může jít o poměr šířky až 60x větší, než je hloubka. Nemá rozlišení běžného a povodňového koryta, protože mu právě šířka a mělkost umožňuje převádět oba průtoky (Just, 2005).
- **Divočící tok** – mělké koryto je široké, ale při menších průtocích je tok rozdělen do menších pramenu, které jsou od sebe rozděleny pískovitými lavicemi, na opačné straně se větší průtoky rozlévají do celé nivy, kterou zanáší splaveninami. Typicky se tento typ objevuje v podhorských oblastech středních podélných sklonů. Tvar koryta je silně ovlivňován povodňovými průtoky, protože povrch i samotné koryto není stabilní a je náchylné k posunům do stran (Just, 2005).

- **Meandrující tok** – typický je mírnější podélný sklon, který se pojí s nižší energií toku, čímž pozbývá schopnosti tvořit přímou trasu, a místy s poddajným materiálem si tvoří trasu obloukovitou. Pro tvorbu meandrů, které přirozeným způsobem tlumí kinetickou energii, je typické údolí, jež poskytuje širokou nivu a podélný sklon do 2 %. V rámci této definice však meandrující toky lze ještě rozdělit. Sklon ve vyšších hodnotách rozmezí se hrubších sedimentech vytváří mírně nestabilní tvary, rychle meandrující tok tak je jakýmsi přechodem mezi klasickým meandrujícím tokem a divočícím tokem a označuje se jako wandering meanders. V údolích s vyššími a středními sklony způsobenými užším nivním pásem vytváří meandry omezené svahy údolí – confined meanders. Naopak malé sklony a široká údolí s jemnějším materiálem dovoluje větší zakřivení – serpentine meanders, toto zakřivení může přecházet i do protisměru – tortuous meanders. Proměnlivost meandrů, erozně-sedimentační procesy a neustálý vývoj proměňují a přemísťují koryto toku a vytváří tak v okolí soustavu slepých, vedlejších a mrtvých ramen, tůň a vytváří cenný mokřadní biotop (Just, 2005).
- **Stabilně větvený tok** – typický v nížinách a dolních tocích, které jsou charakteristické malou unášecí rychlostí. Tok zde vytváří rozvětvení stejně jako divočící tok, rozdílem však je, že ramena jsou od sebe rozdělena stabilními ostrovy odolnými vůči erozi, které jsou i při vyšších průtocích nad hladinou, na rozdíl od pohyblivých lavic dělících prameny divočícího toku. Tento typ toku tvoří také delty řek. Proces vytvoření takového typu koryta je pravděpodobně způsoben vlivem odbočení toku při povodňovém průtoku (Just, 2005).



Obrázek 2 Geomorfologické typy vodních toků (Just, 2005)

Ve všech typech rozdělení toků a jejich charakteristice se objevují definující obdobné pojmy struktur dna, jako jsou tůně, mělčiny, lavice, ostrovy nebo třeba jesepy – jde o fluvialní formy, které vznikly procesem eroze a sedimentace. Tyto formy mají v živé struktuře říčního společenství svůj význam. Tůně přispívají k diverzifikaci hloubek a proudění v korytě, při větších nezámrzných hloubkách vytváří prostor k přezimování živočichů nebo poskytuje

útočiště v době snížených průtoků v korytě. Naopak formy sedimentačního procesu jsou důležité pro vývoj larev nebo slouží jako stanoviště plazů a obojživelníků. Ostrovy a lavice zároveň ohraničují klidná prohřátá místa od proudnějších částí toku (Fischer, neuvedeno).

Právě usazeniny jsou však zdrojem sporů, pohled na ně se liší – na jedné straně je zřejmý jejich ekologický význam, na druhé straně se objevují požadavky na jejich odstranění z důvodu zkapacitnění koryt. Podle Ing. Tomáše Justa (AOPK) se však jejich význam při povodních často přeceňuje, jednak je třeba dbát na jejich umístění vzhledem k intravilánu, jednak na jejich charakter. Sedimenty mimo intravilán nepředstavují pro území obce přílišné riziko, stejně tak jemnější struktura sedimentu způsobuje jeho transport při větších průtocích, tedy nemohou sloužit jako překážka. Především pak Just vyjadřuje skepsi v kontextu se zásadnějšími překážkami antropogenního charakteru, jako jsou špatně dimenzované lávky, mostky a propustky nebo také skládky, uložistiště a nevhodně umístěné stavby (Splaveniny ve vodních tocích, neuvedeno).

Celý transportní proces související se sedimentací a erozí se podílí na přeměně vodní energie. Ovlivnění tohoto procesu v jednom místě má tedy za následek kompenzaci v jiném nebo projev neočekávané reakce. (Splaveniny ve vodních tocích, neuvedeno)

2. Malé vodní toky

Bakalářská práce se zabývá revitalizací malého vodního toku. Toky tohoto typu jsou charakteristické malým povodím (sběrnou plochou) – stanovení hranice mezi velkým a malým povodím není jednoznačné z důvodu rozmanitosti hydrologických a hydraulických charakteristik. V minulosti zaznívaly hodnoty jako 15–50 km², ale orientačně se dají malé vodní toky klasifikovat podle J. Kotrnice tabulkou č. 1 (Jůva, 1984).

Klasifikační skupina	Povodí			Malý tok
	označení	zkratka	Velikost km ²	
I	extrémně malé	EMP	pod 1	výzkumné plochy
II	velmi malé	VMP	1-10	bystřiny, nevyvinuté potoky
III	malé	MP	10-100	vyvinuté potoky
IV	středně velké	SP	100-2000	větší potoky a říčky

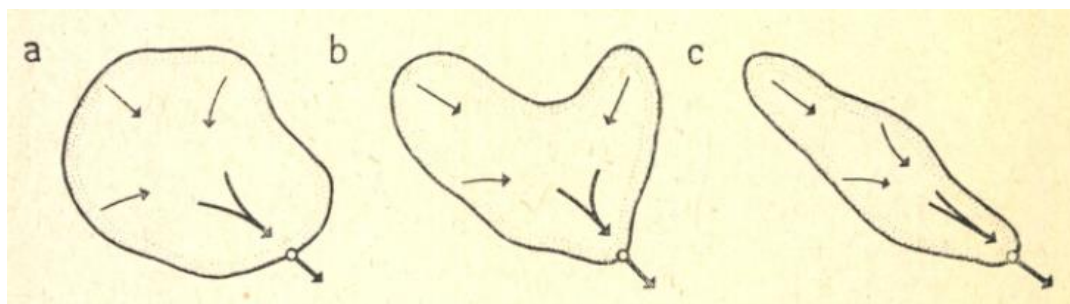
Tabulka 1 Klasifikace malých toků podle povodí (Jůva, 1984)

V české legislativě v Zákonu o vodách č. 254/2001 se hovoří o významných vodních tocích a drobných vodních tocích. Prováděcí vyhláškou č. 178/2012 je stanoven výčet významných vodních toků a drobné vodní toky jsou na základě tohoto vymezeny negativně (Česká republika, 2012).

U malých toků je kladen důraz na podrobnou znalost charakteru povodí, neboť ten rozhoduje o vzniku a průběhu srážkového odtoku, kritické jsou totiž v těchto oblastech přívalové deště, které mají krátké, ale intenzivní trvání, u malého povodí mohou zasáhnout celou plochu, čímž vzniká velký specifický odtok. Často tak mohou vzniknout lokální povodně a při obzvlášť

příznivých podmínkách tykajících se tvaru a sklonitosti povodí, půdních vlastností a vegetačního pokryvu mohou být tyto povodně nebezpečné. To je jeden z důvodů, proč jsou malé vodní toky upravovány (Jůva, 1984).

Největší a časově nejrychleji probíhající odtoky se vytváří na plošně zaokrouhlených povodích, stejně nebezpečný efekt mají povodí s větší sklonitostí a dlouhými svahy, které jsou typické pro pahorkaté a horské oblasti, v porovnání s podobnými povodími za stejných podmínek, avšak menšího až rovinatého sklonu (Jůva, 1984).



Obrázek 3 Typy povodí malých vodních toků; a) zaokrouhlené b) protáhlé c) prutovité; (Jůva, 1984)

Rovněž v srážkoodtokovém procesu hrají roli půdní vlastnosti povodí. Lehčí a pórovitější půdy snadněji vsakují srážkovou vodu, naopak půdy ulehlé a nepropustné, půdy s trvale vzdutou podzemní vodou či ještě zamrzlé půdy vytváří prostředí většího odtoku. Vliv půdy je úzce spjat s vegetačním pokryvem povodí – lesy zadržují vodu svým hustým porostem dřev a velkou vrstvou hrabanky podloženou humusem, stejně působí i půda na louce pokrytá vysokou trávou. Nejméně příznivá je orná půda, a to zejména v období po sklizni (Jůva, 1984).

Délka malých vodních toků od pramenu k ústí bývá malá, a to hlavně co se týče horských potoků a bystřin, neboť jak už bylo výše řečeno, trasy těchto typů potoků jsou přímější. Nížinné toky jsou delší díky svým meandrům. U malých toků nemusí být charakteristický vývoj podélného profilu a některé úseky mohou zcela chybět nebo být velmi nevýrazné. Například bystřiny nevytváří další stádia, neboť se přímo vlévají do údolního toku. U toků podhorských a nížinných oblastí zase může chybět bystřinná část (Jůva, 1984).

Průtokový režim malých vodních toků je typický svou rozkolísaností, tedy proměnnou vodností. Rozlišují se zde malé průtoky letního sucha, střední průtoky, které se v korytě vyskytují většinu roku, a velké průtoky charakteristické pro jarní tání nebo přívalové deště. Znalost průtokových poměrů včetně m-denních a N-letých vod je důležitá při úpravě toku nebo také při využívání toků k melioracím, odvodnění, hydroenergetice a závlahám (Jůva, 1984).

Splaveninový režim souvisí s typem toku a je v souladu s výše uvedenými charakteristikami (Jůva, 1984).

3. Současný stav vodních toků v ČR

Na vodních tocích se provádí úpravy už od středověku, kdy se řeky uzpůsobovaly například mlynářství a vytvářely se tak na nich mlynářské jezy nebo se upravoval podélný profil pro splavování dřeva. Četnost úprav vodních toků zesílila v období 19. století, důvodem bylo opět usnadnění splavování dřeva, ale také ochrana před povodněmi nebo odvodnění zemědělských a stavebních ploch. Na území České republiky se procesy úpravy koryt zvýšily po povodních v roce 1890. Protipovodňová opatření, u kterých šlo především o zkapacitnění koryta, pak následovaly úpravy související se zemědělstvím. Malé vodní toky byly regulovány, aby plnily funkci plošných odvodňovacích soustav. V zásadě tak šlo hlavně o napřímení a již zmíněné zkapacitnění koryta. Takové úpravy byly v zemědělských oblastech doplněny ještě o odvodňovací soustavy v podobě kanálů či drenáží. Údolní niva a její vegetace tímto odvodněním utrpěla. Celé 20. století pokračovalo v duchu těchto pro přírodu destruktivních úprav. Vrcholem se stala 70. a 80. léta, která mimo úpravy toků přinesla ještě masivní chemizaci. V 90. letech se začal pohled na tento způsob hospodaření měnit. Vlivem odvodnění krajiny se začalo prohlubovat sucho a s přicházející klimatickou změnou nebyla jiná možnost než začít s plánem na pokus o záchranu naší zničené krajiny (Just, 2005).

4. Revitalizace vodních toků

Počátky revitalizace vodních toků v ČR oficiálně sahají právě do začátku 90. let 20. století, v té době byl zahájen Program revitalizace říčních systémů, a to na základě usnesení vlády č. 373/1992 Sb. Cílem tohoto programu, který metodicky zaštiťovalo Ministerstvo životního prostředí a financoval státní rozpočet, byla náprava vodního režimu krajiny po předchozích úpravách. Problémy v začátcích přinesla absence podkladů, literatury a odborníků na toto téma a to převážně v oblasti týkající se revitalizace vodních toků. Na tento program později navázal Operační program Infrastruktura a Operační program Životního prostředí, tyto programy využívají jak státní financování, tak dotace Evropské unie (Vrána, 2015).

Od počátku revitalizačních programů do dnešní doby se dají vymezit 3 fáze. Tyto fáze spočívají v jakémisi novém chápání a jiném pohledu na problematiku (Vrána, 2015).

V první etapě se zcela zachovávalo koryto v trase, průtočném profilu a opevnění a rovněž se zachovávala i doprovodná vegetace. Revitalizace pak spočívala v doplňování různých spádových stupňů, jako jsou prahy, jezy či přehrážky, nebo se na toku vytvářely tůně, tato opatření měla mít za důsledek snížení průtočné rychlosti, čímž se nad objekty mohly ukládat sedimenty, a pak také prokysličení vody při přepadu přes objekty – tento efekt však nakonec nebyl zásadní. Toky byly často upravovány typizovaně a chyběl individuální přístup. Objekty na tocích se vytvářely z přírodního materiálu, převážně dřevěných kulatin a kamenů. Výhodou těchto revitalizací byla nízká nákladnost, jednoduchost provedení a zachováním trasy nebylo příliš nutné řešit okolní pozemky nebo vlastnické vztahy. Problémem byla malá efektivita,

přeměna koryta sedimentačním procesem většinou nenastala v takové míře, vytvořené stupně často podtékaly nebo obtékaly ze stran a tím nedocházelo k dostatečnému vzduťu a zvětšení hloubky, při povodňových průtocích navíc docházelo ke zničení těchto objektů. Doplněná vegetace se navíc vysazovala pouze na hranu břehu, kde neplnila svou 100% funkci. Tento způsob revitalizace se tak ukázal krátkodobý, neefektivní a nezměněnou trasou se nedosáhlo zpomalení průtoku (Vrána, 2015).

Druhá etapa přinesla uvědomění, že revitalizační potenciál závisí na schopnosti koryta mít dostatečnou hloubku pro život a migraci organismů při malých průtocích, zajistit různé průtočné rychlosti jak v podélném, tak příčném profilu a být odolné vůči vyšším průtokům. V této etapě se již uplatnila změna trasy koryta, nejčastěji šlo o meandrovité nebo alespoň zákrutové trasy, tím byl zmírněn jeho sklon. Koryto bylo oproti původnímu mělčí a méně kapacitní, při větších průtocích došlo k vybřežení, čímž byla zajištěna jeho ochrana. Úprava se vázala i na drenáže ústící do toku, ty byly obnoveny v menších sklonech a zaústěny do nového koryta. Staré koryto bylo zasypáno. Takový způsob revitalizace byl vhodný pro luční pozemky s dostatečnou mocností aluvia. K dispozici bylo třeba širokého pásu pro navržení meandrů a poblíž se nesměly nacházet objekty, které se nesmí zaplavovat. V okolí nebyla vhodná zemědělsky využívaná plocha a hluboké odvodnění. Druhá etapa tak přinesla kýžených výsledků – průtočná rychlost byla snížena, zároveň neopevněné koryto umožňuje propojení hladiny toku s hladinou podzemní vody a také není narušena funkce samovolného přetváření. Destrukce koryta při vyšších průtocích nastává jen lokálně v podobě nádrží a je chápána jako samovolné přetváření. Revitalizace je nákladnější z důvodu výkupu pozemků. Doprovodná vegetace v příbřežní zóně se měla udržovat alespoň další 3 roky (Vrána, 2015).

Třetí etapa je logicky nejkompexnější. Mimo koryto se zahrnuje do revitalizace i prostor údolní nivy. Trasa toku se navrhuje nová, koryto je méně zahloubeno, průtočný profil menší a bývá dimenzován na provedení menších průtoků (například púlletý nebo třicetidenní). Malá průtočná rychlost neohrožuje koryto, které je neopevněné, případně opevněné jen částečně. Staré koryto se může využít jako neprůtočná tůň napájená spodní vodou nebo případným drenážním systémem. Při návrhu trasy se využívají slepá ramena, tůně a mokřadní plochy. Při výsadbě vegetace by se mělo dbát na napojení na stávající vegetaci v povodí, aby nevznikl izolovaný biokoridor, ale vytvořil se prostor k migraci. Výběr toku vhodného k takovéto revitalizaci je velmi náročný a vyžaduje předběžnou studii, ve které se vytipují revitalizační aktivity a v návaznosti se posoudí vlastnické vztahy, dotčené orgány a konečně také finance (Vrána, 2015).

V současné době je tedy trendem navrhovat miskovitá koryta s menší kapacitou, podmínkou však musí být nezastavená údolní niva, do které se voda vylíje, aniž by došlo k ohrožení. Koryta jsou širší a menší, zahloubení je zpravidla 0,3–0,5 m pod terénem. Staré koryto musí být zasypáno, aby neodvádělo vodu, a zároveň se na něm navrhuje tůně, které jednak vytváří klidové zóny pro živočichy a jednak vyrovnávají objem výkopů a zásypů. Pro vyrovnání dna u

nápojení na původní koryto se na začátku vytváří sedimentační tůň a na konci balvanitý skluz (Vrána, 2015).

4.1. Tůně

Doprovodné tůně jsou tedy navrhovány průtočné jako mikrotůně v korytě – jedná se o prohlubně v tocích, přirozeně pod spádovými stupni nebo v konkávách, kde tlumí nárazovou energii a podléhají tak přetváření, nebo protékané tůně vytvořené rozšířením koryta nebo rozlitím vody do přilehlé plochy. Další druh tůní jsou postranní tůně spojené s korytem toků, a to buď tůně ve směru po proudu, proti proudu, nebo tůně napojené na vzdouvací objekt. Tůně ve směru proti proudu jsou vystavovány silnějšímu proudu, zanášejí se, ale na opačné straně si samy mohou vytvářet odtok prořezáváním. Efektivita tůní napojených na vzdouvací objekt pak závisí na skutečné funkčnosti tohoto objektu. Dalším druhem tůní jsou tůně napájené odbočkou z koryta, přičemž napájecímu místu je věnována zvýšená pozornost. Neprůtočné tůně jsou pak tůně mimo koryto, napájené podzemní vodou či drobným přítokem, například z drenáží, nebo jsou to tůně vzniklé revitalizací mělkých těžebních jam nebo částečně zavodněné umělé prohlubně v nivách (Just, 2003).

Tůně mohou mít různé rozměry, od několika metrů čtverečných po desítky metrů čtverečných až hektarů. Některé z nich působí jako malé vodní nádrže, liší se však tím, že jejich objem nelze vypustit. Tento fakt je zdrojem sporů, neboť se vyskytují názory, že voda v takových tůních zahnívá nebo z nich voda při deštivějších obdobích volně přetéká do terénu, jelikož není opatřena stabilizovaným odtokovým korytem jako u nádrží. Je však otázkou, zda je takový jev vůbec problémem – jistě by se taková tůň neměla vyskytovat v blízkosti zastaveného území, na neosídlených nivách však může rozliv působit naopak pozitivně (Just, 2003).

Důležitou vlastností tůní je rozložení hloubek – místa s nezámraznou hloubkou jsou žádoucí, nicméně alespoň z poloviny by měla být tůň tvořená z míst do hloubky 0,5–0,6 m, aby byla dostatečně využita litorální zóna, která je důležitá především pro ptactvo a jiné živočichy. Svahy břehů se navrhuje v nízkých sklonech a ideálně bez opevnění. Vegetační doprovod se volí s mírou, není totiž žádoucí úplné zastínění hladiny, jižní břehy se tak osazují v menší míře a jen nesouvisle (Just, 2003).

Budování tůní je finančně nenáročné, jejich životnost je však dočasná, časem podléhají přirozenému zarůstání a zanášení – tento jev je označován jako zazemňování. Zazemňování trvá různě dlouhou dobu, ta se odvíjí od charakteru tůně, klimatu a geologických poměrů. Tůně se pak mohou ponechat tomuto přirozenému vývoji, přičemž se na pozemku vybudují nové tůně, nebo se mohou obnovovat. Zásadou při obnovování je zbytečně neprohlubovat tůně, neodstraňovat materiál dna, většinou se tůně udržují jen odstraňováním spadaneho a naneseného materiálu (Obnova stávajících tůní, 2021).

4.2. Mokřady

Mokřady jsou charakteristické vystouplou hladinou vody nad terénem, jejíž hloubka však nepřesahuje 0,6 m, čímž by oblast získala charakter jezera či nádrže. Hladina podzemní vody bývá do hloubky 0,2 m a na území se vyskytuje rozmanité množství vodních rostlin. Mokřady nemají přesnou hranici vodní a terestrické plochy, sušší místa tak libovolně vystupují nad hladinu. Mimo biodiverzivní funkci mokřady slouží k zadržování vody, zachytávání oxidu uhličitého, který je pak uložen v sedimentech mokřadů, dále mokřady vytváří mikroklima a ochlazují a zvlhčují své okolí, rovněž tlumí povodně, podporují a stabilizují zdroje pitné vody a mohou být využívány pro pěstování rákosí a proutí. Oproti malým vodním nádržím mají mokřady malé pořizovací a provozní náklady (Just, 2003).

V souvislosti s revitalizacemi se klade za cíl podporovat stávající mokřady úpravou odtokového režimu, a to snížením zahloubení nebo přehrazením koryt odvodňujících mokřadní plochu. Dále se provádí stabilizace mokřadů v místě bývalého rybníka, v takovém případě se však musí stavební objekty rybníka uvést do funkčního stavu, neboť takový mokřad je technicky vnímám stále jako rybník a musí bezpečně provádět povodňové průtoky. Další způsoby využití mokřadu jsou na místě polosuchého poldru nebo zřízení mokřadů jako doprovodu při revitalizaci koryta s využitím slepých ramen a původních tras. Výstavba nového mokřadu může být dosažena hloubením nebo nízkým ohrázováním. Hloubení se provede na úroveň podzemní vody a mokřad má pak také protipovodňovou funkci. Ohrázováním mokřad získá charakter malé vodní nádrže, spodní výpusť sice mít nemusí, bezpečnostní přeliv ale ano, ten však může být zbudován jako nenápadný průleh s opevněním (Just, 2003).

Vegetační doplnění se v rámci dřevin doporučuje přímo v mokřadu jen omezeně, případně využívá hlavně solitérů, skupinově vrbové pruty, střemchy nebo olše lepkavé. Zásadní je však osázení obvodu mokřadů, aby byl mokřad chráněn před vnějšími rušivými vlivy zemědělsky využívané krajiny (Just, 2003).

Údržba mokřadů je nutná u případných technických objektů, zbylá údržba závisí na úmyslech, nemusí probíhat vůbec – v takovém případě může mokřad zestárnout, vlivem hromadění biomasy se zazemní a zaroste dřevinami, čímž se mění na háj. V případě těžení rákosí a proutí je vhodná údržba. Pokud je úmyslem uchovávat mokřad, pak je vhodná cyklická obnova, při které se hloubí a vytváří depresní prostory (Just, 2003).

4.3. Revitalizace v zahraničí

Revitalizace se mimo území našeho státu provádějí přibližně od 70. 20. století. Často jsou tyto revitalizace mimo snahu o rekonstrukci zničené přírody úzce spjaty se zájmem o ochranu ptactva a vytvářením prostoru pro jejich pozorování. Pro Českou republiku lze najít podklady především v Rakousku a Německu nebo také Švýcarsku, neboť v těchto oblastech se setkáváme

s obdobnými přírodními podmínkami. Revitalizace v těchto zemích vystupuje spíše pod pojmem Renaturierung – renaturace, často se pojí s protipovodňovými opatřeními a je přirozenou součástí územního rozvoje. Tyto projekty jsou vnímány velmi optimisticky, jejich realizace a financování je chápáno jako investice, která má svou nepřímou návratnost (Just, 2003).

Příkladem takového projektu je multiodvětvová revitalizace německé řeky Emscher, která fungovala jako otevřená stoka a ještě v roce 2013 existovaly úseky takto fungující. Součástí projektu byla v první řadě masivní výstavba kanalizace v rozsahu 421 km, v dalších krocích se však využila celková revitalizace řeky a okolního prostředí – odstranilo se betonové opevnění, řekla se zklíkatila, vytvořila se biocentra, zelené pásy, mokřadní plochy, přičemž tato opatření vyřešila nejen estetický a hygienický problém této oblasti, ale také problémy s povodněmi a horkem ve městech (Vallentin, 2013).



Obrázek 4 Revitalizace řeky Emscher; (Vallentin, 2013)

Revitalizace v zahraničí i v ČR nalézají oporu v Rámcové směrnici 2000/60/ES. Jak už bylo dříve řečeno, součástí revitalizací jsou neodmyslitelně vegetační úpravy a doplnění.

5. Vegetační doprovod vodních toků

Vegetace je nedílnou součástí vodních toků, společně s nimi vytváří krajinu v ekologické rovnováze. Složkami vegetačního doprovodu jsou jak dřeviny, tak byliny. Vegetace neslouží pouze jako úkryt a potravní základna živočichů, má mnoho dalších významných funkcí, například funkci protiabrazní a protierozní. Dřeviny nadzemní části dokážou tlumit účinky proudící vody, ale i ledochodů a vlnobití – působí tak jako stabilizační prvek břehů. Zároveň při přívalových deštích stabilizují břehy na místě vlévání povrchové vody. Nejlépe proti erozním rýhám působí dřeviny v kombinaci se zatravněním. Další funkcí je funkce

protideflační, tím se myslí ochrana koryta proti zanášení částicemi unášenými větrem, mezi tyto částice nepatří pouze prach, ale také zbytky hnojiv, semena rostlin nebo ochranné postřiky. Tato funkce je přínosná zejména v zemědělsky využívaných oblastech. Vegetace může mít vliv i na ochranu před zarůstáním, její stín totiž zabraňuje prohřívání, které vytváří příznivé podmínky pro růst vodních rostlin, ty jsou jistě užitečné, ale při přemnožení zmenšují průtočný profil, zvyšují drsnost a zachytávají splaveniny. Takové koryto nemusí být dostatečně kapacitní a může docházet k nebezpečným rozlivům. Dalším neblahým vlivem rychle rostoucích vodních rostlin je ovlivnění kyslíkového režimu, kdy nastává deficit, který neprospívá rybí osádce. Dostatečně prokysličený tok zároveň vytváří podmínky pro samočistící funkci, napomáhají jí organismy sídlící v nerovnostech dna, na kořenech dřevin zasahujících do toku a na částech rostlin. Stín je tedy prospěšný, ale samozřejmě ne v celé ploše, samočistící funkce s větším stínem klesá (Šlezinger, 2009).

Vegetace má příznivý vliv na povodňové ohrožení, podporuje totiž tlumivý rozliv do nivní oblasti, zachytává splávi, které může ohrožovat konstrukce na toku, zvyšuje infiltrační schopnost půdy na březích, v mokřadních oblastech naopak napomáhá zvýšení minimálních průtoků. Z opačného hlediska je chráněn i tok před ohrožením kontaminací škodlivými látkami (Šlezinger, 2009).

Vegetace ve spojení s vodním tokem má další nepomíjitelnou funkci přirozeného biokoridoru, slouží jako migrační cesta mezi lesními celky. Bez vegetace by nemohl říční biotop existovat. V rámci tohoto je prostředí vodního toku jedním ze základů územních systémů ekologické stability (Šlezinger, 2009).

6. Územní systém ekologické stability (ÚSES)

Kulturní krajina přetvořená člověkem je z větší části tvořena z ekologického hlediska nestabilními nebo méně stabilními ekosystémy. Pro dosažení harmonického stavu krajiny je třeba tyto ekosystémy vyvážit ekosystémy přirozenými a přírodě blízkými. Takový účel má územní systém ekologické stability (Löw, 1995).

Územní systém ekologické stability je definován podle zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny jako „*vzájemně propojený soubor přirozených i pozměněných, avšak přírodě blízkých ekosystémů, které udržují přírodní rovnováhu.*“ (Česká republika, 1992)

V rámci ÚSES je snaha o vytvoření sítě území s vyšší ekologickou stabilitou, podpoření biodiverzity, náprava a uchování přirozeného geofondu krajiny, prostorové oddělení ekologicky labilních území a snaha pozitivního ovlivnění těchto částí (Löw, 1995).

Ekologická stabilita se pak rozumí schopnost krajiny vyrovnávat se s vnějšími i vnitřními vlivy (disturbancemi), přičemž si zachovává přirozené vlastnosti a funkce. Tyto narušující vlivy mohou být přírodního či antropogenního charakteru. Jedná se například o extrémní výkyvy

teplot, požáry, zemětřesení, výbuchy sopek nebo lidské vlivy jako přehnojování, znečišťování vod či různé znečišťující imise (Löw, 1995).

Tento nástroj pro ochranu krajiny je úzce spjat s územním plánováním, a to od samého prvopočátku jeho vzniku v první polovině 80. let 20. století (Hátle, 2013).

Územní systémy se skládají z biocenter, biokoridorů a interakčních prvků. Prováděcí vyhláškou Ministerstva životního prostředí č. 395/1992 Sb. jsou pak biocentra a biokoridory definovány následovně:

„a) biocentrum je biotop [§ 3 písm. i) zákona] nebo soubor biotopů v krajině [§ 3 písm. k) zákona], který svým stavem a velikostí umožňuje trvalou existenci přirozeného či pozměněného, avšak přírodě blízkého ekosystému [§ 3 písm. j) zákona],

b) biokoridor je území, které neumožňuje rozhodující části organismů trvalou dlouhodobou existenci, avšak umožňuje jejich migraci mezi biocentry a tím vytváří z oddělených biocenter síť.“ (Česká republika, 1992)

Biocentra prakticky představují plochy (lesy, louky, remízky, rašeliniště, tůně, mokřady a další) a biokoridory spíše linie (břehové porosty toků, toky samotné, lesní pásy, vrcholové hřebeny, aleje nebo pásy trvalého travního porostu (Dubovská, 2017).

Interakční prvek je pak lokální prvek či plocha různé velikosti, které doplňují funkci samotných biocenter (Löw, 1995).

Biocentra a biokoridory rozlišujeme podle významu na lokální, regionální a nadregionální. Vymezují se podle rozlehlosti a zastoupení druhů a společenstev. Místní význam mají celky s rozlohou 5–10 ha, například remízky, menší zbytky lesů přirozené skladby, opuštěné lomy v procesu zpřírodnění, liniové meze v polích, malé rybníky s litorální částí nebo úsek malého vodního toku s přirozeným meandrem. Regionální význam pak mají rozlehlé celky 10–50 ha například stepních lad, propojených zbytků lesů přirozené dřevinné skladby, luk převážně přírodního charakteru, větších rybníků s litorálním pásmem a mokřadů nebo také řek s doprovodnou příbřežní vegetací. Nadregionální význam mají rozsáhlé komplexy různých společenství s plochou alespoň 1000 ha (Löw, 1995).

Příslušnými orgány pověřenými vymezením a hodnocením jsou u lokálních biocenter a biokoridorů obecní úřady obcí s rozšířenou působností, u regionálních krajské úřady a správci národních parků a chráněných krajinných oblastí a u nadregionálních pak tato odpovědnost zůstává na Ministerstvu životního prostředí ČR (ÚSES, neuvedeno).

ÚSES je systém fungující v České republice, nadnárodním systémem je pak EECONET (European Ecological Network), v ČR do tohoto systému spadají části nadregionálních ÚSES (ÚSES, neuvedeno).

Vymezování ÚSES však nemusí být samoučelné a často se objevuje v kombinaci s opatřeními proti vodní a větrné erozi, při budování rekreační infrastruktury nebo se využívá jako doplněk dopravní sítě. V prostředí vodních toků se shoduje s funkcemi vegetačního doprovodu. Pro tyto jeho vlastnosti se ÚSES může uplatnit i v rámci mnoha dalších programů na ochranu či využití krajiny. (Löw, 1995)

ÚSES najde uplatnění například v rámci programu Ministerstva životního prostředí Péče o krajinu, v programu Založení krajinných prvků a ÚSES, v programu Podpora obnovy přirozených funkcí krajiny, v Národním programu Životního prostředí a v různých dalších dotačních programech podpory opatření na drobných vodních tocích a malých vodních nádržích a programech pro protipovodňová opatření. (Dotační programy podporující péči o přírodu a krajinu AOPK ČR, 2021)

7. Rámcová směrnice o vodách

Celý název Rámcové směrnice je Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. Jedná se o směrnici Evropské unie, která členské státy zavazuje k dosažení dobrého kvalitativního a kvantitativního stavu vnitrozemských povrchových vod, brakických vod, pobřežních vod a podzemních vod se splněním těchto požadavků do roku 2015 s prodloužením do roku 2027. Zároveň určuje rámec, který:

„- zabrání dalšímu zhoršování, ochrání a zlepší stav vodních ekosystémů a, s ohledem na jejich potřebu vody, i stav suchozemských ekosystémů a mokřadů;

- podpoří trvale udržitelné užívání vod založené na dlouhodobé ochraně dosažitelných vodních zdrojů;

- povede ke zvýšené ochraně a zlepšení vodního prostředí, mimo jiné též prostřednictvím specifických opatření pro cílené snižování vypouštění, emisí a úniků prioritních látek a zastavení nebo postupné odstranění vypouštění, emisí a úniků prioritních nebezpečných látek;

- zajistí cílené snižování znečištění podzemních vod a zabrání jejich dalšímu znečišťování, a

- přispěje ke zmírnění účinků povodní a období sucha.“

(Rámcová směrnice EU pro vodní politiku, neuvedeno)

Důvodem ke vzniku Rámcové směrnice byl nesjednocený způsob stávající ochrany na území EU. Pro naplnění cílů RS slouží především plány povodí a jejich program opatření. Do české legislativy byla směrnice transponována v zákoně č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů. Vznikl nový systém vodohospodářského plánování s označením Plánování v oblasti vod, to je rozděleno do tří období rozplánovaných mezi roky 2009–2027. V systému plánování jsou zpracovány mezinárodní plány povodí pro oblasti mezinárodních povodí, pro mezinárodní povodí na území České republiky pak národní plány povodí a dále plány pro dílčí povodí (Plánování v oblasti vod, neuvedeno).

Plánovací cyklus obsahuje charakterizaci povodí, identifikaci antropogenních vlivů s posouzením jejich dopadu, nastavení programu monitoringu, vyhodnocení stavu vod, stanovení environmentálních cílů a návrh pro jejich naplnění a případně odůvodnění při výjimkách z nenaplnění těchto cílů (Implementace Rámcové směrnice o vodách, 2020).

V rámci charakterizace povodí se vymezují vodní útvary a chráněné oblasti související s vodou, rovněž se detekují antropogenní vlivy. U vodních útvarů a chráněných oblastí je pak hodnoceno dosažení enviromentálních cílů (Implementace Rámcové směrnice o vodách, 2020).

Hodnocení stavu vodních útvarů slouží k identifikaci ohrožených vodních útvarů, na základě čehož bude navrženo opatření pro zlepšení a dále pak pro znovuzhodnocení a posouzení, zda byl enviromentální cíl splněn. Hodnocení stavu probíhá v rámci monitoringu. (Implementace Rámcové směrnice o vodách, 2020)

8. Monitoring v ČR

Monitorovací programy v České republice schválené Ministerstvem životního prostředí jsou pro většinu vod v souladu právě se Směrnicí Evropského parlamentu a Rady 200/60/ES. Pro povrchové vody je v rámci monitoringu sledován chemický a ekologický stav (Aktuální monitorovací programy v ČR, neuvedeno).

V souvislosti s tímto tématem byl zřízen informační systém ARROW (Assessment and Reference Reports of Water Monitoring). Jedná se o databázi odebraných vzorků vypovídajících o chemickém i ekologickém stavu vod na území ČR. Základem tohoto programu byl databázový model HEIS používaný ČHMÚ, program je tak jeho nadstavbou. Mimo data vzešlá čistě z odběru vod jsou ve vybraných profilech sledovány i hodnoty, jako jsou sedimenty, plaveniny, sedimentovatelné plaveniny, biofilm, makrozoobentos, rybí plůdek, dospělci ryb a pasivní vzorkovače. Program ARROW má pak v databázi uloženy jakostní limity dle nařízení vlády (pro povrchové vody tedy 401/2015 Sb.). Ekobiologický stav vyhodnocuje pro jednotlivé biologické složky dle platných metodik. Většina dat je dostupná široké veřejnosti, a to jak data povrchové, tak podzemní vody, avšak data povrchových vod z období od roku 2009 smí být poskytována pouze se souhlasem poskytovatele, tedy příslušných Povodí (Informační systém ARROW, neuvedeno).

Podle § 13 vyhlášky č. 98/2011 Sb., o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých útvarů povrchových vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod byl ustanoven ke dni 22. 11. 2018 **Rámcový program monitoringu**. Tento program je určen pro zjišťování stavu povrchových i podzemních vod. Je jím komplexně zajištěno splnění požadavků národní i evropské legislativy. Na základě výsledků je možné určit ekologický a chemický stav a ekologický potenciál útvarů povrchových vod a chemický a kvantitativní stav útvarů podzemních vod. Stavem útvarů povrchových vod je chápán ekologický a chemický stav přirozených útvarů a ekologický potenciál a chemický stav pak pro silně ovlivněné a umělé útvary povrchových vod (Rámcový program monitoringu, 2018).

Tento program udává metodické postupy pro odběr vzorků, analytickou práci a samotné měření a sledování hladin povrchových a podzemních vod a vydatnosti pramenů. Také jsou zde

stanoveny náležitosti programů monitoringu, mezi které patří výběr lokalit, tak aby byl poskytnut dostatečný přehled o stavu vod a vodních útvarů v rámci každého dílčího povodí. Součástí výběru lokality jsou náležitosti pro situační a provozní monitoring, monitoring kvantitativních charakteristik povrchových vod a monitoring kvantitativního stavu podzemních vod (Rámcový program monitoringu, 2018).

Situační monitoring pokrývá dostatečné množství útvarů, aby bylo umožněno celkové zhodnocení stavu povrchových vod pro každé povodí, provozní monitoring se pak vztahuje na vodní útvary, které byly vyhodnoceny jako rizikové nebo do kterých jsou vypouštěny znečišťující látky, provozní síť umožňuje systematické zjištění jakosti a stavů v jejich návaznosti a vzájemném kontextu (Plán dílčího povodí Horní Odry, neuvedeno).

V programu je stanoven i výběr ukazatelů jakosti, které slouží právě k určení chemického a ekologického stavu. Ve výběru záleží, jestli chceme provádět situační monitoring, v tom případě se sledují všechny ukazatele, v případě provozního monitoringu se z povinně sledovaných látek vybírají ty, kterým je vodní útvar vystaven, jedná se například o vypouštěné prioritní látky nebo jiné znečišťující látky vypouštěné ve větším množství. U kvantitativních charakteristik se pak u povrchových vod sleduje hladina vody, ze které se odvozuje průtok ve vodním toku a ve vybraných stanicích také teplota vody.

Níže jsou uvedeny ukazatele povrchových vod v kategorii řeka pro určení chemického a ekologického stavu.

8.1. Chemický stav

Pro posouzení chemického stavu povrchových vod se sledují prioritní látky, aldrin, dieldrin, endrin, isodrin, p, p'-DDT, DDT celkem, tetrachlorethylen, trichlorethylen, tetrachlormethan.

V odůvodněných případech se pak berou v úvahu přirozené koncentrace pozadí u niklu, olova, kadmia a rtuti a jejich sloučenin nebo také tvrdost, pH, rozpuštěný uhlík nebo jiné ukazatele jakosti vody ovlivňující biologickou dostupnost těchto kovů. (Vyhláška č. 98/2011 Sb., 2011)

Jak již bylo zmíněno výše, pro účely provozního monitoringu se pak sledují jen ukazatele, které jsou pro daný útvar relevantní. Relevance se ukáže na základě výsledků hodnocení v profilech níže po toku jak ze situačního, tak z provozního monitoringu a analýzy vlivů bodových a plošných zdrojů znečištění (Rámcový program monitoringu, 2018).

8.2. Ekologický stav

U řek se ukazatele rozdělují mezi biologické ukazatele, hydromorfologické ukazatele podporující biologické ukazatele a chemické a fyzikálně-chemické ukazatele podporující biologické ukazatele (Vyhláška č. 98/2011 Sb., 2011). Jako v případě sledování chemického stavu se i u sledování ekologického stavu může uplatnit sledování relevantního ukazatele, jehož relevance se určí na základě výsledků hodnocení situačního a provozního monitoringu níže po toku, analýzy vlivů bodových a plošných zdrojů znečištění a požadavku na sledování ukazatelů

vyplývající z mezinárodních závazků. Pro určení relevance se může čerpat i z jiných zdrojů, použít se dá například vodoprávní povolení, Integrovaný registr znečišťování, Registr komunálního, průmyslového znečištění nebo Systém evidence starých ekologických zátěží. Určování relevance je specifické pro pesticidní látky (Rámcový program monitoringu, 2018).

Biologické ukazatele

U biologických ukazatelů se sleduje složení a četnost vodní flóry, mezi kterou patří fytoplankton, fytobentos a makrofyta, složení a četnost makrozoobentosu a složení, četnost a věková struktura fauny ryb.

Hydromorfologické ukazatele

U hydromorfologických ukazatelů se sleduje hydrologický režim – velikost a dynamika proudění vody a propojení na útvary podzemních vod, kontinuita toku a morfologické podmínky, mezi které patří proměnlivost hloubky a šířky koryta, struktura a substrát dna, struktura příbřežní zóny.

Chemické a fyzikálně-chemické ukazatele

U chemických a fyzikálně-chemických ukazatelů se sledují všeobecné charakteristiky, mezi které patří průhlednost vody, teplotní poměry, kyslíkové poměry, salinita, acidobazický stav a živiny, dále pak specifické znečišťující látky, mezi které patří relevantní látky pro daný útvar povrchových vod vybrané podle směrného seznamu látek (či skupiny látek) a znečištění jinými identifikovanými látkami vypouštěnými do vodního útvaru.

Do směrného seznamu hlavních znečišťujících látek patří halogenované organické sloučeniny a látky, které takové sloučeniny mohou vytvářet ve vodním prostředí, organofosforové sloučeniny, organocínové sloučeniny, látky a přípravky nebo produkty jejich rozkladu, u kterých byly prokázány karcinogenní nebo mutagenní vlastnosti nebo vlastnosti, které mohou ovlivnit produkci steroidů, štítnou žlázu, rozmnožování nebo jiné endokrinní funkce ve vodním prostředí nebo jeho prostřednictvím, perzistentní uhlovodíky a perzistentní a biologicky akumulovatelné organické toxické látky, kyanidy, kovy a jejich sloučeniny, arsen a jeho sloučeniny, biocidy a prostředky na ochranu rostlin, nerozpuštěné látky, látky přispívající k eutrofizaci (zejména dusičnany a fosforečnany), látky, které mají nepříznivý vliv na kyslíkovou rovnováhu (a mohou být měřeny použitím ukazatelů, jako jsou BSK, CHSK atd.). (Vyhláška č. 98/2011 Sb., 2011)

Pro výběr indikativních ukazatelů lze použít i *Metodiku pro výběr a hodnocení reprezentativnosti monitorovacích míst pro zjišťování a hodnocení chemického stavu útvarů povrchových vod tekoucích (kategorie řeka) a chemických ukazatelů pro hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích* Martina Durčáka a *Metodiku pro výběr a hodnocení reprezentativnosti monitorovacích míst pro zjišťování a hodnocení ekologického*

stavu útvarů povrchových vod tekoucích (kategorie řeka) pomocí biologických složek Pavla Horkého.

Dále se v Rámcovém programu uvádí četnost odběrů vzorků v průběhu sledovaného roku i doporučené minimální četnosti sledování v období platnosti plánů povodí, tyto údaje by měly být v souladu s Rámcovou směrnicí. Změna četnosti sledování a rozsahu sledovaných látek se může provést až se souhlasem MŽP.

Pro monitoring všech stavů pro všechny vodní útvary a ukazatele existují specifické metodiky, tato bakalářská práce se však podrobně zabývá pouze metodikou monitoringu hydromorfologických ukazatelů pro ekologický stav povrchových vod. (Metodiky k hodnocení stavu vod, neuvedeno)

9. Monitoring hydromorfologického stavu

V následující kapitole jsou popsány nebo zmíněny metodiky a řešení monitoringu v zahraniční a v České republice.

9.1. Zahraniční monitoring hydromorfologického stavu

Existují různé evropské metodiky monitoringu reagující na Rámcovou směrnicí. Mezi takové patří například **River Habitat Survey (RHS)**, která má za cíl prozkoumat stav rozmanitosti řek ve Velké Británii a dopady lidské činnosti na biotopy a živočišné organismy. Tato metodika byla vyvinuta v Severním Irsku Ministerstvem životního prostředí. Cílem je pokusit se kvantitativním nebo částečně kvantitativním způsobem zhodnotit rozmanitost na základě fluvialní geomorfologie a ekologie. Autoři RHS se zároveň podíleli i na vypracování evropské normy pro hodnocení hydromorfologických vlastností řek z roku 2004. Jedná se o jednu z několika uznávaných metodik (River Habitat Survey, 2018).

Tato norma obsahuje čtyři složky, kterými jsou standartní metoda terénního průzkumu, databáze pro zadávání výsledků z průzkumů a porovnání s informacemi z jiných míst, soubor metod pro hodnocení kvality habitatu a systém pro popis rozsahu úpravy umělého kanálu. Při terénním průzkumu se systematicky sbírají data související s fyzickou strukturou vodního toku. Sběr dat je pak založen na standartních 500 m délky vodního koryta. O každém místě se shromažďují informace, které zahrnují souřadnice, nadmořskou výšku, sklon, geologické poměry a vzdálenost zdroje. Během terénního průzkumu se pak zaznamenávají charakteristiky koryta včetně břehů a přilehlého říčního koridoru. Celkově je tak na každém místě zaznamenáno více než 200 povinných údajů, které pak vytvářejí komplexní obraz charakteru a rozmanitosti stanoviště. Data jsou zadávána do databáze, kde jsou zpracovávána, což umožňuje snadný přístup k informacím a rychlou analýzu. Posouzení pak probíhá na základě reprezentativních rysů říčních stanovišť, které byly stanoveny pomocí průzkumu sítě referenčních míst na základě stratifikovaného výběru řek zařazených pro kvalitu vody. Díky

těmto referenčním stavům lze každý 500m úsek posoudit skrze jeho kvalitu a kategorizovat (River Habitat Survey, 2018).

V Německu pak existuje mimo jiné metodiky příručka *Handbuch: Erfolgskontrolle hydromorphologischer Maßnahmen in und an Fließgewässern* pro kategorizaci vodního toku podle hydromorfologických složek vydaná státním pracovním orgánem LAWA (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser) spadající pod Ministerstvo životního prostředí. (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), neuvedeno)

Slovenskou reakcí na Rámcovou směrnici je *Metodický postup pre mapovanie a hodnotenie hydromorfologických parametrov vodných tokov* – metodika slovenského hydrometeorologického ústavu SHMÚ, metodika *Hydromorfologický monitoring pre hodnotenie ekologického stavu (GES, GEP) vodných útvarov v súlade s RSV 2000/60/ES* – metodika výzkumného ústavu vodného hospodárstva VÚVH a norma STN EN 14614:2020-12 (75 7201) Kvalita vody – Návod na hodnotenie hydromorfologických vlastností toku (tato norma nahrazuje původní již zrušenou normu z roku 2005) (Rámcový program monitorovania vôd Slovenska na obdobie rokov 2016- 2021, 2015) .

Polští sousedé vytvořili příručku *Podrecznik oceny wod plynacych w oparciu o hydromorfologiczny indeks rzeczny*, opět se tato metodika opírá o Rámcovou směrnici a je zaštitěna Ministerstvem ochrany životního prostředí (Szozkiewicz, 2017). Stejně je tomu u poslední zmíněné zahraniční metodiky, kterou je rakouská příručka *Leitfaden zur hydromorphologischen Zustandserhebung von Fließgewässern* (Mühlmann, 2015).

9.2. Monitoring hydromorfologického stavu v ČR

V České republice vzniklo několik metodik v kontextu Rámcové směrnice. Jednou z nich je metodika Milady Matouškové z Univerzity Karlovy **EcoRivHab**, která je založena na terénním průzkumu s možným využitím distančních dat a mapových podkladů. Pomocí této metody se hodnotí ekohydrologický stav vodního toku, přičemž je kladen důraz právě na hydromorfologické charakteristiky koryta, ale také na stav příbřežní zóny a údolní nivy. Cílem je nalézt úseky s přírodním nebo přírodě blízkým habitatem a na stupnici ohodnotit vliv lidské činnosti. Pracuje s definicí lokálního referenčního stavu podle Rámcové směrnice. Průzkum pak probíhá na úsecích o různých délkách, které jsou kvalitativně homogenní. Hodnoceno je až 31 parametrů bez striktního uspořádání. Parametry se pak hodnotí pomocí bodů v rozpětí 1 až 5 a souhrnný ekomorfológický stav se charakterizuje stupněm I až V, kde I. ekomorfológický stupeň odpovídá přírodnímu referenčnímu stavu, stupeň V je pak silně ovlivněn antropogenní činností. Této metodice předcházela metoda ekomorfológického monitoringu drobných toků z roku 2003 téže autorky, k jejímu přepracování došlo právě v reakci na Rámcovou směrnici, při této příležitosti došlo však i k úpravě pro možnost širší aplikace na vodní toky rozmanitých řádů a typů reliéfu (Matoušková, 2008).

Další metodikou je **metodika Miloslava Šindlara** a jeho kolegů. Metodika je pod záštitou firmy SINDLAR, která se zabývá vodohospodářskými stavbami a krajinným inženýrstvím (SINDLAR, neuvedeno). Jejich metodika má poskytnout pracovní nástroj pro hodnocení zásahů do vodních toků a údolních niv opět v souladu s RS. Principem je srovnání potenciálního (referenčního) a současného stavu. Referenční stav se určí na základě geomorfologické analýzy neovlivněných, ale i aktuálních okrajových podmínek hodnoceného úseku vodního toku. Současný stav je charakterizován na základě kritérií pro koryto a pro stav nivy. Při hodnocení stavu koryta se jedná o 4 kritéria – hydrologický a splaveninový režim, morfologie trasy a korytotvorné procesy, vnitřní morfologie koryta, ovlivnění vývoje podélného profilu a migrační prostupnosti toku; u stavu nivy se pak jedná o 3 kritéria – odklon využití údolní nivy od přírodního stavu, ekologické vazby toku a údolní nivy a vliv okolní krajiny. Metodiku zjevně nevyužívá pouze společnost SINDLAR, ale například i státní instituce Ministerstvo životní prostředí, které na základě této a několika dalších metodik vydalo svou zjednodušenou metodiku odboru ochrany vod, která stanovuje postup hodnocení vlivů opatření na vodních tocích a nivách na hydromorfologický stav vod (Česká republika, neuvedeno).

Agentura ochrany přírody a krajiny ČR má také svou metodiku v souladu s RS. Tato metodika vychází z německé metodiky German Federal Institute of Hydrology s použitím materiálů Geografického ústavu SAV v Bratislavě a několika dalších literatur.

Na závěr se práce dostává k metodice HEM (Metodika monitoringu a vyhodnocení aktuálního stavu hydromorfologie vodních toků včetně návrhů opatření k dosažení dobrého ekologického stavu, DocPlayer).

10. Metodika HEM

Metodika HEM – Hydroekologický monitoring je metodikou schválenou Ministerstvem životního prostředí a zároveň i jedinou doporučenou. Autorem je doc. RNDr. Jakub Langhammer, Ph.D. a jeho kolegové. Tato metodika je dlouhodobě zpracovávána, poslední zpracování pochází z roku 2014. Původní metodiku publikoval autor už v roce 2004 a veřejnost používala označení metody právě podle jména autora – tedy Langhammer, v roce 2007 pak svou práci aktualizoval a v roce 2008 ji upravil pod dnešní název HEM – Hydroekologický monitoring.

Základním východiskem pro definici této metodiky jsou samozřejmě *Rámcová směrnice ES o vodní politice 2000/60ES a Zákon o vodách č. 254/2001*, pak také evropská i česká norma *ČSN EN 14614 – Návod pro hodnocení hydromorfologických charakteristik toků*, evropská i česká norma *ČSN EN 15843 – Jakost vod – Návod pro určení stupně modifikace hydromorfologie řek*, návaznost na stávající legislativní předpisy a metodické přístupy aplikované v ČR a EU, konkrétně *vyhláška č. 98/2011 Sb., o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod*, a jako poslední předpoklad praktické aplikovatelnosti v rámci programu monitoringu v ČR.

Tato metodika se používá pro monitoring vodních útvarů v kategorii vod tekoucích („řeka“). Součástí metodiky jsou tři dokumenty: Metodika monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků sloužící jako návod k terénnímu monitoringu, Metodika typově specifického hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků, podle které se provádí vyhodnocení monitoringu, tzv. skórování, a samotný mapovací formulář, do kterého se zaznamenávají charakteristiky toku zjištěné terénním průzkumem.

Pro vytvoření systému parametrů jednotlivých ukazatelů a způsob hodnocení bylo částečně využito stávajících metodik aplikovaných v ČR a zahraničí. Základem byly právě české metodiky, které už ale samy o sobě mnohdy kombinovaly nebo přímo čerpaly z metodik zahraničních. Mezi těmito metodikami se objevily právě již zmiňované *EcoRivHab* a metodika Agentury ochrany přírody a krajiny, mimo jiné pak metodika *MUTON*, jejíž autorem je také Langhammer. Ze zahraničních zdrojů se zde taktéž mezi dalšími objevují známé metodiky jako *River Habitat Survey* či metodiky LAWA Německo.

Pro monitoring jsou důležité následující principy:

10.1. Ekologický stav vodních útvarů

Dle RS je ekologický stav odrazem kvality struktury a funkce vodních ekosystémů spojených s povrchovými vodami, vyjádřen je pak klasifikací jednotlivých složek kvality určených pro kategorii řek. Jak už bylo v této práci uvedeno výše, mezi základní složky představující kvalitu patří fyzikálně-chemické, biologické, chemické a hydromorfologické složky. Ekologický stav je pak vyjádřen jedním z pěti stupňů – velmi dobrý, dobrý, střední, poškozený a zničený.

10.2. Referenční stav

Referenčním stavem rozumíme stav toku před vystavením antropogennímu vlivu. Nejideálnější hydromorfologický stav je ten, který odpovídá referenčnímu stavu při co největší prostorové variabilitě. Určen je pak typově specifickými hydromorfologickými podmínkami odpovídajícími velmi dobrému ekologickému stavu, které umožňují stanovení klasifikace dalších úrovní. Je žádoucí stanovit tento referenční stav pro všechny říční typy a při zaznamenávání hydromorfologických charakteristik respektovat typologii vodních toků.

10.3. Hierarchický princip hodnocení

Hierarchický prostorový princip je východiskem pro hodnocení ekologického stavu a jednotlivých složek hydromorfologické kvality, tyto jsou pak monitorovány na úsecích vymezených pro potřeby monitoringu. Ukazatele se monitorují odděleně pro každý úsek hodnoceného vodního útvaru, aby tak byla co nejlépe vyjádřena rozdílná kvalita úseků a tím pak bylo možné cílit konkrétní opatření do odpovídajících úseků ve špatném stavu a ochránit vyhovující úseky. V rámci hodnocení se stanovuje stav hydromorfologických složek pro celý útvar.

Podle Rámcové směrnice je na monitoring hydromorfologických složek a využití jeho výsledků požadováno monitorovat ukazatele indikující stav každé odpovídající kvalitativní složky, vymežit umělé a silně ovlivněné vodní útvary, identifikovat zásadní antropogenní morfologické úpravy a určit jejich typ a míru, přičemž tyto informace by se měly shromažďovat a uchovávat, zpracovat program opatření, která mají zajistit požadovaný ekologický stav nebo dobrý ekologický potenciál, a také pro velmi dobrý, dobrý a střední stav stanovit kvalitu hydromorfologických složek.

10.4. Klíčové prvky koncepce HEM

Klíčovými prvky koncepce této metodiky jsou **strategie sledování, vymezení sledovaných jednotek, četnost sledování, sledované charakteristiky**. Strategie spočívá v již zmiňovaném hierarchickém principu. Sledované jednotky se v této metodice vymezují na základě morfologické stejnorodosti, délky jednotek jsou pak proměnlivé. Monitoring je doporučeno provádět alespoň každých 6 let, četnost by však měla odpovídat rychlosti morfologických změn. Vybírají se vhodná období roku, aby bylo možné s jistotou stanovit charakteristiky, tedy nejlépe zvolit období s průměrnými či nižšími průtoky, kdy není vegetace vzrostlá natolik, aby zamezila přístup, tedy optimálně na jaře či na podzim. Sledování charakteristik se dělí mezi tři zóny – koryto, břehy (v metodice vymezeno jako pás údolního dna do vzdálenosti 50 m od koryta toku) a inundační území a pro relevantní ukazatele jsou pak údaje zaznamenávány zvlášť pro levý a pravý břeh. Podle Rámcové směrnice by se mělo mimo celkové zhodnocení provést zhodnocení také jednotlivých hydromorfologických složek, tzn. hydrologický režim, kontinuita toku a morfologické podmínky.

Monitoring se dle této metodiky provádí terénním mapováním a průzkumem, část parametrů je však dle podmínek možné stanovit distančně. Samotné mapování pak probíhá na úsecích, které si mapovatel určil na základě kritérií a zakreslil do mapy, charakteristiky si pak zaznamenává do mapovacího formuláře, tyto úkony se provádí kontinuálně pro celý vodní útvar. Přednostně by se měl monitoring provádět u vodních útvarů s předpokladem dosažení velmi dobrého stavu, které hrají významnou roli v celkovém hodnocení ekologického stavu, dále také u vodních útvarů na nejvýznamnějších vodních tocích ČR nebo tocích, které zasahují do sousedních států a data jsou tedy potřebná pro mezinárodní komise – jde především o komise pro ochranu Labe, Dunaje a Odry.

10.5. Monitorované ukazatele

Mezi sledovanými jsou nejen ukazatele hydromorfologické kvality toku, ale také inundační zóny spolu s morfometrickými charakteristikami prostředí a samozřejmě hydrologický režim.

Pro každou zónu jsou sledovány určité parametry, které jsou zařazeny dle RS do tří hydromorfologických složek kvality: hydrologický režim, kontinuita toku a morfologické podmínky.

I. Koryto

1. Upravenost trasy toku (TRA)

- Tento ukazatel popisuje převládající průběh trasy toku. Hodnotí se jak jeho současný, tak historický stav a v případě viditelných známek se doplňuje napřimení či naopak revitalizace. Rozlišujeme již dříve zmíněný divočící, rozvětvený, meandrující, zákrutový nebo přímý tok.

2. Variabilita šířky koryta (VSK)

- Tento ukazatel hodnotí variabilitu na základě minimální a maximální šířky břehové hrany. Jako doplňující informace se udává i aktuální šířka hladiny a šířka údolní nivy.

3. Variabilita zahloubení v podélném profilu (VHL)

- Variabilita udává rozsah a míru zahloubení ode dna koryta po břehovou hranu, zabývá se tím, zda je zahloubení přirozené nebo uměle zvýšené či snížené.

4. Variabilita hloubek v příčném profilu (VHP)

- Tento ukazatel hodnotí variabilitu hloubek v příčném profilu a její rozsah – určuje se vysoká, střední a nízká, která je buďto přírodního, nebo antropogenního původu.

5. Dnový substrát (DNS)

- Ukazatel dnového substrátu udává rozmanitost dnového materiálu a jeho charakter.

6. Upravenost dna (UDN)

- Upravenost dna se zabývá prvky a činnostmi zasahujícími do dna koryta – jedná se o různá opevnění dna nebo hospodaření se sedimenty.

7. Mrtvé dřevo v korytě (MDK)

- Tento ukazatel se zaměřuje na mrtvé dřevo v korytě. Závisí zde na poměru velikosti dřeva ku korytu. U malých toků do 10 m jsou zásadní kusy dřeva o délce nad 1,5 m a průměru 15 cm. U větších toků takto malé kusy dřeva nemají přílišného významu, a proto se hodnotí kusy, které mají hodnoty dvojnásobné. Také se zde uvádí, jaká je intenzita odstraňování (v případě, že taková data k dispozici jsou).

8. Struktury dna (STD)

- Zde jsou popsány fluviální struktury ve dně a jejich rozsah, jedná se o různé lavice, ostrovy, skalní stupně, peřeje, mělčiny a tůně.

9. Charakter proudění (PRO)

- Charakter proudění udává rozsah jednotlivých typů, může jít o vodopády, kaskády, peřejnaté úseky, slapové či klouzavé proudění nebo klidné tůně.

10. Ovlivnění hydrologického režimu (OHR)

- Ovlivnění se týká antropogenních zásahů, které zahrnuje odběry, vypouštění, nebo naopak zadržování a vzdouvání vody a jiné regulace průtoků.

11. Podélná průchodnost koryta (PPK)

- Podélná průchodnost se pojí s migrací živočichů, ale také ovlivňuje charakter proudění. Uvádí se zde příčné prvky a jejich migrační prostupnost.

II. Říční břehy / příbřežní zóna

12. Upravenost břehu (UBR)

- Jako v kategorii upravenost dna se i zde hodnotí antropogenní zásahy, které se v tomto případě týkají stabilizace a úpravy profilu, typu použitých stabilizačních prvků a jejich rozsah.

13. Břehová vegetace (BVG)

- V rámci tohoto ukazatele se hodnotí osázení břehů, charakter vegetace a rozsah.

14. Využití příbřežní zóny (VPZ)

- Využití příbřežní zóny se hodnotí do vzdálenosti 50 m, udává typ využití území, které může být přírodní, zemědělské nebo intravilánové, a jeho rozsah.

III. Inundační území

15. Využití údolní nivy (VNI)

- Využití údolní nivy se hodnotí stejně jako využití příbřežní zóny, ale v rozsahu celé údolní nivy.

16. Průchodnost inundačního území (PIN)

- Tento ukazatel hodnotí stavby a překážky, které mohou bránit v rozlivu vody do údolní nivy nebo bránit pohybu koryta. Zaznamenává se jejich charakter a rozsah.

17. Stabilita břehu a boční migrace koryta (BMK)

- Zaznamenávají se defekty břehů a jejich paty, jejich rozsah, z čehož vyplývá jejich stabilita.

Mimo tyto ukazatele se do formuláře zapisují ještě další údaje a charakteristiky, jako například geometrické údaje, tvar údolí – ten se shoduje s tvary údolí popsanými v začátku teoretické části, výskyt invazivních druhů rostlin nebo jakékoliv jiné poznámky, které mapovatel považuje za důležité.

10.6. Postup při mapování

Základem je mapovací formulář, který se pro každý úsek vyplňuje samostatně. Je zde rozlišeno, zda byla použita data terénního či distančního monitoringu a zda je zvolený způsob dostatečně spolehlivý (oba způsoby jsou rovnocenné a měl by být použit ten, který podává spolehlivější výsledky). Jako další podklady slouží mapa (standardně topografická mapa 1 : 10 000), kde

jsou zakresleny hranice úseků spolu s kódy, přístroje pro měření geometrických charakteristik, GPS (mapovateli stačí ruční mapovací nebo turistická GPS), dálkoměr a fotoaparát.

Přesný postup by měl pak probíhat v tomto pořadí:

1. „Vymezení hranic úseků v rámci monitorovaného vodního útvaru
2. Zákres hranic úseků do podkladové mapy včetně ID těchto úseků
3. Záznam charakteristik monitorovaných parametrů do formuláře včetně pořizování fotodokumentace, poznámek a zpřesňování záznamu charakteristik z distančních dat na základě aktuálního stavu v terénu.
4. Zjištění doplňujících informací
5. Digitalizace údajů z mapovacího formuláře
6. Propojení databázových dat s úseky v GIS
7. Vyhodnocení výsledků“ (Česká republika, neuvedeno)

Terénnímu monitoringu by mělo předcházet několik přípravných kroků, jako je určení ID vodního toku, rozdělení toku na úseky podle typu vodního útvaru, trasy toku, využití údolní nivy a upravenosti toku (rozdělení se na základě terénního monitoringu ještě doupraví), vymezení zatrubněných či jinak zakrytých úseků a úseků tvořených nádrží, přičemž pro malé toky s šířkou do deseti metrů jsou tyto úseky minimálně 50 m dlouhé a v případě středních a velkých toků dosahuje minimální souvislá délka 100 m.. Dále se v přípravě zjistí místa úprav dna a břehů a případně to, jaký byl použit materiál, upravenost dna se v terénu nedá vždy vyhodnotit. Pro přípravné práce se využívá mapových podkladů ZABAGED, ortofoto a historických map z portálu CENIA.

Při mapování se postupuje proti proudu, úseky jakožto základní jednotka monitoringu, jak už bylo zmíněno, nemají stejnou délku a jsou vymezeny tak, aby byly homogenní primárně co se týče typologie vodních toků, následně půdorysného průběhu trasy – při změnách těchto charakteristik je vždy nutné vymežit úseky. Při delším úseku se zohledňuje charakter využití příbřežní zóny a údolní nivy a v případě homogenity tohoto ukazatele se dále přihlíží na charakter upravenosti koryta toku. V opačném případě, kdy je na toku značná heterogenita právě v rámci charakteru využití příbřežní zóny a nivy a charakteru upravenosti koryta, nemusí časté změny nutně znamenat rozdělení úseků v případě vniku příliš krátkého úseku vzhledem k ostatním úsekům. Kritéria jako přítok nebo hranice chráněného území není třeba zohledňovat.

Proměnlivá délka je u malých toků (šířka < 10 m) doporučena minimálně 100 metrů, u středních toků (šířka < 30 m) se uvádí 500 metrů a u velkých toků (šířka > 30 m) se minimální délka pohybuje až okolo 1 km. Délky jsou však uváděny orientačně.

Do mapovacího formuláře uvádíme stupeň spolehlivosti A, B, C. Stupeň A označující největší jistotu se označí v případě stanovení charakteristik broděním či bezprostředně z břehu koryta. Stupeň B počítá s případnými nejistotami, takové mohou nastat v případě určení charakteristik z břehu, avšak pro zarostlé koryto nebo pro distanční určení bez 100% jistoty. Stupeň C značí,

že charakteristika byla určena odhadem, tento odhad by však měl být profesionální, u distančních dat může odhad nastat při špatném rozlišení mapového podkladu.

Pro zatrubněné nebo jinak zakryté části toku nebo úseky s nádrží se volí speciální hodnocení. Malé nádrže se takto mohou chápat jako vzduť ušek a hráz jako migrační překážka. U zatrubněných úseků se rovnou přiřazuje nejhorší skóre.

Do formuláře se rovněž zaškrťává, zda byla použita data z terénního či distančního průzkumu.

Distanční mapování by se mělo využívat v případě, kdy poskytuje dostatečnou přesnost ve srovnání s terénním monitoringem nebo vykazuje dokonce spolehlivější data. Jako distanční data se využívají především historické mapy pro určení historické podoby vodního toku – mělo by se jednat o mapy II. vojenského mapování. Případně lze využít i ortofotomapy z 50. let nebo III. vojenské mapování. Pro samotné mapovací ukazatele je pak vhodné využití ortofotomapy, její použití se uplatní zejména pro vlastnosti údolní nivy a příbřežní zóny. Uplatnit lze i Street View nebo obdobné služby nabízené jinými servery, tyto servery dokážou nahradit terénní průzkum, problémem může být vegetace zakrývající výhled na tok, zároveň tato služba nepokrývá všechna území, obzvlášť nelze uplatnit na monitoring vodních toků mimo dopravní infrastrukturu. Významným podkladem pro hodnocení jsou hydrologické mapy.

V metodice se pak objevuje tabulka, která uvádí vhodnost použití distančních dat u jednotlivých ukazatelů na základě procentuální úspěšnosti určení tohoto ukazatele.

(Langhammer, Ph.D, 2014)

10.7. Hodnocení morfologických ukazatelů

Jak již bylo uvedeno, veškeré ukazatele se hodnotí z pohledu podpory rozvoje biologické složky v toku a okolí a přiblížení referenčnímu, přírodě blízkému stavu. V rámci skórování, které je popsáno v druhé části metodiky s názvem *Metodika typově specifického hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků*, se rozlišují ukazatele hodnocené univerzálně a hodnocené typově specificky. Zařazení úseků do skupiny typů toků je důležité i pro určení váhy jednotlivých ukazatelů při celkovém vyhodnocení kvality úseku. Typy toků byly stanoveny na základě jejich fyzickogeografických podmínek, ty pak ovlivňují hydromorfologie toku a údolní nivy. Pro zařazení je zásadní charakter podloží, energie reliéfu, vodnost toku a hydrologické vlastnosti a také klimatické podmínky. V potaz bereme tedy nadmořskou výšku a geologii území, umoří je nepodstatné, neboť nijak neovlivňuje hydromorfologie. Takto bylo stanoveno 8 skupin typů, ke kterým je tok přiřazen na základě jejich zařazení do řádu toku dle Strahlera, nadmořské výšky a u malých toků i dle geologického podloží.

Rozlišujeme tedy tyto skupiny:

- **HOR** – horské toky, menší toky většinou v oblastech Šumavy, Krušných hor, Jeseníkách a Krkonoších

- **PVR** – malé toky, nejvýše do řádu 3. Nejčastější typ toku, který nalezneme v podhorských oblastech nebo v nižších oblastech okrajových pohoří, zejména na Českomoravské vrchovině, Brdech a Slavkovském lese.
- **TVR** – jedná se o střední toky ve vrchovinách, které velmi často bývají horním úsekem hlavních řek. Jsou charakteristické pro podhorské oblasti a nižší části okrajových pohoří.
- **PPK** – malé toky na krystaliniku v pahorkatinách objevující se v České kotlině, v předhůří Českomoravské vrchoviny a v Nížkém Jeseníku.
- **PPS** – tuto skupinu tvoří malé toky na sedimentech v pahorkatinách. Často se s těmito toky setkáme v Moravských úvalech, Ostravské pánvi a České křídové pánvi.
- **TPA** – Jedná se o střední toky v pahorkatinách tvořící toky páteřní, do nichž se vlévají toky ze skupiny PPS a PPK.
- **TNI** – malé a střední toky v nížinách, jsou to specifické toky vyskytující se pouze v Polabí pod Nymburkem a na jižní Moravě v povodí dolní Dyje a Moravy pod Přerovem.
- **REK** – tato skupina zahrnuje toky 7.–9. řádu a většinou jde o dolní úseky velkých řek. Do této skupiny spadají páteřní toky hlavních povodí ČR. Patří sem například Labe, Vltava, Ohře atd.

Výpočet hydromorfologické kvality úseku se vypočte podle vzorce:

$$HMS = (TRA * k_{tra_0p} + VSK * k_{vsk_0p} + VHL * k_{vhl_0p} + VHP * k_{vhp_0p} + DNS * k_{dns_0p} + UDN * k_{udn_0p} + MDK * k_{mdk_0p} + STD * k_{std_0p} + PRO * k_{pro_0p} + OHR * k_{ohr_0p} + PPK * k_{ppk_0p} + UBR * k_{ubr_0p} + BVG * k_{bvg_0p} + VPZ * k_{vpz_0p} + VNI * k_{vni_0p} + PIN * k_{pin_0p} + BMK * k_{bmk_0p}) / 4$$

Rovnice 1 Hydromorfologická kvalita úseku

Jednotlivé koeficienty jsou přiřazené váhy ukazatelů podle zařazení do skupiny toků, součet těchto vah je vždy 4.

Na základě vyhodnocení všech dílčích úseků se v souvislosti s jejich délkou vypočítá kvalita celého toku (nebo monitorované části) podle vzorce:

$$HMK_{VV} = \frac{\sum_{i=1}^n HMK_i \cdot L_i}{\sum_{i=1}^n L_i}$$

Kde je: HMK_{VV} výsledná hydromorfologická kvalita vodního útvaru,
 HMK_i hydromorfologická kvalita i-tého úseku,
 L_i délka i-tého úseku,
 n počet hodnocených úseků v rámci vodního útvaru.

Rovnice 2 Hydromorfologická kvalita vodního útvaru

Klasifikace dílčích úseků i celkové kvality toku se provádí podle této tabulky:

Skóre		Třída	Hydromorfologický stav	Barva na mapě
≥	<			
1,0	- 1,5	1	Přírodě blízký	Modrá
1,5	- 2,5	2	Slabě modifikovaný	Zelená
2,5	- 3,5	3	Středně modifikovaný	Žlutá
3,5	- 4,5	4	Značně modifikovaný	Oranžová
4,5	- 5,0	5	Silně modifikovaný	Červená

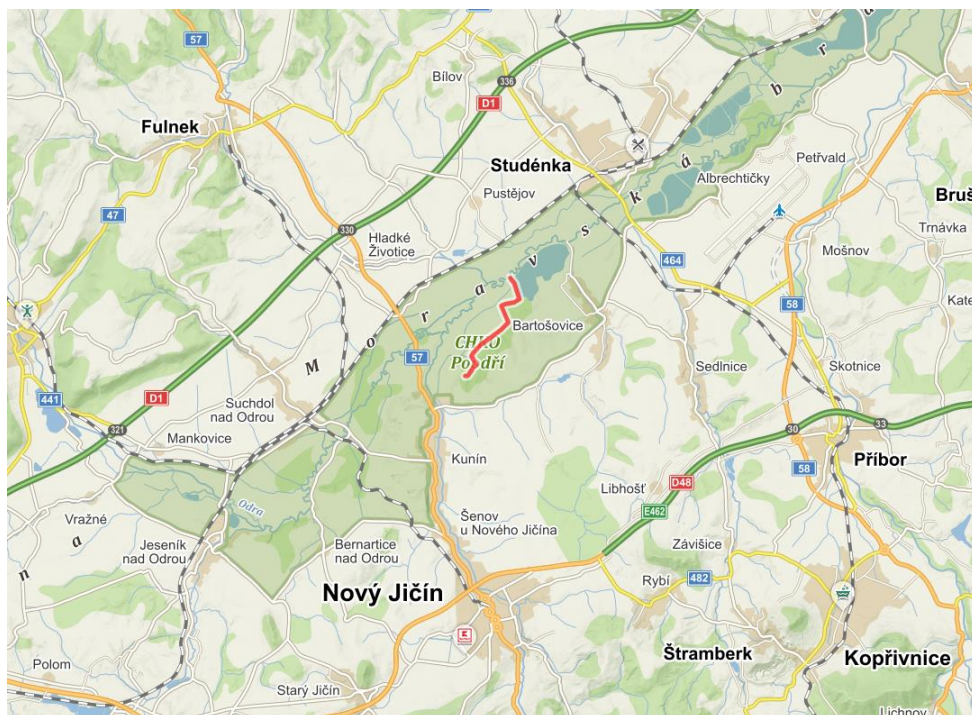
Tabulka 2 Klasifikace hydromorfologického stavu na základě vypočteného skóre; (Langhammer, Ph.D., 2014)

(Langhammer, Ph.D., 2014)

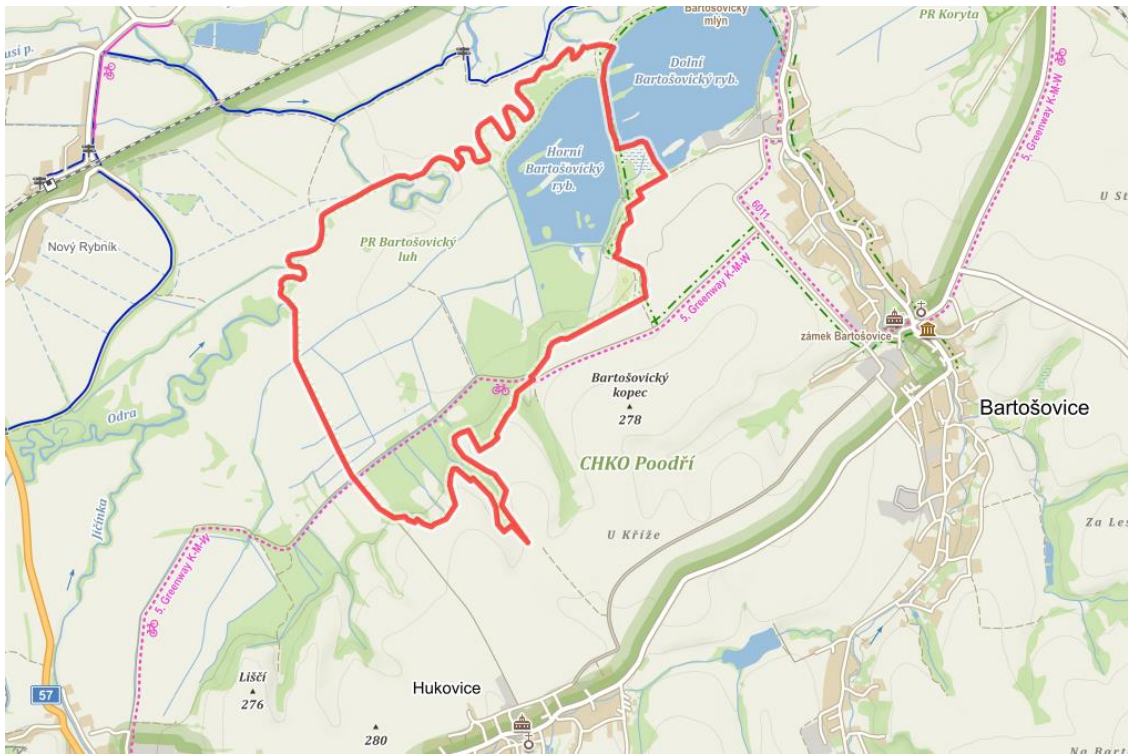
Praktická část

Pro praktickou část bakalářské práce byl zvolen Liščí potok. Potok se z části nachází v přírodní rezervaci Bartošovický luh o rozloze 298,33 ha ležící v Moravskoslezském kraji, okres Nový Jičín, mezi obcemi Bartošovice, Hukovice a Kunín. Jedná se o území spravované AOPK ČR – Správa CHKO Poodří. Důvodem k ochraně oblasti je výskyt významných ekosystémů Pooderského bioregionu. V rezervaci se nachází Horní Bartošovický rybník s přilehlými rákosinami, část řeky Odry, lužní a mezofilní lesní porosty a aluviální louky. Toto prostředí je dobrým úkrytem mnoha ohroženým i ostatním druhům. Mezi ptáky, kteří zde žijí, patří volavka popelavá, potápka roháč, bukač velký, lžičák pestrý, čírka modrá, chřástal vodní, rákosník velký i zpěvný, moudivláček lužní, strnad rákosní, zrzohlávka rudozobá, lžičák pestrý, polák velký i chocholačka, kormorán velký a mnoho dalších. Z dravých ptáků se zde nachází včelojed lesní či orel křiklavý. Dále v rezervaci žije mnoho obojživelníků, jako čolek obecný, různé druhy tzv. hnědých a zelených skokanů (skokan hnědý, skokan štíhlý, skokan ostronosý, skokan zelený, skokan skřehotavý), rosnička zelená, ropucha obecná a ropucha zelená. Rybník pak poskytuje prostor vodním rostlinám, jako je nepukalka plovoucí, rdesno obojživelné, břehová žebratka bahenní nebo také masožravá bublinatka obecná. Dřeviny této oblasti jsou především habr obecný, dub letní, lípa srdčitá, líska obecná či ovocné stromy, které se nachází v sadových částech rezervace, ale i samostatně stojící (Přírodní rezervace Bartošovický luh, nevedeno).

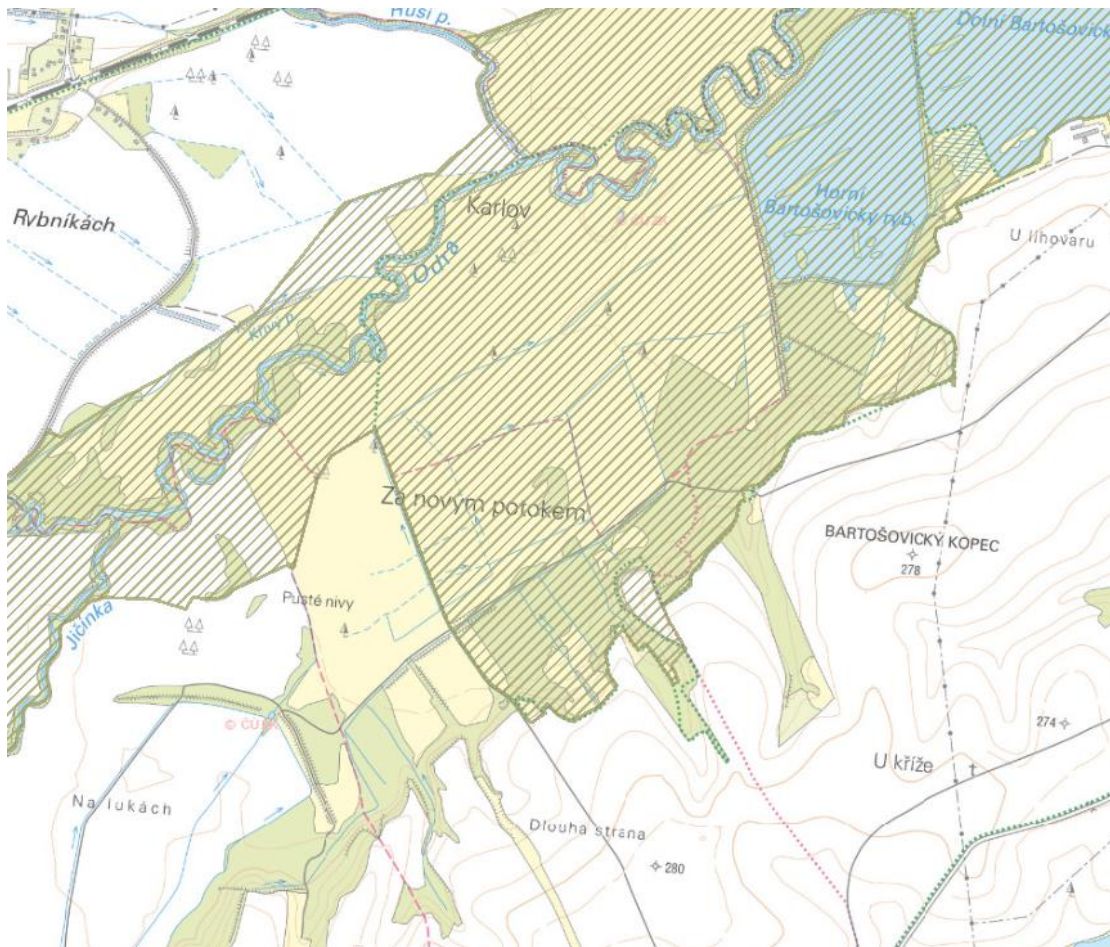
Rezervace je součástí nadregionálního biocentra Oderská niva a součástí mokřadů mezinárodního významu, který vyplývá z Úmluvy o mokřadech (Ramsarská úmluva) (Přírodní rezervace Bartošovický luh, nevedeno).



Obrázek 5 Umístění Liščího potoka (Mapy.cz, 2021)



Obrázek 6 Bartošovický luh (Mapy.cz, 2021)



Obrázek 7 Nadregionální biocentrum (MapoMat, 2021)

Podle analýzy z roku 2012 se zemědělská exploatace nevyhnula ani této oblasti. Nivní louky zde v 70. a 80. letech byly využívány pro pěstování vysokoprodukčních druhů trav. Pro intenzivní produkci byla používána průmyslová i statková hnojiva. Louky se kosily 3x ročně a produkce travních hmot se zvýšila oproti 60. létům 2,5x. V současné době se podle analýzy zemědělské obhospodařování zmírnilo, louky jsou však nadále sečeny nevhodným způsobem, a to celoplošně ve stejnou dobu, což znemožňuje vyhnízdění ptáků a škodí mnoha bezobratlým živočichům, především motýlům, kteří se v této oblasti dříve hojně vyskytovali.

Na území sice nejsou evidovány odvodňovací podzemní drenáže, avšak na území luk jsou vytvořeny menší odvodňovací kanály, které ústí do Liščího potoka. (Knoblová, 2012)

1. Základní údaje o toku

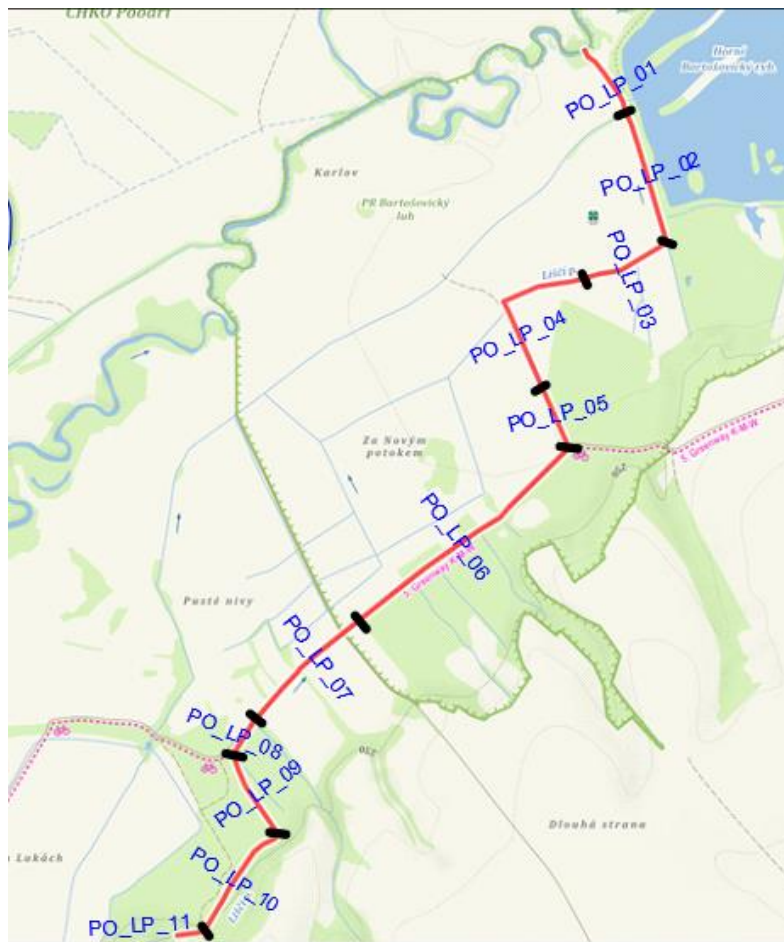
Informace ze serveru HEIS VÚV TGM:

Název:	Liščí potok
ID:	200970000100
Celková délka:	3,900 km
Recipient (ID):	Odra (200010000100)
Katastrální území:	Hladké Životice
Povodí:	Odry
Průtok:	$Q_a = 0,0427 \text{ m}^3/\text{s}$ (v ústí dle Krásy-ČVUT, 2010)
Nadmořská výška:	230–280 m n.m.

Vodní tok byl rozdělen na 11 úseků, jejichž ID se skládá z prvních dvou písmen označujících povodí Odry (PO), další dvě písmena označují název potoku Liščí potok (LP) a poslední dvě čísla označují pořadí úseku. Úsek PO_LP_01 je podle DIBAVOD podle typologie útvarů povrchových vod zařazen do skupiny 2-2-2-2, což dle metodiky HEM odpovídá skupině středních toků v pahorkatinách TPA, všechny zbylé úseky spadají do skupiny 2-2-2-1, což odpovídá skupině malých toků na sedimentech PPS.

Za referenční stav je považována řeka Odra protékající touto oblastí, mapy II. vojenského mapování chybí. Charakter trasy odpovídá meandrovitému toku.

Úseky jsou definovány souřadnicemi S-JTSK v příloze.



Obrázek 8 Rozdělení úseků ((Mapy.cz, 2021); editace: Markéta Blatecká)

2. Vyhodnocení úseků

Vodní tok byl rozdělen na 11 úseků, monitoring proběhl terénním průzkumem s podporou distančních map. Využita byla ortofotomapa a katastrální mapa ČÚZK.

2.1. Úsek PO_LP_01

Délka (m)	229
Typ útvaru	TPA
Tvar údolí	asymetrický
HMK	3.01

Tabulka 3 Údaje o úseku PO_LP_01

TRA	VSK	VHL	VHP	DNS	UDN	MDK	STD	PRO	OHR	PPK	UBR	BVG	VPZ	VNI	PIN	BMK
5	3	5	4	2	1	3	2	1	3	5	1	4	1	1	5	2

Tabulka 4 Vyhodnocení úseku PO_LP_01

Úsek 1 je ústí do řeky Odry a nachází se v Bartošovickém luhu vedle Horního Bartošovického rybníka. Zároveň do tohoto úseku ústí tok odvodňující část mokřadů a zemědělskou oblast mimo rezervaci. Na toku se nachází soustava stavítek, která jsou sestavená z dřevěných tabulí, jedno stavítko je umístěno napříč a jedno na boční straně toku, při zahrazení se voda vzdouvá a Bartošovický rybník je tak napájen. Dále se zde nachází provizorní mostek v dezolátním stavu. Kolem je sutina, na které roste ruderalní společenstvo. Koryto je lichoběžníkového tvaru s méně variabilní šířkou. V dolní části úseku před napojením na Odru je potok klikatý a značně zahlobený (2–4 m), ale převládá přímá trasa. Koryto je uměle zahlobeno, dno je z větší části nížce variabilní, především bahnité, ale není nijak opevněné, stejně jako břehy. Struktury dna většinou nejsou pozorovány, za stavidlem se nachází část s charakterem tůně. Břehy jsou spíše bez vegetace, občas zatravněné, na pravé straně břehu se nachází les, hráz rybníka a rybník samotný, po levé straně pak trvalý travní porost. Nenachází se zde žádná cesta. Břehy jsou v dolní části s nátržemi. Úsek byl zařazen do 3. kategorie morfologického stavu.



Obrázek 9 PO_LP_01 Koryto (Z: M.B.)



Obrázek 10 PO_LP_01 Stavidlo (Z: M.B.)



Obrázek 11 PO_LP_01 Tůň (Z: M.B.)



Obrázek 12 PO_LP_01 Koryto a okolí (Z: M.B.)

2.2. Úsek PO_LP_02

Délka (m)	416
Typ útvaru	PPS
Tvar údolí	asymetrický
HMK	2.78

Tabulka 5 Údaje o úseku PO_LP_02

TRA	VSK	VHL	VHP	DNS	UDN	MDK	STD	PRO	OHR	PPK	UBR	BVG	VPZ	VNI	PIN	BMK
5	3	5	5	3	1	1	3	2	1	1	1	4	1	1	5	4

Tabulka 6 Vyhodnocení úseku PO_LP_02

Druhý úsek je velmi podobný úseku prvnímu, rovněž leží v oblasti rezervace vedle rybníku, má ale jiné zařazení skupiny toků. Trasa je přímá, Variabilita šířky koryta je nízká, stejně jako variabilita hloubek v podélném i příčném směru. Dno je bahnité a neopevněné, objevuje se zde mrtvé dřevo a fluviální lavice. Tok je klidný, beze změn a bez překážek v korytě. Břehy nejsou opevněné, na levé straně často bez vegetace nebo porostlé trávobylinnou vegetací, pravý břeh je porostlý stromy. Na pravé straně toku pokračuje hráz a rybník, levá strana zůstává jako u prvního úseku porostlá travnatou loukou. Břeh nevykazuje poruchy stability. Tok je zařazen do kategorie 3.



Obrázek 13 PO_LP_02 Koryto toku 1 (Z: M.B.)



Obrázek 14 PO_LP_02 Koryto toku 2 (Z: M.B.)



Obrázek 15 PO_LP_02 Mrtvé dřevo v korytě (Z: M.B.)

2.3. Úsek PO_LP_03

Délka (m)	305
Typ útvaru	PPS
Tvar údolí	plochý
HMK	2.61

Tabulka 7 Údaje o úseku PO_LP_03

TRA	VSK	VHL	VHP	DNS	UDN	MDK	STD	PRO	OHR	PPK	UBR	BVG	VPZ	VNI	PIN	BMK
5	3	5	4	3	1	3	2	2	1	1	1	4	1	1	1	4

Tabulka 8 Vyhodnocení úseku PO_LP_03

Třetí úsek je přímý, potok je stále v oblasti rezervace, z obou stran obklopen loukami. Variabilita šířky koryta je opět nízká, stejně jako variabilita podélného a příčného profilu. Břehy jsou porostlé travinami, vodní traviny rostou i ve dně. Po pravé straně se nacházejí stromy vysázené v pravidelných vzdálenostech. Dno je bahnité a stejně jako břehy neopevněné. Proud je klidný, objevují se ostrovy a lavice. Hydrologický režim není ovlivněn, nejsou zde žádné překážky v nivě ani v toku. Poruchy stability břehu se příliš nevyskytují. Tok je zařazen do kategorie 3.



Obrázek 16 PO_LP_03 Doprovodná vegetace (Z: M.B.)



Obrázek 17 PO_LP_03 Koryto 1 (Z: M.B.)



Obrázek 18 PO_LP_03 Koryto 2 (Z: M.B.)

2.4. Úsek PO_LP_04

Délka (m)	524
Typ útvaru	PPS
Tvar údolí	plochý
HMK	3.19

Tabulka 9 Údaje o úseku PO_LP_04

TRA	VSK	VHL	VHP	DNS	UDN	MDK	STD	PRO	OHR	PPK	UBR	BVG	VPZ	VNI	PIN	BMK
5	3	5	5	2	4	3	1	2	1	5	1	4	1	1	1	2

Tabulka 10 Vyhodnocení úseku PO_LP_04

Čtvrtý úsek je přímý a protéká rezervací. Šířka břehu je pravidelná, zahloubení se mění jen mírně, variabilita hloubek příčného profilu je nízká. Dno a břehy jsou neopevněné, břehy jsou porostlé trávami, které se vyskytují i ve dně. V dolní části toku se nachází propustek. V okolí se nachází pouze louky, v části údolní nivy je les, v příbřežní zóně se však stromy objevují jen naprosto ojediněle. Břehy jsou poměrně stabilní. V této oblasti se nachází velké množství skokanů. Tok je zařazen do kategorie 3.



Obrázek 19 PO_LP_04 Koryto 1 (Z: M.B.)



Obrázek 20 PO_LP_04 Okolí (Z: M.B.)



Obrázek 21 PO_LP_04 Koryto 2

2.5. Úsek PO_LP_05

Délka (m)	212
Typ útvaru	PPS
Tvar údolí	ploché
HMK	2.65

Tabulka 11 Údaje o úseku PO_LP_05

TRA	VSK	VHL	VHP	DNS	UDN	MDK	STD	PRO	OHR	PPK	UBR	BVG	VPZ	VNI	PIN	BMK
5	3	5	5	2	1	3	3	2	1	1	1	4	1	1	1	4

Tabulka 12 Vyhodnocení úseku PO_LP_05

Pátý úsek, který je rovněž přímý a který rovněž protéká rezervací, začíná za propustkem. Koryto je nízce variabilní po všech stránkách. Po levé straně se nachází louka, po pravé přirozený les. Dno je bahnité, žádná opevnění v celém korytě. Tok je zařazen do kategorie 3.



Obrázek 22 PO_LP_05 Zatrubnění toku (Z: M.B.)



Obrázek 23 PO_LP_05 Koryto 1 (Z: M.B.)



Obrázek 24 PO_LP_05 Koryto 2 (Z: M.B.)

Obrázek 25 PO_LP_05 Koryto 3 (Z: M.B.)

2.6. Úsek PO_LP_06

Délka (m)	821
Typ útvaru	PPS
Tvar údolí	ploché
HMK	3.20

Tabulka 13 Údaje o úseku PO_LP_06

TRA	VSK	VHL	VHP	DNS	UDN	MDK	STD	PRO	OHR	PPK	UBR	BVG	VPZ	VNI	PIN	BMK
5	1	5	5	2	4	1	3	2	1	5	1	4	1	1	1	3

Tabulka 14 Vyhodnocení úseku PO_LP_06

Šestý úsek je posledním úsekem v rezervaci Bartošovický luh. Na trase se nachází několik malých přítoků potůčku pramenících nad údolím. Trasa koryta je přímá, šířka je proměnlivá, zahloubení je přibližně stejné v celém úseku. Dno je bahnitě a stejně jako břehy neopevněné. Nachází se zde množství mrtvého dřeva v korytě, situovány jsou zde 4 propustky, tyto zatrubněné úseky jsou však migračně průchodné. Na levém břehu se střídají přerušované pásy vegetace, travnaté břehy a lesem porostlé části, na pravé straně se nachází přirozený les. Tok je znečištěn odpadky. Podél levého břehu vede cyklotrasa, ta je však v úrovni terénu a nebrání rozlití. Tok je zařazen do kategorie 3.



Obrázek 26 PO_LP_06 Dřevo v korytě (Z: M.B.)

Obrázek 27 PO_LP_06 Koryto 1 (Z: M.B.)



Obrázek 28 PO_LP_06 Koryto 2 (Z: M.B.)

2.7. Úsek PO_LP_07

Délka (m)	369
Typ útvaru	PPS
Tvar údolí	plochý
HMK	3.16

Tabulka 15 Údaje o úseku PO_LP_07

TRA	VSK	VHL	VHP	DNS	UDN	MDK	STD	PRO	OHR	PPK	UBR	BVG	VPZ	VNI	PIN	BMK
5	3	5	5	3	4	1	2	2	1	5	1	3	1	1	1	2

Tabulka 16 Vyhodnocení úseku PO_LP_07

Sedmý, přímý úsek už teče mimo rezervaci. Nachází se zde dřevěná lávka a dva propustky, ty jsou opět migračně průchodné. Variabilita šířky koryta je malá, stejně jako hloubky příčného profilu. Dno je tvořeno bahnem. Na pravé straně břehu se nachází liniová vegetace, na levém břehu jsou přerušované pásy vegetace. V okolí se nachází menší část lesu, ale především louky. Cyklostezka vede i okolo tohoto úseku. Tok je zařazen do kategorie 3.



Obrázek 29 PO_LP_07 Most (Z: M.B.)



Obrázek 30 PO_LP_07 Koryto 1 (Z: M.B.)



Obrázek 31 PO_LP_07 Koryto 2 (Z: M.B.)



Obrázek 32 PO_LP_07 Koryto 3 (Z: M.B.)

2.8. Úsek PO_LP_08

Délka (m)	194
Typ útvaru	PPS
Tvar údolí	plochý
HMK	2.75

Tabulka 17 Údaje o úseku PO_LP_08

TRA	VSK	VHL	VHP	DNS	UDN	MDK	STD	PRO	OHR	PPK	UBR	BVG	VPZ	VNI	PIN	BMK
5	2	5	5	2	1	1	3	2	1	3	1	3	1	1	1	3

Tabulka 18 Vyhodnocení úseku PO_LP_08

Osmý úsek je podobný sedmému. Je přímý, má malou variabilitu ve všech ohledech, není opevněn, břehy jsou oseté liniovou vegetací či přerušovanými pásy. V okolí jsou travnaté louky. V úseku se nachází jakási zničená konstrukce, je považována za stupeň. Tato překážka byla využita populací ropuch jako prostor pro množení a kladení vajíček. Okolo vede cyklotrasa. Tok je zařazen do kategorie 3.



Obrázek 33 PO_LP_08 Zničená konstrukce (Z: M.B.)



Obrázek 34 PO_LP_08 Koryto 1 (Z: M.B.)



Obrázek 35 PO_LP_08 Koryto 2 (Z: M.B.)

2.9. Úsek PO_LP_09

Délka (m)	280
Typ útvaru	PPS
Tvar údolí	plochý
HMK	2.55

Tabulka 19 Údaje o úseku PO_LP_09

TRA	VSK	VHL	VHP	DNS	UDN	MDK	STD	PRO	OHR	PPK	UBR	BVG	VPZ	VNI	PIN	BMK
5	1	5	5	2	1	1	2	2	1	1	1	4	1	3	1	1

Tabulka 20 Vyhodnocení úseku PO_LP_09

Tento, devátý úsek je přímý. Velice splývá s přítokem z pramene studánky U Svaté. V tomto úseku je koryto více variabilní, co se týče šířky. Dno je bahnité, nejsou zde žádné stabilizační prvky, velmi časté jsou nátrže. Břežky a okolí jsou osázené travinami a lesním porostem. Tok je zařazen do kategorie 3.



Obrázek 36 PO_LP_09 Koryto 1 (Z: M.B.)



Obrázek 37 PO_LP_09 Koryto 2 (Z: M.B.)



Obrázek 38 PO_LP_09 Dřevo v korytě (Z: M.B.)

2.10. Úsek PO_LP_10

Délka (m)	371
Typ útvaru	PPS
Tvar údolí	plochý
HMK	1.44

Tabulka 21 Údaje o úseku PO_LP_10

TRA	VSK	VHL	VHP	DNS	UDN	MDK	STD	PRO	OHR	PPK	UBR	BVG	VPZ	VNI	PIN	BMK
1	1	3	2	1	1	1	2	2	1	1	1	3	1	3	1	3

Tabulka 22 Vyhodnocení úseku PO_LP_10

Desátý úsek je úsekem zdaleka nejpřírodnějším, tok je zde divočící, smáčí celé území a vytváří zde močálové prostředí, po pravé straně je přirozený les, po levé straně vede nezpevněná cesta s trávnatým porostem. Nachází se zde mnoho mrtvého dřeva. Materiál je rozmanitý. V okolí se rozprostírají další močály, které poskytují útočiště žábám. Nikde nejsou známky antropogenních zásahů. Tok je zařazen do kategorie 1.



Obrázek 39 PO_LP_10 Koryto 1 (Z: M.B.)

Obrázek 40 PO_LP_10 Koryto 2 (Z: M.B.)



Obrázek 41 PO_LP_10 Divočící tok (Z: M.B.)

Obrázek 42 PO_LP_10 Rašeliniště (Z: M.B.)



Obrázek 43 PO_LP_10 Koryto 3 (Z: M.B.)

Obrázek 44 PO_LP_10 Okolí (Z: M.B.)

2.11. Úsek PO_LP_11

Délka (m)	150
Typ útvaru	PPS
Tvar údolí	plochý
HMK	2.75

Tabulka 23 Údaje o úseku PO_LP_11

TRA	VSK	VHL	VHP	DNS	UDN	MDK	STD	PRO	OHR	PPK	UBR	BVG	VPZ	VNI	PIN	BMK
5	1	5	1	2	2	1	2	2	1	2	1	4	1	4	1	2

Tabulka 24 Vyhodnocení úseku PO_LP_11

Poslední úsek je pramenným úsekem, podle centrální evidence vodních toků (CEVT) i podle digitální báze vodohospodářských dat (DIBAVOD) se pramen nacházel na jiném místě. Úplný počátek se však nepovedlo zmapovat, protože se nacházel na oploceném pozemku Veterinární univerzity Brno. Přibližná situace je na obrázku. V tomto úseku jsou zbytky po opevnění, variabilita šířky, zahloubení ve směru příčném i podélném je variabilní. Nachází se zde mrtvé dřevo a nízký stupeň. Po pravé straně se nachází les, po levé straně bezprostředně u břehu pouze trávobylinná vegetace, pak také les, část vzdálenější údolní nivy je využívána zemědělsky. Tok je zařazen do kategorie 3.

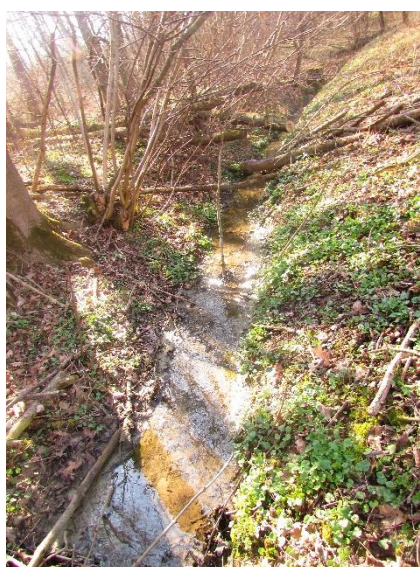


Obrázek 45 Skutečné umístění pramene ((Mapy.cz, 2018); editace: Markéta Blatecká)



Obrázek 46 PO_LP_11 Zbytky opevnění (Z: M.B.)

Obrázek 47 PO_LP_11 Mrtvé dřevo v korytě (Z: M.B.)



Obrázek 48 PO_LP_11 Koryto (Z: M.B.)

3. Vyhodnocení vodního toku

Téměř všechny úseky se zařadily do kategorie 3. Jen 10. úsek byl zařazen do kategorie 1. Hydromorfologická kvalita celého útvaru vyšla 2.81, útvár je tedy v kategorii 3 – středně modifikovaný vodní tok.

HMS=	2.81
------	------

Tabulka 25 Hydromorfologický stav vodního toku; Zdroj: Markéta Blatecká

	PO_LP_01	PO_LP_02	PO_LP_03	PO_LP_04	PO_LP_05	PO_LP_06	PO_LP_07	PO_LP_08	PO_LP_09	PO_LP_10	PO_LP_11
HMK	3.01	2.78	2.61	3.19	2.65	3.20	3.16	2.75	2.55	1.44	2.75
TRA	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5
VSK	3	3	3	3	3	1	3	2	1	1	1
VHL	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5
VHP	4	5	4	5	5	5	5	5	5	2	1
DNS	2	3	3	2	2	2	3	2	2	1	2
UDN	1	1	1	4	1	4	4	1	1	1	2
MDK	3	1	3	3	3	1	1	1	1	1	1
STD	2	3	2	1	3	3	2	3	2	2	2
PRO	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
OHR	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PPK	5	1	1	5	1	5	5	3	1	1	2
UBR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
BVG	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4
VPZ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
VNI	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4
PIN	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
BMK	2	4	4	2	4	3	2	3	1	3	2

Tabulka 26 Vyhodnocení celého vodního útvar; Zdroj: Markéta Blatecká

Nejzásadnějším problémem celého toku je jeho trasa, zahloubení, malá variabilita šířek koryta a poměrně velké množství propustků, které jsou četné zejména v 6. úseku. Tok vykazuje příznivé hodnoty, co se týče úpravy dna a břehů, nejsou zde totiž žádná opevnění ani jiné zásahy. S příznivým hodnocením se také setkáváme v souvislosti s využitím příbřežní zóny a údolní nivy, v případě Liščího potoka je výhodou okolní přírodní rezervace.

4. Návrh opatření

Pro návrh opatření se vodní tok rozdělil na 4 části. Pro revitalizační návrh bylo nutné provést výpočet průtoků a to pro Q_{30d} a Q_1 .

Dle Krásy byl proveden výpočet specifického odtoku z povodí podle vzorce:

$$q_a = 80,009 \cdot A^{-0,0068} \cdot P^{0,1226} \cdot T^{-0,1582} - 118,36$$

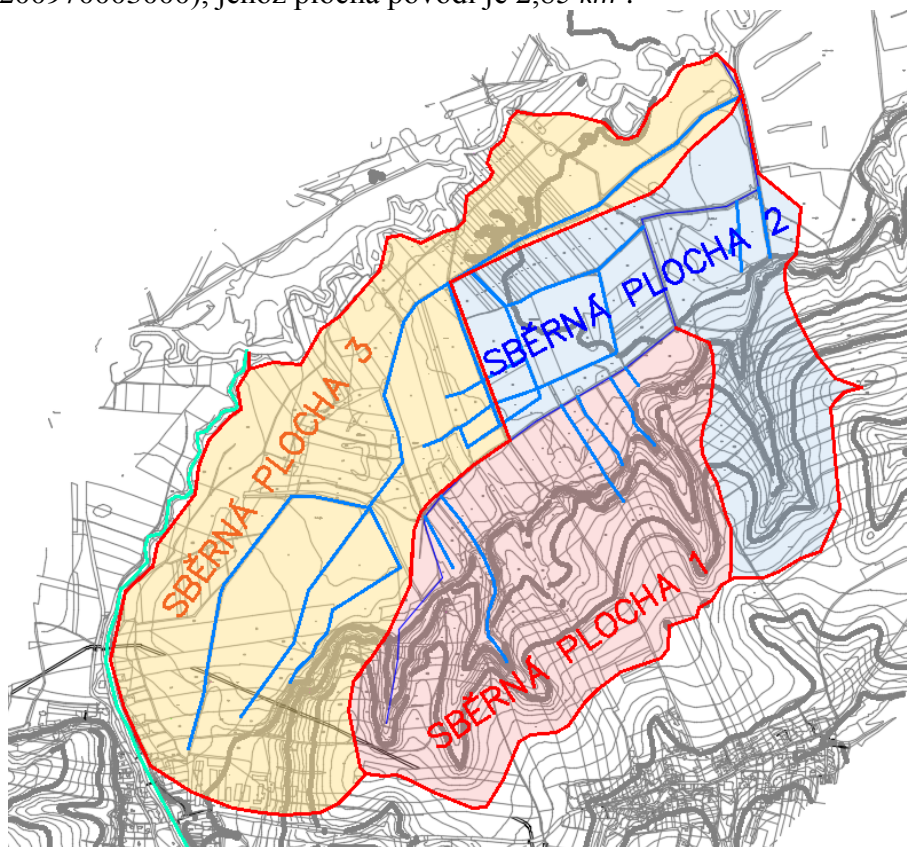
kde: q_a je specifický odtok z povodí ($l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$),
 A je plocha povodí (km^2),
 P je průměrný roční úhrn srážek (mm),
 T je průměrná roční teplota ($^{\circ}C$).

Rovnice 3 Specifický odtok z povodí; Krása (ČVUT;2010)

Průměrná roční teplota a průměrný roční úhrn srážek byly odvozeny ze statistických map ČHMÚ. Pro zkoumané území nabývá hodnot $P=870$ mm a $T=9,5$ °C. (Historická data - meteorologie a klimatologie, 2020)

Plocha povodí byla vypočtena v programu AutoCAD na základě vytvořeného povodí z vrstevnicového podkladu ZABAGED® - výškopis 3D vrstevnice.

Plocha povodí je pro liščí potok stanovena $3,52$ km². Na konci úseku do Liščího potoka ústí vodní tok (200970003000), jehož plocha povodí je $2,85$ km².



Obrázek 49 Plochy povodí

Poté byl na základě spec. odtoku vypočten dlouhodobý průměrný průtok Q_a pro jednotlivé úseky, podle vzorce:

$$Q_a = q_a \cdot F$$

Rovnice 4 Výpočet dlouhodobého průměrného průtoku

Kde: F je sběrná plocha povodí nad profilem

Sběrná plocha se mění podle úseků.

Výpočet třicetidenního průtoku pak proběhl na základě přibližného procentuálního rozdělení podle následující tabulky:

M	30	60	90	150	180	270	355	364
%Q_a	224	140	104	68	57	33	13	8

Rovnice 5 Procentuální rozdělení m-denních průtoků

Dále byl proveden výpočet stoletého průtoku podle Čerkašina:

$$Q_{100} = \frac{24,7 \cdot C_{obj} \cdot v^{2/3} \cdot P}{p \cdot \sqrt[3]{L^2}}$$

Rovnice 6 Výpočet stoletého průtoku

Kde: C_{obj} je objemový součinitel odtoku
 v je průměrná rychlost stékání vody v povodí v závislosti na % zalesnění
 P je plocha povodí
 L je délka údolnice
 p je koeficient tvaru povodí

Objemový součinitel byl odečten z mapy izolinií, průměrná rychlost stékání z grafu podle Čerkašina a koeficient tvaru povodí taktéž z grafu.

Stoletý průtok byl následně převeden pomocí součinitele α_N závisující na sklonu a zalesnění podle vzorce:

$$Q_N = Q_{100} \cdot \alpha_N$$

Rovnice 7 Výpočet čáry opakování

V tomto případě byl zvolen součinitel α_N podle Bratránka pro částečně zalesněná s mírnějšími sklony.

Pro ověření kapacity koryta byl zvolen výpočet podle Chezyho:

$$Q = vS = CS\sqrt{Ri_0}$$

Rovnice 8 Chezyho rovnice

Kde: C je Chezyho rychlostní součinitel
 S průtočná plocha koryta
 R omočený obvod
 i sklon trasy

Sklon trasy byl stanoven podle přibližné nadmořské výšky z digitálního modelu reliéfu 5. generace, dostupné ze serveru www.ags.cuzk.cz/av. Sklon je konstantní po celé délce revitalizovaných částí, jeho hodnota je 0.0008.

Pro výpočet Chezyho rychlostního součinitele se použila rovnice podle Manninga:

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$$

Rovnice 9 Manningova rovnice

Kde: R je omočený obvod
 n je drsnost koryta

4.1. Revitalizační úsek 1

Tento úsek zahrnuje části PO_LP_11, PO_LP_10 a PO_LP_09. Jak už bylo řečeno jedná se o pramennou část z velké části se nacházející na území Veterinární univerzity Brno, přičemž úsek

PO_LP_10 nevyžaduje žádné úpravy. Z těchto dvou hlavních důvodů nebude úsek revitalizován, uvažuje se pouze odstranění zbytků opevnění dna v úseku PO_LP_11.

4.2. Revitalizační úsek 2

$Q_a=$	17.55	$l.s^{-1}$
	0.018	$m^3.s^{-1}$

$F=$	1.944	km^2
$L=$	1.403	km
$Q_{30d}=$	0.039	$m^3.s^{-1}$
$Q_1=$	1.161	$m^3.s^{-1}$

Tabulka 27 Údaje o revitalizačním úseku 2

Tento úsek se z větší části nachází v samotné rezervaci. Okolo levého břehu koryta vede cyklotrasa, která je součástí cyklotrasy Greenway Krakov-Morava-Vídeň. Na pravém břehu se nachází lesy. V tomto úseku se navrhuje rozvlnit tok na původní trase, tak aby nebyla nijak ovlivněna cyklostezka a nemusely se kácet stromy na březích. V celém úseku dojde k zmírnění zahloubení. Koryto se skládá z kynety, která je navržena na průtok Q_{30d} a z pravobřežní bermy, která pomáhá provézt průtok Q_1 , tak aby byla cyklostezka méně ohrožována. Na začátku úseku v horní části při napojení na úsek 1 je navržena sedimentační tůň, která má za úkol zachytit plaveniny z revitalizačního úseku 1 a vyrovnat zahloubení. Na trase se pak nachází další 2 průtočné tůně. Dno a břehy budou doplněny menším množstvím štěrku a kamenů, toto rozmístění bude spíše nepravidelné. Břehy se zejména na levém straně doplní dřevinami, ve skupinkách, přerušovaných liniích či jen jako solitéry. Mezi doporučené dřeviny zapadající do místní vegetace patří zejména olše lepkavá, dub letní a jasan ztepilý.

V údolní nivě po levé straně toku byly navrženy 2 tůně, a to v místech odvodňovacích kanálů.

Všechny tůně jsou navrženy ve sklonu max 1:5, snahou je vytvořit, co největší plochu litorálního pásma s hloubkou do 0.5-0.6 m, ale zároveň vytvořit i část s větší hloubkou, vzhledem k tomu, že se jedná o menší tůně, je maximální hloubka přibližně do 1 m. Břehy tůní se osadí mokřadními rostlinami.

Všechny propustky v tomto úseku budou odstraněny, jedná se celkem o 5 propustků. Čtyři z nich budou nahrazeny brody, propustek v místě trasy cyklostezky bude nahrazen lávkou. Brody jsou navrženy v maximálním sklon 1:8, dno je opevněno kamenným pohozem.

Zásady navrhování tůní a brodů jsou uplatněny i v RÚ 3.

4.3. Revitalizační úsek 3

$Q_a=$	31.81	$l.s^{-1}$
	0.032	$m^3.s^{-1}$

$F=$	3.523951	km^2
$L=$	1.88	km
$Q_{30d}=$	0.071	$m^3.s^{-1}$

Tabulka 28 Údaje o revitalizačním úseku 3

Tento úsek se celý nachází v rezervaci Bartošovický luh. Vodní tok zde protéká mokřadními loukami. Navržená revitalizace spočívá především ve změně trasy koryta – vytvořily se nepravidelné meandry, které se snaží přiblížit tvaru koryta referenční Odry, oblouky však nejsou tak uzavřeny, koryto má možnost se samo dotvářet. Mimo změnu trasy se opět navrhuje zmírnění zahloubení koryta. Koryto je v tomto případě navrženo pouze na 30denní průtok, při větších průtocích se tok vylíje do okolních mokřadních luk. Dno je doplněno o šterk a kameny, opět nepravidelně. Břehy budou osázeny rákosinami a trávami, vysázeny budou nepravidelné skupinky a linie vrby křehké a vrby bílé. Část toku by měla zůstat osluněná. Takové řešení se z hlediska metodiky nemusí jevit nejlepší, ale v tomto místě žije mnoho skokanů, kterým vyhovuje slunnější stanoviště. Jsou zde navrženy i tůně. Dvě tůně jsou průtočné. Další tůně jsou navrženy okolo břehu v mokřadních loukách nebo v místě starého koryta.

V případě 2. a 3. revitalizačního úseku dochází k zasypávání starého koryta nebo alespoň částečné zasypávání. Nepředpokládá se, že zemina z nového koryta bude objemově stačit, protože je žádoucí budování tůní, které mohou tento objem vyrovnat.

4.4. Revitalizační úsek 4

$Q_a=$	52.85489	$l.s^{-1}$
	0.052855	$m^3.s^{-1}$

$F=$	8.318	km^2
$L=$	0.224	km
$Q_{30d}=$	0.118	$m^3.s^{-1}$
$Q_1=$	1.774	$m^3.s^{-1}$

Tabulka 29 Údaje o revitalizačním úseku 4

Poslední úsek je nejkratší, jeho začátek je před přítokem vodního toku 200970003000. Na tomto úseku se nachází stavidlový systém pro napouštění rybníku a taky zde Liščí potok ústí do Odry. Pro tyto okolnosti nebude úsek příliš revitalizován, navrhuje se případně rozvlnění trasy. Zahloubení zůstane stejné, aby se nemusel upravovat nátok do rybníků a také aby došlo k plynulému napojení na řeku Odru. V začátku úseku tedy bude navržen kamenitý skluz pro vyrovnání dna. Břehy budou doplněny o liniovou vegetaci a doplnění substrátu.

V rámci návrhu revitalizace jsou zpracovány výkresy, které se nachází v přílohách. Jedná se celkem o šest výkresů:

- Situační výkresy
- Detail trasy
- Vzorový řez korytem a brodem v RÚ 2
- Vzorový řez korytem a brodem v RÚ 3
- Vzorový výkres tůně
- Lávka

5. Zhodnocení hydromorfologické kvality toku po revitalizaci

Po navržených opatřeních bylo provedeno nové vyhodnocení hydromorfologických ukazatelů. Některé ukazatele nebylo možné zhodnotit, především ukazatele související se splaveninovým režimem nebo se stabilitou břehů, v těchto případech byly ponechány původní hodnoty. Dále byly ponechány hodnoty mrtvého dřeva v korytě a hrubý odhad nastal i v případě variability hloubek v příčném profilu.

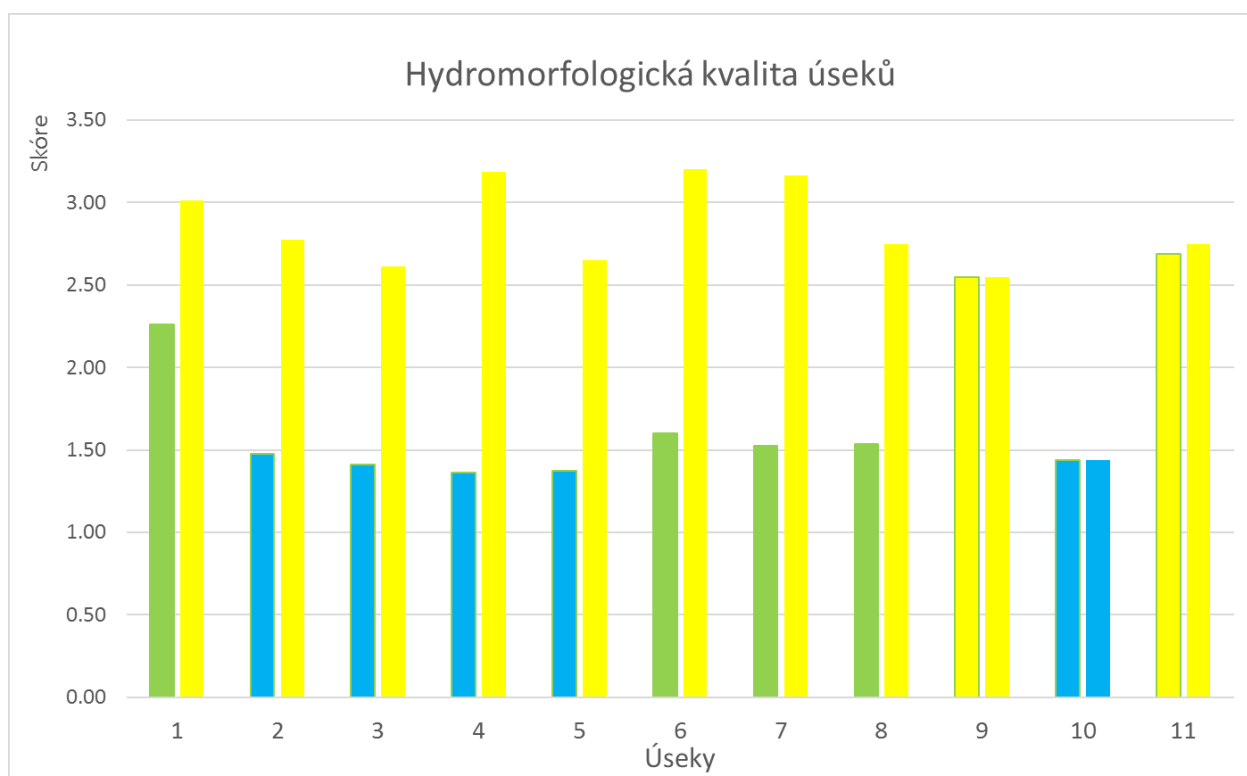
Vodní tok byl po úpravách zařazen do kategorie 2. U čtyř úseků došlo ke zlepšení o dvě kategorie, vykazují kvalitu toků v kategorii 1. První úsek se díky výsadbě vegetace a doplnění substrátu zařadil do kategorie 2. Poslední tři úseky nebyly revitalizovány, a proto zůstaly ve stejné kategorii. Pro názornost je přiložen i graf porovnávající úseky před a po revitalizaci.

HMS= 1.62

Tabulka 30 Hydromorfologický stav vodního toku

	PO_LP_01	PO_LP_02	PO_LP_03	PO_LP_04	PO_LP_05	PO_LP_06	PO_LP_07	PO_LP_08	PO_LP_09	PO_LP_10	PO_LP_11
HMK	2.26	1.48	1.41	1.36	1.38	1.60	1.53	1.54	2.55	1.44	2.69
TRA	2	1	1	1	1	2	2	2	5	1	5
VSK	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
VHL	5	1	1	1	1	1	1	1	5	3	5
VHP	4	2	2	2	2	2	2	2	5	2	1
DNS	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
UDN	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1
MDK	3	1	3	3	3	1	1	1	1	1	1
STD	2	3	2	1	3	3	2	3	2	2	2
PRO	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
OHR	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PPK	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
UBR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
BVG	2	2	4	4	2	2	2	2	4	3	4
VPZ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
VNI	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4
PIN	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
BMK	2	4	4	2	4	3	2	3	1	3	2

Tabulka 31 Vyhodnocení celého vodního útvar; Zdroj: Markéta Blatecká



Graf 1 Srovnání hydromorfologické kvality úseků před a po revitalizaci; Zdroj: Markéta Blatecká.

Závěr

V teoretické části práce bylo přiblíženo vymezení typů koryt, tras a vodních toků. Často byl zmiňován splaveninový režim a erozně-sedimentační procesy jako zásadní charakteristika toku. V rámci charakterizování vodního toku se blíže vymeziply malé vodní toky, jejich vlastnosti a jaký se k nim zaujímá přístup.

Byl zhodnocen stav vodních toků v souvislosti s historickými úpravami. V rámci vlastního obohacení jsem se seznámila se socialistickou propagandou přetváření krajiny z autentických videozáznamů, ale bohužel i z odborných publikací.

Byl popsán přístup k revitalizacím v postupu času, a především přístup k revitalizacím v dnešní době. Jako doprovod revitalizací se charakterizovaly tůně, mokřady a bylo popsáno, jak přistupovat k jejich navrhování, budování a údržbě. Zmíněna byla taktéž revitalizace v zahraničí i s příkladem revitalizace německé řeky Emscher.

Práce popsala význam vegetace, její funkce a souvislost s územním systémem ekologické stability v rámci, kterého byly vymezeny základní pojmy.

Dále se přiblížila problematika legislativy, možnosti čerpání dotací, Rámcové směrnice a v neposlední řadě samotného monitoringu. Byla vymezeny jeho části a podrobně se práce zaměřila na ekologický stav, konkrétně hydromorfologický stav toku. Mimo metodiku HEM byly uvedeny i jiné metodiky sloužící k hodnocení stavu vodního toku.

Metodika HEM byla podrobně popsána, jak část zaměřující se na monitoring, tak část s návodem na vyhodnocení hydromorfologické kvality.

V praktické části byla popsána zájmová oblast, její význam pro přírodní ekosystémy i antropogenní zásahy, které ji ovlivnily. Vodní tok byl rozdělen na úseky, které byly následně popsány a zhodnoceny na základě terénního průzkumu. Po vyhodnocení celkové morfologické kvality vodního toku se zhodnotily zásadní problémy oblasti a byla navržena patřičná revitalizační opatření. Byly zhotoveny výstupy těchto ideových návrhů a tok byl znovu vyhodnocen dle metodiky. Zdá se, že opatření by mohla pomoci docílit požadovaného hydromorfologického stavu v kategorii 2 – slabě modifikovaný. Jedná se však spíše o odhad, zhodnocení by bylo průkazné, kdyby proběhlo pár let po realizaci, mohli bychom tak lépe vidět, jestli opatření byla zacílena správně. Mnoho ukazatelů se odvíjí právě od sedimentačně – erozních procesů, zároveň zde mají velký vliv větší průtoky.

Cíle práce považuji za splněné. Ideový návrh byl proveden s ohledem na obnovení mokřadních ploch Bartošovického luhu, zároveň však byly uvažovány socio-ekonomické okolnosti.

Použité publikace

ČESKÁ REPUBLIKA, neuvědno. *Metodika: odboru ochrany vod, která stanovuje postup hodnocení vlivů opatření na vodních tocích a nivách na hydromorfologický stav vod*. In: . neuvědno: Ministerstvo životního prostředí, neuvědno, číslo 13885. Dostupné také z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/vodni_tok/\\$FILE/OOOPK_Zjednodusena_metodika_PPO_PBO_20161012.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/vodni_tok/$FILE/OOOPK_Zjednodusena_metodika_PPO_PBO_20161012.pdf)

JUST, Ing., DrSc., MATOUŠEK, Ing. DUŠEK, Mgr. FISCHER a Mgr. KARLÍK, 2005. *Vodohospodářské revitalizace: a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. 2005. Praha: Český svaz ochránců přírody :Ministerstvo životního prostředí :Ekologické služby. ISBN 80-239-6351-1.

JUST, Ing. Tomáš, Ing. ŠÁMAL, Ing. DUŠEK, Mgr. FISCHER, Mgr. KARLÍK a RNDr. PYKAL, 2003. *Revitalizace vodního prostředí: všem, kteří si přejí udělat z příkopů a kanálů zase potoky a řeky*. Neuvědno. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. ISBN 80-86064-72-7.

JŮVA, Karel, Václav TLAPÁK a Antonín HRABAL, 1984. *Malé vodní toky*. První. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. ISBN 07-020-84.

KNOBLOVÁ, Ivana, 2012. *Bartošovický luh: Plán péče o přírodní rezervaci Bartošovický luh*. Studénka.

LANGHAMMER, PH.D., doc. RNDr. Jakub a RNDr. Filip HARTVICH, PH.D., 2014. *HEM 2014: Metodika typově specifického hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků*. Praha.

LANGHAMMER, PH.D., doc. RNDr. Jakub, 2014. *HEM 2014: Metodika monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků*. Praha.

LÖW, Jiří, 1995. *Rukověť projektanta místního územního systému ekologické stability*. 1. Brno: Doplněk. ISBN 80-85765-55-1.

MATOUŠKOVÁ, Milada, 2008. *Ekohydrologický monitoring vodních toků: v kontextu evropské Rámcové směrnice o vodní politice 2000/60/ES*. První. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta. ISBN 978-80-86561-54-7.

Metodika monitoringu a vyhodnocení aktuálního stavu hydromorfologie vodních toků včetně návrhů opatření k dosažení dobrého ekologického stavu, DocPlayer. In: *DocPlayer* [online]. neuvědno: SINDLAR [cit. 2021-03-06]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/9397952-Metodika-monitoringu-a-vyhodnoceni-aktualniho-stavu-hydromorfologie-vodnich-toku-vcetne-navrhu-opatreni-k-dosazeni-dobreho-ekologickeho-stavu.html>

Metodiky k hodnocení stavu vod [online], neuvědno. Praha: Ministerstvo životního prostředí [cit. 2021-05-17]. Dostupné z: [metodiky_hodnoceni_stavu_vod](#)

MÜHLMANN, Helena, 2015. *Leitfaden zur hydromorphologischen Zustandserhebung von Fließgewässern*. 2013. Wien: Richild Mauthner-Weber. ISBN 978-3-85174-067-7.

SINDLAR [online], nevedeno. Hradec Králové: SINDLAR [cit. 2021-03-06]. Dostupné z: www.sindlar.cz

SZOSZKIEWICZ, Krzysztof, Szymon JUSIK, Mariusz ADYNKIEWICZ-PIRAGAS et al., 2017. *Podrecznik oceny wod plynacych w oparciu o hydromorfologiczny indeks rzeczny*. 2017. Warszawa: Szyonom Jusik. ISBN 978-83-61227-89-2.

ŠLEZINGR, doc.Ing.Dr.Miloslav a doc.Ing.Luboš ÚRADNÍČEK, 2009. *Vegetační doprovod vodních toků*. První. Brno: Ediční středisko MZLU. ISBN 978-80-7375-349-8.

VALLENTIN, Daniel a Hanna SCHECK, 2013. *Emscher 3.0: on the way to blue infrastructures*. První. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima. ISBN 978-3-86206-244-7.

VRÁNA, CSc., Ing. DOSTÁL, CSc., GERGEL, RNDr. KENDER a CSc., ZUNA, 2004. *Revitalizace malých vodních toků*. 2004. Praha: Consult Praha 2004. ISBN 80-902132-9-4.

VRÁNA, Karel a Michaela VEJVALKOVÁ, 2015. Vývoj oboru revitalizace drobných vodních toků. *Fórum ochrany přírody* [online]. Praha: Fórum ochrany přírody, **2015**(3), 4 [cit. 2021-05-15]. ISSN 2663-5056. Dostupné z:

<http://www.casopis.forumochranyprirody.cz/magazin/analyzy-komentare/vyvoj-oboru-revitalizace-drobnych-vodnich-toku>

Použitá legislativa

ČESKÁ REPUBLIKA, 1992. Zákon č. 114/1992 Sb.: Zákon České národní rady o ochraně přírody a krajiny. In: *114/1992*. Praha: Parlament ČR, ročník 1992, částka 28, číslo 1992.

ČESKÁ REPUBLIKA, 1992. Vyhláška č. 395/1992 Sb.: Vyhláška ministerstva životního prostředí České republiky, kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. In: *395/1992*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, ročník 1992, 80/1992, číslo 395.

ČESKÁ REPUBLIKA, 2012. Vyhláška č. 178/2012 Sb.: kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků. In: *178/12*. Praha: Ministerstvo zemědělství, ročník 2012, částka 62, číslo 178.

Rámcový program monitoringu, 2018. In: . Praha: Ministerstvo životního prostředí a Ministerstvo zemědělství, ročník 2018, MZP/2018/740/1139 59436/2018-MZE-15121.

Vyhláška č. 98/2011 Sb.: § 5, 2011. In: . nevedeno: Ministerstvo životního prostředí a Ministerstvo zemědělství, ročník 2011, 20/2004 Sb. a 150/2010 Sb

Použité internetové zdroje

Aktuální monitorovací programy v ČR [online], nevedeno. Praha: Ministerstvo životního prostředí [cit. 2021-02-18]. Dostupné z:

https://www.mzp.cz/cz/aktualni_monitorovaci_programy_v_cr

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) [online], nevedeno. Koblenz:

Bundesanstalt für Gewässerkunde Koblenz [cit. 2021-03-06]. Dostupné z:

<https://www.lawa.de/Startseite-358.html>

Dotační programy podporující péči o přírodu a krajinu AOPK ČR [online], 2021. Praha:

Agentura ochrany přírody a krajiny ČR [cit. 2021-05-21]. Dostupné z:

<http://www.dotace.nature.cz/>

DUBOVSKÁ, Ing. Veronika, 2017. ÚZEMNÍ SYSTÉM EKOLOGICKÉ STABILITY. In: *Národní park Podyjí* [online]. Znojmo: Správa Národního parku Podyjí [cit. 2021-05-15].

Dostupné z: <https://www.nppodyji.cz/uses>

FISCHER, Mgr. David, nevedeno. O mokřadech a tůních: Tůně, jejich vznik, význam, ohrožení a ochrana. In: *Cesty venkova* [online]. Nečín: Místo pro život DP [cit. 2021-05-14].

Dostupné z: <http://www.cestyvenkova.cz/index.php?id=7>

HÁTLE, Miroslav, 2013. ÚSES v územním plánování. *Ochrana přírody* [online]. **2013**(), 2 [cit. 2021-05-15]. Dostupné z: <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/zvlastni-cislo/uses-v-uzemnim-planovani/>

Historická data - meteorologie a klimatologie [online], 2020. nevedeno: Český hydrometeorologický ústav [cit. 2021-05-24]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu>

Implementace Rámcové směrnice o vodách [online], 2020. Praha: Hydroekologický infromační systém VÚV TGM [cit. 2021-05-16]. Dostupné z:

<https://heis.vuv.cz/data/webmap/datovesady/projekty/ramcovasmernicevoda/default.asp?>

Informační systém ARROW [online], nevedeno. Praha: Ministerstvo životního prostředí [cit. 2021-02-18]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/informacni_system_arrow

Obnova stávajících tůní [online], 2021. Jihlava: Mokřady z.s. [cit. 2021-05-21]. Dostupné z:

<https://mokrady.wbs.cz/Obnova-stavajicich-tuni.html>

Plán dílčího povodí Horní Odry: Monitoring a hodnocení stavu [online], nevedeno. Odry: Povodí Odry [cit. 2021-02-26]. Dostupné z: <https://www.pod.cz/plan-Horni-Odry/kapitola-iii/kapitola-iii.html>

Plánování v oblasti vod [online], nevedeno. Praha: Ministerstvo životního prostředí [cit. 2021-05-16]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/planovani_oblasti_vod

Rámcová směrnice EU pro vodní politiku [online], nevedeno. nevedeno: Hydroekologický informační systém VÚV TGM [cit. 2021-05-16]. Dostupné z:

<https://heis.vuv.cz/data/spusteni/projekty/ramcovasmernice/dokumenty/wfd.htm>

Rámcový program monitorovania vôd Slovenska na obdobie rokov 2016- 2021: Príloha 4.1.1.2.1., 2015. Bratislava. Dostupné také z:

http://www.vuvh.sk/rsv2/download/02_Dokumenty/26_Ramcovy_program_monitorovania_vod/RPM_2016_2021.pdf

River Habitat Survey, : The Survey [online], 2018. nevedeno: © Riverdene Consultancy [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: <http://www.riverhabitatsurvey.org/rhs-doc/the-survey/>

River Habitat Survey: History [online], 2018. nevedeno: © Riverdene Consultancy [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: <http://www.riverhabitatsurvey.org/rhs-doc/history/>

Splaveniny ve vodních tocích [online], nevedeno. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR [cit. 2021-05-14]. Dostupné z: <https://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/splaveniny-ve-vodnich-tocich/>

Kartografické zdroje

MapoMat: Nadregionální biocentrum [online]. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2021 [cit. 2021-5-28]. Dostupné z: www.webgis.nature.cz/asopkhelp/Mapomat

Mapy.cz: Aktuální letecká mapa v ČR (ortofotomapa) [online]. Česká republika: Mapy.cz: © NASA Earth Observatory, 2018 [cit. 2021-5-27]. Dostupné z:

<https://mapy.cz/letecka?x=18.0180946&y=49.6736688&z=15&source=base&id=2085410>

Mapy.cz: Základní mapa ČR [online]. Česká republika: Mapy.cz: © Seznam.cz, 2021 [cit. 2021-5-27]. Dostupné z:

<https://mapy.cz/zakladni?x=18.0180946&y=49.6736688&z=15&source=base&id=2085410>

Seznam tabulek

Tabulka 1 Klasifikace malých toků podle povodí.....	18
Tabulka 2 Klasifikace hydromorfologického stavu na základě vypočteného skóre	41
Tabulka 3 Údaje o úseku PO_LP_01	46
Tabulka 4 Vyhodnocení úseku PO_LP_01	46
Tabulka 5 Údaje o úseku PO_LP_02	47
Tabulka 6 Vyhodnocení úseku PO_LP_02	47
Tabulka 7 Údaje o úseku PO_LP_03	48
Tabulka 8 Vyhodnocení úseku PO_LP_03	48
Tabulka 9 Údaje o úseku PO_LP_04	49
Tabulka 10 Vyhodnocení úseku PO_LP_04	49
Tabulka 11 Údaje o úseku PO_LP_05	50
Tabulka 12 Vyhodnocení úseku PO_LP_05	50
Tabulka 13 Údaje o úseku PO_LP_06	51
Tabulka 14 Vyhodnocení úseku PO_LP_06	51
Tabulka 15 Údaje o úseku PO_LP_07	52
Tabulka 16 Vyhodnocení úseku PO_LP_07	52
Tabulka 17 Údaje o úseku PO_LP_08	53
Tabulka 18 Vyhodnocení úseku PO_LP_08	53
Tabulka 19 Údaje o úseku PO_LP_09	54
Tabulka 20 Vyhodnocení úseku PO_LP_09	54
Tabulka 21 Údaje o úseku PO_LP_10	55
Tabulka 22 Vyhodnocení úseku PO_LP_10	55
Tabulka 23 Údaje o úseku PO_LP_11	56
Tabulka 24 Vyhodnocení úseku PO_LP_11	56
Tabulka 25 Hydromorfologický stav vodního toku	58
Tabulka 26 Vyhodnocení celého vodního útvar.....	58
Tabulka 27 Údaje o revitalizačním úseku 2	61
Tabulka 28 Údaje o revitalizačním úseku 3	62

Tabulka 29 Údaje o revitalizačním úseku 4	62
Tabulka 30 Hydromorfologický stav vodního toku	63
Tabulka 31 Vyhodnocení celého vodního útvar.....	63

Seznam grafů

Graf 1 Srovnání hydromorfologické kvality úseků před a po revitalizaci	64
--	----

Seznam rovnic

Rovnice 1 Hydromorfologická kvalita úseku.....	40
Rovnice 2 Hydromorfologická kvalita vodního útvaru.....	40
Rovnice 3 Specifický odtok z povodí; Krása (ČVUT;2010)	58
Rovnice 4 Výpočet dlouhodobého průměrného průtoku	59
Rovnice 5 Procentuální rozdělení m-denních průtoků.....	59
Rovnice 6 Výpočet stoletého průtoku	60
Rovnice 7 Výpočet čáry opakování	60
Rovnice 8 Chezyho rovnice	60
Rovnice 9 Manningova rovnice	60

Seznam obrázků

Obrázek 1 Typy údolí.....	14
Obrázek 2 Geomorfologické typy vodních toků	17
Obrázek 3 Typy povodí malých vodních toků	19
Obrázek 4 Revitalizace řeky Emscher.....	24
Obrázek 6 Umístění Liščího potoka.....	42
Obrázek 5 Bartošovický luh.....	43
Obrázek 7 Nadregionální biocentrum	43
Obrázek 7 Rozdělení úseků.....	45
Obrázek 9 PO_LP_01 Koryto	
Obrázek 10 PO_LP_01 Stavidlo.....	46

Obrázek 11 PO_LP_01 Tůň	
Obrázek 12 PO_LP_01 Koryto a okolí	47
Obrázek 13 PO_LP_02 Koryto toku 1	
Obrázek 14 PO_LP_02 Koryto toku 2	47
Obrázek 15 PO_LP_02 Mrtvé dřevo v korytě	48
Obrázek 16 PO_LP_03 Doprovodná vegetace	
Obrázek 17 PO_LP_03 Koryto 1.....	48
Obrázek 18 PO_LP_03 Koryto 2	49
Obrázek 19 PO_LP_04 Koryto 1	
Obrázek 20 PO_LP_04 Okolí	49
Obrázek 21 PO_LP_04 Koryto 2	50
Obrázek 22 PO_LP_05 Zatrubnění tok	
Obrázek 23 PO_LP_05 Koryto 1.....	50
Obrázek 24 PO_LP_05 Koryto 2	
Obrázek 25 PO_LP_05 Koryto 3.....	51
Obrázek 26 PO_LP_06 Dřevo v korytě	
Obrázek 27 PO_LP_06 Koryto 1.....	51
Obrázek 28 PO_LP_06 Koryto 2	52
Obrázek 29 PO_LP_07 Most	
Obrázek 30 PO_LP_07 Koryto 1	52
Obrázek 31 PO_LP_07 Koryto 2	
Obrázek 32 PO_LP_07 Koryto 3.....	53
Obrázek 33 PO_LP_08 Zničená konstrukce	
Obrázek 34 PO_LP_08 Koryto 1.....	53
Obrázek 35 PO_LP_08 Koryto 2	54
Obrázek 36 PO_LP_09 Koryto 1	
Obrázek 37 PO_LP_09 Koryto 2.....	54
Obrázek 38 PO_LP_09 Dřevo v korytě	55
Obrázek 39 PO_LP_10 Koryto 1	
Obrázek 40 PO_LP_10 Koryto 2.....	55
Obrázek 41 PO_LP_10 Divočící tok	
Obrázek 42 PO_LP_10 Rašeliniště.....	56

Obrázek 43 PO_LP_10 Koryto 3	
Obrázek 44 PO_LP_10 Okolí.....	56
Obrázek 45 Skutečné umístění pramene	57
Obrázek 46 PO_LP_11 Zbytky opevnění	
Obrázek 47 PO_LP_11 Mrtvé dřevo v korytě	57
Obrázek 48 PO_LP_11 Koryto	57
Obrázek 49 Plochy povodí	59

Seznam příloh

A.1. Výpočet

A.2. Mapovací formulář

A.3. Souřadnice úseků

B.1_Situace_trasa_Blatecka

B.2_Detail_trasy_Blatecka

B.3_Koryto_RU3_Blatecka

B.4_Koryto_RU2_Blatecka

B.5_Vzorova_tun_Blatecka

B.6_Lavka_Blatecka

A.1. Výpočet

Průměrný odtok

Plochy sběrných povodí

A1=	1.944 km ²
A2=	1.580 km ³
A3=	2.849 km ⁴

vypočteno z AutoCADu

Liščí potok

Dlouhodobý průměrný specifický odtok

q _a =	9.028 l.s ⁻¹ .km ⁻²
------------------	---

$$q_a = 80,009 \cdot A^{-0,0068} \cdot P^{0,1226} \cdot T^{-0,1582} - 118,36$$

A=	3.52 km ²
P=	870 mm
T=	9.5 °C

plocha povodí

průměrný roční úhrn srážek

průměrná roční teplota

Úsek 2

Dlouhodobý průměrný odtok

Q _a =	17.55 l.s ⁻¹
	0.018 m ³ .s ⁻¹

F=	1.944 km ²
L=	1.403 km
Q _{30d} =	0.039 m ³ .s ⁻¹
Q ₁ =	1.161 m ³ .s ⁻¹

Úsek 3

Dlouhodobý průměrný odtok

Q _a =	31.81 l.s ⁻¹
	0.032 m ³ .s ⁻¹

F=	3.524 km ²
L=	1.88 km
Q _{30d} =	0.071 m ³ .s ⁻¹
Q ₁ =	1.161 m ³ .s ⁻¹

$$Q_a = q_a \cdot F$$

povodí nad
profilem

Tok 200970003000

Dlouhodobý průměrný specifický odtok

q _a =	9.21 l.s ⁻¹ .km ⁻²
------------------	--

A=	2.849 km ²
P=	870 mm
T=	9.5 °C
F=	2.849 km ²

Q _a =	26.25 l.s ⁻¹
	0.0262 m ³ .s ⁻¹

Úsek 4

Dlouhodobý průměrný odtok

Q _a =	58.06 l.s ⁻¹
	0.058 m ³ .s ⁻¹

F=	8.318 km ²
L=	0.224 km
Q _{30d} =	0.130 m ³ .s ⁻¹
Q ₁ =	1.774 m ³ .s ⁻¹

Minimální zůstatkový průtok

Průtok v revitalizačním úseku 1

$Q_a =$	0.0176 $m^3 \cdot s^{-1}$
---------	---------------------------

Procentuální rozdělení m-denních vod

M	30	60	90	150	180	270	355	364
%	224	140	104	68	57	33	13	8
$Q m^3 \cdot s^{-1}$	0.0393	0.0246	0.0183	0.0119	0.0100	0.0058	0.0023	0.0014

Průtok v revitalizačním úseku 2

$Q_a =$	0.0318 $m^3 \cdot s^{-1}$
---------	---------------------------

Procentuální rozdělení m-denních vod

M	30	60	90	150	180	270	355	364
%	224	140	104	68	57	33	13	8
$Q m^3 \cdot s^{-1}$	0.0713	0.0445	0.0331	0.0216	0.0181	0.0105	0.0041	0.0025

Průtok v revitalizačním úseku 2

$Q_a =$	0.0262 $m^3 \cdot s^{-1}$
---------	---------------------------

Procentuální rozdělení m-denních vod

M	30	60	90	150	180	270	355	364
%	224	140	104	68	57	33	13	8
$Q m^3 \cdot s^{-1}$	0.0588	0.0367	0.0273	0.0178	0.0150	0.0087	0.0034	0.0021

N-leté průtoky

Povodí 1

$Q_{100} =$	6.45 $m^3 \cdot s^{-1}$
-------------	-------------------------

$$Q_{100} = \frac{24,7 \cdot C_{obj} \cdot v^{2/3} \cdot P}{p \cdot \sqrt[3]{L^2}}$$

$C_{obj} =$	0.6	obj. souč. odtoku
$v =$	0.42 $m \cdot s^{-1}$	rychlost stékání
$P =$	3.52 km^2	plocha povodí
$p =$	1.781	koefficient tvaru
$L =$	4.07 km	délka údolnice

$A_{lesy} =$	0.990 km^2	plocha lesů
$\lambda =$	28.10 %	zalesnění
$i =$	0.009951	sklon

$L^2/P =$	4.70 -
-----------	--------

Povodí 1

$Q_{100} =$	3.41 $m^3 \cdot s^{-1}$
-------------	-------------------------

$C_{obj} =$	0.6
$v =$	0.22 $m \cdot s^{-1}$
$P =$	2.85 km^2
$p =$	1.75
$L =$	4.15 km

$A_{lesy} =$	0.275 km^2
$\lambda =$	9.64 %
$i =$	0.002771

$L^2/P =$	6.04 -
-----------	--------

N-leté průtoky $Q_N = Q_{100} \cdot \alpha_N$

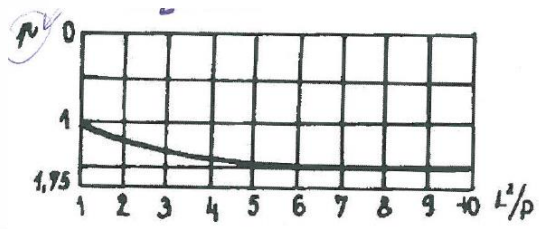
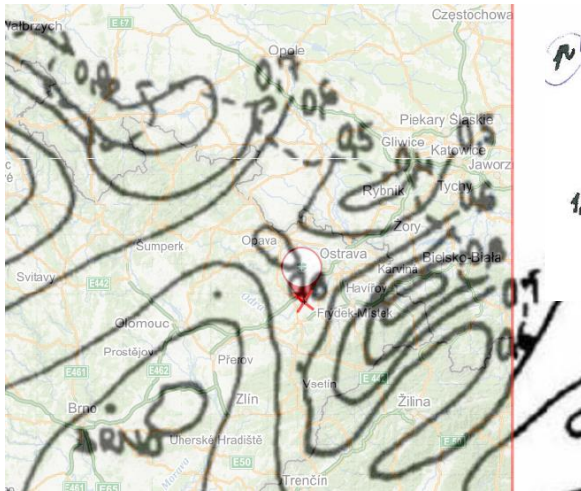
N let	α_N -	Q_N $m^3 \cdot s^{-1}$
1	0.18	1.16
2	0.29	1.87
5	0.44	2.84
10	0.55	3.55
20	0.67	4.32
50	0.84	5.42
100	1	6.45

N-leté průtoky

N let	α_N -	Q_N $m^3 \cdot s^{-1}$
1	0.18	0.61
2	0.29	0.99
5	0.44	1.50
10	0.55	1.87
20	0.67	2.28
50	0.84	2.86
100	1	3.41

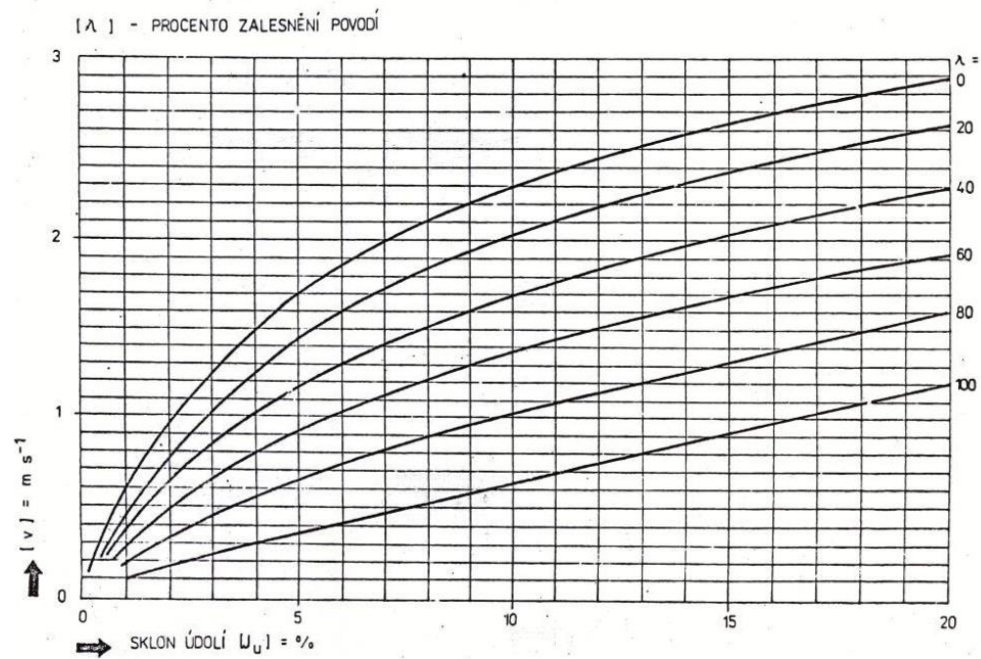
Podklady

Izolinie objemový souč. odtoku



Obr. 9.9. Určení koeficientu tvaru p

PRŮMĚRNÁ RYCHLOST STĚKÁNÍ VODY V POVODÍ V ZÁVISLOSTI NA %
ZALESNĚNÍ λ (PODLE ČERKAŠINA)



Úsek 2

i=	0.001	-
R=	4.317	m
n=	0.055	-
A=	0.837	m ²
C=	23.200	m ^{0,5} s ⁻¹
Q_{30d}=	0.039	m ³ .s ⁻¹
Q₁=	1.161	m ³ .s ⁻¹
Q_{Kap}=	1.165	m ³ .s ⁻¹

vypočteno z AutoCAD

vypočteno z AutoCAD

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$$

$$Q = vS = CS\sqrt{Ri_0}$$

Brod

i=	0.001	-
R=	4.987	m
n=	0.055	-
A=	0.765	m ²
C=	23.766	m ^{0,5} s ⁻¹
Q_{30d}=	0.039	m ³ .s ⁻¹
Q₁=	1.161	m ³ .s ⁻¹
Q_{Kap}=	1.173	m ³ .s ⁻¹

Úsek 3**Přímá**

i=	0.001	-
R=	1.445	m
n=	0.080	-
A=	0.155	m ²
C=	13.291	m ^{0,5} s ⁻¹
Q_{30d}=	0.071	m ³ .s ⁻¹
Q_{Kap}=	0.071	m ³ .s ⁻¹

Meandr

i=	0.001	-
R=	1.409	m
n=	0.080	-
A=	0.158	m ²
C=	13.235	m ^{0,5} s ⁻¹
Q_{30d}=	0.071	m ³ .s ⁻¹
Q_{Kap}=	0.071	m ³ .s ⁻¹

Brod

i=	0.001	-
R=	3.375	m
n=	0.055	-
A=	0.350	m ²
C=	22.268	m ^{0,5} s ⁻¹
Q_{30d}=	0.071	m ³ .s ⁻¹
Q_{Kap}=	0.414	m ³ .s ⁻¹

Součinitel drsnosti byl zvolen s ohledem na to, že se jedná o malý tok se šířkou hladiny při velké vodě do 30 m, dále že se jedná o tok s malým sklonem trasy, kde voda proudí spíše pomaleji. V případě úseku 2 je drsnost menší než v úseku 3 a to především proto, že jeho trasa je spíše přímá a zároveň je úsek 3 uvažován více zarostlý travinami.

A.2. Mapovací formulář

Název toku	LISČÍ POTOK
ID úseku	PO-LP-05
Délka úseku (m)	244,75
Mapovatel	MADKĚTA BLATECKÁ

Datum, čas	31.3.2021
ID vodního útvaru	20097000010
Typ vodního útvaru	PPS

Geometrické charakteristiky úseku

Hranice úseku	Říční km	Souřadnice X (m)	Souřadnice Y (m)			
Dolní hranice	1,4732	-491276,49	-1118266,86			
Horní hranice	1,685	-491221,74	-1118465,62			
Tvar údolí (zaškrtnout)	Soutěska	Tvar V	Tvar U	Neckovitý	Plochý	Asymetrický
					X	

1. Upravenost trasy toku (TRA)

Zdroj dat:	Převládající typ		Známky napřímení	Známky revitalizace	Historický stav
Spolehlivost stanovení:	A B C				
Divočící tok					
Rozvětvený tok					
Meandrující					
Zákruty					
Přímý úsek		X	X		

2. Variabilita šířky koryta (VSK)

Zdroj dat:	Minimum	Maximum
Spolehlivost stanovení:		
A B C		
Šířka koryta (m)	3,5	4
Šířka hladiny (m)	2	3
Šířka údolní nivy L běh (m)		
Šířka údolní nivy P běh (m)		

4. Variabilita hloubek v příčném profilu (VHP)

Zdroj dat:	Rozsah*
Spolehlivost stanovení:	(%)
A B C	
Vysoká	
Střední	
Přírodně nízká	
Nízká z důvodu úpravy koryta	100

3. Variabilita zahloubení v podélném profilu (VHL)

Zdroj dat:	Rozsah*	Uměle zvýšené	Uměle snížené
Spolehlivost stanovení:	(%)		
A B C			
0-1 m	80	X	
1-2 m	20	X	
2-4 m			
4 a více m			

5. Dnový substrát (DNS)

Zdroj dat:	Rozsah*
Spolehlivost stanovení:	(%)
A B C	
Skalní podloží	
Balvany (256 mm a více)	
Kameny (64 - 256 mm)	
Štěrky (2 - 64 mm)	10
Písek (0,06 - 2 mm)	
Prach/bahno (méně než 0,06 mm)	90
Rašelina	
Pevné jílovité dno	
Umělý substrát	

6. Upravenost dna (UDN)

Zdroj dat:	<input checked="" type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> D	Rozsah* (%)
Spolehlivost stanovení:	<input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	
Dno bez známek úprav		100
Zpevnění dna kamennou dlažbou		
Zpevnění dna kamenným pohozem, rovnatinou		
Zpevnění dna betonem		
Zatrubnění, zakrytí toku		
Pravidelná prohrábka koryta/ zvýšené zahloubení		
Přidávání splavenin a umělého substrátu		

7. Mrtvé dřevo v korytě (MDK)

Zdroj dat:	<input checked="" type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> D	Rozsah* (%)
Spolehlivost stanovení:	<input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	
Mrtvé dřevo a dřevní zbytky v korytě		0
Intenzita odstraňování		žádné občasné systemat.

8. Struktury dna (STD)

Zdroj dat:	<input checked="" type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> D	Rozsah* (%)
Spolehlivost stanovení:	<input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	
Žádné pozorované struktury dna		
Lavice		20
Ostrovy		
Mělčiny		
Tůně		
Peřeje		
Skalní stupně		

11. Podélná průchodnost koryta (PPK)

Zdroj dat:	<input checked="" type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> D	Počet výskytů	Z toho počet dočasných překážek	Z toho počet migračně průchodných
Spolehlivost stanovení:	<input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C			
Úsek bez překážek		X		
Nízké stupně s výškou nižší než 0,3 m				
Stupeň nebo jez s výškou 0,3 - 1 m				
Stupeň nebo jez vyšší než 1 m				
Skluz				
Propustek				
Hráz				

9. Charakter proudění (PRO)

Zdroj dat:	<input checked="" type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> D	Rozsah* (%)
Spolehlivost stanovení:	<input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	
Vodopád		
Stupně, kaskáda		
Peřejnatý úsek		
Slapový proud		
Klouzavý proud		100
Tůně		

10. Ovlivnění hydrologického režimu (OHR)

Zdroj dat:	<input checked="" type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> D	Rozsah* (%)
Spolehlivost stanovení:	<input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	
Dynamika beze změn (rozsah %)		100
Trvalá regulace průtoku (hráz aj.) (rozsah %)		
Trvalé vzdutí (jez aj.) (rozsah %)		
Periodické vzdutí (rozsah %)		
Vypouštění (rozsah %)		
Odběry vody (rozsah %)		
Extrémně snížený průtok (% doby)		
Špičkování, rychlé zvyšování průtoku (% doby)		

* Záznam rozsahu jevu nebo úpravy

Procentuální rozsah výskytu jevu nebo úpravy v rámci úseku se zaokrouhluje na celé desítky procent. V případě lokálně omezeného, ale intenzitou významného výskytu jevu se zaznamená hodnota 1%.

12. Upravenost břehu (UBR)

Zdroj dat: <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> D Spolehlivost stanovení: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	Rozsah* (%)	
	L břeh	P břeh
Břeh bez známek úprav	X	X
Vegetační opevnění břehu (zatravnění)		
Vegetační opevnění břehu (kulatina)		
Rozpad, zpřirodnění úpravy (pohoz, zához, rovnanina)		
Kamenný pohoz, zához, rovnanina		
Gabiony		
Polovegetační tvárnice		
Zpevnění břehu kamennou dlažbou		
Zpevnění břehu betonem		
Souvislá úprava profilu		

13. Břehová vegetace (BVG)

Zdroj dat: <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> D Spolehlivost stanovení: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	Rozsah* (%)	
	L břeh	P břeh
Přirozený les		80
Hospodářský les		
Liniová vegetace		
Přerušované pásy vegetace		
Jednotlivé stromy, keře	40	
Trávobylinná vegetace	60	
Ruderální společenstvo		
Břehy bez vegetace		20

16. Průchodnost inundačního území (PIN)

Zdroj dat: <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> D Spolehlivost stanovení: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C		Výskyt		
		L břeh	P břeh	
	Žádné liniové stavby v nivě	(Zaškrtnout)	X	X
	Liniové stavby napříč nivou - násypy komunikací aj.	(Počet)		
	Povodňové hráze podél koryta	(Rozsah* %)		
	Liniové stavby vedené paralelně s korytem, násypy komunikací aj.	(Rozsah* %)		
	Odsazení hrází/valů od koryta	(m)		
	Zkapacitnění koryta	(Rozsah* %)		

14. Využití příbřežní zóny (VPZ)

Zdroj dat: <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> D Spolehlivost stanovení: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	Rozsah* (%)	
	L břeh	P břeh
Přirozený skalní povrch		
Les		100
Louka		
Pastvina		
Plochy ponechané přirozenému vývoji	100	
Vodní plochy		
Mokřad		
Zemědělská plocha		
Roztroušená zástavba		
Intravilán, průmysl		

15. Využití údolní nivy (VNI)

Zdroj dat: <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> D Spolehlivost stanovení: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	Rozsah* (%)	
	L břeh	P břeh
Přirozený skalní povrch		
Les		100
Louka	100	
Pastvina		
Plochy ponechané přirozenému vývoji		
Vodní plochy		
Mokřad		
Zemědělská plocha		
Roztroušená zástavba		
Intravilán, průmysl		

17. Stabilita břehu a boční migrace koryta (BMK)

Zdroj dat:	<input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> D	Rozsah* (%)	
Spolehlivost stanovení:	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C		
		L břeh	P břeh
Stabilní břeh bez nátrží a akumulací		80	100
Drobné břehové nátrže (do 5 m)			
Rozsáhlé břehové nátrže (nad 5 m)		20	
Drobné fluvialní akumulace (do 100 m ²)			
Rozsáhlé fluvialní akumulace (nad 100 m ²)			
Omezení bočního pohybu koryta			

----- doplňkové charakteristiky -----

Invazní druhy

Zdroj dat:	<input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> D	Druhy	Četnost 1 - jednotky 2 - desítky 3 - stovky 4 - tisíce
Spolehlivost stanovení:	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C		
Levý břeh			
Pravý břeh			

Fotodokumentace

ID fotografií struktur a úprav vztahujících se k danému úseku:

obrázek 22 PO-LP-05 zatrubnění toku
 obrázek 23 PO-LP-05 koryto 1
 obrázek 24 PO-LP-05 koryto 2
 obrázek 25 PO-LP-05 koryto 3

Poznámky

A.3. Souřadnice úseků

Úsek		Souřadnice	
		X	Y
PO_LP_01	Dolní hranice	-491056.0	-1117238.3
	Horní hranice	-490949.0	-1117435.2
PO_LP_02	Dolní hranice	-490949.0	-1117435.2
	Horní hranice	-490859.7	-1117840.3
PO_LP_03	Dolní hranice	-490859.7	-1117840.3
	Horní hranice	-491145.5	-1117932.8
PO_LP_04	Dolní hranice	-491145.5	-1117932.8
	Horní hranice	-491276.5	-1118244.9
PO_LP_05	Dolní hranice	-491276.5	-1118244.9
	Horní hranice	-4991221.7	-1118445.6
PO_LP_06	Dolní hranice	-4991221.7	-1118445.6
	Horní hranice	-491897.6	-1118904.1
PO_LP_07	Dolní hranice	-491897.6	-1118904.1
	Horní hranice	-492187.4	-1119127.8
PO_LP_08	Dolní hranice	-492187.4	-1119127.8
	Horní hranice	-492314.7	-1119273.2
PO_LP_09	Dolní hranice	-492314.7	-1119273.2
	Horní hranice	-492199.8	-1119526.9
PO_LP_10	Dolní hranice	-492199.8	-1119526.9
	Horní hranice	-492446.2	-1119796.0
PO_LP_11	Dolní hranice	-492446.2	-1119796.0
	Horní hranice	neznámý	