VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

REVITALIZACE VODNÍHO REŽIMU POVODÍ LESKAVY SE ZAPOJENÍM DO ÚZEMNÍHO SYSTÉMU EKOLOGICKÉ STABILITY

REVITALISATION OF THE WATER REGIME OF THE LESKAVA RIVER BASIN WITH INTEGRATION INTO THE TERRITORIAL SYSTEM OF ECOLOGICAL STABILITY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE — Bc. Pavel Čihák

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — Ing. EVA HYÁNKOVÁ, Ph.D.

SUPERVISOR

BRNO 2023

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav vodního hospodářství krajiny
Student:	**Bc. Pavel Čihák**
Vedoucí práce:	**Ing. Eva Hyánková, Ph.D.**
Akademický rok:	2022/23
Studijní program:	N0732A260025 Stavební inženýrství – vodní hospodářství a vodní stavby

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Revitalizace vodního režimu povodí Leskavy se zapojením do územního systému ekologické stability

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Diplomová práce bude zaměřena na oblast revitalizací vodních toků a niv a obnovy zásob vody v krajině, a dále na územní systémy ekologické stability. Získané poznatky budou aplikovány na konkrétní řešení revitalizačních úprav potoka a přilehlých nivních luk.

Cíle a výstupy diplomové práce:

Cílem práce bude získat detailní znalosti v oblasti revitalizací vodních toků a niv a obnovy zásob vody v krajině, tyto poznatky poté aplikovat na konkrétní řešení.
Práce bude z části koncipována jako literární rešerše, rozebrány zde budou metody vhodné pro menší vodní toky, důraz bude kladen i na obnovu tůní a mokřadů. Dále se diplomant zaměří na principy návrhu prvků územního systému ekologické stability, jejich začlenění do krajiny a vyhodnocení stability krajiny.
Praktická část práce bude zaměřena na povodí vodního toku Leskava. Nejprve půjde o vytipování lokalit vhodných pro zlepšení, se zaměřením na místa vyčleněná pro prvky územního systému ekologické stability v aktualizovaném územním plánu města Brna. Dále bude proveden návrh revitalizačních úprav toku a přilehlých nivních luk s dodržením parametrů pro prvky ÚSES. Bude vyhodnoceno srovnání současného stavu a stavu po navržené úpravě.
Práce bude obsahovat jak textovou, tak výkresovou část v rozsahu dle pokynů vedoucího diplomové práce.

Seznam doporučené literatury a podklady:

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

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

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

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

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

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

MADĚRA,P., ZIMOVÁ E.(eds.): Metodické postupy projektování lokálního ÚSES. MZLU, Brno, 2017.

ZIMOVÁ, E. a kol.: Zakládání místních ÚSES na zemědělské půdě. MZe ČR, Lesnická práce, Kostelec nad Černými Lesy, 2002.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 31. 3. 2022

L. S.

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

Ing. Eva Hyánková, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRACT

This work focuses on the improvement of the current state of the selected watercourse with the use of nature-friendly measures and subsequent integration into the Territorial Ecological Stability System. In the theoretical part, the author summarizes the methods of assessing the status of watercourses and furthermore deals with the issue of revitalization of water bodies, among others from the perspective of restoring water reserves in the landscape. Subsequently, a specific watercourse was selected, namely the Leskava stream flowing through the southern part of Brno. To evaluate the hydromorphological quality of the water body, the HEM 2014 methodology was chosen, and subsequently sites suitable for revitalisation interventions were identified, as well as for the addition of elements of the territorial system of ecological stability in the current Brno city plan. The output of the work is a detailed description of the proposed modifications including drawings and subsequent evaluation of the current state and the state after the modification.

KEYWORDS

Watercourse

Hydromorphology quality

Hydroecological monitoring

Revitalisation

ABSTRAKT

Tato práce je zaměřena na zlepšení současného stavu vybraného vodního toku s využitím přírodě blízkých opatření a následným začleněním do Územního systému ekologické stability. V teoretické části autor shrnuje způsoby hodnocení stavů vodních toků a dále se věnuje problematice revitalizací vodních útvarů, mimo jiné i z pohledu obnovy zásob vody v krajině. Následně byl vybrán konkrétní vodní tok, a tok Leskava protékající jižní částí města Brna. K vyhodnocení hydromorfologické kvality vodního útvaru byla zvolena metodika HEM 2014, následně byly vytipovány lokality vhodné k revitalizačním zásahům a zároveň k doplnění prvků územního systému ekologické stability v současném územním plánu města Brna. Výstupem práce je podrobný popis navržených úprav včetně výkresové dokumentace a následné vyhodnocení současného stavu a stavu po úpravě.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vodní tok

Hydromorfologická kvalita

Hydroekologický monitoring

Revitalizace

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ČIHÁK, Pavel. *Revitalizace vodního režimu povodí Leskavy se zapojením do územního systému ekologické stability* [online]. Brno, 2023 [cit. 2023-01-13]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/143659. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Eva Hyánková.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Revitalizace vodního režimu povodí Leskavy se zapojením do územního systému ekologické stability* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 13. 1. 2023

Pavel Čihák
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Hydroekologický monitoring a revitalizace části toku Leskava* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13. 1. 2023

Bc. Pavel Čihák
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval paní Ing. Evě Hyánkové, Ph.D. za její vstřícnost, ochotu a věnovaný čas v rámci konzultací, které mi pomohly při zpracování diplomové práce.

Dále děkuji své rodině.

OBSAH

1 ÚVOD ... 1

2 CÍL PRÁCE ... 2

3 PŘÍRODNÍ TOKY ... 3

3.1 Vodní ekosystémy ... 4

3.2 Členění vodních toků ... 5

3.2.1 Pásma vodních toků ... 6

3.2.2 Členění podle přirozených charakteristik ... 7

3.3 Geomorfologie vodních toků ... 8

3.3.1 Základní tvary v korytech potoků a řek ... 14

3.4 Vývoj údolí a niv ... 16

3.4.1 Tvary údolí ... 17

3.5 Aktuální stav vodních toků ... 20

4 SLEDOVÁNÍ A HODNOCENÍ VODNÍCH TOKŮ ... 21

4.1 Rámcová směrnice o vodách ... 21

4.2 Vodohospodářské plánování ... 22

4.2.1 První plánovací období ... 23

4.2.2 Druhé plánovací období ... 23

4.2.3 Třetí plánovací období ... 24

4.3 Současný monitoring povrchových útvarů ... 25

4.3.1 Hodnocení chemického a ekologického stavu ... 26

5 MONITORING HYDROMORFOLOGICKÝCH SLOŽEK ... 28

5.1 Zahraniční metody monitoringu ... 28

5.1.1 River Habitat Survey (RHS) ... 29

5.1.2 Lawa-Overview Survey (Lawa-OS) ... 30

5.1.3 Lawa-Field Survey (Lawa-FS) ... 30

5.2 Monitoring toků hydromorfologického stavu toků v ČR ... 31

5.2.1 Metodika Agentury ochrany přírody a krajiny ČR ... 31

5.2.2 Metodika EcoRivHab 32
5.2.3 Metodika hodnocení vlivů opatření 33

6 METODA HYDROEKOLOGICKÉHO MONITORINGU 35

6.1 Postup mapování 38

6.2 Princip hodnocení hydromorfologické kvality toku 39
6.2.1 Typologie vodních toků pro potřeby HEM 39
6.2.2 Skórování ukazatelů 41
6.2.3 Hydromorfologická kvalita úseku 41
6.2.4 Klasifikace hydromorfologického stavu úseku 41
6.2.5 Výsledná hydromorfologická kvalita vodního toku 42
6.2.6 Určení hydromorfologického stavu sledovaného toku 42
6.2.7 Srovnání vybraných metodik 42

7 REVITALIZACE TOKŮ 43

7.1 Cíle revitalizací 45

7.2 Zásady provádění revitalizačních opatření 46

7.3 Návrhové parametry revitalizací 47
7.3.1 Trasa koryta 47
7.3.2 Kapacita koryta 48
7.3.3 Příčný profil koryta 48
7.3.4 Podélný profil koryta 49
7.3.5 Vegetační úpravy 49
7.3.6 Migrační průchodnost 50
7.3.7 Podpora renaturačních procesů 51

7.4 Další vodní biotopy v krajině 51
7.4.1 Tůně 51
7.4.2 Mokřady 54
7.4.3 Malé vodní nádrže 55
7.4.4 Obnova říčních ramen 56

8 ÚZEMNÍ SYSTÉM EKOLOGICKÉ STABILITY 57

8.1 Skladebné části ÚSES 58
8.1.1 Biocentrum 59
8.1.2 Biokoridor 60

8.1.3 Interakční prvky 60
8.1.4 Ochranné zóny biocenter a biokoridorů 61

8.2 Vymezení ÚSES 61

8.3 Prostorové parametry ÚSES 63

8.4 Realizace ÚSES 63
8.4.1 Realizace ÚSES ve volné krajině 64
8.4.2 Realizace ÚSES v lesích 64
8.4.3 Realizace ÚSES na vodních prvcích 64

9 PRAKTICKÁ ČÁST 65

9.1 Popis zájmové území 65
9.1.1 Základní údaje toku Leskava 66
9.1.2 Klimatické podmínky 67
9.1.3 Geologické údaje 67

9.2 Současný stav povodí Leskavy 68
9.2.1 Fotodokumentace stávajícího stavu koryta 70

9.3 Hydromorfologická kvalita toku 71

9.4 Návrh opatření 73
9.4.1 Úsek MO_LES_006 74
9.4.2 Úsek MO_LES_008 81

9.5 Zhodnocení účinnosti navržených úprav 88

10 ZÁVĚR 89

11 BIBLIOGRAFIE 91

12 SEZNAM TABULEK 99

13 SEZNAM OBRÁZKŮ 100

1 ÚVOD

Voda představuje jednu ze základních složek potřebných pro život lidské populace, ale také je velice důležitou součástí přírodní krajiny. Není divu, že hustá síť vodních toků spolu s přilehlými nivními plochami představují významné ekosystémy na zemi. Lidé v minulosti začali plnit svoje základní potřeby, ať už se jednalo o rozvoj zemědělství, potřeby energetiky či plavbu, a tím negativně ovlivnili tyto přírodě blízké plochy. Intenzivní zásahy měly za následek technické úpravy toků. Docházelo k napřimování a zahlubování vodních útvarů pro snadnější obhospodařování a odvedení vody z rozsáhlých zemědělských ploch, které často zasahovaly až k břehové linii toků, což způsobilo zhoršení kvality vodních útvarů vlivem erozního smyvu při dešťových srážkách. Díky tomu se zhoršovala i kvalita vod. Docházelo k opevňování koryt často i kamennou nebo betonovou dlažbou, která měla zamezit boční či dnové erozi. Území ztrácela přirozené přírodní plochy a prvky, které zvyšovaly retenční schopnost krajiny. Rušily se mokřady, tůně či remízky na zemědělsky využívané půdě. Těmito kroky se přírodní stabilní krajina přeměnila vlivem antropogenní činnosti na poměrně málo stabilní kulturní krajinu, která se nedokáže přizpůsobit aktuální změně klimatu a nedokáže zadržet vodu v území z důvodu rychlého odtoku vody z povodí. Následkem bývá vysychání menších vodních toků a nádrží.

Na základě této skutečnosti bylo potřeba změnit pohled na vodní toky a jejich blízké okolí a reagovat na tuto situaci, aby nedocházelo k dalšímu zhoršovaní kvality vodních útvarů. Bylo potřeba sjednotit způsoby hodnocení a ochrany vodních toků v evropských zemích. Roku 2000 byla přijata Směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady ustanovující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky – Rámcová směrnice. Pomocí této směrnice se sleduje chemický a ekologický stav vodních útvarů. Součástí ekologického stavu jsou hydromorfologické ukazatele, které jsou hodnoceny s pomocí několika metodik. Spolu s vodním zákonem č. 254/2001 Sb. je snahou dosáhnout dobrého stavu – tj. kategorie 2 u všech vodních toků v rámci aktuálního plánovacího období.

Z výsledků monitoringu vodních útvarů se vychází při návrhu revitalizačních opatření, jejichž cílem je toky opět přiblížit přírodě blízkému stavu. Již v roce 1990 byl prosazen základní program revitalizace říčních systému. V současné době se aplikují opatření sloužící zejména k obnově přirozeného charakteru koryt toků a slepých ramen, obnově a budování tůní, mokřadů, snahou je také nahradit migrační překážky a obnovit průchodnost koryt. Nedílnou součástí je podpoření přirozených rozlivů do údolních niv ve vhodně zvolených lokalitách tak, aby zároveň nedocházelo k ohrožení intravilánu.

Prvotní myšlenkou je vytvořit ekologicky stabilní celky s biologickou rozmanitostí živočišných i rostlinných druhů. Přírodní vyvážené ekosystémy jsou schopny zadržet potřebnou vodu v krajině a navrací ji její původní podobu.

2 CÍL PRÁCE

Hlavním cílem diplomové práce je navrhnout opatření pro zlepšení současného stavu vodního toku Leskava z hlediska jeho hydromorfologické kvality s využitím přírodě blízkých opatření, při kterých je kladen důraz na obnovu zásob vody v krajině. Tato práce se rozděluje na dvě části.

Cílem první, teoretické části je vypracovat stručný přehled řešené problematiky. Nejprve půjde o seznámení se základními pojmy a současným stavem vodních toků, dále o způsoby hodnocení hydromorfologické kvality vodních útvarů v návaznosti implementaci Rámcové směrnice o vodách. Následovat bude přehled o revitalizacích toků ve spojení s Územním systémem ekologické stability. Tyto poznatky budou využity v praktické části.

Druhá, praktická část diplomové práce se zaměří na aplikaci poznatků v konkrétním vybraném území. Na základě současného hydromorfologického stavu vodního toku dojde k vytipování vhodných lokalit pro revitalizační zásahy v návaznosti na aktualizovaný územní plán města Brna. Budou vypracovány konkrétní návrhy pro zlepšení stavu toku. V závěru práce posoudíme přínosy těchto zásahů vyhodnocením hydromorfologického stavu toku před navrženou úpravou a po navržené úpravě.

3 PŘÍRODNÍ TOKY

Hovoříme-li o vodní tocích, máme na mysli liniové vodní prvky krajiny. Vodním zákonem jsou tyto útvary definovány jako „*povrchové vody 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*“ [29]. Každý vodní tok je registrovaný v Centrální evidenci vodních toků, kde nalezneme základní charakteristické vlastnosti tohoto vodního útvaru jako je např. jeho délka nebo plocha povodí. Mezi **stálé vodní toky** řadíme útvary, které nevysychají v žádném ročním období a jsou hydraulicky napojeny na podzemní vody. Naopak pod pojmem **občasný vodní tok** rozumíme takový tok, u kterého se v průběhu roku setkáme s delším obdobím, v němž korytem neprotéká žádná voda a zároveň nemusí být propojen s podzemními vodami [1]. Vodní toky jsou jedním z hlavních zdrojů sladké vody na zemi, dále plní důležitou funkci v energetice, v ochraně proti povodním nebo třeba v zemědělství. Jednou z důležitých vlastností toků je mimo jiné i jejich ekologicko-stabilizační funkce, proto je nutné tyto útvary potřebně chránit [2]. Vzhledem k tomu, že se většina toků na území České republiky nachází v kulturní krajině, je velice složité najít člověkem neovlivněný a nepoškozený vodní útvar. Stále však nacházíme přírodní či alespoň přírodě blízké, ekologicky a dynamicky zdravé úseky vodních toků, jež slouží jako předloha pro navrhování revitalizačních opatření [3].

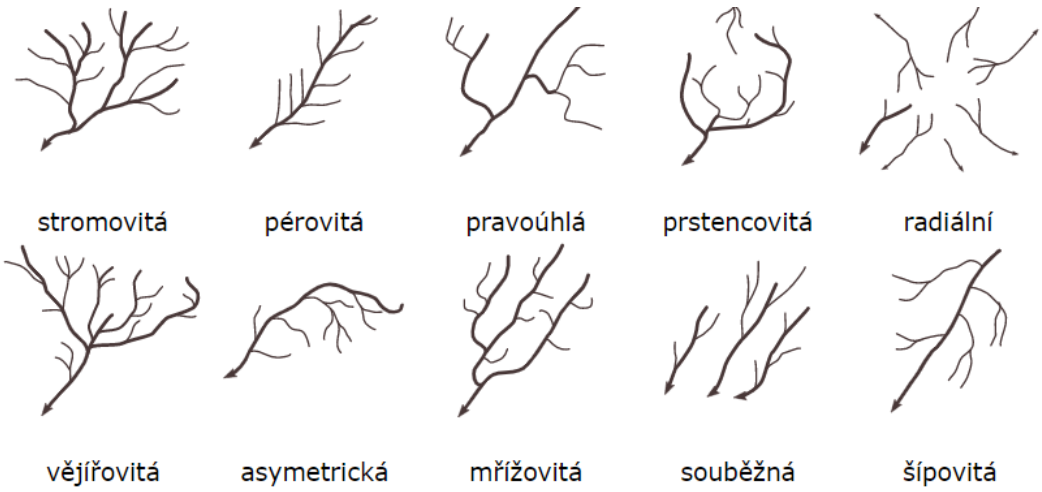
Podle velikosti rozlišujeme tyto kategorie:

- **bystřina** – malý vodní tok s minimálními zákrutami a proměnlivým sklonem dna
- **potok** – na rozdíl od bystřiny jej charakterizuje vyrovnanější a menší sklon dna
- **řeka** – díky větší délce a rozloze povodí dokáže odvést větší množství vody
- **veletok** – řeka delší než 500 km s hranicí povodí okolo 100 000 km^2 [1]

Obr. 1 Napřímené zkapacitněné koryto potoka Slubice [4]

Obr. 2 Přírodě blízký úsek Slubice [4]

Zákon o vodách č.254/2001 dále člení vodní útvary na významné a drobné toky, které společně tvoří říční síť. Hlavní tok spolu s jeho přítoky se formulují vlivem geomorfologických činitelů, jako jsou např. vzduch, voda v různých skupenstvích, horniny či magma. Tyto činitelé pak formulovaly různé tvary říčních sítí. Rozdělení říčních sítí podle uspořádání můžete vidět na Obr. 3 [4].



Obr. 3 Tvary říčních sítí [6]

Tvar říční sítě výrazně ovlivňuje průběh a vznik srážkového odtoku, a to zejména u malých vodních toků. Přívalové deště s krátkou dobou trvaní, ale naopak velkou intenzitou, mohou způsobit u menších povodí velký specifický průtok, který dále může napáchat škody v podobě lokální povodně.

3.1 Vodní ekosystémy

Vodní toky je nutné chápat jako přírodní ekosystémy, u kterých probíhají přirozené dynamické procesy v podobě kolísání průtoků, transportu splavenin, případně jejich akumulace [6]. Ekosystém se dá charakterizovat jako spojení více jednotlivých celků, kde každá část obsahuje jedince, populace a společenstva. Tyto prvky jsou základem ekologické stability a v jejich strukturálních celcích se nachází organismy žijící v daném prostředí v interakci s neživým prostředím (podnebí, látky v půdě).

Základní složky vodního ekosystému jsou:

- biotop – stanoviště
- producenti – autotrofní látky
- konzumenti – heterotrofní organismy
- destruenti – neboli rozkladači

Vzájemně zde probíhají 4 základní procesy – tok energie, koloběh látek, řízení a vývoj.

Důležitou vlastností ekosystémů je jejich biologická rozmanitost neboli biodiverzita. Pod tímto pojmem si můžeme představit rozmanitost všech živých organismů na Zemi. Obsahuje diverzitu v rámci druhů, mezi druhy i diverzitu ekosystémů. V současné době se celosvětová rozmanitost druhů rapidně snižuje. Antropogenní činnost způsobila degradaci životního prostředí, ale taky přírodních ekosystémů. Biodiverzita bývá často narušena ztrátami biotopů nebo zavlečením invazivních druhů na dané území. Zároveň se lze na tuto vlastnost jednotlivých ekosystémů dívat jako jeden z ukazatelů ekologické stability.

Ekologicky stabilní celky mají schopnost odolávat změnám za působení rušivého vlivu, ale také se dokáží spontánně navracet do výchozího stavu. Abychom dokázali zajistit dobrou ekologickou stabilitu území, je nutnost sjednotit národní i mezinárodní legislativy a normy. V Evropské unii platí „NATURA 2000“, což je „*soustava chráněných území, kterou vytvářejí na svém území podle jednotlivých principů všechny státy Evropské unie.*“ [30]

Vodní ekosystém je tvořen třemi základními složkami – vodou, korytem vymezeným břehovými čárami a vegetací v podobě porostů, které bývají součástí příbřežní zóny. Podle hydromorfologického stavu toku se odvíjí jeho kvalita. Čím více se vodní útvary blíží přirozenému stavu, tím příznivější je jeho hodnocení. Rozhodujícími parametry jsou variability tvarů a rozměrů koryt, proudění a splaveninový režim. Případné odstraňování škod v korytě po povodni může velmi zásadně ovlivnit ekologicko-stabilizační funkce vodních toků [4].

3.2 Členění vodních toků

Částečná klasifikace vodních útvarů již byla zmíněna v předchozí kapitole. Obecně se však na vodní toky díváme z hlediska jejich umístění v povodí. Nejvyšší místo označujeme jako **pramenní oblast** přecházející v **horní tok** s typicky bystřinným prouděním. Ve **střední části toku** proud vody zpomaluje, nejčastěji se setkáme s údolím tvaru U. **Dolní tok** je charakteristický převažující usazovací schopností, meandrující trasou a slepými rameny [7]. Poslední a nejnižší část toku je nazývána **ústím**. Z tohoto stručného rozdělení vyplývá, že největší energie toku je seskupena v horních oblastech s rychlejším prouděním vody. Voda eroduje břehy, a naopak v dolních částech tento materiál sedimentuje.

V návaznosti na tento fakt reaguje i biologicko-rybářský systém, jenž rozčlenil podle charakteru toku, fyzikálních podmínek a rybí osádky vodní toky do několika pásem. Jednotlivá pásma nemusí vždy následovat v tomto pořadí [7][9]. Z důvodu vybudování vodních staveb, jako jsou přehrady, se častěji setkáme se situací, kdy se z nádrže vypouští studenější voda, která přiláká pstruhy potoční a dojde tak k obnově několika set metrů pstruhového pásma [12][13].

3.2.1 Pásma vodních toků

Pásmo pstruhové

Tato část toku se vyznačuje přirozenými kamenitými úseky horních bystřin, potoků a řek, které bývají čisté bez jakékoli organické stopy znečištění. Dno koryta se skládá z hrubozrnných zvětralin nebo horninového podkladu. Dochází ke střídání peřejí a tůní a voda neobsahuje téměř žádné živiny. Charakteristický je vetší podélný sklon a turbulentní proudění. Voda v průběhu roku nepřesahuje teplotu 18 °C a spolu s mělkým členitým korytem nabízí až 100% nasycenost kyslíkem. Rozpuštěný kyslík ve vodě se pohybuje mezi 9–14 mg/l. Toto prostředí nabízí dokonalé útočiště pro vranku obecnou, pstruha obecného a duhového nebo střevli potoční.

Pásmo lipanové

Směrem dolu po toku se zmenšuje spád a tím se vytváří pomalejší pasáže než u pstruhového pásma. Koryto toku se mírně prohlubuje a zvětšuje do stran. Struktura dna složená z písků a štěrků usnadňuje toku tvorbu větších a hlubších tůní. Teplota vody je o něco vyšší, v letních měsících se vyšplhá až na hranici 20 °C. Díky tomu zde nalezneme více živin a zastoupení bezobratlých v podobě bentosu (larvy chrostíků, jepic a pakomárů). Již z názvu tohoto pásma vyplývá, že hlavním druhem je lipan podhorní, dále také jelec tloušť nebo hlavatka podunajská.

Pásmo parmové

Zde probíhá přechod řek z hornatin do nížinných oblastí, kde se zvyšuje jejich vodnost a šířka. Pomalu tekoucí voda a hlubší úseky snižují obsah kyslíku ve vodním prostředí [12]. V teplých obdobích se voda prohřeje až na 24 °C, což odpovídá 6-10 mg/l kyslíku. Štěrkopískové lavice spolu s oblázky formují dnovou dlažbu. Ve vodním sloupci se můžeme setkat s parmou obecnou, ostroretkou stěhovavou nebo mníkem jednovousým [13].

Pásmo cejnové

Do této kategorie spadají dolní úseky řek nebo meandrující a klidnější toky s malým sklonem okolních niv. Dno koryta je písčité nebo štěrkové a častokrát zahloubeno a rozčleněno v postranní ramena, kde voda proudí velmi pomalu [7]. Kvalita vody nedosahuje takových parametrů jako u předchozích pásem. Vlivem vysoké teploty se

koncentrace rozpuštěného kyslíku pohybuje kolem hodnoty 5 mg/l [12]. Pouhým okem bývá voda zakalena vlivem vegetačního zákalu a unášených částic. V příbřežních zónách nalezneme porosty vodních rostlin, které ukrývají množství larev vodního hmyzu. Rybí zastoupení je zde v podobě kaprových ryb (cejn, kapr obecný, bolen) [9] [13].

3.2.2 Členění podle přirozených charakteristik

Při navrhování revitalizačních opatření je dobré toky charakterizovat i podle jejich přírodních poměrů okolní oblasti, morfologie koryta a podélného a příčného řezu.

Bystřiny se vyznačují neustálými změnami, a to buď přímo v trase koryta nebo podélném profilu. Vlivem silného proudu intenzita transportu splavenin roste a voda je schopna unášet širokou škálu erodovaného materiálu. V těchto vodních útvarech sedimentují největší frakce kameniva, tedy balvany a valouny. Dno bývá pokryto kameny nebo balvany s písčitými či štěrkovými ostrůvky. Niveleta dna v podélném profilu je tvořena stupni, popřípadě balvanitými skluzy. Nepravidelné břehy spolu s členitým dnem nabízí mnoho úkrytů. Migrační průchodnost závisí na hodnotách průtočného množství, v některých částech je dokonce průchodnost přirozeně nemožná.

Horské potoky vytváří svou nepravidelnou trasou meandry v úsecích se štěrkovou nivou. Dochází zde k akumulaci štěrku či písku. Nejčastějším transportovaným materiálem jsou totiž písky, štěrky a valouny, které zde sedimentují. Skladba dna je tedy složena částečně ze štěrku, valounů a balvanů s nepravidelnými výmoly. Břehy pokryté kameny obsahují jemné nátrže. Migrace korytem probíhá za větších průtoků.

U podhorských potoků trasa toku opět meandruje, avšak spojitě. Ve štěrkové nivě s proměnlivou šířkou koryto není tolik členité. Vyrovnaný sklon i podélný profil umožňuje transport i sedimentaci štěrků a valounů. V tomto typu vodního útvaru se obvykle nesetkáme s pískovými akumulacemi, písek je ve většině případů transportován dále po toku. Rychlost proudění se mění. Tůně s písčitým dnem střídají většinou delší úseky s větší rychlostí proudění. Materiálem břehu bývají hlíny se složkou skeletu.

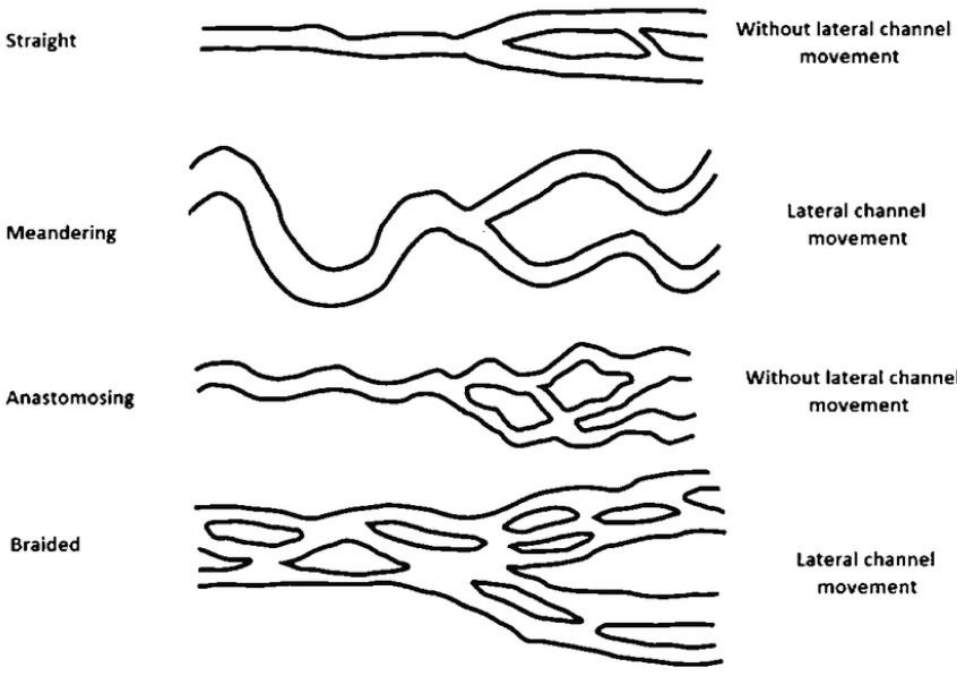
Potoky pahorkatin jsou charakteristické stejně jako podhorské potoky nepravidelnou trasou vytvářející meandry. Bývají to úseky nespojité nivy s proměnlivým sklonem toku. Dochází k přesunu štěrku, písku a hlinitých splavenin. Unášecí rychlost nedosahuje tak vysokých hodnot – sedimentace štěrku a písku. Koryto bývá členité a střídají se v něm písčité tůně se štěrkovými brody, objevují se také lokální břehové nátrže. V místech velkého sklonu za méně vydatných průtoků bývá migrace korytem narušena [7]

Úsekům, kde trasa koryta meandruje v široké, většinou štěrkopískové nebo hlinitopísčité aluviální nivě, říkáme potoky nížin. Málo členité koryto nenabízí mnoho úkrytů, nastává tedy transport pískových, hlinitých a jílových splavenin. Dno je tvořeno hlinitopísčitým materiálem s bahnitými sedimenty [9][13].

Díky znalostem jednotlivých typů toků jsme schopni navrhovat umělá koryta tak, aby se nejvíce podobala přírodním vzorům. Jakmile dojde k odchýlení od přirozené skutečnosti, může nastat změna erozního vývoje nebo ovlivnění splaveninového režimu toku. Nepříznivou odchylkou nejčastěji bývá nadměrné opevnění toku.

3.3 Geomorfologie vodních toků

Koryta vodních toků je potřeba sledovat zejména nejen na základě jejich tvarů, ale také dle určujících podmínek, tj. podle stavby hornin a zemin, srážkoodtokových nebo sklonitostních poměrů. Tuto studijní disciplínu nazýváme fluviální geomorfologie. Prvotní klasifikace proběhla již v roce 1957, kdy Leopold a Wolman stanovili základní morfologické typy vodních útvarů (Obr. 4) [7][15][16].



Obr. 4 Typy vodních toků podle jejich geomorfologie [18]

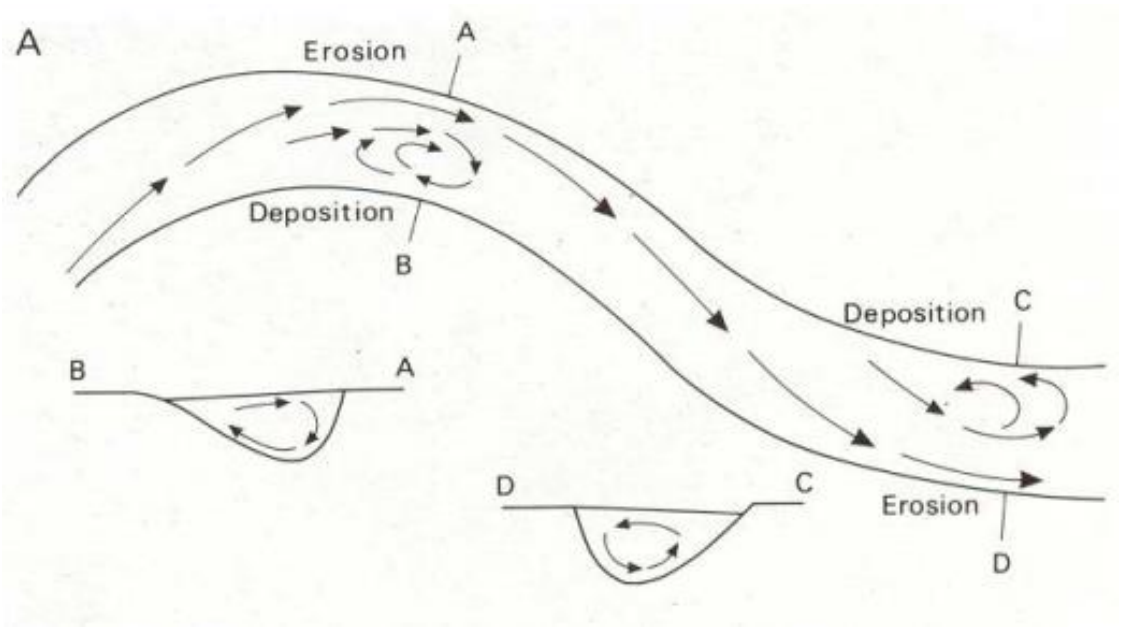
Na Obr. 4 lze vidět, že mezi **přímé (**straight**) vodní toky** můžeme řadit i mírně zvlněné trasy koryt, kdy je poloměr křivolakosti menší než 1,5. Tuto kategorii zastupují zejména horní úseky řek, kde sklon přesahuje 2 %. Možné zvlnění trasy neumožňuje hodnota kinetické energie proudění, která vzniká transportem hrubozrnných splavenin spolu se značným podélným sklonem. Částice tak musí překonat velké drsností, čímž energie proudění narůstá [15][7]. Vzhledem ke struktuře složení dna bývají tyto úseky mělké a výrazně široké. Hrubozrnný, v některých případech až skalní materiál nedovoluje korytu zahlubování a boční erozi. Poměr hloubky k šířce koryta tedy v příčném profilu může být v některých případech až 1:60. Koryto bezpečně převede i nadměrné průtoky díky jeho kapacitě [7][18].

Obr. 5 Přirozeně přímé koryto Jizery [17]

Koryto **divočícího** (braided - Obr. 4) **toku** se rozprostírá v širším pásu, kde se proud rozděluje do více pramenů mezi štěrkovými lavicemi. Obvykle se jedná o podhorské potoky a bystřiny, kde vodní tok zaplňuje celou šířku říční nivy. Tvoří se zde sedimenty štěrkových naplavenin, nivní půdy však v těchto úsecích nenalezneme. Převládá břehová eroze, podélný sklon se pohybuje mezi 0,5 – 4 %. Vodní tok obtéká jednotlivé štěrkové lavice a má tendenci se rozprostírat do stran. Vývoj a formulace vodního toku jsou dány přechodem povodňových průtoků, kdy hladina zaplaví obvykle viditelné štěrkové nánosy, neboť při běžném stavu korytem neprotéká takové množství vody. Divočící toky převládají v horských a ledovcových oblastech s intenzivní erozí, transportem a ukládáním sedimentů. Tento typ koryta se v České republice vyskytuje jen ojediněle a to např. v úsecích řeky Morávky, Olše, Ostravice nebo Bečvy [18][7].

Obr. 6 Divočení řeky Morávky [19]

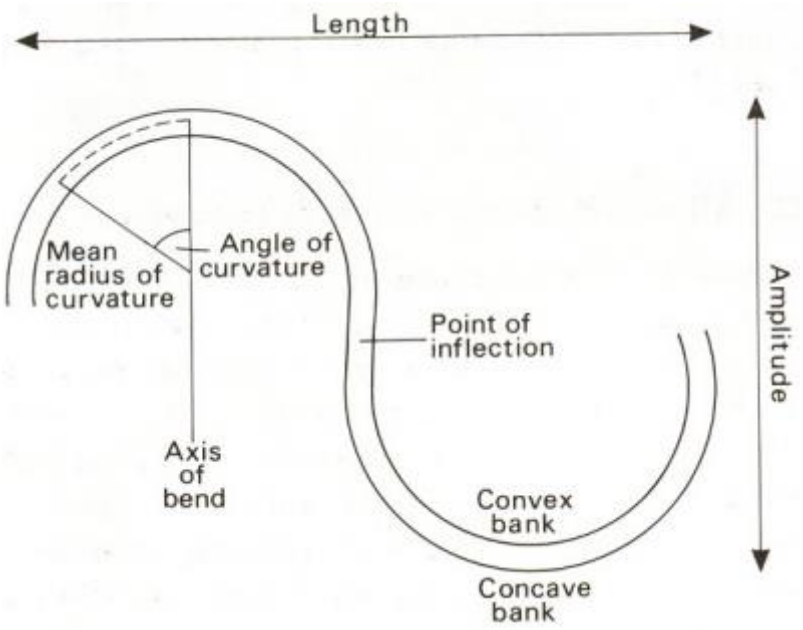
Jakmile se proudící voda dostane do dolní nebo střední části celkové trasy toku, začne se pravidelně i nepravidelně vlnit. **Meandry** (meandering – Obr.4) se mohou vyskytovat i v horních oblastech s větším podélným sklonem. Hrubé kamenité sedimenty tvoří nestabilní tvary, díky kterým se tyto oblouky velmi rychle mění. Jde o přechod mezi územím, kde vodní tok divočí a pomalu přechází do nížinné oblasti. Tomuto jevu říkáme wandering meanders. V oblastech užších nivních pásů omezených z obou stran pevnými svahy vznikají tzv. confined meanders (omezené meandry). Bývají to lokality s většími a středními podélnými sklony, kde se koryto snaží prořezat od jednoho svahu k druhému. V dolních úsecích toku proud vody ztrácí postupně kinetickou energii vlivem malého sklonu a již není schopen vytvářet přímou trasu koryta. Široká údolní niva umožnuje větší zakřivení meandrů, kterým říkáme serpentine meanders a jejichž materiál podloží je velmi snadno poddajný. Tyto zákruty často přechází i do protisměrných oblouků – tortuous meanders (klikaté meandry). Při meandrování toku dochází k ukládání materiálu u nánosového břehu konvexního tvaru – jesep. Na opačném břehu tvaru konkávy probíhá erozní činnost – výsep. Jde hlavně o břehové vymílání částic a tím zvětšování poloměru oblouku. Z Obr. 7 je vidět způsob proudění vody v meandrech [7][20].



Obr. 7 Proudění vody v meandrech [20]

Vlivem vymílacího proudu se meandrová ramena neustále zvětšují, a tím se přibližují až do jejich propojení, tok je pak opět na nějakou dobu narovnán [20]. Tímto způsobem vznikají velmi cenné mokřadní biotopy, které nemusí být vždy propojeny s hlavním trasou koryta:

- **vedlejší rameno** – útvar kopíruje trasu hlavního toku a bývá stále průtočný
- **odstavené (mrtvé) rameno** – zcela odděleno od aktivního toku, propojení nastává skrze hladinu podzemní vody
- **staré rameno** – oproti vedlejšímu ramenu není průtočné, ale obsahuje jednostranné spojení s hlavním tokem
- **mrtvé rameno oddělené hrázkami** – ojedinělý případ, ani při přechodu povodňové vlny nedojde k propojení s tokem, rychlý zárůst vegetací a následný zánik
- **tůně** – útvary vznikající za kulminačních průtoků, kdy proud vody lokálně vymílá nivní materiál, zadržení vody po celý rok, nejedná se o část původního koryta jako u předchozích typů
- **periodické tůně** – obdobný případ, tyto tůně vysychají v průběhu roku, při malých srážkách [7]



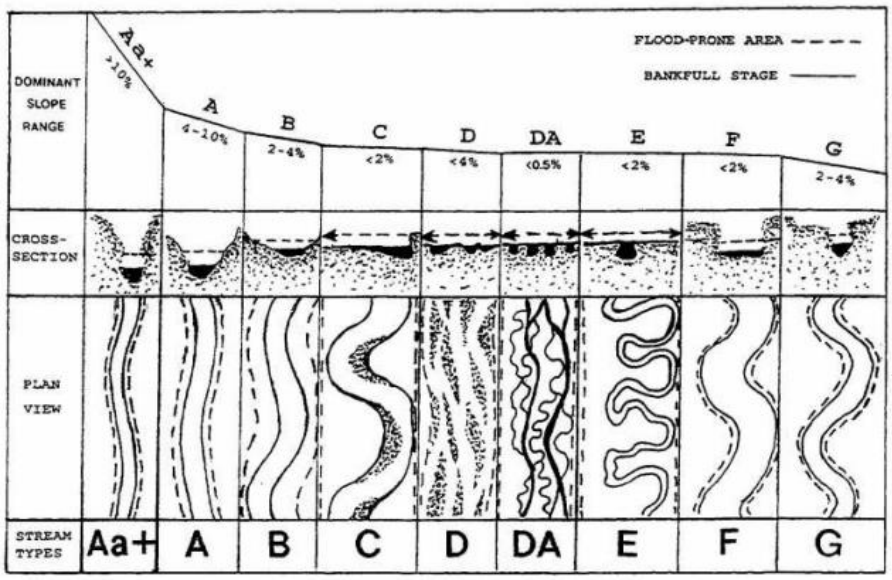
Obr. 8 Geometrie meandrů [20]

Na Obr. 8 lze vidět poloměr oblouku meandru (mean radius of curvature), úhel ohybu (angel of curvature), osu meandru (axis of bend), inflexní bod (point of inflection), konkávní (concave) a konvexní břeh (convex bank), a nakonec délku (length) a amplitudu (amplitude) celého meandru. Tyto pojmy budou upřesněny v kapitole 3.3.1.

Obr. 9 Meandrující řeka [21]

Anastomózní toky (anastomosing – Obr. 4) se stejně jako divočící útvary rozdělují do více ramen, ovšem v tom případě je větvení stabilní a nedochází k tvorbě štěrkových lavic, které mají tendenci se utvářet podle průtokového a splaveninového režimu. Stavba ostrovů může vycházet hned z několika způsobů: oddělením části stávající údolní nivy v momentu, kdy koryto změní směr, postupným vývojem stabilizovaných lavic vzniklých sedimentací a v neposlední řadě prodlužujícími se rameny v říčních deltách. Tyto útvary zůstávají nezatopeny i při povodňových průtocích a zároveň bývají stabilizované přirozenou vegetací. Základní charakteristikou rozvětvených toků je výrazně malá unášecí rychlost. Břehy setrvávají odolné proti erozním účinkům vody a transportní kapacita je slabě převyšována přísunem sedimentů. Typické anastomózní vodní toky v ČR nenalezneme. Jediným příkladem je úsek řeky Moravy v oblasti Pomoraví [7][20].

Kromě tohoto geografického členění vodních toků se můžeme setkat s klasifikací koryt podle Rosgena (1994), který definuje vodní toky do 9 kategorií (Aa+, A, B, C, D, DA, E, F, G). Jednotlivé kategorie jsou odlišné šířkou a hloubkou koryta, opevněním, příčným profilem, křivolakosti trasy toku, zrnitosti sedimentů a tvarem reliéfu. Díky této klasifikaci dokážeme teoreticky odhadnout potencionální charakter vodního toku a také určit přirozený vývoj daného systému. Tato klasifikace nezohledňuje vliv vegetace na vodní režim [22].



Obr. 10 Rosgenova klasifikace vodních toků [22]

Na Obr. 10 vidíme členění vodních útvarů dle podélného sklonu (slope range), příčného profilu (cross section - průměrná šířka, průměrná hloubka koryta) a křivolakosti (plan view).

Aa – horské toky v zařezaném údolí, téměř rovné úseky se sklonem nad 10 %

A – přímé úseky, zahloubený příčný profil, křivolakost menší než 1,2

B – zákrutovité koryto, oproti předchozí kategorii se rozprostírá v širší nivě s křivolakostí nad 1,2

C – meandrová trasa toku, široké údolí, křivolakost větší než 1,5, jeden z břehů výrazně snížen oproti druhému

D – rozvětvená divočící koryta, převažuje velká šířka a malá hloubka

Da – anastomózní toky s malým spádem

E – další typ meandrujícího toku, koryto je v příčném profilu úzké s křivolakostí nad 1,5

F – případ, kdy se koryto zformulovalo přes celou šířku údolní nivy, často bývá zahloubené do kaňonu

G – v toku převládá hloubková eroze, nepravé meandrující koryto [22]

3.3.1 Základní tvary v korytech potoků a řek

Konkávní břeh

Takto označujeme vnější nárazový břeh v oblouku toku, kde převládá boční a dnová eroze. Velká unášecí síla je schopna erodovat břehy.

Konvexní břeh

Břeh na vnitřní straně oblouku. Vlivem proudění a tíhy částic se na tomto břehu tvoří nánosy transportovaného materiálu v podobě plochých lavic, kterým se říká jesepy.

Inflexe

Linie oddělující konkávní a konvexní břeh.

Tůň

Ochranný prostředek toku sloužící ke zmenšování erozních účinků proudu a zpomalení proudění vody. Nové tůně postupně vznikají u konkávního břehu, kde převládá dnová a boční eroze.

Brod

Zpravidla nejmělčí místo v toku, nachází se na přechodu mezi dvěma protisměrnými oblouky u meandrujících toků. V místě většího spádu se tvoří peřeje, v opačném případě začíná tok divočit.

Štěrková lavice

Útvar vznikající typicky u divočících a rozvětvených toků. Jedná se o nános stěrku s určitou příměsí jemnější frakce, kterou bývá nejčastěji písek. Lavice se začínají objevovat v ustupujících fázích povodně. Energie toku slábne a proud přestává transportovat splaveninový materiál. Vzhledem k tomu, že v každé části toku sedimentuje jiný materiál, setkáváme se i pískovou nebo bahnitou lavicí. Všechny tyto útvary jsou nestálé a mají tendenci se pohybovat ve směru proudu po toku. Štěrkové lavice tvoří unikátní biotop pro vzácné bezobratlé jedince a další živočichy. V praxi se štěrkový materiál vytěží a dále použije jako stavební materiál. [7][23]

Náplavový kužel

Již z názvu lze usoudit, že se jedná o těleso kuželovitého tvaru zformulované z říčních sedimentů. S tímto útvarem se setkáme v případě, kdy vodní tok protéká z vyšší polohy do rovinné oblasti s malým spádem. Kužel směřuje směrem do nižšího místa. V ČR se nachází v horských a podhorských oblastech Moravskoslezských Beskyd [7][23]

Břehová nátrž

Boční eroze vodního toku postupně vymílá nárazový (konkávní) břeh až dojde ke vzniku svislé stěny v zeminách nebo horninách. Břeh přestává být stabilní a zvyšuje se transport materiálu. [23]

Říční terasa

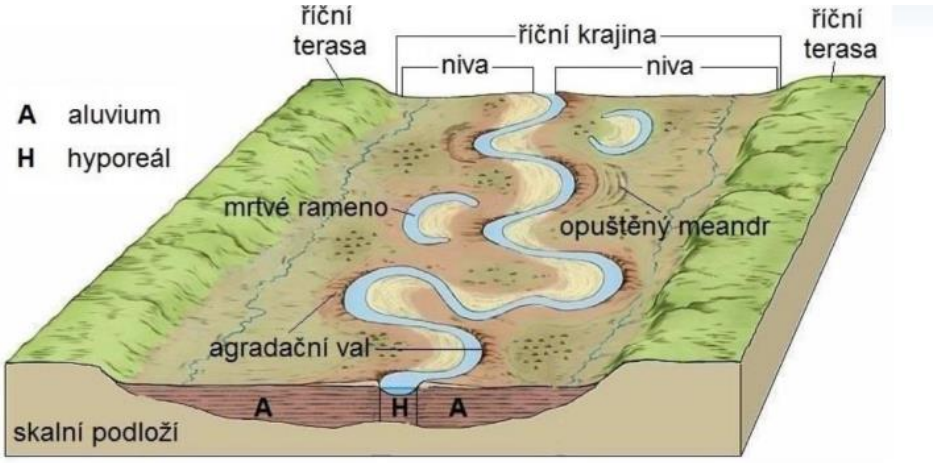
Tímto pojmem se označují výrazné stupně naakumulovaného a erodovaného materiálu, které se nachází ve svazích říčních údolí. Tyto stupně můžeme rozčlenit do tří segmentů: terasová plošina (rovný povrch stupně), terasový svah a styk těchto dvou částí - terasová hrana. Nejčastějším útvarem jsou akumulační terasy – údolní niva byla prořízнuta až na skalní podklad, tento prostor vyplnily fluviální sedimenty. Existují také erozní terasy – boční eroze koryta toku na skalním podloží nebo skalních sedimentech. [23]

Obr. 11 Řeka Smědá [Miroslava Schärfnerová]

Na Obr. 11 je vidět vytvoření štěrkopískové lavice zanášením konvexního břehu meandrujícího toku Smědá poblíž Michalovic.

3.4 Vývoj údolí a niv

Říční síť vodních toků a jejich údolí se začala vytvářet již ve čtvrtohorách vlivem dynamického působení řek. Jedním z hlavních činitelů je povrchový odtok, který je schopen unášet jemné čí hrubé částice rozvolněných hornin a na jiných místech naopak ukládat půdní materiál v podobě sedimentů. V dnešní době se setkáváme s pojmem údolní niva velice často v souvislosti s dopady klimatických změn. Zaujímají 2,3 % celkové rozlohy našeho území [9]. V období sucha se snažíme vodu pomocí těchto útvarů zadržet a současně tlumit nepříznivé účinky povodňové vlny skrze řízené rozlivy. Stejně jako říční systémy i nivy vytváří vlastní ekosystém, který se mění v závislosti na charakteru vodního toku. Formují dokonalé prostředí pro mnoho přirozených i vzácných druhů rostlin a živočichů. Osídlení niv začíná v období mezolitu na písčitých půdách, kdy byla niva postupem času odlesňována vzhledem k dobrému strategickému místu blízko vodního toku. Současným problémem niv je jejich příliš velká zastavěnost, která omezuje např. území před povodněmi. V dnešní době jsou nivy zařazeny v „*zákoně o ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 Sb.*“ jako významné krajinné prvky (VKP) [10]. Spolu s vymezeným územním systémem ekologické stability (ÚSES) vznikají ekologicky stabilní území. Konkrétní vymezení nivy je ale často problém. Může probíhat hned několika způsoby. V prvním, **geomorfologickém přístupu,** se vychází z geneze a morfologie reliéfu. Niva je brána jako depozice fluviálních sedimentů a dále se dělí na údolní nivu (úzká údolí horních a středních toků) a na poříční (v oblasti dolních toků velkých řek). Vymezení se provádí ze znalostí morfologických tvarů terénu s pomocí geologických map. Ve druhém, **hydrologickém přístupu,** je určena hranice nivy podle rozsahu záplavového území, kterým nejčastěji bývá stoletá voda (Q_{100}). Výhodou tohoto postupu jsou přesná a dostupná data, která vychází ze stínovaného modelu reliéfu (DMR). Bohužel tato data jsou doposud známá pouze pro významné vodní toky, nikoli pro drobné. Další, **pedologický (pedografický) přístup,** se opírá o rozsah hydromorfních půd v dané oblasti na fluviálních sedimentech. Nejčastěji to bývá černice, fluvizemě nebo gleje. Tyto parametry se určí z bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ) a podrobného rozboru půd. Nutností je použití odlišných zdrojů dat pro lesní a ornou půdu v rámci lokality. Poslední možný přístup je skrze **geobotanické** znalosti krajiny [11]. Niva je určena na základě fluviálně podmíněné vegetace, která doprovází vodní toky. Vymezení vychází ze znalosti nivních biochor, ekosystému a společenstev rostlin a živočichů. Ačkoliv máme velmi přesné analogové i digitální podklady, tento koncept lze použít pouze u přírodě blízkých úseků vodních toků bez antropogenní činnosti člověka, což na většině území ČR použít nelze [9] [7].



Obr. 12 Vymezení údolní nivy [11]

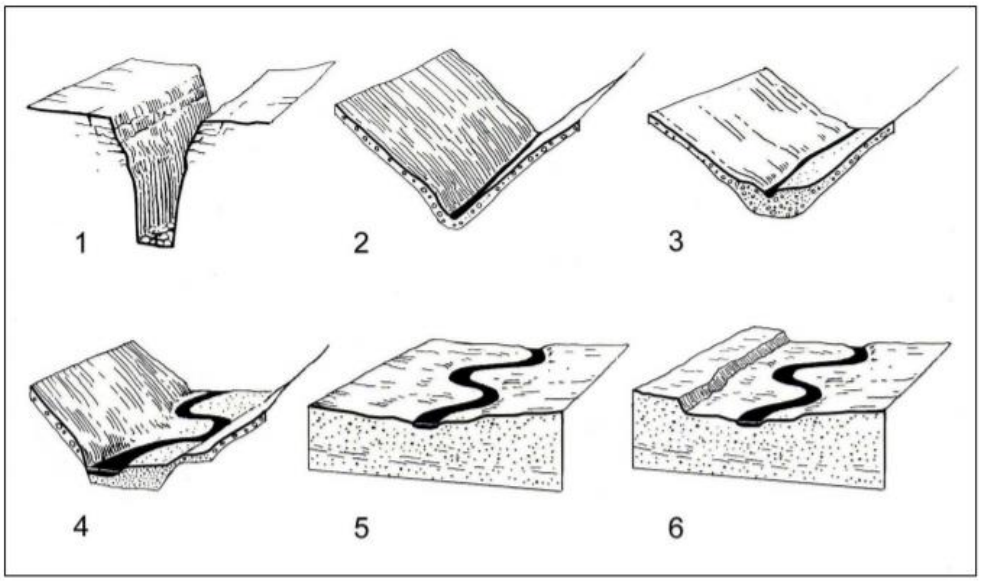
3.4.1 Tvary údolí

Podle geologické stavby území, průtokového režimu a také dle sklonu terénu vzniká několik druhů údolí:

- **soutěska tvaru U**: Tento typ údolí vzniká mezi pevnými bloky údolí, kde je díky tomu omezen vývoj trasy koryta. Zpětná eroze rozvolňuje půdní materiál, který ve většině případů nestačí sedimentovat vlivem poměrně velké energie toku. Horninový materiál je unášen ze skalního podkladu dna.
- **zaříznuté údolí tvaru V:** Dnový a břehový materiál tvoří svahové sutě, které obohacují vodní tok. Stranové pohyby koryta jsou zde omezeny i přes dostatečnou unášecí sílu toku.
- **kotlina s přímým nebo divočícím korytem**: Energie toku není natolik velká, aby dokázala vzniklý erodovaný materiál dále transportovat po trase toku. I v tomto případě dochází k omezení pohybu koryta do stran, protože hrubší usazeniny dna nejsou tolik náchylné k odnosu.
- **údolí s meandry**: Usazeniny na dně jsou již jemnější než u předchozího typu. Umožňují snadnější vývoj koryta toku v širší lokalitě, který přirozeně začne meandrovat.
- **plochá niva:** Trasa koryta není výrazně omezena svahy v širokém údolí. V těchto údolích nalezneme velké množství mladých usazenin.
- **plochá niva omezená terasami:** Nejnižší bod není stanoven pomocí svahů, ale podle teras vzniklých postupem času v těchto územích.

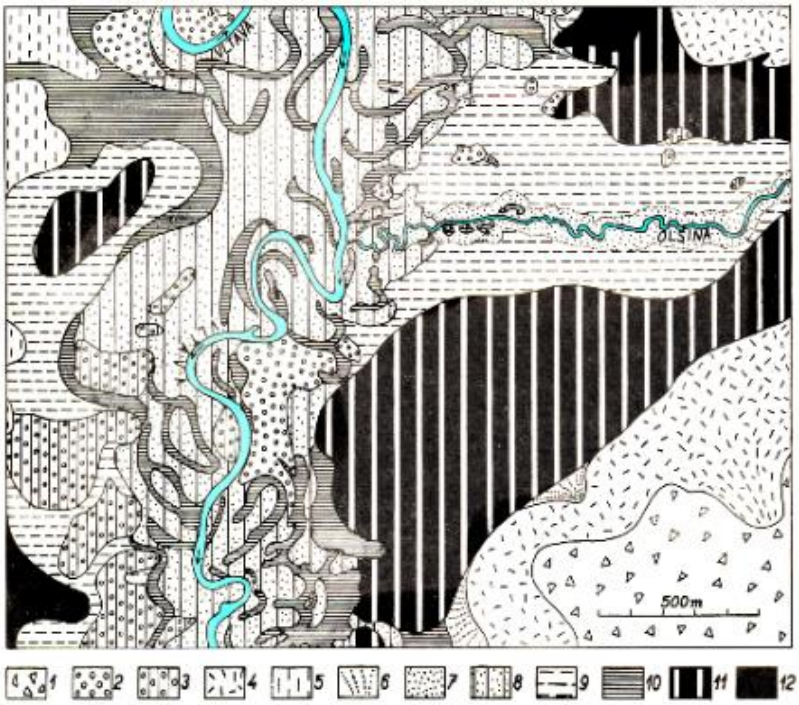
V dalších případech se můžeme ještě setkat s místy, kde došlo k nadměrné erozi dna až do velkých hloubek [7]. Dno koryta bylo zaneseno usazeninami. Takové situaci se říká **přehloubené údolí**. Známe také **terasové údolí**, tvořené několika nivními úrovněmi [8][14].

Typy údolí (upraveno podle Kerna, 1994). 1 – soutěska tvaru hlubokého U, 2 – zařízнuté údolí tvaru V, 3 – kotlina s přímým korytem, 4 – údolí s meandry, 5 – plochá niva, 6 – plochá niva se starší terasou.



Obr. 13 Tvary údolí dle Kerna, 1994 [7]

Materiál uložený v nivách okolo řek tvoří zejména hrubší štěrkopísky a jemnější hlinité říční uloženiny, které se označují spíše jako nivní hlíny sedimentující v teplých obdobích. Naproti tomu v zimních měsících se usazoval především skalní zvětralý materiál. Jemné **nivní hlíny** vznikají transportem materiálu z vyšších částí povodí při menších povodních. Sedimentují v blízkosti hlavního řečiště, popřípadě vytváří malé valy. Dalším typem jemných nivních uloženin jsou **okály**. Při povodni voda zaplavuje inundační území, přičemž tyto hlíny zůstávají v místech menšího proudění ve větší vzdálenosti od toku, kterým často bývají postranní ramena. Mimo oblast aktivního proudění vody dochází k usazování **hnilokalu** obsahující vysoké procento organických látek. V oblasti starých ramen nebo mokřadů nalezneme **slatiny**. Vznikají hlavně odumíráním a ukládáním místních porostů. Z tohoto lze shrnout, že hnilokaly jsou složeny z primárního organického materiálu, tedy z naplavených nebo napadaných dřevin do toku, které se v časovém období rozkládají. Oproti tomu slatiny se skládají ze sekundárního materiálu v podobě biomasy, která roste přímo ve vodním prostředí. Posledním typem uloženin jsou nivní půdy, které prošly půdotvorným procesem, kdy jemné usazeniny překryla vrstva vegetace. Další druhy nivních půd se odvíjí od lokálních podmínek území. Můžeme se setkat např. s humózními gleji, a to v častě zamokřených místech. Tam, kde se povrch mění při každé zvýšené hladině nalezneme surové nivní půdy tzv. rambla.



Obr. 14 Přehled říční nivy meandrujícího toku

Z **Obr. 14** lze rozeznat tuto skladbu říční nivy:

- 1 - zvětraliny krystalinika
- 2 - štěrkopískové terasy
- 3 - snížené terasy
- 4 - svahoviny
- 5 - nečisté prachovice
- 6 - zvodnělé svahoviny
- 7 - hlinité písky
- 8 - hlinité písky povodňových nánosů
- 9 - slatinné okály
- 10 - slatinné výplně odstavených říčních ramen
- 11 - přechodné rašeliny
- 12 – vrchoviště

3.5 Aktuální stav vodních toků

V minulých letech docházelo ke značnému ovlivňování vodních toků z hlediska antropogenní činnosti. Do 90. let se upravilo téměř 29 % procent z celkové délky říční sítě ČR. Způsobeno to bylo primárně tendencí využívat co nejvíce zemědělské plochy. To znamenalo toky napřímit a technicky upravit, aby bylo možné co nejsnadnější obdělávání půdy. Takto upravené toky sloužily jako odvodňovací zařízení rozsáhlých území. Snaha o zadržení vody v údolní nivě byla nulová. Koryto vodního toku nabývalo velkých kapacit a hloubek a bývalo stabilizováno opevněním. Tím se zvyšovalo povodňové nebezpečí při větších průtocích. V dnešní době je již nemožné samovolně upravovat vodní toky díky přijatým legislativním zákonům. Základem je si uvědomit, v jakých případech je opravdu nutné provádět technické zásahy do přirozené krajiny. Nynější přístup k vodním ekosystémům je zcela odlišný vzhledem k úbytku zdrojů vody v krajině vlivem sušších období. Proto je vhodné využívat nivní pásy v okolí vodních toku, kde můžeme vodu bezpečně zachytit a tím zpomalit proudění vody. Vyvarujeme se tak ohrožení vybudované infrastruktury. Aktuálně probíhá revitalizace a renaturace min. 300 km vodních toků (období 2016–2025) dle Strategie ochrany biologické rozmanitosti [23]. Dá se konstatovat, že od devadesátých let neproběhla výrazně viditelná změna stavu vodních útvarů. Bohužel ČR se spíše zaměřuje na fyzikálně-chemické ukazatele kvality vody, proto je potřeba nadále sledovat jejich hydromorfologický stav a podle toho navrhovat příslušná opatření. Tímto problémem se začala zabývat Rámcová směrnice o vodách [24]. Z hlediska míry upravenosti toku a také dle právních a věcných poměrů se setkáme s tímto dělením:

Vodní tok přírodní – V ideálním případě tok bez jakéhokoli vlivu člověka, v reálu sem spadají technicky neupravené toky bez vzdouvacího objektu.

Vodní tok s přirozeným korytem – Útvar by neměl být součástí vodního díla ani mít návaznost na vodoprávně evidovanou vodní stavbu. Správci toku, popřípadě majitelé pozemku, na kterém se tok nachází, jsou povinni respektovat jeho původní charakter.

Vodní tok přírodě blízký – Tento útvar si zachoval přírodní a estetickou funkci i po zásahu člověka. V minulosti mohl být částečně ovlivněn renaturací.

Vodní tok revitalizovaný – Revitalizační zásah do technicky upraveného koryta. Snaha se přiblížit přírodě blízkým parametrům.

Vodní tok technicky upravený – Tento tok byl ovlivněn technickou úpravou, která vznikla vytvořením vodního díla [4].

4 SLEDOVÁNÍ A HODNOCENÍ VODNÍCH TOKŮ

Nejprve je potřeba si uvědomit, že vodní zdroje jsou omezené a z tohoto důvodu je nutnost s nimi pečlivě zacházet a chránit jejich kvalitu podle zásad v podobě zákonů. Na základě sledování povrchových a podzemních vod jsme schopni vytvořit podklad pro návrh dalších opatření skrze vodohospodářské plánování. Složení kvality toků se skládá z jejich chemického a ekologického stavu. V ekologickém stavu dále sledujeme fyzikálně chemické složky, biologické složky a hydromorfologické složky. Jak již bylo zmíněno, v ČR se dlouhodobě sledují především biologické a fyzikálně chemické složky. V prvním ani druhém cyklu plánování neprobíhal monitoring hydromorfologických složek. Velká absence těchto dat zapříčinila další snahu o nápravná opatření. Důvodem i nadále bývá časová náročnost terénního mapování. V minulosti se morfologie včetně kontinuity toku posuzovala pouze podle historických map, záplavových území a dat ze Základní databáze geografických map ČR (dále jen ZABAGED). V současné době se klade důraz na monitoring vodních toků pomocí metodiky Hydroekologického monitoringu (HEM), protože jako jediná plně vyhovuje Evropské legislativě.

4.1 Rámcová směrnice o vodách

Do této doby se vycházelo na našem území z vodního zákona (Zákon č. 254/2001 Sb.). Důvodem přijetí této směrnice nebyl pouze vstup ČR do Evropské unie, ale také sjednotit způsob ochrany vodních toků s ostatními státy. V návaznosti na zhoršující se stav vodních toků reagovala až „*Rámcová směrnice o vodách (RSV) vydaná Evropským parlamentem spolu s Radou ustanovující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky" [14].* RSV měla za cíl eliminovat další zhoršení současného stavu vodních toků a také ochránit vodní ekosystémy skrze vhodná opatření. Stav vodního útvaru je určen dle této směrnice ekologickým a chemickým stavem, kdy se bere vždy ta horší varianta. Ve stručnosti je snaha dosáhnout dobrého stavu všech monitorovaných útvarů. Sledováním toků poskytujeme informace pro další plánovací období. Ještě předtím, než byla RSV implementována do vodního zákona, se objevily již dříve v západní Evropě a Severní Americe metody, které se snažily určit hydromorfologickou kvalitu říčních systémů. Proto bylo potřeba tuto snahu zakotvit i v evropské legislativě. S odstupem času se zvyšuje úsilí ve vytváření vhodných metodických přístupů a revitalizačních opatřeních. Stále více se potýkáme s nedostatečně popsaným vztahem biologických složek a hydromorfologických podmínek u vodních toků, zejména pak s ohledem na jejich změny. V ČR se vyskytuje hojné množství typu vodních toků s odlišnými fyzicko-geografickými podmínkami. Abychom tedy byli schopni určovat hydromorfologické parametry, je nezbytné najít přírodě blízké lokality, se kterými můžeme porovnávat aktuální stav.

4.2 Vodohospodářské plánování

Pod pojmem vodohospodářské plánování si lze představit široký komplex činností, které se postupně upravují podle rozvoje lidské společnosti. Od prvopočátku byl kladen důraz na upravení přírodních podmínek tak, aby člověk vyhověl svým potřebám. Jednalo se zejména o využívání vody, ochranu před povodněmi nebo naopak ochranu před suchem. S rozvojem průmyslu v 18. století se navyšovaly potřeby budovat vodní díla, která plnila funkci hlavního pohonného zdroje u výrobních podniků. V tom samém století se vyskytují první zmínky o průplavu Dunaj-Odra. Skutečné plánování v oblasti vod je zakotveno v české legislativě již od 19. století.

Prvním modernějším plánem se stal Státní vodohospodářský plán republiky Československé (1954), který se zpracovával v období 1949–1953. Jednalo se o první poválečný plán, který měl za úkol zajistit potřebu vody pro rozvíjející se průmysl a zemědělství. Obsahem bylo využívání vodních zdrojů, zásobování pitnou vodou, sledování hydrologických údajů spolu s jejich vyhodnocením, problematika jakosti vod a také předurčit předpoklady pro správy vodního hospodářství. Následoval směrný vodohospodářský plán (2. SVP) v letech 1970-1975. V první řadě šlo o aktualizaci přechozího plánu, obsahoval ale také analýzy současného stavu využití vodních zdrojů a investiční opatření sloužící k pokrytí potřeb vody až na 30 let. 2. SVP se dále členil do těchto hydrologických povodí:

I. povodí Horního a středního Labe
II. povodí Vltavy
III. povodí Berounky
IV. povodí Dolního Labe
V. povodí Odry
VI. povodí Moravy

Až na několik změn byl tento plán platný do prosince roku 2009. S přenesením již zmíněné RSV do právního řádu ČR „*zákonem č. 254/2001 Sb., o vodách a jeho novelami č. 20/2004 Sb. a č. 150/2010 Sb.*“ [25] vznikají 3 šestileté cykly vodohospodářského plánování. Dalo by se říct, že 1. i 2. SVP byly zaměřeny na hledání nových dostupných zdrojů vody, užívání vody, ochranu před povodněmi a také na jakost vody [26]. Jednotlivé plány povodí se soustředí především na kvalitu vody z hlediska životního prostředí a na dlouhodobou udržitelnost využívání vodních zdrojů [27][28].

4.2.1 První plánovací období

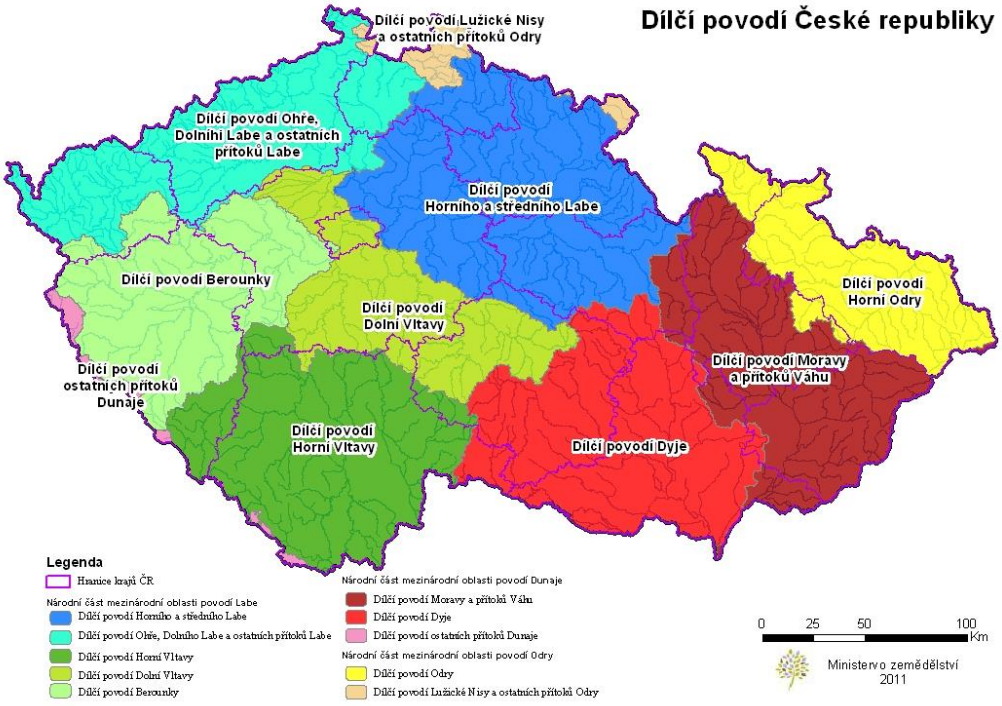
První plánovací období v oblasti vod probíhalo v letech 2009–2015. O pět let dříve, mezi roky 2004–2007 byl vypracován Plán hlavních povodí České republiky (PHP) Obsahoval dlouhodobou rozvahu ve vodním hospodářství a byl schválen vládou ČR v roce 2007. Z tohoto plánu se vycházelo při zpracování Plánů oblastí povodí (POP). V roce 2009 došlo k vytvoření plánů oblastí povodí, mezi které patří povodí Horního a středního Labe, povodí Vltavy, povodí Berounky, povodí Dolní Vltavy a povodí Dyje [31]. Tento dokument obsahoval náležitá opatření, která měla zajistit dobrý stav všech vodních útvarů, co se týče povrchových vod, ale také se zabývala kvalitou chemického stavu vod podzemních. Vzhledem k tomu, že v minulých letech docházelo ke zhoršení kvality vodních sítí, RSV v tomto ohledu požadovala předávání povinných informací Evropské komisi, která data vyhodnocovala a zpracovávala do implementačních zpráv.

4.2.2 Druhé plánovací období

Období mezi roky 2016–2021. Druhé plánovací období bylo ovlivněno nedostatky z minulé etapy, na které upozornila právě Evropská komise. Proběhla novelizace vodního zákona zákonem č. 150/2010 Sb. [32]. Ve druhé etapě bylo hlavním krokem zpracování nové struktury plánů povodí. Tato aktualizace obsahuje tři hlavní úrovně:

- mezinárodní plány povodí
- národní plány povodí
- plány dílčích povodí

V rámci ČR se zpracovaly 3 národní plány povodí (NPP) a 10 plánů dílčích povodí. K přípravě jednotlivých plánu byla Ministerstvem zemědělství a Ministerstvem životního prostředí sestavena komise, která se starala o veškeré aspekty při zpracování druhého plánovacího období. Mezi členy komise patřili zástupci správních orgánů. Jednalo se např. o Asociace krajů ČR, správce povodí nebo Lesy ČR. Zapojeny byly i vodohospodářské instituce jako je Agentura ochrany přírody a krajiny nebo Česká inspekce životního prostředí. V neposlední řadě došlo k vytvoření plánů pro zvládání povodňových rizik, které se opíraly o *směrnici 2007/60/ES o vyhodnocení a zvládání povodňových rizik* [33].



Obr. 15 Rozdělení dílčích povodí ČR [33]

4.2.3 Třetí plánovací období

Tato etapa bude probíhat v letech 2021–2027, jde tedy o současné stanovení cílů na další roky a druhou aktualizaci plánů povodí s plány pro zvládání povodňových rizik. Probíhá také příprava plánů pro zvládání sucha.

Hydromorfologické složky, které budou součástí náplně této práce nebyly vůbec monitorovány v 2. plánovacím období. Proto se v současné době pracuje na metodice hodnocení významných hydromorfologických a morfologických vlivů. Na základě toho budou vytypovány významné vlivy, které se podílejí na hydrologickém režimu, kontinuitě a morfologických podmínkách toku. Tyto výstupy poslouží jako stěžejní složka v hodnocení biologických složek [34].

Aktuální stav vodohospodářského plánování především směřuje k požadavkům RSV. Díky tomu bychom měli zajistit potřebné informace o stavu vodních útvarů k dalším možným úpravám.

4.3 Současný monitoring povrchových útvarů

S přijetím RSV je součástí plnění také monitoring stavu povrchových vod, podzemních vod a chráněných oblastí, který se do legislativy ČR implementoval *zákonem č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)* [36]. Při hodnocení útvarů povrchových vod se vychází z *vyhlášky č. 98/2011 Sb., o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých útvarů povrchových vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod* [37].

Současně používaným informačním nástrojem pro monitoring kvality vod v ČR je systém Assesment and Reference Reports of Water Monitoring (dále jen ARROW). Slouží jako databáze odebraných vzorků, které charakterizují aktuální chemický a ekologický stav našich vod. Tento systém vznikl jako nadstavba předchozího modelu HEIS, který byl zejména využívaný Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ). Pomocí tohoto monitoringu jsme schopni sledovat ve vybraných profilech plaveniny, splaveniny, makrozoobentos nebo rybí obsádku [37][14].

Způsob hodnocení všech vod zajišťuje Rámcový program monitoringu. Splňuje národní i evropské požadavky pro sledování a hodnocení jakosti vod. Základní principy hodnocení budou uvedeny v další kapitole. Tento program monitoringu lze ještě rozčlenit na situační a provozní monitoring.

Situační monitoring se zaměřuje na výběr lokalit. Ke správnému hodnocení povrchových vod je zapotřebí najít vhodnou oblast, která svojí charakteristikou reprezentuje hlavní část daného povodí. Monitoring má být proveden v průběhu jednoho plánovacího období. Sledování může být rozděleno do dvou let, avšak v některých případech je možno stihnout sledování chemických i biologických složek v rozmezí 1 roku.

Provozní monitoring obsahuje téměř totožné požadavky na výběr lokalit. Sestaví se provozní monitorovací síť pro jednotlivé sledované kategorie:

- kategorie řeka
- kategorie jezero – místo k monitorování nelze umístit na výtoku z nádrže

Tento druh sledování vod probíhá každý rok. V každém roce je ale možné sledovat pouze část profilů a rozdělit tak monitoring do několika let. Důležité je vybrat sadu, u níž proběhne monitorování každý rok pro následné porovnání výsledných stavů. Pomocí těchto způsobů jsme schopni kontrolovat biologické složky obsažené ve vodě [37].

4.3.1 Hodnocení chemického a ekologického stavu

V kapitole 4 bylo objasněno, podle jakých složek probíhá hodnocení povrchových vod. Při hodnocení **chemického stavu** výsledky monitoringu klasifikujeme do dvou tříd podle norem enviromentální kvality (NEK). Jakmile žádná ze sledovaných hodnot nepřesáhne NEK, můžeme konstatovat, že se jedná o „dobrý stav". V případě, že alespoň jeden ze sledovaných ukazatelů přesáhne normované požadavky, jedná se o „nedosažení dobrého stavu". Mezi hlavní ukazatele určování chemického stavu vod patří těžké kovy, pesticidy a průmyslové znečisťující látky [38]. Hodnocení **ekologického stavu** povrchových vod lze provádět pouze u útvarů, které nespadají do kategorie vymezené jako silně ovlivněné nebo umělé vodní útvary. Jako u většiny hodnocení se vychází ze specifických referenčních podmínek, platných pro jednotlivé typy vodních útvarů. Ekologický stav se oproti chemickému dá klasifikovat do 5 kategorií:

- velmi dobrý stav – nenarušené podmínky vodního útvaru
- dobrý stav – činnost člověka jen mírně narušila biologické ukazatele
- střední stav – významné narušení lidskou činností
- poškozený stav
- zničený stav

Již zmíněné, silně ovlivněné a umělé vodní útvary se hodnotí pomocí tzv. **ekologického potenciálu** do 4 kategorií:

- dobrý a lepší stav
- střední stav
- poškozený stav
- zničený stav

Při určení ekologického stavu spolu s ekologickým potenciálem povrchových vod v kategorii řeka se vychází z následujících parametrů:

I. **biologické ukazatele**
- složení vodní flóry – fytoplankton, fytobentos, makrofyta
- složení makrozoobentosu
- složení vodní fauny – ryby

II. chemické a fyzikálně-chemické ukazatelé
- průhlednost, kyslík ve vodě, teplota, živiny, salinita
- specifické látky znečisťující daný útvar povrchových vod
- další znečištění vypouštěné do povrchových vod

III. hydromorfologické ukazatele (podporují biologické ukazatele)
- hydrologický režim – charakterizuje proudění a variabilitu průtoků
- kontinuita toku – podélná průchodnost koryta
- morfologické podmínky
    - proměnlivost hloubky a šířky koryta
    - struktura dna
    - struktrua příbřežní zóny

Jakmile jsou klasifikovány chemické a fyzikálně chemické složky jako „velmi dobrý stav" dle RSV, pak je možné hodnotit také hydromorfologické složky podporující biologické ukazatele. Při vyhodnocení celkového stavu povrchových vod se bere vždy horší hodnota z chemického a ekologického stavu [38][39].

V kategorii řeka se v minulém plánovacím období hodnotilo celkem 1045 vodních útvarů. Z toho 51,1 % se nachází v nevyhovujícím chemickém stavu a 16,7 % v neznámém stavu. V kategorii jezero bylo hodnoceno 73 útvarů, 20,5 % nesplňuje chemický stav a u 43,8 % je stav neznámý. Nevyhovující ekologický potenciál vykazuje celkem 94,6 % vodních útvarů v kategorii řeka a 86,3 % v kategorii jezero a to se skutečností, že hydromorgologické složky nebyly hodnoceny [40]. Ačkoli ubylo vodních útvarů, o kterých nejsou k dispozici žádné informace (neznámý stav), na celkovém stavu se to na první pohled vůbec nepromítlo a to z důvodu systému vyhodnocení „one out, all-out". Celkové znečištění povrchových vod je způsobeno především zemědělstvím a atmosferickými depozicemi [40].

Charakteristikou a hodnocením hydromorfologických složek, důležitých pro tuto práci se zabývá samostatná následující kapitola.

5 MONITORING HYDROMORFOLOGICKÝCH SLOŽEK

Do této chvíle jsme zjistili, že hydromorfologické složky podporují složky biologické a jsou součástí hodnocení ekologického stavu vodních útvarů. Aby bylo možné sjednotit dosavadní způsoby hodnocení těchto ukazatelů, krom již známé **RSV,** vznikají i další legislativní dokumenty pro členské státy EU, které ale splňují veškeré požadavky Rámcové směrnice.

V roce 2004 byla vydána norma **EN 14614 Water quality – Guidance standart for assessing the hydromorphological features of riveres**, v ČR známá jako **ČSN EN 14614 Jakost vod – Návod pro hodnocení hydromorfologických charakteristik řek** [41]. Tato norma prošla ke dni 1.6. 2021 novou aktualizací. Byla založena na základě metod, které se vyvíjely a posléze zkoušely v rámci Evropy. Zaměřuje se na strukturu řek a jejich kontinuitu. V roce 2010 přichází norma **EN 15843 Water quality – Guidance standard on determining the degree of modification of river hydromorphology**, v ČR pod názvem **ČSN EN 15843 Jakost vod – Návod pro určení stupně modifikace hydromorfologie řek** [42]. Zabývá se modifikací hydromorfologických charakteristik řek, jež jsou popsané v předešlé zmíněné normě. Specializuje se na modifikaci říčních koryt, břehů, příbřežních zón ale také na záplavová území. Vodní toky jsou hodnoceny na základě odchylky způsobené antropogenní činností.

O tyto uvedené normy se pak opírají vzniklé metodiky, podle nichž jsme schopni hodnotit hydromorfologický stav vodních útvarů.

5.1 Zahraniční metody monitoringu

Závěrečný zahraniční report skupiny odborníků označovaný jako ECOSTAV uvádí komplexní přehled hydromorfologických přístupů používaných po celém světě. V EU bylo doposud využito okolo 56 metod hodnocení hydromorfologických ukazatelů. Ukázalo se, že většina z těchto metod používá pro monitoring již zmíněné 3 hlavní složky, tedy hydrologický režim, morfologické podmínky a kontinuitu toku.

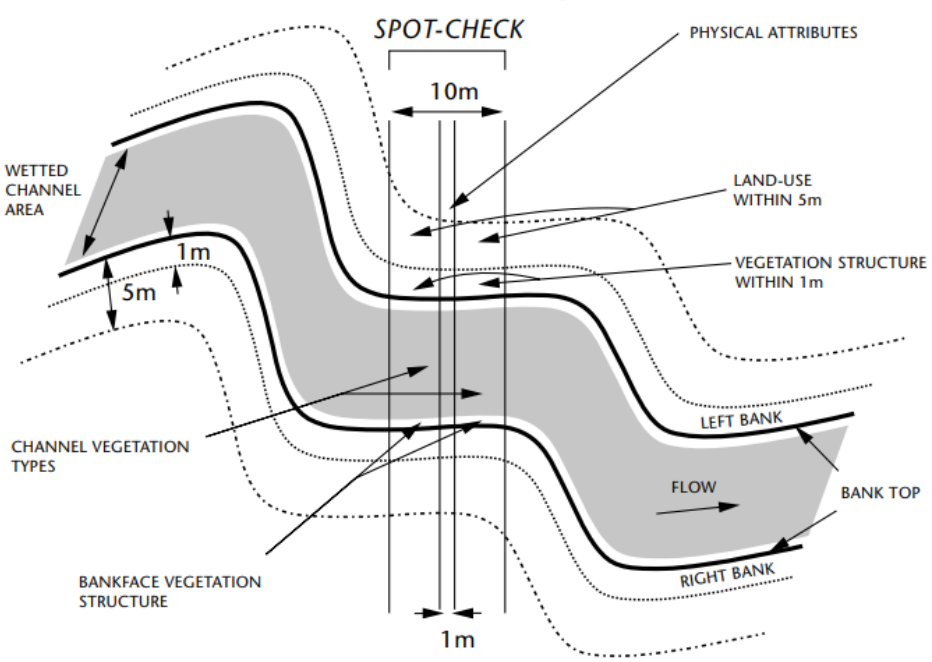
Dosavadní zkušenosti z používání RSV prokázaly, že v dalších letech je potřeba apelovat na výraznější zohledňování jednotlivých hydromorfologických složek, monitoring a také návrh a realizace opatření [43].

Ze zmíněných 56 metodik budou následně charakterizovány nejpoužívanější z nich.

5.1.1 River Habitat Survey (RHS)

RHS je nejznámější britská metodika vyvinutá v Severním Irsku na žádost Ministerstva životního prostředí. Jedná se o velice podrobnou metodu, sledující rozmanitost řek, u které nedochází k subjektivním odchylkám. Prolíná se zde fluviální geomorfologie s ekologií, a tak nachází uplatnění i v oblasti revitalizací vodních toků. Je navržena tak, aby dokázala poskytnout způsob, jak konzistentně sledovat a zaznamenávat jednotlivé přírodní staveniště [44].

RHS zaznamenává až 200 parametrů, kdy se vždy monitoruje úsek délky 500 m označený jako SWEEP-UP. V tomto úseku se sleduje tvar břehu a rozmanitost keřového a stromového doprovodu. Je třeba zohlednit vliv biotopu řeky, tudíž se pro podrobnější dělení vytvoří 10 profilů.



Obr. 16 Diagram znázorňující SPOT – CHECK

Na Obr. 16 vidíme oblast značenou jako SPOT-CHECK, úsek délky 10 m, charakterizující koryto, břeh a údolní nivu.

Zaznamenávání jednotlivých charakteristik neprobíhá pomocí zapisování do mapovacího formuláře, ale využívá se se škrtací formulář – zjednodušení. Výpočet probíhá skrze software, dostaneme 2 tzv. indexy – habitat quality score a habitat modification score. Některé parametry monitoringu lze určit také pomocí mapového serveru [44].

5.1.2 Lawa-Overview Survey (Lawa-OS)

V Německu vypracovaná metoda z roku 2002, zaměřující se na větší toky. Tato metoda nevyplývá z terénního průzkumu říčního koridoru. Používají se co nejaktuálnější letecké snímky a topografické mapy. Nezbytnou součástí jsou důležité informace o rozlivech toků a migračních překážkách, které poskytují správci toků. Délka monitorovaných úseků se bere vždy jako násobek 100 m nebo délka 1 km. Došlo ke sloučení 9 charakteristik a vytvořily se tak 2 základní parametry – dynamika vybraného koryta a dynamika údolní nivy. Mapují se 3 zóny – dno, břeh a okolí vodního toku. Zohledňuje se antropogenní modifikace vodních toků způsobem zakřivení, stabilitou dna, variabilitou šířek a hloubek a také schopností nivy zadržet určité množství vody [45].

5.1.3 Lawa-Field Survey (Lawa-FS)

Další německou metodou zpracovanou v roce 2000 je Lawa-Field Survey. Oproti LAWA-OS se zabývá kontinuálním terénním průzkumem jednotlivých 25 parametrů. Obdobně jako předchozí metoda mapuje 3 zóny – koryto, břeh a okolí. Metoda přihlíží k průběhu a podélnému profilu trasy, struktuře dna, břehů a nivy. Úseky mají délku 50-500 m, kde údolní niva se bere ve vzdálenosti 100 m od levého i pravého břehu toku. Nevýhodou této metody je poměrně složitý bodový systém hodnocení. Celkový stav se původně klasifikoval do 7 tříd, nyní jsou toky tříděny pouze podle 5 tříd dle RSV [45].

Tab. 1: Srovnání vybraných parametrů dvou zahraničních metodik hydromorfologického monitoringu vodních toků [45]

	RHS	**LAWA-FS**
Velikost řeky	Malé, střední	Malé, střední, velké
Využití map, leteckých snímků, GIS	NE	ANO
Stanovení délky mapového úseku	Jednotná délka	Závislost délky na šířce toku
Délka mapového úseku	500 m	50–500 m nebo1 km
Hydrologie	Terénní průzkum	Terénní průzkum
Počet parametrů	200	25
Skóre	Suma parametrů	Srovnání s referenčním stavem a vážené průměry parametrů

5.2 Monitoring toků hydromorfologického stavu toků v ČR

V rámci našeho území budou stručně popsány základní metodické postupy dosavadního hodnocení hydromorfologických složek. V současnosti přijaté metodice MŽP se bude věnovat podrobně samostatná kapitola 6 – vzhledem k použití v praktické části.

5.2.1 Metodika Agentury ochrany přírody a krajiny ČR

Tato metodika, celým názvem **Metodika pro hodnocení hydromorfologie na referenčních lokalitách v rámci ekologického stavu tekoucích vod podle rámcové směrnice o vodách (WFD 2000/60/ES)**, vznikla již v roce 2007 a jejím autorem je prof. RNDr. Jaromír Demek. Slouží taktéž k hodnocení hydromorfologie daného vodního útvaru, kdy je monitorováno zvlášť koryto, dno toku, břehy koryta, údolní a říční niva a nakonec údolí vodního toku. Parametry se rozdělují do dvou skupin. První skupinou je „ex sit" (kancelářské hodnocení) a druhou skupinou je „in sit" (terénní hodnocení). Již z názvu vyplývá, že tyto skupiny jsou užívány pro mapování úseků toků označených jako referenční lokality [46].

Cílem hodnocení jsou následující ekologické funkce:

I. morfodynamika, stabilita dna, převrstvování sedimentů
II. kvalita habitatu, charakteristika dnového substrátu, členitost toku a propojení zón v podélném směru
III. odtokové poměry, změna hladiny vodního toku v průběhu roku, hodnota minimálních a maximálních vodních stavů, zachycení kulminačních průtoků a dynamika vod podzemních

Samostatný monitoring se skládá ze 17 parametrů. Sledovaný tok se rozdělí na úseky ve vzdálenostech 200 m, 500 m nebo 1000 m. Parametry se zapisují do mapovacího formuláře a je vhodné v rámci měření pořizovat fotodokumentaci úseků po pozdější vyhodnocení. Zajímavostí je, že v této metodice je doporučeno přebrodit celou šířku toku z důvodu přesného určení dnové skladby, tudíž jsou nezbytnou součástí brodící holínky. Základní mapa spolu s GPS pomáhají k lepší orientaci a zaznamenávání začátku a konce úseku.

Hodnocení probíhá skrze webovou aplikaci, kde určíme sledovaným parametrům bodovou škálu a během několika minut jsme schopni identifikovat hydromorfologickou kvalitu úseku, popřípadě celého toku.

Klasifikace se provádí pomocí Tab. 2 [46].

Tab. 2 Přehled hydromorfologických stavů a hodnocení [46]

Hydromorfologický stav	Rozmezí	Kvalita stavu	Barva v mapě
1	1.0 - 1.7	velmi dobrý	modrá
2	1.8 - 2.5	dobrý	zelená
3	2.6 -3.4	střední	žlutá
4	3.5 - 4.2	poškozený	oranžová
5	4.3 - 5.0	zničený	červená

5.2.2 Metodika EcoRivHab

Metoda ekomorfologického hodnocení kvality habitatu vodních toků EcoRivHab přináší způsob hodnocení toků pomocí terénního průzkumu s možností využití distančních dat a mapových podkladů. Metodika vychází z metody ekomorfologického monitoringu drobných vodních toků jako podkladu pro revitalizační opatření (Matoušková, 2003, 2004).

Podoba současného stavu již vyhovuje všem požadavkům RSV a dá se využít i na větší vodní toky s různými typy reliéfů. Tato metodika především klade důraz na přirozený charakter koryt, příbřežní zónu a údolní nivu. Snaží se identifikovat stupně antropogenního ovlivnění a zároveň nalézt přírodní nebo alespoň přírodě blízké úseky, tedy úseky splňující „dobrý ekologický stav" [45]. EcoRivHab také slouží jako nástroj určení hydromorfologického stavu vodních útvarů jak extravilánu, tak i v intravilánu. Nutností pro provádění této metody je určení referenčního stavu (lokálního/regionálního) těmito body:

- sklonové poměry, typ údolí
- stabilita příčného profilu
- variabilita příčného profilu
- biologická rozmanitost mikrohabitatu
- charakteristická břehová vegetace, příbřežní zóna a inundační území

Terénnímu mapování předchází samostatná znalost všech dostupných databází, jako je např. Hydroekologický informační systém (HEIS) a další mapové podklady. U délkově heterogenních, avšak kvalitativně homogenních úseků, sledujeme 31 parametrů. Délka úseků se pohybuje mezi 200-1000 m.

Základem pro monitoring jsou 4 hlavní parametry:

I. koryto toku
II. doprovodné vegetační pásy
III. údolní niva
IV. povodí

Pomocí zmíněných parametrů dokážeme určit výsledný stav útvaru. Parametry jsou obodovány hodnotami 1-5. V závěru klasifikujeme úseky do 5 ekomorfologických stupňů viz Tab. 3. První stupeň odpovídá referenčnímu stavu, tedy přírodě blízkému úseku, který není antropogenně ovlivněn [47][45].

Tab. 3 Výsledné hodnocení ekomorfologického stavu [47]

Ekomorfologický stupeň (ES)	*Interval*	*Slovní označení*	*Kartografické zobrazení*
I.	<1–1,5>	Přírodní, nebo přírodě blízký úsek bez antropogenního ovlivnění	Tmavě modrá barva
II.	(1,5–2,5>	Mírně antropogenně pozměněný úsek, převládají přírodě blízké struktury	Zelená barva
III.	(2,5–3,5>	Středně antropogenně ovlivněný úsek	Žlutá barva
IV.	(3,5–4,5>	Silně antropogenně ovlivněný úsek	Oranžová barva
V.	(4,5–5>	Velmi silně antropogenně ovlivněný úsek	Červená barva

5.2.3 Metodika hodnocení vlivů opatření

Jedná se o metodiku odboru ochrany vod, která stanovuje postup hodnocení vlivů opatření na vodních tocích a nivách na hydromorfologický stav vod s vazbou opět na RSV, jejíž autem je Ing. Miroslav Šindlar. Oproti všem předchozím metodickým postupům se odlišuje tím, že se zaobírá hodnocením již realizovaného opatření nebo opatření nacházejícího se v projektové dokumentaci. Jde o zásahy provedené na vodních tocích a údolních nivách. V případě zhoršení hydromorfologického stavu vodního toku může tato zjednodušená metodika posloužit jako nástroj pro nalezení zmírňujících opatření v oblasti vod. Ideálním využitím metodiky jsou realizovaná opatření, které nemají vliv na horní a dolní úsek navazující na daný tok – mohou to být např. revitalizace v intravilánu. Kdyby však byla potřeba se zaměřit na komplexnější navržené opatření, je nutnost použití podrobnější metodiky. Tímto opatřením je myšleno např. odstranění jezové konstrukce, jakožto migrační překážky nebo poldr nacházející se nad městem, sloužící jako protipovodňová ochrana aj [48].

Ačkoli se tento postup monitoringu označuje za zjednodušený, systém hodnocení se prakticky nijak neodlišuje od ostatních metodik.

Pro vodní tok i nivu jsou samostatně určeny a vyhodnoceny 4 kritéria, které se ještě dále podrobněji specifikují.

Kritéria a ukazatele vodního toku:

I. hydrologický a splaveninový režim
II. morfologie trasy hlavního koryta a nivních ramen
III. morfologie koryta
IV. vliv vzdutí

Kritéria a ukazatele nivy:

I. odklon využití údolní nivy od přírodního stavu
II. ekologické vazby vodního toku a údolní nivy
III. vliv okolní krajiny

Terénní monitoring probíhá v úsecích, které nemají přesně specifikovanou délku, ale jsou závislé na geomorfologickém typu toku. Zaznamenává se 23 parametrů do mapového formuláře. Jako většina ostatních metod využívá leteckých a digitálních snímků pro možné zpřesnění.

Nejsložitější částí této metodiky je právě vyhodnocení jednotlivých ukazatelů. Pomocí matematických vztahů, vah jednotlivých koeficientů ale také transformačních křivek. Stupeň narušení u sledované lokality se udává taktéž zvlášť pro vodní tok a pro nivu. Interval výsledných hodnot se udává v procentech, tedy 0-100 %. Cílem je nalézt vodní toky v dobrém hydromorfologickém stavu – hodnocení musí být větší než 60 % z potenciálu dynamické rovnováhy vodního toku [48]. Vodní toky se tedy klasifikují pomocí těchto kategorií podle příslušných kvalit:

- A: velmi dobrý stav: 81-100 %
- B: dobrý stav: 61-80 %
- C: střední stav: 41-60 %
- D: poškozený stav: 21-40 %
- E: zničený stav: 0-20 %

6 METODA HYDROEKOLOGICKÉHO MONITORINGU

Metodika hydroekologického monitoringu, přijatá a ověřená Ministerstvem životního prostředí (MŽP) ČR, je tvořena dvěma důležitými dokumenty. Autorem obou částí je doc. RNDr. Jakub Langhammer, Ph.D. Celým názvem **Metodika monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků** vznikla v roce 2014 z předešlé verze z roku 2007 a slouží jako monitorovací nástroj hydromorfologické kvality vodních toků. Druhý dokument, označovaný jako **Metodika typově specifického hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků,** navazuje přímo na tuto metodiku, která umožňuje samostatný postup vyhodnocení vodního útvaru. Podrobně se zabývá výpočtem jednotlivých parametrů a dále klasifikuje vodní útvary do 5 skupin v návaznosti na požadavky RSV. Cílem je dosažení „dobrého stavu" vodních toků v rámci celé Evropy [51][52].

Základní principy pro definici této metodiky představují:

I. kombinace požadavků Rámcové směrnice ES o vodní politice 2000/60/ES [49] se Zákonem o vodách č. 254/2001 [36], soulad s evropskou i českou normou ČSN EN 14614 – Návod pro hodnocení hydromorfologických charakteristik toků [41]
II. ČSN EN 15843 – Jakost vod – Návod pro určení stupně modifikace řek [42]
III. stávající legislativní předpisy a přístupy ČR ale i EU
IV. aplikovatelnost v rámci programů monitoringu v ČR

Referenční přistup

Při hodnocení hydromorfologické kvality vodního toku porovnáváme pomocí monitoringu současný stav s referenčním stavem. Jedná se o situaci, kdy ještě vodní útvar nepodlehl jakémukoli ovlivnění ze strany člověka. Z toho vyplývá, že nejlépe hodnocený je tok, který se svým charakterem a aktuálními hydromorfologickémi ukazateli co nejvíce blíží přírodnímu stavu. Pro toto hodnocení je nezbytné zajistit pro všechny říční typy jejich referenční stav a respektovat tak typologii vodních toků ČR [50].

Hierarchický přístup

Pro potřeby monitoringu se vymezí mapované území na jednotlivé úseky, u kterých se provede dílčí hodnocení hydromorfologických složek odděleně. Díky správnému vymezení úseků jsme schopni určit stěžejní kritická místa, na které lze cílit návrh přírodě blízkých opatření.

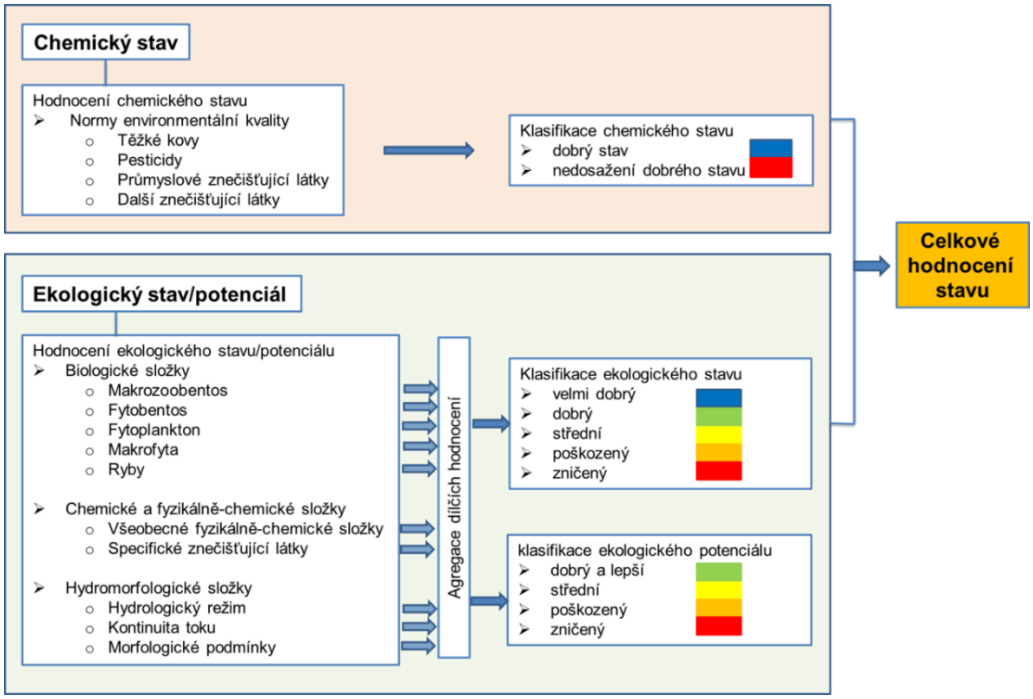
Obdobně jako ostatní české se i zahraniční metodiky zaměřují na sledování hydromorfologické složky v tomto členění:

I. hydrologický režim:
- dynamika a velikost proudění
- propojení na útvary podzemní vody

II. kontinuita toku

III. hydrologický režim:
- proměnlivost hloubky a šířky koryta
- složení dna a dnový substrát
- struktura příbřežní zóny

Pomocí normy ČSN EN 14614 je vymezen způsob a pravidelnost provádění monitoringu. V návaznosti na plánovací období se doporučuje sledovat hydromorfologické složky každých 6 let, interval sledování úseků vodních útvarů by neměl přesáhnout dobu 10 let [14][50].



Obr. 17 Princip hodnocení útvarů dle RSV [50]

Shrnutí a celková struktura hodnocení výsledného stavu vodních toků je zobrazena na Obr. 17. V dolní části se nachází způsob hodnocení hydromorfologických ukazatelů, které jsou základem tohoto metodického postupu.

Výhody této metodiky spočívají v jednoznačnosti při stanovení jednotlivých ukazatelů a rychlosti provedení bez ztráty přesnosti. Můžeme porovnávat výsledky mapování s dalšími mapovateli, kteří daný úsek sledovali. Vzhledem ke skutečnosti, že tento způsob monitoringu nevyžaduje množství odborných znalostí v oborech morfologie a geomorfologie, může ho teoreticky provádět široká veřejnost. Tato metoda se doposud ověřila jako cenově efektivní. Jedinou nevýhodou, která může ovlivnit průběh monitoringu, je subjektivní určení parametrů [50].

Hydroekologický monitoring se provádí pro všechny hlavní páteřní toky v kategorii řeka. Mapování je vhodné provádět začátkem jara nebo na podzim. Hladiny vodních toků nedosahují tak vysokých hodnot. Především na jaře jsme schopni přesněji určit strukturu břehové vegetace, která zároveň může bránit svým vzrůstem k určení ostatních ukazatelů. Pro takové situace se využijí distanční podklady – mohou to být letecké snímky, ortofotomapy nebo historické mapy, ze kterých se později vychází při porovnání současného stavu a původního stavu.

Vodní útvary se sledují ve 3 zónách – koryto, břeh a příbřežní zóna a inundační území, kde dojde k zaznamenání 17 parametrů [50][51].

I. Zóna – koryto
- upravenost trasy (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)

II. Zóna – břeh a příbřežní část

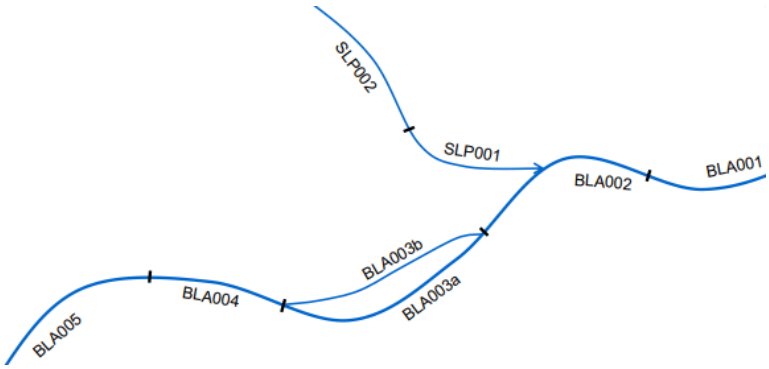
- upravenost břehu (UBR)
- břehová vegetace (BVG)
- využití příbřežního prostoru (VPZ)

III. Zóna – inundační území

- využití údolní nivy (VNI)
- průchodnost inundačního území (PIN)
- stabilita břehu a boční migrace (BMK)

6.1 Postup mapování

Na začátek je nutné rozdělit vodní útvar na dílčí úseky tak, aby byla zajištěna homogennost v rámci základních ukazatelů – typologie vodního útvaru, půdorysný průběh trasy toku, charakter využití příbřežní zóny a charakter upravenosti koryto toku [50]. Volba délky úseku závisí na stupni morfologické stejnorodosti, volíme vzdálenost mezi 100-1000 m. Případná zatrubnění místa toku jsou řešena zcela samostatně. Tímto dojde k vymezení hranic jednotlivých úseků, které identifikujeme konkrétním ID [50][51].



Obr. 18 Ukázka dělení a označení úseků

Terénní monitoring probíhá proti směru proudu. Dolní a horní hranici úseku zaznamenáme pomocí GPS a zároveň zapíšeme do hlavičky mapovacího formuláře říční kilometr. Na závěr úvodní části určíme tvar údolí, která jsou dělena následovně:

- kaňonovité údolí
- neckovité údolí
- údolí tvaru V
- asymetrické údolí
- údolí tvaru U
- ploché údolí

6.2 Princip hodnocení hydromorfologické kvality toku

Z distančního a terénního mapování získáme potřebné hodnoty a provedeme následující kroky.

V první řadě přiřadíme vybraný vodní útvar do příslušné skupiny typů toků, viz kapitola 6.2.1., kde bude vysvětlena základní typologie [52]. Pomocí mapovacího formuláře se ohodnotí jednotlivé parametry monitorovaných zón. Následně postupujeme výpočtem hydromorfologické kvality u dílčích úseků. Z výsledku jsme schopni přiřadit klasifikační třídu každému úseku. Jakmile získáme tyto hodnoty, je možno vypočítat celkovou hydromorfologickou kvalitu útvaru a určit jeho klasifikaci [50][51].

6.2.1 Typologie vodních toků pro potřeby HEM

Autorem Metodiky vymezení útvarů povrchových vod je opět Jakub Langhammer (2010). Byla zpracována za účelem stanovení typologie vodních toků pro další využití, avšak tyto parametry jsme v dnešní době schopni nalézt na webových službách, jako je např. HEIS VUV. Pro celou ČR je vypracována mapa digitální říční sítě, kde nalezneme podrobné informace v oblasti typologie toků v hrubém a jemném dělení.

Každému vodnímu toku byl přiřazen čtyřmístní typologický kód, který představuje informace o úmoří (Severní, Baltské a Středozemní moře), nadmořské výšce v hodnotách 200–800 m n.m., údaje o geologii území a v poslední řadě stanovuje dělení toků podle Strahlera [14][52]. Pro lepší orientaci je přiložena Tab. 4 charakterizující výsledné kategorie.

Tab. 4 Výsledné kategorie vodních toků [52]

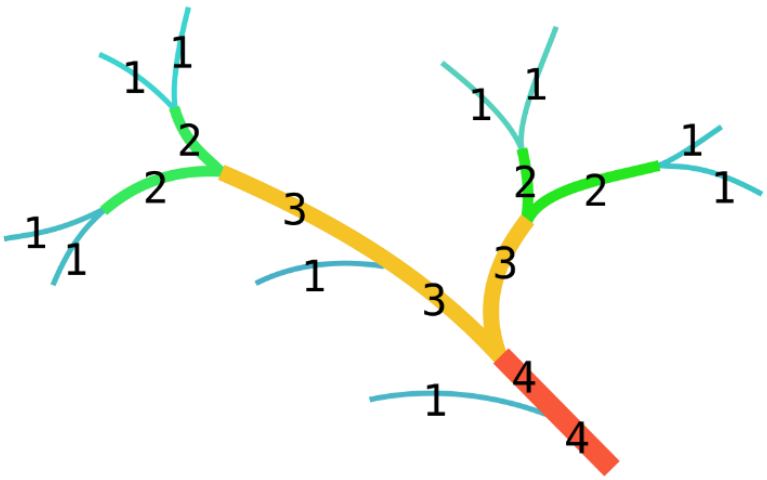
Parametr	**Počet Kategorií**	**Kategorie**
Úmoří	3	Severní moře, Baltské moře, Středozemní moře
Nadmořská výška	4	<200 m n.m. 200-500 m n.m. 500-800 m n.m. 800 m n.m. a více
Geologie	2	Krystalinikum a vulkanity
		Pískovce, jílovce, kvartér
Řád toku dle Strahlera	3	Potoky (řád 1-3)
		Říčky (řád 4-6)
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

Tab. 5 Skupiny typů toků pro specifické hodnocení [52]

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 vrchovinný	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 vrchovinný	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

Na základě struktury vodních toků je stanoven **řád toku dle Strahlera** pomocí tohoto klíče:

I. pramenný úsek vodního toku - řád 1
II. soutok úseků stejného řádu - zvýšení o 1
III. soutok úseků různého řádu - následující úsek řád rovný vyššímu z řádů přitékajících úseků [53]



Obr. 19 Řád toků dle Strahlera [53]

6.2.2 Skórování ukazatelů

Hydromorfologická kvalita vodních útvarů je tím vyšší, čím více se se tok blíží k potencionálně přirozenému stavu při co nejvyšší variabilitě. To znamená takovým způsobem, aby byla zajištěna rozmanitost stanovišť a tím i druhů žijících ve vodním prostředí. Ke každému sledovanému úseku je přiřazeno tzv. skóre – hodnota 1-5. Skóre 1 značí přírodně blízký stav a naopak hodnota 5 znamená silně modifikovaný stav. Část ukazatelů je možno přímo ohodnotit pomocí skórovací tabulky, u jiných nám dopomůže výpočet. Monitoring se provádí zvlášť pro levou a pravou stranu toku, proto se vždy do výpočtu bere ta méně příznivá hodnota [14][52]. Jednotlivé parametry jsou váhově ohodnoceny podle expertního odhadu a kalibrace z důvodu identifikace nejhůře hodnocených míst, u kterých by byla vhodná jejich náprava. [52]

6.2.3 Hydromorfologická kvalita úseku

Kvalita úseku se stanoví váženým průměrem skóre jednotlivých ukazatelů [52].

Hydromorfologická kvalita úseku

$$HMS = (TRA*k_{tra_typ} + VSK*k_{vsk_typ} + VHL*k_{vhl_typ} + VHP*k_{vhp_typ} + DNS*k_{dns_typ} + UDN*k_{udn_typ} + MDK*k_{mdk_typ} + STD*k_{std_typ} + PRO*k_{pro_typ} + OHR*k_{ohr_typ} + PPK*k_{ppk_typ} + UBR*k_{ubr_typ} + BVG*k_{bvg_typ} + VPZ*k_{vpz_typ} + VNI*k_{vni_typ} + PIN*k_{pin_typ} + BMK*k_{cpr_typ}) / 4 \quad [52]$$

Ukazatele vstupující do výpočtu byly popsány v závěru kapitoly 6.

6.2.4 Klasifikace hydromorfologického stavu úseku

Po vypočtení zatřídíme hydromorfologickou kvalitu úseku do 5 tříd podle ČSN EN 1548. Každá kategorie je značena jinou barevnou škálou dle normy ČSN 14614 [52]

Tab. 6 Klasifikace hydromorfologického stavu

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

6.2.5 Výsledná hydromorfologická kvalita vodního toku

HMK_{VU}, tedy výsledná hydromorfologická kvalita toku se určí pomocí následující rovnice:

$$HMK_{VU} = \frac{\sum_{i=1}^{n} HMK_i \cdot L_i}{\sum_{i=1}^{n} L_i}, \quad [52]$$

Známé hodnoty kvality úseků (HMK) se vynásobí jejich délkou (L) a podělí celkovou vzdáleností mapovací oblasti.

6.2.6 Určení hydromorfologického stavu sledovaného toku

Stejně jako u klasifikace jednotlivých úseků v kapitole 6.2.4 zatřídíme tok podle jeho výsledného skóre do jedné z 5 tříd. Tento výsledek bude sloužit jako východisko při řešení revitalizačních opatření, které vedou ke zlepšení hydromorfologického stavu. V místech s již provedenou revitalizací jsme schopni pozorovat pomocí této metodiky její účinnost [52].

6.2.7 Srovnání vybraných metodik

Na závěr je uvedeno srovnání 3 metodik používaných v ČR. Jde o metodiku Agentury ochrany přírody a krajiny, Metodiku odboru ochrany vod (Šindlar) a **Metodiku HEM.**

Tab. 7 Srovnání některých parametrů 3 českých metodik [54]

	AOPK	**Šindlar**	**HEM**
Využití map, leteckých snímků, GIS	ANO	ANO	ANO
Stanovení délky mapového úseku	Závislost délky na šířce toku	Geomorfologický typ toku	Homogenní úseky vymezené podle půdorysného tvaru a využití nivy
Délka mapového úseku	200 m, 500 m, 1000 m	Libovolná	100 m-1000 m
Počet parametrů	17	23	17
Skóre	Průměr dílčích skóre	Porovnání s potenciálním stavem - složité výpočty	Vážený průměr dílčích skóre

7 REVITALIZACE TOKŮ

Vodohospodářské revitalizace se začaly rozvíjet v pokročilých zemích EU od 70. let 20. století. Prvotním impulsem provádění těchto opatření byl nepříznivý stav vodních toků v důsledku rozvoje zemědělství, využívání vodní energie, odběrů vody a plavby. Napřímené a zahloubené toky ztrácely původní přírodní funkce. V minulosti nešetrně zpevněná koryta způsobila rychlé odvedení vody z povodí bez jakékoli možné retence. Zvýšení podélných sklonů a rychlostí v říčním korytě vedlo k potřebě spádových staveb a tím narůstalo povodňové ohrožení, snížila se hladina podzemní vody a bylo nemožné zajistit korytu přirozený rozliv do údolní nivy. Tyto vodní stavby ovlivnily migrační prostupnost toků a negativně působily na hydrologický režim vodních útvarů. Na základě tohoto stručného shrnutí je třeba změnit přístup a pohled na vodní toky. Výrazné změny se dostavily s přijetím RSV, která představila způsob ochrany a monitoringu vodních toků, na něž přirozeně navazují právě zmíněné vodohospodářské revitalizace jako nástroj pro zlepšení celkového ekologického stavu vodního toku a jeho okolí. V souladu s prvky územního systému ekologické stability dokážeme vytvořit přírodě blízké stabilní území [55][56].

Od 90. let 20. století až do současné doby proběhly na našem území 3 vývojové fáze revitalizačních opatření. Každá etapa vycházela z možností a prostředků daného období.

První etapa nezasahovala do změny trasy toku, a tak původní koryto spolu s opevněním a vegetačním doprovodem zůstalo zcela zachováno. Tato fáze byla charakterizována zpomalením průtočné rychlosti vkládáním nejrůznějších přírodních materiálů (dřevěná kulatina, kámen) napříč tokem, které vytvářely malé prahy, přehrážky či jezy. Objevovaly se také nově vzniklé tůně. Opatření způsobila ukládání sedimentů nad vzniklými objekty a zároveň mělo docházet k prokysličení vody skrze přepadové objekty. Vzhledem k zachování původní trasy toku nebylo nutné řešit majetkoprávní vztahy okolních pozemků, které by zasahovaly do plánované úpravy. Vodní toky byly doplněny výsadbou břehové vegetace, která svým nevhodným umístěním na pomyslnou linii břehové hrany nedokázala plnit stabilizační funkci břehů koryta. Ačkoli se jednalo o ekonomicky nenákladné a jednoduché řešení, ve finálním zhodnocení nevedlo k výraznější změně kvality vodního útvaru. Při povodňových průtocích docházelo k poškození či úplnému zničení nově vzniklých objektů, a tak se spíše jednalo o krátkodobou úpravu, která nenaplnila požadovaná očekávání [56].

Ve druhé fázi realizace revitalizačních opatření se vycházelo z dosavadních poznatků a zkušeností z předchozího stádia. Způsob řešení spočíval ve vytvoření specifického koryta, které při méně vodných obdobích převede malé průtoky, při nichž bude zajištěna minimální hloubka potřebná pro život a migraci organismů žijících přímo ve vodním toku nebo v jeho okolí. Dále bylo potřeba se zaměřit na variabilitu hloubek a rychlostí v podélném i příčném profilu toku. Tvar koryta byl navržen výrazně mělčí, čímž se zmenšila jeho kapacita a mohlo docházet k vybřežení koryta při zvýšených průtocích. Tím, že dojde k interakci okolního prostředí s vodním tokem, koryto nebude vystaveno tak destruktivním silám kulminačních průtoků a zůstane nezničeno. V této etapě se začalo s přebudováváním původní napřímené trasy koryta, která se změnila v zákrutovitý, místy až meandrující tok. Prodloužením vodního útvaru dosáhneme zmenšení sklonu dna v podélném profilu a zároveň se podaří významně snížit průtočné rychlosti. Materiál vytěžený při realizaci nové trasy koryta je následně opět využit k zasypání původního koryta a tím je zajištěno snížení nákladů na transport materiálu na skládku zeminy. Pro tuto formu revitalizace je zapotřebí dostatečně široký pás umožňující rozvlnění trasy, ve kterém by se neměly nacházet objekty, u kterých nemůže dojít k případnému zaplavení. Tato oblast by se neměla potýkat s dlouhodobou zemědělskou činností způsobující malou retenci krajiny. V neposlední řadě může nastat problém při řešení vlastnických práv při pozemkových úpravách. Dá se konstatovat, že v druhé etapě se podařilo dosáhnout plánovaných výsledků. Revitalizace může být ekonomicky nákladnější z důvodu výkupů pozemků [55][56].

Třetí etapa tedy vychází z komplexnějších způsobů návrhů řešení, které vedou ke zlepšení kvality toku. Oproti minulým fázím se začíná při realizaci více využívat nejen prostoru okolní nivy, ale i celého povodí toku. Nová trasa koryta se již dimenzuje na nízké průtoky – půlletý a třicetidenní. Při vyšších hladinách toků dojde k zaplavení údolní nivy, kdy může docházet k propojení neprůtočných částí starého koryta. Oddělená ramena se plní vodou a vznikají tak přírodní tůně. Tyto útvary mohou být po celý rok dotovány podzemní vodou nebo nepřímo napájeny z revitalizovaného koryta. Meandrující koryto v širokém pásu údolní nivy je doplněno vhodně umístěnou doprovodnou vegetací, která by měla přirozeně navazovat na stávající vegetaci v dané lokalitě. Díky propojení vegetace je umožněna migrace všech živých složek ekosystému. Tento přístup realizace opatření obnáší podrobnou studii místních poměrů, aby bylo možné vytypovat vhodný úsek toku. Před zahájením projekčních prací se nesmí zapomenout na posouzení vlastnických vztahů, vyjádření dotčených orgánů, ale také na ekonomické hledisko [56].

V současné době je tedy snaha o vytvoření přirozené trasy toku s využitím údolní nivy, která vytváří kruhové oblouky malých poloměrů přecházející v krátké přímé části. Miskovité plytké koryto s malou kapacitou představuje vhodný tvar koryta, který nahrazuje původní, většinou lichoběžníkové tvary. Tento tvar se navrhuje zpravidla na

třicetidenní průtok a neměl by být zahlouben více jak 0,5 m pod terén. Břehy koryta jsou pozvolně vyspádovány a doplněny vegetačním doprovodem. V případě vytvoření takto rozvlněné trasy koryta je nezbytné, aby se v místě údolní nivy nenacházely jakékoli objekty, u kterých by hrozilo nebezpečí při vybřežení. Původní koryto bývá zcela zasypáno s tím, že se ve vybraných částech mohou navrhnout různé druhy tůní (postranní, boční, průtočné atd.). V místě napojení na původní koryto se většinou umísťují sedimentační tůně, popřípadě balvanité skluzy z důvodu vyrovnání rozdílného spádu dna toku [55][56].

7.1 Cíle revitalizací

V kapitole 7 byl uveden přehled problematiky revitalizačních opatření prováděných v ČR. Na základě toho lze pojem revitalizace definovat jako soubor činností vedoucích k obnovení původního koryta za účelem navrácení jeho přírodních funkcí. Při hodnocení těchto vodních útvarů pak nabývá jejich hydromorfologická kvalita. [4][14]

Cíle revitalizačních opatření:

- tvarová členitost koryta, břehů a dna
- posílení stability koryta
- diverzifikace proudění
- obnova přirozeného vývoje trasy toku
- zajištění propojení koryta s údolní nivou – periodické zaplavování
- komunikace podzemní vody s korytem, zvýšení podzemní vody
- vegetační opevnění toku
- zvýšení samočistící funkce toku
- zlepšení hydrologického režimu – zapojení ramen odloučených od původního toku
- přirozená migrace živočichů
- tlumení povodňových vln
- estetická funkce
- nahrazení degradovaných povrchů krajinářsky hodnotnějšími
- zvýšení retenční funkce krajiny – větší zásoba vody v krajině
- obnova přirozených stanovišť živočichů a rostlin
- zvýšení ekologické hodnoty říčního ekosystému

Při realizaci revitalizačních opatření se vychází ze vzorových úseků vodních toků, které nepodlehly ovlivnění ze strany člověka a blíží se tak přírodnímu nebo přírodě blízkému stavu [7][14].

7.2 Zásady provádění revitalizačních opatření

Jakmile se snažíme zlepšit morfologický stav vodních útvarů, musíme respektovat jisté kroky. Nelze však jednoznačně určit, které z nich jsou více či méně správné, a tak uvádím přehled dosavadních zkušeností v této problematice.

Zásada 1 – Podpora přirozených rozlivů v nivách

Jedna ze základních revitalizačních úloh, kde nahrazujeme technicky upravené koryto přírodě blízkými typy koryt. Menší průtočná kapacita a větší omočený obvod dovoluje přirozené tlumivé rozlivy v okolních nivách.

Zásada 2 – Obnova přirozených korytotvorných procesů

Samovolné korytotvorné procesy utváří přírodní charakter toku. Z tohoto důvodu je potřeba tyto funkce ochránit. Realizovaná opatření na vodních tocích by měla podporovat a vytvářet prostor pro přirozený vývoj.

Zásada 3 – Obnova potočních a říčních pásů

Tato zásada naráží na problém vlastnictví pozemků v okolí toku. Přesto je potřeba znovu obnovit alespoň malou část potočních nebo říčních pásů. Šířka potočního pásu u vlásečnicových toků je 10 m, u větších toků se setkáme s šířkami 10-50 m.

Zásada 4 – Stanovení funkce ploch v revitalizovaném území

Při tvorbě návrhu opatření se vychází ze znalostí jednotlivých funkcí ploch nacházejících se v řešené lokalitě. Rozlišujeme volně se vyvíjející plochy, mokřadní plochy, nebo obhospodařovatelné plochy. Rozhodujícím faktorem je míra zamokření, vlhkostní poměry a tvar ploch.

Zásada 5 – Určení přírodní a kulturní krajiny

V této zásadě si je potřeba uvědomit, v jakém stavu se nachází řešené území. Podle toho navrhujeme vhodná opatření. V částech intravilánu začíná nový trend revitalizací, kdy se snažíme území více přiblížit lidem v podobě kulturních zón a relaxačních prvků.

Zásada 6 – Hladina vody v korytě a nivě

Pomocí vhodného návrhu koryta je snaha o dosažení situace, kdy ve vodním útvaru nastane částečné vybřežení a okolní území je mírně zamokřeno.

Zásada 7 – Odstranění povodňových (migračních) překážek

Každý takový objekt nacházející se v toku způsobuje migrační problém pro všechny organismy, zejména pak pro ryby. Tok je ochuzen o přirozeně proudné úseky.

Zásada 8 – Povědomí o šíření invazivních druhů

Zejména se jedná o invazní rostliny, které mohou znemožnit přirozenou obnovu vegetace a tím snížit celkový efekt revitalizace. Je potřeba podporovat přirozené břehové porosty.

Zásada 9 – Nepříznivé dopady technických opatření

Jde o tvorbu náhradních retenčních prostor a biotopů s přirozeným charakterem. Tyto nepříznivé dopady jsou kompenzovány revitalizačním opatřením [7][57].

7.3 Návrhové parametry revitalizací

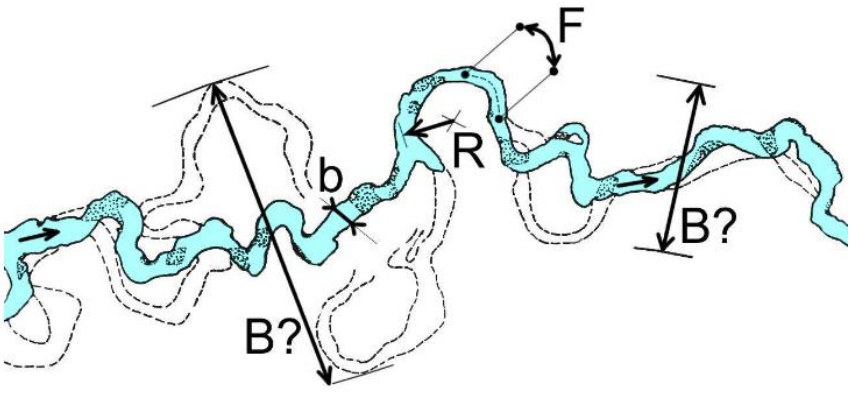
Při řešení nového návrhu revitalizačních opatření se vychází z následujících znalostí, pomocí kterých se snažíme přiblížit vodní útvar přírodnímu stavu.

7.3.1 Trasa koryta

Jak již bylo několikrát zmíněno, dbáme na rozvolnění trasy vodního útvaru. V důsledku prodlužení dojde ke snížení podélného spádu a průtočné rychlosti v korytě toku. Trasa v zásadě odpovídá hydromorfologickému typu toku a je určena údolnicí [4][7].

Parametry návrhu meandrujícího koryta:

- šíře meandrového pásu
  - 10-14 násobek šířky koryta
- poloměr oblouku
  - 2-3 násobek šířky koryta
- vzdálenost mezi vrcholem oblouku trasy a následujícím brodem
  - 5-7 násobek šířky koryta [4]

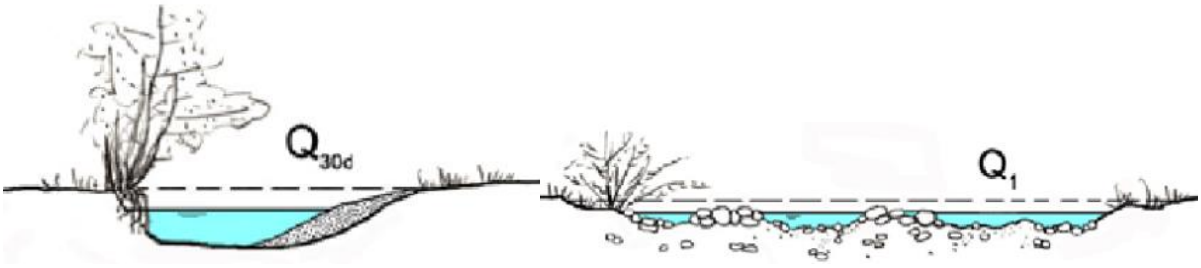


Obr. 20 Parametry popisující meandrování koryta [4]

b-šířka koryta, **B**-šířka meandračního pásu, **R**-poloměr oblouku, **F**-vzdálenost mezi brodem a tůní

7.3.2 Kapacita koryta

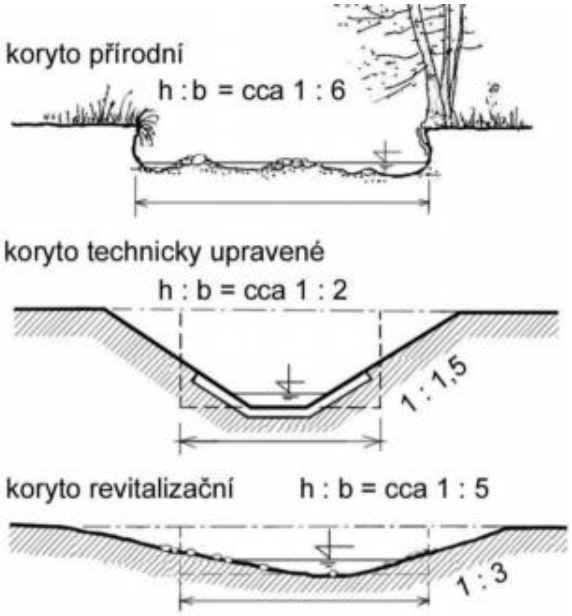
Tento návrhový parametr se odvíjí od tzv. korytotvorného průtoku, který se obvykle pohybuje v rozmezí Q_{30d}-Q_1. Volíme tedy méně kapacitní koryto umožňující rozlivy. Zemědělské oblasti se navrhují na maximální průtok Q_1. Při ochraně intravilánu je nutno zvýšit kapacitu koryta z důvodu bezpečnosti. Orientační hodnota návrhových průtoků je stanovena na Q_{20}-Q_{50}. Pro přirozené horské oblasti stačí dimenzovat na Q_2-Q_5. [7]



Obr. 21 Koryto přirozeného vodního toku (vlevo) a divočícího toku (vpravo) [24]

7.3.3 Příčný profil koryta

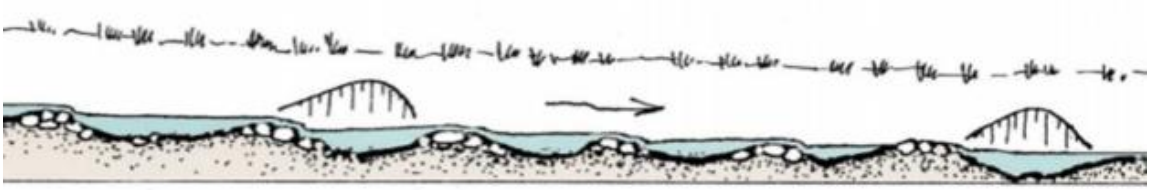
Přírodě blízké koryto převažuje svojí šířkou hloubku koryta. Poměr hloubky k šířce se udává 1:4 až 1:6 (může být i více). Standartně se navrhují sklony svahu v poměru 1:3 v závislosti na typu zemin. Koryto by měla charakterizovat členitost a variabilita hloubek v příčném profilu [4][24].



Obr. 22 Příčný profil přírodního, technicky upraveného a revitalizačního koryta [24]

7.3.4 Podélný profil koryta

Podobně jako u návrhu příčného profilu se snažíme vytvořit přirozeně členité dno s různými sklony. Při střídání brodů a tůní vznikají přirozené úkryty pro živočichy oživující tok. Dochází k delšímu zdržení vody v korytě a tím se zvyšuje účinnost samočistících schopností vodního toku. V případě, že je potřeba vyrovnat velké sklony a není prostor pro rozvolnění trasy toku, volíme variantu šetrnějších opatření v podobě balvanitých, kamenitých skluzů namísto betonových spádových stupňů z důvodu migrační prostupnosti [7][24].



Obr. 23 Podélný profil revitalizovaného koryta [24]

7.3.5 Vegetační úpravy

V předprojektové části řešení revitalizačních opatření nejdříve monitorujeme stávající stav zeleně. Součástí projektu bývá dokumentace současného stavu zeleně vypracovaná pro vhodné navázání nové výsadby. Stávající vegetaci se při návrhu snažíme ve velké míře ponechat a případně doplnit přirozenou druhovou skladbou. Vegetační doprovod plní stabilizační funkci břehů a poskytuje úkryty živočichům, proto by měl být pestrý a různorodý.

V některých případech je potřeba doplnit stávající dřevinné porosty tak, aby byla zachována funkce konkrétního stanoviště. Výsadby se provádí v navrženém množství a struktuře. Jednotlivé druhy sazenic umísťujeme v nepravidelné návaznosti z důvodu různorodosti a členitosti. V prvotním stádiu růstu dřevin se doporučuje ochrana oplocenkou, která zamezuje zvěři poškodit tyto výsadby.

Ve fázi realizace projektu dochází k obnažení čerstvě vzniklých povrchů. Tyto plochy se nedoporučuje ohumusovávat ani osévat, pokud to situace nevyžaduje z důvodu stabilizace. Je vytvořen prostor pro přirozené nálety trav a dřevin – finanční úspora nákladů na ozelenění [55][56].

7.3.6 Migrační průchodnost

Vodní útvary ztrácí svoji přirozenou migrační prostupnost zejména stavbou příčných objektů (jezy, stupně, hráze), technickými úpravami, nevhodně řešenými propustky ale také nadměrnými odběry vody. V případě, kdy nelze zcela dosáhnout odstranění těchto objektů se navrhují rybí přechody. Snahou je navrhnout rybí přechod v tak mírném spádu, že ho ryby dokážou protiproudně překonat. U přírodě blízkých přechodů se doporučuje sklon 1:20, u technických rybích přechodů 1:10 [7].

Přírodě blízké rybí přechody:

- balvanité skluzy
- rybí rampy
- obtokové kanály

Technické rybí přechody:

- komůrkové
- štěrbinové
- rybí výtahy

Obr. 24 Přírodní obtokové koryto [58]

Obr. 25 Technický štěrbinový rybí přechod [58]

7.3.7 Podpora renaturačních procesů

Při snaze navrátit tokům přírodě blízký stav se kromě revitalizací můžeme setkat i s **renaturacemi**. Jedná se o samovolný přírodní proces obnovy vodních toků, kdy se technicky upravená koryta zanášejí splaveninami, zarůstají vegetací a dochází k postupnému rozpadu opevnění. Kromě těchto procesů je snaha o „nastartování" přirozených korytotvorných procesů a nasměrování proudnice toku. Ačkoli tyto procesy představují ekonomicky nenákladné hledisko, trvají dlouhou dobu [4]. Nejvýraznější změny přináší povodňové průtoky, které až skokově mohou změnit charakter koryt. Krom finanční stránky je další výhodou renaturace nulová údržba. Koryta toků nemusíme pravidelně čistit a zbavovat je sedimentovaného materiálu. Později se ukázalo, že tento přírodní proces nedosáhne takových výsledků jako při revitalizacích. Při nejmenším je docíleno snahy o zlepšení ekologického stavu vodních toků, proto se na tuto skutečnost nahlíží pozitivně [55][59].

7.4 Další vodní biotopy v krajině

Tato kapitola se zaměřuje na vytváření a obnovu následujících vodních biotopů:

- tůně
- mokřady

7.4.1 Tůně

Tůně charakterizujeme jako nestabilní biotopy zaplněné vodou, které oproti malým vodním nádržím nemůžeme vypustit. Nejsou tvořené vzdutím hráze a nemají bezpečnostní objekty. V přírodě se mohou objevovat jako prohlubně poblíž vodních společenstev nebo prohlubně ve vodních tocích. Antropogenní vlivy téměř znemožnily samovolný vznik těchto útvarů, které v přírodě vnikaly, např. při oddělení meandrů původního koryta. Postupem času došlo k jejich přetvoření přeměnou na pole, lesní plochy nebo k úplnému zániku vlivem sedimentujícího materiálu vytlačujícího vodu. Tento proces může trvat desítky let. Ačkoli se jedná o ekonomicky nenáročný nástroj podporující biologickou rozmanitost, životnost bývá omezená. Záleží nejen na geologických a klimatických podmínkách, ale také na charakteru tůně. V přírodě se můžeme setkat s těmito typy tůní v návaznosti na průtok vody [4][13]:

- **mikrotůně** – nalezneme u konkávního břehu toku, tlumí energii toku, aby nedocházelo k dalšímu vymílání
- **postranní tůně** – spojené s korytem po proudu nebo protiproudně

- **protékané tůně** – vzniká při vybřežení toku a rozlití vody do okolního území nebo rozšířením koryta
- **tůně napájené odbočkou –** důležité je místo, odkud je tůň napájena
- **neprůtočné tůně –** napájené podzemní vodou, protože se nachází mimo koryto

Existuje hned několik důvodů k výstavbě tůní:

- obecné rozšíření vodních biotopů v krajině
- diverzita tůní v krajině
- obnova a podpora přirozených populací rostlin a živočichů
- budování speciálních tůní na rašeliništích

Pro budování tůní je velice důležitý výběr místa. Nejprve se provádí ve vybrané lokalitě biologické průzkumy hodnotící současný stav. Mapuje se široké spektrum organismů a zjišťují se chráněné druhy. Charakter tůně vychází z požadavků na potřeby jednotlivých druhů.

Druhým krokem při návrhu opatření je zjistit hydrologické poměry území – určení způsobu napájení tůně. Tůň je napájena podzemní vodou, povrchovou vodou, stékající vodou z povodí nebo je dotována přímo z vodního toku.

Pokud cílíme na zlepšení ekologického stavu území, musí se prověřit kvalita vody zásobující tůně. V případě, že bude tůň zatěžována splachy ze zemědělských půd obsahující hnojiva a další živiny z tohoto odvětví, vytvoří se biologický zákal v podobě řas a sinic. Proto je důležité zabránit vniknutí těchto látek do nově vzniklých tůní, popřípadě odstranit přímo zdroj znečištění [13][60].

Studie prokázaly, že nejpříhodnější je ponechat tůně přirozeným přírodním procesům a zbytečně neodstraňovat sedimentující materiál dna, čímž je způsobeno nežádoucí zahlubování. Při údržbě těchto prohlubní se odstraňuje pouze nános spadeného materiálu [60].

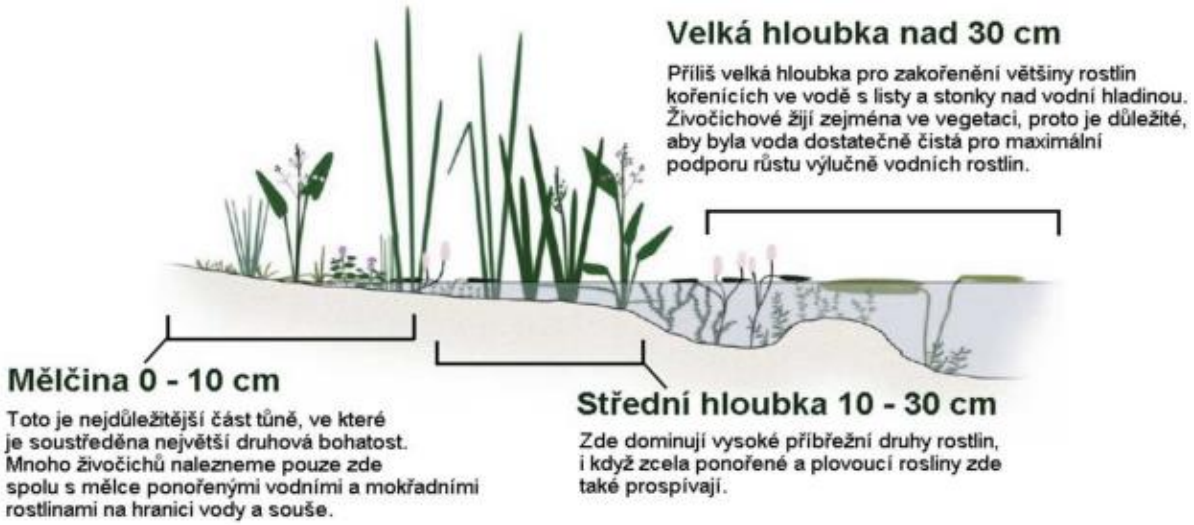
Při návrhu se postupuje podle konkrétních technických zásad.

Tvar a hloubka vody

Prostorová i hloubková členitost vychází z nepravidelného tvaru tůní – zátočiny, břehové výběžky, poloostrůvky. Hloubka litorálu se pohybuje mezi 0,5-0,6 m. Tato příbřežní zóna zaujímá alespoň 1/3 celkové plochy. Nejvíce druhově bohaté prostředí nalezneme mezi hranicí vody a souše. Jde o část tůně s maximální hloubkou 0,1 m. Sklon břehu se navrhuje v ideálních případech 1:10, u větších tůní až 1:20. Ve snaze o rozmanitost tohoto prostředí vytváříme různé drsnosti dna i břehů, které se při realizaci provádí lžící s tzv. drapáky. Plocha tůní se pohybuje od několika metrů čtverečních po desítky metrů

čtverečních. Ojedinělým případem je tvorba rozměrnější vodních biotopů s velikostí tůní o rozloze jednotek hektaru.

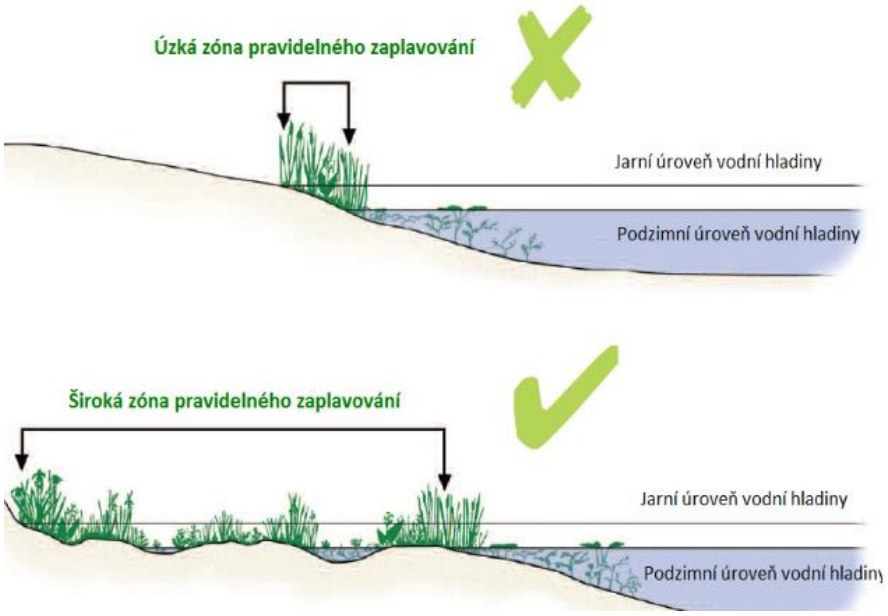
Standartní tůně se navrhují s hloubkou 0,8-1 m. Tůně o větších rozměrech mohou mít v nějaké části až 1,5 m. Záleží především za jakým účelem jsou budovány a zda se jedná o samostatné tůně nebo komplex tůní [60].



Obr. 26 Schematizace částí tůně [60]

Zóna periodického zaplavování

V průběhu roku dojde k pravidelnému kolísání hladiny, v letních měsících způsobené především odparem a vsakem, a to až o 0,5 m. Tento jev podporuje biologickou rozmanitost živočichů žijících v tůních a nejbližším okolí, proto není vhodné řešení propojovat tyto útvary s hladinou vodního toku. Vlivem kolísání vody může dojít k odhalení stále ještě zamokřeného dna – bohatá nabídka mikrohabitatů [4][60].



Obr. 27 Správný a chybný způsob návrhu příbřežní zóny [63]

Uspořádání tůní v krajině

Při rozhodování o umístění těchto objektů volíme spíše komplex tůní než realizaci jedné velké tůně. Tím je vytvořeno různorodější prostředí s částečně obnaženými zamokřenými plochami, které poskytují možnosti úkrytu živočichů a retence vody. Můžeme volit řešení jedné větší a hlubší tůně doplněné o menší trvalé i periodické tůně. Krom bohatého zamokřeného biotopu vznikají i suchozemské biotopy při přechodu mezi souší a vodou [60].

7.4.2 Mokřady

Mokřady jsou oblasti, kde je výrazně nasycen půdní profil povrchovou nebo podzemní vodou, která v průběhu roku kolísá. Nasycenost půdy závisí na půdních vlastnostech a živočišných a rostlinných společenstvech lokality. Jedná se o oblasti údolních niv toků, vlhké louky nebo plochy mezi komplexem tůní. Mokřady podporují nejen vodní, ale i suchozemské organismy. Vzhledem k tomu, že tyto plochy jsou vydatně dotovány vodou, tvoří se zde bohaté podmínky pro růst mokřadních rostlin, které přirozeně dotvářejí tento vodní ekosystém [61].

Zahraniční, konkrétně americká literatura ještě rozlišuje mezi mokřady pobřežními, s kterými se pochopitelně na našem území nesetkáme, a vnitrozemskými. Již z názvu vyplývá, že pobřežní mokřady se nachází podél mořských vod. Kolísající hladina v důsledku působení přílivu formuje bahenní nebo písečné plochy, kde se jen stěží dokáží uchytit rostlinná společenstva. Některé rostliny to však dokázaly a vznikají tak solné přílivové bažiny. Druhý zmíněný typ mokřadů se obdobně jako u nás vyskytuje

v záplavových území podél řek a potoků nebo izolovaně obklopen suchou půdou. Mnohé z těchto mokřadů bývají pouze sezónní a v určitě části roku vysychají [62].

V současné době je velká část mokřadních ploch v ČR nahrazena zemědělskou půdou, hospodářskými lesy a zástavbou. Na zánik ploch má také velký vliv osídlování území a rozvoj infrastruktury. Zachovaly se pouze v lokalitách, kde přestala fungovat meliorační zařízení a přírodní faktory tak opět navrací území do původního stavu [61][62].

Příčiny ohrožení mokřadů:

- změna hospodářského využívání mokřadů – v dnešní době nedochází k jakémukoli obhospodařování těchto ploch (zarůstání)
- nadměrné zalesňování – degradace původních druhů pro potřeby energetiky (palivové dřevo)
- výstavba – zavážení ploch pro pozdější využití
- odvodnění mokřadů – vliv zemědělství (meliorační kanály)
- technická úprava koryt – zamezení přirozeným rozlivům
- znečistění – nešetrné zemědělské hospodaření [61]

Skládají se ze dvou hlavních částí. První je podmáčené území s hloubkou do 0,2 m. Druhá část je označena jako nepravidelná zátopa s max. hloubkou 0,6 m. Zachování mokřadních ploch je možné provést těmito způsoby:

- pravidelné kosení nebo pastva (doporučuje se jednou za 2 roky)
- kácení dřevin, které by způsobovaly postupné zarůstání
- obnova mělkých ploch
- ponechání mrtvého dřeva
- strhávání drnu [63]

7.4.3 Malé vodní nádrže

Podle normy ČSN 75 2410 se jedná o vodní dílo s maximálním objemem vody 2 mil. m^3. Oproti ostatním vodním plochám v krajině (např. tůně) se liší tím, že můžeme s objemem v nádrži manipulovat pomocí dolních výpustí. Část vodního sloupce je vzdutá pomocí hráze. Případné riziko protržení je eliminováno bezpečnostním přelivem.

Řešení přírodě blízké nádrže probíhá za účelem obohacení biologické diverzity ekosystému. Příbřežní zóna se navrhuje mělká s pozvolnými svahy s hloubkou cca 0,6 m. V tomto prostoru vznikají vhodné podmínky pro kořenové rostliny a další vodní vegetace podporující samočistící funkce toků [59].

7.4.4 Obnova říčních ramen

V úvodní kapitole (3.3) již byly stručně popsány tyto vodní útvary vzniklé oddělením od původního toku. V dnešní době se snažíme o znovunavrácení těchto biotopů do krajiny opětovným zapojením do hydrologického režimu povodí [59].

8 ÚZEMNÍ SYSTÉM EKOLOGICKÉ STABILITY

Revitalizované úseky toků či ploch s tůněmi a mokřady je vhodné chránit a zapojit do tzv. územního systému ekologické stability, aby byla využita jejich funkce podpory rozvoje bioty či migrační cesty.

Územní systém ekologické stability (dále jen ÚSES) je podle zákona **č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny** charakterizován jako „*vzájemně propojený soubor přirozených i pozměněných, avšak přírodě blízkých ekosystémů, které udržují rovnováhu*" [64].

Jedná se o program ochrany krajiny, který se snaží obnovit a posílit ekologickou stabilitu pomocí propojení menších i větších stabilních ploch v podobě přírodě blízkých biotopů. Tyto plochy označujeme jako ekologicky významné segmenty krajiny. Svým charakterem se liší od ostatních krajinných útvarů. Jako ekologicky významné segmenty označujeme části krajiny, které dominují vyšší ekologickou stabilitou a spolu s dalšími celky tvoří kostru ekologické stability. Ekologicky významné segmenty krajiny můžeme dále dělit podle velikosti, tvaru, stupně stejnorodosti a ekologických podmínek do 4 kategorií [64][65]:

- ekologicky významné krajinné prvky
- ekologicky významné krajinné celky
- ekologicky významné krajinné oblasti
- ekologicky významná liniová společenstva

Na vytváření ÚSES se podílejí vlastníci pozemků, obce nebo stát a je zákonnou povinností tyto celky chránit. ČR přispívá na tuto podrobně zpracovanou ekologickou síť rozšířenou po celé Evropě realizací jednotlivých skladebných částí v těchto biogeografických úrovních:

- biosférický
- provinciální
- nadregionální
- regionální
- místní (lokální)

Základní cíle ÚSES

I. **stabilizace krajiny –** ochrana před erozí půdy a retenční schopnost krajiny
II. **zvýšení biodiverzity krajiny**
III. **přírodní a estetická funkce krajinného rázu**

Rozsáhlý rozvoj zemědělství v polovině 20. století způsobil velký úbytek přírodních ploch a krajinných prvků. Krajina není tak často schopna odolávat větrné a vodní erozi. Při

vydatných dešťových srážkách zemědělsky degradované bloky nejsou schopny pojmout téměř žádnou vodu a dochází tím ke ztrátě půdy, která se transportuje po svazích, často až do vodního toku nebo obce. Tato půda obohacená biologickými živinami pak často zhoršuje kvality vodních útvaru. Z tohoto důvodu je potřeba realizovat jednotlivé prvky ÚSES, jenž zvyšují retenční schopnost krajiny a snižují rychlost odtoku vody z povodí.

Jednotlivé skladebné části zejména na zemědělské půdě navrací přirozené úkryty a stanoviště hmyzu, ptáků a menších savců, kteří nedobrovolně vymizeli z těchto oblastí. Mohou to být trvalé travní porosty, remízky či přírodě blízké lesní porosty, které přerušují rozsáhlé obhospodařované polní plochy.

Takto fungující krajina představuje svojí členitostí a rozmanitostí i estetickou hodnotu území. Vymezené části ÚSES mohou plnit i další funkce. Vzniká zde prostor pro rekreační a sportovní aktivity. Je možné přiblížit široké veřejnosti pohled na tyto přírodní prvky krajiny propojením parků a travnatých ploch s jednotlivými částmi systému. Tento krok výrazně zvýší povědomí o dané problematice, čímž docílíme snazší realizace [65].

8.1 Skladebné části ÚSES

Tato ekologická síť se skládá ze 4 základních částí, které jsou vhodně prostorově uspořádány v krajině podle jejich funkcí.

Obr. 28 Ukázka lokálního biocentra v obci Mořice [72]

8.1.1 Biocentrum

Jedná se o biotop nebo soubor biotopů tvořených ekologicky významnými segmenty krajiny. Vytváří existenciální podmínky pro přírodě blízký ekosystém. Podle charakteru se dále biocentra člení [66]:

- dle funkčnosti:
  - **existující** – umožnují existenci alespoň části přirozených druhů
  - **částečně existující** – nedostatečně funkční z důvodu nedosažení minimálních rozměrů
  - **chybějící –** obsahují méně bohaté ekosystémy, které neumožnují existenci přirozených druhů
- dle vzniku a vývoje ekosystému:
  - **přírodní –** tvořen převážně původními přírodními ekosystémy
  - **antropicky podmíněná –** vznikl lidským zásahem, pro trvalou existenci těchto biocenter je třeba tyto kroky pravidelně opakovat
- dle reprezentativnosti:
  - **reprezentativní** – typické ekosystémy pro danou biogeografickou jednotku
  - **unikátní** – výjimečné typy ekosystémů, specifické podmínky vzniku
- dle rozmanitosti ekotopů
  - **homogenní** – velmi podobné ekotopy
  - **heterogenní** – ekotopy s odlišnými ekologickými podmínkami
- dle současných biocenóz
  - **jednoduchá** – společenstva jedné formace (např. lesní, luční, vodní)
  - **kombinovaná** – společenstva různých formací (vodní plocha obklopená travinnými společenstvy)
- dle typu formace
  - **lesní**
  - **křovinná**
  - **travinná**
  - **mokřadní**
  - **vodní**
  - **skalní**
  - **ostatní**

8.1.2 Biokoridor

Další skladebnou částí navazující na biocentrum je biokoridor. Pomocí tohoto prvku je umožněna migrace a šíření všech organismů mezi jednotlivými biocentry. Jedná se spíše o plochy dominantní svojí délkou než šířkou, které nemusí obsahovat všechny druhy společenstev. V kulturní krajině je nejvíce propracovaná síť podél vodních toků tvořená litorálními lemy a břehovými porosty. Obdobně jako biocentra se rozdělují:

- dle funkčnosti
    - **existující**
    - **částečně existující**
    - **chybějící**
- dle vzniku a vývoje ekosystému
    - **přírodní**
    - **antropicky podmíněná**
- dle rozmanitosti ekotopů
    - **homogenní**
    - **heterogenní**
- dle současných biocenóz
    - **jednoduchá**
    - **kombinovaná**
- dle typu formace
    - **vodní a mokřadní**
    - **lesní**
    - **travinné**
    - **křovinné**
    - **ekotonové**
- dle konektivity
    - **souvislé –** v celé délce tvořen společenstvy s vysokým stupněm ekologické stability
    - **přerušované –** rozdělen přírodní nebo antropogenní bariérou
- dle podobnosti spojovaných biocenter
    - **modální –** spojuje pouze biocentra s podobnými společenstvy
    - **kontrastní –** spojuje odlišná společenstva [66]

8.1.3 Interakční prvky

V porovnání s biocentry a biokoridory je ve většině případů charakterizován menší plochou. Interakční prvek výrazně podporuje svým působením růst rostlin a živočichů. Svojí přítomností napomáhá ke vzniku stabilnějších společenstev, podporuje potravní řetězce a může sloužit jako místo úkrytu. V krajině ho nalezneme v podobě lesních okrajů,

remízků, skupin stromů nebo solitérních stromů, sadů či pramenišť. Často se jedná o liniový prvek navazující na biocentrum nebo biokoridor, v ojedinělých případech bývá prostorově izolován. V praxi se setkáme s dělením těchto prvků na již existující a navržené [67].

Obr. 29 Ukázka interakčního prvku v podobě výsadby ovocných vysokokmenů [67]

8.1.4 Ochranné zóny biocenter a biokoridorů

Ochranná pásma zajišťují funkčnost biokoridorů a biocentrem tím, že zabraňují antropogenním vlivům narušit tyto ekologicky významné plochy. Ochrana se provádí nejčastěji šetrným biotechnickým nebo technickým opatřením [66].

8.2 Vymezení ÚSES

Při určování ekologicky stabilních ploch je potřeba tento krok pojmout více komplexněji a propojit tak funkci ÚSES s dalšími krajinnými potřebami. Může se jednat o spojení s revitalizačními, protipovodňovými nebo protierozními opatřeními. Hlavním cílem vymezení ploch je obnova a ochrana důležitých krajinných segmentů. Podle metodiky projektování ÚSES se výsledné uzpůsobení ploch řídí těmito kritérii získanými z poznatků přírodních faktorů [65]:

I. rozmanitost potencionálních ekosystémů
II. biogeografická reprezentativnost
III. prostorové vztahy potencionálních ekosystémů

IV. aktuální stav krajiny
V. nezbytné prostorové parametry
VI. společenské limity a záměry
VII. návaznost na jednotlivé úrovně ÚSES

Výsledné vymezení jednotlivých prvků ÚSES je součástí územně plánovací dokumentace, kde jsou plochy označeny příslušnou šrafou a dále upřesněny v podrobné legendě. Mimo jiné jsou zde naznačeny návrhy na budoucí ÚSES, které doposud nebyly realizovány. Plní svojí funkci i při řešení komplexních pozemkových úprav (dále kPÚ) ve formě plánu společných zařízení (PSZ), využívají se hlavně obecní a státní pozemky. Toto opatření má zlepšit podmínky v krajině a prvky ÚSES zde figurují jako nástroj pro obnovu a ochranu životního prostředí.

Za vytvoření plánu ÚSES je zodpovědný autorizovaný projektant, který jasně určí vymezené skladebné části, popíše jejich cílové zastoupení společenstev a stanoví další požadavky z hlediska využívání [65].

Samostatné vymezení ÚSES probíhá podle lokalit v těchto úrovních:

- ÚSES ve volné krajině

Opatření cílí na zemědělské plochy negativně ovlivňující funkci krajiny. Lesní porosty spolu s travinnými a křovinnými společenstvy obnovují biodiverzitu a vytváří ekologicky stabilnější celky.

- ÚSES v lese

Vymezení se zaměřuje v první řadě na přírodě blízké lesy, které jsou druhově i generačně různorodější. Je nezbytné v tomto kroku zachovat původní produkční a mimoprodukční funkce lesů. Lesní plochy slouží jako zdroj kyslíku, plní protipovodňovou nebo protierozní funkci a poskytují prostor pro rekreaci. Z tohoto důvodu zachováváme tyto důležité funkce vytvořením bohatých lesních společenstev.

- ÚSES na vodních prvcích

V této úrovni jsou řešeny regulované nebo zatrubněné vodní toky. Většina vodních toků plní funkci přirozeného biokoridoru nebo biocentra. Jsou to již zmíněné mokřadní plochy, tůně a nádrže v údolních nivách toku [65].

8.3 Prostorové parametry ÚSES

Zajištění přirozené funkce jednotlivých skladebných částí je podmíněno dodržením minimálních prostorových parametrů.

Tab. 8 Minimální prostorové parametry biocenter [65]

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

Tab. 9 Minimální prostorové parametry biokoridorů [65]

	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
kombino-vaná	2 000	50–100				

8.4 Realizace ÚSES

Prováděním skladebných částí ÚSES se snažíme o posílení ekologické stability území, která zabere mnoho času. Doporučuje se zaměřit nejdříve na méně stabilní lokality, kde tyto opatření nebudou tolik náročné. Zároveň je vhodné začít výsadbou porostů, u kterých probíhá vývoj několik let. Realizace probíhá hlavně formou terénních prací, může to být ale i změna hospodářského využití zemědělských ploch [64][66].

8.4.1 Realizace ÚSES ve volné krajině

Jakmile jsou vytypovány jednotlivá stanoviště pro samotnou realizaci, postupuje se prvotně tak, že stabilizujeme stávající plochy dočasným porostem – bříza, olše, jeřáb, osika, vrba atd. Tento tzv. přípravný porost je postupem let nahrazen cílovou vegetací nebo ponechán samovolnému vývoji [64]. Funkce systému je zajištěna výběrem vhodného sadebního materiálu ve vybrané oblasti. Sazenice jsou nepoškozené s denním přísunem světla a neměly by být přerostlé. Výsadba se provádí na podzim, popřípadě na jaře.

8.4.2 Realizace ÚSES v lesích

Současný stav lesních společenstev v ČR naznačuje, že se jedná spíše o kulturní porosty s nevhodnými dřevinami nebo málo členitým bylinným i keřovým patrem. Realizace probíhá podobně jako v zemědělské půdě. Upřednostňují se smrkové a borovicové monokultury a apeluje se na ponechání zbytků lesních porostů. Kulturní lesy nesplňují kritéria vzniku lesních biocenter, a proto je zapotřebí návrat původních dřevin.

8.4.3 Realizace ÚSES na vodních prvcích

Vodní biocentra např. v podobě tůní navazují na návrhové parametry probrané v kapitole 7.4.1. Je tedy potřeba zakládat na litorálním pásu, který představuje různorodé stanoviště pro mnoho živočichů spolu s přirozeným vegetačním doprovodem. Vytěžený materiál není vhodné ukládat na břehy tůní z důvodu zamezení vzniku příbřežní zóny, zemina je totiž náchylná ke zpětnému sesuvu zpět pod vodní hladinu. Tůně není vhodné vytvářet v místě hodnotnějšího biotopu [65].

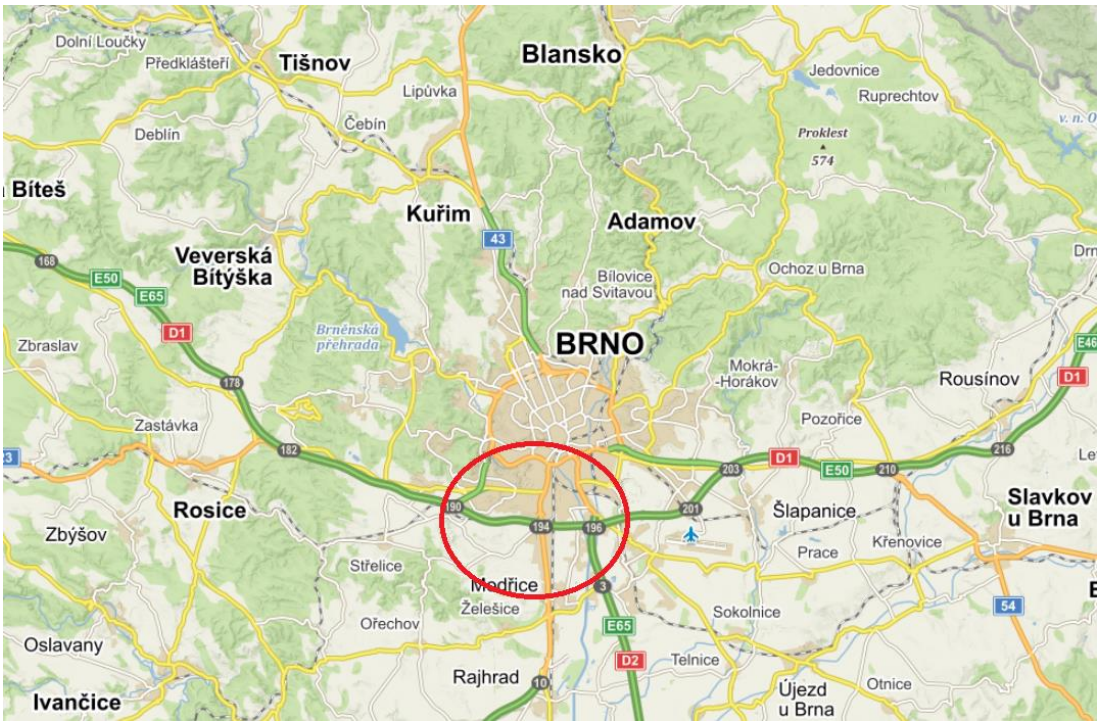
9 PRAKTICKÁ ČÁST

Praktická část je zaměřena na celkové zlepšení vodního režimu toku Leskava. Bude navazovat na poznatky z bakalářské práce, kde došlo mimo jiné i ke stanovení současného hydromorfologického stavu vybraného vodního útvaru. Dojde k vybrání vhodných míst pro úpravu trasy toku tak, aby se dalo pomocí těchto opatření navázat na aktuální územní systém ekologické stability. Na závěr proběhne srovnání stávajícího stavu a po navržených úpravách pomocí metody HEM.

9.1 Popis zájmové území

Vodní tok nalezneme v jižní části města Brna. Leskava ústí do řeky Svratky v km 41,5 m a je tedy označována jako pravostranný přítok. Od pramení oblasti až k ústí křižuje tok tyto katastrální území:

- Bosonohy
- Ostopovice
- Starý Lískovec
- Bohunice
- Dolní Heršpice
- Horní Heršpice



Obr. 30 Zájmové území

9.1.1 Základní údaje toku Leskava

Vodní tok tok Leskava se nachází v Jihomoravském kraji a spadá do správy Povodí Moravy s. p.

- Povodí Moravy s. p., Dřevařská 11, Brno 601 75 [68]

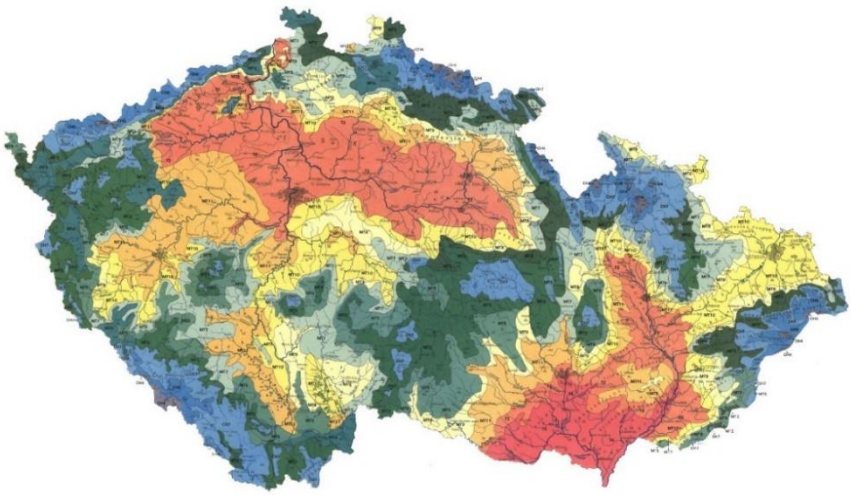
Tab. 10 Základní informace vodního toku

Název toku	Leskava
Lokalita	Jihomoravský kraj, Brno-venkov, Brno-město
Délka toku	10,5 km
ID vodního toku	417 271 000 100
Č. hydrologického pořadí	4-15-01-158
Nadmořská výška	pramen – 290 m n.m., ústí do Svratky – 193 m n.m.
Dotčené katastrální území	Bosonohy, Ostopovice, Starý Lískovec, Bohunice, Horní a Dolní Heršpice
Průtoky	Q_1=3,2 m^3, Q_{50}=17 m^3, Q_{100}=22 m^3
Povodí	Moravy
Plocha povodí	20,64 km^2
Řád toku dle Strahlera	2
Typ vodního toku	potok pahorkatinný na sedimentu (PPS)
Skupina vodního vodku	3-2-2-1
Geologické podlaží	sprašové hlíny, nivní sediment
Kategorie podle geologie	pískovce, jílovce, kvartér

9.1.2 Klimatické podmínky

Zájmové území spadá podle klimatického rozdělení ČR provedeného Evženem Quittem, českým klimatologem a geografem, do klimatické oblasti T2 – teplá oblast, která se je značena oranžovou barvou. Tato oblast se vyznačuje celkově menším výskytem srážek, ale naopak vyššími teplotami v průběhu roku oproti ostatním klimatickým regionům [69]. Průměrný roční úhrn srážek byl v roce 2021 566 mm, což je průměrně o 7 mm více než rok předchozí [70].

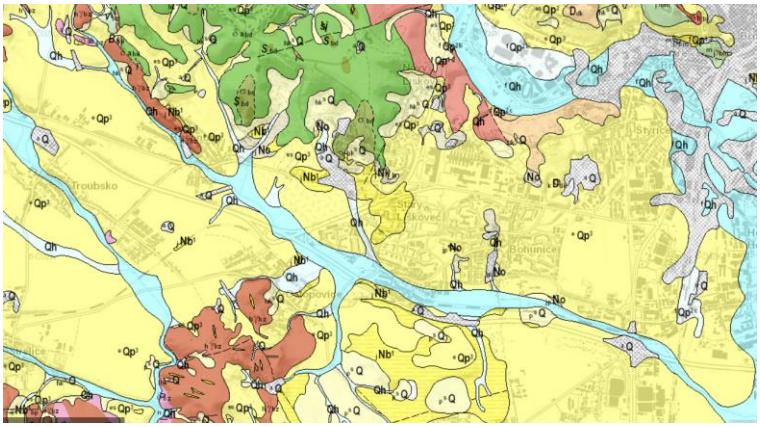
- Počet dní s teplotou alespoň 10 °C [den]: 160-170
- Průměrná teplota v červenci [°C]: 18-19
- Počet dní se srážkami alespoň 1 mm [den]: 90-100



Obr. 31 Klimatické oblasti ČR [69]

9.1.3 Geologické údaje

Z geologické mapy lze určit skladbu horninového složení. V největším zastoupení jsou zde sprašové hlíny (Obr. 31 žlutá) a nivní sedimenty (Obr. 31 modrá) [71].



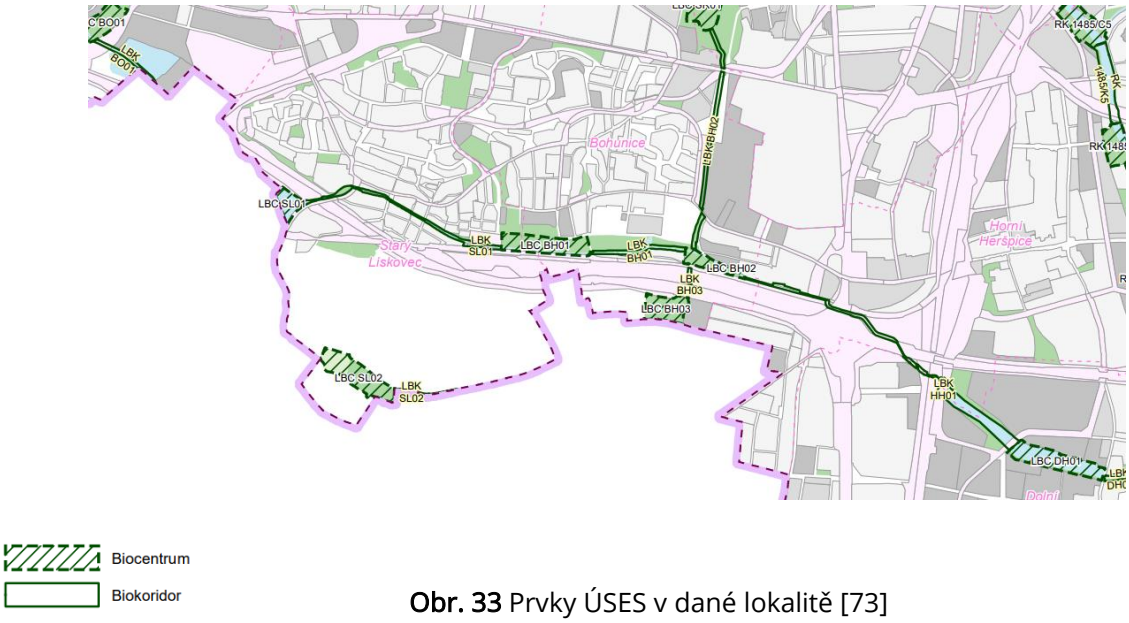
Obr. 32 Geologická mapa zájmového území [70]

9.2 Současný stav povodí Leskavy

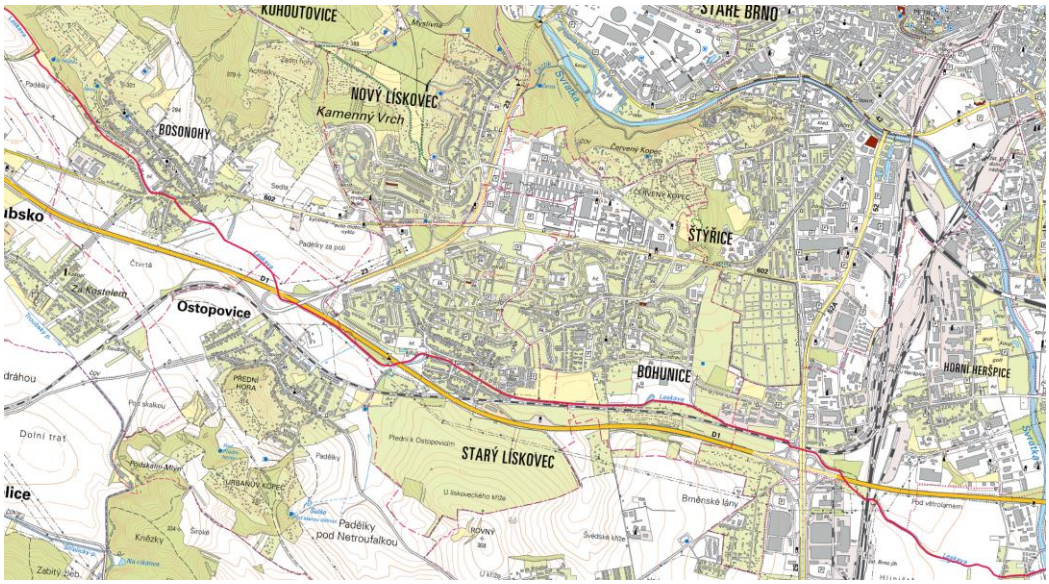
Počátek toku se objevuje severozápadně od městské části Brno-Bosonohy, kde tok pramení v nadmořské výšce 290 m n.m. severozápadně od městské části Brna. Pramennou část tvoří zejména zalesněné plochy, díky tomu zde občas nalezneme mrtvé dřevo v korytě, což tvoří cenná stanoviště vodních organismů. Ještě předtím, než vodní tok protne hranici intravilánu Bosonoh se nachází suchá retenční nádrž – poldr, za účelem protipovodňové ochrany jižní části města. Pravobřežní niva je tvořena zemědělsky využívanou půdou, která se nepotýká s výraznou degradací vlivem vodní ani větrné eroze. Levobřežní niva je tvořena neudržovanými lesními plochami. Směrem po proudu se tok dostává do katastrálního území Bosonoh, kde je v délce 161 m zatrubněn, následně protéká skrze zahrádkářskou kolonii a okolo sportovišť. Pozemky intravilánu zde zasahují v podstatě až k břehové linii, koryto je zahloubené z důvodu protipovodňové ochrany obce a není zde prostor pro revitalizační opatření. Dále směruje do katastrálního území Ostopovic, kde takřka přesně kopíruje dálniční komunikaci D1. Leskava podtéká dálniční křižovatku v říčním km 7,300 a pokračuje do zastavěného území Starého Lískovce. V místě křížení je koryto opevněno kamennou dlažbou. Napřímený tok protéká souběžně s přilehlou zástavbou až do katastrálního území Bohunic. Na levobřežní straně se střídá rovinatý zemědělská půda s další zahrádkářskou kolonií. Podél pravého břehu je vedena železniční trať. Posledním dotčeným katastrálním územím jsou Horní a Dolní Heršpice. Ačkoli se v druhé zmíněné části města tok přibližuje svojí zákrutovitou trasou referenčnímu stavu, je zcela nevhodně uměle zahlouben. Zemědělská půda je od koryta toku oddělena na obou březích hrázkami s výškou 1,2 m.

Z celkové plochy povodí (20,64 km^2) zaujímá zemědělská půda 13,9 km^2, lesní plochy 2,49 km2. Zbylá část území je pokryta zástavbou. Mezi největší přítoky Leskavy patří Ostopovický potok a přítok Kameník s plochou povodí 1,28 km^2[75].

V průběhu minulých let došlo k vyčištění řeky v rámci protipovodňového opatření odvodnění Brna. Práce probíhaly od března roku 2014, došlo k odstranění nánosů a sedimentů ze dna toku. Téměř v celé délce je tok obklopen prvky ÚSES – jedná se konkrétně o lokální biokoridory a biocentra viz Obr. 33. Jižní část lokality spadá do katastrálního území Ostopovice, kde nejsou zaneseny prvky ÚSES. Plocha povodí je z větší části tvořena zastavěným územím. Proto byly k úpravám vybrány úseky, jež jsou zároveň součástí ÚSES, jsou pro ně z větší části vyčleněny pozemky a je zde větší předpoklad k realizaci revitalizačních úprav.



Obr. 33 Prvky ÚSES v dané lokalitě [73]



Obr. 34 Situace toku (červená barva) [QGIS, ZM25]

9.2.1 Fotodokumentace stávajícího stavu koryta

Obr. 35 Přímý úsek, lichoběžníkové koryto říční km 8,345, MO_LES_011 [Čihák]

Obr. 36 Zanesené, uměle zahloubené koryto, říční km 7,025, MO_LES_009 [Čihák]

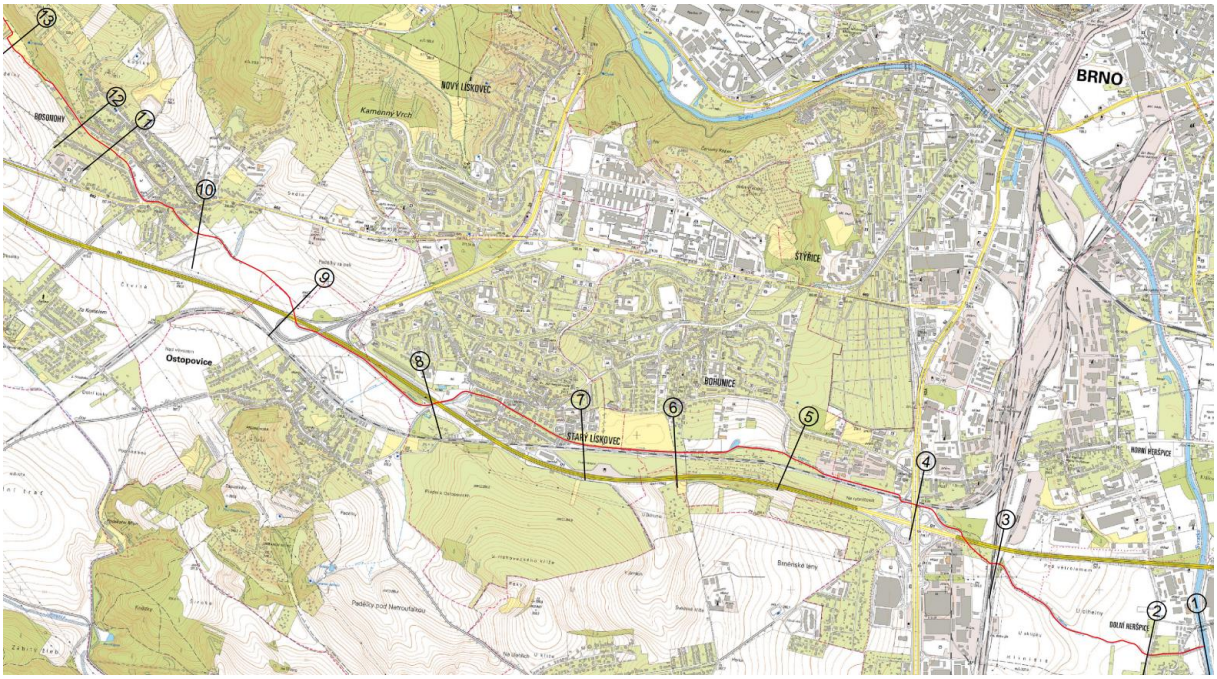
Obr. 37 Spádový stupeň, zahloubené koryto s hrázkou, říční km 0,075, MO_LES_002 [Čihák]

9.3 Hydromorfologická kvalita toku

Pomocí metodiky HEM byl proveden hydroekologický monitoring v celé délce toku. Vodní útvar byl rozdělen na 13 úseků podle své dominantní typologie v následujícím pořadí. Označení vychází z názvu povodí, konkrétně první dvě písmena popisují, že jde o povodí Moravy. Zbytek značení vychází z iniciálu názvu toku (Leskava) a nakonec pořadí úseků ve směru proti proudu toku.

Tab. 11 Označení mapovaných úseků [14]

Označení	Délka [m]	km
MO_LES_001	300	0,000 - 0,300
MO_LES_002	1180	0,300 - 1,480
MO_LES_003	950	1,480 - 2,130
MO_LES_004	650	2,130 - 2,780
MO_LES_005	1037	2,780 - 3,817
MO_LES_006	644	3,817 - 4,461
MO_LES_007	1089	4,461 - 5,550
MO_LES_008	1140	5,550 - 6,690
MO_LES_009	438	6,690 - 7,128
MO_LES_010	1161	7,128 - 8,289
MO_LES_011	161	8,289 - 8,450
MO_LES_012	999	8,450 - 9,449
MO_LES_013	536	9,449 - 9,985



Obr. 38 Rozdělení toku na úseky [QGIS, ZM25]

Vyhodnocení stávajícího stavu proběhlo podle metodického postupu, zmíněného v teoretické části. Nejdříve byla stanovena hydromorfologická kvalita všech 13 úseků.

Tab. 12 Výsledné hodnoty hydromorfologického stavu úseků [14]

Ukazatel	_001	_002	_003	_004	_005	_006	_007
1. TRA	5	2	4	3	3	5	3
2. VSK	1	2	1	3	3	2	1
3. VHL	1	3	1	1	3	5	3
4. VHP	2	4	3	3	3	3	4
5. DNS	2	2	2	1	1	1	1
6. UDN	1	3	1	1	1	1	2
7. MDK	2	2	1	2	2	2	3
8. STD	1	2	3	3	3	4	5
9. PRO	2	1	2	2	2	2	2
10. OHR	1	1	1	1	1	1	1
11. PPK	1	5	1	1	1	1	1
12. UBR	4	4	4	4	4	4	4
13. BVG	3	3	3	4	4	2	4
14. VPZ	5	3	5	5	5	4	5
15. VNI	5	4	5	5	4	4	5
16. PIN	4	1	4	5	5	2	5
17. BMK	1	4	2	3	3	2	4
HMS	**3.2**	**2.9**	**3.0**	**3.0**	**2.9**	**3.2**	**3.2**
Ukazatel	**_008**	**_009**	**_010**	**_011**	**_012**	**_013**	
1. TRA	3	2	4	5	3	2	
2. VSK	1	1	1	5	2	1	
3. VHL	3	1	2	5	3	1	
4. VHP	4	3	5	5	4	2	
5. DNS	1	2	1	5	1	1	
6. UDN	2	1	4	5	4	4	
7. MDK	3	1	2	5	1	1	
8. STD	5	2	5	5	3	1	
9. PRO	2	2	2	5	2	2	
10. OHR	1	1	1	5	1	1	
11. PPK	1	1	1	5	1	5	
12. UBR	4	3	4	5	3	4	
13. BVG	4	4	4	5	3	3	
14. VPZ	5	4	5	5	5	4	
15. VNI	5	4	5	5	4	4	
16. PIN	5	5	4	5	1	1	
17. BMK	4	1	4	5	4	4	
HMS	**3.5**	**2.3**	**3.5**	**5**	**2.9**	**2.9**	

Tabulka znázorňuje výsledné hodnoty jednotlivých úseků s vyznačením barevné škály podle ČSN EN 15483. Nejhůře hodnocených je úsek MO_LES_011 z důvodu zatrubnění.

Jakmile byl určen stav jednotlivých úseků, následovalo určení celkového hydromorfologického stavu jako výsledek pro návrh dalších opatření.

Tab. 13 Výsledná hydromorfologická kvalita vodního toku [14]

Název úseku	Délka úseku [m]	Třída	HMS
MO_LES_001	300	3	středně modifikovaný
MO_LES_002	1180	3	středně modifikovaný
MO_LES_003	650	3	středně modifikovaný
MO_LES_004	650	3	středně modifikovaný
MO_LES_005	840	3	středně modifikovaný
MO_LES_006	664	3	středně modifikovaný
MO_LES_007	1000	3	středně modifikovaný
MO_LES_008	998	4	značně modifikovaný
MO_LES_009	846	2	slabě modifikovaný
MO_LES_010	991	4	značně modifikovaný
MO_LES_011	170	5	silně modifikovaný
MO_LES_012	161	3	středně modifikovaný
MO_LES_013	999	3	středně modifikovaný
Hydromorfologická kvalita vodního útvaru			**3.1**

Současný stav toku odpovídá 3. třídě – tok je středně modifikovaný a označený žlutou barvou viz Tab. 13 nesplňuje požadavky RSV, proto je snaha o zlepšení kvality tohoto toku. V další kapitole bude proveden výběr lokalit a návrh řešení vedoucích ke zlepšení hydromorfologického stavu Leskavy.

9.4 Návrh opatření

Z terénního průzkumu a výsledků hydroekologického monitoringu byly vybrány dva úseky toku, u kterých je možno alespoň částečně nahradit původní zahloubené lichoběžníkové koryto přírodě bližším a méně kapacitním tvarem. Pro výběr těchto úseků bylo zásadní, že se obě lokality nachází poblíž prvků nebo jsou přímo součástí územního systému ekologické stability, naznačených v aktualizovaném Územním plánu města Brna. Jedná se o úseky toku:

- MO_LES_006
- MO_LES_008

Tyto kroky by měly docílit zlepšení hydromorfologické kvality toku. Výsledky budou porovnány v závěrečné kapitole.

9.4.1 Úsek MO_LES_006

Vybraná lokalita se nachází mezi říčními km 3,817 – 4,461, konec úseku se nachází na začátku katastrálního území Starého Lískovce. Uměle napřímený úsek vede souběžně s liniovou stavbou železniční trasy nacházející se na pravém břehu toku. Tím je zamezeno případnému vybřežení pří větších průtocích. Příbřežní zóna levého břehu je doplněna trávobylinnou vegetací v doprovodu s liniovou výsadbou ovocných stromů. Tvar koryta připomíná klasický lichoběžníkový tvar, kdy je dno nivelety toku zahloubeno v některých profilech 1,6 m pod stávajícím terénem. Dnová skladba je charakteristická hlavně balvany a kameny, které jsou nerovnoměrně uspořádány v celé délce úseku. Objevují se zde mělčiny tvořené štěrkovými nánosy. Aktuální hydromorfologická kvalita úseku vychází z Tab. 14.

Tab. 14 Hydromorfologická kvalita 6. úseku [14]

ÚSEK MO_LES_006							
Ukazatel	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**	**Ukazatel**	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**
1. TRA	5	1	5	**10. OHR**	1	0.1	0.1
2. VSK	2	0.1	0.2	**11. PPK**	1	0.5	0.5
3. VHL	5	0.1	0.5	**12. UBR**	4	0.25	1
4. VHP	3	0.1	0.3	**13. BVG**	2	0.15	0.3
5. DNS	1	0.1	0.1	**14. VPZ**	4	0.4	1.6
6. UDN	1	0.25	0.25	**15. VNI**	4	0.3	1.2
7. MDK	2	0.1	0.2	**16. PIN**	2	0.15	0.3
8. STD	4	0.15	0.6	**17. BMK**	2	0.15	0.3
9. PRO	2	0.1	0.2	Hydromorfologická kvalita úseku			**3.2**
třída 3 - Středně modifikovaný							

Obr. 39 Charakter úseku toku a nivy [Čihák, červen 2022]

Ověření stávajícího stavu

Před návrhem nové trasy toku se nejprve ověřila kapacita stávajícího koryta. V softwaru QGIS byl vytvořen digitální model reliéfu (DMR5G) z podkladních dat dostupných na stránkách Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČUZK). Digitální model byl vyexportován do datového souboru, aby bylo možno ho použít jako podklad pro další kroky návrhu.

Zaměření v podobě příčných profilů toku pochází z podkladů Generelu odvodnění města Brna. Tato data byla opět vyexportována z programu AutoCAD Civil 3D v soboru dxf. Následovalo importování příčných profilů spolu se stávající osou toku do programu QGIS, kde byly poupraveny nepřesnosti před tím, než se jednotlivé vrstvy uložily jako Shapefile.

V programu HEC-RAS se načetl předem vytvořený model terénu spolu s dalšími digitálními vrstvami (osa toku, stopy příčných profilů) potřebnými pro výpočet proudění v korytě. Poloha a umístění zaměřených profilů se ověřovala pomocí nástroje RAS Mapper, kde bylo možno provést horizontální i vertikální upřesnění profilů. Model terénu byl dále podložen Ortofotomapou. Tímto postupem se definovala základní geometrická data.
Posledním krokem bylo zadání drsností v jednotlivých profilech pomocí Tab. 15 a okrajové podmínky v dolním profilu, kterou byl stanovený průtok (Tab. 16) a sklon nivelety dna, který činil 4.08 ‰.

Obr. 40 Simulace úseku toku v programu HEC-RAS, MO_LES_006

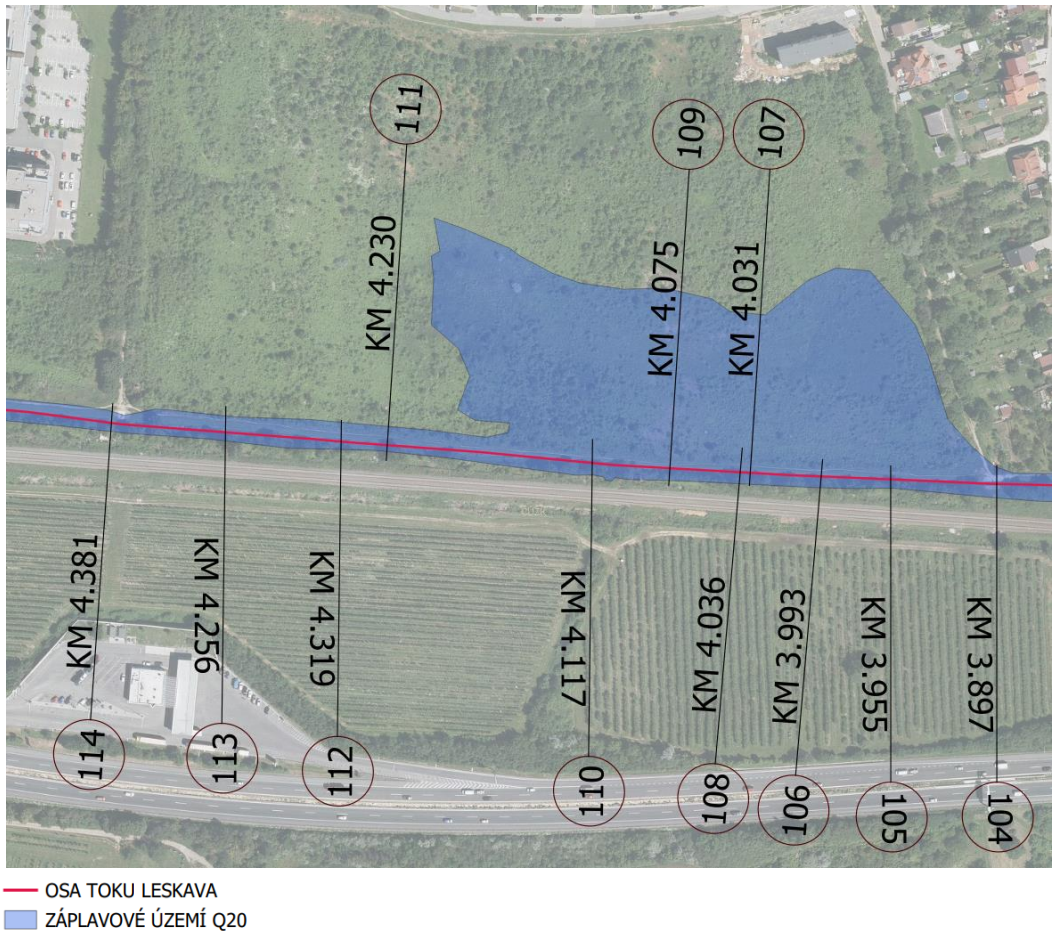
Tab. 15 Tabulka použitých drsností

Povrch	Zvolená drsnost
Dno – štěrkové, štěrkopískové	0.050
Břeh – vegetační opevnění udržované	0.042
Břeh – vegetační opevnění zarostlé	0.051

Tab. 16 Tabulka N-letých průtoků [14]

N-leté průtoky [m3/s]				
Q_1	Q_5	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}
3.2	8.5	13.5	17.5	21.5

Stávající koryto v tomto úseku je schopno bezpečně převést průtok Q_1 = 3,2 m^3/s. Při vyšších průtocích dochází k částečnému vybřežení v dolní části úseku, jak můžeme vidět na Obr. 42.



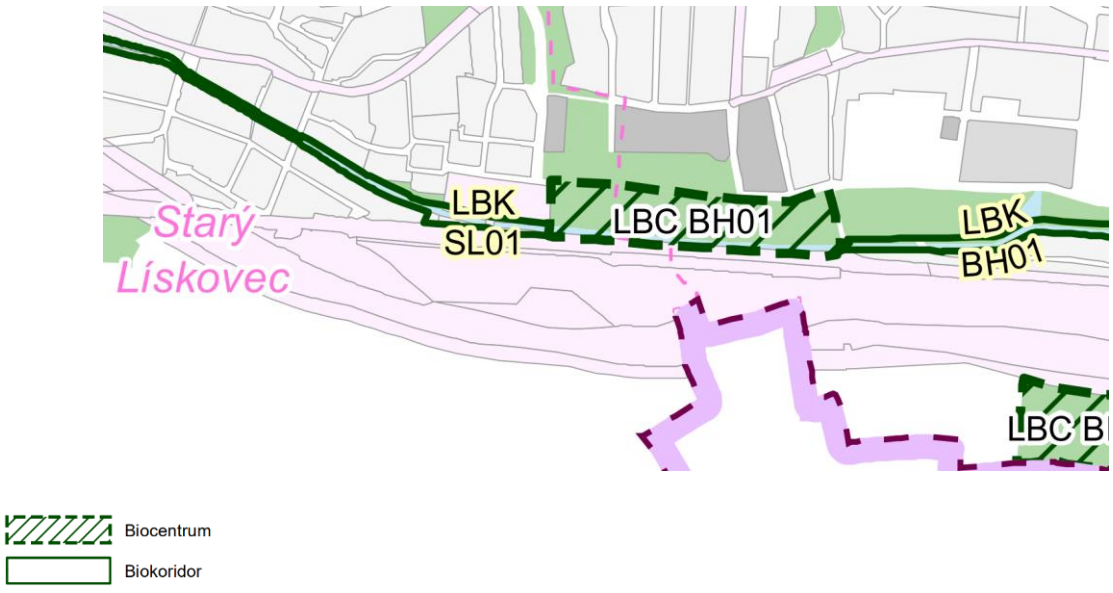
Obr. 41 Záplavové území při průtoku Q_{20}

Tab. 17 Výsledné hodnoty ve vybraných profilech, MO_LES_006

Staničení	PF	Průtok	Průtok	Max. hloubka	Kritická hloubka	Průtočná plocha	Rychlost
			[m^3/s]	[m]	[m]	[m^2]	[m/s]
4.230	111	Q_{20}	13.5	1.75	223.03	7.56	1.69
		Q_5	8.5	1.51	222.78	5.66	1.4
		Q_1	3.2	1.06	222.35	2.74	1.17
4.031	107	Q_{20}	13.5	1.94	222.34	8.84	1.53
		Q_5	8.5	1.66	222.08	6.65	1.28
		Q_1	3.2	1.19	221.66	3.31	0.97

Návrh trasy nového koryta

Výběr této lokality a zároveň návrh na rozvolnění nové trasy koryta vycházel ze skutečnosti, že se daný úsek nachází v lokální biocentru BH01 o rozloze 5,23 ha (Obr. 43) zaznačeném v aktualizovaném Územní plánu města Brna. Migrační cesta je zajištěna skrze přilehlé lokální biokoridory z obou stran biocentra, konkrétně LBK SL01 a LBK BH01, která kopírují trasu toku Leskava.



Obr. 42 Prvky ÚSES v úseku MO_LES_006 dle Územního plánu města Brna [73]

LBK – lokální biokoridor

LBC – lokální biocentrum

Začátek úpravy: km 3,945

Konec úpravy: km 4,447

Délka úpravy: 502 m

Při tvorbě návrhu nové trasy byl využit software Autocad Civil 3D, ve kterém se vymodelovala osa nového koryta a stanovila niveleta dna, tak aby bylo možné podpořit případné rozlivy do okolního území při zvýšených hladinách v toku a zvýšit retenci vody v krajině. Přirozeně postupně navýšený terén směrem k intravilánu zamezuje případné ohrožení jakýchkoli přilehlých subjektů. Trasu toku bylo možné rozvolnit ve větší vzdálenosti od původního koryta, vzhledem k tomu, že je lokalita součástí prvku ÚSES, čímž se předejde problému s dotčenými parcelami dle katastru nemovitosí při úpravě úseku. Na základě této úpravy dojde ke snížení spádu a prodloužení trasy o 95 m.

V horní části úseku bude tok napojen pomocí nátokové tůně v místě odbočení od koryta s vtokovým prahem se sklonem svahu 1:3. Svahy břehu spolu s prahem budou opevněny kamenným záhozem. Vtokový práh bude v místě napojení na nové koryto zpevněn kamennou dlažbou. Voda nastoupá do výšky tak, aby mohla dále protékat v méně zahloubeném novém korytě a byl zajištěn požadovaný spád v celé délce. V dolní částí úseku se nová trasa koryta napojí pomocí balvanitého skluzu ve sklonu 1:20, aby bylo zajištěno vyrovnání výškových rozdílů navržené a stávající nivelety toku.

Návrh nového koryta

V korytě je navržena pohyblivá kyneta na průtok Q_{30d}, který byl stanoven v bakalářské práci na 0,03 m^3/s [14]. Kyneta připomíná mělký miskovitý tvar se sklony břehů 1:5. V nárazových březích navržené trasy se pozvolna mění sklony břehu na 1:3 a 1:8 (příloha B.4). Z důvodu omezení častých rozlivů do okolních zemědělských ploch je kolem kynety navržen meandrový pás se sklony svahu 1:10-1:30, který převede průtok Q_1 v hodnotě 3,2 m^3/s. Při větší průtocích hladina dosahuje vnější hrany tohoto pásu nebo se přirozeně rozlévá do okolního území. Dle Chezyho rovnice byl proveden návrh nového koryta (Tab. 18, Tab. 19). Kapacita Q_1 byla zvolena na základě využití území – jedná se o zemědělskou půdu na levém břehu toku.

Tab. 18 Návrhové charakteristiky koryta v přímém úseku (viz příloha B.3)

h [m]	A [m^2]	O [m]	R [m]	i [-]	n [-]	C [-]	v [m/s]	Q [m^3]
0.61	5.44	21.58	0.25	0.0019	0.033	24.08	0.60	3.2

Tab. 19 Návrhové charakteristiky koryta v oblouku (viz příloha B.4)

h [m]	A [m^2]	O [m]	R [m]	i [-]	n [-]	C [-]	v [m/s]	Q [m^3]
0.52	3.47	17.25	0.20	0.0061	0.033	23.19	0.92	3.2

Soustava tůní

V trase nového koryta byla navržena soustava 5 tůní. Tůně č. 1,2,3,4 jsou navrženy jako mělké s maximálním zahloubením do 0,7 m. Tůň č. 5 (plocha 320 m^2) bude jako jediná obsahovat hlubší pasáž do 1,4 m a zároveň je navržena v původním korytě pro úsporu výkopových prací. Umístění tůní je znázorněno v příloze B.1. Sklony břehů u mělkých tůní se pohybují v rozmezí 1:5–1:10. U tůně s hlubší pasáží v rozmezí 1:5-1:20. Klade se důraz na maximální členitost a nepravidelnost břehů, proto při samotné realizaci nedojde k vyhlazení břehů stavebním strojem. Sklon svahu byl volen na základě kolísání hladin v tůních, tak aby bylo umožněno periodické zaplování mělké části, která bude doplněna o mokřadní rostliny. Tůň č. 2 s plochou 205 m^2 je propojena s korytem toku mělkou stružkou s hloubkou jednoho řýče, jedná tedy o průtočnou tůň. Ostatní tůně budou dotovány průsakem z koryta, hladinou podzemními vody a pravidelnými rozlivy toku, které zlepší vodní a mokřadní podmínky v této oblasti. Menší tůně v průběhu roku mohou vysychat, periodické vysychání naopak vyhovuje určitým druhům organismů.

Aby byla zachována udržitelnost tohoto ekosystému bude nutné počítat s občasnou údržbou tůní. Jedná se zejména o kosení porostů a prořezávku dřevin. Část mrtvého dřeva se doporučuje ponechat na původním místě. Slouží jako útočiště mnoha živočichů. Prohlubování tůní je nutné jen v krajním případě, pokud by zazemňování probíhalo příliš intenzivně.

Vegetační doprovod

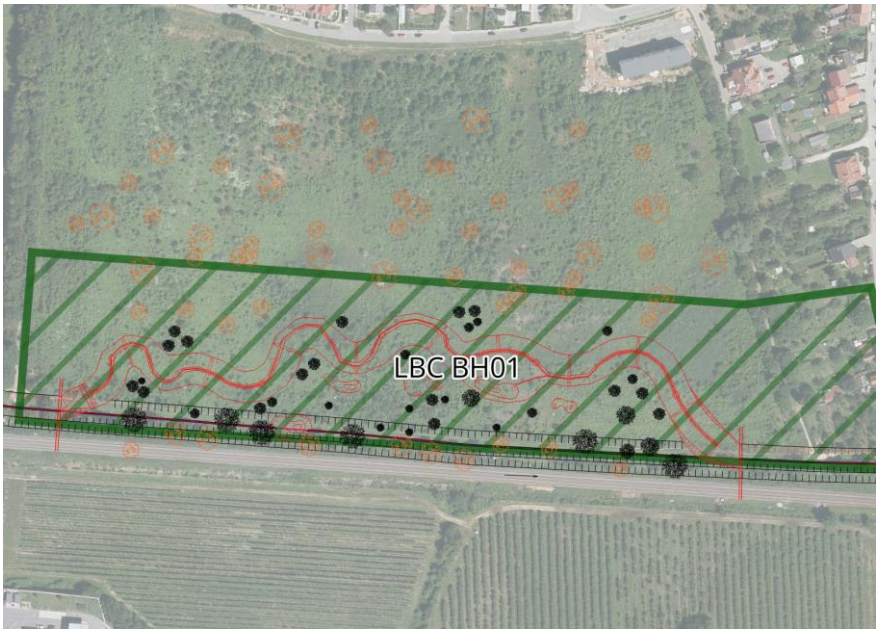
V současné době se v revitalizovaném úseku nachází dřeviny a byliny ponechané samovolnému vývoji. Proto je snahou většinu těchto prvků ponechat a vhodně doplnit, abychom dosáhli přirozeného krajinného rázu a vhodné druhové skladby dle potenciální přirozené vegetace,

Podél hranice kynetky navžené na Q_{30d} je doporučena výsadba tenkých řízků vrby trojmužné o průměru 1-2 cm vysokých cca 30 cm. Keřové pásmo bude dále doplněno střemchou obecnou a lískou obecnou ve vhodném poměru ke stávající vegetaci. V zaplavované části těsně nad hranicí Q_{30d} bude koryto doplněno o mokřadní rostliny – např. orobinec širokolistý. V meandrovém pásu, tedy až po hranici Q_1 se navrhuje výsadba solitérní vrby bílé. Nad touto hranicí hladiny bude zbylá část území osázena olší lepkavou spolu s keřovými porosty střemchy obecné dle aktuální potřeby stávající vegetace. Nově vysazené stromy se opatří ochranou proti okusu a poničení zvěří.

Tab. 20 Zhodnocení navržené revitalizace úseku MO_LES_006

ÚSEK MO_LES_006 PO REVITALIZACI							
Ukazatel	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**	**Ukazatel**	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**
1. TRA	1	1	1	**10. OHR**	1	0.1	0.1
2. VSK	1	0.1	0.1	**11. PPK**	1	0.5	0.5
3. VHL	2	0.1	0.2	**12. UBR**	1	0.25	0.25
4. VHP	1	0.1	0.1	**13. BVG**	2	0.15	0.3
5. DNS	1	0.1	0.1	**14. VPZ**	1	0.4	0.4
6. UDN	1	0.25	0.25	**15. VNI**	2	0.3	0.6
7. MDK	2	0.1	0.2	**16. PIN**	2	0.15	0.3
8. STD	1	0.15	0.15	**17. BMK**	1	0.15	0.15
9. PRO	2	0.1	0.2	Hydromorfologická kvalita úseku			**1.2**
třída 1 - Přírodě blízký							

Tab. 20 znázorňuje výsledný stav hydromorfologické kvality úseku Mo_LES_006 po navržené úpravě. Podařilo se zlepšit 8 parametrů zaznačených zelenou barvou. Z původní třídy 3 – středně modifikovaný tok došlo ke zlepšení na třídu 1 – přírodě blízký tok. Navržená úprava je součástí stávajícího biocentra LBC BH01, které splňuje požadavky návrhu lokálního prvku ÚSES v krajině.



Obr. 43 Revitalizovaný úsek v MO_LES_006 v LBC BH01

9.4.2 Úsek MO_LES_008

Druhý vybraný úsek pro revitalizační opatření se nachází mezi říčním km 5,550-6,690. Na začátku úseku vodní tok podtéká dálniční komunikaci a pokračuje dále podél této liniové stavby nacházející se na levém břehu až k dalšímu dálničnímu mostu. Většina úseku protéká katastrálním územím Ostopovic. Pravobřežní údolní niva je tvořena povětšinou ornou půdou, kde v průběhu roku dochází k častému vybřežení vody z koryta. Původní rozvětvený tok se pomocí antropogenních vlivů přeměnil na uměle napřímený úsek toku, který vede souběžně s liniovou dopravní stavbou, nacházející se na levém břehu. Nedosahuje dobré hydromorfologické kvality, a to především kvůli parametru hodnotícímu upravenost trasy toku a způsobu využití údolní nivy.

Tab. 21 Hydromorfologická kvalita 8. úseku

ÚSEK 8							
Ukazatel	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**	**Ukazatel**	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**
1. TRA	5	1	5	**10. OHR**	1	0.1	0.1
2. VSK	3	0.1	0.3	**11. PPK**	1	0.5	0.5
3. VHL	1	0.1	0.1	**12. UBR**	4	0.25	1
4. VHP	3	0.1	0.3	**13. BVG**	4	0.15	0.6
5. DNS	1	0.1	0.1	**14. VPZ**	5	0.4	2
6. UDN	1	0.25	0.25	**15. VNI**	5	0.3	1.5
7. MDK	2	0.1	0.2	**16. PIN**	5	0.15	0.75
8. STD	3	0.15	0.45	**17. BMK**	3	0.15	0.45
9. PRO	2	0.1	0.2	Hydromorfologická kvalita úseku			**3.5**
třída 4 - Značně modifikovaný							

Obr. 44 Charakter toku a využití pravobřežní nivy [Čihák, červen 2022]

V několika částech úseku je koryto zpevněno kamennou dlažbou, která je zanesena nánosy sedimentů. Levý i pravý břeh je porostlý trávobylinnou vegetací s doplněním menších stromů – olše lepkavá a keřů – šípek obecný.

Ověření stávajícího stavu

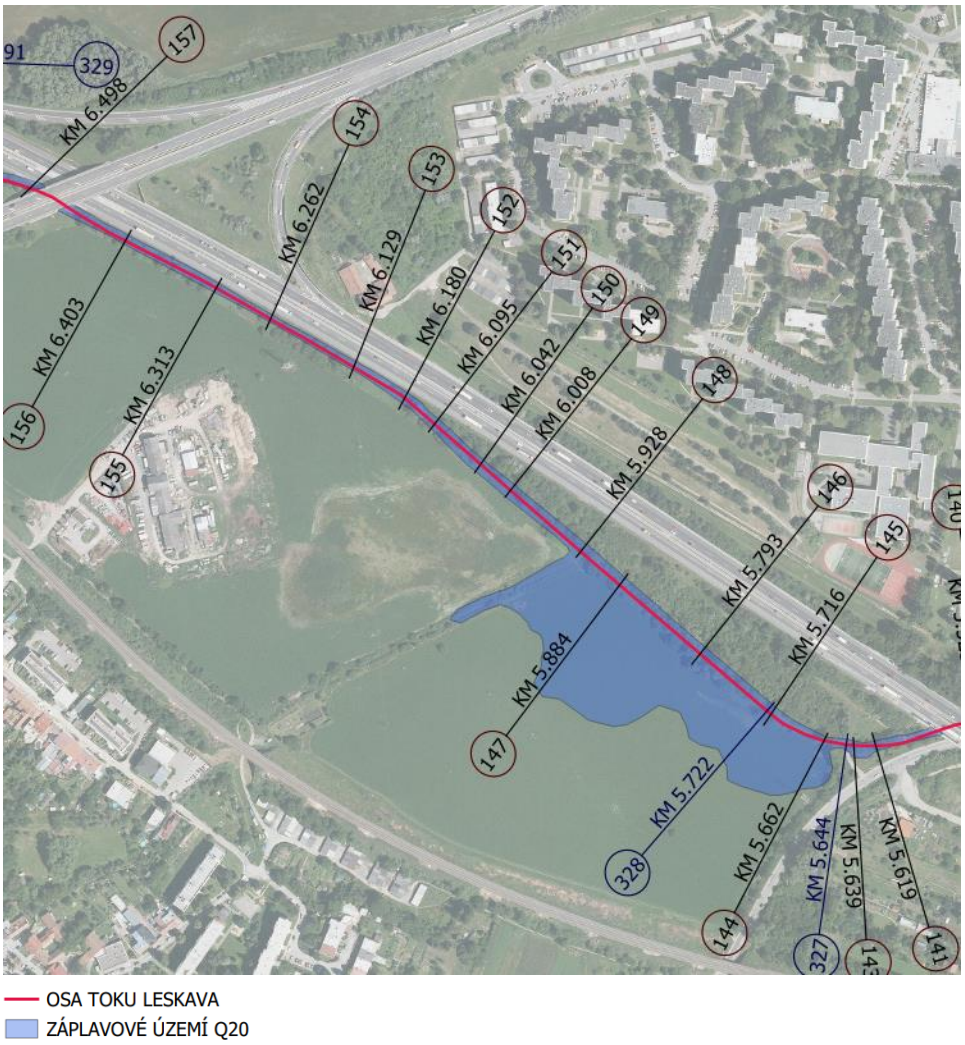
Obdobně jako u předchozího návrhu se nejprve ověřila stávají kapacita koryta s pomocí programů QGIS a HEC-RAS.

Obr. 45 Simulace úseku toku v programu HEC-RAS, MO_LES_008

Tab. 22 Tabulky použitých drsností

Povrch	Zvolená drsnost
Dno – štěrkové, štěrkopískové	0.045
Břeh – vegetační opevnění udržované	0.04
Břeh – vegetační opevnění zarostlé	0.05

Hodnoty N-letých průtoků nalezneme v Tab. 16, vzhledem k tomu, že byly stejné jako u předchozího úseku.



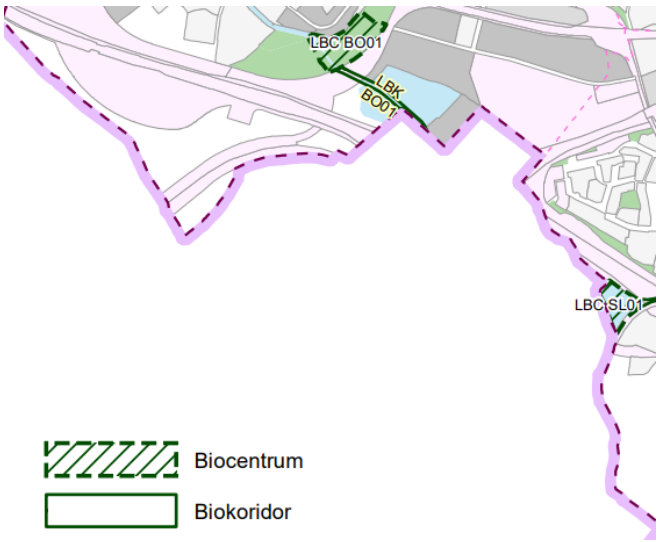
Obr. 46 Záplavové území při průtoku Q_5

Tab. 23 Výsledné hodnoty ve vybraných profilech, MO_LES_008

Staničení	PF	Průtok	Průtok	Max. hloubka	Kritická hloubka	Průtočná plocha	Rychlost
			[m^3/s]	[m]	[m]	[m^2]	[m/s]
5.716	145	Q_{20}	13.5	1.97	228.72	8.49	1.59
		Q_5	8.5	1.65	228.48	6.11	1.39
		Q_1	3.2	1.18	228.08	3.13	1.02
6.042	150	Q_{20}	13.5	1.88	230.26	7.08	1.84
		Q_5	8.5	1.65	230.02	5.55	1.53
		Q_1	3.2	1.2	229.58	2.83	1.13

Návrh trasy nového koryta

V tomto úseku se jedná o ideový návrh trasy toku, který by se dal zařadit jako podnět k doplnění současného územního plánu sousední obce Ostopovice. Tím by došlo k logickému propojení obou biocenter, konkrétně LBC BO01 s LBC SL01, které jsou již vyznačeny v aktualizovaném územním plánu města Brna. Podle katastru nemovitostí se v současnosti nachází velká část parcel v soukromém vlastnictví, a tak půjde spíše o variantní řešení. Do budoucna by bylo vhodné plochy vyčlenit např. v rámci pozemkových úprav katastrálního území Ostopovic.



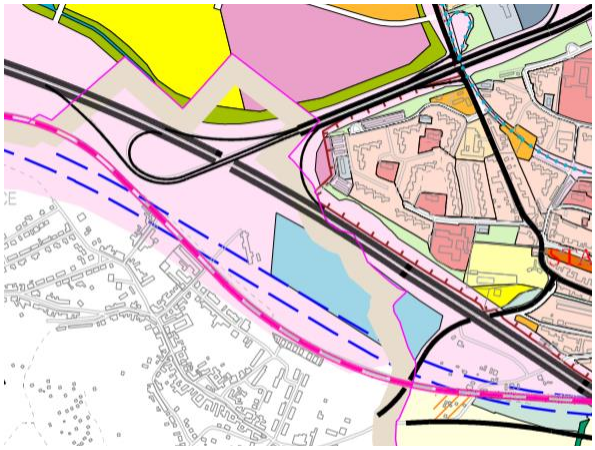
Obr. 47 Prvky ÚSES v úseku MO_LES_008 dle Územního plánu města Brna [73]

Začátek úpravy: 5,662

Konec úpravy: 6,535

Délka úpravy: 873 m

Obdobně jako u v úseku MO_LES_006 byl pro tento návrh trasy použit software Autocad Civil 3D, kde byla vhodně umístěna osa nového koryta tak, aby bylo dosaženo vytvoření méně kapacitního koryta umožňující rozliv do přilehlé nivy. V horní části úseku zasahuje trasa do původního koryta, proto bude nutné opevnit konkávní břeh kamenným záhozem. Tím bude zamezeno vymílání a proud vody nebude mít tendenci se vracet do původního koryta. Při návrhu trasy nebylo opomenuto ani ověření případného ohrožení výrobního podniku nacházejícího se v údolní nivě pravého břehu toku. Zmíněná stavba se nachází na násypu vysokém 2,5 m – při vyšších hladinách v toku by tak nedocházelo k zatopení této plochy. V dolní části úseku se trasa mírně odklání od stávajícího koryta vzhledem k častému zamokření tohoto území. Tato plocha je zaznačena v platném územní plánu Ostopovic modrou barvou (Obr. 49). Jedná se o nerealizovanou plochu, která leží v záplavovém území Q_5, která je ideální pro vybudování tůní či mokřadů.



Obr. 48 Zamokřeného území dle územního plánu Ostopovic [74]

V místě napojení na stávající koryto dojde k vybudování nátokové tůně se vtokovým prahem se sklonem svahu 1:3. Svahy břehu tůně spolu s prahem budou opevněny kamenným záhozem. Kamenný práh se doporučuje v místě napojení na nové koryto zpevnit kamennou dlažbou. Pomocí těchto opatření dojde k vyrovnání rozdílů výšek a voda bude dále pokračovat v pozvolném spádu k dolní části úseku. V dolní části úseku bude nové koryto napojeno přirozeným spádem. V této časti se opevnění břehy kamenným záhozem. Díky této úpravě se prodlouží trasa o 98 m.

Návrh nového koryta

V korytě je navržena pohyblivá kyneta na Q_{30d} (0,03 m^3/s) obdobně jako v minulém úseku. Málo kapacitní miskovitý tvar se pohybuje v meandrovém pásu navrženém na hodnotu Q_1. Sklony svahu se pohybují mezi 1:10-1:30. Pomocí tohoto návrhu je dosaženo omezených rozlivů do údolní nivy. Návrh koryta byl proveden dle Chezyho rovnice (Tab.24 a Tab. 25).

Tab. 24 Návrhové charakteristiky koryta v přímém úseku (viz příloha C.3)

h [m]	A [m^2]	O [m]	R [m]	i [-]	n [-]	C [-]	v [m/s]	Q [m^3]
0.55	4.25	19.07	0.22	0.0037	0.033	24.60	0.77	3.2

Tab. 25 Návrhové charakteristiky koryta v přímém úseku (viz příloha C.4)

h [m]	A [m^2]	O [m]	R [m]	i [-]	n [-]	C [-]	v [m/s]	Q [m^3]
0.54	3.76	18.07	0.21	0.0051	0.033	23.33	0.86	3.2

Soustava tůní

Součástí trasy je navržení soustavy 8 tůní. Tůně č. 2,3,5,6,7,8 jsou navrženy jako mělké se zahloubením do 0,7 m. Tůň č.1 (plocha 320 m^2) a tůň č. 2 (plocha 434 m^2) je navržena s hlubší pasáží, hloubka do 1,4 m. Plochy ostatních tůní jsou zaznačeny v příloze C.1. Umístění tůní v dolním úseku bylo voleno s přihlédnutím k často zamokřenému území. Pomocí těchto opatření dojde ke zvýšení retence vody v této části úseku. Sklony břehů u mělkých tůní se pohybují v rozmezí 1:5-1:10. U hlubších tůní jsou stanoveny sklony svahu v rozmezí 1:5-1:20. Většina tůní se nachází ve sníženině stávajícího koryta z důvodu ušetření nákladů při výkopových pracích. Při provádění je kladen důraz na členitost a nepravidelnost břehů, které nebudou vyhlazeny. Pozvolné svahy budou doplněny mokřadními rostlinami. Tůň č. 8 o ploše 263 m^2 je navržena jako průtočná. S korytem toku bude propojena mělkou stružkou. Navržené tůně se primárně napojí průsakem z koryta a podzemní vodou. Periodické zaplavování vytvoří bohaté mokřadní podmínky.

Udržitelnost nově vzniklého ekosystému spočívá v pravidelném kosení porostů a v prořezávce dřevin.

Vegetační doprovod

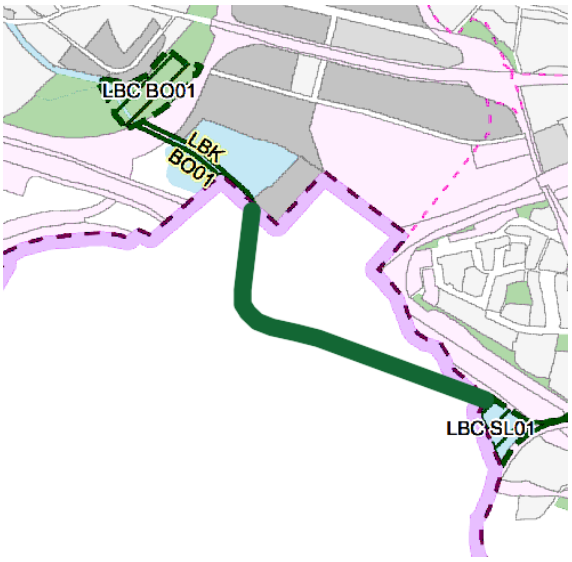
Podél stávající trasy toku se nachází liniový pás dřevin, které z velké části zůstanou ponechány a zároveň budou doplněny o nové výsadby podle potencionálně přirozené vegetace.

Na hranici Q_{30d} se doporučuje výsadba tenkých řízků vrby trojmužné do průměru 2 cm s výškou 0,3 m. Vrbové řízky se umísťují do hustých hnízd s přesahem na povrch. Keřové pásmo obsahuje střemchu obecnou a lísku obecnou dle aktuálního stavu stávajících porostů. Nad hranicí mělké kynetky se břehy koryta doplní o mokřadní rostliny – konkrétně orobinec širokolistý. V meandrovém pásu je navržena výsadba solitérní vrby bíle. Nad hranicí Q_1 se doporučuje doplnit území olší lepkavou v kombinaci s keřovými porosty. Nové stromy je potřeba ochránit proti okusu a poničení zvěří.

Tab. 26 Zhodnocení navržené revitalizace úseku MO_LES_008

ÚSEK MO_LES_008 PO REVITALIZACI							
Ukazatel	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**	**Ukazatel**	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**
1. TRA	1	1	1	**10. OHR**	1	0.1	0.1
2. VSK	1	0.1	0.1	**11. PPK**	1	0.5	0.5
3. VHL	1	0.1	0.2	**12. UBR**	1	0.25	0.25
4. VHP	1	0.1	0.1	**13. BVG**	2	0.15	0.3
5. DNS	1	0.1	0.1	**14. VPZ**	1	0.4	0.4
6. UDN	1	0.25	0.25	**15. VNI**	2	0.3	0.6
7. MDK	2	0.1	0.2	**16. PIN**	2	0.15	0.3
8. STD	1	0.15	0.15	**17. BMK**	1	0.15	0.15
9. PRO	2	0.1	0.2	Hydromorfologická kvalita úseku			**1.2**
třída 1 - Přírodě blízký							

Z Tab. 26 vychází výsledný stav hydromorfologické kvality úseku MO_LES_008 po navržené úpravě. Pomocí navržených opatření se podařilo zlepšit 10 parametrů, které znázorňuje tmavě zelená výplň v tabulce. Z původní třídy 3 – středně modifikovaný tok došlo ke zlepšení na třídu 1 – přírodě blízký tok značený dle barevné škály udávané v normě modrou barvou. Tato úprava bude navazovat na stávající biokoridor LKB BO01, tím dojde k propojení mezi LBC BO01 s LBC SL01 viz Obr. 50 (znázorněno zelenou plnou čarou).



Obr. 49 Propojení biocenter LBC BO01 s LBC SL01

9.5 Zhodnocení účinnosti navržených úprav

Aby bylo možné posoudit účinnost revitalizačních opatření je nutné provést nové vyhodnocení hydromorfologické kvality navrženého stavu v celé délce toku. V obou úsecích, MO_LES_006 a MO_LES_008, došlo ke zlepšení zejména v ukazatelích Upravenost trasy toku, Variabilita zahloubení v podélném profilu a také Využití příbřežní zóny. Po úpravě se obě tyto lokality blíží přírodě blízkému stavu – třída 1 z hlediska hydromorfologického členění.

Pomocí zmíněné metodiky HEM se vypočetla hydromorfologická kvalita revitalizovaného toku a porovnala se stávajícím stavem.

Tab. 27 Srovnání stávajícího stavu s navrženým stavem

Název úseku	Délka úseku [m]	Třída	HMS PŘED	HMS PO
MO_LES_001	300	3	středně modifikovaný	středně modifikovaný
MO_LES_002	1180	3	středně modifikovaný	středně modifikovaný
MO_LES_003	650	3	středně modifikovaný	středně modifikovaný
MO_LES_004	650	3	středně modifikovaný	středně modifikovaný
MO_LES_005	840	3	středně modifikovaný	středně modifikovaný
MO_LES_006	664	3	středně modifikovaný	přírodě blízký
MO_LES_007	1000	3	středně modifikovaný	středně modifikovaný
MO_LES_008	998	4	značně modifikovaný	přírodě blízký
MO_LES_009	846	2	slabě modifikovaný	slabě modifikovaný
MO_LES_010	991	4	značně modifikovaný	značně modifikovaný
MO_LES_011	170	5	silně modifikovaný	silně modifikovaný
MO_LES_012	161	3	středně modifikovaný	středně modifikovaný
MO_LES_013	999	3	středně modifikovaný	středně modifikovaný
Hydromorfologická kvalita vodního útvaru			**3.1**	**2.7**

Tab. 27 porovnává výsledky hydromorfologické kvality toku Leskava před a po navržené úpravě. Kvalita v jednotlivých úsecích je znázorněna nejen slovně ale také dle barevné škály. Z celkových výsledků je zřejmé, že se podařilo dosáhnout patrného rozdílu a přiblížit se tak hodnotě 2.5, která udává hranici třídy 2 – slabě modifikovaný tok, značen zelenou barvou. Tento výsledek výrazně ovlivnil úsek 11, který je v celé délce zatrubněn. Z tohoto důvodu k tomuto úseku byla automaticky podle metodiky přiřazena třída 5 – silně modifikovaný tok. Aby bylo dosaženo celkového hodnocení toku v třídě 2, bylo by nutné tento úsek odkrýt a provést alespoň částečnou revitalizaci, případně provést úpravy na dalších úsecích toku. To by mohlo být např. v úseku MO_LES_002, kde by došlo k nahrazení spádových stupňů balvanitými skluzy – tím by byla opět obnovena migrační průchodnost koryta.

10 ZÁVĚR

V rámci této diplomové práce bylo hlavní úlohou zpracovat návrh pro zlepšení současného stavu vodního toku Leskava s využitím přírodě blízkých opatření ve spojení s územním systémem ekologické stability. První část byla věnována seznámení se základními pojmy, způsobem hodnocení vodních útvarů a problematikou revitalizací vodních toků v návaznosti na začlenění do územního systému ekologické stability. Z těchto poznatků se vycházelo při zpracování praktické části.

V praktické části byla podrobně popsána vybraná lokalita vodního toku Leskava. Na základě současného hydromorfologického stavu útvaru došlo k vytipování vhodných lokalit pro provedení revitalizačních úprav. Návrh opatření proběhl na úsecích MO_LES_006 a MO_LES_008.

První zmíněný úsek se nachází v lokálním biocentru BH01 o rozloze 5,23 ha. Z tohoto důvodu bylo možné rozvolnit novou meandrovou trasu koryta a plně tak využít tuto plochu začleněnou v územním plánu města Brna. Tím by se předešlo problémům týkajících se dostupnosti pozemků. V místě odbočení od původního koryta bude vytvořena nátoková tůň s vtokovým prahem. Voda dále pokračuje pozvolným spádem a napojuje se pomocí balvanitého skluzu na stávající koryto. V korytě byla navržena pohyblivá kyneta dimenzovaná na Q_{30d}. Kolem kynety byl navržen meandrový pás doplněný o vegetační doprovod, který převede průtok $Q_{1.}$ Okolní terén dovoluje případné rozlivy při vyšších průtocích, a tak nedojde k ohrožení intravilánu obcí Ostopovic a Bohunic. Součástí návrhu nové trasy bylo vytvoření soustavy pěti tůní s členitým dnem a variabilitou hloubek.

Druhý revitalizovaný úsek vytvoří propojení lokálních biocenter LBC BO01 a LBC SL01. V této části byla navržena méně kapacitní kyneta miskovitého tvaru pohybující se v meandrujícím pásu obdobně jako u předchozího úseku. Pomocí návrhu bude dosaženo omezených rozlivů do okolní nivy. Území se nachází v terénní sníženině, která zamezuje ohrožení výrobního podniku na pravém břehu. Přechod mezi stávajícím a navrženým korytem byl řešen skrze nátokovou tůň s vtokovým prahem. V dolním úseku bude nová trasa napojena přirozeným spádem. Návrh byl doplněn o vytvoření soustavy osmi tůní. Většina tůní se nachází v sníženině původního koryta z důvodů minimalizace finančních nákladů. Při návrhu tůní bylo využito často zamokřeného území v dolní části úseku. Tato plocha je vyznačena v územním plánu Ostopovic. Jedná se spíše o ideový návrh vzhledem k tomu, že pozemky jsou zatím v majetku soukromých vlastníků. Mohl by být ale využit jako podnět k doplnění současného územního plánu této obce.

Poslední část práce byla zaměřena na zhodnocení účinnosti navržených úprav. Pomocí metodiky HEM došlo ke stanovení hydromorfologické kvality toku po případné realizaci. Tato hodnota se porovnala s kvalitou stávajícího stavu. Podařilo se snížit hodnotu hydromorfologické kvality z hodnoty 3,1na 2,7, čímž se výsledek výrazně přiblížil hranici

2. klasifikační třídy a také požadavku Rámcové směrnice o vodách. Přínosem revitalizačních opatření je vytvořit ekologicko stabilní celky podporující přirozené funkce vodního toku a krajiny.

11 BIBLIOGRAFIE

[1] Hydrografie vodních toků: Klimatologie a hydrogeografie pro učitele. *Hydrografie vodních toků* [online]. Brno: Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity, 2014 [cit. 2022-03-10]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz_geogr/web/pages/08-hydrografie.html/

[2] Vodní tok - Ministerstvo životního prostředí. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2008 [cit. 2022-10-03]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/vodni_tok co je vodní tok

[3] Ochrana přírody a krajiny. *Ochrana přírody* [online]. Praha 11: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2008 — 2022 [cit. 2022-10-03]. Dostupné z: https://www.casopis.ochranaprirody.cz/pravo-v-ochrane-prirody/ochrana-prirody-a-krajiny-a-vodni-zakon/

[4] JUST, Tomáš, Kateřina KUJANOVÁ, Karel ČERNÝ a Miroslav KUBÍN. *Ochrana a zlepšování morfologie vodních toků: Revitalizace, dílčí vodohospodářská opatření, podpora renaturačních proceseů*. Praha: Agentura ochrany přírody, 2020. ISBN 978-80-7620-069-2.

[5] PALEČKOVÁ, Lenka. *Podpora středoškolské výuky v tématech ekologie říčních systémů: zpracování modelového povodí*. Brno, 2020. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Mgr. Karel Brabec, Ph.D.

[6] S. GUPTA, Ram. *Hydrology and Hydraulic Systems*. 3rd edition. Bristol: Waweland Press, 2017. ISBN 9781577664550.

[7] JUST, Tomáš. *Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. Praha 3: Český svaz ochránců přírody Hořovicko, 2005. ISBN 80-239- 6351-1.

[8] MATHIAS KONDOLF, G. a Hervé PIÉGAY. *Tools in fluvial geomorphology*. England: John Wiley, 2003. ISBN 0-471-49142-X.

[9] ROSGEN, Dave. *Applied River Morphology*. 2nd Edition. England: Hilton Lee Silvery, 1996. ISBN 978-0965328906.

[10] VYMEZENÍ VÝZNAMNÉHO KRAJINNÉHO PRVKU: ÚDOLNÍ NIVA. *URBANISMUS A ÚZEMNÍ ROZVOJ* [online]. 2019, XXII(6/2019), 18-23 [cit. 2022-10-03]. Dostupné z: https://www.uur.cz/images/5-publikacni-cinnost-a-knihovna/casopis/2019/2019-06/04-vymezeni.pdf

[11] JAKUBÍNSKÝ, PH.D., RNDr. Jiří. *Ekosystémové funkce údolních a poříčních niv v podmínkách environmentální změny* [online]. In: . Brno: Ústav výzkumu globální změny AV ČR, jaro 2020, s. 1-33 [cit. 2022-10-03]. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/sci/jaro2020/ZD162/um/FGS10_Jakubinsky.pdf

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

[13] VRÁNA, DOSTÁL, GERGEL a KENDER. *Revitalizace malých vodních toků*. Praha: Consult Praha, 2004. ISBN 80-902132-9-4.

[14] ČIHÁK, Pavel. *HYDROEKOLOGICKÝ MONITORING A REVITALIZACE ČÁSTI TOKU LESKAVA*. Brno, 2021. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. EVA HYÁNKOVÁ, Ph.D.

[15] BRIERLEY, Gary J. a Kirstie FRYIRS. *Geomorphology and river management: Applications of the River Styles Framework*. 2nd. Oxford: Blackwell, 2005. ISBN 978-1-4051-1516-2.

[16] BERGERE LEOPOLD, Luna Bergere Leopold. *River channel patterns: Braided, meandering, and straight* [online]. 282. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1957 [cit. 2022-10-03]. ISBN 978-1-349-15382-4. Dostupné z: https://pubs.usgs.gov/pp/0282b/report.pdf

[17] KUJANOVÁ, Kateřina. Jak ne/plníme Rámcovou směrnici o vodách ve zlepšování morfologického stavu toků?. *Ochrana přírody* [online]. 2020, 6/2020, 34-37 [cit. 2022-10-13]. Dostupné z: https://www.casopis.ochranaprirody.cz/

[18] MISIURA, Katarzyna a Leszek CZECHOWSKI. *Numerical modelling of sedimentary structures in rivers on Earth and Titan* [online]. 2015, Jun 2015 [cit. 2022-10-13]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/River-types-based-on-their-sin-u-os-ity-num-ber-of-chan-nels-and-lat-eral-move-ment_fig10_282446997

[19] KROČA, Jiří. Divočící řeka Morávka: dynamické, stabilní a ohrožené prostředí. *Ochrana přírody* [online]. ČR: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 21.7. 2017n. l., 2017 [cit. 2022-10-13]. Dostupné z: https://www.casopis.ochranaprirody.cz/vyzkum-a-dokumentace/divocici-reka-moravka/

[20] SUMMERFIELD, M. A. *Global geomorphology : an introduction to the study of landforms*. Xiv. Harlow: Pearson Prentice Hall, 1991, 531 s. ISBN 0582301564.

[21] RE-MEANDERING. *Natural Water Retention Measures* [online]. France: Office International de l'Eau, 2015 [cit. 2022-10-16]. Dostupné z: http://nwrm.eu/measure/re-meandering

[22] L. ROSGEN, David. CATENA 22. *A classification of natural rivers*. USA: Elsevier, 1994, s. 169 – 199. O341-8162(94)EO.

[23] Ochrana přírody. *Ochrana přírody* [online]. Praha 11: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2008 — 2022 [cit. 2022-10-22]. Dostupné z: https://www.casopis.ochranaprirody.cz/vyzkum-a-dokumentace/jak-ne-plnime-ramcovou-smernici-o-vodach-ve-zlepsovani-morfologickeho-stavu-toku/

[24] JUST, Tomáš. Morfologicko-ekologický stav vodních toků. *Agentura ochrany přírody a krajiny* [online]. Praha 11: Regionální pracoviště Střední Čechy, 2021 [cit. 2022-10-22]. Dostupné z: https://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/morfologicko-ekologicky-stav-vodnich-toku/

[25] Plánování v oblasti vod. *Povodí Moravy* [online]. ČR: Ministerstvo zemědělství, 2022 [cit. 2022-10-30]. Dostupné z: http://www.pmo.cz/cz/cinnost/planovani-v-oblasti-vod/

[26] 1. Plánovací období. *Eagri.cz* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2021 [cit. 2022-10-30]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/plany-povodi-pro-1-obdobi/

[27] 2. Plánovací období. *Eagri.cz* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2021 [cit. 2022-10-30]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/priprava-planu-povodi-pro-2-obdobi/

[28] 3. Plánovací období. *Eagri.cz* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2021 [cit. 2022-10-30]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/x3-planovaci-obdobi/

[29] Vodní toky: Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) § 43. *EAGRI* [online]. Praha 1: Ministerstvo zemědělství, 2022 [cit. 2022-11-22]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100053099.html

[30] Natura 2000. *EAGRI* [online]. Praha 1: Ministerstvo zemědělství, 2022 [cit. 2022-11-23]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/mze/puda/ochrana-pudy-a-krajiny/natura-2000/

[31] 1. plánovací období. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha 10: Ministerstvo životního prostředí, 2008–2022 [cit. 2022-11-24]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/planovaci_obdobi_ramcova_smernice_prvni

[32] 2. plánovací období. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha 10: Ministerstvo životního prostředí, 2008–2022 [cit. 2022-11-24]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/planovaci_obdobi_ramcova_smernice_prvni

[33] 2. Plánovací období. *Eagri.cz* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2021 [cit. 2022-11-24]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/priprava-planu-povodi-pro-2-obdobi/

[34] 3. plánovací období. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha 10: Ministerstvo životního prostředí, 2008–2022 [cit. 2022-11-24]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/planovaci_obdobi_ramcova_smernice_prvni

[35] 3. Plánovací období. *Eagri.cz* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2021 [cit. 2022-11-24]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/x3-planovaci-obdobi/

[36] Zákon č. 254/2001 Sb.: Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). *Zákon pro lidi* [online]. Zlín: AION CS, s.r.o, 2022 [cit. 2022-11-25]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254

[37] Rámcový program monitoringu. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2020 [cit. 2022-11-25]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/ramcovy_program_monitoringu/$FILE/OOV_RPM_2019_20190116.pdf

[38] Vyhláška č. 98/2011 Sb.: Vyhláška 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. *Zákon pro lidi* [online]. Zlín: AION CS, s.r.o, 2022 [cit. 2022-11-25]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-98#p7

[39] Metodika hodnocení chemického a ekologického stavu útvarů povrchových vod kategorie řeka pro druhý cyklus plánů povodí v ČR. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, 2014 [cit. 2022-11-25]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/$FILE/OOV-hodnoceni_chemicky_ekologicky_stav-20140505.pdf

[40] Hodnocení stavu útvarů povrchových vod v České republice pro 3. plánovací období plánů povodí. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace* [online]. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, 2020 [cit. 2022-11-26]. Dostupné z: https://www.vtei.cz/2020/12/hodnoceni-stavu-utvaru-povrchovych-vod-v-ceske-republice-pro-3-planovaci-obdobi-planu-povodi/

[41] ČSN EN 14614 (757723): Kvalita vod - Návod pro hodnocení hydromorfologických charakteristik toků. *Normy.biz* [online]. Brno: Ing. Jiří Hrazdil - Technické normy, 2003 - 2022 [cit. 2022-11-27]. Dostupné z: https://shop.normy.biz/detail/512326

[42] ČSN EN 15843 (757725): Jakost vod – Návod pro určení stupně modifikace hydromorfologie řek. *Normy.biz* [online]. Brno: Ing. Jiří Hrazdil - Technické normy, 2003 - 2022 [cit. 2022-11-27]. Dostupné z: https://shop.normy.biz/detail/512326

[43] River Hydromorphological Assessment and Monitoring Methodologies – FINAL REPORT: Part 1 – Summary of European country questionnaires. European Commission [online]. April 2018 [cit. 2022-11-26]. Dostupné z: https://circabc.europa.eu/sd/a/8645bdba-7397-47d4-ab4b8c6e22284e08/Report%20_Hymo_Assessment_Rivers_Part%201_final_April%202018 .pdf

[44] River Habitat Survey in Britain and Ireland. *Gov.uk* [online]. Britian: Environment agency, 2003 [cit. 2022-11-26]. Dostupné z: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/311579/LIT_1758.pdf

[45] MATOUŠKOVÁ, Milada. Metoda EcoRivHab a zkušenosti s některými zahraničními přístupy. *Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova* [online]. Brno: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2012 [cit. 2022-11-26]. Dostupné z: http://pvvc.cz/ckfinder/userfiles/files/Metoda_EcoRivHab_Milada-Matouskova.pdf

[46] Metodika pro hodnocení hydromorfologie na referenčních lokalitách v rámci monitoringu ekologického stavu tekoucích vod podle rámcové směrnice o vodách (WFD 2000/60/ ES) [online]. Brno: AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČR, 2007 [cit. 2022-11-26]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/hmcvz/Pril._8_Metodika_pro_hodnoceni_hydromorfologie.pdf

[47] MATOUŠKOVÁ, Milada. Ekohydrologický monitoring vodních toků: v kontextu evropské Rámcové směrnice o vodní politice 2000/60/ES [online]. Praha: Univerzita Karlova v Praze Přírodovědecká fakulta, 2008 [cit. 2022-11-26]. Dostupné z: https://docplayer.cz/16687950-Ekohydrologicky-monitoring-vodnich-toku.html

[48] Metodika odboru ochrany vod, která stanovuje postup hodnocení vlivů opatření na vodních tocích a nivách na hydromorfologický stav vod [online]. Ministerstvo životního prostředí [cit. 2022-11-26]. Dostupné z: https://docplayer.cz/33535866-Metodika-odboru-ochrany-vod-ktera-stanovuje-postup-hodnoceni-vlivu-opatreni-na-vodnich-tocich-a-nivach-na-hydromorfologicky-stav-vod.html

[49] Metodika odboru ochrany vod, která stanovuje postup hodnocení vlivů opatření na vodních tocích a nivách na hydromorfologický stav vod. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Česká republika: Ministerstvo životního prostředí, 2008 [cit. 2022-11-27]. Dostupné z: https://docplayer.cz/33535866-Metodika-odboru-ochrany-vod-ktera-stanovuje-postup-hodnoceni-vlivu-opatreni-na-vodnich-tocich-a-nivach-na-hydromorfologicky-stav-vod.html

[50] LANGHAMMER, Jakub. HEM: Metodika monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2014 [cit. 2022-11-27]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/$FILE/OOV-HEM%20_2014_Metodika_monitoringu-15092015.pdf

[51] LANGHAMMER, Jakub. HEM: Metodika typově specifického hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2014 [cit. 2022-11-27]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/$FILE/OOV-HEM%20_2014_Metodika_monitoringu-15092015.pdf

[52] LANGHAMMER, Jakub. Metodika vymezení útvarů povrchových vod. *Dibavod.cz* [online]. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2010 [cit. 2022-11-27]. Dostupné z: https://www.dibavod.cz/data/metodika_vymezeni_vu.pdf

[53] Řád vodních toků podle Strahlera (archiv, 1:50000, 2005). Hydroekologický informační systém VÚV TGM [online]. [cit. 2022-11-27]. Dostupné z: https://heis.vuv.cz/

[54] NAVRÁTILOVÁ, Jana. *PODÉLNÁ VARIABILITA HYDROMORFOLOGICKÉ KVALITY PONÁVKY*. Brno, 2012. Bakalářská práce. MASARYKOVA UNIVERZITA. Vedoucí práce Mgr. Zdeněk Máčka, Ph.D.

[55] JUST, Tomáš. Revitalizace vodních toků. *Agentura ochrany přírody a krajiny* [online]. Praha: Regionální pracoviště Střední Čechy, 2021 [cit. 2022-11-29]. Dostupné z: https://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/revitalizace-vodnich-toku/

[56] VRÁNA, KAREL a VEJVALKOVÁ. Vývoj oboru revitalizace drobných vodních toků. *Fórum ochrany přírody* [online]. Praha: Fórum ochrany přírody, 2015 [cit. 2022-11-29]. Dostupné z: https://www.casopis.forumochranyprirody.cz/magazin/analyzy-komentare/vyvoj-oboru-revitalizace-drobnych-vodnich-toku

[57] *Hydroekologický monitoring a revitalizace malého vodního toku* [online]. Brno, 2019 [cit. 2022-11-30]. Dostupné z: https://dspace.vutbr.cz/xmlui/bitstream/handle/11012/137682/final-thesis.pdf?sequence=-1&isAllowed=y. Diplomová práce. VUT v Brně. Vedoucí práce Ing. Eva Hyánková, Ph.D.

[58] Rybí přechody a jiné migračně prostupné objekty. *Agentura ochrany a přírody krajiny ČR* [online]. Praha: AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČESKÉ REPUBLIKY, 2022 [cit. 2022-11-30]. Dostupné z: http://vodnitoky.ochranaprirody.cz/migrace-ryb-a-rybi-prechody-rybi-prechody-a-jine-migracne-prostupne-objekty/

[59] JUST, Tomáš. Ekologicky orientovaná správa vodních toků v oblasti péče o jejich morfologický stav: Metodika AOP ČR. *Agentura ochrany a přírody krajiny ČR* [online]. Praha: AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČESKÉ REPUBLIKY, 2016 [cit. 2022-12-02]. Dostupné z: https://knihovna.nature.cz/media-viewer?rootDirectory=15891&origin=https%3A%2F%2Fknihovna.nature.cz%2Frecords%2F7382738b-eb3c-4edc-b468-7c37e802ed15#!?file=30461

[60] Budování nových tůní. *Mokřady* [online]. Jihlava: Mokřady - ochrana a management z.s, 2022 [cit. 2022-12-02]. Dostupné z: https://mokrady.wbs.cz/budovani-novych-tuni.html

[61] Mokřady – základní inforcmace. *Mokřady* [online]. Jihlava: Mokřady - ochrana a management z.s, 2022 [cit. 2022-12-02]. Dostupné z: https://mokrady.wbs.cz/budovani-novych-tuni.html

[62] Wetlands. *United States Environmental Protection Agency* [online]. USA: U.S. Environmental Protection Agency, 2022 [cit. 2022-12-02]. Dostupné z: https://www.epa.gov/wetlands/what-wetland

[63] Zásady péče o mokřady – základní inforcmace. *Mokřady* [online]. Jihlava: Mokřady - ochrana a management z.s, 2022 [cit. 2022-12-02]. Dostupné z: https://mokrady.wbs.cz/budovani-novych-tuni.html

[64] Územní systém ekologické stability. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2022 [cit. 2022-12-02]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/uzemni_system_ekologicke_stability

[65] KOSEJK, Jaromír a Václav PETŘÍČEK. In: *Realizace skladebných částí územních systémů ekologické stability (ÚSES)*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2009, s. 1-13. ISBN 978-80-87051-65-8.

[66] MADĚRA, Petr a Eliška ZIMOVÁ. Metodické postupy projektování lokálního ÚSES. *Fórum ochrany přírody* [online]. Brno: Ústav lesnické botaniky, dendrologie a typologie LDF MZLU v Brně, 2002 [cit. 2022-12-03]. Dostupné z: http://www.forumochranyprirody.cz/sites/default/files/20.pdf

[67] HÁJEK, Miroslav. Plánování územních systémů ekologické stability. *Ochrana přírody a krajiny* [online]. Praha: AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČESKÉ REPUBLIKY, 2022 [cit. 2022-12-03]. Dostupné z: https://www.casopis.ochranaprirody.cz/zvlastni-cislo/planovani-uzemnich-systemu-ekologicke-stability/

[68] Povodí Moravy, s.p. *Povodí Moravy* [online]. Brno: Povodí Moravy, s.p., 2010–2022 [cit. 2022-12-12]. Dostupné z: http://www.pmo.cz/

[69] HRUBAN, Robert. Klimatické oblasti dle Evžena Quitta (1971). *Moravské karpaty* [online]. Halenkovice: Robert Hruban, 2019 [cit. 2022-12-12]. Dostupné z: http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/klima/klimaticke-oblasti-dle-e-quitta-1971/

[70] Územní srážky. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. Praha: Resort životního prostředí, 2022 [cit. 2022-12-12]. Dostupné z: https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky

[71] GEOLOGY.CZ. Geovědní mapy 1:25 000. *Česká geologická služba* [online]. Praha 1: Geology.cz, 2021 [cit. 2022-12-12]. Dostupné z: https://mapy.geology.cz/geocr25/

[72] Biocentrum Mokroš: Lokální biocentrum. *Obec Mořice* [online]. Mořice: obec Mořice, 2022 [cit. 2023-01-03]. Dostupné z: https://www.morice.cz/mokros

[73] Územní plán města Brna: Návrh pro 2. opakované veřejné projednání. *Brno* [online]. Magistrát města Brna: Obor územního plánování a rozvoje, 2021 [cit. 2023-01-03]. Dostupné z: https://upmb.brno.cz/wp-content/uploads/2022/06/6_USES-2.pdf

[74] Územní plán obce Ostopovice: Koncepce uspořádání krajiny. *Ostopovice* [online]. Ostopovice: Zastupitelstvo obce Ostopovice, 2022 [cit. 2023-01-04]. Dostupné z: https://www.ostopovice.cz/uzemni-plan

[75] Generel odvodnění města Brna. *Brno* [online]. Magistrát města Brna: Obor územního plánování a rozvoje, 2021 [cit. 2023-01-03]. Dostupné z: https://upmb.brno.cz/wp-content/uploads/2022/06/Technicka_zprava_Leskava.pdf

12 SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Srovnání vybraných parametrů dvou zahraničních metodik hydromorfologického monitoringu vodních toků [45] 30
Tab. 2 Přehled hydromorfologických stavů a hodnocení [46] 32
Tab. 3 Výsledné hodnocení ekomorfologického stavu [47] 33
Tab. 4 Výsledné kategorie vodních toků [52] 39
Tab. 5 Skupiny typů toků pro specifické hodnocení [52] 40
Tab. 6 Klasifikace hydromorfologického stavu 41
Tab. 7 Srovnání některých parametrů 3 českých metodik [54] 42
Tab. 8 Minimální prostorové parametry biocenter [65] 63
Tab. 9 Minimální prostorové parametry biokoridorů [65] 63
Tab. 10 Základní informace vodního toku 66
Tab. 11 Označení mapovaných úseků [14] 71
Tab. 12 Výsledné hodnoty hydromorfologického stavu úseků [14] 72
Tab. 13 Výsledná hydromorfologická kvalita vodního toku [14] 73
Tab. 14 Hydromorfologická kvalita 6. úseku [14] 74
Tab. 15 Tabulka použitých drsností 76
Tab. 16 Tabulka N-letých průtoků [14] 76
Tab. 17 Výsledné hodnoty ve vybraných profilech, MO_LES_006 77
Tab. 18 Návrhové charakteristiky koryta v přímém úseku (viz příloha B.3) 78
Tab. 19 Návrhové charakteristiky koryta v oblouku (viz příloha B.4) 78
Tab. 20 Zhodnocení navržené revitalizace úseku MO_LES_006 80
Tab. 21 Hydromorfologická kvalita 8. úseku 81
Tab. 22 Tabulky použitých drsností 82
Tab. 23 Výsledné hodnoty ve vybraných profilech, MO_LES_008 83
Tab. 24 Návrhové charakteristiky koryta v přímém úseku (viz příloha C.3) 85
Tab. 25 Návrhové charakteristiky koryta v přímém úseku (viz příloha C.4) 85
Tab. 26 Zhodnocení navržené revitalizace úseku MO_LES_008 87
Tab. 27 Srovnání stávajícího stavu s navrženým stavem 88

13 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Napřímené zkapacitněné koryto potoka Slubice [4] Obr. 2 Přírodě blízký úsek Slubice [4] 3
Obr. 3 Tvary říčních sítí [6] 4
Obr. 4 Typy vodních toků podle jejich geomorfologie [18] 8
Obr. 5 Přirozeně přímé koryto Jizery [17] 9
Obr. 6 Divočení řeky Morávky [19] 9
Obr. 7 Proudění vody v meandrech [20] 10
Obr. 8 Geometrie meandrů [20] 11
Obr. 9 Meandrující řeka [21] 12
Obr. 10 Rosgenova klasifikace vodních toků [22] 13
Obr. 11 Řeka Smědá [Miroslava Schärfnerová] 15
Obr. 12 Vymezení údolní nivy [11] 17
Obr. 13 Tvary údolí dle Kerna, 1994 [7] 18
Obr. 14 Přehled říční nivy meandrujícího toku 19
Obr. 15 Rozdělení dílčích povodí ČR [33] 24
Obr. 16 Diagram znázorňující SPOT – CHECK 29
Obr. 17 Princip hodnocení útvarů dle RSV [50] 36
Obr. 18 Ukázka dělení a označení úseků 38
Obr. 19 Řád toků dle Strahlera [53] 40
Obr. 20 Parametry popisující meandrování koryta [4] 47
Obr. 21 Koryto přirozeného vodního toku (vlevo) a divočícího toku (vpravo) [24] 48
Obr. 22 Příčný profil přírodního, technicky upraveného a revitalizačního koryta [24] 48
Obr. 23 Podélný profil revitalizovaného koryta [24] 49
Obr. 24 Přírodní obtokové koryto [58] 50
Obr. 25 Technický štěrbinový rybí přechod [58] 50
Obr. 26 Schematizace částí tůně [60] 53
Obr. 27 Správný a chybný způsob návrhu příbřežní zóny [63] 54
Obr. 28 Ukázka lokálního biocentra v obci Mořice [72] 58
Obr. 29 Ukázka interakčního prvku v podobě výsadby ovocných vysokokmenů [67] 61
Obr. 30 Zájmové území 65
Obr. 31 Klimatické oblasti ČR [69] 67
Obr. 32 Geologická mapa zájmového území [70] 67
Obr. 33 Prvky ÚSES v dané lokalitě [73] 69
Obr. 34 Situace toku (červená barva) [QGIS, ZM25] 69
Obr. 35 Přímý úsek, lichoběžníkové koryto říční km 8,345, MO_LES_011 [Čihák] 70

Obr. 36 Zanesené, uměle zahloubené koryto, říční km 7,025, MO_LES_009 [Čihák] 70
Obr. 38 Spádový stupeň, zahloubené koryto s hrázkou, říční km 0,075, MO_LES_002 [Čihák] 70
Obr. 39 Rozdělení toku na úseky [QGIS, ZM25] 71
Obr. 40 Charakter úseku toku a nivy [Čihák, červen 2022] 74
Obr. 41 Simulace úseku toku v programu HEC-RAS, MO_LES_006 75
Obr. 42 Záplavové území při průtoku Q_{20} 76
Obr. 43 Prvky ÚSES v úseku MO_LES_006 dle Územního plánu města Brna [73] 77
Obr. 44 Revitalizovaný úsek v MO_LES_006 v LBC BH01 80
Obr. 45 Charakter toku a využití pravobřežní nivy [Čihák, červen 2022] 81
Obr. 46 Simulace úseku toku v programu HEC-RAS, MO_LES_008 82
Obr. 47 Záplavové území při průtoku Q_5 83
Obr. 48 Prvky ÚSES v úseku MO_LES_008 dle Územního plánu města Brna [73] 84
Obr. 49 Zamokřeného území dle územního plánu Ostopovic [74] 85
Obr. 50 Propojení biocenter LBC BO01 s LBC SL01 87

SEZNAM PŘÍLOH

A. HYDROEKOLOGICKÝ MONITORING

A.1 VYPLNĚNÍ VZOROVÝ MAPOVACÍ FORMULÁŘ

A.2 HYDROMORFOLOGICKÁ KVALITA TOKU – NAVRŽENÝ STAV

A.3 HYDROMORFOLOGICKÝ STAV TOKU – STÁVAJÍCÍ STAV 1:20000

A.4 HYDROMORFOLOGICKÝ STAV TOKU – NAVRŽENÝ STAV 1:20000

B. REVITALIZACE TOKU LESKAVA, Ř.KM 3,945 – 4,447, ÚSEK MO_LES_006

B.1 PŘEHLEDNÁ SITUACE 1:1000

B.2 PODÉLNÝ PROFIL 1:1000/100

B.3 PŘÍČNÝ ŘEZ 1 – PŘÍMÝ ÚSEK 1:100

B.4 PŘÍČNÝ ŘEZ 2 – ÚSEK V OBLOUKU, MĚLKÁ TŮŇ 1:100

C. REVITALIZACE TOKU LESKAVA, Ř.KM 5,662-6,535, ÚSEK MO_LES_008

C.1 PŘEHLEDNÁ SITUACE 1:1000

C.2 PODÉLNÝ PROFIL 1:1000/100

C.3 PŘÍČNÝ ŘEŽ 1 – PŘÍMÝ ÚSEK, TŮŇ S HLUBŠÍ PASÁŽÍ 1:100

C.4 PŘÍČNÝ ŘEZ 2 – ÚSEK V OBLOUKU 1:100

D. VÝPOČTY STÁVAJÍCÍHO STAVU (HEC-RAS)

D.1 UMÍSTĚNÍ PŘÍČNÝCH PROFILŮ 1:10000

D.2 CHARAKTERISTIKY STÁVAJÍCÍHO KORYTA

PŘÍLOHA A.1 VYPLNĚNÝ VZOROVÝ MAPOVACÍ FORMULÁŘ

HEM 2014 - Hydroekologický monitoring

Mapovací formulář

Název toku	LESKAVA
ID úseku	MO_LES_008
Délka úseku (m)	1140
Mapovatel	PAVEL ČIHÁK

Datum, čas	
ID vodního útvaru	417 271 000 100
Typ vodního útvaru	3-2-2-1

Geometrické charakteristiky úseku

	Říční km		Souřadnice X (m) N		Souřadnice Y (m) E	
Hranice úseku						
Dolní hranice	5.550		49.162 788		16.555 391	
Horní hranice	6.690		49.168 601		16.542 329	
Tvar údolí (zaškrtnout)	Soutěska	Tvar V	Tvar U	Neckovitý	Plochý	Asymetrický
					X	

1. Upravenost trasy toku (TRA)

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

2. Variabilita šířky koryta (VSK)

Zdroj dat: T | D; Spolehlivost stanovení: A | B | C	Minimum	Maximum
Šířka koryta (m)	1,5	1,8
Šířka hladiny (m)	4	6
Šířka údolní nivy L břeh (m)	40	53
Šířka údolní nivy P břeh (m)	46	276

3. Variabilita zahloubení v podélném profilu (VHL)

Zdroj dat: T | D; Spolehlivost stanovení: A | B | C	Rozsah* (%)	Uměle zvýšené	Uměle snížené
0-1 m	10		
1-2 m	40		
2-4 m	50		
4 a více m			

4. Variabilita hloubek v příčném profilu (VHP)

Zdroj dat: T | D; Spolehlivost stanovení: A | B | C	Rozsah* (%)
Vysoká	
Střední	90
Přirozeně nízká	10
Nízká z důvodu úpravy koryta	

5. Dnový substrát (DNS)

Zdroj dat: T | D; Spolehlivost stanovení: A | B | C	Rozsah* (%)
Skalní podloží	
Balvany (256 mm a více)	
Kameny (64 - 256 mm)	40
Štěrk (2 - 64 mm)	20
Písek (0,06 - 2 mm)	5
Prach/bahno (méně než 0,06 mm)	30
Rašelina	
Pevné jílovité dno	5
Umělý substrát	

6. Upravenost dna (UDN)

Zdroj dat: T | D; Spolehlivost stanovení: A | B | C	Rozsah* (%)
Dno bez známek úprav	100
Zpevnění dna kamennou dlažbou	
Zpevnění dna kamenným pohozem, rovnaninou	
Zpevnění dna betonem	
Zatrubnění, zakrytí toku	
Pravidelná prohrábka koryta/ zvýšené zahloubení	
Přidávání splavenin a umělého substrátu	

7. Mrtvé dřevo v korytě (MDK)

Zdroj dat: T | D; Spolehlivost stanovení: A | B | C	Rozsah* (%)		
Mrtvé dřevo a dřevní zbytky v korytě	2		
Intenzita odstraňování	žádné	občasné	systemat.
	X		

8. Struktury dna (STD)

Zdroj dat: T | D; Spolehlivost stanovení: A | B | C	Rozsah* (%)
Žádné pozorované struktury dna	90
Lavice	10
Ostrovy	
Mělčiny	
Tůně	
Peřeje	
Skalní stupně	

9. Charakter proudění (PRO)

Zdroj dat: T | D; Spolehlivost stanovení: A | B | C	Rozsah* (%)
Vodopád	
Stupně, kaskáda	
Peřejnatý úsek	
Slapový proud	
Klouzavý proud	100
Tůně	

10. Ovlivnění hydrologického režimu (OHR)

Zdroj dat: T | D; Spolehlivost stanovení: A | B | C	Rozsah*
Dynamika beze změn (rozsah %)	100
Trvalá regulace průtoku (hráz aj.) (rozsah %)	
Trvalé vzdutí (jez aj.) (rozsah %)	
Periodické vzdutí (rozsah %)	
Vypouštění (rozsah %)	
Odběry vody (rozsah %)	
Extrémně snížený průtok (% doby)	
Špičkování, rychlé zvyšování průtoku (% doby)	

Záznam rozsahu jevu nebo úpravy

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

11. Podélná průchodnost koryta (PPK)

Zdroj dat: T | D; Spolehlivost stanovení: A | B | C	Počet výskytů	Z toho počet dočasných překážek	Z toho počet migračně průchodných
Úsek bez překážek	X		
Nízké stupně s výškou nižší než 0,3 m			
Stupeň nebo jez s výškou 0,3 - 1 m			
Stupeň nebo jez vyšší než 1 m			
Skluz			
Propustek			
Hráz			

Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Geografie

Ministerstvo životního prostředí

SFŽP ČR

12. Upravenost břehu (UBR)

Zdroj dat: T | D Spolehlivost stanovení: A | B | C	Rozsah* (%)	
	L břeh	P břeh
Břeh bez známek úprav	60	60
Vegetační opevnění břehu (zatravnění)	13	15
Vegetační opevnění břehu (kulatina)		
Rozpad, zpřírodnění úpravy (pohoz, zához, rovnanina)	5	5
Kamenný pohoz, zához, rovnanina		
Gabiony		
Polovegetační tvárnice		
Zpevnění břehu kamennou dlažbou	20	20
Zpevnění břehu betonem	2	
Souvislá úprava profilu		

13. Břehová vegetace (BVG)

Zdroj dat: T | D Spolehlivost stanovení: A | B | C	Rozsah* (%)	
	L břeh	P břeh
Přirozený les		
Hospodářský les		
Liniová vegetace	15	15
Přerušované pásy vegetace		
Jednotlivé stromy, keře	10	10
Trávobylinná vegetace	70	70
Ruderální společenstvo		
Břehy bez vegetace	5	5

14. Využití příbřežní zóny (VPZ)

Zdroj dat: T | D Spolehlivost stanovení: A | B | C	Rozsah* (%)	
	L břeh	P břeh
Přirozený skalní povrch		
Les		
Louka		
Pastvina		
Plochy ponechané přirozenému vývoji	10	
Vodní plochy		
Mokřad		
Zemědělská plocha		95
Roztroušená zástavba		5
Intravilán, průmysl	90	

15. Využití údolní nivy (VNI)

Zdroj dat: T | D Spolehlivost stanovení: A | B | C	Rozsah* (%)	
	L břeh	P břeh
Přirozený skalní povrch		
Les		
Louka		
Pastvina		
Plochy ponechané přirozenému vývoji	10	
Vodní plochy		
Mokřad		
Zemědělská plocha		95
Roztroušená zástavba		5
Intravilán, průmysl	90	

16. Průchodnost inundačního území (PIN)

Zdroj dat: T | D Spolehlivost stanovení: A | B | C		Výskyt	
		L břeh	P břeh
Žádné liniové stavby v nivě	(Zaškrtnout)		
Liniové stavby napříč nivou - náspy komunikací aj.	(Počet)		
Povodňové hráze podél koryta	(Rozsah* %)		
Liniové stavby vedené paralelně s korytem, náspy komunikací aj.	(Rozsah* %)	90	10
Odsazení hrází/valů od koryta	(m)		
Zkapacitnění koryta	(Rozsah* %)		

17. Stabilita břehu a boční migrace koryta (BMK)

Zdroj dat: T | D Spolehlivost stanovení: A | B | C	Rozsah* (%)	
	L břeh	P břeh
Stabilní břeh bez nátrží a akumulací	90	90
Drobné břehové nátrže (do 5 m)	10	10
Rozsáhlé břehové nátrže (nad 5 m)		
Drobné fluviální akumulace (do 100 m^2)		
Rozsáhlé fluviální akumulace (nad 100 m^2)		
Omezení bočního pohybu koryta		

---------- doplňkové charakteristiky ----------

Invazní druhy

Zdroj dat: T | D Spolehlivost stanovení: A | B | C	*Druhy*	*Četnost* *1 – jednotky* *2 – desítky* *3 – stovky* *4 - tisíce*
Levý břeh		
Pravý břeh		

Fotodokumentace

ID fotografií struktur a úprav vztahujících se k danému úseku:

Poznámky

Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta
Ústav geoniky
Ministerstvo životního prostředí
SFŽP ČR

PŘÍLOHA A.2 HYDROMORFOLOGICKÁ KVALITA TOKU – NAVRŽENÝ STAV

ÚSEK MO_LES_001							
Ukazatel	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**	**Ukazatel**	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**
1. TRA	5	1	1	**10. OHR**	1	0.1	0.1
2. VSK	1	0.1	0.1	**11. PPK**	1	0.5	0.5
3. VHL	1	0.1	0.2	**12. UBR**	4	0.25	0.25
4. VHP	2	0.1	0.1	**13. BVG**	3	0.15	0.3
5. DNS	2	0.1	0.1	**14. VPZ**	5	0.4	0.4
6. UDN	1	0.25	0.25	**15. VNI**	5	0.3	0.6
7. MDK	2	0.1	0.2	**16. PIN**	4	0.15	0.3
8. STD	1	0.15	0.15	**17. BMK**	1	0.15	0.15
9. PRO	2	0.1	0.2	Hydromorfologická kvalita úseku			**3.2**
třída 3 – Středně modifikovaný							

ÚSEK MO_LES_002							
Ukazatel	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**	**Ukazatel**	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**
1. TRA	2	1	1	**10. OHR**	1	0.1	0.1
2. VSK	2	0.1	0.1	**11. PPK**	5	0.5	0.5
3. VHL	3	0.1	0.2	**12. UBR**	4	0.25	0.25
4. VHP	4	0.1	0.1	**13. BVG**	3	0.15	0.3
5. DNS	2	0.1	0.1	**14. VPZ**	4	0.4	0.4
6. UDN	3	0.25	0.25	**15. VNI**	4	0.3	0.6
7. MDK	2	0.1	0.2	**16. PIN**	1	0.15	0.3
8. STD	2	0.15	0.15	**17. BMK**	4	0.15	0.15
9. PRO	1	0.1	0.2	Hydromorfologická kvalita úseku			**3**
třída 3 – Středně modifikovaný							

ÚSEK MO_LES_003							
Ukazatel	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**	**Ukazatel**	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**
1. TRA	4	1	1	**10. OHR**	1	0.1	0.1
2. VSK	1	0.1	0.1	**11. PPK**	1	0.5	0.5
3. VHL	1	0.1	0.2	**12. UBR**	4	0.25	0.25
4. VHP	3	0.1	0.1	**13. BVG**	3	0.15	0.3
5. DNS	2	0.1	0.1	**14. VPZ**	5	0.4	0.4
6. UDN	1	0.25	0.25	**15. VNI**	5	0.3	0.6
7. MDK	1	0.1	0.2	**16. PIN**	4	0.15	0.3
8. STD	3	0.15	0.15	**17. BMK**	2	0.15	0.15
9. PRO	2	0.1	0.2	Hydromorfologická kvalita úseku			**3**
třída 3 – Středně modifikovaný							

ÚSEK MO_LES_004							
Ukazatel	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**	**Ukazatel**	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**
1. TRA	3	1	1	**10. OHR**	1	0.1	0.1
2. VSK	3	0.1	0.1	**11. PPK**	1	0.5	0.5
3. VHL	1	0.1	0.2	**12. UBR**	4	0.25	0.25
4. VHP	3	0.1	0.1	**13. BVG**	4	0.15	0.3
5. DNS	1	0.1	0.1	**14. VPZ**	5	0.4	0.4
6. UDN	1	0.25	0.25	**15. VNI**	5	0.3	0.6
7. MDK	2	0.1	0.2	**16. PIN**	5	0.15	0.3
8. STD	3	0.15	0.15	**17. BMK**	3	0.15	0.15
9. PRO	2	0.1	0.2	Hydromorfologická kvalita úseku			**3**
třída 3 – Středně modifikovaný							

ÚSEK MO_LES_005							
Ukazatel	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**	**Ukazatel**	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**
1. TRA	3	1	1	**10. OHR**	1	0.1	0.1
2. VSK	3	0.1	0.1	**11. PPK**	1	0.5	0.5
3. VHL	3	0.1	0.2	**12. UBR**	4	0.25	0.25
4. VHP	3	0.1	0.1	**13. BVG**	4	0.15	0.3
5. DNS	1	0.1	0.1	**14. VPZ**	5	0.4	0.4
6. UDN	1	0.25	0.25	**15. VNI**	4	0.3	0.6
7. MDK	2	0.1	0.2	**16. PIN**	5	0.15	0.3
8. STD	3	0.15	0.15	**17. BMK**	3	0.15	0.15
9. PRO	2	0.1	0.2	Hydromorfologická kvalita úseku			**2.9**
třída 3 – Středně modifikovaný							

ÚSEK MO_LES_006 PO REVITALIZACI							
Ukazatel	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**	**Ukazatel**	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**
1. TRA	1	1	1	**10. OHR**	1	0.1	0.1
2. VSK	1	0.1	0.1	**11. PPK**	1	0.5	0.5
3. VHL	2	0.1	0.2	**12. UBR**	1	0.25	0.25
4. VHP	1	0.1	0.1	**13. BVG**	2	0.15	0.3
5. DNS	1	0.1	0.1	**14. VPZ**	1	0.4	0.4
6. UDN	1	0.25	0.25	**15. VNI**	2	0.3	0.6
7. MDK	2	0.1	0.2	**16. PIN**	2	0.15	0.3
8. STD	1	0.15	0.15	**17. BMK**	1	0.15	0.15
9. PRO	2	0.1	0.2	Hydromorfologická kvalita úseku			**1.2**
třída 1 - Přírodě blízký							

ÚSEK MO_LES_007							
Ukazatel	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**	**Ukazatel**	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**
1. TRA	3	1	1	**10. OHR**	1	0.1	0.1
2. VSK	1	0.1	0.1	**11. PPK**	1	0.5	0.5
3. VHL	3	0.1	0.2	**12. UBR**	4	0.25	0.25
4. VHP	4	0.1	0.1	**13. BVG**	4	0.15	0.3
5. DNS	1	0.1	0.1	**14. VPZ**	5	0.4	0.4
6. UDN	2	0.25	0.25	**15. VNI**	5	0.3	0.6
7. MDK	3	0.1	0.2	**16. PIN**	5	0.15	0.3
8. STD	5	0.15	0.15	**17. BMK**	4	0.15	0.15
9. PRO	2	0.1	0.2	Hydromorfologická kvalita úseku			**3.2**
třída 3 – Středně modifikovaný							

ÚSEK MO_LES_008 PO REVITALIZACI							
Ukazatel	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**	**Ukazatel**	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**
1. TRA	1	1	1	**10. OHR**	1	0.1	0.1
2. VSK	1	0.1	0.1	**11. PPK**	1	0.5	0.5
3. VHL	1	0.1	0.2	**12. UBR**	1	0.25	0.25
4. VHP	1	0.1	0.1	**13. BVG**	2	0.15	0.3
5. DNS	1	0.1	0.1	**14. VPZ**	1	0.4	0.4
6. UDN	1	0.25	0.25	**15. VNI**	2	0.3	0.6
7. MDK	2	0.1	0.2	**16. PIN**	3	0.15	0.3
8. STD	1	0.15	0.15	**17. BMK**	1	0.15	0.15
9. PRO	2	0.1	0.2	Hydromorfologická kvalita úseku			**1.2**
třída 1 - Přírodě blízký							

ÚSEK MO_LES_009							
Ukazatel	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**	**Ukazatel**	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**
1. TRA	2	1	1	**10. OHR**	1	0.1	0.1
2. VSK	1	0.1	0.1	**11. PPK**	1	0.5	0.5
3. VHL	1	0.1	0.2	**12. UBR**	3	0.25	0.25
4. VHP	3	0.1	0.1	**13. BVG**	4	0.15	0.3
5. DNS	2	0.1	0.1	**14. VPZ**	4	0.4	0.4
6. UDN	1	0.25	0.25	**15. VNI**	4	0.3	0.6
7. MDK	1	0.1	0.2	**16. PIN**	5	0.15	0.3
8. STD	2	0.15	0.15	**17. BMK**	1	0.15	0.15
9. PRO	2	0.1	0.2	Hydromorfologická kvalita úseku			**2.3**
třída 2 – Slabě modifikovaný							

ÚSEK MO_LES_010							
Ukazatel	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**	**Ukazatel**	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**
1. TRA	4	1	1	**10. OHR**	1	0.1	0.1
2. VSK	1	0.1	0.1	**11. PPK**	1	0.5	0.5
3. VHL	2	0.1	0.2	**12. UBR**	4	0.25	0.25
4. VHP	5	0.1	0.1	**13. BVG**	4	0.15	0.3
5. DNS	1	0.1	0.1	**14. VPZ**	5	0.4	0.4
6. UDN	4	0.25	0.25	**15. VNI**	5	0.3	0.6
7. MDK	2	0.1	0.2	**16. PIN**	4	0.15	0.3
8. STD	5	0.15	0.15	**17. BMK**	4	0.15	0.15
9. PRO	2	0.1	0.2	Hydromorfologická kvalita úseku			**3.5**
třída 4 – Značně modifikovaný							

ÚSEK MO_LES_011							
Ukazatel	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**	**Ukazatel**	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**
1. TRA	5	1	1	**10. OHR**	5	0.1	0.1
2. VSK	5	0.1	0.1	**11. PPK**	5	0.5	0.5
3. VHL	5	0.1	0.2	**12. UBR**	5	0.25	0.25
4. VHP	5	0.1	0.1	**13. BVG**	5	0.15	0.3
5. DNS	5	0.1	0.1	**14. VPZ**	5	0.4	0.4
6. UDN	5	0.25	0.25	**15. VNI**	5	0.3	0.6
7. MDK	5	0.1	0.2	**16. PIN**	5	0.15	0.3
8. STD	5	0.15	0.15	**17. BMK**	5	0.15	0.15
9. PRO	5	0.1	0.2	Hydromorfologická kvalita úseku			**5**
třída 5 – Silně modifikovaný							

ÚSEK MO_LES_012							
Ukazatel	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**	**Ukazatel**	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**
1. TRA	3	1	1	**10. OHR**	1	0.1	0.1
2. VSK	2	0.1	0.1	**11. PPK**	1	0.5	0.5
3. VHL	3	0.1	0.2	**12. UBR**	3	0.25	0.25
4. VHP	4	0.1	0.1	**13. BVG**	3	0.15	0.3
5. DNS	1	0.1	0.1	**14. VPZ**	5	0.4	0.4
6. UDN	4	0.25	0.25	**15. VNI**	4	0.3	0.6
7. MDK	1	0.1	0.2	**16. PIN**	1	0.15	0.3
8. STD	3	0.15	0.15	**17. BMK**	4	0.15	0.15
9. PRO	2	0.1	0.2	Hydromorfologická kvalita úseku			**2.9**
třída 3 – Středně modifikovaný							

ÚSEK MO_LES_013							
Ukazatel	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**	**Ukazatel**	**Skóre ukazatele**	**Hodnota váhy**	**HMS**
1. TRA	2	1	1	**10. OHR**	1	0.1	0.1
2. VSK	1	0.1	0.1	**11. PPK**	5	0.5	0.5
3. VHL	1	0.1	0.2	**12. UBR**	4	0.25	0.25
4. VHP	2	0.1	0.1	**13. BVG**	3	0.15	0.3
5. DNS	1	0.1	0.1	**14. VPZ**	4	0.4	0.4
6. UDN	4	0.25	0.25	**15. VNI**	4	0.3	0.6
7. MDK	1	0.1	0.2	**16. PIN**	1	0.15	0.3
8. STD	1	0.15	0.15	**17. BMK**	4	0.15	0.15
9. PRO	2	0.1	0.2	Hydromorfologická kvalita úseku			**2.9**
třída 3 – Středně modifikovaný							

Hydromorfologický stav toku po revitalizaci		
SKÓRE	**TŘÍDA**	**HMS**
2.7	3	Středně modifikovaný

PŘÍLOHA D.2 CHARAKTERISTIKY STÁVAJÍCÍHO KORYTA

STANIČENÍ [ÚSEK_006]	PRŮTOK	HODNOTA PRŮTOKU	KÓTA DNA	MAX. HLOUBKA	KRITICKÁ HLOUBKA	PRŮTOČNÁ PLOCHA	RYCHLOST	LEVÝ BŘEH	PRAVÝ BŘEH
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m/s)	(m)	(m)
4.381	Q100	21.5	222.68	1.75	223.98	11.37	1.91	225.50	224.28
	Q50	17.5	222.68	1.6	223.85	9.89	1.77	225.50	224.28
	Q20	13.5	222.68	1.42	223.72	8.33	1.62	225.50	224.28
	Q5	8.5	222.68	1.16	223.53	6.13	1.39	225.50	224.28
	Q1	3.2	222.68	0.74	223.26	3.01	1.06	225.50	224.28
4.35	Q100	21.5	222.43	1.84	223.89	10.93	1.98	224.85	224.13
	Q50	17.5	222.43	1.69	223.77	9.49	1.84	224.85	224.13
	Q20	13.5	222.43	1.52	223.64	7.88	1.71	224.85	224.13
	Q5	8.5	222.43	1.24	223.4	5.56	1.53	224.85	224.13
	Q1	3.2	222.43	0.78	223.02	2.48	1.29	224.85	224.13
4.319	Q100	21.5	222.04	2.01	223.74	9.94	2.16	224.21	223.98
	Q50	17.5	222.04	1.85	223.6	8.53	2.05	224.21	223.98
	Q20	13.5	222.04	1.67	223.45	6.95	1.94	224.21	223.98
	Q5	8.5	222.04	1.39	223.21	4.86	1.75	224.21	223.98
	Q1	3.2	222.04	0.91	222.8	2.15	1.49	224.21	223.98
4.255	Q100	21.5	221.69	2.15	223.27	11.73	1.83	223.63	223.7
	Q50	17.5	221.69	2	223.12	10.38	1.69	223.63	223.7
	Q20	13.5	221.69	1.83	222.94	8.84	1.53	223.63	223.7
	Q5	8.5	221.69	1.56	222.65	6.79	1.25	223.63	223.7
	Q1	3.2	221.69	1.08	222.23	3.84	0.83	223.63	223.7
4.23	Q100	21.5	221.59	2.07	223.3	10.48	2.09	223.08	223.43
	Q50	17.5	221.59	1.91	223.17	8.94	1.97	223.08	223.43
	Q20	13.5	221.59	1.75	223.03	7.56	1.79	223.08	223.43
	Q5	8.5	221.59	1.51	222.78	5.66	1.5	223.08	223.43
	Q1	3.2	221.59	1.06	222.35	2.74	1.17	223.08	223.43
4.117	Q100	21.5	221.13	2.28	222.83	15.61	1.56	222.64	222.27
	Q50	17.5	221.13	2.09	222.72	13.32	1.49	222.64	222.27
	Q20	13.5	221.13	1.89	222.6	10.87	1.4	222.64	222.27
	Q5	8.5	221.13	1.6	222.42	7.36	1.28	222.64	222.27
	Q1	3.2	221.13	1.14	221.9	2.87	1.12	222.64	222.27
4.075	Q100	21.5	221.08	2.23	222.82	13.28	1.78	222.17	222.3
	Q50	17.5	221.08	2.04	222.71	11.34	1.71	222.17	222.3
	Q20	13.5	221.08	1.83	222.59	9.26	1.63	222.17	222.3
	Q5	8.5	221.08	1.52	222.25	6.15	1.53	222.17	222.3
	Q1	3.2	221.08	1.07	221.82	2.83	1.13	222.17	222.3
4.036	Q100	21.5	220.86	2.32	222.6	11.74	1.92	222.21	222.09
	Q50	17.5	220.86	2.15	222.47	10.41	1.75	222.21	222.09
	Q20	13.5	220.86	1.96	222.32	8.97	1.57	222.21	222.09
	Q5	8.5	220.86	1.68	222.08	6.77	1.3	222.21	222.09
	Q1	3.2	220.86	1.2	221.66	3.42	0.94	222.21	222.09

4.031	Q100	21.5	220.86	2.3	222.58	11.61	1.85	222.3	222.09
	Q50	17.5	220.86	2.13	222.47	10.28	1.7	222.3	222.09
	Q20	13.5	220.86	1.94	222.34	8.84	1.53	222.3	222.09
	Q5	8.5	220.86	1.66	222.08	6.65	1.28	222.3	222.09
	Q1	3.2	220.86	1.19	221.66	3.31	0.97	222.3	222.09
3.993	Q100	21.5	220.79	2.32	222.48	13.97	1.73	222.08	221.97
	Q50	17.5	220.79	2.15	222.38	12.3	1.59	222.08	221.97
	Q20	13.5	220.79	1.96	222.26	10.49	1.43	222.08	221.97
	Q5	8.5	220.79	1.67	222.03	7.72	1.21	222.08	221.97
	Q1	3.2	220.79	1.17	221.54	3.26	0.98	222.08	221.97
3.955	Q100	21.5	220.78	2	222.5	8.27	2.6	222.04	222.32
	Q50	17.5	220.78	1.91	222.36	7.72	2.27	222.04	222.32
	Q20	13.5	220.78	1.78	222.21	6.93	1.95	222.04	222.32
	Q5	8.5	220.78	1.55	221.96	5.53	1.54	222.04	222.32
	Q1	3.2	220.78	1.07	221.51	2.85	1.12	222.04	222.32
3.9453	Q100	21.5	220.77	2.12	222.5	14.46	1.68	222.11	222.25
	Q50	17.5	220.77	1.99	222.4	12.68	1.57	222.11	222.25
	Q20	13.5	220.77	1.82	222.25	10.42	1.48	222.11	222.25
	Q5	8.5	220.77	1.54	221.92	6.65	1.41	222.11	222.25
	Q1	3.2	220.77	1.05	221.48	2.88	1.11	222.11	222.25
3.897	Q100	21.5	220.73	1.85	222.25	10.23	2.14	222.48	221.9
	Q50	17.5	220.73	1.71	222.12	8.76	2	222.48	221.9
	Q20	13.5	220.73	1.53	221.98	7.3	1.85	222.48	221.9
	Q5	8.5	220.73	1.27	221.73	5.3	1.6	222.48	221.9
	Q1	3.2	220.73	0.81	221.34	2.45	1.31	222.48	221.9

STANIČENÍ [ÚSEK_008]	PRŮTOK	HODNOTA PRŮTOKU	KÓTA DNA	MAX. HLOUBKA	KRITICKÁ HLOUBKA	PRŮTOČNÁ PLOCHA	RYCHLOST	LEVÝ BŘEH	PRAVÝ BŘEH
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m/s)	(m)	(m)
6.498	Q100	21.5	232.54	2.03	234.38	7.97	2.7	234.41	234.82
	Q50	17.5	232.54	1.87	234.21	6.91	2.53	234.41	234.82
	Q20	13.5	232.54	1.69	234.02	5.74	2.35	234.41	234.82
	Q5	8.5	232.54	1.38	233.72	4.08	2.08	234.41	234.82
	Q1	3.2	232.54	0.88	233.26	1.98	1.61	234.41	234.82
6.4353	Q100	21.5	231.88	1.96	233.67	8.03	2.7	233.55	233.75
	Q50	17.5	231.88	1.82	233.53	6.97	2.51	233.55	233.75
	Q20	13.5	231.88	1.65	233.35	5.82	2.32	233.55	233.75
	Q5	8.5	231.88	1.36	233.07	4.12	2.06	233.55	233.75
	Q1	3.2	231.88	0.89	232.62	2	1.6	233.55	233.75
6.403	Q100	21.5	231.52	2	233.29	8.43	2.55	233.1	233.19
	Q50	17.5	231.52	1.85	233.15	7.42	2.36	233.1	233.19
	Q20	13.5	231.52	1.68	232.99	6.24	2.16	233.1	233.19
	Q5	8.5	231.52	1.38	232.72	4.33	1.97	233.1	233.19
	Q1	3.2	231.52	0.9	232.28	2	1.6	233.1	233.19
6.313	Q100	21.5	230.76	2.19	232.68	8.2	2.62	233.12	232.54
	Q50	17.5	230.76	2.03	232.53	7.24	2.42	233.12	232.54
	Q20	13.5	230.76	1.85	232.35	6.13	2.2	233.12	232.54
	Q5	8.5	230.76	1.55	232.07	4.44	1.92	233.12	232.54
	Q1	3.2	230.76	1.07	231.65	2.21	1.45	233.12	232.54
6.262	Q100	21.5	230.49	1.94	232.43	6.82	3.15	232.68	233.25
	Q50	17.5	230.49	1.8	232.28	5.87	2.98	232.68	233.25
	Q20	13.5	230.49	1.64	232.09	4.91	2.75	232.68	233.25
	Q5	8.5	230.49	1.38	231.81	3.49	2.43	232.68	233.25
	Q1	3.2	230.49	0.93	231.37	1.64	1.95	232.68	233.25
6.18	Q100	21.5	229.62	2.09	231.44	9.52	2.26	232.3	231.01
	Q50	17.5	229.62	1.93	231.3	8.14	2.15	232.3	231.01
	Q20	13.5	229.62	1.76	231.15	6.75	2	232.3	231.01
	Q5	8.5	229.62	1.5	230.91	4.87	1.74	232.3	231.01
	Q1	3.2	229.62	1.05	230.47	2.3	1.39	232.3	231.01
6.129	Q100	21.5	229.45	1.98	231.18	9.37	2.29	232.21	230.96
	Q50	17.5	229.45	1.81	231.05	7.89	2.22	232.21	230.96
	Q20	13.5	229.45	1.63	230.91	6.47	2.09	232.21	230.96
	Q5	8.5	229.45	1.37	230.65	4.51	1.88	232.21	230.96
	Q1	3.2	229.45	0.91	230.22	2.02	1.58	232.21	230.96
6.095	Q100	21.5	229.12	1.87	230.94	7.02	3.06	230.6	230.56
	Q50	17.5	229.12	1.81	230.8	6.62	2.64	230.6	230.56
	Q20	13.5	229.12	1.71	230.65	5.99	2.26	230.6	230.56
	Q5	8.5	229.12	1.49	230.4	4.65	1.83	230.6	230.56
	Q1	3.2	229.12	1.03	229.94	2.24	1.43	230.6	230.56
6.042	Q100	21.5	228.7	2.14	230.62	12.53	2.15	230.27	230.16

	Q50	17.5	228.7	2.02	230.44	10.31	2.02	230.27	230.16
	Q20	13.5	228.7	1.88	230.26	8.16	1.84	230.27	230.16
	Q5	8.5	228.7	1.65	230.02	5.63	1.53	230.27	230.16
	Q1	3.2	228.7	1.2	229.58	2.83	1.13	230.27	230.16
6.008	Q100	21.5	228.57	2	230.46	10.99	2.45	229.96	229.94
	Q50	17.5	228.57	1.86	230.32	8.85	2.35	229.96	229.94
	Q20	13.5	228.57	1.73	230.14	7.05	2.15	229.96	229.94
	Q5	8.5	228.57	1.52	229.89	4.91	1.78	229.96	229.94
	Q1	3.2	228.57	1.09	229.46	2.34	1.37	229.96	229.94
5.928	Q100	21.5	228.12	2.39	229.96	27.56	1.12	229.58	229.67
	Q50	17.5	228.12	2.18	229.88	21.48	1.16	229.58	229.67
	Q20	13.5	228.12	1.96	229.8	15.55	1.23	229.58	229.67
	Q5	8.5	228.12	1.64	229.46	7.52	1.45	229.58	229.67
	Q1	3.2	228.12	1.17	229.03	2.56	1.25	229.58	229.67
5.884	Q100	21.5	227.95	2.23	229.81	9.07	2.37	229.42	229.47
	Q50	17.5	227.95	2.07	229.68	8.03	2.18	229.42	229.47
	Q20	13.5	227.95	1.89	229.53	6.92	1.95	229.42	229.47
	Q5	8.5	227.95	1.63	229.28	5.26	1.62	229.42	229.47
	Q1	3.2	227.95	1.16	228.8	2.55	1.26	229.42	229.47
5.793	Q100	21.5	227.55	2.23	229.37	11.02	2.01	229.38	229.36
	Q50	17.5	227.55	2.05	229.24	9.3	1.92	229.38	229.36
	Q20	13.5	227.55	1.85	229.07	7.5	1.8	229.38	229.36
	Q5	8.5	227.55	1.58	228.82	5.42	1.57	229.38	229.36
	Q1	3.2	227.55	1.15	228.4	2.83	1.13	229.38	229.36
5.722	Q100	21.5	227.55	2.26	228.71	45.18	0.62	229.15	228.71
	Q50	17.5	227.55	2.05	228.71	38.13	0.6	229.15	228.71
	Q20	13.5	227.55	1.8	228.71	30.04	0.58	229.15	228.71
	Q5	8.5	227.55	1.45	228.64	17.04	0.6	229.15	228.71
	Q1	3.2	227.55	0.85	228.27	2.29	1.4	229.15	228.71
5.716	Q100	21.5	227.24	2.38	229.01	11.73	1.83	234	234
	Q50	17.5	227.24	2.19	228.87	10.22	1.71	234	234
	Q20	13.5	227.24	1.97	228.72	8.49	1.59	234	234
	Q5	8.5	227.24	1.65	228.48	6.11	1.39	234	234
	Q1	3.2	227.24	1.18	228.08	3.13	1.02	234	234
5.662	Q100	21.5	227.13	2.47	228.82	34.08	0.97	228.91	228.73
	Q50	17.5	227.13	2.26	228.69	25.01	1.06	228.91	228.73
	Q20	13.5	227.13	2	228.53	14.71	1.25	228.91	228.73
	Q5	8.5	227.13	1.65	228.3	6.85	1.24	228.91	228.73
	Q1	3.2	227.13	1.19	227.95	3.63	0.88	228.91	228.73
5.644	Q100	21.5	227.24	2.22	228.87	13.63	1.66	229.88	229.99
	Q50	17.5	227.24	2.02	228.76	11.03	1.59	229.88	229.99
	Q20	13.5	227.24	1.8	228.63	9.02	1.5	229.88	229.99
	Q5	8.5	227.24	1.48	228.42	6.14	1.38	229.88	229.99
	Q1	3.2	227.24	0.97	228.07	2.4	1.33	229.88	229.99

5.639	Q100	21.5	227.21	2.35	228.88	11.22	1.92	229.76	230.02
	Q50	17.5	227.21	2.16	228.74	9.53	1.84	229.76	230.02
	Q20	13.5	227.21	1.95	228.58	7.77	1.74	229.76	230.02
	Q5	8.5	227.21	1.63	228.34	5.39	1.58	229.76	230.02
	Q1	3.2	227.21	1.17	227.99	2.53	1.26	229.76	230.02
5.619	Q100	21.5	226.95	2.28	228.73	11.67	1.84	234	234
	Q50	17.5	226.95	2.08	228.59	9.84	1.78	234	234
	Q20	13.5	226.95	1.86	228.43	7.92	1.7	234	234
	Q5	8.5	226.95	1.55	228.2	5.5	1.55	234	234
	Q1	3.2	226.95	1.1	227.84	2.66	1.2	234	234
5.523	Q100	21.5	226.81	2.02	228.39	9.23	2.33	227.75	229.61
	Q50	17.5	226.81	1.81	228.23	7.93	2.21	227.75	229.61
	Q20	13.5	226.81	1.59	228.06	6.56	2.06	227.75	229.61
	Q5	8.5	226.81	1.26	227.8	4.7	1.81	227.75	229.61
	Q1	3.2	226.81	0.79	227.42	2.36	1.36	227.75	229.61