



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

**HYDROEKOLOGICKÝ MONITORING
SOPŘEČSKÉHO POTOKA A MOŽNOSTI
ZLEPŠENÍ JEHO STAVU**

HYDROMORPHOLOGICAL MONITORING OF SOPŘEČSKÝ STREAM AND POSSIBILITIES
OF ITS IMPROVEMENT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Renáta Sirůčková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. EVA HYÁNKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2020



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství krajiny

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Renáta Sirůčková
Název	Hydroekologický monitoring Sopřečského potoka a možnosti zlepšení jeho stavu
Vedoucí práce	Ing. Eva Hyánková, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2019
Datum odevzdání	10. 1. 2020

V Brně dne 31. 3. 2019

prof. Ing. Miloš Starý, CSc.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES

LANGHAMMER, J. Metodika pro monitoring hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků, Praha, 2014. 72 s.

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

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

DEMEK, J., VATOLÍKOVÁ, Z., MACKOVČIN, P. Manuál Hydromorfologické hodnocení vodních toků. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Brno, 2006. 18 s.

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

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Práce bude z části koncipována jako literární rešerše aktuálního stavu hydroekologického hodnocení vodních toků, jako součásti hodnocení kvality vodních útvarů dle Rámcové směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES. Dále se diplomantka blíže soustředí na revitalizační opatření na malých vodních tocích.

Praktická část práce bude zaměřena na provedení monitoringu na Sopřečském potoce (okres Pardubice), vyhodnocení a vytipování problémových míst. Pro tato místa diplomantka navrhne vhodná revitalizační opatření a zhodnotí jejich účinnost.

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

STRUKTURA DIPLOMOVÉ 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 diplomové práce

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá hydroekologickým monitoringem Sopřečského potoka a možnostmi zlepšení jeho stavu. Sopřečský potok se nachází v Pardubickém kraji v Povodí Labe. V první fázi práce byl proveden hydroekologický monitoring a dále pak zhodnocení hydromorfologického stavu toku. Veškeré postupy odpovídají požadavkům Rámcové směrnice o vodách. Na základě jeho vyhodnocení a s přihlédnutím k vymezení prvků Územního systému ekologické stability byly vybrány úseky, na kterých byla provedena opatření pro zlepšení stavu toku. Vliv úprav na hydromorfologický stav byl opět vyhodnocen. Závěrem došlo k porovnání a shrnutí navržených úprav ke stávajícímu stavu toku.

KLÍČOVÁ SLOVA

vodní tok, Sopřečský potok, Rámcová směrnice o vodách, hydroekologický monitoring, revitalizace

ABSTRACT

This thesis deals with the hydroecological monitoring of the Sopřečský potok and possibilities of its improvement. The Sopřečský potok is located in the Pardubice Region in the Elbe River Basin. In the first phase of the work, hydroecological monitoring was carried out and then the hydromorphological state of the watercourse was evaluated. All procedures comply with the requirements of the Water Framework Directive. On the basis of its evaluation and taking into account the delimitation of ÚSES elements, the sections on which the measures to improve the state of the watercourse were implemented were selected. The effect of the modifications on the hydromorphological state was again evaluated. In conclusion, there is a comparison and summary of the proposed modifications to the existing state of watercourse.

KEY WORDS

watercourse, the Sopřečský potok, The Water Framework Directive, hydroecological monitoring, river restoration

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Renáta Sirůčková *Hydroekologický monitoring Sopřečského potoka a možnosti zlepšení jeho stavu*. Brno, 2020. .80 s., 72 s. příl. Diplomová 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 diplomové práce s názvem *Hydroekologický monitoring Sopřečského potoka a možnosti zlepšení jeho stavu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 10.1. 2020

Bc. Renáta Sirůčková
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Hydroekologický monitoring Sopřečského potoka a možnosti zlepšení jeho stavu* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10.1. 2020

Bc. Renáta Sirůčková
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucí mé diplomové práce Ing. Evě Hyánkové, Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování diplomové práce.

OBSAH

1	ÚVOD.....	4
2	CÍL PRÁCE	6
3	VODNÍ TOKY	7
3.1	Vodní tok a jeho funkce	7
3.2	Vývoj vodního toku.....	7
3.3	Geomorfologie vodních toků	8
3.4	Geomorfologické typy vodních toků	11
3.5	Vymezení typů útvarů vodních toků	12
4	HODNOCENÍ STAVU VODNÍCH TOKŮ	14
4.1	Legislativa	14
4.2	Vodohospodářské plánování	16
4.2.1	Historie plánování	16
4.2.2	Vodohospodářské plánování v České republice	17
5	METODY HODNOCENÍ VODNÍCH TOKŮ	18
5.1	Metodika HEM 2014.....	19
5.1.1	Základní východiska metodiky	19
5.1.2	Metodika monitoringu	20
5.1.3	Monitorování ukazatelé	21
5.1.4	Postup při monitorování.....	21
5.2	Vyhodnocení hydromorfologické kvality vodního útvaru	22
6	ÚPRAVY VODNÍCH TOKŮ	24
6.1	Historie.....	24
6.2	Renaturace.....	25
6.2.1	Dlouhodobé renaturace	25
6.2.2	Postupné renaturace korekční údržbou	26
6.2.3	Renaturace povodněmi	26
6.3	Revitalizace	27
6.3.1	Tlumení průběhu povodní.....	29
6.3.2	Obnovení ekologických funkcí vodního toku a nivy	30
6.3.3	Obnovení migrační prostupnosti koryta	31
6.3.4	Zlepšení podmínek pro samočištění a dočišťování vody.....	31
6.4	Obecné zásady technických revitalizací.....	31
6.5	Obecné navrhování přírodě blízkých koryt vodních toků.....	33
6.5.1	Kapacita koryta	33
6.5.2	Příčný průřez koryta.....	34
6.5.3	Trasa koryta	35
6.5.4	Stabilita koryta.....	35

6.5.5	Podélný profil	35
6.5.6	Vegetační úpravy	36
6.5.7	Obnova a vytváření tůní, mokřadů a říčních ramen.....	36
7	VODNÍ TOK JAKO SOUČÁST ÚSES	38
7.1	Skladebné části ÚSES	38
7.2	Dělení ÚSES dle významu.....	39
7.3	Plány ÚSES.....	39
7.4	Vymezení ÚSES.....	39
7.5	Realizační zásady	41
8	Podporující programy	41
8.1.1	OP ŽP (4.3) Péče o břehové porosty, revitalizace vodních toků	41
8.1.2	POPFK (115 164) a POPFK (115 162) – Revitalizace vodních toků.....	42
8.1.3	Správa nezcizitelného státního majetku ve zvláště chráněných územích (MaS)	42
8.1.4	Program péče o krajinu (PPK)	42
9	PRAKTICKÁ ČÁST	43
9.1	Charakteristika zájmového území	43
9.1.1	Geomorfologické a geologické poměry	45
9.1.2	Pedologické poměry	45
9.1.3	Hydrologické poměry	46
9.1.4	Klimatické poměry	47
9.1.5	Potenciální přirozená vegetace	48
9.2	Hydroekologický monitoring.....	49
9.2.1	Určení typu vodního útvaru	50
9.2.2	Hodnocení hydromorfologických ukazatelů.....	51
9.2.3	Celkové zhodnocení.....	56
10	NAVRŽENÁ OPATŘENÍ PRO ZLEPŠENÍ STAVU VODNÍHO TOKU	58
10.1	Výběr úseku.....	58
10.2	Určení návrhových průtoků	59
10.2.1	Určení q_a , Q_a a m-denních průtoků	60
10.2.2	Určení návrhových průtoků	61
10.2.3	Kapacita původního koryta.....	62
10.3	Navržená opatření.....	63
10.3.1	Vegetační doprovod	64
11	VYHODNOCENÍ VLIVU NAVRŽENÝCH ÚPRAV NA HYDROMORFOLOGICKÝ STAV TOKU	65
11.1	Vyhodnocení hydromorfologického stavu	65
11.2	Shrnutí přínosů revitalizace	67
12	ZÁVĚR	69

BIBLIOGRAFIE.....	70
SEZNAM VELIČIN	75
SEZNAM ZKRATEK	76
SEZNAM TABULEK	77
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	78
SEZNAM GRAFŮ	79
SEZNAM PŘÍLOH.....	80
A. Hydroekologický monitoring Sopřečského potoka	80
B. Výpočetní část	80
C. Výkresová část	80

1 ÚVOD

Krajinu jako takovou vždy dotváří vodní prostředí, které je její nenahraditelnou součástí. Má mnoho podob, kde současně vytváří prvky krajinotvorné a zároveň estetické. Ovšem v posledních letech krajinu zasáhl problém s nedostatkem vody povrchové i podzemní. Tento deficit je způsoben jednak klimatickými změnami, velmi suchými roky, ale také antropogenním působením. Tyto dvě příčiny spolu velmi blízce souvisejí.

Zásahy člověka do volné krajiny byly až nadměrně technické. Příroda tak ztratila svou přirozenost a pestrost. Jednak šlo o úpravy koryt řek a potoků za různými účely, které spočívaly v nepřirozeném narovnání vodního toku v rámci intenzivní zemědělské činnosti a u větších řek pro splavnění. V rámci zemědělské činnosti a výroby byly poškozeny nebo zničeny významné krajinné prvky jako jsou například tůň a mokřady. Těmito změnami byla naprosto narušena retenční schopnost krajiny. Vodní tok těmito zásahy ztrácel svou přirozenost, se kterou přicházeli nejrůznější problémy. Dále byly umělými úpravami poškozeny různé druhy rostlin a tím i prostředí pro živočichy. Mezi další negativní vlivy lidské činnosti můžeme považovat i nedostatečnou vegetaci v krajině. Ta byla tvořena např. remízky, doprovodnou vegetací po celé délce toku, rozptýlenou zelení v krajině apod. To vše bylo v rámci technických úprav zničeno.

Zásadním podmínkou v přístupu k úpravám toku je Směrnice 2000/60/ES Rámcová směrnice o vodách Evropského parlamentu a Rady ustanovující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. Hlavním cílem je zabránění zhoršování stavu povrchových a podzemních vod a dosažení jejich dobrého stavu. Směrnice tak obsahuje plán pro obnovu a vrácení toků do jejich přírodě blízkého stavu.

Na tomto základě se postupně začal v jednotlivých státech Evropské unie provádět monitoring povrchových vod. V České republice se jedná o Metodiku monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků. Ta má za účel vyhodnocení reálného stavu vod. Po tomto vyhodnocení přichází fáze návrhu jednotlivých opatření na nejhůře hodnocených úsecích. Tyto opatření mohou být řešeny revitalizacemi. Ty spočívají v obnově migračních prostupností vodních toků, obnově tůní a mokřadů a v přirozených rozlivech v nivách.

V rámci revitalizací se také přihlíží k Územně plánovací dokumentaci, které vždy obsahují i Územní systém ekologické stability krajiny (ÚSES). Cílem tohoto systému je vzájemně propojovat soubory přirozených i pozmeněných, avšak přírodě blízkých

ekosystémů, kteří udržují přírodní rovnováhu. Vodní tok, tak může být jednou z hlavních částí a sloužit tak jako přirozený biokoridor.

Závěrem je nutno říct, že voda je pro krajinu velmi důležitá. My se tak musíme snažit o zadržení vody v krajině, zpomalení odtoku a nápravu technicky upravených koryt k dosažení dobrého stavu. Dále pak dostatečné tvoření a realizace prvků Územního systému ekologické stability spojených s revitalizacemi. Tím vším dosahujeme přirozeného vzhledu a fungování krajiny. Veškeré správné revitalizační změny nám mohou pomoci v řešení situací s extrémními klimatickými faktory jako je sucho nebo povodně.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce je provedení hydroekologického monitoringu vybraného vodního toku, v mém případě Sopřečského potoka, v Pardubickém kraji. Hydroekologický monitoring bude zpracován dle Metodiky monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků, dále jen HEM 2014. Tato metodika je akceptovatelná Ministerstvem životního prostředí. Na základě jeho vyhodnocení bude určen skutečný hydromorfologický stav toku. Poté budou vybrány úseky, na kterých se aplikují opatření na zlepšení jeho stavu.

První část práce tvoří literární rešerše. Jsou zde shrnuté obecné kapitoly o vodních tocích, o jejich hydromorfologickém hodnocení, metodách hodnocení a úpravách vodních toků. Nedílnou součástí těchto kapitol je i současná legislativa, historie, tvoření plánů Územního systému ekologické stability krajiny (ÚSES) a podporující programy v rámci životního prostředí.

Druhá část práce se týká samotného hydroekologického monitoringu dle HEM 2014 a jejího následného vyhodnocení. Po zhodnocení budou vybrány úseky s horším hodnocením. Při výběru je přihlíženo k územním plánům jednotlivých obcí, ve kterých jsou zaznačeny plánované i stávající prvky ÚSES. Poté jsou navržena opatření k zlepšení stavu toku. Následně je provedeno opětovné vyhodnocení hydromorfologického stavu toku po úpravách a posouzení účinnosti navržených opatření a jejich vyhodnocení. Veškerá revitalizační opatření dokumentují výkresové přílohy.

3 VODNÍ TOKY

3.1 Vodní tok a jeho funkce

Vodní tok je u nás definován Zákonem č. 254/2001 § 43, neboli Vodním zákonem, jako „vody povrchové tekoucí vlastním spádem v korytě trvale nebo po převažující část roku, a to včetně vod v nich uměle vzdutých. Jejich součástí jsou i vody ve slepých ramenech a v úsecích přechodně tekoucích přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo zakrytými úseky“. [1] Vodní tok je nedílnou součástí krajiny. V případě zachování jeho přirozeného charakteru tvoří kostru ekologické stability krajiny.

Tok rozlišujeme dle jeho velikosti na následující kategorie:

- **Bystřina** je vodní tok vyznačující se velkým proměnlivým spádem.
- **Potok** je menší vodní tok s méně proměnlivým spádem.
- **Řeka** je vodní tok o větší délce a větším množstvím protékající vody.
- **Veletok** je řeka dlouhá minimálně 500 km a s povodím minimálně 100 000 km².

Vodní zákon člení toky dále na významné a drobné. Toto rozlišení se uděluje právě dle jejich velikostí. Soustava všech významných a drobných toků tvoří tzv. Říční síť. V České republice její délka dosahuje přibližně 59 890 km. Říční síť tak vytváří systém hlavních toků, do nichž ústí přítoky nižších řádů. Zajišťuje tak soustředěný odtok a distribuci vody na zemském povrchu. To vše ovlivňuje geologická stavba celého povodí a odráží tak další vývoj jejího reliéfu. Hlavním výsledkem této činnosti je vznik údolní sítě. Říční síť pak nabývá nejrůznějších tvarů, mezi které patří např. stromovitá říční síť, pravoúhlá říční síť a další. [2]

Funkci vodních toků lze rozdělit do čtyř skupin:

- Krajínovotvorná.
- Hydrologická – zahrnuje transport, zdroj a kvalitu vody, průtokový režim.
- Ekologicko-biologická – zahrnuje prostupnost toku, životní prostředí pro floru a faunu, samočištění a ovlivňování mikroklimatu.
- Společensko-hospodářská – zahrnuje zdroj vody, ochrana sídel, odvádění a likvidace odpadních vod, rekreace a doprava.

3.2 Vývoj vodního toku

Vývoj vodního toku rozlišujeme na přirozený nebo ovlivněný. V dnešní době se už s přirozeným tokem téměř nesetkáme. Lze tedy říci, že převažuje spíše ovlivněný vývoj, kde se tok přizpůsobuje nejbližšímu okolí, které je vytvářeno lidskou činností.

Faktory přirozeného vývoje:

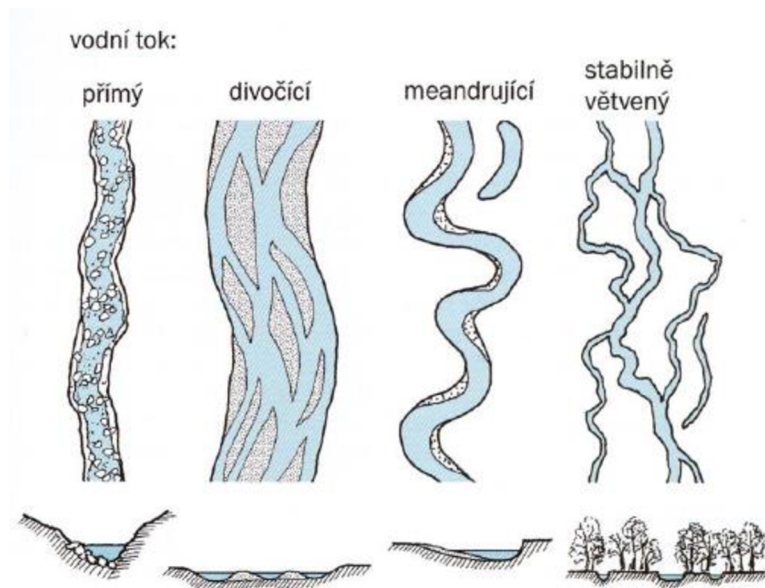
- Endogenní síly (vývoj zemské kůry).
- Geologické složení zemského povrchu (tvorba vyvýšenin a reliéfů, ...).
- Exogenní procesy (zvětrávání, eroze, svahové pohyby).
- Vsakovací schopnosti zemského povrchu.
- Množství atmosférických srážek.
- Mechanický účinek vegetace.

3.3 Geomorfologie vodních toků

Studiem tvarů vodních koryt a jejich vlastnostmi se podrobně zabývá fluvialní geomorfologie. Jedná se především o popis morfologických typů přírodních koryt. těmito studii se zabývá klasifikace dle Leopolda a Walmana z roku 1957. Pro každý fluvialní proces jsou vypracovány charakteristiky. [3]

Základní geomorfologické typy:

- **Přímé vodní toky** – přirozeně odpovídají horní části toku (horské bystřinné toky) s velkými podélnými sklony v kombinaci s hrubozrnnými splaveninami. Spád toku je více jak 2 %. Vzhledem k odolnosti skalního nebo hrubozrnného materiálu dna bývá koryto poměrně mělké a široké.
- **Divočící vodní toky** – především horní část toku (podhorské bystřinné toky). Podélné sklony dosahují 0,5 do 4 %. Akumulace v horských údolích převládá nad erozí toku z důvodu změny spádových poměrů. Dochází k sedimentaci vlastního koryta a v důsledku toho k větvení hlavního toku v četná ramena na šterkových lavicích.
- **Meandrující vodní toky** – neboli nížinné toky, jedná se především o střední část toku. Mírné podélné sklony. Materiál koryta je poddajný k zvlnění trasy. Říční koryto je tak dotvářeno boční erozí.
- **Stabilně větvené vodní toky** – neboli anastomózní toky, které zaujímají také dolní část toku. Podobné jako v případě divočícího toku se rozděluje do více ramen. Je to způsobeno zasedimentováním říčního koryta. Převládá zde sedimentace nad erozí. Energie proudu je zde téměř nulová. Vytvářejí se akumulární říční nivy. [3]



Obr. 1 Geomorfolické typy vodních toků podle půdorysných tvarů koryta [3]

Další důležitou částí toku je tvar řečiště neboli tvar koryta. Na něj mají vliv tři činitelé, a to proměnlivé proudění vody, pohyb splavenin, vliv údolní nivy. Samotný výsledný geomorfologický typ je určený základními korytotvornými procesy, mezi které patří:

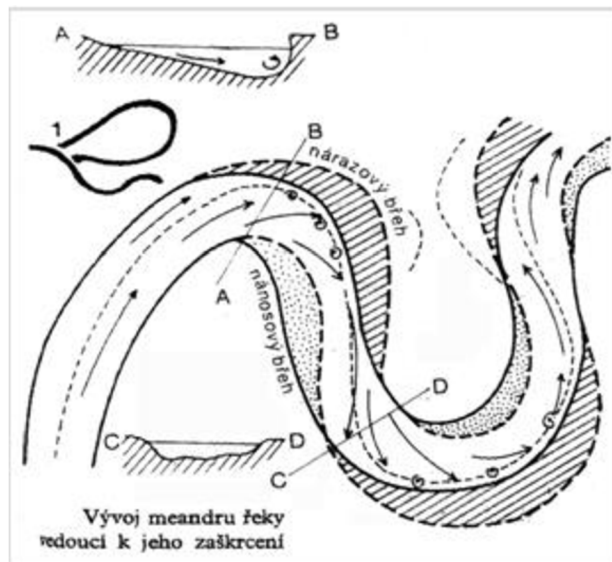
- **Hloubková eroze** přirozeného nebo zakřiveného koryta.
- **Meandrování koryta** v meandrovaném pásu nebo v úzké údolní nivě.
- **Větvení koryta** do ramen v úzké nebo široké údolní nivě.

Pokud bychom si tok rozdělili dle sklonu na tři části, tak v každé z nich se vytvářejí různé procesy. V horním toku převažuje nejčastěji hloubková eroze, která je charakteristická říčním údolím ve tvaru „V“ s minimem usazenin. Střední to se vyznačuje spíše erozí a zároveň i sedimentací. Říční údolí je plošší a má již významný podíl usazenin. Nabývá tvaru písmena „U“. U dolního toku převládá sedimentace. Údolí je velice ploché a důsledkem masivní sedimentace vznikají rozsáhlé říční nivy

Tvar, rozměry řečiště i jeho průběh se v důsledku korytotvorných procesů a proměnlivých průtoků neustále mění a vyvíjí, proto je tzv. křivolakost řek zákonitým přírodním jevem. Ve volných zákrutech se volné částice vody pohybují setrvačností šikmo k břehu, kde turbulentním pohybem mnohem rychleji erodují břeh. Podle toho se pak nazývá nárazový či výsepní nebo dle jeho vydutého tvaru konkávní. U ohybu protilehlého břehu je rychlost proudění menší, a proto se tam usazují říční nánosy. Břeh se tak označuje jako nánosový či jesepní a podle vypuklého tvaru konvexní. [2]

Zákruty se posunují ve směru sklonu údolního dna. Mohou se tak dále vyvíjet až k meandrům. Rozdíl mezi prostým říčním zákrutem a meandrem je často takový, že středový úhel oblouku musí být větší než 180° , poměr mezi délkou toku a délkou údolnice více jak 1,5. Následným zahloubením říčního koryta se může meandr zcela oddělit od říčního toku a vznikne mrtvé rameno řeky nebo meandrové jezero. Meandry tak dále můžeme rozdělit na:

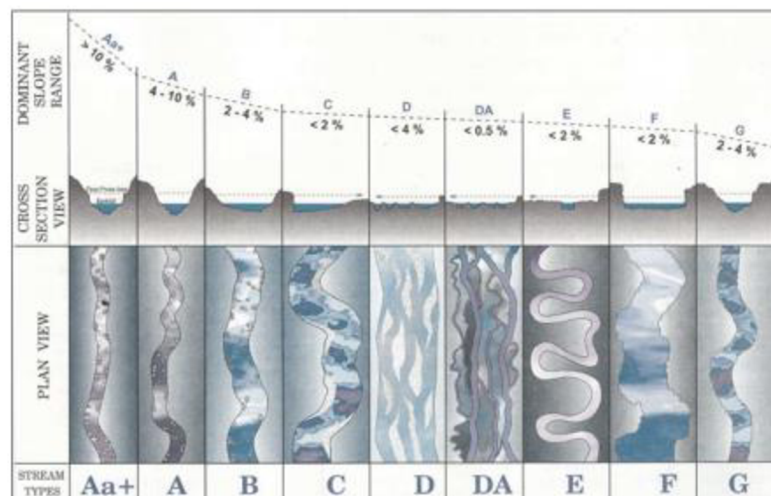
- **Meandry volné** – ty se vytvářejí v náplavových rovinách středních a dolních toků řek tam, kde se zpomaluje rychlost vodního toku a dochází k usazování unášeného materiálu. Volné meandry jsou charakteristické svou proměnlivostí. Příkladem je např. dolní tok Moravy či Labe v Polabské nížině.
- **Meandry zakleslé** – vznikají v místech, kde řeka vytváří hluboké údolí v tvrdých horninách. V takových místech řeka nemůže své koryto přemístit a zařezává se hlouběji. Příkladem je střední tok Vltavy či Dyje. [2]



Obr. 2 Vývoj meandru řeky [2]

3.4 Geomorfologické typy vodních toků

Pro určení geomorfologického typu vodního toku bylo zpracováno několik klasifikací mezi, které neodmyslitelně patří například rozdělení dle Leopolda a Wolmana z roku 1957. Jejich klasifikace spočívala ve vzhledu toku. Ten je úzce spjat s velikostí průtoků a sklonitostí. Toky se tak dělily na meandrující a divočí. [4] Dále pak morfologická klasifikace dle Rosgena z roku 1994, která definuje 7 hlavních geomorfologických typů vodních toků označených písmeny A až G, viz obr. 6. Klasifikace je založena na stanovení charakteristik, kterými jsou poměr šířky a délky koryta, materiál dna a břehů, zahloubení koryta, podélný sklon, křivolakost a šířka meandrového pásu. [5]



Obr. 3 Typologie vodních toků dle Rosgena [41]

Další významnou klasifikací typologie vodních toků je dle Šindlara [6]. Tato studie využívá klasifikaci energie údolí, která je vyjádřena sklonem údolí a zvoleným charakteristickým odtokem z plochy povodí v závěrném profilu. Pan Šindlar popsal a definoval základní procesy tvorby koryt vázané na splaveninový režim. Vymezil charakteristické typy korynotvorných procesů na oblasti:

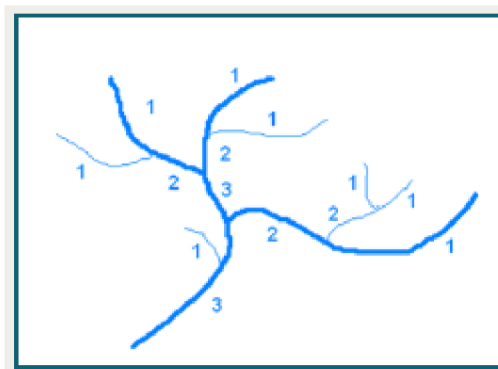
- 1. Oblast erozních procesů** – vodní toky s nepravidelnou trasou a přímými úseky, střídají se zde peřeje a tůně.
- 2. Oblast transportních procesů** – vodní toky vinoucí se až meandrující, střídají se zde brody a tůně.
- 3. Oblast akumulčních procesů** – meandrující vodní toky a delty, vytvářejí se z odstavených ramen, střídají se bordeny a tůně.
- 4. Oblast erozně akumulčních procesů s vysokou dynamikou vývoje** – to znamená narušení stavu dynamické rovnováhy

Tyto oblasti jsou dále děleny do jednotlivých skupin, které jsou popsány v tabulkách. Celý zpracovaný systém je výsledkem průběžného testování na mnoha tisících kilometrech v České republice a zahraničí. [6]

3.5 Vymezení typů útvarů vodních toků

Vymezení typů vodních toků zpracoval a vydal pan RNDr. Jakub Langhammer, Ph.D. a kolektiv v roce 2009 [7]. Celé členění odpovídá tzv. Systému B, definovanému Rámcovou směrnicí 2000/60/ES. Účelem je využití typologie, požadavků jednotlivých složek monitoringu, stavem poznání, datovými podklady a technologickými možnostmi řešení.

Typologie vodních toků je tak založena na kombinaci čtyř parametrů: úmoří, nadmořské výšky, geologického podloží a řádu toku podle Strahlera. Ten rozdělil vodní toky na úseky mezi jednotlivými jejich soutoky. Pramenné toky mají označení 1. řádu. Pokud pak dojde k vlévání jednoho úseku do druhého stejného řádu, vznikne řád vyššího řádu. Ovšem pokud se stečou dva toky různého řádu, zachová si vodní tok řád vyššího čísla. [8]

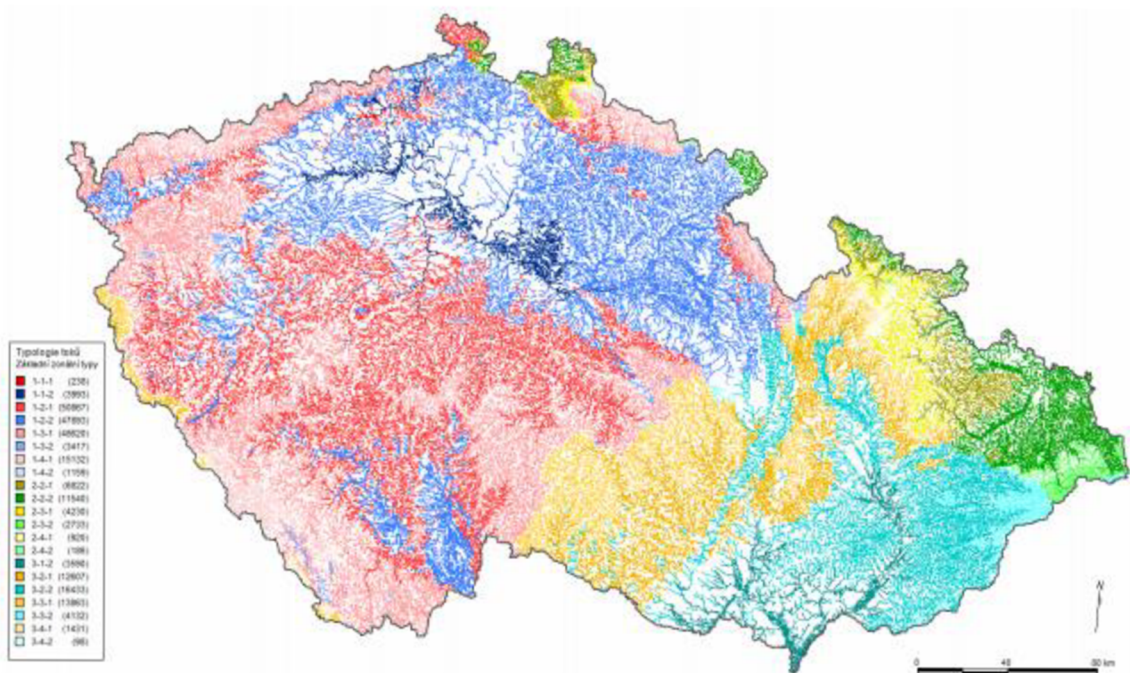


Obr. 4 Řád toku dle Strahlera [8]

Parametr	Počet kategorií	Kategorie
Úmoří	3	Severní moře Baltské moře Středozemní moře
Nadmořská výška	4	< 200 m.n.m. 200-500 500-800 800 a více
Geologie	2	Krystalinikum a vulkanity Pískovce, jílovce, kvartér
Řád toku dle Strahlera	3	Potoky (řád 1-3) Říčky (řád 4-6) Řeky (řád 7-9)

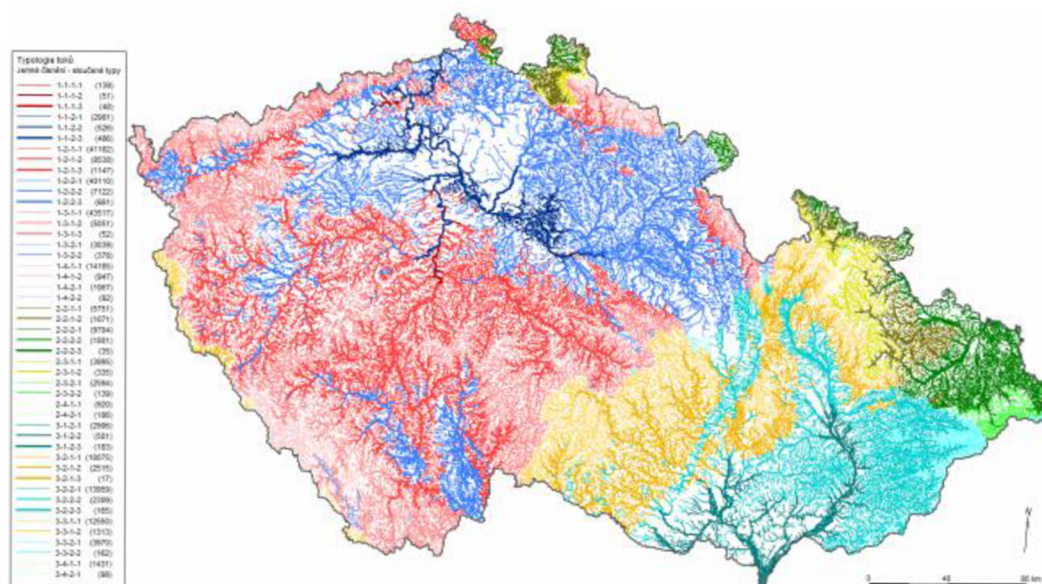
Obr. 5 Výsledné kategorie typologie toků a vodních útvarů [9]

Typologie vodních toků je dvoustupňová. První úroveň představuje zonální členění vycházející z parametrů, které vyjadřují základní regionální variabilitu abiotických podmínek pro společenstva vodních toků – úmoří, nadmořská výška a geologie. [9]



Obr. 6 Typy vodních toků - zonální členění [9]

Druhou úroveň představuje jemné členění, ve kterém je do zonálního členění promítnuta rovněž kategorie řádu toku. Jemné členění typologie vodních toků zahrnuje celkem 47 typů. [9]



Obr. 7 Typy vodních toků - jemné členění [9]

Na základě uvedeného zařazení je možné tok zařadit do 8 skupin toků, které se pak používá pro specifické hydromorfologické hodnocení.

Tab. 1 Skupiny typů toků pro specifické hodnocení hydromorfologického stavu toků [7]

Kód	Skupina typů	Zahrnuté typy toků
HOR	Horský tok	1-4-1-1, 1-4-1-2, 1-4-2-1, 1-4-2-2, 2-4-1-1, 2-4-2-1, 3-4-1-1, 3-4-2-1
PVR	Potok vrchovinový	1-3-1-1, 1-3-2-1, 2-3-1-1, 2-3-2-1, 3-3-1-1, 3-3-2-1
TVR	Tok vrchovinový	1-3-1-2, 1-3-1-3, 1-3-2-2, 2-3-1-2, 2-3-2-2, 3-3-1-2, 3-3-2-2
PPK	Potok pahorkatinný na krystaliniku	1-2-1-1, 2-2-1-1, 3-2-1-1
PPS	Potok pahorkatinný na sedimentu	1-2-2-1, 2-2-2-1, 3-2-2-1,
TPA	Tok pahorkatinný	1-2-1-2, 1-2-2-2, 2-2-1-2, 2-2-2-2, 3-2-1-2, 3-2-2-2
TNI	Tok nížinný	1-1-1-1, 1-1-1-2, 1-1-2-1, 1-1-2-2, 3-1-2-1, 3-1-2-2
REK	Řeka	1-1-1-3, 1-1-2-3, 1-2-1-3, 1-2-2-3, 2-2-2-3, 3-1-2-3, 3-2-1-3, 3-2-2-3

4 HODNOCENÍ STAVU VODNÍCH TOKŮ

4.1 Legislativa

Stěžejním zákonem pro vodní hospodářství je v naší republice Zákon o vodách č. 254/2001 Sb., který nabyt svou účinností 1.1. 2002. I tento zákon je v průběhu let doplňován o dalších několik zákonů. S tím i velmi spjatá souvislost se zákonem č. 17/1992 Sb. o životním prostředí navazující na zákon č. 100/2001 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí. Na tyto zákony pak následně navazují další zákony a vyhlášky, kterými je nutno se řídit, aby nedocházelo k dalším negativním dopadům na životního prostředí. [10]

Zavedeným základním prvkem k vytvoření jednotného systému v posuzování a ochrany vod je Rámcová směrnice o vodách Směrnice 2000/60/EC Evropského parlamentu a Rady EU z 23. října 2000. Jejím hlavním úkolem je zabránit jakémukoli zhoršení stavu veškerého vodstva. Podléhá také požadavku k dosažení „dobrého stavu“ veškerých vod, které bylo plánováno do roku 2015. Ale jasně definovanými výjimkami popisující určité okolnosti, při kterých je možné odložit dosažení „dobrého stavu“ o dvě plánovací období, tedy až do 22.12. 2027.

V souvislosti s přípravou nové české vodohospodářské legislativy, která reagovala na požadavky směrnice, byl do českého právního řádu, v zákoně č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, zapracován zcela nový systém vodohospodářského plánování a pro tuto změnu zaveden nový pojem „Plánování v oblasti vod“. [11] Důležitým dokumentem se tak stává Plán hlavních povodí České republiky s vymezenými cíli pro hospodaření s povrchovými a podzemními vodami pro jejich ochranu a následné zlepšování stavu. Jedná se o tři hlavní povodí v České republice a to Labe, Odry a Morava. Tento vodoprávní úřad, dle vodního zákona, vykonává Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí. Plány hlavních povodí představují stěžejní podklady pro výkon veřejné správy. Jedná se zde především o územní plánování a vodoprávní řízení. Tyto podklady pak stanovují konkrétní cíle pro osm oblastí povodí (Horní a střední Labe, Horní a dolní Vltava, Berounka, Ohře a Dolní Labe, Odry, Moravy, Dyje) pro I. Povrchové vody, II. Podzemní vody, III. Vymezené oblasti (např. NATURA 2000). [10]

Časový rámec plánování v oblasti vod:

2003 – transpozice Rámcové směrnice do národní legislativy, určení kompetentních úřadů, vymezení oblastí povodí,

2004 – vyhodnocení stanovených oblastí povodí vyhotovení registru chráněných území,

2006 – stanovení monitorovacích programů,

2007 – zveřejnění významných problémů k řešení,

2008 – návrh prvního plánu oblasti povodí, konzultace s veřejností,

2009 – přijetí prvních plánů oblastí povodí, ustanovení programů opatření,

2012 – zavedení programů opatření,

2015 – dosažení dobrého ekologického stavu, 1. revize plánu, revize programu opatření,

2021 – 2. revize plánu,

2027 – 3. revize plánu. [10]

Podrobněji k celkovému plánování v České republice se věnuji v následující kapitole 4.2 Vodohospodářské plánování.

Se souvisejícím plánování a naplňováním cílů Rámcové směrnice je nutné zmínit i legislativu, která provází Metodiku HEM 2014, neboli Metodiku monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků. Zde se musí uplatňovat česká norma ČSN EN 14614 – Návod pro hodnocení hydromorfologických charakteristik toků, dále pak v souladu s ČSN 15843 Jakost vod – Návod pro určení stupně hydromorfologie řek, návaznost na Vyhlášku č. 98/2011 Sb. o hodnocení stavu útvarů povrchových vod a důležitá praktičnost v rámci jednotlivých programů v České republice. [12]

4.2 Vodohospodářské plánování

4.2.1 Historie plánování

Je nutno podotknout, že vodohospodářské plánování sahá až do období před 3700 lety. Tyto plány byly vytvořeny pro potřeby tehdejší Babylonské říše a zahrnovaly např. zavlažovací kanály, vodovody s rozvodnými řádami, regulaci řeky Eufrat a další úpravy spojené s vodou a městem. Tento plán byl zrealizován během 16 let. Jsou známy i starší plány, které pocházejí z Číny. Musíme zde zmínit asi i největší budovatele vodohospodářských staveb a to Římany, kteří jsou svými vodními stavbami proslulí. Mezi nejstarší vodohospodářské stavby patří například vodovod Aqua Appia.

V Čechách byl v tomto ohledu velký rozvoj během vlády Karla IV. při budování rybníků v okolí Pardubic a jižních Čech za vlády Rožmberků. Ovšem pro Evropu přišli větší vodohospodářské záměry až s výstavbou Suezského a později Panamského průplavu v 19. století. V tomto období se začínají vytvářet projekty na průplav Dunaj – Odra, později pak Dunaj – Odra – Labe. Další etapa plánování přišla s nástupem budování vodovodů a tím souvisejících potřeb vody pro rozvíjející se průmysl a závlahu, výstavbu vodních elektráren, přehradních nádrží apod. I po 2. světové válce se na plánování nezanevřelo. Tyto projekty se týkali především Moravy a Slezska. [1]

Mezi lety 1949–1953 byl zpracován Státní vodohospodářský plán republiky Československé (SVP 1953). Stal se tak prvním soustavným přehledem možností využití vodního hospodářství na našem území. Byl schválen Československou vládou podle § 3 zákona č. 11/1955 Sb., o vodním hospodářství (který byl vydán na základě podkladů SVP), tím se stal hlavním plánem pro vodohospodářská opatření všech odvětví národního hospodářství, tak i pro územní plánování. S odstupem času lze říci, že tento plán zhodnotil možnosti využití vodních zdrojů, dal podnět ke sledování a vyhodnocování informací o podmínkách ovlivňujících vodní zdroje a hospodaření s vodou a další. Však tento plán byl překonán rychlostí doby a tím se stal zastaralým. [13]

Dále byl vytvořen Směrný vodohospodářský plán ČSR na roky 1970–1975 (SVP 1975). Ten je s řadou přijatých změn a doplňků v doprovodných publikacích platný dodnes. Do toho plánování se zapojilo mnoho institucí, mezi které patřil hlavní zpracovatel Vodohospodářský rozvoj a výstavba, Střediska rozvoje vodního hospodářství při Výzkumném ústavu vodohospodářském, Povodí, krajských rozvojových a investičních středisek, Český hydrometeorologický ústav, Hydroprojekt i z řady organizací resortů dopravy, energetiky, zemědělství, lesního hospodářství a dalších. Pracovalo se převážně

na analýze a zdokumentování stavu a možností využití vodního bohatství státu, především vodních zdrojů. [14]

Dalším postupem byl celkový vývoj plánování ve vodním hospodářství po roce 1989, který se týkal především nové úpravy vodního práva včetně přijetí Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000 ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. Tyto plány se týkali navázání na dokumenty související s SVP, vyhovění všech požadavků Rámcové směrnice a změna procesu plánování respektováním demokratických principů. [15]

V dalších dvou kapitolách se budeme věnovat vodohospodářskému plánování v České republice a také v zahraničí začátkem 21. století.

4.2.2 Vodohospodářské plánování v České republice

Pro vodohospodářské plánování byla v roce 2003 sestavena Ministerstvem zemědělství Komise pro plánování v oblasti vod a její Návrhová skupina. Tímto byl započat proces plánování v České republice. Hlavním úkolem komise je podpora institucí zapojených v procesu plánování. Dále pak projednávají a schvalují postupy, metodiky a dokumenty procesu plánování, které jsou pak využity pro konkrétní činnosti. Tato Komise pak dále předává zprávy Evropské komisi, které se řídí ustanovením článku 3, článku 8 a článku 15 Rámcové směrnice pro vodní politiku. [16] Koordinace plánování je rozdělena do tří plánovacích období, a to mezi lety 2009–2015, 2015–2021 a 2021–2027.

Pro 1. plánovací období, které zahrnovalo roky 2009–2015, byly zpracovány a schváleny plány povodí v následujících úrovních:

Plán hlavních povodí České republiky, který byl schválen již 23. května 2007. Zahrnoval dlouhodobou koncepci v oblasti vod. Shrnoval cíle politiky ústředních vodoprávních úřadů, zejména Koncepce vodohospodářské politiky Ministerstva zemědělství pro období po vstupu do Evropské unie na roky 2004 – 2010 a Státní politiky životního prostředí 2004 – 2010. Tímto byl vytvořen základní podklad pro zpracování plánů oblasti povodí.

Dalším krokem 1. plánovacího období byly plány oblastí povodí, které byly koncepčními dokumenty, shrnovali informace o stavu vodních toků v jednotlivých povodích a zároveň byly vytvořeny plány na zlepšení jejich současného stavu, prevenci proti zhoršování stavu vodního prostředí, snížení extrémních stavů v podobě sucha nebo povodní, dále pak podpora k udržitelnosti využívání vod, a to vše v plánech do roku 2015. Je nutné také zmínit, že plány oblastí povodí naplňovali požadovanou úroveň zpracování dle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000. Z nichž byly také

vytvořeny plány pro mezinárodní oblasti plánování oblastí vod povodí Labe, Odry a Dunaje. [17]

Druhé plánovací období bylo reakcí na připomínky Evropské komise k transpozici směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kde se stanovily úpravy legislativy a byla stanovena nová struktura pro aktualizaci plánů. To se vytváří ve třech úrovních. Mezi ně patří mezinárodní plány povodí, které zahrnují např. oblast povodí Labe, Odry a Dunaje. Dále pak národní plány povodí pro části mezinárodních oblastí České republiky a plány dílčích povodí (pro 10 dílčích povodí, např. Horní a střední Labe, Horní Vltava atd.).

Souběžně byly vytvořeny i plány pro zvládání povodňových rizik, které korespondují s požadavky směrnice 2007/60/ES o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik. Národní plány povodí a plány pro zvládání povodňových rizik byly schváleny 21. 12. 2015 vládou České republiky usnesením vlády č. 1083, respektive usnesením vlády č. 1082. [18]

Třetí plánovací období bude probíhat v letech 2021-2027. V rámci tohoto plánování bude probíhat aktualizace předešlých dvou období. [19]

5 METODY HODNOCENÍ VODNÍCH TOKŮ

Celkovému sledování stavu vodních toků nazýváme monitoring. Ten nám umožňuje náhled na skutečný stav. Posléze nám pak slouží jako podklad k úpravám, zlepšení jeho vlastností a k částečnému navrácení toku do přirozeného stavu. Zde je pak cílem dosažení dobrého stavu a ekologické stability toku. V České republice bylo použito pro monitorování vodních toků mnoho metod. Většina z nich tak reagovala na požadavky již zmíněné Rámcové směrnice ES o vodní politice 2000/60/ES. Pokud se jedná pouze o vody povrchové sledujeme tak jejich chemický stav a stav ekologický, do kterého spadají biologické složky, hydromorfologie a některé fyzikálně chemické a chemické parametry.

Mezi aktuální monitorovací systémy v České republice patří **Informační systém ARROW** (Assessment and Reference Reports of Water Monitoring). Slouží především pro sledování chemického a ekologického stavu vod. Jedná se o databázi, do které se vkládají odebrané vzorky vod z toků. Dále se pak vyhodnocuje jejich kvalita a probíhá záznam do systému, který pak umožňuje přehledný soupis odebraných vzorků vod a jejich kvality. Vše v souladu s Rámcovou směrnicí. Dalším monitorovacím systémem je pak Rámcový program monitoringu. Ten je v souladu s vyhláškou 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. [20]

Jak již bylo uvedeno metodik pro zpracování celkového hodnocení vodních toků je mnoho. Patří mezi ně např. Metodika hodnocení chemického a ekologického stavu útvarů tekoucích vod, Metodika hodnocení všeobecných fyzikálně-chemických složek ekologického potenciálu útvarů povrchových vod tekoucích, Metodika hodnocení chemického stavu útvarů povrchových vod a další. Mezi stěžejní a momentálně nejpoužívanější metodou pro monitoring hydromorfologických složek patří Metodika monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků. [21]

5.1 Metodika HEM 2014

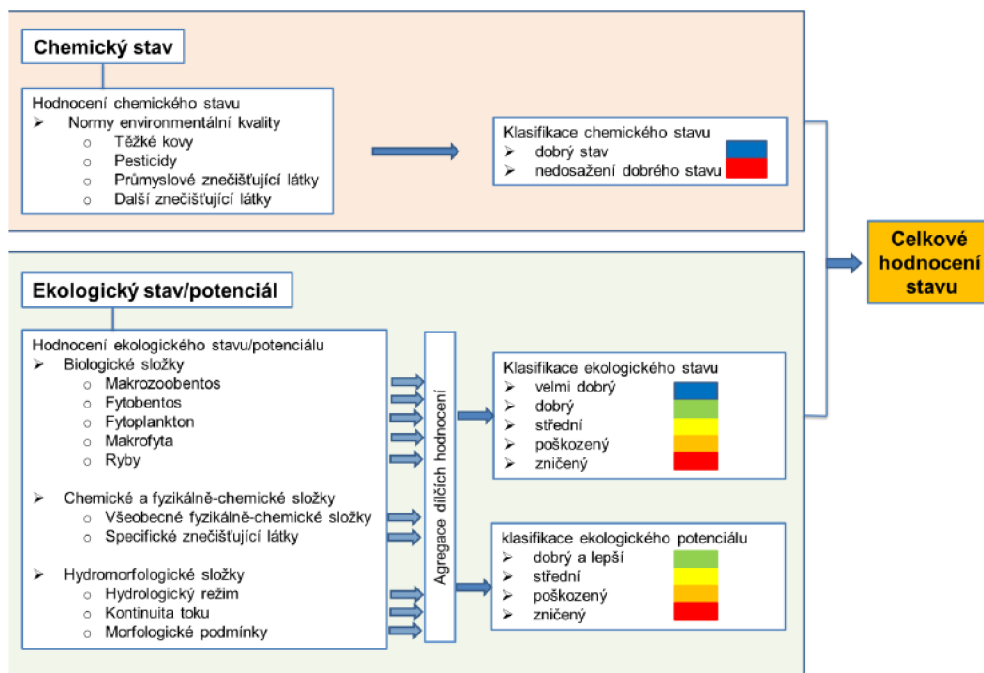
5.1.1 Základní východiska metodiky

Metodika HEM 2014 v celém znění Metodika monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků, které zpracoval a řešil pan doc. RNDr. Jakub Langhammer, Ph.D. Zadavatelem této práce bylo Ministerstvo životního prostředí a celá se zveřejnila v roce 2014. Tato metodika byla jakýmsi rozšířením předchozího dokumentu z roku 2007. Celá metodika splňuje veškeré požadavky legislativy České republiky i Evropské unie a samozřejmě naplňuje cíle Rámcové směrnice.

Hodnocení stavu toků a jejich následná klasifikace je, jak již bylo zmíněno, jedním z důležitých parametrů Rámcové směrnici a musí se tak dohlížet na několik principů. Jedním z nich je *Ekologický stav vodních toků*, který spočívá ve vyjádření kvality struktury a funkce vodních ekosystémů spojený s povrchovými vodami. Základní složky kvality obsahují složky biologické, hydromorfologické a fyzikálně – chemické. Právě složky hydromorfologické pak mají vliv pro hodnocení biologické kvality. Účelem monitoringu a jeho vyhodnocení je pak ekologický stav vodního útvaru, který je definován v pěti stupních – velmi dobrý, dobrý, střední, poškozený a zničený. Na základě těchto informací jsme schopni usoudit, zda hydromorfologický charakter vodního útvaru je dostatečný pro podporu tvorby biologických složek.

Dalším principem je pak Referenční stav, který spočívá na porovnání aktuálního stavu toku a stavu toku před zásahem činnosti člověka. Referenční stav je určen tzv. typově specifickými hydromorfologickými podmínkami, které jsou uvedeny v metodice HEM 2014 – Metodika typově specifického hodnocení hydromorfologického stavu vodních toků (Langhammer, Hartvich, 2014). Dále pak můžeme zmínit ještě Hierarchický princip

hodnocení. Ten vychází z hierarchického prostorového principu, který spočívá v rozdělení úseku toku na dílčí úseky, které se monitorují a hodnotí zvlášť. Hodnotí se chemický a ekologický stav dílčích úseků (viz Obr. 8), ze kterých se pak určí celkový stav vodního útvaru. Z výsledků se pak navrhnou opatření k zachování dobrého nebo velmi dobrého stavu vodního toku.



Obr. 8 Hierarchický princip hodnocení vodního toku [42]

Mezi již zmíněné složky kvality řadíme hydrologický režim, kontinuita toku a morfologické podmínky. Konkrétní specifikaci systému hodnocení řeší norma ČSN EN 14614, která představuje závazný návod pro hodnocení hydromorfologických charakteristik řek pro účely hodnocení ekologického stavu v rámci Rámcové směrnice. Tato norma byla přijata v ČR jako ČSN EN 14614 Jakost vod-Návod pro hodnocení hydromorfologických charakteristik řek (ČNI, 2005). Samotná Metodika HEM pak těmto požadavkům odpovídá a pro její konstrukci jsou klíčové tyto prvky: strategie sledování, vymezení sledovaných jednotek, četnost sledování a sledované charakteristiky. [12]

5.1.2 Metodika monitoringu

Metodika HEM 2014 slouží k praktickému monitorování hydromorfologických charakteristik toku. Celý systém je tak založen na terénním mapování vybraných hydromorfologických charakteristik toků a údolní nivy, kde se mohou používat i distanční podklady pro zpracování. Mapování pak probíhá, za určitých podmínek, na rozdělených úsecích samotným zpracovatelem. Ten pak vše zaznamenává do mapovacího formuláře. Samotná realizace monitoringu probíhá spíše v jarních nebo podzimních období, kdy nám

k přístupu toku nebrání vzrostlá vegetace a zároveň při průměrných nebo až nižších průtocích.

5.1.3 Monitorování ukazatelé

Jak již bylo zmíněno monitorují se hydromorfologické kvality toku a také morfometrické charakteristiky okolního prostředí s ukazateli hydrologického režimu. Vše probíhá v souladu s Rámcovou směrnicí 2000/60/ES a definic dle evropských standardů ČSN EN 14614 a ČSN EN 15843.

Ukazatelé hydromorfologické kvality jsou monitorovány ve třech zónách říčního prostředí:

- (I) Koryto.
- (II) Břehy/příbřežní zóna.
- (III) Inundační území.

U koryta se sledují parametry jako upravenost trasy toku (TRA), variabilita šířky koryta (VSK), variabilita zahloubení v podélném profilu (VHL), variabilita hloubek v příčném profilu (VHP), dnový substrát (DNS), upravenost dna (UDN), mrtvé dřevo v korytě (MDK), struktury dna (STD), charakter proudění (PRO), ovlivnění hydrologického režimu (OHR) a podélná průchodnost koryta (PPK). U břehů a příbřežní zóny sledujeme upravenost břehu (UBR), břehovou vegetaci (BVG) a využití příbřežní zóny (VPZ). Pokud se jedná o inundační území zabýváme se Využití údolní nivy (VNI), průchodností inundačního území (PIN), stabilitou břehu a boční migrací koryta (BMK).

Zároveň byly tyto jednotlivé parametry metodiky HEM zařazeny v souladu s požadavky Rámcové směrnice 2000/60/ES do tří hydromorfologických složek kvality: hydrologický režim, kontinuita toku a morfologické podmínky.

5.1.4 Postup při monitorování

Před monitoringem je dobré si zadané území prohlédnout na mapách (ortofoto mapy, historické mapy atp.). Dále si vymezit jednotlivé úseky pozorovaného toku na základě využití území, trasy toku a upravenosti břehů. Poté těmto úsekům přiřazujeme ID vodního útvaru, které zaznamenáváme jak do mapy, tak do mapovacího formuláře. Dalšími podklady, které nám mohou pomoci jsou distanční a podpůrná data např. o již vybudovaných úpravách toku. Samozřejmostí při samotném monitoringu je pak použití fotoaparátu pro nutnou fotodokumentaci nebo přístroje jako dálkoměr, GPS.

Pokud máme vše připraveno následuje samotné terénní mapování, které spočívá v procházení jednotlivých úseků toku a zaznamenávání hodnot do mapovacího formuláře. [12]

Obr. 9 Ukázka části mapovacího formuláře [12]

5.2 Vyhodnocení hydromorfologické kvality vodního útvaru

Před samotným hodnocením je důležité si vodní útvar zařadit do typologie vodních toků podle pana Strahlera a zároveň do typu vodního toku podle pana Langhammera. Poté začínáme pracovat s vyplněnými mapovacími formuláři jednotlivých úseků vodního toku. Hodnocení je založeno na hierarchickém principu, jehož postup je uveden v následujících krocích.

1. Skórování hydromorfologické kvality hodnocených ukazatelů

Jednotlivé skórování charakteristických ukazatelů je provedeno buďto univerzálně nebo specificky (dle typologie toku). Ukazatele jsou poté hodnoceny hodnotami 1 – 5. Kdy hodnota 1 je nejlepší variantou a 5 tou nejhorší. Pokud hodnotíme ukazatele, kde je monitoring rozdělen na pravý a levý břeh, bereme vždy variantu méně příznivou.

2. Výpočet hydromorfologické kvality jednotlivých úseků

Ke každému z ukazatelů je přiřazena váha, která zohledňuje typologii toku. Na základě těchto opatření je pak vypočítána hydromorfologická kvalita úseku. Výpočetní vzorec je níže uveden (5.1).

$$\begin{aligned} \text{HMS} = & (\text{TRA} \cdot k_{\text{ra_typ}} + \text{VSK} \cdot k_{\text{vsk_typ}} + \text{VHL} \cdot k_{\text{vhl_typ}} + \text{VHP} \cdot k_{\text{vhp_typ}} + \\ & + \text{DNS} \cdot k_{\text{dns_typ}} + \text{UDN} \cdot k_{\text{udn_typ}} + \text{MDK} \cdot k_{\text{mdk_typ}} + \text{STD} \cdot k_{\text{std_typ}} + \text{PRO} \cdot k_{\text{pro_typ}} + \\ & + \text{OHR} \cdot k_{\text{ohr_typ}} + \text{PPK} \cdot k_{\text{ppk_typ}} + \text{UBR} \cdot k_{\text{ubr_typ}} + \text{BVG} \cdot k_{\text{bvg_typ}} + \text{VPZ} \cdot k_{\text{vpz_typ}} + \\ & + \text{VNI} \cdot k_{\text{vni_typ}} + \text{PIN} \cdot k_{\text{pin_typ}} + \text{BMK} \cdot k_{\text{bmk_typ}}) / 4 \end{aligned} \quad (5.1)$$

3. Klasifikace hydromorfologického stavu jednotlivých úseků

Na základě vypočtené hodnoty HMS můžeme úseku přiřadit jednu z pěti tříd hydromorfologického stavu. Hraniční hodnoty odpovídají intervalů definovaným ČSN EN 15843, viz následující tabulka. Doporučuje se toto zatřídění barevně zakreslit do mapy, tak aby to bylo v souladu s normou ČSN 14614.

Tab. 2 Klasifikace hydromorfologického stavu úseku [7]

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

4. Výpočet hydromorfologické kvality vodního útvaru

Hydromorfologická kvalita celého vodního útvaru (HMK_{VU}) je vypočítána dle následujícího vztahu (5.2).

$$\text{HMK}_{\text{VU}} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{HMK}_i \cdot L_i}{\sum_{i=1}^n L_i}, \quad (5.2)$$

kde HMK_{VU} je hydromorfologická kvalita vodního útvaru, HMK_i je hydromorfologická kvalita i -tého úseku a L_i je délka i -tého úseku. Následně se pak znovu provede klasifikace do jedné z pěti tříd hydromorfologického stavu vodního útvaru dle Tab.2. [7]

6 ÚPRAVY VODNÍCH TOKŮ

Hlavním úkolem úpravy vodních toků je protipovodňová ochrana objektů a ploch, neustálé řešení měnící se odtokových poměrů a splaveninového režimu, stabilizace břehů a dna koryta, umožnění odběru vody a dalších důležitých vodohospodářských využití. Je však nutné, aby veškeré úpravy byly navrhovány velmi citlivě a v návaznosti na požadavky ekologické stability toku, na jeho bezprostřední okolí a přírodu. Dále pak dbát na respektování zástavby, dopravních zařízení atd. [10]

Návrh veškerých úprav a opatření si vyžaduje důkladné zpracování dostupných podkladů, a především podrobný průzkum daného úseku. To se týká zvláště zaměření všech objektů a zařízení, které mohou návrh nějakým způsobem ovlivnit. Dále pak podrobný výškopisný a polohopisný plán. Do těchto map jsou poté zapracovány veškeré inženýrské sítě, vegetační doprovod vodních toků, cest aj. Dalšími důležitými podklady jsou hydrologické poměry, klimatické (meteorologické) záznamy a jednotlivé průzkumy (inženýrsko-geologický, hydrogeologický a hydroopedologický, biologický, kulturně sociální a hospodářský). Zvláštní pozornost pak věnujeme sledování jakosti vody, zdrojům znečištění, fyzikálním, chemickým a biologickým vlastnostem vody. Kdybychom to celé shrnuli, dá se říci, že velkou část zaujímá hydroekologický průzkum a jeho vyhodnocení, kterým se zabývá právě již zmiňovaná Metodika HEM 2014. [10]

6.1 Historie

Ve vyspělejších zemích Evropy lze za počátek revitalizací zmínit období poloviny 20. století. Zde už byly viditelné rozsahy negativních úprav vodních toků. Vše spočívalo zvláště v zrychlování a koncentraci povodňových vln, vysušování krajiny za sucha a rozsáhlou devastaci přírodních prvků krajiny vázaných na vodu. To bylo důsledkem napřimování a nadbytečného dláždění koryt. V 50. letech se tak v Německu začaly využívat nové volnější trendy, které spočívali v budování neopevněných, přírodě blízkých břehů se stromy, zasahujícími do říčního profilu. Tato novinka měla největší rozmach přibližně v 70. letech. V Německu byly první revitalizace projektovány za účelem protipovodňové ochrany obcí a měst zkapacitněním koryt. Hlavním revitalizačním státem tak bylo Bavorsko.

V České republice se revitalizace začaly řešit až v období po roce 1989. Prvním impulsem tak byl rok 1992, kdy Ministerstvo životního prostředí založilo Program revitalizace říčních systémů (PRŘS). Ovšem řešení revitalizací sebou neslo veliké problémy. Zvláště tedy šlo o nepřipravenost vodohospodářů, kteří byli po generaci školeni právě v technických úpravách. V letech 1989 – 2000 se tak zkoušeli různé způsoby úprav, byly

to spíše pokusy omyly. Za příklad tak můžeme uvést výstavbu stupňů a přepážek v korytě vodního toku, které nakonec bylo spíše na škodu, vůči migraci vodních živočichů. Mezi vodohospodáři tehdejší doby panoval strach z nestability břehů koryt. To zapříčinilo až zbytečně mohutné opevnění, i když k přírodě bližších kamenných pohožů, záhozů nebo rovnanin.

První revitalizace v České republice byla provedena po roce 2000 na Benešovsku, na Slupském potoce pod obcí Pravonín, kde obec byla investorem. Ovšem jak bylo zmíněno jedná se o první revitalizaci. Takže z dnešních poznatků lze říci, že některé použité úpravy byly až zbytečné např. dramatické zvlnění toku nebo že koryto bylo v celé délce vyloženo lomovým kamenem. Ovšem na tu dobu to byl obrovský krok. Nutno podotknout, že základní dispozice velmi členitého, mělkého koryta byly správné, takže došlo přírodou k samotnému vytvoření osobitého rázu toku. Mezi další revitalizace pak dále patřilo území Střední Čech. Zde se dbalo na říční morfologii. Úpravy pak byly zkoušeny na potocích u Neustupova, u Vlašimi (Borecký potok) a u Zdislavic. [22]

Je nutné si uvědomit, že i v dnešní době se stále učíme. Přicházejí nové postupy nové trendy, které se neustále zdokonalují. Je však důležité je používat s rozmyslem a zkušenostmi. Přesto víme, že veškeré poznatky nám přinese až samotná realizace navržených revitalizací a čas.

6.2 Renaturace

6.2.1 Dlouhodobé renaturace

Pojem renaturace lze definovat jako přirozenou úpravu koryta a jeho niv samotnou přírodou. Jedná se tak o cenné revitalizační efekty, které jsou tvořeny samovolně bez zásahu člověka. Renaturace spočívá v zanášení již technicky upravených koryt splaveninami, v zarůstání bylinami a dřevinami, v postupném rozpadu umělých opevnění a dalších prvků v korytech. Mezi renaturační procesy patří také erozní změny koryt, které vítáme pouze v podobě stranové eroze, kde nám v přijatelné míře dotváří členitost koryta. Největším odpůrcem těchto procesů je stále myšlenka „nutného“ provádění čištění koryt. Tím dochází k likvidaci usazenin, porostů a celého přirozeného dotváření koryta a niv přírodou. Správce toku má právo odstraňovat a provádět tyto činnosti, nakolik je to v daném místě potřeba, tedy v rozsahu odůvodněném. Nutné je, ale vždy respektovat přírodní podmínky.

Samovolné renaturace také limitují dva faktor. Tuhé opevnění koryta, které způsobuje soustředěné proudění v korytě. Tím se téměř nedochází k zanášení a znemožňuje to tak

přírodní vývoj koryta. Toto opevnění pak musí být ve většině případů technicky odstraněno. Druhým faktorem je nadměrné zahloubení koryta. To pak dále přirozeně vede k dalšímu samovolnému zahlubování. Jako u opevnění je nadměrné zahloubení řešeno technickou revitalizací. V některých případech se původní koryto zasype a stranou v rostlé zemině se vybuduje nové přírodě blízkých tvarů.

Na základě těchto skutečností je třeba v jednotlivých případech rozhodovat o nejefektivnějším způsobu k obnovení přírodě blízkého stavu. Možné řešení pak vyznačují tři základní postupy:

1. ponechat koryto samovolnému vývoji, vyvarovat se zásahů, které by tento vývoj rušily.
2. Menší korekční zásahy.
3. Celková technická revitalizace.

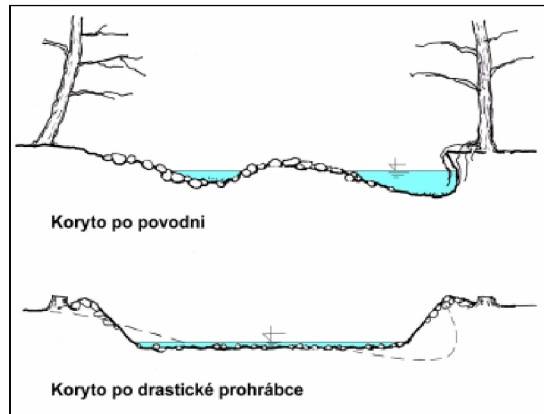
Z dlouhodobého hlediska lze říci, že rozumné využívání přirozené renaturace jsou z kvantitativního hlediska podstatně důležitější než technicky prováděné revitalizace.

6.2.2 Postupné renaturace korekční údržbou

Základem renaturační údržby geometricky pravidelných upravených koryt je vkládání různých prvků. Ty efektivně rozčlení koryto, způsobují zavzdutí určitých úseků a podporují stranovou erozi. Pod těmito prvky si můžeme představit např. velké kameny, které umístíme střídavě k jednomu a ke druhému břehu. U větších toků pak můžeme využívat různé usměrňovací výhony z kamene, dřeva nebo drnů. Používají se také tzv. živé usměrňovače v podobě vrbových kůlů, které se umísťují střídavě do paty svahu koryta.

6.2.3 Renaturace povodněmi

Při povodních se celý charakter koryta a jeho niv mění. Probíhají v něm určité změny. Je rozdílné, pokud se jedná o přirozené koryto nebo koryto technicky upravené. V případě přirozených koryt se jejich podstata nemění. U upravených koryt, ale dochází k narušení tvaru, objektů a opevnění. Je zde otázkou, zdali v tomto případě nejsou tyto povodně pro tok spásou. Pokud nejsou pádné důvody pro to, aby byla technická úprava koryta obnovena (jako např. intravilán), je možné řešit situaci technickou revitalizací. To spočívá v nahrazení upraveného koryta za koryto přírodě blízkého rázu.



Obr. 10 Porovnání koryta po průběhu povodně [3]

Na Obr. 10 můžeme jasně vidět, jak drastická prohrábka zbavila původní koryto o jeho rozmanitou tvarovou členitost a zničila přirozenou strukturu dna a břehů. Právě takovéto úpravy způsobují rychlé průchody povodní a tím i velké škody.

Povodňové změny lze dle potřeby a charakteru následných úprav dělit do pěti skupin:

1. Změny výrazně nepříznivé, ty spočívají v opravách a rekonstrukčních opatřeních k obnovení technické úpravy. Jedná se o destrukci v intravilánech obcí, kde je nutné zajistit stabilitu koryta a průtočnou kapacitu.
2. Změny významně měnící charakter koryta, ty způsobují nutnost nového technického řešení. To je oproti původnímu řešení na jiné úrovni. V tomto případě jde převážně o destrukci technické úpravy ve volné krajině, jejímž výsledkem je nadměrně zahloubené koryto a rozbité opevnění. To celé vede k technickým revitalizacím.
3. Změny akceptovatelné s dílčími rekonstrukčními zásahy, ty se týkají v odstranění naplavenin (odpady, splavené dřevo aj.), odstranění zbytků zničeného opevnění.
4. Změny akceptovatelné s dílčími opravami, tato situace je podobná jako předchozí, jen úpravy jsou prováděny v menším měřítku a nepřesahuje se tak rámec provozních úprav.
5. Změny akceptovatelné pouze s odklizením nepořádku komunálního původu. Pro úseky vodních toků v přírodních územích. [3]

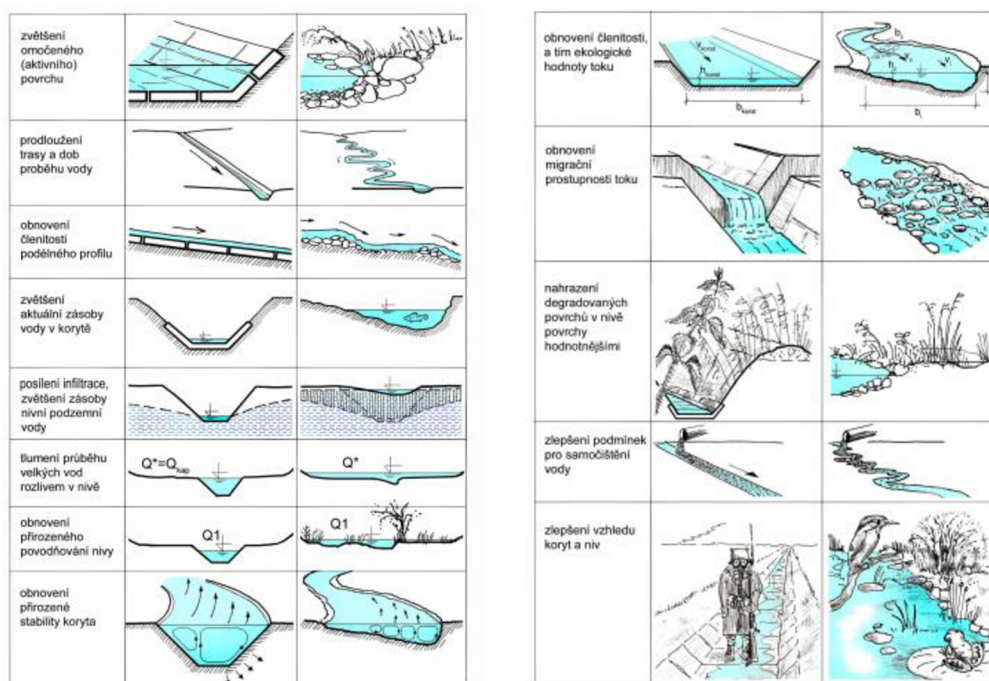
6.3 Revitalizace

Hlavním faktem pro samotné revitalizace je nutnost znalosti původních přírodních potoků, řek a jejich niv a dalších různých přirozených forem výskytu vody v krajině. Ty byly v minulosti technickými úpravami měněny, poškozovány a ničeny. Pro samotné revitalizace jsou velmi důležité informace o původním přirozeném stavu, na které

nahlížíme prostřednictvím zachovaných přírodních potoků, řek, mokřadů a dalších vodních prvků. Jedná se o jakousi předlohu pro další plánování a úpravy. Bohužel ve většině případů, nelze revitalizaci dosáhnout 100 % výsledků, tedy navrácení objektu do původního stavu. Je to způsobeno velmi úzkými možnostmi dnešní společnosti. Ovšem probíhá tu stále větší snaha o co nejlepší efekty k alespoň částečnému obnovení přírodního stavu, se kterými samozřejmě souvisí řada omezení. [3]

Ekologická funkce vodního toku spočívá ve vytváření podmínek ekologické stability krajiny. To zajišťují podmínky pro existenci zoo a fytoocenóz v toku a jeho blízkého okolí. Důležité je zajištění přirozeného odtoku a transportu splavenin, nerušený průběh samočisticích procesů, přirozená regulace vodního režimu krajiny. Tím, že jsou vodní toku hlavní kosterou ekologické stability krajiny plní funkci biokoridoru. Je pro ně důležitá estetika s doprovodnou vegetací, rekreace nebo i sportovní využití. To vše nesmíme opomenout. [10]

Mezi nejdůležitější dopady, které nám revitalizace přináší je zadržování vody v krajině, s tím související obnovování přirozeného zamokření území, vyrovnávání odtokových poměrů z hlediska tlumení průběhu velkých vod. Dále pak obnova a zlepšení vodních, mokřadních a na ně navazujících biotopů. Zlepšování kvality vody a vzhledu volné krajiny. [3]



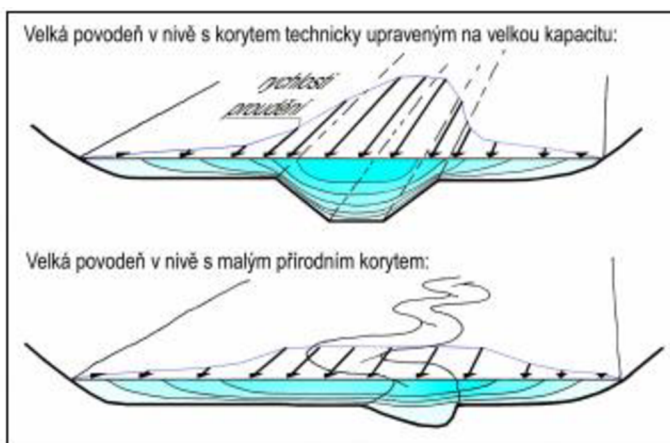
Obr. 11 Hlavní efekty revitalizací [3]

6.3.1 Tlumení průběhu povodní

Právě tlumení průběhu velkých vod je jednou z velmi obsáhlých témat. Při technických revitalizacích se tento aspekt musí zahrnout v takové míře, aby při případných povodních docházelo k zaplavení pouze v rámci upraveného koryta případně jeho niv. Ty jsou navrženy tak, aby neohrožovali lidská sídla a stavby. Jednotlivé přístupy k tlumení velkých i malých vod lze definovat dvěma způsoby. Jedním z nich je, že v dosahu zástavby je nutné zajistit její maximální ochranu velkou kapacitou koryt. Druhou podmínkou je potřeba podporovat tlumivé rozlivy povodní v nivách ve volné přírodě a co nejlépe jich využívat.

Opatření, která podporují tlumící rozlivy povodní v nivách jsou podélné revitalizace koryt vodních toků. Ty spočívají v nahrazení kapacitních koryt za koryta o přirozeně malé kapacitě. Tím dochází k podpoře vybřezování povodňových průtoků. Dalším opatřením je pak protipovodňová ochrana revitalizací drobného vodního toku v úseku nad územím, které má být ochráněno.

Pro zmíněná opatření se využívá zdrsňení a změlčení koryta, které zpomaluje proudění a podporuje rozliv do niv. Tento způsob pak také prospívá obnově přirozeného povodňování nivních ploch. Tím se udržuje přirozený režim pro významné nivní biotopy, jako jsou mokřady, mokřadní a vlhké louky, stará a slepá ramena nebo povodňové tůňe. S biotopy související i různé druhy organismů, které rozlivy využívají (např. ryby k rozmnožování). Dalším kladným bodem zdrsňení a změlčení koryta je posílení jeho přirozené stability [3]



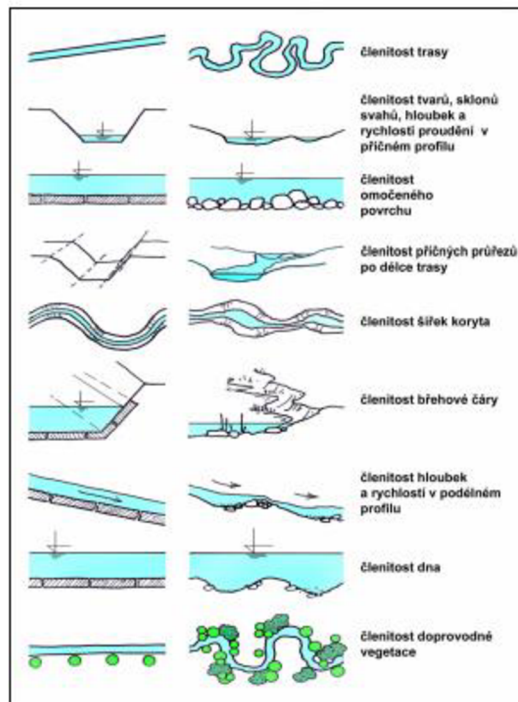
Obr. 12 Porovnání tlumení povodně [3]

6.3.2 Obnovení ekologických funkcí vodního toku a nivy

Již několikrát zmiňované technické úpravy koryto znehodnotily z pohledu jeho členitosti a formy oživení. Při následných revitalizaci je pak snaha navrátit toku přirozený prostorový rozsah a obnovení přirozené členitosti tohoto rozsahu.

Členitost koryta, břehů a nivy si můžeme vysvětlovat v několika následujících bodech:

- Členitost příčných průřezů koryta – ta souvisí s velikostí omočeného obvodu povrchu a s četností výskytu úkrytů apod.
- Podélná členitost koryta – pod tím si představíme tůně a peřeje, střídání různých typů prostředí.
- Různost hloubek a rychlostní proudění – zde záleží na povrchu dna a břehů, především pak na žijících organismech.
- Rozsah biologicky mimořádně cenné břehové oblasti – ten závisí na tom jak hodně jsou rozvinuty přibřežní mělčiny. Čím více je břeh strmější tím je pak oblast méně rozvinutá.
- Četnost úkrytů v korytě – ve velké míře je představuje napadané dřevo.
- Charakter dnového substrátu – ten by měl odpovídat přirozenému výskytu v oblasti, kde se nachází a zároveň musí vyhovovat požadavkům organismů, které zde budou žít.
- Charakter porostu břehů – ten by také měl odpovídat přirozenému výskytu přibřežní vegetace. [3]



Obr. 13 Porovnání koryt technicky upravených a přírodě blízkých [3]

6.3.3 Obnovení migrační prostupnosti koryta

Velkým problémem pohybu rybu jsou překážky v korytě toku. Jedná se především o příčné vzdouvací objekty v podobě jezů a stupňů. Dále pak nevhodně upravené úseky koryt s nedostatečnou hloubkou nebo velkými rychlostmi proudění nebo také zatrubněním úseků. Migrační prostupnost toků je třeba udržovat, chránit a v některých případech obnovovat. Obnova se ovšem týká pouze míst, kde je to smysluplné a účelné. Musíme zohledňovat úseky, kde se ryby pohybují a kde ne. znečištění vody a výskyt jednotlivých jezů a stupňů.

Prostupnost pak řeší revitalizační úpravy, které zajistí vyhovující hloubky, rychlosti a členění řečiště. V případě jezů a stupňů, se na těchto dílech řeší různé druhy rybích přechodů. Pokud už tyto objekty neplní svou funkci může na řadu přijít demolice a nahrazení balvanitými skluzy. Pro revitalizace prostupnosti je velmi důležitá odborná znalost rybiho i dalšího oživení nejen v samotných opatřeních, ale i v širších souvislostech celého povodí. [3]

6.3.4 Zlepšení podmínek pro samočištění a dočišťování vody

Samočištění lze definovat jak průběh přirozených procesů, přispívajících ke zlepšování kvality vody. Samotná intenzita samočištění se odvíjí od doby a intenzitě kontaktu znečištěné vody s biologicky aktivním povrchem koryta. Revitalizace se tak snaží o nápravu technických úprav, které samočisticí schopnosti poškozovali. Principem je prodloužení doby zdržení vody v korytě, tím se navyšuje členitost koryta a následně se tak zvětšuje intenzita kontaktu mezi vodou a povrchem koryta. To vše posiluje celkové samočištění. [3]

6.4 Obecné zásady technických revitalizací

Jak již bylo několikrát řečeno technické revitalizace jsou velmi zajímavým tématem a zároveň velmi těžkým úkolem pro projektanty. Není vůbec jednoduché navrhnout jednotlivé revitalizační objekty, tak aby byly typické pro okolí řešeného úseku a přírodě blízké. přirozené. Vždy tomu musíme věnovat větší pozornost, a hlavně hloubku zamyšlení nad tím co je pro dané území tím nejlepším řešením. Existují jednotlivé zásady, které vám představím v následujících odstavcích.

Zásada 1: Chráníme a využíváme přirozené obnovené procesy

Je zřejmé, že sama příroda si vždy tok postupem času upravuje sama. Koná tak tím největší díl revitalizačních prací. Koryto si sama eroduje a tím dochází k zanášení splaveninami, to vše přispívá k přirozenému vývoji břehové vegetace. Ta je zároveň přizpůsobena okolním podmínkám pro svůj růst. Tyto samovolné procesy jsou důležité i

při technických revitalizací, které jsou počátečním impulsem a pomocí pro další přirozené procesy.

Zásada 2: Součástí koncepce díla je rozhodnutí o míře přírodnosti či kulturnosti

Tato zásada přichází k zamyšlení nad tím, zdali revitalizační objekty pojmout velmi přírodě blízké a vnášet do něj co nejméně prvků nebo zvolit odolné technické provedení s nutnou trvalou péčí. Je jasné, že v případě přírodě blízkého vzhledu se přistupuje ve volné krajině, kdežto k druhému přístupu pak v zastavěném území. Je však vždy otázkou, jak se s tím příroda vypořádá. I ty nejlepší myšlenky a výtvořiny nemusí být pro přírodu ty vhodné.

Zásada 3: Plnohodnotné revitalizace vyžadují obnovu potočních nebo říčních pásů

Největším problémem revitalizací jsou pobřežní pozemky. Bývají totiž ve vlastnictví zemědělců nebo soukromých osob. Pokud se podaří tyto pozemky získat, má to pro obnovu pásů velký význam. Přiměřeně široké koryto nebo říční pás pak umožní jednodušeji a úsporněji řešit vlastní konstrukci koryta. Při plnohodnotné revitalizaci postačí pro drobné vlasečnicové toky šířka pásu cca 10 metrů. U potoků střední velikosti se tato šířka pohybuje mezi 10 až 50 m.

Zásada 4: Určení funkcí ploch v revitalizovaném území

V tomto případě se musí řešit řada důležitých faktorů, a to zejména vlhkostní poměry v jednotlivých plochách, jejich tvary a dostupnost. Tím se sestaví základní schéma, které je podkladem pro následující úpravy. Celkový návrh by měl vymezovat rozdělení ploch na mokřady, plochy s volně se vyvíjejícími porosty dřevin určitých typů a plochy různými způsoby obhospodařované. Špatně vytvořené schéma ploch a jeho následná realizace může vést k růstu nežádoucí vegetace tzv. buření, včetně pak invazivních druhů rostlin. Dále pak celý návrh závisí na využívání daného území (louka, zemědělsky obhospodařované plochy atd.).

Zásada 5: Velmi důležité je nastavení úrovní hladiny vody v korytě a v nivě

Tato zásada je velmi spjatá s předchozí. Celkový charakter řešených ploch závisí na vlhkostních poměrech a novým řešením. Bezradnost hraničí mezi rozhodováním, zdali jsou půdy dost vlhké na to, aby mohly vzniknout mokřady nebo příliš suché na běžné hospodaření. Nejlepším řešením se pak stává, když je hladina vody v korytě nastavena co nejvýše a v okolních plochách panují mokřadní podmínky. Bohužel toto řešení není vhodné pro každou revitalizaci. Například u ploch se zemědělským využitím se používají složené profily. Kolem vodního toku se širší pás prohloubí do tvaru povodňového průlehu. V jeho dně se prohloubí velmi malé a členité koryto pro běžné průtoky.

Zásada 6: Příroda je vzorem a spolupracovník při tvorbě revitalizačních koryt

Revitalizace usilují o vytvoření přírodě velmi blízkého stavu toku a jeho niv. S tím souvisí exaktní navrhování přírodně autentických tvarů revitalizačních koryt. Při návrhu se vychází z výzkumných prací, tak aby tvar koryt byl co nevěrnější kopií přírodních předloh. Je velmi složité tyto návrhy vytvořit z pohledu stability koryta. V praxi se nechává prostor pro uplatnění metody pojmenované jak metoda přírodně-technického optima. Ta představuje např. návrh mísovitého tvaru koryta.

Zásada 7: Opravy regulačních úprav nejsou revitalizacemi

Tyto opravy probíhaly v úplných začátcích revitalizací v ČR. Představovaly údržbu a opravy upravených koryt, které zachovávaly trasu, příčný průřez i nevhodné opevnění břehů. Dále se pak jednalo o odstranění usazenin a náletové vegetace. Takže takovéto „revitalizace“ představovali spíše zkázu toho, jak si to příroda dotvářela v průběhu času sama.

Zásada 8: Pozor na šíření invazivních rostlin

Tento problém se týká především rozšíření nepůvodních druhů rostlin jako je netýkavka, křídlatka a bolševník. Ty svým výskytem znehodnotí cenná stanoviště břehů potoků a řek. Blokují přirozenou obnovu břehových porostů a dřevin.

6.5 Obecné navrhování přírodě blízkých koryt vodních toků

6.5.1 Kapacita koryta

Celý návrh vychází z průtokových řad pro konkrétní lokalitu. Nejčastěji nám ho poskytuje Český hydrometeorologický ústav, v některých případech si musíme jednotlivé průtoky odhadnout za pomoci různých výpočetních metod např. dle Čerkašina.

Revitalizacemi se vytvářejí koryta s malou průtočnou kapacitou v rozsahu Q_{30d} až Q_1 . Ovšem tyto návrhy se odvíjí od místa, kde tok protéká. V zastavěných územích je prioritou ochrana před zaplavováním, koryta se tak navrhují na vyšší průtoky Q_{50} až Q_{100} . Naopak louky a nivní háje není potřeba chránit před dvou až pětiletou vodou, navrhují se tak na Q_{30d} . [3]

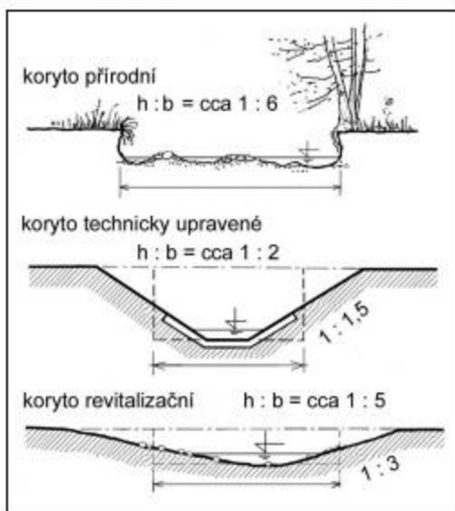


Obr. 14 Porovnání kapacity upraveného koryta (vlevo) a přirozeného koryta (vpravo) [3]

6.5.2 Příčný průřez koryta

Při revitalizačních úpravách je nutné vycházet z přírodních tvarů příčných průřezů, přičemž je zcela zásadní poměr mezi šířkou a hloubkou. V našich krajinných podmínkách mají koryta tvar mělkého, širokého pekáče. Poměr šířky k hloubce se tak pohybuje v rozmezí 4:1 až 10:1. Říčky a řeka mohou být i relativně širší. Čím větší poměr šířky k hloubce poskytuje větší stabilitu koryta.

Pro všechny morfologické typy se nabízí řešení vzorových příčných řezů ve tvaru mělké, ploché mísy. V přímých korytech a v přechodových úsecích meandrujících koryt se bude jednat o mísovité tvary s mírným a erozně odolným sklonem svahů v míře 1:3, dle vlastností místních zemin. Mírně sklonité svahy a plochý tvar pak vytváří podmínky pro vznik členité a bohaté příbřežní zóny. Tu je potřeba podrobně propracovat, především v oblastech přichylování proudnice k nárazovým břehům, tůňím ve dně (zejména v obloucích), ve větších sklonech nárazových břehů, jejich protějších mírnějších břehů a v kamenitých brodech.



Obr. 15 Srovnání základních rozměrových charakteristik [3]

Ideálně navržená modelace koryta posiluje jeho stabilitu a správný vývoj. To zaručuje rytmické střídání proudných a tišinných úseků, vytvoření tůňí u nárazových oblouků, které tlumí další vymílání. Sklonité nárazové břehy v obloucích umožňují toku jeho další samovolný vývoj koryta, neboť v tomto případě je horizontální vymílání břehu přijatelnou alternativou hloubkové eroze.

Pro návrh revitalizačního koryta máme dva různé případy. Prvním a ideálním případem je koryto proměnlivé. Zde máme při návrhu koryta k dispozici dostatečně široký pás pozemků, který umožňuje další samovolný vývoj koryt. Druhým případem je pak koryto

pevné, které vzniká v omezených pozemkových poměrech. Navrhujeme pouze v neměnných nebo málo proměnlivých tvarech, a hlavně dostatečně stabilizované. [3]

6.5.3 Trasa koryta

Vycházíme z přirozených tvarů, členitosti trasy koryta a jeho morfologického typu. V některých případech není nutné trasu vymýšlet a konstruovat, neboť jsou známé původní trasy nebo alespoň dochované historické mapové podklady. Pokud tyto data nemáme je vhodné hledat v podobných podmínkách jiný vzorový přírodě blízký úsek toku se stejnými charakteristickými vlastnostmi. Hlavními parametry jsou pak šířka pásu meandrů, poloměry a tvar oblouků, délka přechodových úseků mezi jednotlivými oblouky. Při návrhu se můžeme držet obecných doporučení pro meandrující koryta, která jsou uvedena v následujících bodech.

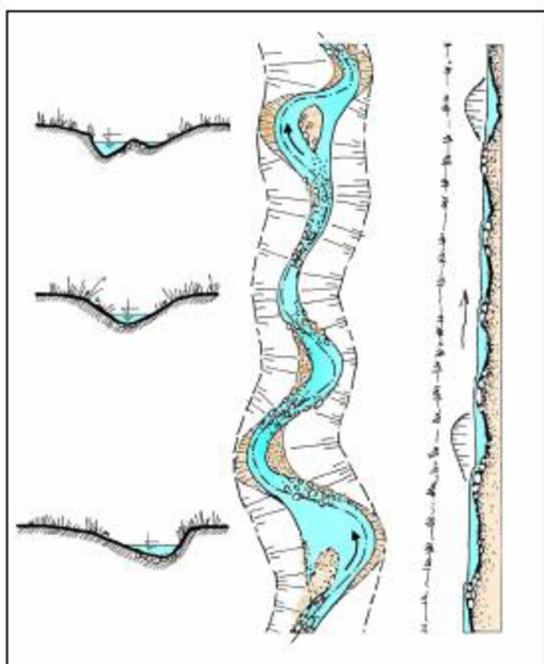
- Šířka meandrovaného pásu bývá 10–14násobkem šířky koryta.
- Poloměr oblouků bývá 2–3násobkem šířky koryta.
- Vzdálenost mezi obloukem a následujícím brodem bývá 5–7násobkem šířky koryta. [3]

6.5.4 Stabilita koryta

Stabilita koryta pevně souvisí s trasováním. Uměle dodatečná opevnění jsou smysluplná pouze v zastavěných územích. Měli bychom však navrhovat taková opevnění, která budou svou konstrukcí přírodě blízká. [3]

6.5.5 Podélný profil

Předností revitalizací je přirozený průběh terénu a členitost podélného profilu. Návrhy se zabývají jednak jednotlivými úseky, tak jejich detaily. Ty se týkají rozdílných sklonů úseků. Střídání většího a menšího sklonu dna je v hodné z více pohledů, jako např. zlepšení samočištění, vytváření proudových a tišinných míst. Důležitá je také členitost podélného profilu koryta, která se vyvíjí samovolně. Měla by přímo souviset s trasováním. Návrh pro tuto revitalizaci tvoří pouze hlavní osu v podobě kamenných záhozových figur, vytvoření tůňových prohlubní při nárazových březích oblouků. Nepatří sem členění v podobě zasazení příčných objektů do podélného sklonu. [3]



Obr. 16 Trasa, příčný a podélný profil revitalizovaného toku [3]

6.5.6 Vegetační úpravy

Vegetační úpravy jsou nezbytnou součástí revitalizací. Tím, že pomocí úprav umožníme zadržení vody v krajině, dostáváme mnohem příznivější podmínky pro přirozenou vegetaci. Zachováváme a ochraňujeme stávající vegetaci a vysazujeme nové druhově rozmanité dřeviny. Ty vysazujeme v pravidelné síti, která je po čase probrána, čímž se zajistí rozestupy dřevin a jejich nepravidelnost. Po výsadbě je nutné dřeviny oplotit proti poškození od zvěře. [3]

6.5.7 Obnova a vytváření tůň, mokřadů a říčních ramen

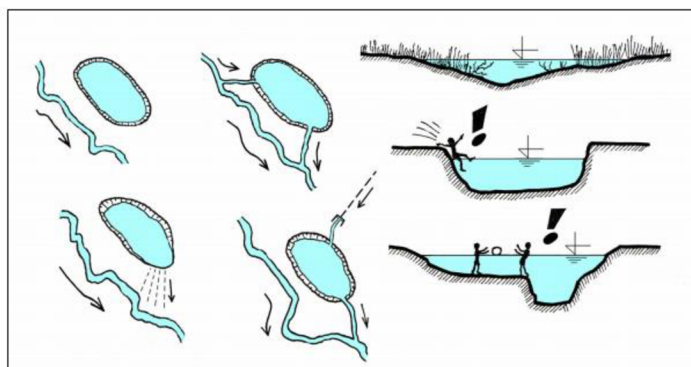
6.5.7.1 Tůň

Tůň jsou prohlubně v terénu nebo v korytě vodního toku, zaplněné vodou. Od nádrží se liší tím, že nejsou vytvořeny vzdouvacím účinkem hráze a nejsou vypustitelné. Jejich hlavní funkce je ideální prostředí pro rostliny a živočichy, obohacení zásob povrchové vody v území a vzhledové obohacení prostředí. Tůň v řečišti vodního toku mají tyto hlavní funkce, které jsou velmi důležité. Patří sem zvětšení aktuálního množství vody v korytě, prostor pro zachycování usazenin, funkce stabilizujícího vývaru a tlumení vymílacích účinků proudu v korytě.

Z hlediska revitalizace jsou sledovanými parametry zejména plocha tůň, plocha mělkovodní části tůň o hloubce 0,6 m, délka a členitost břehové čáry, objem vody v tůni,

eventuálně velikost okolní plochy terénu. Při návrhu můžeme použít několik typů tůní, a to mikrotůně ve dně vodního toku, protékané tůně, postranní tůně spojené s korytem, tůně mimo koryto toku, revitalizované zavodněné jámy a částečně zavodněné sníženiny v nivách. U většiny z nich jsou využívány modifikace na základě různých přítoků, slepých ramen a podzemní vody.

Obecným požadavkem při vybudování tůní je vytvoření mírných sklonů svahů. Především z důvodu ochrany osob a zvířat. Při mírně sklonitých a přirozeně stabilních březích není nutné tůně opevňovat. Proto jsou také ohledně financí naprosto nenáročné. Pro vegetační doprovod je vhodné založení výsadby vrbových řízků v hustých skupinách. Pro některé živočichy je ale nutné, aby alespoň část hladiny tůně byla osluněná. Z tohoto důvodu se hlavně jižní okraje tůní neosazují nebo se osazují nesouvisle.



Obr. 17 Příklady pozice tůní vůči vodnímu toku [3]

6.5.7.2 Říční ramena

Rozlišujeme několik typů postranních ramen: vedlejší rameno, staré rameno, mrtvé (odstavené) rameno a mrtvé (odstavené) rameno oddělené hrázemi. Právě postranní ramena jsou významnými prvky krajiny. Představují rozplozovací základny a povodňová útočiště pro různé druhy živočichů. Tyto ramena můžeme obnovit aktivním průtokem nebo obnovit pomocí povodňových průtoků. Dále pak můžeme ramena odbahnit, zvýšit hladinu vody. Poslední možností pak je vyhloubení nového ramene. Obnovování ramen vychází z podobných požadavků jako výstavba či obnova tůní a také spolu velmi blízce souvisejí.

6.5.7.3 Mokřady

Při revitalizačních úpravách lze mokřady definovat jako výrazně zamokřené a zavodněné území, které administrativně není jezerem, nádrží nebo součástí aktivního koryta vodního toku. Hladina vody v mokřadu vystupuje k terénu a nad terén a hloubky dosahují nejvíce

do 0,6 m. Jedná se o velmi členité přechodové prostředí s nejednoznačnou hranicí mezi vodou a souší.

K důležitým funkcí mokřadů patří bohatě oživené prostředí, zadržování vody v krajině, fixace uhlíku a jeho ukládání do sedimentů, zvlhčování místního klima, které přispívá ke stabilitě malého vodního oběhu. Dále pak tlumení průběhu povodní rozléváním do plochy mokřadu, podpora a stabilizace zdrojů pitné vody. Jsou také velkými zdroji rákosí nebo proutí pro tradiční druhy výrob. [3]

7 VODNÍ TOK JAKO SOUČÁST ÚSES

Územní systém ekologické stability (dále ÚSES) je podle § 3 písmene a) zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny vzájemně propojený soubor přirozených i pozměněných, avšak přírodě blízkých ekosystémů, které udržují přírodní rovnováhu. [23] Dále je řeší prováděcí vyhláška č. 395/1992 Sb., pak zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, ve znění pozdějších předpisů a další právní předpisy. [24]

Hlavním cílem ÚSES je posílení ekologické stability krajiny, tím že se zachová nebo obnoví stabilní ekosystém. ÚSES je hlavní součástí Územní plánovací dokumentace všech katastrálních území v České republice. Cílem těchto územních systémů je vytvoření sítě relativně ekologicky stabilních území ovlivňující příznivě okolní, méně stabilní krajinu. Dále zachování nebo znovuoobnovení přirozeného geofondu krajiny a podpoření vývoje biologických druhů a jejich společenstev. [23]

Vhodně realizované skladebné části ÚSES vytváří přirozenou ochranu před půdní erozí, zadržují vodu v krajině a zvyšují její biodiverzitu. Důležitým prvkem je i zvyšování přírodní a estetické hodnoty krajinného rázu s vyšší členitostí a rozmanitostí. [24]

7.1 Skladebné části ÚSES

Biocentrum (BC)

Biotop, nebo centrum biotopů v krajině, který svým stavem a velikostí umožňuje trvalou existenci přirozeného nebo lehce změněného, ale i tak přírodě blízkého ekosystému.

Biokoridor (BK)

Území, které neumožňuje rozhodující části organismů trvalou dlouhodobou existenci, avšak umožňuje jejich migraci mezi biocentry a tím vytváří z oddělených biocenter síť.

Interakční prvek (IP)

Jedná se o krajinný segment, který zprostředkovává příznivé působení základních skladebných částí ÚSES (biocenter a biokoridorů) na okolní méně stabilní krajinu do větší vzdálenosti. Nemusí být propojeny s ostatními skladebnými částmi ÚSES. Interakční prvky často umožňují trvalou existenci určitých druhů organismů, majících menší prostorové nároky. Často se jedná o plochy zeleně, jako jsou parky, izolovaná maloplošná chráněná území nebo třeba izolované remízy v zemědělských polích. [23]

7.2 Dělení ÚSES dle významu

Nadregionální ÚSES

Jedná se o významné krajinné celky a oblasti s min. plochou alespoň 1000 ha. Jejich vymezení a hodnocení zajišťuje Ministerstvo životního prostředí ČR.

Regionální ÚSES

Jedná se o významné krajinné celky s min. plochou podle typů společenstev (biochor) od 10 do 50 ha. Jejich vymezení a hodnocení spadá pod krajské úřady a správu příslušných správ národních parků a chráněných krajinných oblastí.

Místní ÚSES

Menší ekologicky významné krajinné celky s plochou od 5 do 10 ha. Jejich síť reprezentuje rozmanitost skupin typů geobiocénů v rámci určité biochory. K vymezení a hodnocení místního ÚSES mimo území národních parků, chráněných krajinných oblastí a jejich ochranných pásem jsou příslušné obecní úřady obcí s rozšířenou působností. [23]

7.3 Plány ÚSES

Plány ÚSES jsou důležitou součástí a podkladem pro projekty systémů ekologické stability, provádění pozemkových úprav, zpracování územní plánovací dokumentace a jiné dokumentů. Ve vodním hospodářství se využívají pro návrhy revitalizací vodních toků, které jsou důležitým krajinným prvkem. Často tak bývají hlavní součástí ÚSES. [23]

7.4 Vymezení ÚSES

U vymezení ÚSES je nutné klást důraz na sloučení těchto prvků s dalšími zájmy a potřebami v krajině (protierozní a protipovodňová opatření atd.). Při návrhu musíme dbát na dodržení minimálních prostorových parametrů, bez kterých nám prvek ÚSES nebude fungovat. Jedná se především o minimální velikost biocenter, maximální délku

biokoridoru a jejich přípustné přerušení. Dalším pravidlem je složený biokoridor, do kterého se vkládají lokální biocentra na malých vzdálenostech. U nadregionálních biokoridorů se vymezuje osa a nárazníková (ochranná zóna). Jednotlivé prostorové parametry pro biocentra a biokoridory jsou uvedeny v následující tabulkách. [24]

Tab. 3 Minimální prostorové parametry biocenter [24]

	Minimální velikost (ha)					
	Lesní spol.	Mokřadní spol.	Luční spol.	Stepní lada	Skalní spol.	Kombinovaná
lokální	3 (pravé lesní prostředí 1)	1	3	1	0,5 skutečného povrchu	3
regionální	10–60	10	30	10	5 skutečného povrchu	
nad-regionální	1 000					

Tab. 4 Minimální prostorové parametry biokoridorů [24]

	max. délka	příp. přerušení	min. šířka	max. délka	příp. přerušení	min. šířka
	Lokální (m)			Regionální (m)		
lesní spol.	2 000	15	15	700	150	40
mokřadní spol.	2 000	50–100	20	1000	100–200	40
luční spol.	1 500	max 1 500	20	500–700	100–200	50
stepní lada	2 000	50–100	10	500	100–200	20
kombinovaná	2 000	50–100				

ÚSES se vymezují ve volné krajině, kde se jedná hlavně o zemědělské pozemky, které dominují všemi negativními ekologickými dopady. Složitější vymezení se pak týká lesů. Zde je nutné sledovat zajištění potenciálních biotypů i prostorových parametrů. Další vymezení se dělá ne vodních prvcích. Vodní toky jsou přirozenými biokoridory. V jejich doprovodu často bývají přirozená biocentra v podobě slepých ramen, mokřadů a tůní.

Ovšem mnohem více biotopů stojatých vod je na rybnících. Ty jsou sice umělé vytvořené, ale vytváří tak naprosto přirozené prostředí pro různé vodní živočichy. [24]

7.5 Realizační zásady

Jedná se o velmi individuální a složitou realizaci, kterou musíme chápat jako delší proces, jehož rychlost a míra se odvíjí od dotčených fyzických nebo právnických osob.

Nové skladebné části realizujeme tam, kde je nízká stabilita krajiny, nenáročná opatření s jistým výsledkem, možnost založit přírodě blízká společenstva atd. Projekční příprava i vlastní realizace by měla vycházet z těchto obecných zásad:

1. Realizace ÚSES jako celku – postupná realizace chybějícího biocentra či biokoridoru po etapách často vytváří přirozený a pozvolný proces.
2. Velmi důležitý je funkční typ skladebné části a cílový typ společenstva.
3. Prostorové podmínky pro cílový typ společenstva.
4. U interakčních prvků musíme přihlížet k dalším funkcím včetně hospodářského využití.
5. Dodržování minimálních prostorových parametrů.
6. Využívání samovolných nebo řízených sukcesních procesů (monitoring a podpora).
7. Nutné terénní úpravy u některých typů společenstev (např. obnova tůní, mokřadů).
8. Při výsadbách je nutné dodržovat původní geografické druhy (nejlépe z místních zdrojů).
9. Preferovat lesnické způsoby zakládání oproti sadovnickým.
10. Je nutno dbát na přirozenou cílovou věkovou strukturu porostů.
11. Ekotonová společenstva lemů biocenter, biokoridorů a interakční prvky by měly být co nejpestřejší s bohatou druhovou skladbou.
12. Ochranná opatření by měla být pokud možno prostorově co nejúspornější. [25]

8 PODPORUJÍCÍ PROGRAMY

8.1.1 OP ŽP (4.3) Péče o břehové porosty, revitalizace vodních toků

Hlavním cílem Operačního programu Životní prostředí (OP ŽP) 2014-2020 je ochrana a zajištění kvalitního prostředí pro život obyvatel České republiky, podpora efektivního využívání zdrojů, eliminace negativních dopadů lidské činnosti na životní prostředí a zmírňování dopadů změny klimatu. OP ŽP nabízí v období let 2014-2020 možnost realizace široké škály opatření investičního i neinvestičního charakteru. Celkem je na OP ŽP z evropských fondů alokováno 2,6 mld. EUR, z toho na prioritní osu 4 (PO 4), která řeší péči a ochranu přírody a krajiny je alokováno 13,3 %, tedy zhruba 351 mil. EUR (9,5 mld. Kč). [26]

8.1.2 POPFK (115 164) a POPFK (115 162) – Revitalizace vodních toků

Podpora obnovy přirozených funkcí krajiny (POPFK) je národní dotační program MŽP podporující investiční i neinvestiční záměry realizující adaptační opatření zmírňující dopady klimatické změny vodních, lesních i mimo lesních ekosystémů, dále Agentuře ochrany přírody a krajiny České republiky a správám národních parků umožňuje realizovat opatření vyplývající z plánů péče o zvláště chráněná území, ze souhrnu doporučených opatření pro ptačí oblasti, záchranných programů a programů péče pro zvláště chráněné druhy rostlin a živočichů. V neposlední řadě slouží k financování monitoringu a podkladových materiálů. Na jednoleté i víceleté realizace je poskytována dotace až do výše 100 % celkových nákladů akce. V rámci programu se počítá s rozdělením řádově desítek milionů korun ročně. [27]

8.1.3 Správa nezcizitelného státního majetku ve zvláště chráněných územích (MaS)

Z podprogramu lze financovat pouze akce, které budou prováděny nejen v ZCHÚ, ale zároveň na pozemcích ve vlastnictví státu, s nimiž hospodaří Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Správy národních parků a Správa jeskyní ČR. Tyto organizace uzavírají s různými subjekty (fyzické, právnické osoby, neziskové organizace aj.) smlouvy o dílo, na základě kterých je akce realizována. Podprogram je určen pro opatření investičního i neinvestičního charakteru, jednoleté i víceleté akce. Žadateli jsou tedy AOPK ČR, Správy národních parků a Správa jeskyní ČR. Dotace je poskytována ve výši 100 % z celkových nákladů akce. Opatření financované z MaS nelze provádět za účelem zisku. [21]

8.1.4 Program péče o krajinu (PPK)

Dotační program vyhlášený Ministerstvem životního prostředí poskytuje neinvestiční prostředky až do výše 100 % vynaložených nákladů na vlastní realizaci opatření, přičemž se předpokládá postupné naplňování a realizaci opatření, která povedou k udržení a systematickému zvyšování biologické rozmanitosti. Program je zaměřen na provádění drobného managementu a dělí se na tři samostatné podprogramy lišící se vzájemně způsobem financování a rozsahem prováděných opatření dalšími podprogramy a to PPK chráněná území, PPK volná krajina a PPK handicap (ohrožení a handicapovaní živočichové). [28]

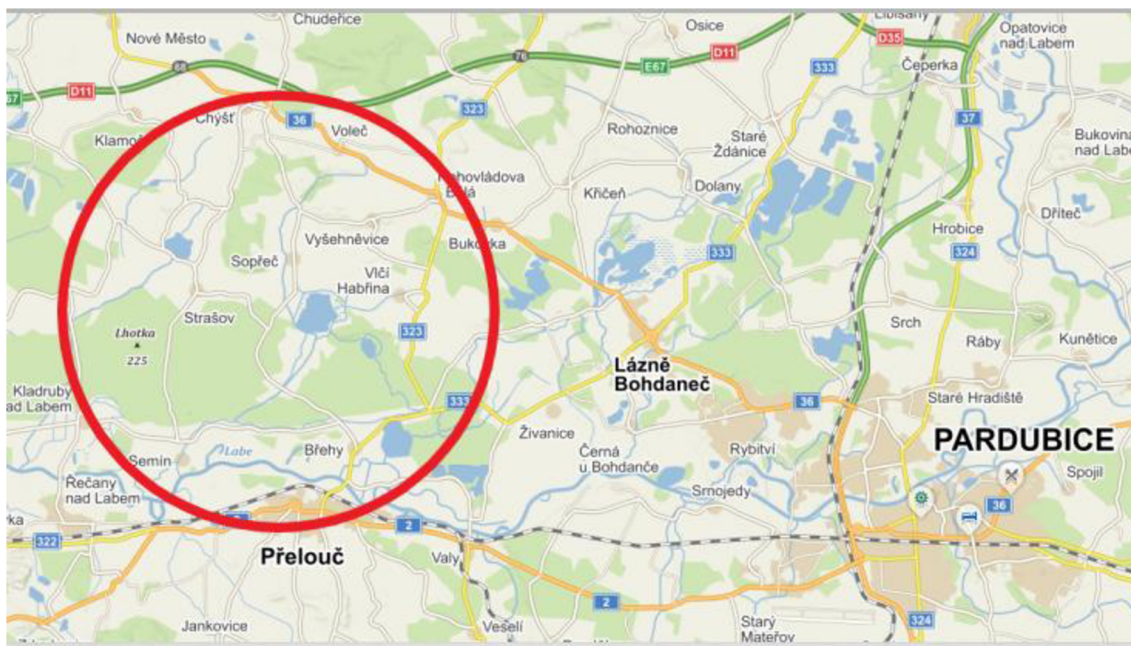
9 PRAKTICKÁ ČÁST

Pro aplikaci nastudovaných poznatků z první části práce jsem si vybrala hydroekologický monitoring Sopřečského potoka a možnosti úprav na zlepšení jeho stavu.

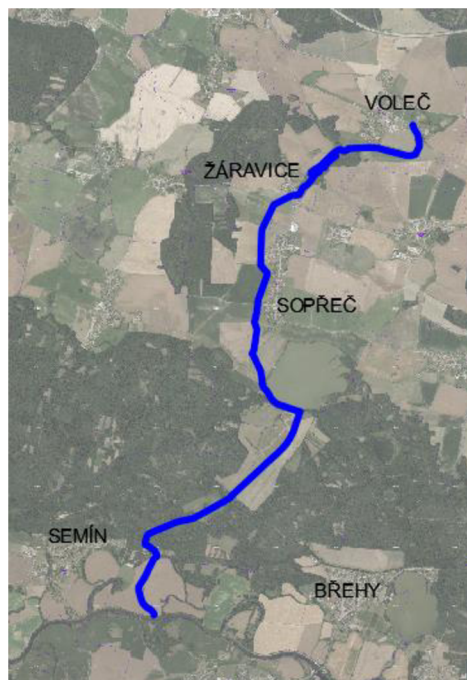
9.1 Charakteristika zájmového území

Sopřečský potok se nachází v Pardubickém kraji. Pramení v obci Voleč, v místním Novém rybníku při nadmořské výšce 264 m n. m. Dále protéká katastrálním územím obcí Žáravice, Sopřeč, Břehy a Semín. Právě v jižní části obce Semín vtéká do řeky Labe v nadmořské výšce 210 m n. m. Je tak jejím pravostranným přítokem. Jeho délka dosahuje cca 10,8 km a celková plocha povodí je přibližně 30,9 km².

Tok, po celé své délce, protéká částí intravilánu, kde je jeho průtok regulován a hlídán z pohledu možných povodních. Dále pak na zemědělsky využívaných územích. Z části také protéká lesy nebo loukami. Jeho koryto je tvarově lichoběžníkové, v některých jeho částech s bohatou příbřežní vegetací.

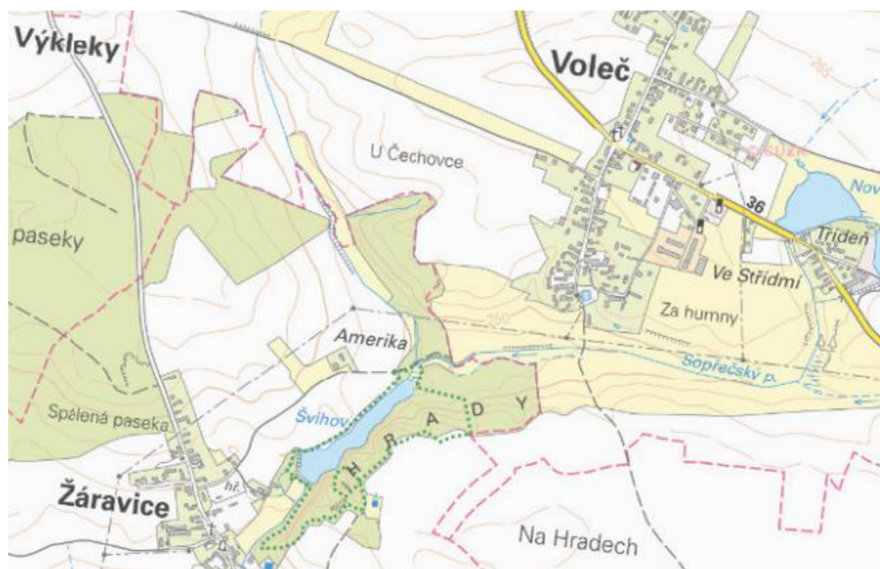


Obr. 18 Přehledná mapa zájmového území (zdroj: www.mapy.cz)



Obr. 19 Detailní ortofoto mapa s vyznačeným Sopřečským potokem (zdroj: www.cuzk.cz)

Sopřečský potok protéká velmi zajímavými místy. Mezi ty patří v katastrálním území obce Žáravice Chráněná přírodní rezervace Na Hradech s ev. č. 256. Tu spravuje Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Důvodem chráněné oblasti je rybník s přilehlými loukami a opukové stráně s významnou květenou Okrotice bílé. Celková rozloha této lokality činí cca 9,5 ha. [29]



Obr. 21 Chráněná přírodní rezervace Na Hradech [36]

Další významnou částí je průtok ve velmi blízké vzdálenosti od Sopřečského rybníka, kde samotný potok netvoří přítok do rybníka, ale plní funkci odtoku. Sopřečský rybník je v dnešní době ceněn jako důležitá ornitologická lokalita výskytu vodního ptactva jako je labuť velická, volavka popelavá, volavka bílá a kormoráni. V minulosti bylo okolí i významnou částí botanické lokality, bohužel ta byla zničena vodohospodářskými a zemědělskými úpravami. [30]

Nesmíme také opomenout jednu z velmi často navštěvovaných turistických míst na tomto potoce Semínský akvadukt. Ten byl vybudován jako přechod Opatovického kanálu nad Sopřečským potokem. Výškový rozdíl je přibližně 2 m. Opatovický kanál tak z části tvoří přítok a z části odtéká svým korytem a vlévá se do Labe ve vzdálenější místě než Sopřečský potok.

9.1.1 Geomorfologické a geologické poměry

Monitorované území Sopřečského potoka se z geomorfologického hlediska zařazuje do provincie Česká Vysočina. Celý tok dále patří do soustavy VI České tabule, podsoustavy C Východočeské tabule, celku Východolabské tabule. Dále ho řadíme do podcelku v katastrálním území obce Voleč a Žáravice do Chlumecké tabule s okrskem Dobřeničská plošina. Od katastrálního území obce Sopřeč do podcelku Pardubická kotlina a okrsku Kladrubská kotlina. [31]

Východolabská tabule tvoří severozápadní část Východočeské tabule. Zaujímá plochu přibližně 1,689 km². Jedná se o plochu pahorkatinu v povodí řeky Labe a Cidliny na geologickém podloží tvořeném slínovci, jílovci, spongolitech a pískovcích svrchní křídly s pleistocenním říčními a eolickými sedimenty. Toto území se vyznačuje slabě rozčleněným erozně denudačním reliéfem pleistocenních říčních teras a údolních niv Labe, Cidliny a jejich přítoků, kde se vyskytují sprašové pokryvy, závěje, a přesypy vátých písků, strukturně denudačních plošin a plochých hřbetů. [32]

9.1.2 Pedologické poměry

Půdní členění potoka je velmi rozmanité. V ústí toku, v katastrálním území obce Semín se jedná o zastoupení skupiny půdních typů fluvizemě s půdotvorným substrátem koluviální a nivní sedimenty. Tento úsek je převážně na rovině nebo úplné rovině se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 10 %. Z hydropedologického hlediska jsou zde půdy se střední rychlostí infiltrace, zahrnující převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité. Vyskytují se zde i regozemě s půdotvorným substrátem štěrky a písky. Jsou to půdy s vysokou rychlostí infiltrace, zahrnující převážně hluboké, dobře až nadměrně odvodněné písky a štěrky.

V katastrální území obce Břehy se pak nacházejí pseudogleje s půdotvorným substrátem zahliněných teras a morén. Jsou to půdy s nízkou rychlostí infiltrace, zahrnují převážně půdy s malou propustnou vrstvou v půdním profilu a půdy jílovitohlinité až jílovité.

Dále se nám na území obce Žáravice nacházejí gleje, které jsou charakterizovány půdotvorným substrátem smíšených svahovin, nivní uloženiny, jílu a slínů, a koluviální sedimenty. Z hydrologie to jsou půdy s nízkou rychlostí infiltrace a při úplném nasycení se jedná o půdy s málo propustnou vrstvou v půdním profilu a půdy jílovitohlinité až jílové. Také se vyznačují trvale vysokou hladinou podzemní vody.

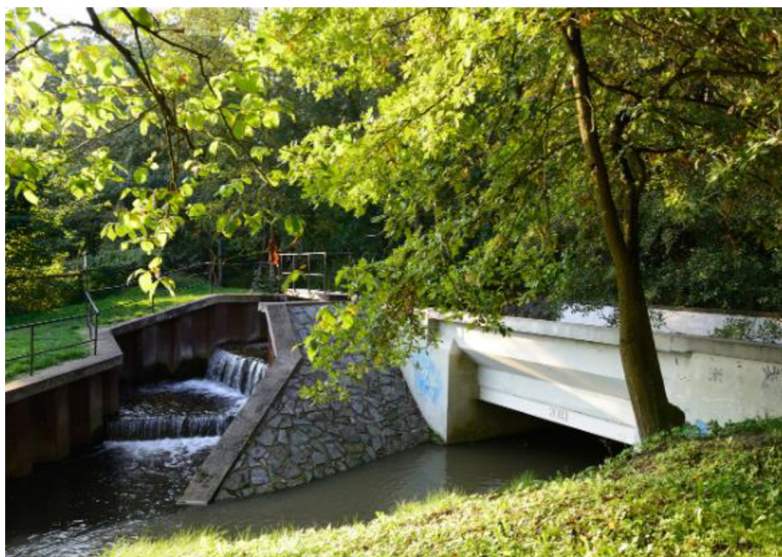
Na úseku v obci Voleč, kde potok pramení jsou zastoupeny hnědozemě s půdotvorným substrátem spraší, sprašových překryvů a svahoviny. Tyto půdy se vyznačují střední rychlostí infiltrace. Zahrnují převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité. [33]

9.1.3 Hydrologické poměry

Sopřečský potok spadá do povodí Labe. Do řeky Labe se pak vlévá v katastrálním území obce Semín. Labe bylo v minulosti technicky upravováno pro splavnění. Jeho slepá ramena můžeme vidět už jen na historických mapách.

Sledovaný potok pak prochází jednotlivými katastrálními územími. Ve svém průběhu protéká vodní nádrží Švihov v obci Žáravice. Dále pak míjí další dvě umělé vytvořené vodní nádrže v obci Sopřeč. Mezi největší vodní nádrž pak patří Sopřečský rybník, který je regionálním biocentrem. Potok ho, ale nenapájí pouze protéká v jeho blízkosti a slouží jen pro vypouštění rybníka.

Velmi zajímavým prvkem je již zmiňovaný Semínský akvadukt, kde se kříží Opatovický kanál právě se Sopřečským potokem. Část vody tak z Opatovického kanálu přepadá přes přeliv a vlévá se do Sopřečského potoka.



Obr. 22 Semínský akvadukt (zdroj: archiv autora)

Číslo hydrologického pořadí a ID toku bylo vypsáno z Povodňového plánu města Přelouč. [34] Z důvodu nedostatku dat ohledně jednotlivých parametrů, jako byla plocha, délka toku a jeho průtoky. Byly tyto hodnoty odhadnuty a vypočítány. Výpočty jednotlivých průtoků jsou uvedeny v příloze B1. Určení návrhových průtoků.

Tab. 5 Tabulka hydrologických poměrů Sopřečského potoka

Číslo hydrologického pořadí		1-03-04-064
		1-03-04-060
		1-03-04-061
ID toku		10185489
Plocha povodí		30,9 km ²
Délka toku		10,8 km
Průtoky Q	Q_{30d}	0,097 m ³ .s ⁻¹
	Q_{355d}	0,0056 m ³ .s ⁻¹
	Q₁	2,62 m ³ .s ⁻¹
	Q₅	6,02 m ³ .s ⁻¹
	Q₁₀₀	26,17 m ³ .s ⁻¹

9.1.4 Klimatické poměry

Monitorované území řadíme dle kódů BPEJ do klimatického regionu 3 – teplý, mírně vlhký (T3). [33] Ten se vyznačuje těmito hodnotami:

Tab. 6 Klimatická bolast dle BPEJ [33]

Charakteristika	Rozsah hodnot
Suma teplot nad 10 °C	2500 - 2800
Průměrná roční teplota °C	8 -9
Průměrný úhrn srážek	550 – 650
Pravděpodobnost suchých vegetačních období v %	10 – 20
Vláhová jistota ve vegetačním období	4 - 7

Daný úsek se může zařadit i podle Quitta, podle kterého dané území spadá do teplé klimatické oblasti T2. Ta se vyznačuje těmito hodnotami: [35]

Tab. 7 Klimatická oblast dle Quitta [35]

Charakteristika	Hodnoty
Počet letních dní	50 - 60
Počet mrazivých dní	100 - 110
Suma srážek celkem	550 - 700 mm
Průměrná teplota v lednu	-2 - -3 °C
Průměrná teplota v červenci	18 – 19 °C
Počet dní s průměrnou teplotou 10 °C a více	160 - 170

V této oblasti bývá jaro poměrně krátké, teplé až mírně teplé. Léto je teplé, dlouhé a suché. Podzim je stejně charakteristický jako jaro. Zima je popsána jako krátká, mírně teplá suchá až velmi suchá. [35]

9.1.5 Potenciální přirozená vegetace

Dle mapy potenciální přirozené vegetace spadá průběh toku od pramene k ústí do území 7 Černýšová dubohabřina, 39 Kostřavová borová doubrava a 5 Jílmová doubrava. V následujících odstavcích budou popsány jednotlivé skupiny. [36]

7 Černýšová dubohabřina

Vyskytují se zde tyto stromy: dub zimní, habr s častou příměsí lípy, na vlhčích stanovištích se vyskytuje dub letní. Jedná se o stanoviště i náročných listnáčů jako je jasan, třešeň a klen. Ve vyšších nebo inverzních polohách se též objevuje buk. Dobře vyvinuté keřové patro je tvořené mezofilními druhy opadavých listnatých lesů nalezneme pouze v prosvětlených prostorech. Charakter bylinného patra určují mezofilní druhy, především byliny (*hepatica nobilis*, *Galium sylvaticum*, *Campanula persicifolia*, *Lathyrus vernus*,...), méně často trávy (*Festuca heterophylla*, *Poa nemoralis*,...). [37]

39 Kostřavová borová doubrava

Tato skupina reprezentuje světlé borové doubravy na vátých a terasových písčích s přirozeným výskytem dubu letního a borovice. Kromě těchto druhů bývá ve stromovém patře dub zimní a jednotlivě i břiza. Pokud se jedná o keřové patro tak to dosahuje vyšší pokryvnosti zejména ve světlých borových porostech se slabou příměsí dalších druhů stromů. V bylinném patře se pak objevují (sub) acidofyty, často například *Festuca ovina*, *Hypericum perforatum*, *Agrostis vinealis*, *A. capillaris* a další. [37]

5 Jílmová doubrava

Tuto skupinu zpravidla tvoří třípatrové fytoceózy s dominantním dubem letním nebo jasanem ve stromovém patru. Častou příměs tvoří lípa srdčitá, ve vlhčích oblastech též olše lepkavá. Naopak v sušších oblastech se objevuje habr a javor babyka. Keřové patro je tu velmi druhově rozmanité. Kromě zmlazených dřevin stromového patra se objevuje *Swida sanguinea*, ve vlhčích typech *Padus avium*. Bylinné patro je dále tvořeno aspektem jarního geofytu s dominancí *Ficaria bulbifera*, *Corydalis cava*, *Anemone nemorosa*, *Allium ursinum* a další. [37]



Obr. 23 Přirozená potenciální vegetace v okolí Sopřečského potoka [36]

9.2 Hydroekologický monitoring

Pro hydroekologický monitoring byl proveden na Sopřečském potoce. Důvodem monitoringu bylo laickým okem zřetelné působení lidské činnosti prostřednictvím technických úprav např. nadměrným zahlubováním a napřimováním. Mezi další uvažované aspekty je zařazení toku do Dlouhodobého záměru v letech 2015–2020 do revitalizačních úprav v povodí Labe.

Před samotným monitoringem byl proveden průzkum vybraného území prostřednictvím nejrůznějších map např. ortofoto mapy, historické mapy atp. Dále byly vymezeny jednotlivé úseky Sopřečského potoka na základě využití území, trasy toku a upravenosti břehů. Poté se těmto úsekům přiřadilo ID vodního útvaru, které se pak zaznamenávalo jak do mapy, tak do mapovacího formuláře. Celkově byl tok rozdělen do 15 úseků, které byly číslovány v pořadí od ústí k prameni toku. Nehodnoceným úsekem byla vodní nádrž Švihov. Jednotlivé úseky jsou znázorněny v příloze A1. Hydromorfologická kvalita vodního toku – stávající stav.

Hydroekologický monitoring byl proveden dle metodiky Ministerstva životního prostředí HEM 2014 Metodika monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků. Veškeré terénní mapování proběhlo v říjnu, takže monitorování nebránila vzrostlá vegetace. Vše spočívalo v procházení jednotlivých úseků Sopřečského potoka a zaznamenávání hodnot do mapovacího formuláře. Z tohoto monitorování bylo provedeno hodnocení dle HEM 2014 Metodika typově specifického hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků.

9.2.1 Určení typu vodního útvaru

Určení typu vodního útvaru bylo provedeno dle metodiky Vymezení typů vodních toků zpracovaného panem RnDr. Jakubem Langhammerem a jeho kolektivem. [9] Při zařazení je použita kombinace čtyř parametrů. Tyto kombinace jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 8 Vymezení typu vodního útvaru

Parametr	Kategorie	Pořadí
Úmoří	Severní moře	1
Nadmořská výška	200-500 m n.m.	2
Geologie	Pískovce, jílovce, kvartér	2
Řád toku dle Strahlera	Potoky	1

Sopřečský potok dle vymezení typu vodního útvaru spadá pod kód 122. Zde jsou zahrnuty toky středních výšek úmoří Severního moře na sedimentárních horninách. Také se jedná se o nejrozšířenější typ v České republice. Podloží je tvořeno méně odolnými pískovci, jílovci a kvartérním pokryvem. Převážně jsou zde zastoupeny pahorkatinné nížinné toky, s širokými, otevřenými údolními a s poměrně malým spádem. Podstatná část těchto toků je ovlivněna antropogenní činností, především zemědělsky. [9]

Celkové zařazení vodního toku, dle jednotlivých kategorií, 1-2-2-1 spadá do skupiny typů potoků pahorkatinných na sedimentu s kódem PPS. Jedná se o malé toky, které jsou hojně zastoupeny zejména v Moravských úvalech, Ostravské pánvi a v České křídové pánvi.

9.2.2 Hodnocení hydromorfologických ukazatelů

Celé hodnocení hydromorfologické kvality bylo provedeno v pěti následujících krocích.

1. Skórování jednotlivých ukazatelů

Z vyplněných mapovacích formulářů bylo provedeno ohodnocení jednotlivých hydromorfologických ukazatelů pro jednotlivé úseky. Jednotlivé charakteristiky byly hodnoceny univerzálně (dle skórovací matice), nebo typově specificky (dle typu toku). Samotné hodnocení spočívalo k přiřazení hodnot 1–5, kdy 1 byla nejlepší hodnotou a 5 nejhorší. Při hodnocení ukazatelů, které zároveň levý a pravý břeh, byla brána vždy ta méně příznivá hodnota. Celé oskórování je uvedeno v následující tabulce.

Tab. 9 Skórování jednotlivých ukazatelů

č.	Ukazatel		ID úseku														
			SOP_001	SOP_002	SOP_003	SOP_004	SOP_005	SOP_006	SOP_007	SOP_008	SOP_009	SOP_010	SOP_011	SOP_012	SOP_013	SOP_014	SOP_015
1.	Upravenost trasy toku	TRA	3	1	1	5	3	2	2	2	2	5	2		4	5	3
2.	Variabilita šířky koryta	VSK	1	2	1	3	1	4	1	4	4	3	3		1	2	1
3.	Variabilita zahloubení v podélném profilu	VHL	5	3	2	5	2	5	2	5	5	2	5		1	5	5
4.	Variabilita hloubek v příčném profilu	VHP	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2	2	2
5.	Dnový substrát	DNS	2	2	1	2	2	2	2	2	3	3	2		2	2	2
6.	Upravenost dna	UDN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1
7.	Mrtvé dřevo v korytě	MDK	1	1	1	1	2	3	1	3	3	3	2		1	1	1
8.	Struktury dna	STD	5	5	2	5	3	5	5	5	5	5	5		4	4	5
9.	Charakter proudění	PRO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2	2	2
10.	Ovlivnění hydrologického režimu	OHR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	5
11.	Podélná průchodnost koryta	PPK	4	1	1	1	1	1	1	1	3	2	5		1	5	5
12.	Upravenost břehu	UBR	3	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1		1	1	1
13.	Břehová vegetace	BVG	4	1	1	4	1	4	4	4	4	4	4		1	4	4
14.	Využití příbřežních zón	VPZ	4	1	1	4	1	3	1	4	4	4	1		1	3	5
15.	Využití údolní nivy	VNI	4	1	1	3	1	1	1	4	4	4	1		1	2	5
16.	Průchodnost inundačního území	PIN	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2		1	1	1
17.	Stabilita břehu a boční migrace koryta	BMK	4	5	2	4	4	4	2	4	4	4	4		4	4	4

Vodní nádrž Švihov

Jak je z tabulky patrné nejhůře hodnocené byly ukazatelé STD Struktury dna a VHP Variabilita hloubek. Naopak mezi nejlepší hodnocení v rámci celého toku patří UDN Upravenost dna, OHR Ovlivnění hydrologického režimu a PIN Průchodnost inundačního území. Úsek SOP_012 nebyl hodnocen, jelikož se zde nachází vodní nádrž Švihov.

2. Výpočet hydromorfologické kvality jednotlivých úseků a jejich klasifikace

V tomto kroku jsme dle vzorce (5.1) uvedeného v kapitole 5.2 Vyhodnocení hydroekologického monitoringu, vypočítali hydromorfologickou kvalitu jednotlivých úseků. Do výpočtu byly použity nejen vážené průměry ze skóre jednotlivých ukazatelů, ale také k nim byly přiřazeny typově specifické váhy, dle typu vodního útvaru, pro tok pahorkatinný na sedimentu (PPS), uvedené v Tab.10. Výpočet a klasifikace jednotlivých úseků je dále uvedeno v Tab.11.

Tab. 10 Hodnoty vah k jednotlivým ukazatelům dle typu vodního útvaru

Ukazatelé		Váhy pro PPS
Upravenost trasy toku	TRA	1
Variabilita šířky koryta	VSK	0,1
Variabilita zahloubení v podélném profilu	VHL	0,1
Variabilita hloubek v příčném profilu	VHP	0,1
Dnový substrát	DNS	0,1
Upravenost dna	UDN	0,25
Mrtvé dřevo v korytě	MDK	0,1
Struktury dna	STD	0,15
Charakter proudění	PRO	0,1
Ovlivnění hydrologického režimu	OHR	0,1
Podélná průchodnost koryta	PPK	0,5
Upravenost břehu	UBR	0,25
Břehová vegetace	BVG	0,15
Využití příbřežních zón	VPZ	0,4
Využití údolní nivy	VNI	0,3
Průchodnost inundačního území	PIN	0,15
Stabilita břehu a boční migrace koryta	BMK	0,15

Tab. 11 Výpočet hydromorfologické kvality jednotlivých úseků a jejich klasifikace

ID úseku	Výpočet hydromorfologické kvality úseku	Klasifikace hydromorfologického stavu úseku	
SOP_001	3,1	3	Středně modifikovaný
SOP_002	1,5	2	Slabě modifikovaný
SOP_003	1,2	1	Přírodě blízký
SOP_004	3,1	3	Středně modifikovaný
SOP_005	1,8	2	Slabě modifikovaný
SOP_006	2,1	2	Slabě modifikovaný
SOP_007	1,7	2	Slabě modifikovaný
SOP_008	2,6	3	Středně modifikovaný
SOP_009	2,7	3	Středně modifikovaný
SOP_010	3,3	3	Středně modifikovaný
SOP_011	2,4	2	Slabě modifikovaný
SOP_012	VODNÍ NÁDRŽ ŠVIHOV		
SOP_013	2,1	2	Slabě modifikovaný
SOP_014	3,3	3	Středně modifikovaný
SOP_015	3,35	3	Středně modifikovaný

3. Výpočet hydromorfologické kvality vodního útvaru

Výpočet byl proveden dle rovnice 5.2. Hodnoty jsou uvedeny v Tab.12.

Tab. 12 Hydromorfologická kvalita vodního útvaru

ID úseku	L [m]	HMS	L . HMS
SOP_001	1073	3,1	3299,5
SOP_002	246	1,5	365,9
SOP_003	892	1,2	1025,8
SOP_004	436	3,1	1329,8
SOP_005	180	1,8	326,3
SOP_006	1586	2,1	3370,3
SOP_007	771	1,7	1207,8
SOP_008	460	2,6	1284,9
SOP_009	1392	2,7	3793,2
SOP_010	1105	3,3	3591,3
SOP_011	494	2,4	1191,8
SOP_012	-	-	-
SOP_013	248	2,1	508,4
SOP_014	1216	3,3	4028,0
SOP_015	231	3,4	773,9
Σ	10330		26096,7
Hydromorfologická kvalita vodního útvaru			2,53

4. Klasifikace hydromorfologické kvality vodního útvaru

Jak vidíme v tabulce, tak hydromorfologická kvalita celého vodního útvaru vyšla 2,53. Tuto hodnotu dle metodiky zařadíme do třídy 3 – Středně modifikovaný stav.

Grafické znázornění na mapě je v příloze A1. Hydromorfologická kvalita vodního toku – stávající stav.

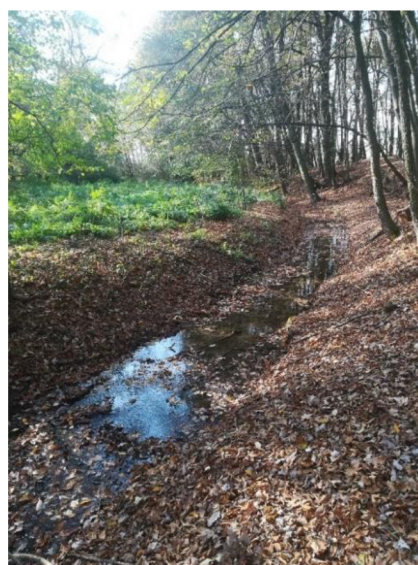
9.2.3 Celkové zhodnocení

Nejlépe hodnoceným úsekem je SOP_003. Jedná se o stav přírodě blízký. Tato část toku protéká zalesněným územím. Proto zde není patrné antropogenní ovlivnění. Jedná se o přirozené meandrující koryto, jehož dno je velmi rozmanitě členěno v příčném i podélném profilu. V celé délce tohoto úseku se hojně vyskytují mělčiny, které jsou doplněny ponechaným mrtvým dřevem.



Obr. 24 Fotografie Úseku SOP_003 (zdroj: archiv autora)

Dále byly vyhodnoceny na stav slabě modifikovaný úseky SOP_002, SOP_005, SOP_006, SOP_007, SOP_008, SOP_011 a SOP_013. Tato území se nacházejí v částečně zalesněných nebo zalesněných územích. Jejich hodnocení pak snižují využívání příbřežní zóny, struktury dna, zbytečné zahloubení, nedostatečná břehová vegetace a břehová stabilita.



Obr. 25 Úsek SOP_005 a úsek SOP_003 - stav slabě modifikovaný (zdroj: archiv autora)

Nejhůře hodnocené byly zbývající úseky SOP_001, SOP_004, SOP_008, SOP_009, SOP_010, SOP_014 a SOP_015. Tyto úseky byly vyhodnoceny stavem středně modifikovaným. Vše bylo zapříčiněno napřímením, nadměrným zahloubením, strukturou dna, nedostatečnou břehovou vegetací, břehovou stabilitou, využitím příbřežní zóny a využití údolní nivy. Zmiňované úseky toku protékají zemědělsky intenzivně využívaným územím a některé i intravilánem.

Detailní hodnocení jednotlivých úseků s fotografickou dokumentací je uvedeno v příloze A3. Hydroekologický monitoring.



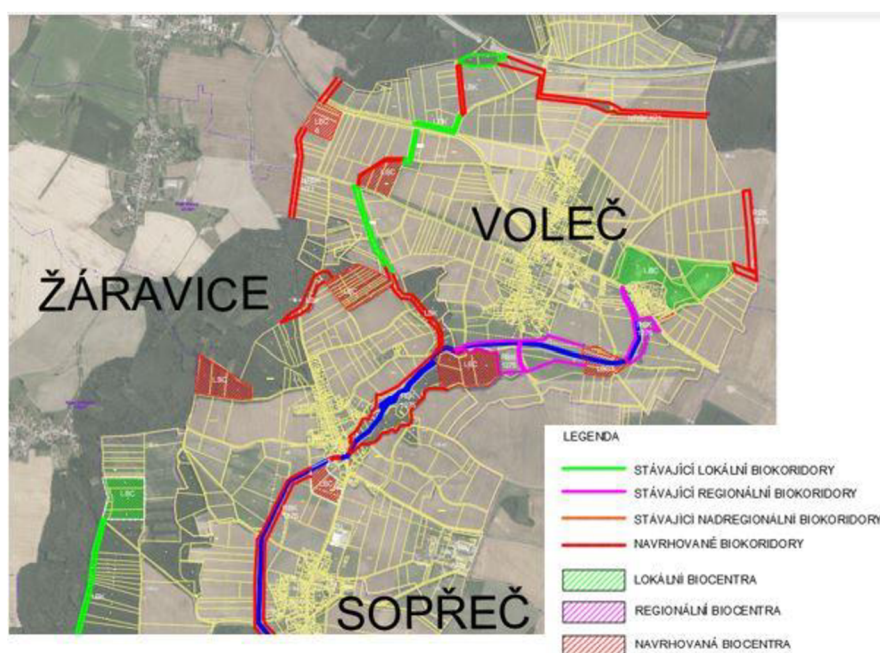
Obr. 26 Úsek SOP_008 - Středně modifikovaný stav (zdroj: archiv autora)

10 NAVRŽENÁ OPATŘENÍ PRO ZLEPŠENÍ STAVU VODNÍHO TOKU

10.1 Výběr úseku

Při výběru úseku bylo zohledňováno několik parametrů. Ty se týkaly hodnocení morfologického stavu jednotlivých úseků, jejich umístění a stěžejní byla Územní plánovací dokumentace jednotlivých obcí, kterými tok protéká. V té byly zakresleny návrhové plány i stávající ÚSES (biokoridory a biocentra), která nám pomohla při rozhodování, tak aby následná revitalizace byla opravdu účelná.

Při prohlížení jednotlivých územních plánů bylo jasné, že k revitalizaci by byl vhodný celý tok. V některých místech dle plánů byla již zavedená biocentra a biokoridory, ale bohužel při terénním průzkumu vypadalo vše úplně jinak. Týkalo se, to především úseků SOP_014 a SOP_015. Tyto úseky jsou využívány jako pastviny pro místní zemědělské družstvo. Okolí toku, jeho příbřežní zóna je tak zemědělsky udržována, nejen zemědělskými zvířaty, ale zároveň je i v případě nutnosti sečena. V případě dalších úsecích to bylo vše dost podobné.

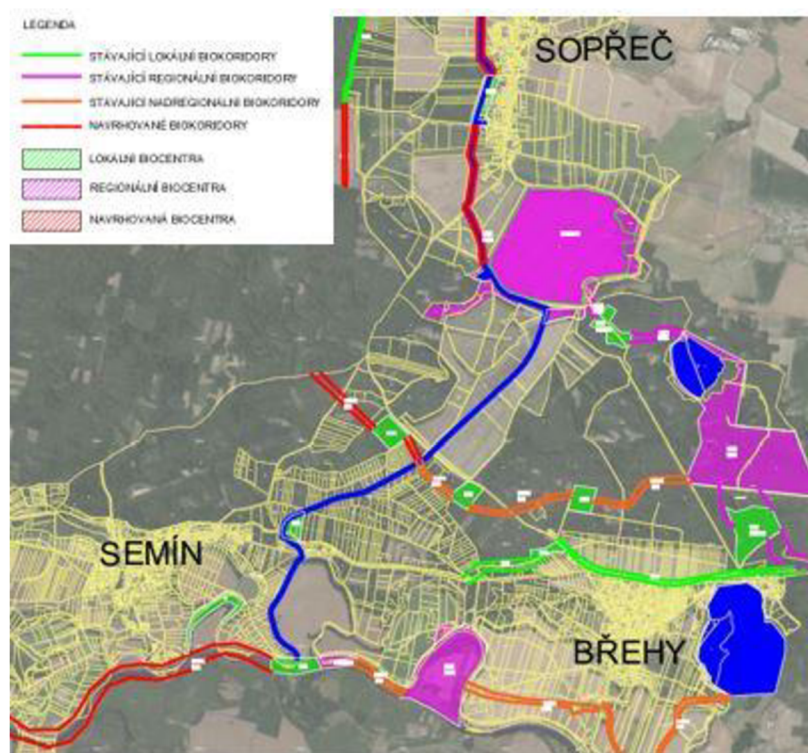


Obr. 27 Zakreslené jednotlivé prvky ÚSES

Pro revitalizační úpravy tak nakonec byly vybrány úseky SOP_008, SOP_009 a SOP_010, v celkové délce cca 3,0 km, staničení od 5,184 km do 8,141 km. Toto území je převážně intenzivně zemědělsky využívané pro pěstování místních plodin. Z části je

využíváno i jako soukromá pole nebo jako louky. Z hydromorfologického hlediska se jedná o napřimé koryto, nadbytečně zahloubené a bez výrazné břehové vegetace. Celkové hodnocení tohoto úseku po hydroekologickém průzkumu řadíme do středně modifikovaného stavu. Proto je tento úsek vhodný pro následnou revitalizaci.

V rámci těchto úseků byl v nejbližším okolí toku navržen regionální biokoridor. Z tohoto důvodu pro nás byl tento výběr smysluplný. Tento biokoridor by měl po realizaci propojovat dvě lokální biocentra a s nimi jedno regionální biocentrum. Došlo by tak k propojení těchto jednotlivých prvků a zlepšení celkové ekologické stability místní krajiny.



Obr. 28 Zakreslené jednotlivé prvky ÚSES

10.2 Určení návrhových průtoků

Z důvodu nedostatečných dat a malého toku, byly jednotlivé průtoky na úseku od SOP_015 do SOP_008 vypočítány dle následujících rovnic. Podrobný výpočet je pak dále uveden v příloze B1. Určení návrhových průtoků.

10.2.1 Určení q_a , Q_a a m denních průtoků

Hodnota specifického odtoku z povodí (q_a) byla vypočítána dle rovnice:

$$q_a = 80,009 \cdot A^{-0,0068} \cdot P^{0,1226} \cdot T^{-0,1582} - 118,36 \quad (l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}) \quad (10.1)$$

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 ($^{\circ}C$). [38]

Hodnota průměrného ročního úhrnu srážek a průměrná roční teplota byla vyčtena z webových stránek www.klimatickazmena.cz. Plocha povodí byla odečtena z katastrálních map.

Hodnota průměrného dlouhodobého ročního průtoku (Q_a) byla následovně provedena na základě rovnice:

$$Q_a = 10^{-3} \cdot q_a \cdot A \quad (m^3 \cdot s^{-1}) \quad (10.2)$$

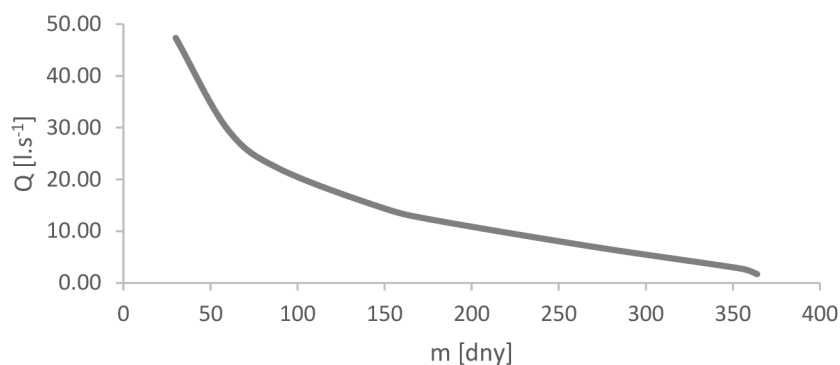
Kde: Q_a je průměrný dlouhodobý roční průtok ($m^3 \cdot s^{-1}$).
 q_a je specifický odtok z povodí ($l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$).
 A je plocha povodí (km^2). [38]

Po vypočítání těchto dvou rovnic byly dále vypočítány m denní průtoky, které jsou znázorněny v následující tabulce a grafu. Jedná se vždy o procentuální zastoupení Q_a . Veškeré podrobné výpočty jsou uvedeny v příloze B1. Určení návrhových průtoků.

Tab. 13 M denní průtoky

m	30	60	90	150	180	270	355	364
% Q_a	224	140	104	68	57	33	13	8
Q [$l \cdot s^{-1}$]	47,35	29,60	21,99	14,38	12,05	6,98	2,75	1,69

Graf m denních průtoků



Graf 1 M denní průtoky

10.2.2 Určení návrhových průtoků

Výpočet byl proveden dle vzorce odvozeného A. Čerkašinem [39]. Tato metoda je také nazývána objemovým vzorcem. Používá se pro výpočet stoleté vody s plochou povodí do 300 km².

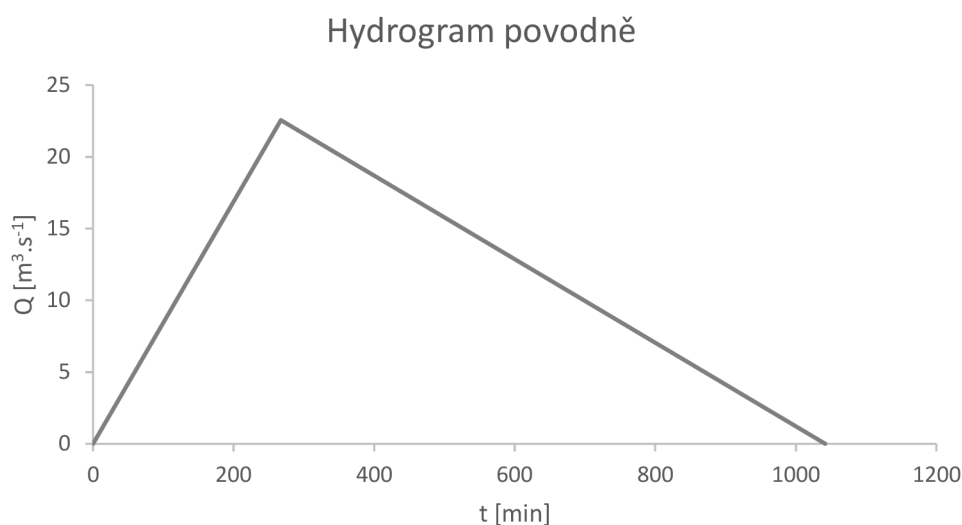
$$Q_{100} = \frac{24,7 \cdot \beta \cdot v_s^{\frac{2}{3}} \cdot S_p}{\Psi \cdot L^{\frac{2}{3}}} \quad (m^3 \cdot s^{-1}) \quad (10.3)$$

- kde:
- L je délka údolí v km od profilu až k rozvodnici.
 - V_s střední rychlost dobíhání v závislosti na spádu a zalesnění.
 - Ψ koeficient vyjadřující závislost velikosti kulminace na tvaru povodí.
 - β objemový součinitel odtoku stoleté povodňové vlny.
 - S_p plocha povodí. [39]

Průběžné výpočty jsou uvedeny v příloze B1. Určení návrhových průtoků. Jednotlivé vypočtené návrhové průtoky jsou uvedeny v následující tabulce a v návrhovém diagramu povodně.

Tab. 14 Pořadnice čáry opakování průtoků

N [rok]	0	1	2	5	10	20	50	100
α _N [-]	0	0,1	0,15	0,23	0,33	0,47	0,7	1
Q _N [m ³ .s ⁻¹]	0	2,26	3,38	5,19	7,44	10,60	15,79	22,56



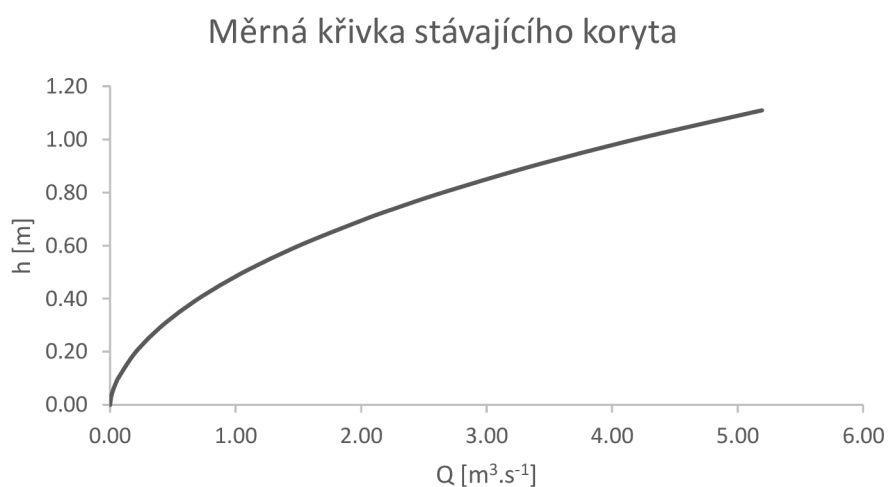
Graf 2 Hydrogram povodně

10.2.3 Kapacita původního koryta

Kapacita původního koryta byla vypočítána na základě sklonu údolnice 0,86 %, sklony svahů 1:1 a šířkou ve dně koryta 0,8 m. Výpočty byly provedeny dle Chézyho rovnice [40]. Výpočet je uveden v příloze B2. Výpočet kapacity stávajícího a navrženého koryta.

Tab. 15 Hydraulické hodnoty stávajícího koryta

	Q [m³.s ⁻¹]	h [m]	v [m.s ⁻¹]
Q_{30a}	0,047	0,08	0,64
Q₁	2,26	0,74	1,99



Graf 3 Měrná křivka stávajícího koryta

10.3 Navržená opatření

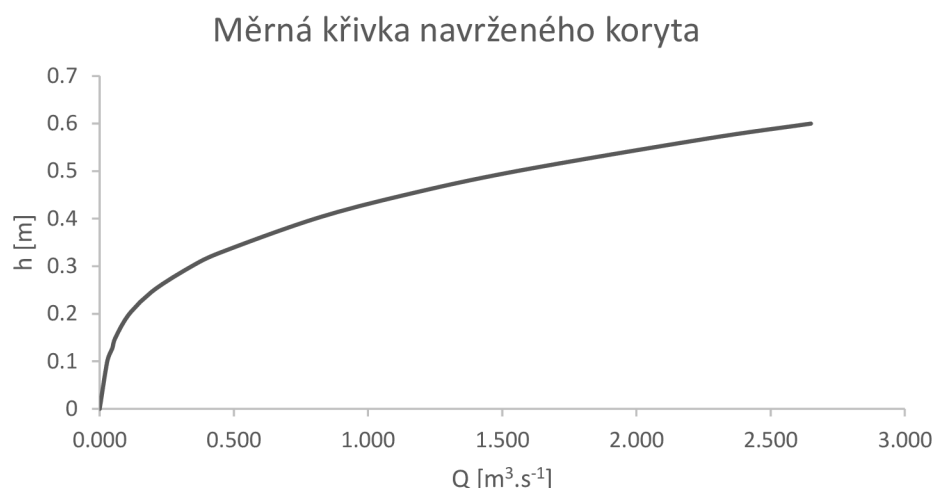
Prvním krokem při zpracování bylo vymezení navrženého regionální biokoridoru, dle územních plánů obcí Žárovice a Sopřeč. Tento biokoridor dosahuje min. šířky přibližně 40 m, což odpovídá normě k navrhování regionálních biokoridorů. Regionální biokoridor je ve své délce přerušen stávajícím lokálním biocentrem. Jeho délka je tak 1315 m a 1361 m, kde je dále napojen na regionální biocentrum na Sopřečský rybník. Ovšem svou délkou odpovídá spíše lokálnímu biokoridoru, který má svou max. délku 1500 m. Proto by bylo vhodné ještě do těchto úseků vložit minimálně jedno lokální biocentrum. V navržených opatřeních jsme se řídili stávajícím návrhem prvků ÚSES. Vymezení šířky biokoridoru bylo poměrně jednoduché, neboť obce již počítají v budoucnosti s realizací jednotlivých prvků ÚSES, a tak je většina pozemků v jejich vlastnictví.

Po určení potočného pásu jsme přešli k návrhu nové trasy koryta. Na konci řešeného území říčním kilometru 8,462 bude provedeno napojení na stávající koryto. To bude přehrazeno a následně zasypano. Voda tak bude svedena do nově navrženého koryta. Toto napojení bude z důvodu různě výškově položených koryt vyrovnáno kamenným pohozením, za využití přirozeného sklonu terénu. Podobné řešení bude i na začátku řešeného území, kde se provede stabilizace kamenným záhozem z nově navrženého koryta do stávajícího.

Při návrhu jsme se drželi revitalizačních zásad. Trasa koryta byla zvolena zákrutového tvaru se střídajícími přímými úseky. V nové trase byla navržena pohyblivá kyneta, jejíž kapacita byla stanovena návrhovým průtokem Q_{30d} , který dosahuje hodnoty $0,047 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Kyneta má miskovitý tvar se sklony svahů 1:4. Na ní navazuje navržený potoční pás, který je stanoven na kapacitu návrhového průtoku Q_1 , kde dosahuje hodnoty $2,26 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Zde byly navrženy sklony svahů v přímém úseku a v nárazových březích minimálně 1:10. Výška hladiny vody v korytě je při Q_{30d} 0,13 m a při Q_1 dosahuje výšky 0,57 m. Celkový výpočet těchto hydraulických hodnot byl proveden pomocí Chézyho rovnice [40] a drsnost koryta byla určena na 0,025. Návrhový průtok Q_1 byl zvolen z důvodu současného zemědělského využívání plochy v bezprostřední blízkosti potoka.

Tab. 16 Hydraulické hodnoty navrženého koryta

	$Q \text{ [m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$	$h \text{ [m]}$	$v \text{ [m} \cdot \text{s}^{-1}]$
Q_{30d}	0.047	0.13	0.41
Q_1	2.26	0.57	0.87



Graf 4 Měrná křivka navrženého koryta

V řešených úsecích je Sopřečský potok překonán 5 propustky a jedním mostkem. Těchto 5 propustků bylo nahrazeno brody. Mostek byl ponechám, neboť přes něj vede silnice II. třídy. Brody byly navrženy dle TNV 75 2103 Úpravy řek. Sklony svahů dosahují hodnot 1:10 s navázáním na navržený potoční pás. Svahy a dno brodů budou opevněny kamennou rovnatinou. Dno bude dále zajištěno zapaštěnými prahy, přes které bude proveden kamenný zához.

V rámci nové trasy a potočního pásu bylo navrženo 8 neprůtočných tůň. Navržená max. hloubka tůň je 1 m, poté se jedná o různé menší hloubky v rámci celé tůně. Členitost zajišťuje i kombinace různých sklonů svahů od 1:6 do 1:13. Mají různé tvary a velikosti. Tyto tůně budou převážně závislé na srážkách a infiltraci. Hladina vody v tůních bude korespondovat s hladinou podzemní vody. Při delším období sucha může dojít k jejich vysušení. Neprůtočné tůně jsou vhodné pro zábronožku letní či listonoha letního a dalších.

Veškeré podrobnosti zde řečených informací jsou uvedeny v příloze B. Výpočtová část a v příloze C. Výkresová část.

10.3.1 Vegetační doprovod

Pro návrh vegetačního doprovod jsme vycházeli především z potenciální přirozené vegetace a vegetace stávající. Potenciální přirozená vegetace pro toto území spadá do Černýšové dubohabřiny, která je typická pro své stromové patro s dubem zimním, habrem obecným a občasnou příměsí lípy. Do maloplošně zastoupené přirozené vegetace pak patří mokřadní olšiny, střemchové jaseniny, lipové doubravy a další.

Proměnlivý potoční pás jsem rozdělila pro vegetaci do dvou hladin. Mezi hladinami Q_{30d} a Q₁ budou vysazeny stromové vrby křehké nebo vrby ušaté. Výsadba bude provedena metodou řízkování. Ta spočívá ve výsadbě tenkých řízků, tloušťky cca 1 cm a délky min. 20 cm.

Nad hladinou Q₁ pak bude provedena skupinová výsadba olše lepkavé. Dále pak kombinace habru obecného, dubu zimního a lípy srdčité. Stávající vegetace v podobě olše bude z části ponechána. Veškeré výsadby budou rozvrženy co nejčlenitěji a zároveň budou chráněny před zničením zvěře pomocí oplocení nebo v případě jednotlivých stromů samostatně.

Kolem nově navržených tůní budou místy vysázeny již zmíněné stromové a keřové patro. Tato výsadba bude provedena z důvodu částečného zastínění tůně. Toto zastínění je důležité pro různé živočichy např. pro obojživelníky. Dále pak budou v litorální zóně vysázené rostliny vhodné do vodního zamokřeného prostředí.

11 VYHODNOCENÍ VLIVU NAVRŽENÝCH ÚPRAV NA HYDROMORFOLOGICKÝ STAV TOKU

11.1 Vyhodnocení hydromorfologického stavu

Vyhodnocení vlivu navržených úprav bylo provedeno z nového vyhodnocení hydromorfologického stavu úseků SOP_008, SOP_009 a SOP_010. Hodnocení je patrné z Tab.17. Zlepšení stavu se promítlo především v upravenosti trasy, variabilitě šířky koryta a celkového zahloubení. Ke změně přispěl i návrh výsadby nové vegetace a tím posílení břehové stability. Důležitým přispěním k zlepšení ekologické stability je budoucí realizace regionálního biokoridoru.

Tab. 17 Porovnání hydromorfologického hodnocení stávajícího stavu a navrženého stavu toku

č.	Ukazatel		STÁVAJÍCÍ STAV			NAVRŽENÝ STAV		
			ID úseku			ID úseku		
			SOP_008	SOP_009	SOP_010	SOP_008	SOP_009	SOP_010
1.	Upravenost trasy toku	TRA	2	2	5	1	1	1
2.	Variabilita šířky koryta	VSK	4	4	3	1	1	1
3.	Variabilita zahloubení v podélném profilu	VHL	5	5	2	1	1	1
4.	Variabilita hloubek v příčném profilu	VHP	2	2	2	2	2	2
5.	Dnový substrát	DNS	2	3	3	2	3	3
6.	Upravenost dna	UDN	1	1	1	1	1	1
7.	Mrtvé dřevo v korytě	MDK	3	3	3	2	2	2
8.	Struktury dna	STD	5	5	5	1	1	1
9.	Charakter proudění	PRO	2	2	2	2	2	2
10.	Ovlivnění hydrologického režimu	OHR	1	1	1	1	1	1
11.	Podélná průchodnost koryta	PPK	1	3	2	1	1	1
12.	Upravenost břehu	UBR	3	1	1	1	1	1
13.	Břehová vegetace	BVG	4	4	4	1	1	1
14.	Využití příbřežních zón	VPZ	4	4	4	1	1	1
15.	Využití údolní nivy	VNI	4	4	4	3	3	3
16.	Průchodnost inundačního území	PIN	1	1	1	1	2	1
17.	Stabilita břehu a boční migrace koryta	BMK	4	4	4	1	1	1

V následující tabulce Tab. 18 je uveden výpočet celkového hydromorfologického stavu Sopřečského potoka po revitalizačních úprav. Jak můžeme vidět stav se nám oproti původní hodnotě 2,53 Středně modifikovaný hydromorfologický stav zlepšil na hodnotu 2,05 Slabě modifikovaný hydromorfologický stav. Grafické znázornění na mapě je v příloze A2. Hydromorfologická kvalita vodního toku – navržený stav.

Tab. 18 Výpočet hydromorfologické kvality revitalizovaného Sopřečského potoka

ID úseku	L [m]	HMS	L .HMS
SOP_001	1073	3,1	3299,5
SOP_002	246	1,5	365,9
SOP_003	892	1,2	1025,8
SOP_004	436	3,1	1329,8
SOP_005	180	1,8	326,3
SOP_006	1586	2,1	3370,3
SOP_007	771	1,7	1207,8
SOP_008	492	1,3	690,5
SOP_009	1540,68	1,3	2002,9
SOP_010	1138,4	1,3	1479,9
SOP_011	494	2,4	1191,8
SOP_012	-	-	-
SOP_013	248	2,1	508,4
SOP_014	1216	3,3	4028,0
SOP_015	231	3,4	773,9
Σ	10544,22		21600,6
Hydromorfologická kvalita vodního útvaru			2,05

11.2 Shrnutí přínosů revitalizace

V rámci revitalizačních úprav je nutné provést celkové zhodnocení. Jak vyplývá z předchozí kapitoly, tak navrženými opatřeními v podobě změny trasy koryta, snížení zahloubení a výsadbou nové vegetace se nám jeho hydromorfologický stav zlepšil z hodnoty 2,53 na hodnotu 2,05. Pokud by se tyto úpravy uskutečnily měl by tak Sopřečský potok slabě modifikovaný hydromorfologický stav. Nejhuře hodnocenými ukazateli je využití údolní nivy z důvodu obklopení území zemědělskou půdou. Dále pak mrtvé dřevo, u kterého se do budoucna předpokládá vyšší výskyt. Dnový substrát, jehož hodnocení bylo ponecháno, z důvodu výskytu místních půd.

Je ovšem otázkou, zda bylo využito všech možných opatření, která by těmto úsekům pomohla k zlepšení jejich stavu. Celkové vytvoření přirozeného vzhledu si tak příroda musí dotvořit sama. My jsme tímto návrhem přispěli k obnovení ekologické funkce vodního toku, která je dána svou členitostí v podobě příčných průřezů koryta a svou

podélnou členitostí. Velkým přínosem je i do budoucna vybudování regionálního biokoridoru, ve kterém bude Sopřečský potok stěžejní součástí. Novou výsadbou vegetace se také přispěje k celkovému přirozenému vzhledu krajiny. Nové porosty také budou složité jako úkryty pro různé druhy místní zvěře.

Hlavním přínosem je prodloužení celkové trasy upravovaných úseků. Úsek SOP_008 se prodloužil o 32 m, úsek SOP_009 o přibližně 149 m a úsek SOP_010 o 140 m. Tímto prodloužením a vytvořením větších rozlivů dojde k zmírnění rychlostí proudění velkých vod a k obohacení zásob podzemních vod.

V rámci této práce byly zpracovány pouze tyto tři úseky. Pokud by se zpracovaly návrhy ještě na další úseky, kteří vykazují středně modifikovaný stav, mohl by se celkový stav Sopřečského potoka ještě více zlepšit. Tyto úpravy by spočívaly ve vymezení nového potočného pásu, a především ve snížení nadbytečného zahloubení.

12 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo provedení hydroekologického monitoringu Sopřečského potoka a možnosti zlepšení jeho stavu. Sopřečský potok se nachází v Pardubickém kraji, přibližně 20 km jihovýchodně od Pardubic. Protéká katastrálními územími obcí Voleč, Žáravice, Sopřeč, Břehy a Semín. Potok byl v průběhu let na mnoha místech napřímen a zahlouben, což vedlo k výraznému zhoršení hydromorfologické kvality vodního toku.

Na tomto základě byl proveden hydroekologický monitoring dle metodiky HEM 2014. Tok byl rozdělen do 15 úseků o různých délkách, které byly jednotlivě zpracovány a vyhodnoceny. Poté se provedlo vyhodnocení celkového hydromorfologického stavu Sopřečského potoka. Ten dosahuje hodnoty 2,53, což značí středně modifikovaný stav.

Pro zlepšení celkového stavu byly vybrány tři úseky SOP_008, SOP_009 a SOP_010. Při výběru bylo přihlíženo k Územní plánovací dokumentaci obcí Žáravice a Sopřeč. Zde byl v návrhu Sopřečský potok vyčleněn jako součást regionálního biokoridoru. Obce již počítají s jeho budoucí realizací, proto jsou zasažené pozemky v jejich vlastnictví. To nám usnadnilo následné revitalizační opatření.

Původní koryto v těchto úsecích bude zasypano a zhutněno. V rámci revitalizačních úprav je navrženo koryto nové, které má zákrutový tvar. Je snížené zahloubení, které je nově navrženo dle výšky hladiny průtoků Q_{30d} a Q_1 . V příbřežních zónách a v nejbližším okolí vodního toku bude vysazena nová vegetace, vytvoření nových tůň a také nahrazení propustků brody.

Po vytvoření revitalizačního opatření došlo znovu k zhodnocení hydromorfologického stavu toku. Zde nám nově navržené koryto vykazuje hodnotu 2,05, což značí slabě modifikovaný stav. Tato klasifikace je o stupeň lepší než u stávajícího koryta. Pokud by se zpracovaly návrhy ještě na další úseky, kteří vykazují středně modifikovaný stav, mohl by se celkový stav Sopřečského potoka ještě více zlepšit.

Hlavním přínosem tohoto návrhu je přispění k obnovení ekologické funkce vodního toku, která je dána svou členitostí v podobě příčných průřezů koryta a svou podélnou členitostí. Prodloužení jednotlivých úseků a vytvořením větších rozlivů dojde ke snížení rychlosti proudění velkých vod a k obohacení zásob vod podzemních. Velkým pozitivem do budoucna je vybudování regionálního biokoridoru, ve kterém bude Sopřečský potok stěžejní součástí. Nové porosty budou složité jako úkryty pro různé druhy místní zvěře. Výsadbou nové vegetace se také přispěje k celkovému přirozenému vzhledu krajiny.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Vodní tok - Ministerstvo životního prostředí. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha, 2008 [cit. 2019-07-24]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/vodni_tok
- [2] Hydrografie vodních toků | Klimatologie a hydrogeografie pro učitele | Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity. *Klimatologie a hydrogeografie pro učitele* [online]. Brno, 2014 [cit. 2019-10-02]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pdf/ps14/fyz_geogr/web/pages/08-hydrografie.html
- [3] JUST, Tomáš. *Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. 1. Praha: 3. ZO ČSOP Hořovicko, 2005. ISBN 80-239-6351-1.
- [4] LEOPOLD, Luna a M. WOLMAN. *River channel patterns: Braided, meandering, and straight: Professional Paper 282- B* [online]. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1957 [cit. 2019-12-11]. Dostupné z: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/pp282B>
- [5] Rosgen Stream Classification. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2019-12-11]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Rosgen_Stream_Classification#cite_note-:0-1
- [6] ŠINDLAR, Miloslav et al. *Geomorfologické procesy vývoje vodních toků, část I.: Typologie korytotvorných procesů*. 2. Hradec Králové: ŠINDLAR Group s.r.o., 2012. ISBN 978-80-254-2445-2.
- [7] LANGHAMMER, Jakub. *HEM 2014 Metodika typově specifického hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků* [online]. 1. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2014 [cit. 2019-11-10]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/\\$FILE/OOV-HEM_2014_Metodika_typove_specifickeho_hodnoceni-15092015.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/$FILE/OOV-HEM_2014_Metodika_typove_specifickeho_hodnoceni-15092015.pdf)
- [8] HYDRO.upol.cz: Řád vodního toku. *HYDRO.upol.cz: Vybrané kapitoly z hydrologie* [online]. 2009 [cit. 2019-12-11]. Dostupné z: http://hydro.upol.cz/?page_id=58

- [9] LANGHAMMER, Jakub. *Vymezení typů vodních toků* [online]. In: . Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2009, s. 29 [cit. 2019-10-02].
- [10] MILERSKI, Rudolf, Jan MIČÍN a Jaroslav VESELÝ. *Vodohospodářské stavby*. Brno, 2004. Učební texty vysokých škol. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební.
- [11] Plánování v oblasti vod - Ministerstvo životního prostředí. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha, 2009-2019 [cit. 2019-10-01]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/prirode_blizka_opatreni
- [12] *HEM 2014 Metodika monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků* [online]. 1. Praha, 2014 [cit. 2019-10-11]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/\\$FILE/OOV-HEM%20_2014_Metodika_monitoringu-15092015.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/$FILE/OOV-HEM%20_2014_Metodika_monitoringu-15092015.pdf)
- [13] Státní vodohospodářský plán republiky Československé (SVP 1953) (Voda, eAGRI). *EAGRI Voda* [online]. Praha, 2009-2019 [cit. 2019-09-03]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/historie-planovani/statni-vodohospodarsky-plan-republiky.html>
- [14] Směrný vodohospodářský plán ČSR (SVP 1975) (Voda, eAGRI). *EAGRI Voda* [online]. Praha, 2009-2019 [cit. 2019-09-03]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/historie-planovani/smerny-vodohospodarsky-plan-csr-svp-1975.html>
- [15] Vývoj plánování ve vodním hospodářství po roce 1989 (Voda, eAGRI). *EAGRI Voda* [online]. Praha, 2009-2019 [cit. 2019-09-03]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/historie-planovani/vyvoj-planovani-ve-vodnim-hospodarstvi.html>
- [16] Komise pro plánování v oblasti vod (Životní prostředí, eAGRI). *EAGRI Životní prostředí* [online]. Praha, 2009-2019 [cit. 2019-09-03]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/ochrana-vody/vodni-ramcova-smernice/planovani-v-oblasti-vod/plany-povodi-pro-1-obdobi/komise-pro-planovani-v-oblasti-vod/>
- [17] 1. plánovací období (Voda, eAGRI). *EAGRI Voda* [online]. Praha, 2009-2019 [cit. 2019-09-03]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/plany-povodi-pro-1-obdobi/>
- [18] 2. plánovací období (Voda, eAGRI). *EAGRI Voda* [online]. Praha, 2009-2019 [cit. 2019-09-03]. Dostupné z:

- <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/priprava-planu-povodi-pro-2-obdobi/>
- [19] 3. plánovací období (Voda, eAGRI). *EAGRI Voda* [online]. Praha, 2009-2019 [cit. 2019-09-03]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/x3-planovaci-obdobi/>
- [20] Aktuální monitorovací programy v ČR - Ministerstvo životního prostředí. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha, 2009-2019 [cit. 2019-10-03]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/aktualni_monitorovaci_programy_v_cr
- [21] Přehled akceptovaných metodik tekoucích vod - Ministerstvo životního prostředí. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha, 2009-2019 [cit. 2019-10-03]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod
- [22] JUST, Tomáš. Jak se vyvíjejí revitalizace. *Regionální pracoviště střední Čechy* [online]. 2019 [cit. 2019-10-18]. Dostupné z: <http://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/revitalizace-vodnich-toku/jak-se-vyvijejí-revitalizace/>
- [23] ÚSES. *AOPK ČR* [online]. Praha: VIZUS, 2019 [cit. 2019-12-11]. Dostupné z: <http://www.ochranaprirody.cz/obecna-ochrana-prirody-a-krajiny/uses/>
- [24] KOSEJK, Jaromír, Václav PETŘÍČEK, Jiří KLÁPŠTĚ a Linda FRANKOVÁ. *Realizace skladebných částic územních systémů ekologické stability (ÚSES)* [online]. Praha: AOPK ČR, 2009 [cit. 2019-12-19]. ISBN 978-80-87051-65-8.
- [25] MADĚRA, Petr a Eliška et al ZIMOVÁ. *Metodické postupy projektování lokálního ÚSES* [online]. Brno: Ústav lesnické botaniky, dendrologie a typologie LDF MZLU v Brně a Löw a spol., Brno, b.r. [cit. 2019-12-19]. Dostupné z: <http://www.forumochranyprirody.cz/sites/default/files/20.pdf>
- [26] OP ŽP (4.3) - Péče o břehové porosty, revitalizace vodních toků - Tituly. *Dotační programy podporující péči o přírodu a krajinu* [online]. Praha, 2019 [cit. 2019-10-18]. Dostupné z: <http://www.dotace.nature.cz/voda-tituly/op-zp-6-4-revitalizace-vodnich-toku.html>
- [27] POPFK (115 164) - Revitalizace vodních toků - Tituly. *Dotační programy podporující péči o přírodu a krajinu* [online]. Praha, 2019 [cit. 2019-10-18]. Dostupné z: <http://www.dotace.nature.cz/voda-tituly/popfk-115-164-revitalizace-vodnich-toku.html>

- [28] Program péče o krajinu. *Dotační programy podporující péči o přírodu a krajinu* [online]. 2019 [cit. 2019-12-02]. Dostupné z: <http://www.dotace.nature.cz/ppk-programy.html>
- [29] Na Hradech – Wikipedie. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2019-10-19]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Na_Hradech
- [30] Sopřečský rybník – Wikipedie. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2019-10-19]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Sop%C5%99e%C4%8Dsk%C3%BD_rybn%C3%ADk
- [31] Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. *Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky* [online]. Praha, b.r. [cit. 2019-12-09]. Dostupné z: <https://aopkcr.maps.arcgis.com/home/index.html>
- [32] DEMEK, Jaromír. *Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny*. 2. Praha: AOPK ČR, 2006. ISBN 80-86064-99-9.
- [33] *EKatalog BPEJ* [online]. Praha: VÚMOP v.v.i. - Půdní služba, 2019 [cit. 2019-10-27]. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/>
- [34] Přelouč | Správci vodních toků. *Edpp.cz | digitální povodňový plán města Přelouč* [online]. Přelouč, 2019 [cit. 2019-12-11]. Dostupné z: https://www.edpp.cz/prl_spravci-vodnich-toku/
- [35] HRUBAN, Robert. Klasifikace klimatu | Moravské-Karpaty.cz. *Moravské-Karpaty.cz* [online]. b.r. [cit. 2019-10-27]. Dostupné z: <http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/klima/klasifikace-klimatu/>
- [36] *MapoMat* [online]. Praha: AOPK ČR, 2012 [cit. 2019-12-09]. Dostupné z: <http://webgis.nature.cz/mapomat/>
- [37] NEUHÄUSLOVÁ, Zdenka. *Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky*. 1. Praha: Academia, 2001. ISBN 80-200-0687-7.
- [38] KRÁSA, Josef et al. *Hodnocení ohroženosti vodních nádrží sedimentem a eutrofizací podmíněnou erozí zemědělské půdy*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2013. ISBN 978-80-01-05428-4.
- [39] STARÝ, Miloš. *Hydrologie: Modul 02*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2005.
- [40] JANDORA, Jan. *Hydraulika a hydrologie: Modul 01*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2005.
- [41] ROSGEN, Dave. *Applied River Morphology*. Colorado: Pagosa Springs, 1996. ISBN 0-9653289-0-2.

- [42] III. Monitoring a hodnocení stavu. In: *Plán dílčího povodí Horní Odry* [online]. Povodí Odry, 2016 [cit. 2019-12-11]. Dostupné z: https://www.pod.cz/plan-Horni-Odry/kapitola-iii/kapitola-iii.html#a_iii_1_1

SEZNAM VELIČIN

Q	Průtok	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
Q _a	Průměrný dlouhodobý průtok	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
Q _N	N-leté průtoky	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
q _a	Specifický odtok z povodí	$[\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}]$
Q _{30d}	Třicetidenní průtok	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
Q ₁	Jednoletý průtok	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
Q ₅₀	Padesátiletý průtok	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
Q ₁₀₀	Stoletý průtok	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
h	Výška hladiny	[m]
v	Rychlost proudění	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$
L	Délka	[m]
α _N	Koeficient závislý na sklonu a zalesněnosti v povodí	[-]

SEZNAM ZKRATEK

HEM	Hydroekologický monitoring
ÚSES	Územní systém ekologické stability
ES	Evropské společenství
ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
SVP	Státní vodohospodářský plán
ČSR	Československá republika
HMS	Hydromorfologická kvalita úseku
OPŽP	Operační program Životního prostředí
PPK	Program péče o krajinu
POPFK	Program obnovy přirozených funkcí krajiny
MaS	Správa nezcizitelného státního majetku ve zvláště chráněných územích
PPS	Potok pahorkatinný na sedimentu

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Skupiny typů toků pro specifické hodnocení hydromorfologického stavu toků [9]	14
Tab. 2 Klasifikace hydromorfologického stavu úseku [9]	23
Tab. 3 Minimální prostorové parametry biocenter [24]	40
Tab. 4 Minimální prostorové parametry biokoridorů [24]	40
Tab. 5 Tabulka hydrologických poměrů Sopřečského potoka	47
Tab. 6 Klimatická bolast dle BPEJ [33]	48
Tab. 7 Klimatická oblast dle Quitta [35]	48
Tab. 8 Vymezení typu vodního útvaru	50
Tab. 9 Skórování jednotlivých ukazatelů	52
Tab. 10 Hodnoty vah k jednotlivým ukazatelům dle typu vodního útvaru	53
Tab. 11 Výpočet hydromorfologické kvality jednotlivých úseků a jejich klasifikace ...	54
Tab. 12 Hydromorfologická kvalita vodního útvaru	55
Tab. 13 M denní průtoky	60
Tab. 14 Pořadnice čáry opakování průtoků	61
Tab. 15 Hydraulické hodnoty stávajícího koryta	62
Tab. 16 Hydraulické hodnoty navrženého koryta	63
Tab. 17 Porovnání hydromorfologického hodnocení stávajícího stavu a navrženého stavu toku	66
Tab. 18 Výpočet hydromorfologické kvality revitalizovaného Sopřečského potoka	67

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Geomorfologické typy vodních toků podle půdorysných tvarů koryta [3]	9
Obr. 2 Vývoj meandru řeky [2]	10
Obr. 3 Typologie vodních toků dle Rosgena [39]	11
Obr. 4 Řád toku dle Strahlera [7].....	12
Obr. 5 Výsledné kategorie typologie toků a vodních útvarů [8]	12
Obr. 6 Typy vodních toků - zonální členění [8]	13
Obr. 7 Typy vodních toků - jemné členění [8]	13
Obr. 8 Hierarchický princip hodnocení vodního toku [40]	20
Obr. 9 Ukázka části mapovacího formuláře [12].....	22
Obr. 10 Porovnání koryta po průběhu povodně [3]	27
Obr. 11 Hlavní efekty revitalizací [3].....	28
Obr. 12 Porovnání tlumení povodně [3]	29
Obr. 13 Porovnání koryt technicky upravených a přírodě blízkých [3]	30
Obr. 14 Porovnání kapacity upraveného koryta (vlevo) a přirozeného koryta (vpravo) [3]	33
Obr. 15 Srovnání základních rozměrových charakteristik [3].....	34
Obr. 16 Trasa, příčný a podélný profil revitalizovaného toku [3]	36
Obr. 17 Příklady pozice tůní vůči vodnímu toku [3]	37
Obr. 18 Přehledná mapa zájmového území (zdroj: www.mapy.cz)	43
Obr. 19 Detailní ortofoto mapa s vyznačeným Sopřečským potokem	
(zdroj:www.cuzk.cz).....	44
Obr. 20 Detailní ortofoto mapa Sopřečského potoka (zdroj: www.cuzk.cz).....	44
Obr. 21 Chráněná přírodní rezervace Na Hradech [36].....	44
Obr. 22 Semínský akvadukt (zdroj: archiv autora).....	47
Obr. 23 Přirozená potenciální vegetace v okolí Sopřečského potoka [36].....	49
Obr. 24 Fotografie Úseku SOP_003 (zdroj: archiv autora).....	56
Obr. 25 Úsek SOP_005 a úsek SOP_003 - stav slabě modifikovaný (zdroj: archiv autora)	56
Obr. 26 Úsek SOP_008 - Středně modifikovaný stav (zdroj: archiv autora)	57
Obr. 27 Zakreslené jednotlivé prvky ÚSES.....	58
Obr. 28 Zakreslené jednotlivé prvky ÚSES.....	59

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 M denní průtoky	61
Graf 2 Hydrogram povodně	62
Graf 3 Měrná křivka stávajícího koryta	62
Graf 4 Měrná křivka navrženého koryta	62

SEZNAM PŘÍLOH

A. Hydroekologický monitoring Sopřečského potoka

- A1. Hydromorfologická kvalita vodního toku – stávající stav
- A2. Hydromorfologická kvalita vodního toku – navržený stav
- A3. Hydroekologický monitoring
- A4. Mapovací formulář – úsek SOP_001

B. Výpočetní část

- B1. Určení návrhových průtoků
- B2. Výpočet kapacity stávajícího a navrženého koryta

C. Výkresová část

- C1. Celkový situační výkres M 1:3000
- C2. Podélný profil M 1:4000/100
- C3. Vzorový příčný řez 1 – přímý úsek M 1:100
- C4. Vzorový příčný řez 2 – Brod 2 M 1:100
- C5. Vzorový příčný řez 3 - oblouk M 1:100
- C6. Vzorový příčný řez 4 – Tůň 7 M 1:100