

**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STAVEBNÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

**ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY**

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

**HYDROEKOLOGICKÝ MONITORING A REVITALIZACE  
ČÁSTI TOKU LESKAVA**

HYDROMORPHOLOGICAL MONITORING AND PARTIAL RESTORATION OF LESKAVA  
STREAM

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

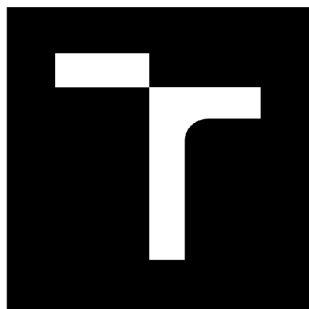
**Pavel Čihák**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. EVA HYÁNKOVÁ, Ph.D.**

**BRNO 2021**



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STAVEBNÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

**ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY**

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

**HYDROEKOLOGICKÝ MONITORING A REVITALIZACE  
ČÁSTI TOKU LESKAVA**

HYDROMORPHOLOGICAL MONITORING AND PARTIAL RESTORATION OF LESKAVA  
STREAM

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Pavel Čihák**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. EVA HYÁNKOVÁ, Ph.D.**

**BRNO 2021**



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Pavel Čihák
Název	Hydroekologický monitoring a revitalizace části toku Leskava
Vedoucí práce	Ing. Eva Hyánková, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2020
Datum odevzdání	28. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

---

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

---

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

## **PODKLADY A LITERATURA**

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES

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

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

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

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

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

## **ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ**

Práce bude z části koncipována jako literární rešerše v oblasti hydroekologického hodnocení vodních toků a možností zlepšení jejich stavu.

Praktická část práce bude zaměřena na provedení monitoringu na vodním toku Leskava. Dále bude proveden ideový návrh opatření na zlepšení hydromorfologického stavu toku a případné začlenění do územního systému ekologické stability. Bude vyhodnoceno srovnání současného stavu a stavu po navržené úpravě.

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

## **STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

---

Ing. Eva Hyánková, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

## **ABSTRACT**

This work is focused on hydroecological monitoring of a selected watercourse in connection with the requirements of the Water Framework Directive. The methodology of type-specific evaluation of hydromorphological indicators of ecological quality approved by the Ministry of the Environment has been used. The result of this work is the implementation of the mapping of a particular watercourse and the subsequent possibility of improving its hydromorphological condition with revitalization measures.

## **KEYWORDS**

Hydroecological monitoring

Watercourse

Water Framework Directive

Hydromorphology quality

Evaluate method

Restoration

## **ABSTRAKT**

Tato práce je zaměřena na hydroekologický monitoring vybraného vodního toku v návaznosti na požadavky Rámcové směrnice o vodách. Byla využita metodika typově specifického hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality schválená Ministerstvem životního prostředí. Výstupem této práce je provedení mapování konkrétního vodního toku a následné možnosti zlepšení jeho hydromorfologického stavu revitalizačními opatřeními.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Hydroekologický monitoring

Vodní tok

Rámcová směrnice

Hydromorfologická kvalita

Metody hodnocení

Revitalizace

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Pavel Čihák *Hydroekologický monitoring a revitalizace části toku Leskava*. Brno, 2021. 61 s., 19 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Ing. Eva Hyánková, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Hydroekologický monitoring a revitalizace části toku Leskava* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 5. 2. 2021

---

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 5. 2. 2021

---

Pavel Čihák

autor práce

## **PODĚKOVÁNÍ**

V první řadě bych rád poděkoval paní Ing. Evě Hyánkové, Ph.D. za její ochotu a čas při zpracování bakalářské práce a za její odborné rady, které jsem zužitkoval v této práci. Dále poděkování patří mé rodině a přítelkyni.



# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>CÍL PRÁCE</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>VODNÍ TOKY</b> .....	<b>3</b>
3.1	Geomorfologie vodních toků.....	4
3.2	Údolní nivy a jejich vznik.....	6
3.2.1	Tvary v korytech potoků a řek .....	8
3.2.2	Stav vodních toků .....	9
<b>4</b>	<b>HODNOCENÍ A MONITORING VODNÍCH TOKŮ</b> .....	<b>11</b>
4.1	Ochrana přírodních toků .....	11
4.2	Plánování v oblasti vod .....	12
4.3	Rámcová směrnice o vodách.....	14
4.4	Současné plánování na našem území .....	14
4.4.1	I. Plánovací období .....	14
4.4.2	II. Plánovací období .....	15
4.4.3	III. Plánovací období .....	15
4.5	Monitoring v České republice.....	16
4.5.1	Rámcový program monitoringu .....	16
4.5.2	Hodnocení chemického a ekologického stavu .....	17
<b>5</b>	<b>HYDROEKOLOGICKÝ MONITORING VODNÍCH ÚTVARŮ</b> .....	<b>19</b>
5.1.1	Vybrané metody monitoringu .....	19
<b>6</b>	<b>METODA HEM</b> .....	<b>23</b>
6.1	Postup při mapování.....	25
6.2	Způsob hodnocení hydromorfologické kvality toku .....	26
6.2.1	Typy vodních toků dle jejich typologie.....	26
6.2.2	Způsob skórování ukazatelů .....	28
6.2.3	Výpočet hydromorfologické kvality úseku .....	28
6.2.4	Klasifikace hydromorfologického stavu úseku.....	29

6.2.5	Výpočet hydromorfologické kvality vodního útvaru .....	29
6.2.6	Zatřídění toku .....	29
<b>7</b>	<b>REVITALIZACE VODNÍCH TOKŮ .....</b>	<b>30</b>
7.1	Průběh revitalizací v ČR .....	32
7.2	Územní systém ekologické stability .....	32
<b>8</b>	<b>HYDROEKOLOGICKÝ MONITORING VYBRANÉHO TOKU .....</b>	<b>34</b>
8.1	Charakteristika zájmového území .....	34
8.2	Klimatické poměry .....	35
8.3	Geologické poměry .....	35
8.4	Základní informace o vodním toku .....	36
8.5	Rozdělení úseků .....	37
8.6	Mapování a vyhodnocení stávajícího stavu .....	37
8.6.1	1. Úsek .....	39
8.6.2	2. Úsek .....	40
8.6.3	3. Úsek .....	41
8.6.4	4. Úsek .....	42
8.6.5	5. Úsek .....	43
8.6.6	6. Úsek .....	44
8.6.7	7. Úsek .....	45
8.6.8	8. Úsek .....	46
8.6.9	9. Úsek .....	47
8.6.10	10. Úsek .....	48
8.6.11	12. Úsek .....	49
8.6.12	13. Úsek .....	50
8.7	Výsledky monitoringu .....	51
8.8	Návrh opatření pro zlepšení současného stavu .....	52
8.8.1	Úsek MO_LES_002 .....	52
8.8.2	Úsek MO_LES_008 .....	54
8.8.3	Úsek MO_LES_010 .....	58
8.8.4	Úsek MO_LES_011 .....	59
8.8.5	Zhodnocení revitalizačních opatření .....	60

<b>9</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>61</b>
<b>10</b>	<b>BIBLIOGRAFIE</b> .....	<b>62</b>
<b>11</b>	<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>68</b>
<b>12</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>69</b>
<b>13</b>	<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>71</b>

# 1 ÚVOD

Vodu považujeme za nedílnou součást naší planety nejen pro potřeby lidstva, ale i pro život v krajině. Lidská populace již od brzkých věků začala osídlovat okolí vodních útvarů z primárních důvodů obživy a s tím související rozvoj zemědělství, který zanechal výraznou stopu do dnešní doby. Zemědělská činnost si v tomto ohledu vyžadovala upravit vodní toky pro potřebu snadnějšího obhospodařování a zavlažování rozsáhlých ploch. Prakticky zanikly veškeré přírodní plochy, ať už se bavíme o mokřadech nebo polních remízcích, které tvořily přerušující prvky erozního smyvu půdy a zároveň zvyšovaly retenční schopnost krajiny. Odstraněním těchto prvků byl ovlivněn odtokový režim a začala se zhoršovat kvality vody ve vodních tocích zemědělskými hnojivy atd. Tím zanikl i veškerý život ve vodách a jejich okolí. Vodní útvary se napřimovaly a prohlubovaly, aby se zvýšila jejich kapacita. Takto technicky upravená koryta byla tradičně zpevněna betonovou, popřípadě kamennou dlažbou chránící koryto před erozí. Lidé opomínaly skutečnost, že voda sebou přináší i opačnou stránku věci, čímž bylo zaplavování zastavěných částí vesnic či měst, která byla vybudována příliš blízko vodních toků.

S touto skutečností bylo potřeba pracovat. Roku 2001 nabývá platnosti vodní zákon č. 254/2001 Sb. Tato legislativa se zabývá mnoha odvětvími ve vodním hospodářství, ale pro tuto práci z něho můžeme vyzdvihnout hlavně ochranu povrchových a podzemních vod. Bylo potřeba vyřešit správu všech vodních toků v Evropské unii a sjednotit dosavadní způsoby ochrany těchto vod. Proto v roce 2000 vydal Evropský parlament spolu s Radou ustanovující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky Rámcovou směrnicí, která měla za úkol, aby již nedocházelo ke zhoršování stavů vodních toků, jako tomu bylo v minulosti. Díky této přijaté legislativě se snažíme u všech evropských vodních útvarů dosáhnout dobrého stavu do roku 2027. Veškeré tyto dílčí cíle jsou obsahem 6letých plánovacích období. Od začátku tohoto roku probíhá již 3. plánovací období v ČR.

V rámci Směrnice je potřeba sledovat aktuální stav povrchových vod skrze systematický monitoring. Vodní toky hodnotíme podle chemického a ekologického stavu. Součástí sledování ekologického stavu jsou hydromorfologické ukazatele, které hodnotíme pomocí metodik vydaných a schválených Ministerstvem životního prostředí. Pro dosažení lepšího stavu vodních toků vycházíme z těchto výsledků a navrhujeme taková opatření, která dokážou vytvořit přírodní stabilní ekosystém pro rozvoj živočišných druhů, ale i za účelem zadržetí vody v krajině.

## 2 CÍL PRÁCE

Hlavním cílem bakalářské práce je seznámení s problematikou hodnocení vodních toků u nás i ve světě, současně bude proveden a následně vyhodnocen hydroekologický monitoring zvoleného toku. Práce je pomyslně rozdělena na dvě části.

V první a také teoretické části se zabýváme základním názvoslovím v oblasti vodních toků, ale i jejich současným stavem v návaznosti přijetí Rámcové směrnice o vodách. Přiblížíme principy hodnocení povrchových vod u nás i v zahraničí s odkazem na vodohospodářské plánování. V poslední řadě shrneme poznatky týkající se metodiky HEM z roku 2014 a popíšeme možnosti zlepšení vodních útvarů.

Praktická část se zaměřuje na provedení hydroekologického monitoringu na vodním toku Leskava. Po vyhodnocení stávajícího stavu zatřídíme daný tok do příslušné kategorie a na vybraných úsecích provedeme návrh revitalizačních opatření. Nakonec porovnáme přínosy těchto kroků a zhodnotíme tok po případné úpravě.

### 3 VODNÍ TOKY

Pojmem vodní tok se označuje povrchová voda tekoucí vlastním spádem v ohraničeném korytě dnem a břehy nebo podzemí vody vyvěrající do toku. Pomocí vodního toku je odvedena srážková voda z určitého území. Součástí toku jsou i vody ve slepých ramenech a v úsecích přechodně tekoucích přirozenými dutinami pod zemským povrchem [1]. Podle vytrvalosti vodního toku rozlišujeme:

- **stálý vodní tok** – hydraulicky spojen s podzemními vodami, nevysychá ani v období, kdy je méně dešťových srážek
- **občasný vodní tok** – vyznačuje se přirozeným režimem, kdy korytem neprotéká delší dobu voda, není zpravidla propojen s podzemními vodami

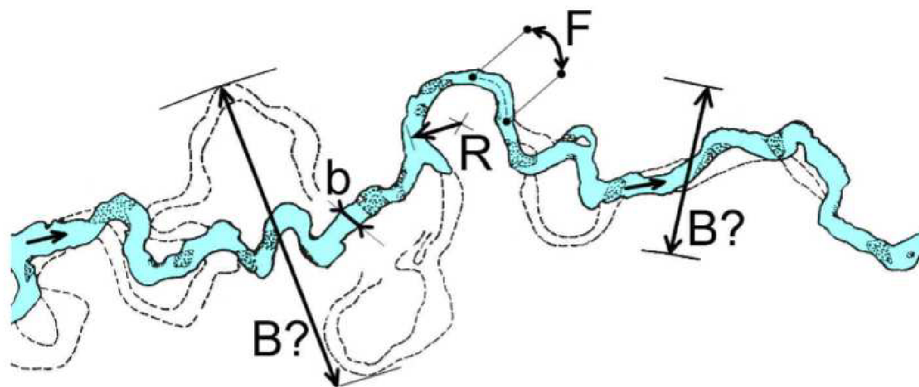
Vodní toky dělíme dle velikosti na následující kategorie:

- **bystřina** – tok s převažujícím proměnlivým sklonem dna
- **potok** – zpravidla menší vodní tok s méně proměnlivým spádem
- **řeka** – charakteristickými vlastnosti pro tento tok je délka a velké množství protékající vody
- **veletok** – min. délka je 500 km s velikostí povodí cca 100 000 km<sup>2</sup>

Podle vodního zákona členíme toky dále na významné a drobné na základě jejich velikosti. Soustava veškerých významných a drobných toků tvoří říční síť. Díky vlivu geologických a geomorfologických faktorů dochází k rozdílnému uspořádání hlavního toku a jeho přítoků jež tak vytvářejí specifické tvary říčních sítě [2]. Podle tohoto hlediska můžeme vymezit základní tvary říční sítě. Vodní tok vnímáme jako přírodní ekosystém, který je vázán na jeho hydromorfologický stav. Veškeré vodní toky jsou ovlivněny dynamickými procesy, jako např. kolísání průtoků nebo akumulace a transport splavenin [1]. Součástí toků bývají i porosty dřevin rostoucí v korytě až po břehovou čáru. Vlivem geologických a geomorfologických faktorů dochází k rozdílnému uspořádání hlavního toku a jeho přítoků, jež tak vytvářejí specifické tvary říčních sítě [3].

### 3.1 Geomorfologie vodních toků

Fluviální geomorfologie je disciplína zabývající se studiem tvaru koryt vodních toků. Podrobně popisuje morfologické typy vodních koryt a klasifikuje je do několika skupin. Dle půdorysného tvaru rozlišuje vodní toky přímé, divočící, meandrující a stabilně větvené. U **přímých toků** to bývají horní úseky řek s podélným sklonem nad 2%. **Divočící vodní tok** je popsán jako mělké koryto, které je rozprostřeno do širokého pásma údolní nivy. Proud je nestabilně rozdělen do menších pramenů. Vlivem menších průtoků dochází k zaplavování jeho dílčích částí, u větších průtoků nastane celkové zaplavení plochy nivy. **Meandrující tok** nastává v místech, kde terén svojí poddajností dovolí tvorbu oblouků a následně dojde k zvlnění celé trasy boční erozí. Dochází k ukládání materiálu v konvexních březích a vymílání v konkávních březích. Meandry se postupně vyvíjejí a posouvají ve směru proudění. Tok ztrácí svoji kinetickou energii proudění a již nemá sílu, aby prořezával koryto v přímém směru. Vytváří se poměrně pravidelné protisměrné oblouky. Celé toto dění je stále ještě předmětem výzkumu a odborných diskusí [3].



Obr. 1 Hlavní parametry popisující meandrování koryta [4]

b-šířka koryta

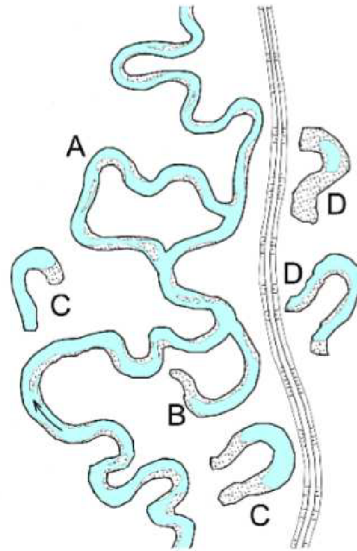
B-šířka meandrujícího pásu

R-poloměr oblouku

F-vzdálenost mezi brodem a tůň

Při měření v nepravidelném a členitém území toku může docházet k nepřesnostem vlivem nejednoznačných vzdáleností, které je potřeba si dopředu správně určit.

Jak již bylo zmíněno, koryto ve svém přirozeném procesu se snaží vychýlit z přímé trasy a vytváří protisměrné oblouky. Následkem přemístování meandrujícího koryta a vymílajícího proudu vody se začnou utvářet v okolní nivě vedlejší, stará, mrtvá ramena a případně tůňe [3][4].



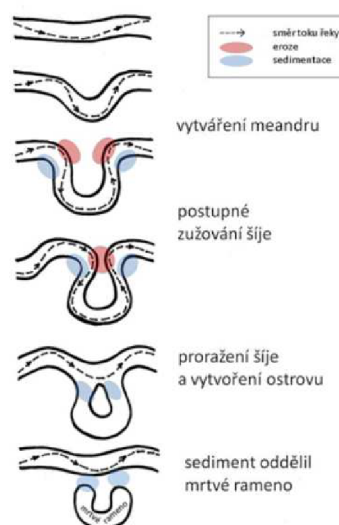
Obr. 2 Typy říčních ramen [4]

A-vedlejší rameno

B-staré rameno

C-mrtvé rameno

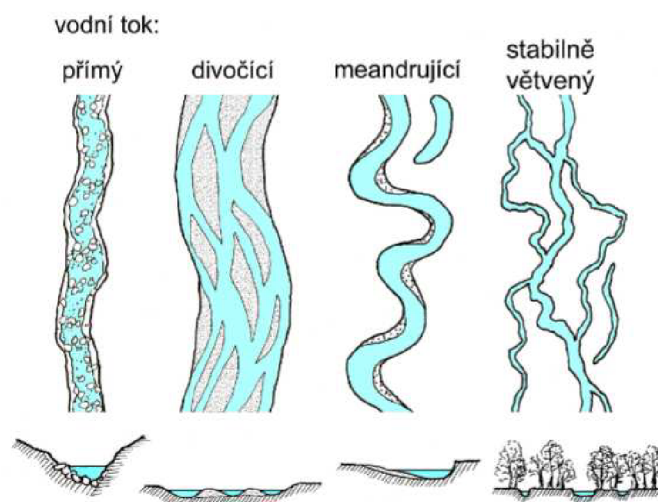
D-mrtvé rameno oddělené ochranou hrází



Obr. 3 Vznik mrtvého ramene [2]



V nízko položených částech, v širokých plochých územích vzniká další morfoloický typ toku [6]. **Stabilně větvený tok** se rozvětňuje podobně jako divočící tok, s tím rozdílem, že nevznikají pohyblivé stěrkové lavice mezi jednotlivými proudy, ale větší, již zpevněné ostrůvky. Tyto útvary obvykle setrvávají nad hladinou i za kapacitních průtoků. Ostrůvky jsou pokryty trvalou vegetací, místy i dlouhověkými dřevinami, tím dochází k jejich zpevnění [4].

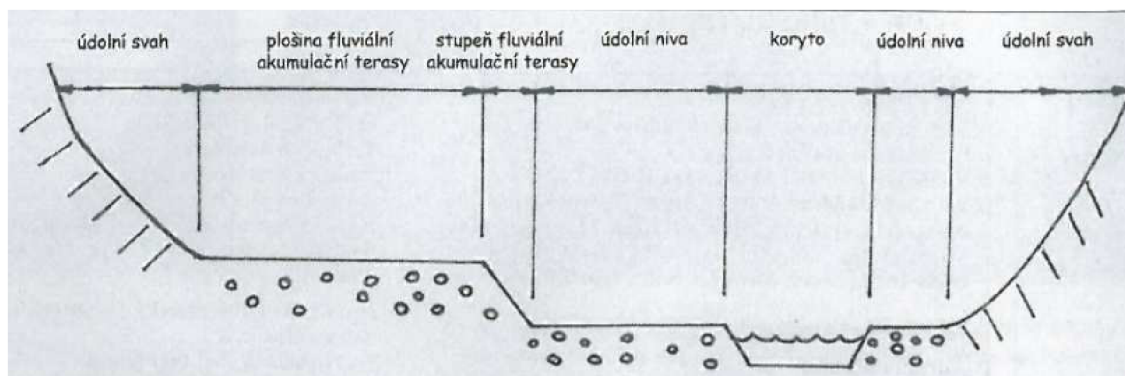


Obr. 4 Geomorfologické typy vodních toků [4]

### 3.2 Údolní nivy a jejich vznik

Nedílnou součástí reliéfu a krajiny tvoří údolní niva. Když bychom chtěli definovat údolní nivy, je nejlépe vycházet z geomorfologického pojetí, neboť geomorfologie se přímo zabývá stavbou a strukturou jednotlivých forem reliéfu. Hydrologicky a vodohospodářsky se niva vymezuje územím zaplavovaným při větších průtocích, tedy povodních. Tento pohled bývá často nepřesný a nejasný vzhledem k tomu, že kulminační průtoky nabývají rozdílných hodnot. Velikost nivy by se pak měnila podle velikosti inundační zóny, kde by byla stěžejní velikost rozlivu. Údolní niva je oddělena hranou v místech změny sklonu v příčném profilu od ostatních částí reliéfu, kterými může být svah nebo fluvialní terasa. S rostoucí vzdáleností vodního toku od pramene se obvykle šířka nivy zvětšuje. Již ve čtvrtohorách se postupně začala vyvíjet síť vodních toků a jejich údolí působením mnoha přírodních činitelů, jako je např. povrchový odtok vody, který je schopen unášet, a naopak v jiných místech sedimentovat rozvolněný půdní a horninový materiál koryta. První nepřímá ovlivnění těchto útvarů se datuje v 5. tisíciletí př. n. l. s počátky zemědělství. Eroze vyvolaná masivním odlesňováním způsobila ukládání rozvolněného hlinitého materiálu

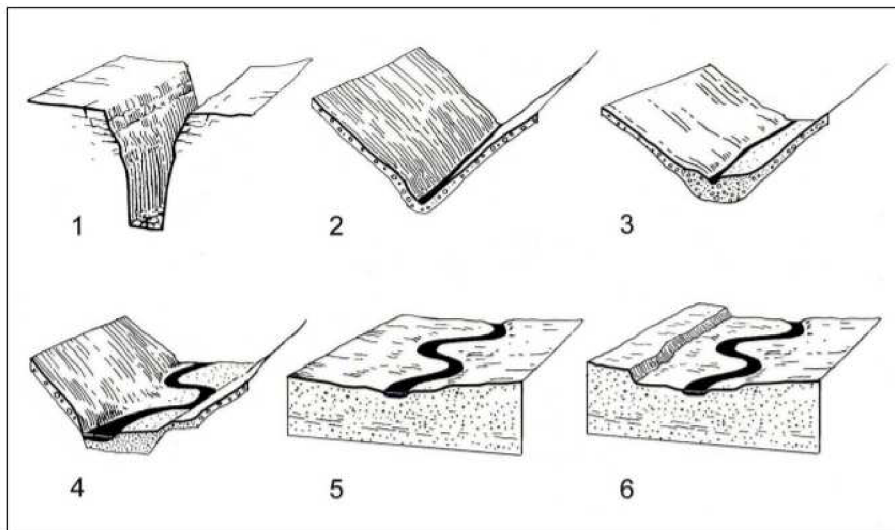
v údolních nivách. Tímto způsobem vznikly naše nivní hlíny. Od středověku docházelo k záměrným zásahům do území a úpravě koryt řek k potlačení přirozených dynamických jevů vodních toků. Spolu s lidskou činností se začaly budovat jezy mající zamezit hloubkové erozi vyvolanou zkracováním toků. Vlivem člověka došlo ke změně chování původně přírodního toku a jeho údolní nivy [7][4].



Obr. 5 Schéma příčného profilu údolního dna [8]

Tvary údolí závisí zejména na stavbě území, sklonech terénu nebo také na průtokovém režimu vodního toku. Rozlišujeme tyto dělení. **Soutěska tvaru hlubokého „U“** je vytvářena zpětnou erozí, která se snaží poškodit pevné boky údolí. Dno je povětšinou tvořeno pevným skalním podkladem. Vlivem značné kinetické energie toku dochází k odnosu dnového materiálu. **Zaříznuté údolí tvaru „V“** vzniká v místech s dostatečnou unášecí silou, kde je tok zásobován svahovými sutěmi, které tvoří zpravidla kamenitý základ dna a břehů. Pohyb toku do stran je díky tomu ve značné míře omezen. Naopak při tvorbě **kotlin s přímým nebo divočícím korytem** toku nestačí jeho energie, aby docházelo odnášení erodovaného materiálu. Dno údolí se zaplňuje hrubšími usazeninami, které nejsou náchylné k odnosu a snaží se omezit pohyby koryta do stran. Dalším typem je **údolí s meandry**. V tomto případě jemné usazeniny vyplňují dno a umožňují korytu meandrovat. Jedná se o širší údolí než u předešlých případů. V širším údolí obsazeném poměrně mladými usazeninami má trasa koryta přirozený průběh, tedy není omezena odolnými svahy. Takovému údolí se říká **plochá niva**. Ojedinělým případem je **plochá niva, která je členěna terasami**. Jde o to, že nejnižší místo není vymezeno pomocí svahů, ale právě již zmíněných teras viz obr.5.[4] V závěru lze podotknout, že údolní niva je od základu budovaná fluviálními sedimenty. Je proto nutno brát v úvahu účinek fluviálních procesů v celé údolní nivě, protože bez něho by niva nemohla vzniknout, ale ani se vyvíjet. S tímto souvisí riziko dnešního obývání a intenzivního využívání údolních niv, které způsobuje značné nebezpečí. Nezbyvá, než se snažit toto nebezpečí nezvyšovat jejím dalším zastavěním [7][9].

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



Obr. 6 Typy údolí podle Kerna, 1994 [4]

### 3.2.1 Tvary v korytech potoků a řek

**Nárazový (konkávní) břeh** – vnější břeh toku v oblouku, unášecí síla je natolik velká, že je schopna erodovat břeh do svislého, v krajním případě do převislého tvaru

**Vnitřní (konvexní) břeh** – břeh uvnitř oblouku, dochází ke střetu příčných složek proudění, které působí směrem nahoru a naproti nim působící tíha částic. Následkem tohoto jevu je sedimentace materiálu a vznik lavic usazených částic neboli **jesepey**

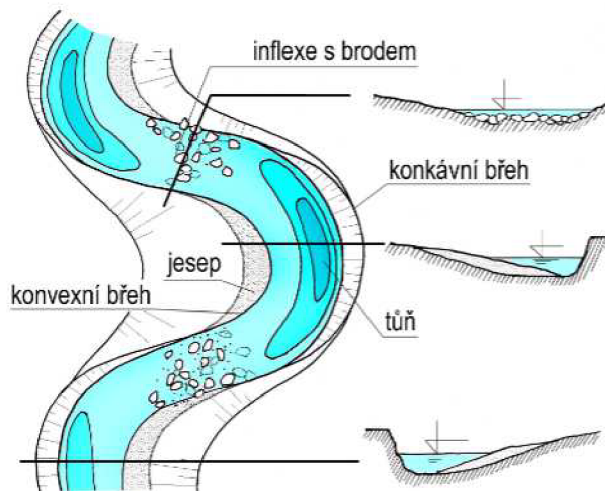
**Inflexe** – přechod z konvexního do konkávního oblouku a naopak

**Tůň** – tvoří se hlavně místech konkávního břehu, kde dochází k dnové a boční erozi, funkcí tůně je tlumení erozních účinků proudu a posléze zpomaluje další hloubení koryta, při potřebě zamezit samovolnému zahlubování se provádí stavba umělých tůní jako ochranný prostředek toku

**Brod** – část koryta charakterizující se svojí mělkostí a větší šířkou, brody nalezneme v inflexích při přechodu dvou protisměrných oblouků, u kapacitnějších toků s větším podélným sklonem vznikají peřeje, naproti tomu u toků s menším sklonem může dojít k místnímu divočení toku

**Štěrkové lavice** – útvar vznikající na dně koryta v ustupujících fázích povodně při odlučování částic proudu, který ztrácí svoji energii. Při menších průtocích vystupují nad hladinu a vytváří útočiště pro mnoho živočichů

**Dnová dlažba** – přírodní pokrytí dna koryta, samovolné ukládání štěrkového a kamenitého materiálu [4][10]



Obr. 7 Tvary Koryta v meandrech [4]

### 3.2.2 Stav vodních toků

V minulosti došlo k mnoha nešetrným technickým úpravám hlavně z důvodu zemědělské činnosti, která vyžadovala napřímené vodní toky pro snadnější obdělávání a maximální využití půdy a vodní toky byly využívány jako odvodňovací zařízení rozsáhlých ploch. Technicky upravené koryto se charakterizuje velkou kapacitou a hloubkou – zbytečně tak dochází k odvodnění okolního území, koryto bývá uměle napřímeno a považujeme ho za hydraulicky hladké. Lidé si neuvědomovali nebezpečí, které vzniká při zrychlení povodňových průtoků tímto způsobem, kdy zcela opomenuli využití tlumivých rozlivů do okolní nivy. Mnohdy je koryto stabilizováno opevněním, často ale dochází ke ztrátě soudržnosti a destrukci [29]. Může pak dojít např. k zasypaní průtočného profilu okolní nesoudržnou zemínou. Musíme si proto uvědomit, v jakých místech je opravdu potřeba provádět opevnění toku. Dřívější myšlenka spočívala v rychlém odvedení vody z krajiny, čímž je ale zvyšován následný nedostatek zásob vody v krajině v sušších obdobích. Tyto problémy se začaly projevovat zejména se změnou klimatu, kdy se objevují období sucha a převažují nárazové přívalové srážky. Je potřeba si uvědomit, jakým způsobem s vodou nakládat, abychom ji později mohli využívat pro další účely. V současné době začínáme znovu navracet vodním útvarům jejich přírodní stav odstraněním nevhodné úpravy, revitalizacemi nebo renaturacemi [28].



Obr. 8 Přírodní stav vodního toku [29]



Obr. 9 Technicky upravené koryto – nevhodné zpevnění v místech extravilánu [28]

## 4 HODNOCENÍ A MONITORING VODNÍCH TOKŮ

Voda, ať už máme na mysli sladkou či slanou, tvoří přes 70 % zemského povrchu. Z tohoto důvodu je potřeba k ní přistupovat správným způsobem z hlediska její ochrany, nakládání a využívání. Monitoring slouží pro zjištění aktuálního stavu povrchových a podzemních vod na úrovni národní i evropské legislativy. Tvoří podklad pro vodohospodářské plánování. Z výsledků a vyhodnocení vytvoříme návrhová opatření sloužící k obnově původního přírodního rázu toku a jeho okolí, nebo jeho ekologického potenciálu, který se řeší u silně ovlivněných a umělých vodních útvarů. Ochrana vod je rozmanitá činnost, která se váže právním předpisem Evropského parlamentu a Rady ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. Mluvíme o směrnici 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady ustanovující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky z 23. října 2000 [11][12][13].

### 4.1 Ochrana přírodních toků

V minulosti i v současné době vodní toky podléhají nedovoleným a nešetrným zásahům lidské činnosti do přírodního ekosystému, kterými je třeba čelit v podobě legislativních zákonů a nařízení zabývajících se ochranou vod. Mluvíme o vodním zákonu č. 254/2001 Sb. a jeho paragrafů ustanovených pomocí nařízení nebo vyhlášek. Ministerstvo životního prostředí spolu s Ministerstvem zemědělství každoročně vypracovávají zprávu o aktuálním stavu vodního hospodářství v České republice. Zpráva obsahuje kvalitu, množství povrchových a podzemních vod a další výzkumné či integrační aktivity v tomto oboru [14]. Z těchto důvodů si v dnešní době nejvíce ceníme toků, popřípadě úseků, které se dochovaly ve svém původním přirozeném a zároveň přírodě blízkému stavu. Takovéto úseky toků vytváří přírodní biotopy pro celou řadu rostlin a živočichů. V opačném případě, u technicky upravených nebo poškozených vodních toků je velice náročná jejich obnova vzhledem k tomu, že často nedokážeme zajistit jejich plnohodnotnou přírodní jedinečnost, často z důvodu zastavěnosti bezprostředního okolí. Předmětem ochrany nejsou pouze řeky a potoky, ale také mokřady, tůňe nebo říční ramena. Jedním z důvodů ochrany vodních toků je snaha zadržet, co nejvíce vody v krajině. Zvýšením retenční schopnosti zpomalíme povrchový odtok, který záleží na členitosti území při snaze o malou průtočnou kapacitu koryta. Přírodní vodní toky se vyznačují také velkou samočisticí schopností, která je dána tvarovou a hydraulickou členitostí koryta. Vytvářejí bohaté a pestré přirozené prostředí.

Na správě, a tedy i na ochraně vodních toků se nepodílejí jen jednotlivá povodí ale i Lesy České republiky. Ke konci roku 2019 spravovaly Lesy ČR celkem 38 tisíc km vodních toků a 977 bystřin. Péče zahrnuje zejména úpravy toků, hrazení bystřin a strží, opatření proti povodním a výstavbu vodních nádrží. Správa vodních toků LČR vynaložila v roce 2019

celkem 623,5 mil. korun. Jedná se nejen o investiční náklady, ale i nákupy pozemků, výkopové práce, opravu a nakonec údržbu majetku [15][16].



Obr. 10 Retenční objekt – Vojtovický potok [15]



Obr. 11 Zadržetí vody v krajině, přehrážka [15]

## 4.2 Plánování v oblasti vod

Zpracování prvního vodohospodářského plánu se datuje 3700 let zpět do naší historie. Jednalo se o systém zavlažovacích kanálů, prvotních vodovodů s rozvodnými řadami, a nakonec regulaci řeky Euphrat, která byla největším zdrojem vody tehdejšího Babylonu. Autorem tohoto plánu byl syn nejslavnějšího babylonského krále Chamurappiho, král Samsuiluna. Jediný starší vodohospodářský plán, který se bohužel nedochoval, byl vytvořen stavitelem Iy. Ten kolem roku 2300 p.n.l. zreguloval a ohrázoval řeky Chuang – che a Jang – č – tiang a místo každoročních povodní těchto řek docházelo k větším rozlivům pouze jednou za 20 let, čímž získal obdiv a posléze se stává císařem pod jménem Chuang-ti. Určitým milníkem je rok 305 př.n.l., kdy nastalo vzkvétání starého Říma vybudováním 12 vodovodů k zásobování 900 000 obyvatel.

České území bylo ovlivněno stavbou rybníků, konkrétně na Pardubicku za vlády Karla IV. a v jižních Čechách za Rožmberků. Nejednalo se tak úplně o vodohospodářské plány, spíše o konkrétní opatření, které si vyžádala situace. Výrazně většími projekty se stala výstavba Suezského a Panamského průplavu, v českých zemích plán průplavu Dunaj – Odra, později rozšířen na Dunaj – Odra a Labe.

Vodohospodářské plánování nabylo nový impuls v polovině 20. století v souvislosti s zásobováním větších měst vodou a s tím spojenou i zvýšenou potřebou vody pro průmysl, závlahy. Začaly se budovat vodní elektrárny a přehradní nádrže pro uchování vody na pozdější využití. Již v průběhu druhé světové války Ing. Bažant zpracoval „Moravský vodohospodářský plán“, o pět let později v roce 1946 vznikla práce J. Bartovského „Vodní cesty a vodohospodářské plánování v Čechách a na Moravě“, 1947 se objevuje základ

soustavného plánování s názvem „Generální plán rozvoje vodního hospodářství v zemi České a Moravskoslezské, autorem je J. Bratránek [17].

Státní vodohospodářský plán republiky Československé, zpracován v letech 1949 – 1953, navazuje na předchozí myšlenky a stává se novým směrným přehledem pro nakládání s vodním bohatstvím našeho státu. Sloužil zároveň jako podklad pro územní plánování. S časovým odstupem můžeme říci, že plán skrze podrobné sledování a vyhodnocování údajů ovlivňující vody přinesl možnosti využití vodních zdrojů v dílčích povodí a navrhoval způsob nakládání s očekávanou potřebou vody. Poprvé v historii byla zpracována problematika zásobování obyvatelstva pitnou vodou. Netrvalo dlouho a technická znalost v tomto oboru se zvyšovala, původní SPV ztrácel význam. V roce 1967 se odsouhlasilo přepracování SVP – vznikla příprava druhého vydání [19].

Příprava vzhledem k rozdílným názorům všech zpracovatelů trvala tři roky, do roku 1970. Vlastní vyhotovení práce bylo dokončeno v roce 1975, v souladu se zákonem č. 138/1973 Sb., o vodách svůj název na Směrný vodohospodářský plán (dále jen SVP 1975), který platil do roku 2009, kdy byly přijaty plány oblastí povodí. Jednalo se o velmi rozsáhlou práci, která přinesla zhodnocení 581 přehradních profilů z důvodu výstavby možných vodních nádrží o objemu 14,7 mld./m<sup>3</sup>, zhodnocení 45 přímých odběrů z vodních toků, které by potencionálně znamenaly zdroje pitné vody pro zásobování obyvatelstva, prošetření více jak 600 bodových zdrojů znečištění a následné opatření k ochraně vod [18]

Dokumentační a analytické výsledky byly také shrnuty do samostatných publikací SVP Povodí.

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

Vzniká Vodohospodářský sborník SVP ČR 1995 vydaný Ministerstvem životního prostředí v roce 1997. Vývoj plánování v oblasti vodního hospodářství v dalších letech přinesl nové úpravy ve vodním zákoně v rámci přípravy přijetí evropské legislativy v oblasti vod, již zmíněné Rámcové směrnice o vodách.

Nový systém plánování v oblasti vod pokračuje s navázáním na SPV s tím, že se snaží vyhovět veškerým požadavkům Rámcové směrnice. Prosazuje změnu procesu



v plánování demokratickým směrem ke společnosti, neboť vodní zákon vymezuje a harmonizuje veřejné zájmy [11].

### **4.3 Rámcová směrnice o vodách**

V minulosti se většina evropských toků, ať už jde o povrchové vody, podzemní či brakické, spravovala dle vlastní legislativy daného státu. Vodní toky se nacházely v různých kvalitách, přičemž formou, jakou bylo s nimi zacházeno se jejich kvalita postupem času více a více zhoršovala. Bylo proto nutné sjednotit různé způsoby dosavadní ochrany vod [24]. Ke dni 23. října 2000 vydal Evropský parlament spolu s Radou ustanovující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky již několikrát zmíněnou Rámcovou směrnicí o vodách (dále jen RSV). Zjednodušeně se snažíme díky této směrnici dosáhnout dobrého stavu vodních útvarů a v místech, kde je potřeba navrhnout a zrealizovat příslušná opatření. Nástrojem pro dosažení těchto cílů představují jednotlivé plány povodí. RSV zcela jasně dbá na odpovědnosti vnitrostátních orgánů [25]. Ty mají povinnost stavit na svém území jednotlivá území, ze kterých je povrchová voda odváděna do říčních sítí, tedy povodí. S tím souvisí i určení správce povodí, kteří analyzují a monitorují současný stav. Nabádá také ke zřízení registru chráněných oblastí, kterými může být místo odběru vody, ale také případné biocentrum nebo biokoridor sloužící jako stanoviště živočichů a rostlin. Důležitým aspektem je informování veřejnosti a poskytování konzultací o plánech povodí. Státy evropské unie mají povinnost informovat Evropskou komisi o dosavadním postupu implementace RSV, aby mohlo dojít ke zpracování údajů do Water Information System of Europe (WISE) [26][27].

### **4.4 Současné plánování na našem území**

Proces plánování v oblasti vod v České republice začal v roce 2003, kdy byla zvolena Ministerstvem zemědělství Komise a Návrhová skupina Komise, která zajišťuje a předkládá náměty pro projednání.

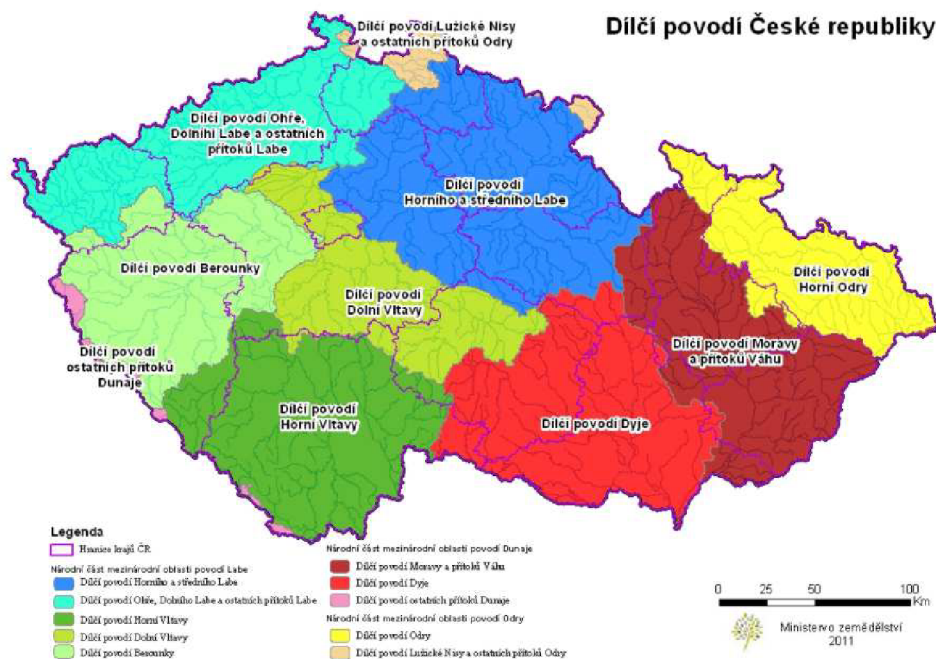
#### **4.4.1 I. Plánovací období**

Období zahrnuje roky 2009–2015. Proběhlo zpracování Plánu hlavních povodí České republiky, který zahrnoval dlouhodobou koncepci v oblasti vod. V návaznosti na tento Plán vznikají Plány v oblasti povodí naplňující základní úroveň podle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES. „*Zahrnují povodí Horního a středního Labe, povodí Vltavy, povodí Berounky, povodí Dolní Vltavy a povodí Dyje [20]*“. Přinášely shrnutí o současném stavu vodních sítí v daném povodí z důvodu zhoršování jejich kvality v minulých letech. Snažily se dosáhnout dobrého stavu celého vodního prostředí [20].

## 4.4.2 II. Plánovací období

Probíhalo v letech 2016–2021. Vzhledem k připomínce Evropské komise bylo nutno upravit stávající legislativu (novela vodního zákona č. 150/2010 Sb.). Nová struktura pro aktualizaci současných plánů se skládá ze tří úrovní:

- Mezinárodní plány povodí
- Národní plány povodí
- Plány dílčích povodí



Obr. 12 Dílčí povodí České republiky [21]

Zároveň vznikají plány pro zvládnutí povodňových rizik s požadavkem na směrnici 2007/60/ES o vyhodnocení a zvládnutí povodňových rizik [21].

## 4.4.3 III. Plánovací období

Jedná se o současné plánovací období tedy mezi roky 2021–2027. V rámci programu probíhá druhá aktualizace plánů povodí a plánů pro zvládnutí povodňových rizik [22].

Veškeré shrnutí vodohospodářského plánování je v současné době spjato s požadavky Rámcové směrnice o vodách, proto je potřeba mít znalosti o současném stavu vodních toků k jeho dalším návrhům.

## 4.5 Monitoring v České republice

Aktuálním používaným informačním systémem kvality vod na našem území je Informační systém ARROW (Assesment and Reference Reports of Water Monitoring). Tvoří nadstavbu, která vychází z původního modelu HEIS. Obsahuje databázi odebraných vzorků vody, které se sledují podle chemického a ekologického stavu a vyhodnocují v rámci požadavků RSV. Provozovatelem tohoto systému je Český hydrometeorologický ústav s návazností na Ministerstvo životního prostředí [30]. „*V souladu s požadavkem § 13 vyhlášky č. 98/2011 Sb. o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých útvarů povrchových vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod je zveřejněn Rámcový program monitoringu, schválený ke dni 22. 11. 2018*“ [31].

### 4.5.1 Rámcový program monitoringu

Tento program monitoringu povrchových vod vyhovuje národním i evropským požadavkům na sledování a hodnocení jakosti a stavu vod. Základem sledování je chemický a ekologický stav – biologické složky, hydromorfologie, a fyzikálně chemické parametry [31].

#### Situační monitoring – povrchové vody

Abychom zajistili správné hodnocení stavu povrchových vod, je potřeba pokrýt dostačující počet vodních útvarů v každém dílčím povodí. Místa k monitoringu jsou vybrána podle toho, aby svojí charakteristikou reprezentovaly hlavní část povodí. Další kritéria pro vybrání lokalit provozního monitoringu jsou uvedena ve vyhlášce č. 98/2011 Sb. Frekvence tohoto monitoringu se provádí kdykoli v průběhu jednoho plánovacího období, tedy šesti let. Jedinou podmínkou je, že sledování musí být provedeno v průběhu dvou let. Takže nastane situace, kdy se sledují všechna místa v jednom roce anebo situace, kdy je sledování rozděleno do dvou let. Pomocí situačního monitoringu je možno sledovat chemický stav všech biologických složek vyskytující se v daném profilu.

#### Provozní monitoring – povrchové vody

Výběr lokalit je velice podobný jako u předchozího typu monitoringu, kde je třeba sestavit provozní monitorovací síť umožňující zjišťování jakosti vod a stavy útvarů povrchových vod. Rozlišujeme tyto vodní útvary, které mohou být sloučeny pro zjištění stavu útvarů povrchových vod:

- Kategorie řeka
- Kategorie Jezero – monitorovací místo nemůže být situováno na výtoku z nádrže

Monitoring je prováděn každý rok. Můžeme však sledování profilů rozdělit do několika let a v každém roce se bude sledovat pouze jejich část. V této variantě musíme zajistit, aby vedle každoročně nesledovaných profilů se vybrala sada profilů, které budou monitorovány každý rok [31]. Sledování zahrnuje biologické složky ve vodě.

#### 4.5.2 Hodnocení chemického a ekologického stavu

Vodní útvary jsou hodnoceny na základě již zmíněného situačního a provozního monitoringu [32]. Hlavními ukazateli pro hodnocení chemického a ekologického stavu povrchových vod jsou:

##### Chemický stav

- Těžké kovy
- Pesticidy
- Průmyslové znečišťující látky

##### Ekologický stav

- Biologické složky – ryby, fytobentos, makrozoobentos, fytoplankton, makrofyla
- Chemické a fyzikálně chemické složky podporující biologické složky
- **Hydromorfologické složky – hydrologický režim, kontinuita toku, morfologické podmínky**

Hydrologický režim – udává charakter proudění a variabilitu průtoků

Kontinuita toku – podélná průchodnost koryta

Morfologické podmínky

- Proměnlivost hloubky a šířky koryta
- Struktura dna
- Struktura příbřežní zóny

Výsledky ekologického stavu vodního toku zatřídíme do 5 tříd.

Klasifikace stavu	Kód
Velmi dobrý	1
Dobrý	2
Střední	3
Poškozený	4
Zničený	5
Neznámý	U

Tab. 1 Výsledky ekologického stavu povrchových vod

**Velmi dobrý stav** – hodnoty biologických ukazatelů, které odpovídají vodnímu útvaru v nenarušených podmínkách

**Dobrý stav** – u tohoto stavu bývají biologičtí ukazatele mírně narušeny činností člověka, odchylka je však velmi malá

**Střední stav** – hodnoty biologických ukazatelů, které jsou významně více postiženy lidskou činností [33]

Hydromorfologické složky, které svými charakteristickými vlastnostmi podporující biologické složky se hodnotí v rámci ekologického stavu pouze za situace, kdy chemické a fyzikálně chemické složky se zařadí do klasifikace jako „velmi dobrý stav“ v souladu s RS. V případě, kdy se v daném monitorovacím místě neobjeví žádné biologické složky a chemické složky zařadíme vodní útvar do kategorie „neznámý“. Vyhodnocování hydromorfologických složek se provádí pomocí metodiky HEM – hydroekologický monitoring [32].

Tato tabulka poukazuje, jak často je třeba monitorovat jednotlivé ukazatele ekologického stavu kvality povrchových vod podle 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 [33]“.

Ukazatele kvality	Řeky	Jezera
<b>Ekologický stav</b>		
Biologické		
Fytoplankton	6 měsíců	6 měsíců
Jiná vodní flóra (makrofyta a fytobentos)	3 roky	3 roky
Makrozoobentos	3 roky	3 roky
Ryby	3 roky	3 roky
Hydromorfologické		
Hydrologický režim	nepřetržitě	1 měsíc
Kontinuita toku	6 let	
Morfologické podmínky	6 let	6 let
Chemické a fyzikálně-chemické		
Průhlednost a teplotní poměry	3 měsíce	3 měsíce
Kyslíkové poměry	3 měsíce	3 měsíce
Salinita	3 měsíce	3 měsíce
Acidobazický stav	3 měsíce	3 měsíce
Živiny	3 měsíce	3 měsíce
Ostatní znečišťující látky	3 měsíce	3 měsíce
<b>Chemický stav</b>		
Prioritní látky a další znečišťující látky pro hodnocení chemického stavu	1 měsíc	1 měsíc

Tab. 2 Četnost monitoringu ukazatelů ekologického stavu [33]

## 5 HYDROEKOLOGICKÝ MONITORING VODNÍCH ÚTVARŮ

V minulých kapitolách bylo již zmíněno, že hydromorfologické složky jsou součástí hodnocení ekologického stavu vodního útvaru, samozřejmě nesmíme zapomínat, že veškeré úkony vycházejí z požadavků RSV. V České republice vycházíme z nejméně používané metodiky HEM, která se zabývá vyhodnocováním jednotlivých hydromorfologických ukazatelů. V roce 2014 došlo k její aktualizaci původní verze z roku 2008. Kromě této metody existuje i několik dalších např. metodika monitoringu od Agentury ochrany přírody. Ostatní metody zahrnují spíše monitoring zahraničních vod.

### 5.1.1 Vybrané metody monitoringu

V Německu před rokem 2000 vzniklo několik metod monitoringu vod. První z nich je metoda LAWA Rheinland-Pfalz z roku 1994, která se zabývá stanovením strukturální kvality vodních útvarů. Druhou metodou je Ökologische Bewertung der Fließgewässerlandschaften, což v překladu znamená ekologické hodnocení říčních krajín, vznikla v roce 1996. V ten samý rok se objevuje metodika, která měla podobný charakter současného hodnocení vodních toků, s názvem Ökomorphologische Gewässerbewertung – ekomorfologické hodnocení vodních útvarů [38].

Světově známá metoda Strukturgüte von Fließgewässern, označovaná jako bavorská metoda z roku 1999 se zaměřuje na menší vodní toky do 10 m šířky. Obsahuje 25 parametrů, nezahrnuje tolik možností využití okolního území toku, jako je např. průmysl. Je důležité říct, že tato metoda není v souladu RSV. Hodnotí pouze 4 stupně kvality toků a přístup je velmi subjektivní, takže při hodnocení stejného úseku dvěma hodnotiteli můžeme dostat v konečné fázi odlišné výsledky [38][39].

Mezi novější a zároveň nejvýznamnější metody pro hodnocení morfologického stavu vodních toků v Německu jsou Lawa – Field Survey (dále jen Lawa-FS) a Lawa – Overview Survey (dále jen Lawa-OS) [40]. Lawa-OS se zaměřuje na větší toky, složí pro celoplošný průzkum. Hlavním zdrojem informací jsou topografické mapové podklady a již existující materiály o dané lokalitě. Terénní průzkum probíhá v případě, že potřebujeme ověřit správnost výsledků. Zohledňuje 17 parametrů charakterizujících průtoky, morfodynamiku, a fce biotopu. Naproti tomu Lawa-FS si zakládá na terénní průzkumu malých a středních toků. Úseky se pohybují v délce od 50 do 500 m, závisí na šířce koryta. V hodnocení se projevuje 25 parametrů, rozdělených do 3 zón.

V té době ve Francii byla vydána ministerstvem životního prostředí metodika Systéme d'Évaluation de la Qualité du Milieu Physique (dále jen SEQ Physique), která se zabývá monitoringem koryta, příbřežní zóny a údolních niv. Při této metodě se hodnotí 40 parametrů, které jsou důležité na výsledný ekologický stav stanovující se pomocí indexu [34]. Je jednou ze tří metodik, která se využívá ve Francii dodnes.

Tato tabulka zobrazuje vyhodnocení zmíněné metody. Vychází ze stavu degradace prostředí k původní referenční typologii. První sloupec znázorňuje index fyzického prostředí v 5 třídách od výborné kvality po velmi špatnou kvalitu (0-100 %).

Indice milieu physique (%)	Classe de qualité	Signification - interprétation
81 à 100	Qualité excellente	Le tronçon présente un état proche de l'état naturel compte tenu de sa typologie
61 à 80	Qualité assez bonne	Le tronçon a subi une pression anthropique modérée. Il conserve cependant une bonne fonctionnalité et offre les composantes physiques nécessaires au développement d'une flore et d'une faune diversifiées
41 à 60	Qualité médiocre	Le tronçon a subi des interventions importantes (aménagement hydrauliques par exemple). Son fonctionnement est perturbé. La disponibilité en habitats s'est appauvrie.
21 à 40	Qualité mauvaise	Milieu très perturbé. En général les trois compartiments (lit mineur, lit majeur et berges) sont atteints. La disponibilité des habitats devient faible et la fonctionnalité du cours d'eau est très diminuée.
0 à 20	Qualité très mauvaise	Milieu totalement artificialisé, ayant perdu totalement son fonctionnement et son aspect naturel (cours d'eau canalisé).

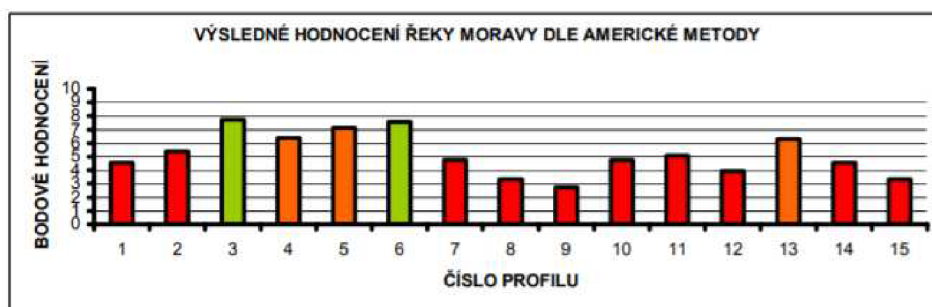
Tab. 3 Index vyjadřující stav degradace k referenčnímu stavu [34]

V USA se jedná o 2 známe metody, jednou z nich je Rapid BIOASSESSMENT PROTOCOL publikovaná v roce 1999. Metoda se spíše zaměřuje na obsáhlý monitoring biologických složek ve vodních tocích, kterými jsou:

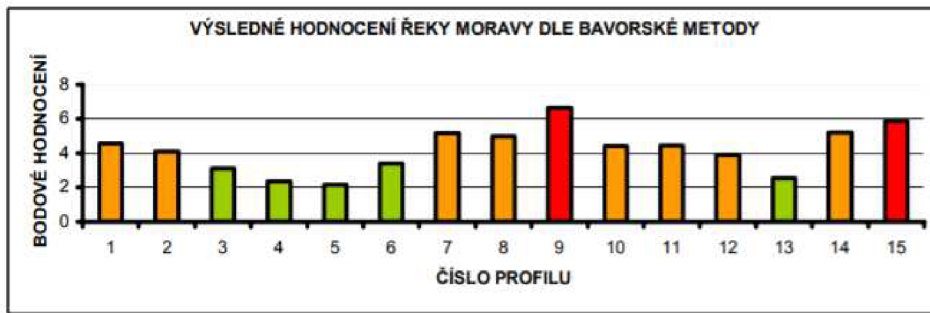
- Makrobezobratlí – larvy vážek a mšic, brouci
- Perifyton - směs řas, sinic a mikrobů
- Ryby

Zároveň ale je součástí hydromorfologický terénní průzkum obsahující 10 hydromorfologických parametrů. Vodní útvary se hodnotí pomocí 20bodové škály, podle které se zařadí do 4 jakostních tříd. Vzhledem k zevšeobecnění dílčích kritérií je velkou výhodou rychlost vyhodnocení [36].

Druhou zmíněnou metodou je Stream Visual Assessment. Obdobně patří k jednodušším metodám vhodných pro širokou veřejnost. Daný úsek je možno vyhodnotit do 20 minut bez vzdělání v oboru hydrologie či biologie. Hodnotí 15 parametrů, z nichž mě zaujala souvislost s rybí osádkou, kde zohledňuje migraci ryb, úkryty pro ryby, tůň a další. Délka úseků je dána jako 12násobek šířky toku. Pro svoji oblíbenost a srozumitelnost se používá v mnoha státech USA [38][36].



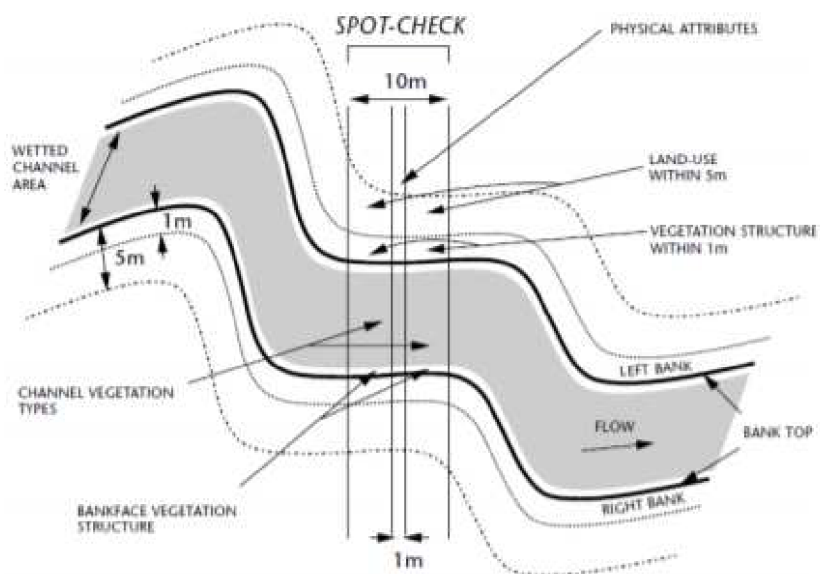
Obr. 13 Srovnání metod-americká metoda [38]



Obr. 14 Srovnání metod-bavorská metoda [38]

Také bych rád představil dvě z **britských metod** hodnocení. První metoda River Channel Morphology Assessment. Používá se v případě, kdy je nutno znát výhodnější variantu realizace revitalizace řek. Práce v terénu je doplněna o mapové podklady. Oproti americké metodě by měl průzkum a vyhodnocení provádět zkušený pracovník [38].

Nejrozšířenější britskou metodou je River Habitat Survey (dále jen RHS). Svoji podrobností předčívá ostatní metody, a to i v zahraničí a nedochází tak k subjektivním odchylkám. Úsek délky 500 je rozdělen ještě na 10 dílčích profilů, abychom byli schopni důkladně zohlednit vliv biotopu řeky. Skládá se z tzv. spot checku a sweep up. Spot check, úsek dlouhý 10 m, obsahuje charakteristické vlastnosti koryta, břehů a nivy. Sweep up se bere jako celá vzdálenost úseku, tj. 500 m, kde monitorujeme tvar břehů a rozsah stromového doprovodu. Terénní průzkum zjednodušuje škrtačí formulář namísto vpisování vlastních mnohdy zdlouhavých poznámek, které nám komplikují práci. Jakmile shromáždíme data, software spočítá 2 indexy, Habitat quality score a Habitat modification score. Nechybí ani srovnání výsledků s referenčním stavem. Část parametrů se nemusí určit pouze z průzkumu, ale i později skrze mapový server – nadmořská výška, spád toku [35].



Obr. 15 Ukázka vymezení tzv. spot-checku [35]



V České republice bylo zpracováno několik metodik. Metodika přijatá Ministerstvem životního prostředí je zmíněná metoda HEM, které se budu věnovat v samostatné kapitole, protože je součástí praktické části této bakalářské práce. Metoda hydromorfologického hodnocení podle AOPK hodnotí dle 17 parametrů, podle kterých hodnotí ekomorfologický stav toku a jeho nivy. Důležitými vlastnostmi je morfodynamika toku, kvalita biotopu a povrchový odtok. Zohledňuje se stav koryta a jeho břehů, nivy a údolí v blízkosti vodního toku. Z dosavadních zkušeností této metody vyplývá použití spíše u přirozených než u výrazně degradovaných umělých vodních útvarů. Bohužel neumožňuje srovnání s přírodním stavem toku, protože hodní pouze aktuální stav. Ve srovnání s ostatními metodami je nevýhodou, že je tato metoda určena pro toky se šířkou větší jak 10 m a zároveň velice náročná při zpracování. Postupuje se v jednotlivých etapách od přípravné fáze, rozdělení a očíslování úseků až po konečné vyhodnocení.

Další metodou v ČR, jejíž autorem je ing. Miroslav Šindlar (Metodika vyhodnocení aktuálního stavu hydromorfologie vodních toků) se zabývá zvláště hodnocením koryta a nivy vodního toku podle jednotlivých kritérií [37].

- Stav koryta
  - hydrologický a splaveninový režim
  - morfologie trasy a korytotvorné procesy
  - morfologie koryta
  - ovlivnění vývoje podélného profilu a migrační prostupnosti toku
- Stav nivy
  - odklon využití údolní nivy nebo svahu údolí od přírodního stavu
  - ekologické vazby toku a údolní nivy
  - vliv okolní krajiny

Konečná analýza je velice podobná ostatním metodám, kde známe 5 klasifikačních tříd, od velmi dobrého ekologického stavu po zničený stav vodního útvaru [37].

Cílem další známe metody – Ekomorfologické hodnocení kvality habitatu vodních toků (dále jen EcoRivHab) je nalézt takové útvary, které splňují dobrý ekologický stav. Průzkum probíhá v korytě toku, přechází na vegetační doprovod a údolní nivu. Úseky jsou zpravidla děleny od 200 – 1000 m. Standartní šířka údolní nivy je brána jako 100 m – tedy vzdálenost od koryta toku. Hodnocení navazuje na RSV (5 tříd a 31 parametrů) v závislosti antropogenních zásahů člověka do přírodního stavu toku [40][38].

## 6 METODA HEM

Metodika monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků byla vypracována roku 2014 pro potřeby Ministerstva životního prostředí. Hydromorfologické složky jsou součástí celkového ekologického stavu vodních toků. Jde o aktualizovanou původní verzi z roku 2007. Jejím autorem je doc. RNDr. Jabub Langhammer, Ph.D. Jako ostatní evropské metody musí splňovat požadavky přijaté RSV, aby se dosáhlo dobrého stavu vodních toků po celé Evropě [41]. Metodika se zaměřuje na hodnocení jednotlivých ukazatelů, podle kterých klasifikujeme jednotlivé vodní útvary do 5 skupin.

Jestliže hodnotíme vodní tok z hlediska hydromorfologické kvality, porovnáváme aktuální hydromorfologické vlastnosti s těmi referenčními. Pod referenčním stavem si můžeme představit takový stav vodního útvaru, který je zcela nedotčen lidskou činností. Čím blíže se přiblížíme s hydromorfologickými složkami k referenčnímu stavu, tím stoupá celková kvalita útvaru v jeho hodnocení.

Dalším způsobem hodnocení je Hierarchický princip. Principem je rozdělení monitorovaného území na jednotlivé úseky, u kterých probíhá hodnocení samostatně. Jakmile se vyhodnotí dílčí úseky z hlediska chemického a ekologického stavu, je provedeno celkové zařazení vodního toku. Na základě této analýzy se provádí další návrhová opatření ke zlepšení kvality vod [41]

Jak jsem již v této práci několikrát zmínil, stěžejními prvky této metodiky hodnocení jsou hydromorfologické složky.

### Hydrologický režim

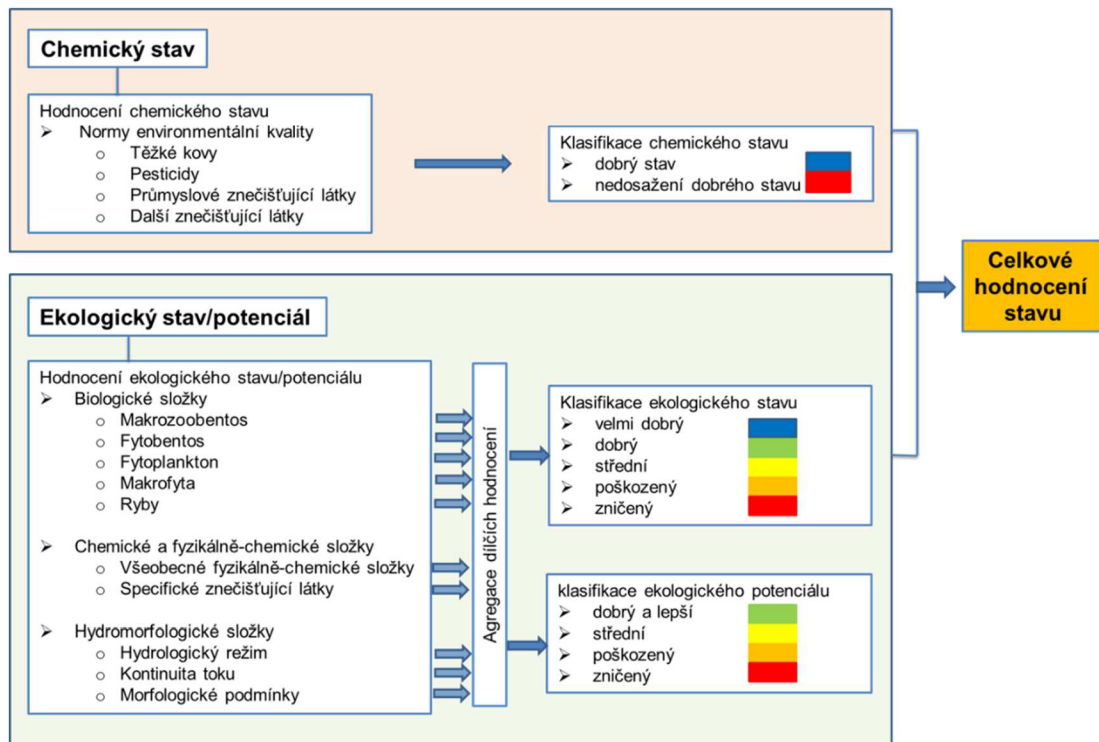
- velikost a dynamika proudění vody
- propojení na útvary podzemní vody

### Kontinuita toku

### Morfologické podmínky

- proměnlivost hloubky a šířky koryta toku
- struktura a substrát dna toku
- struktura příbřežní zóny

Metodika vychází z ČSN EN 14614, která přináší závazné požadavky na hodnocení těchto složek v rámci RSV. V normě je stanovena přesná strategie sledování, vymezení sledovaných jednotek a také, jak často je potřeba provádět monitorování. Pro sledování hydromorfologických složek je příhodná doba každých 6 let. Interval sledování by neměl přesáhnout 10 let v návaznosti na plánovací období. Sledované charakteristiky sledujeme ve třech zónách, koryto, příbřežní zóna a inundační neboli záplavové území [41].



Obr. 16 Princip hodnocení dle RSV [42]

Tato tabulka ukazuje hierarchický postup hodnocení vodních toků. V dolní části pak můžeme vidět hodnocení hydromorfologických složek, které hodnotíme v této metodice.

Výhody této metodiky hodnocení

- jednoznačnost při stanovení ukazatelů
- srovnatelnost výsledků s více mapovateli
- transparentnost
- rychlost mapování bez ztráty podrobnosti
- jednoduchost – nevyžaduje odborné znalosti v rámci morfologie a geomorfologie
- cenová efektivita

Monitoring provádíme v terénu formou mapování daného území celého vodního útvaru, kde si zapisujeme poznámky do mapovacího formuláře pro vybrané hydromorfologické charakteristiky toku a nivy. Hydroekologický monitoring provádíme pro vodní útvary řazené do kategorie řeka, to znamená veškeré hlavní páteřní toky. Mapování provádíme začátkem jara nebo na podzim, kdy jsou v korytě průměrné či nižší hladiny průtoků. Důležité kritérium pro výběr období mapování je také vzrostlá vegetace, která může bránit jednoznačně určit vybrané ukazatele. V případě, kdy je obtížný přístup k vybranému úseku, lze využít distanční podklady, jakou jsou ortofotomapy nebo historické mapy, ze kterých vycházíme při určování aktuálního stavu toku vzhledem k jeho původního stavu, tj. zdali v minulosti došlo k umělému napřimování toku pro dřívější účely hospodaření

s vodou, jak již bylo zmíněno v kapitole 3.2.2. Vodní útvary monitorujeme ve třech základních zónách, koryto, břeh a jeho příbřežní zóna a inundační území.

Do první zóny (koryto) řadíme tyto parametry: upravenost trasy toku (**TRA**), variabilitu šířky koryta (**VSK**), variabilitu zahloubení v podélném profilu (**VHL**), variabilitu hloubek v příčném profilu (**VHP**), dnový substrát (**DNS**), upravenost dna (**UDN**), mrtvé dřevo v korytě (**MDK**), struktury dna (**STD**), charakter proudění (**PRO**), ovlivnění hydrologického režimu (**OHR**) a podélnou průchodnost (**PPK**).

Při hodnocení druhé zóny (břeh a příbřežní část) zohledňujeme jakým způsobem je upraven břeh (**UBR**), s tím související i břehová vegetace (**BVG**) a nakonec využití příbřežního prostoru (**VPZ**).

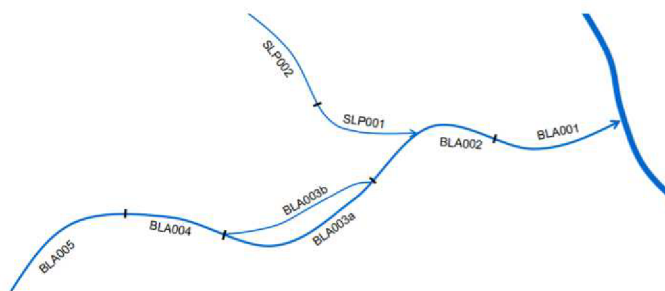
Ve třetí zóně se zaměřujeme na inundační území. Mapuje se na využití údolní nivy (**VNI**), kde levý i pravý břeh zařazujeme do 10 kategorií, jako může být např. les, louka, mokřad, zemědělská plocha nebo také zastavěné území. Dále je řešena průchodnost inundačního území (**PIN**), a nakonec stabilita břehu a boční migrace koryta (**BMK**) [41].

## 6.1 Postup při mapování

Základem celého monitoringu je připravení mapového formuláře spolu se základní topografickou mapou. Vhodně rozdělíme tok do několika úseků, které budeme mapovat. Hranice úseku volíme tak, abychom zajistili homogennost každého úseku podle těchto ukazatelů:

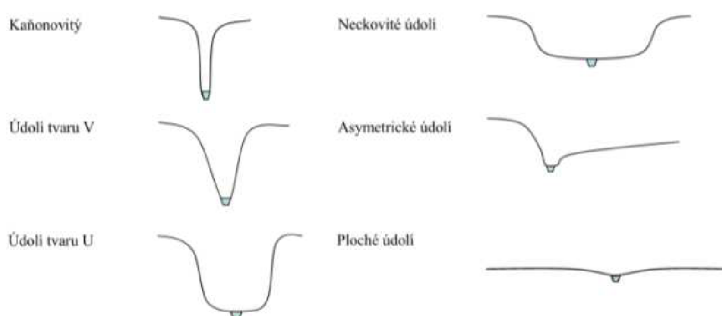
- typologie vodního útvaru
- půdorysný průběh trasy toku
- charakter využití příbřežní zóny
- charakter upravenosti koryta toku

Tyto ukazatelé jsou řazeni od nejvýznamnějšího z hlediska rozdělení úseků až po nejméně významné kritérium. Délku úseku volíme podle stupně morfologické stejnorodosti. U menších toků s šířkou koryta do 10 m bereme jako min. délku úseku 100 m, u větších toků se pohybujeme až okolo 1 km. Při mapování se setkáváme s místy, která jsou zatrubněná nebo zakryta. Tyto části řešíme zcela samostatně. Jakmile máme stanovené hranice úseků, je potřeba každý z nich označit svým ID, abychom později snáz poznali, o jakou část toku jde [41].



Obr. 17 Členění na úseky [41]

Mapujeme proti směru proudu tak, že si zaznamenáme pomocí GPS polohu dolní a horní hranice úseku a vyznačíme do mapovacího formuláře, o jaký říční kilometr se jedná. Poslední částí před začátkem samotného monitoringu je popsání tvaru údolí přímo v terénu. Rozlišujeme mezi soutěskou, údolím tvaru V, údolím tvaru U, neckovitým údolím, plochým údolím nebo asymetrickým údolím.



Obr. 18 Charakteristické typy údolí [41]

## 6.2 Způsob hodnocení hydromorfologické kvality toku

Vycházíme z hodnot naměřených z terénního nebo distančního mapování. Postupujeme v těchto krocích, které bych rád pod tímto rozdělením vysvětlil:

- přiřadíme tok do skupiny typů toků – řazení podle typologie
- ohodnotíme jednotlivé parametry podle zmíněných tří zón hodnocení
- vypočteme hydromorfologickou kvalitu úseku
- klasifikujeme daný úsek – slovně
- vypočteme hydromorfologickou kvalitu celého útvaru
- klasifikujeme vodní útvar [41][42]

### 6.2.1 Typy vodních toků dle jejich typologie

V prvním kroku nám poslouží metodika vymezení útvarů povrchových vod z roku 2010, autorem je taktéž Langhammer. U větších vodních toků se může objevit více typů podle jeho typologie. Pro Českou republiku byla vypracována digitální říční síť, která zobrazuje

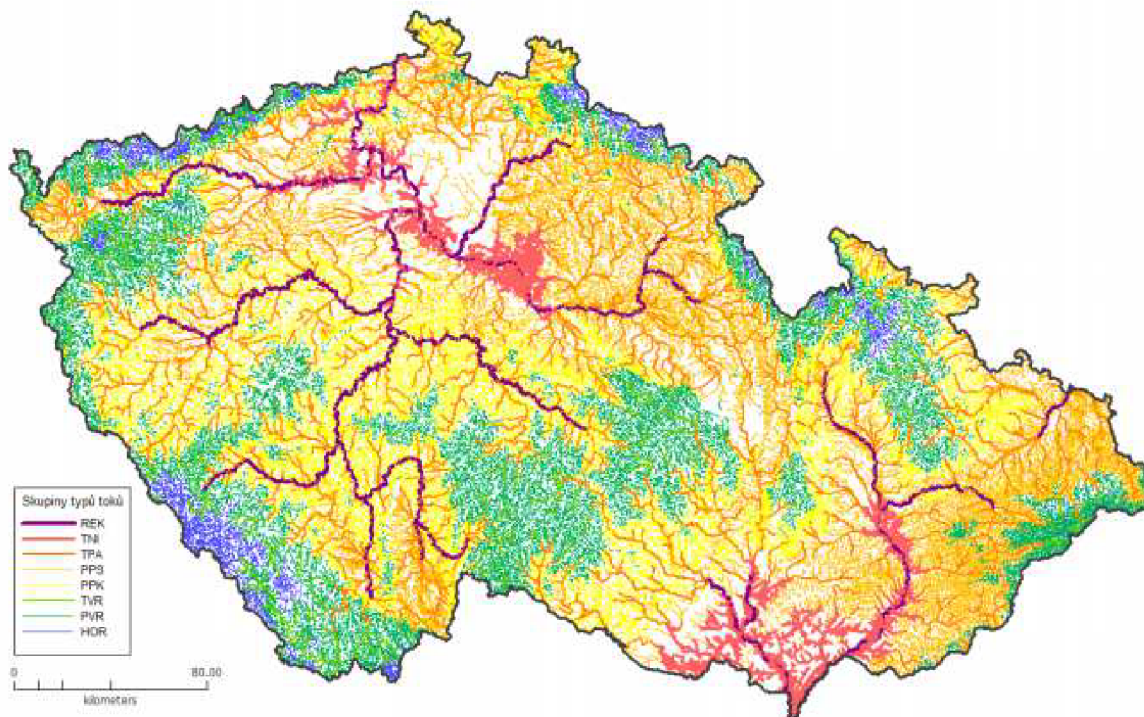
jednotlivé typologie toků v jemném členění. Tyto data jsou dostupná na portálu HEIS, kde jsem čerpal potřebné informace k praktické části této práce. Každý vodní úvar má přiřazen svůj čtyřmístní typologický kód. První číslice se vztahuje k parametru úmoří, kde volíme mezi Severním, Baltským a Středozezemním mořem. Druhé místo kódu zastupuje nadmořská výška pohybující se v těchto hodnotách <200–800 m n.m. a více. Třetí parametr-tedy i třetí místo kódu řeší otázku geologie území. Poslední kód se udává podle toho, zda-li se jedná o potok, říčku nebo řeku. Používáme dělení podle Strahlera [41][42][43].

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

Tab. 4 Výsledné kategorie typů vodních toků [43]

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

Tab. 5 Skupiny typů toků pro typově specifické hodnocení [43]



Obr. 19 Skupiny typů vodních toků pro typově specifické hodnocení hydromorfologického stavu [42]

## 6.2.2 Způsob skórování ukazatelů

Tento krok spočívá v tom, že ke každému úseku přiřadíme skóre od 1-5, přičemž třída 1 je přírodě blízký stav a třída 5 je silně modifikovaný stav. Některé z ukazatelů hodnotíme přímo z tabulky, pro jiné je potřeba udělat pomocný výpočet, který nám dopomůže k výsledné třídě. Provádíme-li mapování na levém i pravém břehu toku – bereme vždy méně příznivou hodnotu pro celkové hodnocení. Ke každému ze 17 ukazatelů je přiřazena jeho váha podle expertního odhadu a kalibrace, abychom byli schopni vytipovat skutečná místa, kde je potřeba provést nápravu, která by vedla k celkovému zlepšení daného vodního útvaru [42].

## 6.2.3 Výpočet hydromorfologické kvality úseku

Zjednodušeně se jedná o vážený průměr skóre, které je vypočteno z jednotlivých ukazatelů, pomocí tabulek a výpočtů. Je dán touto rovnicí [42].

$$\begin{aligned}
 \text{HMS} = & (\text{TRA} * k_{tra\_typ} + \text{VSK} * k_{vsk\_typ} + \text{VHL} * k_{vhl\_typ} + \text{VHP} * k_{vhp\_typ} + \text{DNS} * k_{dns\_typ} + \text{UDN} * k_{udn\_typ} + \text{MDK} * \\
 & k_{mdk\_typ} + \text{STD} * k_{std\_typ} + \text{PRO} * k_{pro\_typ} + \text{OHR} * k_{ohr\_typ} + \text{PPK} * k_{ppk\_typ} + \text{UBR} * k_{ubr\_typ} + \text{BVG} * k_{bvg\_typ} + \\
 & \text{VPZ} * k_{vpz\_typ} + \text{VNI} * k_{vni\_typ} + \text{PIN} * k_{pin\_typ} + \text{BMK} * k_{cpr\_typ}) / 4
 \end{aligned}$$

HMS – hydromorfologické kvalita úseku

Všechny další veličiny (ukazatelé) jsou popsány v posledních tří odstavcích kapitoly 6

### 6.2.4 Klasifikace hydromorfologického stavu úseku

Po získání informací z předešlé rovnice zatřídíme úseky do daných pěti tříd dle ČSN EN 1548. Literatura doporučuje barevné zakreslení daných úseků do mapy v souladu s normou ČSN 14614 [42].

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

Tab. 6 Klasifikace hydromorfologického stavu dle ČSN EN 1548 [42]

### 6.2.5 Výpočet hydromorfologické kvality vodního útvaru

Hydromorfologická kvalita celého vodního útvaru vychází z této rovnice. Jde prakticky o vážený průměr, kde se ve jmenovateli objevuje suma kvalit jednotlivých úseků vynásobená jejich délkou. Tuto hodnotu podělíme sumou všech délek [42].

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

$HMK_{VU}$  – výsledná hydromorfologické kvalita toku

$HMK$  – hydromorfologické kvalita úseku

$L$  – délka úseku

### 6.2.6 Zatřídění toku

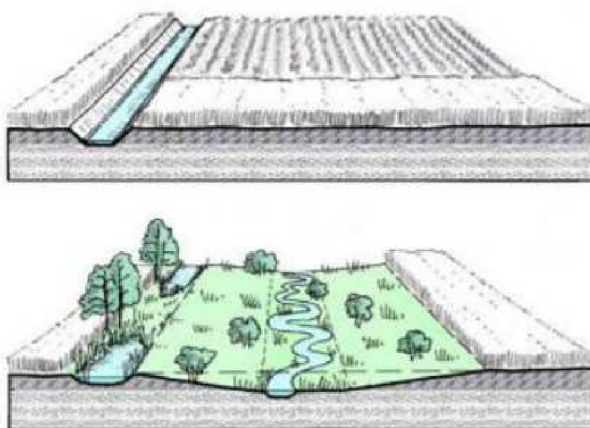
Provedeme obdobné zatřídění jako v kapitole 6.2.4. Tento výsledek monitoringu je základní stavební kámen při návrhu revitalizačních opatření, která vedou ke zlepšení stavu vodních toků ve snaze dosáhnout druhé třídy kvality, tedy slabě modifikovaného stavu. Naopak u toků s již provedenou revitalizací tímto mapováním ověříme účinnost úpravy.



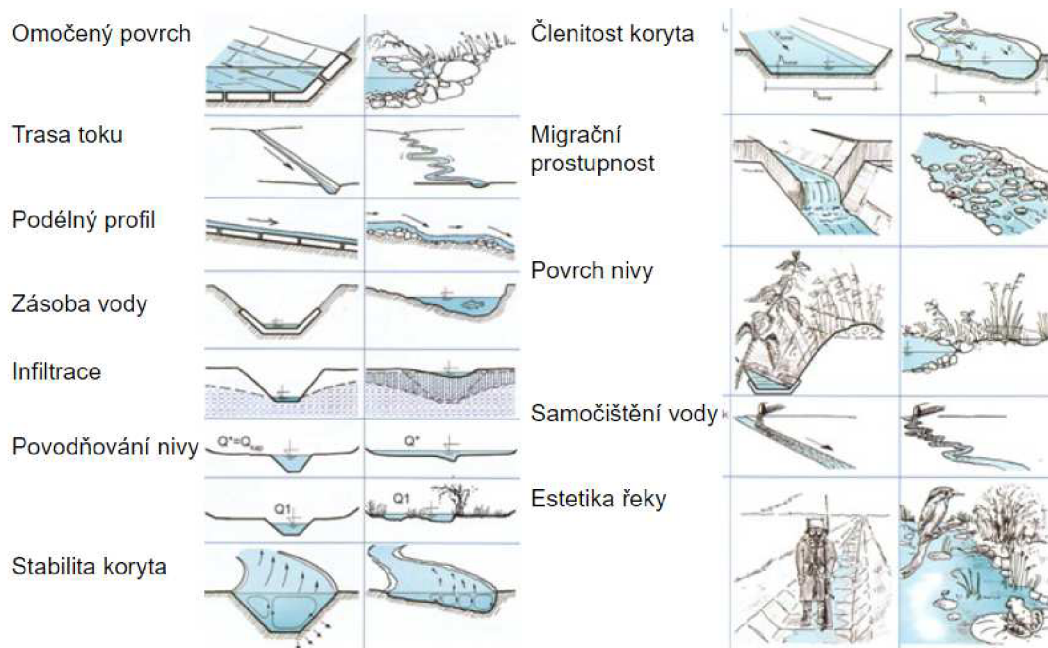
## 7 REVITALIZACE VODNÍCH TOKŮ

Vodohospodářské revitalizace provádíme hlavně u vodních útvarů, které byly výrazně ovlivněny antropogenní činností člověka. Snažíme se odstranit, nebo alespoň eliminovat původní nešetrná opatření provedená v minulosti. V předešlých dobách, jak již jsem zmiňoval, se apelovalo na rázné napřimování a prohlubování vodních toků. S příchodem prefabrikace bylo prvotní myšlenkou koryto zpevnit, popřípadě vydláždit, což vyvolalo pouze omezení veškerých přírodních funkcí a prakticky to znemožnilo vytvořit v okolí toku jakýkoli biotop, kterým mohly být také mokřady. Nejednalo se pouze o ztrátu přírodního potenciálu, ale taky se tím zvýšilo riziko při povodních – zrychlení průtoku a zároveň přilehlá krajina ztrácela potřebné množství vody. Revitalizačními opatřeními se snažíme zlepšit ekologický stav toku i jeho okolí [4][44][46]. Určitě bychom neměli ani opomenout důležité prvky územního systému ekologické stability (dále jen ÚSES), které dotváří pomocí vhodné pozemkové úpravy okolí vodních toků, stejně jako tomu je i u mé praktické části monitoringu, kdy se na pravém břehu nachází lokální biokoridor Heršpická Leskava 6.

Dalším způsobem, kterým lze navrátit přírodě blízký stav, je **renaturace**. Jde o samovolný přírodní proces zanášení koryta splaveninami, zarůstání břehové části bylinami, popřípadě dřevinami, čímž docílíme postupného rozpadu uměle vybudovaných opevnění nebo příčných objektů, kterými mohou být spádové stupně. Výhodou těchto procesů je ekonomická stránka věci. Nemusíme vynaložit prakticky žádné náklady, zároveň není vhodné provádět pravidelné čištění toků a odstraňování splavenin. Bohužel renaturace nedokáže odstranit veškeré prvky pouze přírodními procesy. U tuhého opevnění koryta dojde jen k částečnému rozpadu, proto je nutné v tomto případě navrhnout příslušný typ revitalizace. U nadměrně zahloubených koryt řešíme podobný problém, který se nedá vyřešit samovolně. Nevhodnou úpravou docílíme toho, že se koryto snaží stále zahlubovat dokola [45].



Obr. 20 Provedení revitalizace [4]



Obr. 21 Přínosy revitalizací vodních toků [4]

Veškeré návrhové parametry revitalizačních opatření záleží na tom, v jakém místě se tok nachází. Rozlišujeme mezi tím, jestli je koryto umístěno v zastavěné části území nebo ve volném prostranství.

V první variantě není možné rozvolnit trasu toku a je nutné pracovat pouze s jeho korytem. V základu se provádí variabilní změlčení toku, popř. navržení stěhovavé kynety, a nakonec odebrání původního opevnění. Spíše preferujeme nepravidelné tvary dna, dalo by se říct, že klasický lichoběžníkový profil měníme na miskovitý tvar. Využíváme přirozeného zanášení koryta splaveninami a taky vhodného doprovodného porostu, který zvedne biologickou hodnotu ekosystému [44][46].

Ve druhé situaci je vodní útvar součástí volné krajiny, proto je příhodné koryto tzv. rozvolnit do přilehlé nivy a vytvořit tak meandrující pás, kde dochází ke střídání protisměrných oblouků, které zdaleka nemusí být tak pravidelné. V praxi se může stát, že se zachovala původní slepá ramena, která v tomto případě je možno znovu zprůtočnit nebo vytvořit mokřady a tůň jako další přírodě blízký prvek. Cílem je zmenšit kapacitu koryta, snížit rychlost a sklon, připravit podmínky pro růst břehových a doprovodných porostů a obnovit migrační prostupnost pro živočichy přirozeně žijící v daném území [44][46].

Provádění revitalizací vychází z úseků toků, které se dochovaly v nepoškozeném přírodním stavu. Přirozený vodní útvar můžeme charakterizovat takovým dnem, které poskytuje svojí různorodostí potřebné prostředí pro život vodních organismů, diverzitou v hloubkách a v režimech proudění, vhodným vegetačním doprovodem, který zároveň podporuje zpevnění břehů, a nakonec je to migrační propustnost toku. Žádné opatření ke zlepšení vodního útvaru nedokáže hned po jeho dokončení vytvořit požadované přírodě blízké prostředí. Vytvoříme pouze základ pro další samovolné procesy dotváření, které probíhání dalších několik let [4][46].

## 7.1 Průběh revitalizací v ČR

Provádění revitalizací na našem území nejčastěji připadá na žádosti správců povodí, popřípadě obcí nebo měst. Veškeré revitalizace jsou finančně podporovány od roku 2008 v rámci operačního programu Životního prostředí. Největší problém se objevuje v přípravné fázi, kdy je potřeba zajistit potřebné pozemky v okolí toku, které budou dotčeny touto stavbou, proto je prakticky nemožné zlepšit většinu vodní sítě v České republice. Na základě tohoto zjištění je potřeba alespoň podporovat samovolné procesy, na které není potřeba vynaložit takové náklady [44][47].

## 7.2 Územní systém ekologické stability

Je definován jako „vzájemně propojený soubor přirozených i pozměněných, avšak přírodě blízkých ekosystémů, které udržují přírodní rovnováhu“[48]. Snažíme se vytvořit ekologicky stabilní území, která příznivě ovlivňují okolí. Cílem je podpořit život biologických druhů, které se vyskytují ve svém přirozeném prostředí a jejich společenstev.

Rozdělení dle významu:

- **Nadregionální ÚSES** – významné krajinné celky s plochou alespoň 1000 ha, správu těchto celků zajišťuje Ministerstvo životního prostředí ČR
- **Regionální** – plocha závisí na typu společenstev, pohybuje se v rozmezí 10 – 50 ha, působnost spadá do krajských úřadů a národních parků
- **Místní** – jedná se o menší krajinné celky s plochou od 5 do 10 ha, které mají na starost obce s rozšířenou působností

Skladebné části ÚSES:

- **Biocentra** – vytvoření přírodě blízkého ekosystému v podobě biotopu
- **Biokoridor** – jde o vegetační pás, který umožňuje migraci organismů mezi jednotlivými biocentry
- **Interakční prvek** – tyto prvky nemusí být propojeny s ostatními prvky ÚSES, bývají to krajinné segmenty na hierarchicky nejnižší úrovni z těchto prvků, příkladem může být remíz v poli [48]

Všechny tyto prvky navrhujeme v souladu s protierozními a protipovodňovými opatřeními v rámci pozemkových úprav.



Obr. 22 Ukázka biokoridoru [48]

## 8 HYDROEKOLOGICKÝ MONITORING VYBRANÉHO TOKU

V praktické části bakalářské práce byl proveden hydroekologický monitoring a návrh revitalizace na zvoleném toku LESKAVA, který se nachází v Jihomoravském kraji ve městě Brno. Potřebné poznatky pro provedení monitoringu byly popsány v teoretické části práce.

### 8.1 Charakteristika zájmového území

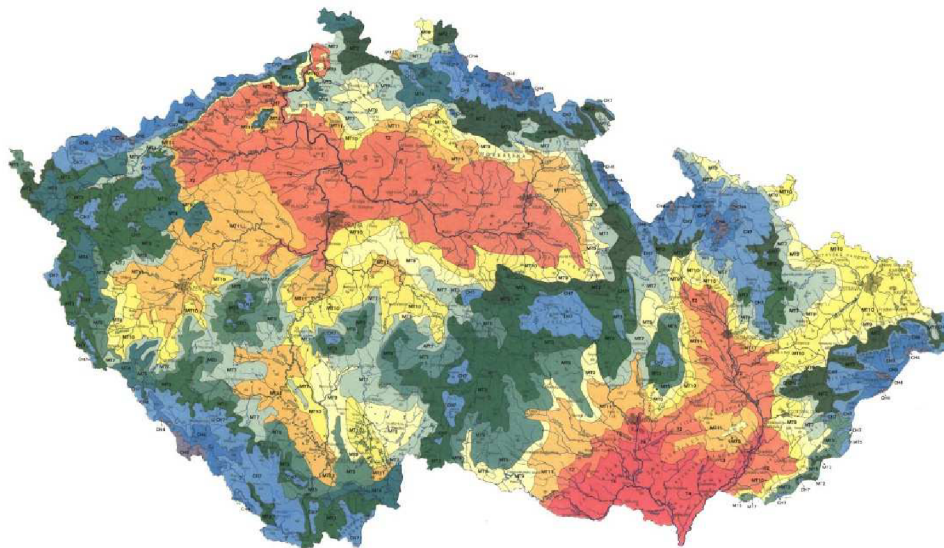
Krátký a v dnešní době lidskou činností značně ovlivněný tok pramení v oblasti Hradisko v katastru brněnské městské části Bosonohy v nadmořské výšce 290 m n.m. Pár set metrů před zástavbou v Bosonohách narazíme na suchý poldr vybudovaný v roce 2005, který slouží jako protipovodňový prvek ve zdejší krajině. Důvodem je ochrana intravilánu jižní části Brna. Leskava protéká směrem k Ostopovicím, kde je výrazně ovlivněna liniovou stavbou přilehlé dálnice. Dále vodní tok podtéká dálniční křižovatku na říčním km 7,300 k zástavbě katastrálního území Starý Lískovec. Dalším katastrálním územím, kterým vodní útvar prochází jsou Bohunice, kde tok lemuje zahrádkářskou osadu a podtéká pod dalším dálničním mostem na km 1,835. V poslední části v obci Dolní Heršpice je tok výrazně rozvolněn – zákruty přechází v menší meandry. Leskava je pravostranný přítok řeky Svatky, ústí v km 41,5 jejího toku.



Obr. 23 Mapa zájmového území [49]

## 8.2 Klimatické poměry

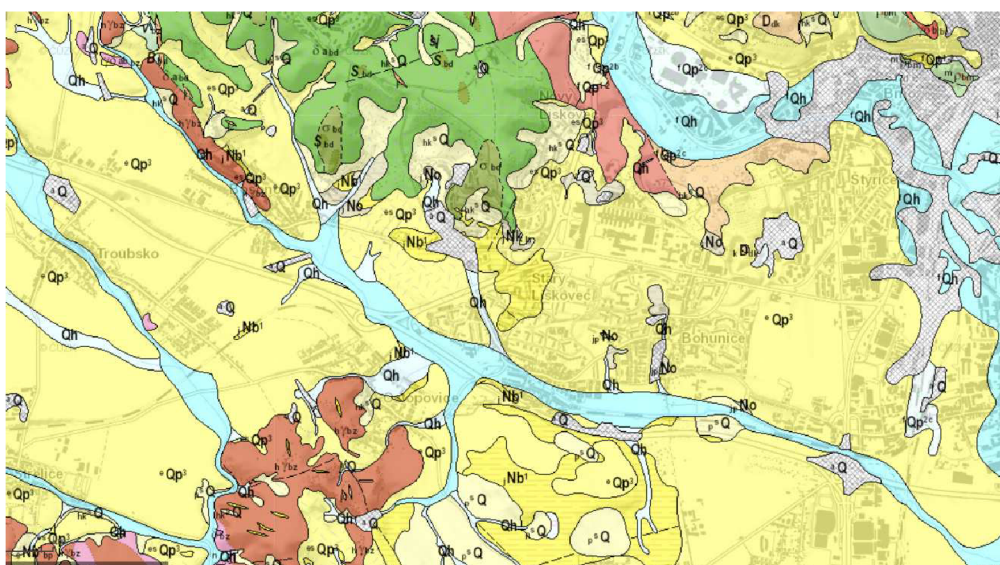
Vybraná lokalita spadá dle klimatického rozdělení podle Quitta do klimatické oblasti T2 – teplá oblast. Další oblasti patří mírně teplá oblast (MT) a chladná oblast (CH). Pro tuto oblast je charakteristický menší výskyt srážek, které dopadají na povodí v letních obdobích, ale také vyššími teplotami ve srovnání s ostatními oblastmi. Průměrný roční úhrn srážek k roku 2020 byl 559 mm [50].



Obr. 24 Mapa klimatických oblastí v ČR [50]

## 8.3 Geologické poměry

Tok protéká převážně územím se sprašovými hlínami (žlutá barva na mapě) a nivním sedimentem (modrá barva v mapě) [51].

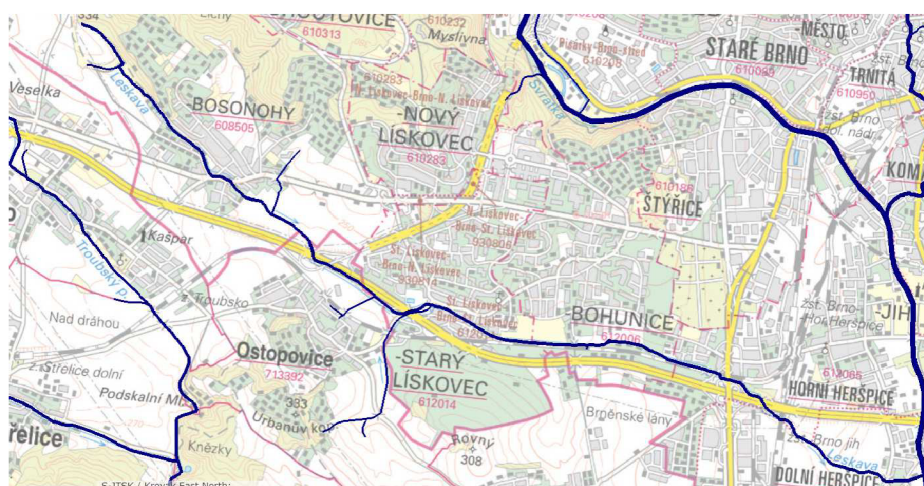


Obr. 25 Geologická mapa 1:2500 [51]

## 8.4 Základní informace o vodním toku

Název	Leskava
Lokalita	Brno venkov, Jihomoravský kraj
Katastrální území	Dolní Heršpice, Heršpice, Bohunice, Starý Lískovec, Ostopovice, Bosonohy
Povodí	Moravy
Průtoky	$Q_1=3,2 \text{ m}^3$ , $Q_{50}=17 \text{ m}^3$ , $Q_{100}=22 \text{ m}^3$
Délka	10,05 km
Plocha povodí	20,64 km <sup>2</sup>
ID vodního útvaru	417 271 000 100
Nadmořská výška	pramen – 290 m n.m., ústí do Svratky – 193 m n.m.
Geologické podloží	sprašové hlíny, nivní sediment
Řád toku dle Strahlera	2
Kategorie podle geologie	Pískovce, jílovce, kvartér
Typ vodního toku	Potok pahorkatinný na sedimentu (PPS)
Skupina vodního toku	3-2-2-1
Č. hydrologického pořadí	4-15-01-158

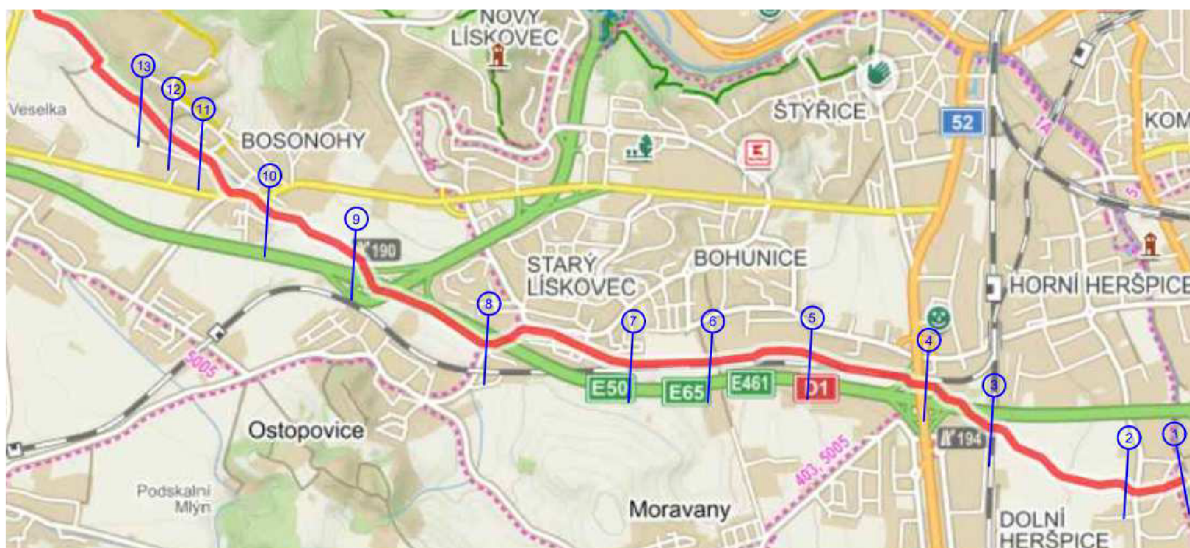
Tab. 7 Základní údaje o vodním toku



Obr. 26 Mapa toku podle Heis systému [52]

## 8.5 Rozdělení úseků

Vodní útvar byl rozdělen na 13 úseků podle toho, aby každý úsek byl typologicky dominantní. V místech, kde po uvážení končí daná typologie je navržen začátek nového úseku. Úseky jsou označeny MO\_LES\_001 – MO\_LES\_013. První dvě písmena značí, že jde o povodí Moravy, prostřední písmena jsou zvolené iniciály řeky Leskavy a nakonec je udáváno číslo úseku od ústí do Svatky směrem k prameni v Hradisku. Na trase toku se nachází zatrubněný úsek, který se již podle zmíněné metodiky HEM řeší zvlášť a přísluší mu skóre 5 – značně modifikovaný. Ve srovnání s referenčním stavem je vodní tok z velké části napřímen, což se projevilo na celkovém hydromorfologickém hodnocení útvaru. Byla použita mapa v jemném i hrubém dělení z portálu HEIS VÚV, kde se zjistil typ vodního toku a další typologické vlastnosti. Pro názornější ukázkou jednotlivých úseků byla vybrána turistická mapa internetového servu mapy.cz. Podrobnější mapa s jednotlivými délkami je přiložena v příloze této práce.



Obr. 27 Rozdělení toku na jednotlivé úseky [49]

## 8.6 Mapování a vyhodnocení stávajícího stavu

Nejprve bylo potřeba zmonitorovat každý úsek toku a zapsat potřebné informace do mapovacího formuláře. V první řadě si poznamenejme v hlavičce každého formuláře ID úseku, délku úseku, ID vodního útvaru a typ vodního útvaru z již zmíněných mapových informačních serverů. Ještě před uvedením prvního parametru přiřadíme k úseku geometrické charakteristiky toku, mluvíme o dolní a horní hranici staničení úseku a s tím spojené souřadnice. V poslední řadě zaškrtneme, o jaký tvar údolí se jedná. Většina z úseku byla řazena mezi ploché údolí, případně asymetrické.

Samostatný monitoring byl rozdělen do tří dnů z důvodu časové náročnosti vzhledem k tomu, že se jedná o poměrně dlouhý tok a menším dopravním komplikacím v rámci



pandemické situace na našem území. První den proběhla rekognoskace terénu, abychom mohli přesněji určit rozmezí a přibližnou délku jednotlivých úseku, které se zaznačily do topografické mapy v měřítku 1:10000. Druhý den – 15.4. 2021 se podařilo terénně zmapovat 8 úseků až po katastrální území Starý Lískovec. Ve druhém dni – 22.4. 2021 se zmonitoroval zbytek celkové trasy až k prameni toku včetně potřebné fotodokumentace a zaznamenání důležitých informací z hlediska hodnocení.

Označení	Délka [m]	km
MO_LES_001	300	0,000
MO_LES_002	1180	0,300
MO_LES_003	650	1,480
MO_LES_004	650	2,130
MO_LES_005	840	2,780
MO_LES_006	664	3,620
MO_LES_007	1000	4,284
MO_LES_008	998	5,284
MO_LES_009	846	6,282
MO_LES_010	991	7,128
MO_LES_011	170	8,289
MO_LES_012	161	8,450
MO_LES_013	999	9,449

Tab. 8 Mapované úseky

Pomůcky pro terénní monitoring byly mapovací formuláře dostupné ze stránek ministerstva životního prostředí, tužka, propiska, pomocný blok, holínky, fotoaparát, svinovací metr pro měření hloubek a šířek koryta a také zjištění výšky spádových stupňů.

Všechny úseky byly stanoveny s jistotou, tedy stupeň spolehlivosti A. U jednoho úseku však nebylo možné prozkoumat 100% délky z důvodu zarostlého břehu stromy, keři a trávobylinnou vegetací, fotodokumentace včetně popisu tohoto úseku se nachází v další kapitole. V tomto případě byly částečně využity distanční podklady v podobě leteckých snímků.

Jakmile se podařilo zapsat všechny ze 17 parametrů do mapovacího formuláře, je možné začít se skórováním ukazatelů vodního toku podle Metodiky typově specifického hodnocení. Bylo využito prostředí Microsoft excel k vytvoření tabulek a výpočtů dílčích kvalit úseků a pozdější zařazení do 5 tříd zmíněných v teoretické části. Výpočet hydromorfologické kvality celého vodního útvaru byl proveden pomocí váženého průměru, kde do výpočtu vstupují kvality úseků v závislosti na jejich délce. Vzhledem k tomu že úsek MO\_LES\_011 je v celé délce zatrubněn, nebude součástí podrobného popisu a přísluší mu automaticky nejhorší třída 5 – silně modifikovaný.

## 8.6.1 1. Úsek

Název úseku	Délka [m]	km
MO_LES_001	300	0,000-0,300

V prvním úseku dochází k zaústění vodního toku do Svratky, čímž dochází rozšiřování koryta od 3 do 15 m. Pravý i levý břeh se nachází v zastavěné části Dolních Heršpic. Před vtokem do Svratky tok křížuje 2 mostky, kde bylo provedeno zpevnění břehů kamennou dlažbou. Říční dno nevykazuje žádné větších úprav. Původní meandrující tok se vlivem lidské činnosti změnil na přímý úsek. Přerušovaná vegetace střídá jednotlivé stromy a keře, břehy jsou občasně porostlé trávovými bylinami.

### Hydromorfologická kvalita úseku

ÚSEK 1							
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	1	0.1	0.1	11. PPK	1	0.5	0.5
3. VHL	1	0.1	0.1	12. UBR	4	0.25	1
4. VHP	2	0.1	0.2	13. BVG	3	0.15	0.45
5. DNS	2	0.1	0.2	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	4	0.15	0.6
8. STD	1	0.15	0.15	17. BMK	1	0.15	0.15
9. PRO	2	0.1	0.2	<b>Hydromorfologická kvalita úseku</b>			<b>3.2</b>
<b>třída 3 - Středně modifikovaný</b>							

Tab. 9 Výpočet hydromorfologické kvality úseku 1

### Fotodokumentace



Obr. 28 Leskava – charakter úseku 1 [Čihák, 2021]

## 8.6.2 2. Úsek

Název úseku	Délka [m]	km
MO_LES_002	1180	0,300-1,480

Druhý úsek pokračuje od silničního mostku v meandrující trase. Koryto se zdá být přírodě blízké, bohužel skóre výrazně ovlivnily migrační překážky v podobě spádových stupňů vyšších než 1 m. Podél úseku je realizován lokální biokoridor Heršpická Leskava v zemědělsky využívané oblasti, kde posiluje ekologickou stabilitu krajiny. Porosty dřevin a osamocených stromů doplňují stávající liniovou vegetaci a zvyšují pestrost biotopů v lokalitě. Tímto krokem výrazně posílíme retenční schopnost území. Břehovým doprovodným porostem jsou keře, stromy – líska obecná a trávovbylinná vegetace.

### Hydromorfologická kvalita úseku

ÚSEK 2							
Ukazatel	Skóre ukazatele	Hodnota váhy	HMS	Ukazatel	Skóre ukazatele	Hodnota váhy	HMS
1. TRA	2	1	2	10. OHR	1	0.1	0.1
2. VSK	2	0.1	0.2	11. PPK	5	0.5	2.5
3. VHL	3	0.1	0.3	12. UBR	4	0.25	1
4. VHP	4	0.1	0.4	13. BVG	3	0.15	0.45
5. DNS	2	0.1	0.2	14. VPZ	3	0.4	1.6
6. UDN	3	0.25	0.75	15. VNI	4	0.3	1.2
7. MDK	2	0.1	0.2	16. PIN	1	0.15	0.15
8. STD	2	0.15	0.3	17. BMK	4	0.15	0.6
9. PRO	1	0.1	0.1	Hydromorfologická kvalita úseku			<b>2.9</b>
<b>třída 3 - Středně modifikovaný</b>							

Tab. 10 Výpočet hydromorfologické kvality úseku 3

### Fotodokumentace



Obr. 29 Leskava – charakter úseku 2 [Čihák,2021]

### 8.6.3 3. Úsek

Název úseku	Délka [m]	km
MO_LES_003	650	1,480-2,130

Tento úsek nebylo možné v celé délce terénně zmapovat kvůli špatné přístupnosti koryta. Vodní tok je z poloviny zpevněn polovegetačními tvárniciemi, které ovlivňují hydromorfologickou kvalitu úseku. Břeh je zarostlý buřinou, keři a travnatým porostem. Údolní niva levého břehu je ovlivněna železniční tratí, pravý břeh se nachází v intravilánu. Dno je tvořeno převážně kameny o velikosti 80 mm, které jsou zapuštěny v bahenním podkladu. Šířka koryta se pohybuje v rozmezí 5-10 m. Úsek obsahuje známky napřímení.

#### Hydromorfologická kvalita úseku

ÚSEK 3							
Ukazatel	Skóre ukazatele	Hodnota váhy	HMS	Ukazatel	Skóre ukazatele	Hodnota váhy	HMS
1. TRA	4	1	4	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	0.1	12. UBR	4	0.25	1
4. VHP	3	0.1	0.3	13. BVG	3	0.15	0.45
5. DNS	2	0.1	0.2	14. VPZ	5	0.4	2
6. UDN	1	0.25	0.25	15. VNI	5	0.3	1.5
7. MDK	1	0.1	0.1	16. PIN	4	0.15	0.6
8. STD	3	0.15	0.45	17. BMK	2	0.15	0.3
9. PRO	2	0.1	0.2	<b>Hydromorfologická kvalita úseku</b>			<b>3.0</b>
<b>třída 3 - Středně modifikovaný</b>							

Tab. 11 Výpočet hydromorfologické kvality úseku 3

#### Fotodokumentace



Obr. 30 Leskava – charakter úseku 3 [Čihák,2021]

## 8.6.4 4. Úsek

Název úseku	Délka [m]	km
MO_LES_004	650	2,130-2,780

Úsek je charakteristický uměle vytvořeným přímým lichoběžníkovým korytem. Příbřežní zóna levého břehu je kombinací zemědělsky využívané plochy spolu s přilehlým průmyslem. Naopak pravý břeh lemuje zahrádkářská osada. Výusti z kanalizačního systému na levém břehu jsou opevněny betonem a kamennou dlažbou. Hydrologický režim není výrazně ovlivněn. Trasa toku podtéká 2 betonové silniční mostky. Břeh je stabilní s drobnými břehovými nádržemi. Z dnového substrátu převažují kameny přecházející ve větší balvany.

### Hydromorfologická kvalita úseku

ÚSEK 4							
Ukazatel	Skóre ukazatele	Hodnota váhy	HMS	Ukazatel	Skóre ukazatele	Hodnota váhy	HMS
1. TRA	3	1	3	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	<b>Hydromorfologická kvalita úseku</b>			<b>3.0</b>
<b>třída 3 - Středně modifikovaný</b>							

Tab. 12 Výpočet hydromorfologické kvality úseku 4

### Fotodokumentace



Obr. 31 Leskava – charakter úseku 4 [Čihák,2021]

## 8.6.5 5. Úsek

Název úseku	Délka [m]	km
MO_LES_005	840	2,780-3,620

Pátý úsek je značně podobný předchozímu úseku. Příbřežní zóna je využita v části jako zemědělská plocha a zahrádkářská osada. Šířka koryta se nevyznačuje vysokou variabilitou a pohybuje se mezi 10-11 m. Charakter proudění není nijak ovlivněn, hladina je klidná a vyskytuje se zde pouze klouzavý proud. Tok pokračuje skrze silniční mostek do katastrálního území Starý Lískovec.

### Hydromorfologická kvalita úseku

ÚSEK 5							
Ukazatel	Skóre ukazatele	Hodnota váhy	HMS	Ukazatel	Skóre ukazatele	Hodnota váhy	HMS
1. TRA	3	1	3	10. OHR	1	0.1	0.1
2. VSK	3	0.1	0.3	11. PPK	1	0.5	0.5
3. VHL	3	0.1	0.3	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	4	0.3	1.2
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	<b>Hydromorfologická kvalita úseku</b>			<b>2.9</b>
<b>třída 3 - Středně modifikovaný</b>							

Tab. 13 Výpočet hydromorfologické kvality úseku 5

### Fotodokumentace



Obr. 32 Leskava – charakter úseku 5 [Čihák,2021]

## 8.6.6 6. Úsek

Název úseku	Délka [m]	km
MO_LES_006	664	3,620-4,284

Vodní tok stále pokračuje v přímé trase. Příbřežní zóna pravého i levého břehu je pokryta liniovou vegetací. Případnému rozlivu na pravém břehu brání železniční násyp. V tomto úseku při levé straně toku dochází k rozlivu vody do okolní nivy při  $Q_{20}$ . Nakonec tok vstupuje do intravilánu Starého Lískovce. Hloubka v korytě při průměrných průtocích se pohybuje okolo 0,3 m. Na dně toku můžeme pozorovat kameny a balvany doplněny o menší štěrkové částičky, které tvoří na dně mělčiny.

### Hydromorfologická kvalita úseku

ÚSEK 6							
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	<b>Hydromorfologická kvalita úseku</b>			<b>3.2</b>
<b>třída 3 - Středně modifikovaný</b>							

Tab. 14 Výpočet hydromorfologické kvality úseku 6

### Fotodokumentace



Obr. 33 Leskava – charakter úseku 6 [Čihák,2021]

## 8.6.7 7. Úsek

Název úseku	Délka [m]	km
MO_LES_007	1000	4,284-5,284

V sedmém úseku je tok veden zastavěným územím Starého Lískovce. Dno koryta je zde uměle zvyšováno a v dalších částech zase snižováno. Levý břeh je opatřen povodňovou betonovou hrázkou, která brání v zaplavení intravilánu při větších průtocích. Břehy koryta v délce 200 m jsou opevněny betonovými patníky, které jsou prorostlé břehovou vegetací. Na konci úseku se objevuje vyústění pravděpodobně kanalizačního systému a dochází tak k mísení vody viz fotodokumentace níže. Šířka koryta je po celé délce odlišná v rozmezí 6-10 m. Úsek se nachází v plochem údolí.

### Hydromorfologická kvalita úseku

ÚSEK 7							
Ukazatel	Skóre ukazatele	Hodnota váhy	HMS	Ukazatel	Skóre ukazatele	Hodnota váhy	HMS
1. TRA	3	1	3	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	0.3	12. UBR	4	0.25	1
4. VHP	4	0.1	0.4	13. BVG	4	0.15	0.6
5. DNS	1	0.1	0.1	14. VPZ	5	0.4	2
6. UDN	2	0.25	0.5	15. VNI	5	0.3	1.5
7. MDK	3	0.1	0.3	16. PIN	5	0.15	0.75
8. STD	5	0.15	0.75	17. BMK	4	0.15	0.6
9. PRO	2	0.1	0.2	Hydromorfologická kvalita úseku			<b>3.2</b>
<b>třída 3 - Středně modifikovaný</b>							

Tab. 15 Výpočet hydromorfologické kvality úseku 7

### Fotodokumentace



Obr. 34 Leskava – charakter úseku 7 [Čihák,2021]



## 8.6.8 8. Úsek

Název úseku	Délka [m]	km
MO_LES_008	998	5,284-6,282

Celkové hodnocení tohoto úseku výrazně ovlivnil parametr upravenosti toku trasy. Původní přírodní rozvětvený tok se vlivem antropogenní činnosti změnil v přímý úsek kopírující liniiovou stavbu dálnice, která brání ve využití příbřežní nivy. Voda podtéká dva dálniční mosty, kde je koryto v celém průřezu zpevněno kamennou dlažbou. K rozlivu do území na pravém břehu toku dochází již při  $Q_5$ . Údolní niva je využita jako zemědělská plocha, které obklopuje pozemek výrobní firmy. Tento úsek je vhodný pro návrh revitalizačních opatření.

### Hydromorfologická kvalita 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	<b>Hydromorfologická kvalita úseku</b>			<b>3.5</b>
<b>třída 4 - Značně modifikovaný</b>							

Tab. 16 Výpočet hydromorfologické kvality úseku 8

### Fotodokumentace



Obr. 35 Leskava – charakter úseku 8 [Čihák,2021]

### 8.6.9 9. Úsek

Název úseku	Délka [m]	km
MO_LES_009	846	6,282-7,128

Tato část toku patří k nejlépe hodnocenému úseku. Od 19. století nebyla zákrutovitá trasa koryta výrazně nijak upravena. Tok protéká plochým údolím, kde se na obou březích nachází zemědělská půda. Pravé inundační území je přerušeno dálniční komunikací. Šířka koryta se pozvolně mění od 4 do 8 m. Na dně můžeme pozorovat kameny o velikosti 150 mm, ale také částečky písku a šterku. V méně, než polovině úseku jsou viditelné drobné břehové nátrže, jinak břeh vykazuje známky stability. Převažuje mírný klouzavý proud a hydrologický režim není nijak ovlivněn.

#### Hydromorfologická kvalita úseku

ÚSEK 9							
Ukazatel	Skóre ukazatele	Hodnota váhy	HMS	Ukazatel	Skóre ukazatele	Hodnota váhy	HMS
1. TRA	2	1	2	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	0.1	12. UBR	3	0.25	0.75
4. VHP	3	0.1	0.3	13. BVG	4	0.15	0.6
5. DNS	2	0.1	0.2	14. VPZ	4	0.4	1.6
6. UDN	1	0.25	0.25	15. VNI	4	0.3	1.2
7. MDK	1	0.1	0.1	16. PIN	5	0.15	0.75
8. STD	2	0.15	0.3	17. BMK	1	0.15	0.15
9. PRO	2	0.1	0.2	Hydromorfologická kvalita úseku			<b>2.3</b>
<b>třída 2 - Slabě modifikovaný</b>							

Tab. 17 Výpočet hydromorfologické kvality úseku 9

#### Fotodokumentace



Obr. 36 Leskava – charakter úseku 9 [Čihák,2021]

## 8.6.10 10. Úsek

Název úseku	Délka [m]	km
MO_LES_010	991	7,128-8,119

V této lokalitě je vodní útvar výrazně degradován betonovými opevněními podél toku zabraňující případným škodám při větších průtocích. Původní meandrující tok je zcela napřimen. Proud vody je zde velmi slabý, proto se můžeme ojediněle setkat s mrtvým dřevem v korytě. Dno je tedy zpevněno betonem, případně kamennou dlažbou. Trasa křížuje několik příjezdových mostků k rodinným domkům. Variabilita hloubek v příčném profilu je velmi nízká z důvodu úpravy koryta. Podélná průchodnost koryta není výrazně omezena. V celém úseku se nachází pouze jeden spádový stupeň výšky 0,4 m.

### Hydromorfologická kvalita úseku

ÚSEK 10							
Ukazatel	Skóre ukazatele	Hodnota váhy	HMS	Ukazatel	Skóre ukazatele	Hodnota váhy	HMS
1. TRA	4	1	4	10. OHR	1	0.1	0.1
2. VSK	1	0.1	0.1	11. PPK	2	0.5	1
3. VHL	2	0.1	0.2	12. UBR	4	0.25	1
4. VHP	5	0.1	0.5	13. BVG	4	0.15	0.6
5. DNS	1	0.1	0.1	14. VPZ	5	0.4	2
6. UDN	4	0.25	1	15. VNI	5	0.3	1.5
7. MDK	2	0.1	0.2	16. PIN	4	0.15	0.6
8. STD	5	0.15	0.75	17. BMK	4	0.15	0.6
9. PRO	2	0.1	0.2	<b>Hydromorfologická kvalita úseku</b>			<b>3.6</b>
<b>třída 4 - Značně modifikovaný</b>							

Tab. 18 Výpočet hydromorfologické kvality úseku 10

### Fotodokumentace



Obr. 37 Leskava – charakter úseku 10 [Čihák,2021]

## 8.6.11 12. Úsek

Název úseku	Délka [m]	km
MO_LES_012	161	8,289-8,450

V předposledním úseku koryto vytéká ze zatrubnění a pokračuje dále podél zástavby rodinných domů. Hranice konce úseku je dána přechodem intravilánu do extravilánu jižní části Brna. Každý rodinný dům má svůj vjezd, který vyváří malý, v některých případech betonový mostek. Koryto je v podélném profilu na nějakých místech uměle zahloubeno, proto tento parametr (VHL) hodnotíme skórem 3. Koryto je doprovázeno na pravém břehu přerušovanými pásy vegetace s jednotlivými stromy. Břeh je stabilní a nedochází k boční migraci koryta.

### Hydromorfologická kvalita úseku

ÚSEK 12							
Ukazatel	Skóre ukazatele	Hodnota váhy	HMS	Ukazatel	Skóre ukazatele	Hodnota váhy	HMS
1. TRA	3	1	3	10. OHR	1	0.1	0.1
2. VSK	2	0.1	0.2	11. PPK	1	0.5	0.5
3. VHL	3	0.1	0.3	12. UBR	3	0.25	0.75
4. VHP	4	0.1	0.4	13. BVG	3	0.15	0.45
5. DNS	1	0.1	0.1	14. VPZ	5	0.4	2
6. UDN	4	0.25	1	15. VNI	4	0.3	1.2
7. MDK	1	0.1	0.1	16. PIN	1	0.15	0.15
8. STD	3	0.15	0.45	17. BMK	4	0.15	0.6
9. PRO	2	0.1	0.2	<b>Hydromorfologická kvalita úseku</b>			<b>2.9</b>
<b>třída 5 - Středně modifikovaný</b>							

Tab. 19 Výpočet hydromorfologické kvality úseku 12

### Fotodokumentace



Obr. 38 Leskava – charakter úseku 12 [Čihák,2021]

## 8.6.12 13. Úsek

Název úseku	Délka [m]	km
MO_LES_013	999	8,450-9,449

Poslední úsek končí pramenem řeky Leskavy, kde tok začíná v šířce 0,7 m a postupně se rozšiřuje do 4 m. Součástí tohoto úseku je suchý poldr obsahující přelivnou hranu pro regulování průtoku a přilehlá hráz výšky 8 m. Nádrž slouží jako protipovodňový prvek, chrání intravilán jižní částí města Brna. Pravý břeh zaujímá v celé délce zemědělské plochy. Levý břeh tvoří z větší části lesní plocha přecházející v malou luční plochu. Voda protéká skrze dva betonové propustky DN 60. Vlivem lesního porostu se v korytě toku nachází více jak 60 % mrtvého dřeva. Převažuje přírodní lichoběžníkové koryto, bez známek opevnění.

### Hydromorfologická kvalita úseku

ÚSEK 13							
Ukazatel	Skóre ukazatele	Hodnota váhy	HMS	Ukazatel	Skóre ukazatele	Hodnota váhy	HMS
1. TRA	2	1	2	10. OHR	1	0.1	0.1
2. VSK	1	0.1	0.1	11. PPK	5	0.5	2.5
3. VHL	1	0.1	0.1	12. UBR	4	0.25	1
4. VHP	2	0.1	0.2	13. BVG	3	0.15	0.45
5. DNS	1	0.1	0.1	14. VPZ	4	0.4	1.6
6. UDN	4	0.25	1	15. VNI	4	0.3	1.2
7. MDK	1	0.1	0.1	16. PIN	1	0.15	0.15
8. STD	1	0.15	0.15	17. BMK	4	0.15	0.6
9. PRO	2	0.1	0.2	<b>Hydromorfologická kvalita úseku</b>			<b>2.9</b>
<b>třída 5 - Středně modifikovaný</b>							

Tab. 20 Výpočet hydromorfologické kvality úseku 13

### Fotodokumentace



Obr. 39 Leskava – charakter úseku 13 [Čihák,2021]

## 8.7 Výsledky monitoringu

V rámci terénního mapování proběhlo „oskórování“ 17 parametrů ve 13 úsecích. Pro každý úsek proběhl výpočet hydromorfologické kvality a přiřazení do příslušné třídy, která byla barevně zvýrazněna. Souhrnné výsledky přikládám v tabulce níže.

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
<b>HMS</b>	<b>3.2</b>	<b>2.9</b>	<b>3.0</b>	<b>3.0</b>	<b>2.9</b>	<b>3.2</b>	<b>3.2</b>
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	
<b>HMS</b>	<b>3.5</b>	<b>2.3</b>	<b>3.5</b>	<b>5</b>	<b>2.9</b>	<b>2.9</b>	

Tab. 21 Výsledná kvalita jednotlivých úseků

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
<b>Hydromorfologická kvalita vodního útvaru</b>			<b>3.1</b>

Tab. 22 Zatřídění úseků do jednotlivých tříd

Výsledná klasifikace hydromorfologického stavu vodního toku spadá do 3 třídy, tedy můžeme říct, že vodní tok je středně modifikován a nevyhověl požadavkům rámcové směrnice. Mezi hlavní příčiny tohoto výsledku patří to, že Leskava se nachází v převážně v intravilánu, a tak nemáme tolik možností, jak zlepšit celkové hodnocení. I přesto jsem vybral pár úseků, kde by bylo vhodné provést návrhové opatření včetně ideového návrhu meandrového pásu v úseku MO\_LES\_008, abychom se pokusili přiblížit druhé třídě – tedy slabě modifikovanému stavu vodního toku.

## 8.8 Návrh opatření pro zlepšení současného stavu

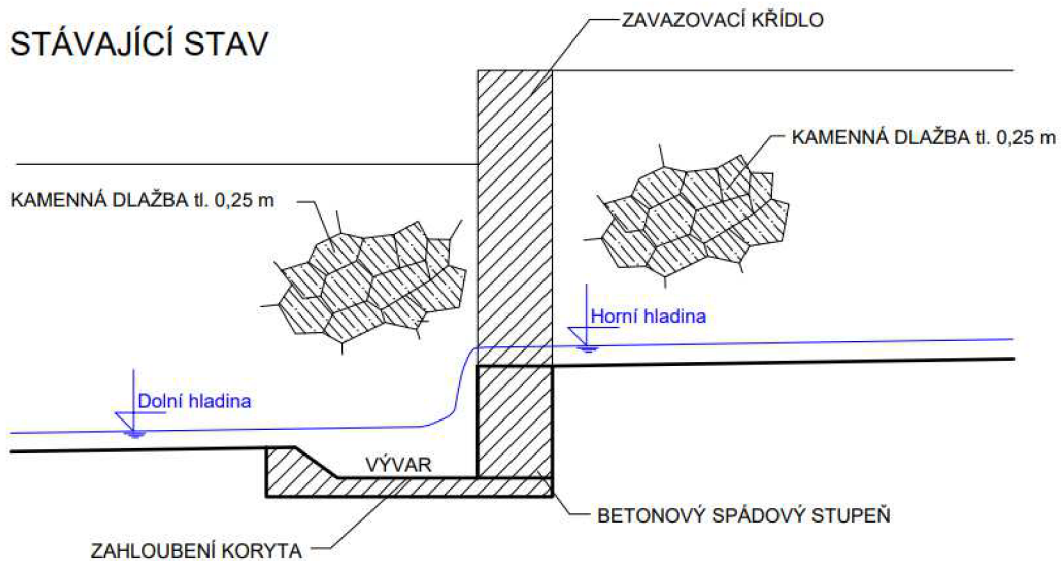
V rámci této kapitoly budou popsány vytipované úseky, u kterých je možné provést zlepšení jejich hydromorfologického stavu, čímž bychom dosáhli lepší třídy v celkovém hodnocení vodního útvaru. Nejvíce modifikované byly úseky\_008, \_010 a \_011, který je silně modifikován vlivem usměrnění toku do potrubí v délce 170 m. Návrh opatření by bylo možné provést u úseků \_002, \_008, \_010, \_011.

### 8.8.1 Úsek MO\_LES\_002

Jak již bylo zmíněno tento úsek protéká údolní nivou v meandrové trase, která se blíží přírodnímu stavu. Lokální biokoridor odděluje příbřežní zónu levého i pravého břehu od zemědělské půdy, která využívá celou údolní nivou.

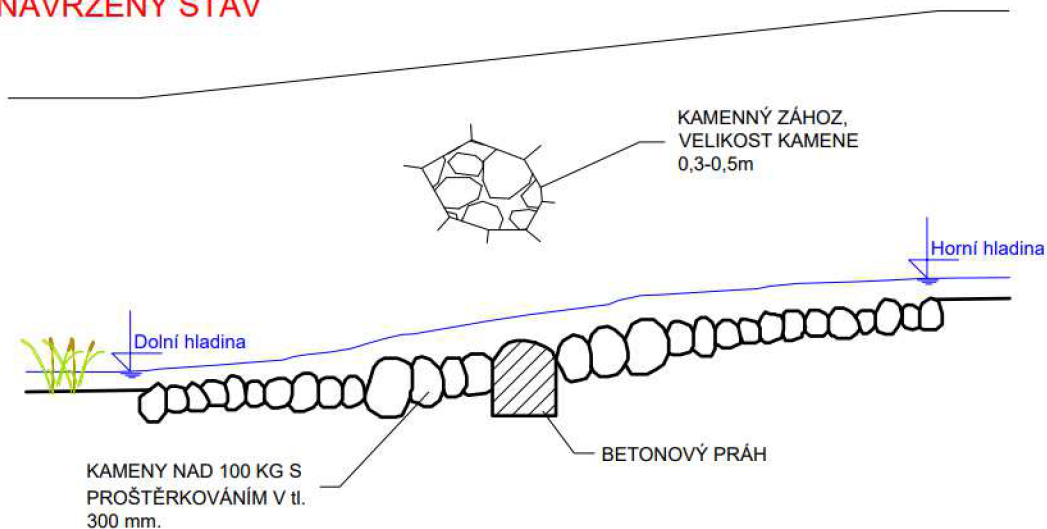
V tomto úseku jsem navrhl nahradit stávající betonové stupně balvanitými skluzy. Skluz se výrazně přiblíží stávajícímu charakteru toku spolu s vhodným břehovým doprovodem. Výhodou tohoto řešení je variabilita provedení, s jakou se dají kameny skládat k sobě. Můžeme také navrhnout vysazení mokřadních rostlin do mezer mezi jednotlivé kameny.

Kamennou dlažbu, sloužící jako opevnění břehu nahradí kamenný zához. Díky tomuto kroku je možno dosáhnout zlepšení hydromorfologické kvality tohoto úseku, a hlavně obnovit migrační prostupnost pro společenstva živočichů.



Obr. 40 Stávající stav koryta v podélném řezu – spádový stupeň výšky 1,2 m

### NAVRŽENÝ STAV



Obr. 41 Navržené opatření – balvanitý skluz

Z obrázku je vidět nahrazení stávajícího spádového stupně za vzhlednější a ekologičtější balvanitý skluz, který bude plnit stejnou funkci. Původní opevnění břehů kamennou dlažbou bude nahrazeno kamenným záhozem o velikosti kamene 0,3 – 0,5 m. Pomocí toho opatření je dosaženo u tohoto úseku 2. třídy – slabě modifikovaný hydromorfologický stav. Ideový podélný řez v měřítku 1:50 přikládám do přílohy C.1.



## 8.8.2 Úsek MO\_LES\_008

V současném stavu je úsek přímý a v částech zpevněn kamennou dlažbou. Příbřežní zóna spolu s údolní nivou je využita zemědělskou půdou, která obklopuje výrobní firmu. Vegetační doprovod tvoří keře, jako je šípek obecný a menší stromy – olše lepkavá. Z větší části je tok zarostlý trávobylinnou vegetací. Původní šířka koryta cca 5 m s průměrnou hloubkou 25 cm. Jakmile je dosažen průtok  $Q_5$  o hodnotě  $8,5 \text{ m}^3/\text{s}$  dochází k rozlivu do údolní nivy. Na pravém břehu toku by bylo možno koryto rozvolnit z přímého úseku a vytvořit meandrující pás s miskovitým typem koryta. Došlo by k částečnému zasypání původního koryta, kde by bylo možno vytvořit soustavu několika tůní, které by poskytovali stanoviště pro původní živočišné druhy. Lokalita je tvořena převážně zemědělskou půdou, která obklopuje výrobní průmysl.



Obr. 42 Záplavové území při  $Q_5$



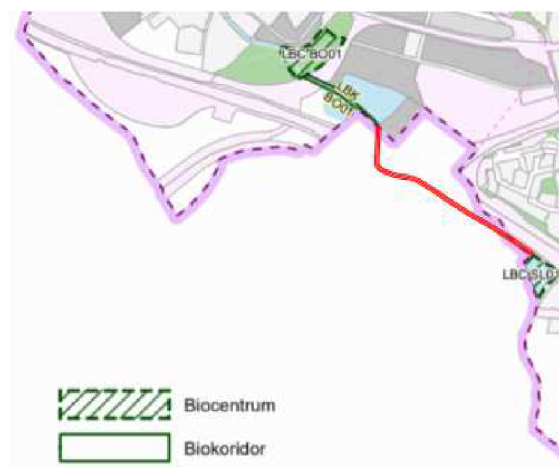
Obr. 43 Záplavové území při  $Q_{20}$



Obr. 44 Záplavové území na přelomu února/března



Obr. 45 ÚP dané lokality



Obr. 46 Vytvoření biokoridoru a napojení na biocentrum

Po prostudování připravovaného územního plánu lokality byly zjištěny okolní biocentra a biokoridory, na které by bylo možno navázat touto revitalizací. Proto navrhuji vytvoření biokoridoru, který se bude napojovat na biocentrum SL01 (obr. 46 červená křivka), čímž vytvoříme ekologicky stabilní celek a navrátíme cennou biodiverzitu. Proběhlo navržení nového koryta na průtok  $Q_{30d}$  a následný rozliv do meandrového pásu dimenzovaného na průtok  $Q_1$ . Vzhledem k tomu, že není známá hodnota průtoku  $Q_{30d}$ , bylo potřeba stanovit dlouhodobý průměrný specifický odtok  $q_a$  pro danou lokalitu. Tuto veličinu můžeme získat dvěma způsoby. Buď odečteme  $q_a$  z mapy izolinií specifického odtoku, anebo spočítáme dle Krása. V tomto případě byla využita výpočtová rovnice.

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

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

Poté již stačilo dopočítat hodnotu dlouhodobého odtoku  $Q_a$  ze vzorečku.

$$Q_a = q_a \cdot F \quad (l/s) \dots \text{převést na } (m^3/s)$$

F... sběrná plocha povodí nad profilem hráze v  $km^2$

### Trasa nového koryta

Začátek úpravy: km 5,294

Konec úpravy: km 6,058

Délka úpravy: 764 m

Původní průměrný sklon: 2,9 ‰

Navržený průměrný sklon: 2,8 ‰

Navržená trasa nového koryta bude umístěna poblíž stávajícího koryta, abychom co nejvíce eliminovali případné dotčené parcely. Původní koryto bude zhutněno a zasypáno zeminou, výjimku tvoří začátek úpravy, kde koryto částečně využijeme pro stavbu tůň. Dno stávajícího koryta je položeno výše než dno návrhového koryta, v místě napojení bude využit přirozený malý spád. Navázání na původní koryto bude zpevněno kamenným záhozem. Vegetační doprovod bude tvořen stromovým a keřovým patrem. Stromové patro zastupuje olše lepkavá. Keřové patro bude osázeno střemchou obecnou, popřípadě v malé míře orobincem úzkolistým. V dolní části úseku dochází k malému odklonění od původní trasy vzhledem ke skutečnosti častého zamokření území. V územně plánovací dokumentaci byla zaznamenána tato plocha modrou barvou (viz obr. 45), která značí vodní plochy. Jde o nerealizovanou plochu, která bývá často zamokřena a leží

v záplavovém území. Proto jsme na této ploše navrhli soustavu 3 tůní, které zachytí vodu v krajině. Podél tůní bude navržen vhodný vegetační doprovod. Z katastru nemovitostí bylo zjištěno, že většina přilehlých parcel je v soukromém vlastnictví, z tohoto důvodu by při realizaci bylo nutné provést pozemkovou úpravu, se kterou by musela souhlasit nadpoloviční většina vlastníků většinou orné půdy. Při návrhu respektujeme původní podélný sklon. Přehledná situace viz příloha C.2.

Návrhový průtok	Hloubka vody [m]	Rychlost	Průtok
		v [m.s <sup>-1</sup> ]	Q [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
<b>Původní koryto</b>			
Q <sub>1</sub>	1.15	0.68	3.2
Q <sub>30d</sub>	0.2	0.22	0.03
<b>Navržené koryto</b>			
Q <sub>1</sub>	0.86	0.24	3.2
Q <sub>30d</sub>	0.21	0.33	0.03

Tab. 23 Charakteristické hodnoty

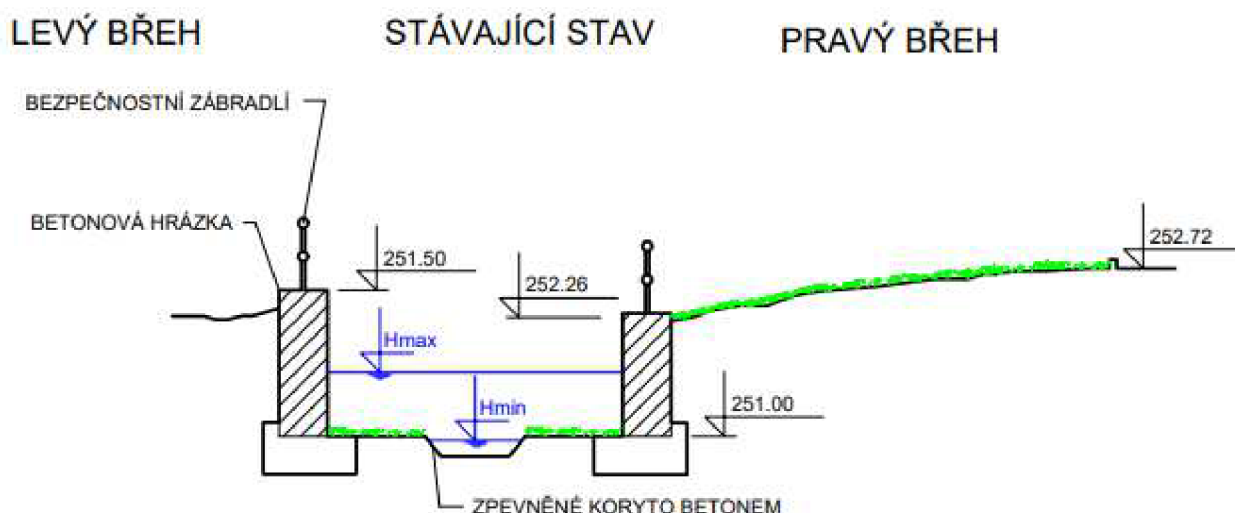
ÚSEK 8 - PO REVITALIZACI							
Ukazatel	Skóre ukazatele	Hodnota váhy	HMS	Ukazatel	Skóre ukazatele	Hodnota váhy	HMS
1. TRA	1	1	1	10. OHR	1	0.1	0.1
2. VSK	1	0.1	0.1	11. PPK	1	0.5	0.5
3. VHL	1	0.1	0.1	12. UBR	1	0.25	0.25
4. VHP	1	0.1	0.1	13. BVG	2	0.15	0.3
5. DNS	1	0.1	0.1	14. VPZ	1	0.4	0.4
6. UDN	1	0.25	0.25	15. VNI	5	0.3	1.5
7. MDK	2	0.1	0.2	16. PIN	3	0.15	0.45
8. STD	1	0.15	0.15	17. BMK	1	0.15	0.15
9. PRO	2	0.1	0.2	<b>Hydromorfologická kvalita úseku</b>			<b>1.5</b>
<b>třída 1 – přírodě blízký</b>							

Tab. 24 Zhodnocení navržené revitalizace úseku

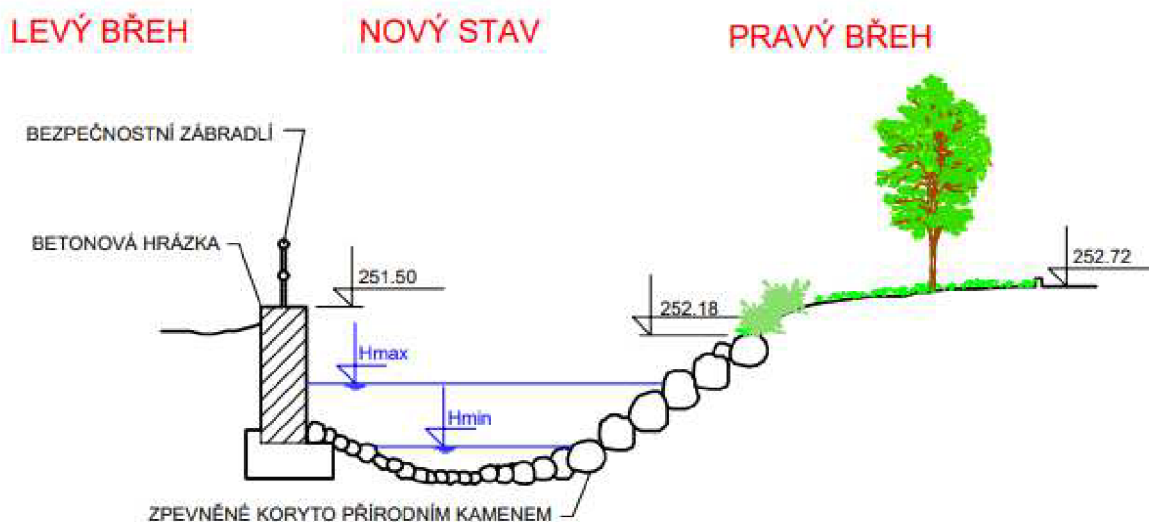
Zelené pole v tabulce znázorňují zlepšení daného parametru oproti původnímu stavu. Podařilo se dosáhnout výrazně lepší kvality hydromorfologického stavu ze stávající třídy 4 – značně modifikovaný tok na třídu 1 – přírodě blízký, pomocí správně zvolených navržených revitalizačních opatření na tomto úseku.

### 8.8.3 Úsek MO\_LES\_010

Stávající koryto protéká městskou částí Brno-Bohunice. Úsek spadá do 4 třídy – značně modifikován z důvodu betonového opevnění koryta v místech rodinné zástavby. Aktuálně úsek nevytváří ideální podmínky pro vodní živočichy ani z hlediska celkové ekologické stability.



Obr. 47 Původní stav koryta v intravilánu Bohunic



Obr. 48 Navrhovaný stav opatření v intravilánu Bohunic

Na obrázku vidíme ukázkou provedení revitalizačních opatření v zastavěné části Brna. Ideový příčný řez úseku MO\_LES\_010 přikládám v příloze C.5. Tímto krokem se nám podařilo změnit původně značně modifikovaný úsek - třída 4, na středně modifikovaný úsek - třída 3.

## 8.8.4 Úsek MO\_LES\_011

Tento úsek navazuje na přechodí úsek, kde byla navržena revitalizační opatření. V současné době je trasa Leskavy vedena podél liniové stavby rodinných domků. Každý rodinný dům má svůj příjezdový mostek, který se postupem času změnil v souvislou betonovou vrstvu, která sjednotila jednotlivé vjezdy a vytvořila parkovací místa podél rodinné zástavby. Tento krok neumožňuje vodnímu toku se v tomto úseku jakkoli rozvíjet a tok je díky tomu po celé délce zatrubněn.

Jediným řešením tohoto úseku by bylo provést takové opatření, aby mohlo dojít alespoň k částečnému odkrytí vodního útvaru. Každému rodinnému domu by náležel příjezdový mostek přes koryto toku v šířce maximálně 2,5 m. Tento návrh je samozřejmě otázkou vlastnických práv na tyto pozemky. V rámci této práce tedy navrhuji provést toho řešení, které nám dopomůže vylepšit hydromorfologický stav tohoto úseku dlouhého 170 m. Po provedení monitoringu se z původní hodnoty úseku 5 dostáváme na hodnotu 3,01, která spadá do třídy 3 – středně modifikovaný úsek.



Obr. 49 Situace úseku MO\_LES\_011 [49]



Obr. 50 Charakter 11. úseku řeky Leskavy [Čihák, 2021]

### 8.8.5 Zhodnocení revitalizačních opatření

V této chvíli jsme se dostali do fáze, kdy se nám podařilo pomocí dílčích návrhů upravit hydromorfologický stav u 4 výše podrobně popsanych úseku. Pomocí metodiky HEM byl znovu vyhodnocen celý vodní útvar a přínos těchto zásahů.

Název úseku	Délka úseku [m]	Třída	HMS
MO_LES_001	300	3	středně modifikovaný
MO_LES_002	1180	2	slabě 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	1	přírodě blízký
MO_LES_009	846	2	slabě modifikovaný
MO_LES_010	991	3	středně modifikovaný
MO_LES_011	170	3	středně modifikovaný
MO_LES_012	161	3	středně modifikovaný
MO_LES_013	999	3	středně modifikovaný
<b>Hydromorfologická kvalita vodního útvaru</b>			<b>2.7</b>

Tab. 25 Vyhodnocení hydromorfologické kvality po revitalizaci 4 úseků

Název toku	HMK	Hydromorfologický stav	Třída	Stav
Leskava	3.01	Středně modifikovaný	3	Před revitalizací
Leskava	2.77	Středně modifikovaný	3	Po revitalizaci

Tab. 26 Srovnání stávajícího stavu s navrženým stavem

Z celkový výsledků je zřejmé, že došlo k patrnému rozdílu v rámci vyhodnocení hydromorfologické kvality vodního útvaru Leskava. Bohužel nebylo možno dosáhnout druhé třídy – slabě modifikovaný tok. I přesto bych považoval revitalizaci tohoto toku za úspěšnou. Jestli budu mít v budoucnu možnost ještě pracovat na tomto vodním toku, určitě bych se zaměřil i na revitalizaci složitějších úseků z hlediska toho, že se nachází v zastavěné části města a snažil se bych se docílit druhé klasifikační třídy.

## 9 ZÁVĚR

Náplní této práce bylo zpracovat základní rešerši v oblasti hydroekologického monitoringu, které jsem se věnoval zejména v první části. Na základě těchto shrnutých znalostí jsme dostali k dalšímu cíli, kterým bylo provedení hydroekologického monitoringu na potoku Leskava nacházejícím se v jihomoravské metropoli Brno.

Pomocí metodiky HEM – Metodika monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků byl zmonitorován a vyhodnocen stávající stav vodního toku. Byla stanovena hydromorfologická kvalita celého vodního útvaru číslem 3,01, která odpovídá 3. třídě klasifikace, tedy středně modifikovanému stavu. Na základě kvality jednotlivých mapovaných úseku se bylo možno zaměřit na nejhůře hodnocené části toku ve snaze navrhnout opatření vedoucí ke zlepšení jejich hydromorfologické kvality.

Návrh revitalizačních opatření proběhl na vytipovaných úsecích \_002, \_008, \_010, \_011, z čehož je poslední zmíněný úsek v současné době sveden do potrubí. Na prvním zmíněném úseku je navržena obměna spádových stupňů za balvanité skluzy, které budou plnit podobnou funkci a zároveň obnovíme migrační trasu pro vodní živočichy. Z původní betonové konstrukce bude zachován pouze betonový pilíř, který zpevní případné neúnosné podloží a zajistí celkovou soudržnost. Na 8. úseku došlo k navrácení původního koryta do přirozené údolnice okolní nivy. Původní koryto bylo rozvolněno do meandrující trasy a v dolní části úpravy došlo k vytvoření soustavy tůní, které budou plnit retenční funkci krajiny a zároveň využijí tuto plochu záplavového území. Trasa toku spolu s vegetačním doprovodem vytvoří biokoridor napojující se na biocentrum, které dle územně plánovací dokumentace má v Brně vzniknout do několika let. V 10. úseku jsme se alespoň částečně pokusili zlepšit stávající značně modifikovaný stav úpravou břehu, kde bychom odstranili původní hrázku na pravém břehu a nahradili jí přírodním kamenem, který by spolu s nasypanou zemínou a vhodným vegetačním doprovodem vytvořil souvislý svah. Poslední návrhový úsek je velice kontroverzní z hlediska provedení. Jedinou možností, jak zlepšit hodnocení je znovu odkrýt vodní tok a zmenšit příjezdové mostky k jednotlivým rodinným domům. Toto řešení je opravdu jen ideový návrh, který by bohužel bylo velmi náročné zrealizovat vzhledem k prostoru, který je na tuto úpravu téměř minimální. Po ověření účinnosti těchto opatření se podařilo celkovou hydromorfologickou kvalitu snížit na hodnotu 2,77 – středně modifikovaný tok. Přestože jsme dle Rámcové směrnice nedosáhli 2. klasifikační třídy, považoval bych tuto revitalizaci i celkovou práci jako úspěšnou. Slabě modifikovaného toku by bylo možno docílit opatřeními i v dalších úsecích intravilánu Brna, kterými jsem se v této práci nezabýval.

Přínosem těchto revitalizačních opatření obnovíme ekologickou funkci vodního toku a jeho nivy. Proto je potřeba mít základní informace o jejich současném stavu, abychom mohli tyto opatření v brzké době realizovat.



## 10 BIBLIOGRAFIE

- [1] Vodní tok - Ministerstvo životního prostředí. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha, 2008 [cit. 2021-02-16]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/vodni\\_tok\\_co\\_je\\_vodni\\_tok/](https://www.mzp.cz/cz/vodni_tok_co_je_vodni_tok/)
- [2] Hydrografie vodních toků: Klimatologie a hydrogeografie pro učitele. *Hydrografie vodních toků* [online]. Brno: Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity, 2014 [cit. 2021-02-16]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz\\_geogr/web/pages/08-hydrografie.html/](https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz_geogr/web/pages/08-hydrografie.html/)
- [3] S. GUPTA, Ram. *Hydrology and Hydraulic Systems*. 3rd edition. Bristol: Waweland Press, 2017. ISBN 9781577664550.
- [4] JUST, Tomáš. *Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. Praha 3: Český svaz ochránců přírody Hořovicko, 2005. ISBN 80-239- 6351-1.
- [5] BERGERE LEOPOLD, Luna Bergere Leopold. *River channel patterns: Braided, meandering, and straight* [online]. 282. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1957 [cit. 2021-02-16]. ISBN 978-1-349-15382-4. Dostupné z: <https://pubs.usgs.gov/pp/0282b/report.pdf>
- [6] JUST, Tomáš. Morfologické typy vodních toků. *Agentura ochrany přírody a krajiny* [online]. Praha: Regionální pracoviště Střední Čechy, 2003 [cit. 2021-02-16]. Dostupné z: <https://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/morfologicke-typy-vodnich-toku/>
- [7] MAREK, Křížek. Údolní niva - její vymezení a vývoj. *Geografické rozhledy: Výzkum a vývoj* [online]. Praha: PŘF UK, 2007, , 2-5 [cit. 2021-03-03]. Dostupné z: <https://www.natur.cuni.cz/geografie/fyzgeo/krizekma/ke-stazeni/udolni-niva-její-vymezení-a-vyvoj/>
- [8] 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.
- [9] ŠINDLAR, Miroslav. *Geomorfologické procesy vývoje vodních toků. Část I.: Typologie korytotvorných procesů*. Vyd. 2. Hradec Králové: Sindlar Group, 2012. ISBN 978-80-254-2445-2.

- [10] ŽOUŽELA, Michal. *Vodohospodářské stavby BS001: Vodní toky a jejich úprava*. Brno. Prezentace. Vysoké učení technické v Brně.
- [11] *Vývoj plánování ve vodním hospodářství po roce 1989: Voda* [online]. Praha 1: Ministerstvo zemědělství, 2004 [cit. 2021-03-10]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/historie-planovani/vyvoj-planovani-ve-vodnim-hospodarstvi.html>
- [12] *Ochrana vod: Životní prostředí* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2004 [cit. 2021-03-10]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/ochrana-vody/>
- [13] Plánování v oblasti vod. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2020 [cit. 2021-03-10]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/planovani\\_oblasti\\_vod](https://www.mzp.cz/cz/planovani_oblasti_vod)
- [14] DASHÖFER, Verlag. Ochrana vodních toků a jejich koryt. *Enviprofi.cz* [online]. Praha 6: Verlag Dashöfer, nakladatelství, 2021, 2015 [cit. 2021-03-10]. Dostupné z: [https://www.enviprofi.cz/33/ochrana-vodnich-toku-a-jejich-koryt-uniqueidgOkE4NvrWuOKaQDKuox\\_Z2ARWHJXyQOn6\\_CEAaNeCOY/](https://www.enviprofi.cz/33/ochrana-vodnich-toku-a-jejich-koryt-uniqueidgOkE4NvrWuOKaQDKuox_Z2ARWHJXyQOn6_CEAaNeCOY/)
- [15] LESY ČR. Správa vodních toků a bystřin. *Lesy ČR* [online]. Hradec Králové: Lesy České republiky, s. p., 2021 [cit. 2021-03-10]. Dostupné z: <https://lesy-cr.cz/sprava-vodnich-toku-a-bystrin/vodni-hospodarstvi/>
- [16] JUST, Tomáš. Ochrana přírodních toků. *Agentura ochrany přírody a krajiny* [online]. Praha: Regionální pracoviště Střední Čechy, 2021 [cit. 2021-03-10]. Dostupné z: <https://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/ochrana-prirodnich-vodnich-toku/>
- [17] Historie plánování ve vodním hospodářství. *Eagri.cz: Životní prostředí* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2004, 5.4. 2004 [cit. 2021-03-13]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/ochrana-vody/vodni-ramcova-smernice/planovani-v-oblasti-vod/historie-planovani/z-historie-planovani-ve-vodnim.html>
- [18] Směrný vodohospodářský plán ČSR (SVP 1975). *Eagri.cz: Historie plánování* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2004 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/historie-planovani/smerny-vodohospodarsky-plan-csr-svp-1975.html>

- [19] Státní vodohospodářský plán republiky Československé (SVP 1953). *Eagri.cz: Historie plánování* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2004 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/historie-planovani/statni-vodohospodarsky-plan-republiky.html>
- [20] 1. Plánovací období. *Eagri.cz* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2021 [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/plany-povodi-pro-1-obdobi/>
- [21] 2. Plánovací období. *Eagri.cz* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2021 [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/priprava-planu-povodi-pro-2-obdobi/>
- [22] 3. Plánovací období. *Eagri.cz* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2021 [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/x3-planovaci-obdobi/>
- [23] Rámcová směrnice o vodách. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2020 [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/ramcova\\_smernice\\_o\\_vodach](https://www.mzp.cz/cz/ramcova_smernice_o_vodach)
- [24] Rámcová směrnice o vodách (RSV). *AOPK ČR* [online]. Praha: Resort životního prostředí, 2020 [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: <https://www.ochranaprirody.cz/mezinarodni-spoluprace/evropske-smernice/ramcova-smernice-o-vodach-rsv/>
- [25] Summaries of EU Legislation. *EUR-lex* [online]. LUXEMBOURG: Publications Office of the European Union, 13.2. 2017 [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=LEGISSUM%3A128002b>
- [26] Implementace Rámcové směrnice o vodách. *Hydroekologický informační systém VÚV TGM* [online]. Praha 6: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i, 14.9. 2020n. I. [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: <https://heis.vuv.cz/data/webmap/datovesady/projekty/ramcovasmernicevoda/default.asp?>
- [27] Východiska a historické souvislosti procesu plánování v oblasti vod. *VTEI* [online]. Praha 6: VÚV TGM, v.v.i. Podbabská 2582/30, 14.9. 2020n. I. [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: <https://www.vtei.cz/2017/04/vychodiska-a-historicke-souvislosti-procesu-planovani-v-oblasti-vod/>

- [28] JUST, Tomáš. Technické úpravy vodních toků. *Agentura ochrany přírody a krajiny* [online]. Praha 11: Regionální pracoviště Střední Čechy, 2021 [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: <https://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/technicke-upravy-vodnich-toku/>
- [29] JUST, Tomáš. Morfologicko-ekologický stav vodních toků. *Agentura ochrany přírody a krajiny* [online]. Praha 11: Regionální pracoviště Střední Čechy, 2021 [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: <https://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/morfologicko-ekologicky-stav-vodnich-toku/>
- [30] Aktuální monitorovací programy v ČR. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2020 [cit. 2021-03-29]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/aktualni\\_monitorovaci\\_programy\\_v\\_cr](https://www.mzp.cz/cz/aktualni_monitorovaci_programy_v_cr)
- [31] Rámcový program monitoringu. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2020 [cit. 2021-03-29]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/ramcovy\\_program\\_monitoringu/\\$FILE/OOV\\_RPM\\_2019\\_20190116.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/ramcovy_program_monitoringu/$FILE/OOV_RPM_2019_20190116.pdf)
- [32] ČESKÁ REPUBLIKA. *Metodika hodnocení chemického a ekologického stavu útvarů povrchových vod kategorie řeka pro druhý cyklus plánů povodí v ČR*. In: . Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský, 2014, ročník 2014, číslo 1. Dostupné také z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled\\_akceptovanych\\_metodik\\_tekoucich\\_vod/\\$FILE/OOV-hodnoceni\\_chemicky\\_ekologicky\\_stav-20140505.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/$FILE/OOV-hodnoceni_chemicky_ekologicky_stav-20140505.pdf)
- [33] *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*. In: . Praha: Poslanecká sněmovna, 2011, ročník 2011, 37/2011, číslo 3. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-98#p7>
- [34] PIERRE REBILLARD, Jean. LE SEQ-PHYSIQUE: SYSTÈMES D'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ. *REVUE DE L'AGENCE DE L'EAU PAGE 12 ADOUR GARONNE*. HIVER, 2001, 2001(81), 12-15.
- [35] River Habitat Survey in Britain and Ireland. *Gov.uk* [online]. Britian: Environment agency, 2003 [cit. 2021-04-03]. Dostupné z: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/311579/LIT\\_1758.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/311579/LIT_1758.pdf)
- [36] T. BARBOUR, Michael, Jeroen GERRITSEN, Blaine D. SNYDER a James B. STRIBLING. *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Wadeable Streams and Rivers*:

*Environmental Protection Agency*. Second edition. United States, Washington: Washington, DC 20460, July 1999. ISBN EPA 841-B-99-002.

[37] ŠINDLAR, Miroslav. Metodika vyhodnocení aktuálního stavu hydromorfologie vodních toků. *Šindlar* [online]. Hradec Králové: SINDLAR Group, 2008 [cit. 2021-04-03]. Dostupné z: [http://pvvc.cz/ckfinder/userfiles/files/Hodnoceni\\_hydromorfologie\\_Sindlar.pdf](http://pvvc.cz/ckfinder/userfiles/files/Hodnoceni_hydromorfologie_Sindlar.pdf)

[38] KRÁLOVÁ, Helena. *PŘÍRODĚ BLÍZKÉ ÚPRAVY MALÝCH VODNÍCH TOKŮ V KULTURNÍ KRAJINĚ: ENVIRONMENTALLY FRIENDLY ENGINEERING OF SMALL WATER COURSES IN CULTURAL LANDSCAPE*. Brno: Vutium, ISBN 978-80-214-3541-4. ISBN 978-80-214-3541-4. Zkrácená verze habilitační práce. VUT v Brně. Vědecké spisy Vysokého učení technického v Brně.

[39] ZUMBROICH, MÜLLER a FRIEDRICH. *Strukturgröße von Fließgewässern: Grundlagen und Kartierung*. Berlin ; Heidelberg: Springer, 1999, 283 s. ISBN 978-3-642-58594-4.

[40] MATOUŠKOVÁ, Milada. Metoda EcoRivHab a zkušenosti s některými zahraničními přístupy. *Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova* [online]. Brno: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2012 [cit. 2021-04-03]. Dostupné z: [http://pvvc.cz/ckfinder/userfiles/files/Metoda\\_EcoRivHab\\_Milada-Matouskova.pdf](http://pvvc.cz/ckfinder/userfiles/files/Metoda_EcoRivHab_Milada-Matouskova.pdf)

[41] LANGHAMMER, Jakub. HEM: Metodika monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2014 [cit. 2021-04-17]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled\\_akceptovanych\\_metodik\\_tekoucich\\_vod/\\$FILE/OOV-HEM%20\\_2014\\_Metodika\\_monitoringu-15092015.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/$FILE/OOV-HEM%20_2014_Metodika_monitoringu-15092015.pdf)

[42] 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. 2021-04-17]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled\\_akceptovanych\\_metodik\\_tekoucich\\_vod/\\$FILE/OOV-HEM%20\\_2014\\_Metodika\\_monitoringu-15092015.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/$FILE/OOV-HEM%20_2014_Metodika_monitoringu-15092015.pdf)

[43] LANGHAMMER, Jakub. Metodika vymezení útvarů povrchových vod. *Dibavod.cz* [online]. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2010 [cit. 2021-04-17]. Dostupné z: [https://www.dibavod.cz/data/metodika\\_vymezeni\\_vu.pdf](https://www.dibavod.cz/data/metodika_vymezeni_vu.pdf)

[44] JUST, Tomáš. Revitalizace vodních toků. *Agentura ochrany přírody a krajiny* [online]. Praha: Regionální pracoviště Střední Čechy, 2021 [cit. 2021-5-7]. Dostupné z: <https://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/revitalizace-vodnich-toku/>

- [45] JUST, Tomáš. Samovolné renaturace technicky upravených koryt vodních toků. *Agentura ochrany přírody a krajiny* [online]. Praha: Regionální pracoviště Střední Čechy, 2021 [cit. 2021-5-7]. Dostupné z: <https://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/renaturace-vodnich-toku/>
- [46] FSV ČVUT. Revitalizace povodí. *Fakulta stavební ČVUT* [online]. Praha: Fsv ČVUT PRAHA, 2021 [cit. 2021-5-7]. Dostupné z: [http://storm.fsv.cvut.cz/data/files/p%C5%99edm%C4%9Bty/YHYS/YHYS\\_08\\_RVDT.pdf](http://storm.fsv.cvut.cz/data/files/p%C5%99edm%C4%9Bty/YHYS/YHYS_08_RVDT.pdf)
- [47] JUST, Tomáš. Revitalizace v České republice. *Agentura ochrany přírody a krajiny* [online]. Praha: Regionální pracoviště Střední Čechy, 2021 [cit. 2021-5-7]. Dostupné z: <https://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/revitalizace-vodnich-toku/revitalizace-v-ceske-republice/>
- [48] ÚSES. *Agentura ochrany přírody a krajiny* [online]. Praha: Regionální pracoviště Střední Čechy, 2021 [cit. 2021-5-7]. Dostupné z: <https://www.ochranaprirody.cz/obecna-ochrana-prirody-a-krajiny/uses/>
- [49] MAPY.CZ. Základní mapový podklad. *Mapy.cz* [online]. ČR: Seznam.cz, 2021 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.8473000&y=50.1992120&z=11>
- [50] HRUBAN, Robert. Klimatické oblasti dle Evžena Quitta (1971). *Moravské karpaty* [online]. Halenkovice: Robert Hruban, 2019 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/klima/klimaticke-oblasti-dle-e-quitta-1971/>
- [51] GEOLOGY.CZ. Geovědní mapy 1:25 000. *Česká geologická služba* [online]. Praha 1: Geology.cz, 2021 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr25/>
- [52] VÚV TGM. Základní mapa ČR. *HYDROEKOLOGICKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM VÚV TGM* [online]. Praha 1: Výzkumný ústav vodohodpodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce, 2021 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: [https://heis.vuv.cz/data/webmap/isapi.dll?map=mp\\_heis\\_voda&TMPL=HVMAP\\_MAIN&IFRAME=0&lon=16.608296&lat=49.1736859&scale=60480](https://heis.vuv.cz/data/webmap/isapi.dll?map=mp_heis_voda&TMPL=HVMAP_MAIN&IFRAME=0&lon=16.608296&lat=49.1736859&scale=60480)

## 11 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Výsledky ekologického stavu povrchových vod .....	17
Tab. 2 Četnost monitoringu ukazatelů ekologického stavu [33].....	18
Tab. 3 Index vyjadřující stav degradace k referenčnímu stavu [34] .....	20
Tab. 4 Výsledné kategorie typů vodních toků [43] .....	27
Tab. 5 Skupiny typů toků pro typově specifické hodnocení [43] .....	27
Tab. 6 Klasifikace hydromorfologického stavu dle ČSN EN 15843 [42].....	29
Tab. 7 Základní údaje o vodním toku .....	36
Tab. 8 Mapované úseky.....	38
Tab. 9 Výpočet hydromorfologické kvality úseku 1.....	39
Tab. 10 Výpočet hydromorfologické kvality úseku 3.....	40
Tab. 11 Výpočet hydromorfologické kvality úseku 3.....	41
Tab. 12 Výpočet hydromorfologické kvality úseku 4.....	42
Tab. 13 Výpočet hydromorfologické kvality úseku 5.....	43
Tab. 14 Výpočet hydromorfologické kvality úseku 6.....	44
Tab. 15 Výpočet hydromorfologické kvality úseku 7.....	45
Tab. 16 Výpočet hydromorfologické kvality úseku 8.....	46
Tab. 17 Výpočet hydromorfologické kvality úseku 9.....	47
Tab. 18 Výpočet hydromorfologické kvality úseku 10 .....	48
Tab. 19 Výpočet hydromorfologické kvality úseku 12 .....	49
Tab. 20 Výpočet hydromorfologické kvality úseku 13 .....	50
Tab. 21 Výsledná kvalita jednotlivých úseků.....	51
Tab. 22 Zatřídění úseků do jednotlivých tříd .....	52
Tab. 23 Charakteristické hodnoty.....	57
Tab. 24 Zhodnocení navržené revitalizace úseku .....	57
Tab. 25 Vyhodnocení hydromorfologické kvality po revitalizaci 4 úseků .....	60
Tab. 26 Srovnání stávajícího stavu s navrženým stavem.....	60

## 12 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Hlavní parametry popisující meandrování koryta [4].....	4
Obr. 2 Typy říčních ramen [4] .....	5
Obr. 3 Vznik mrtvého ramene [2] .....	5
Obr. 4 Geomorfologické typy vodních toků [4] .....	6
Obr. 5 Schéma příčného profilu údolního dna [8] .....	7
Obr. 6 Typy údolí podle Kerna,1994 [4] .....	8
Obr. 7 Tvary Koryta v meandrech [4] .....	9
Obr. 8 Přírodní stav vodního toku [29].....	10
Obr. 9 Technicky upravené koryto – nevhodné zpevnění v místech extravilánu [28].....	10
Obr. 10 Retenční objekt – Vojtovický potok [15]      Obr. 11 Zadržetí vody v krajině, přehrážka [15] .....	12
Obr. 12 Dílčí povodí České republiky [21].....	15
Obr. 13 Srovnání metod-americká metoda [38] .....	20
Obr. 14 Srovnání metod-bavorská metoda [38].....	21
Obr. 15 Ukázka vymezení tzv. spot-checku [35].....	21
Obr. 16 Princip hodnocení dle RSV [42] .....	24
Obr. 17 Členění na úseky [41].....	26
Obr. 18 Charakteristické typy údolí [41] .....	26
Obr. 19 Skupiny typů vodních toků pro typově specifické hodnocení hydromorfologického stavu [42] .....	28
Obr. 20 Provedení revitalizace [4] .....	30
Obr. 21 Přínosy revitalizací vodních toků [4] .....	31
Obr. 22 Ukázka biokoridoru [48] .....	33
Obr. 23 Mapa zájmového území [49] .....	34
Obr. 24 Mapa klimatických oblastí v ČR [50] .....	35
Obr. 25 Geologická mapa 1:2500 [51].....	35
Obr. 26 Mapa toku podle Heis systému [52] .....	36
Obr. 27 Rozdělení toku na jednotlivé úseky [49].....	37
Obr. 28 Leskava – charakter úseku 1[Čihák,2021] .....	39
Obr. 29 Leskava – charakter úseku 2 [Čihák,2021] .....	40
Obr. 30 Leskava – charakter úseku 3 [Čihák,2021] .....	41
Obr. 31 Leskava – charakter úseku 4 [Čihák,2021] .....	42
Obr. 32 Leskava – charakter úseku 5 [Čihák,2021] .....	43
Obr. 33 Leskava – charakter úseku 6 [Čihák,2021] .....	44
Obr. 34 Leskava – charakter úseku 7 [Čihák,2021] .....	45



Obr. 35 Leskava – charakter úseku 8 [Čihák,2021] .....	46
Obr. 36 Leskava – charakter úseku 9 [Čihák,2021] .....	47
Obr. 37 Leskava – charakter úseku 10 [Čihák,2021] .....	48
Obr. 38 Leskava – charakter úseku 12 [Čihák,2021] .....	49
Obr. 39 Leskava – charakter úseku 13 [Čihák,2021] .....	50
Obr. 40 Stávající stav koryta v podélném řezu – spádový stupeň výšky 1,2 m.....	53
Obr. 41 Navržené opatření – balvanitý skluz.....	53
Obr. 42 Záplavové území při $Q_5$ .....	54
Obr. 43 Záplavové území při $Q_{20}$ .....	54
Obr. 44 Záplavové území na přelomu únor/březen .....	55
Obr. 45 ÚP dané lokality.....	55
Obr. 46 Vytvoření biokoridoru a napojení na biocentrum .....	55
Obr. 47 Původní stav koryta v intravilánu Bohunic.....	58
Obr. 48 Navrhovaný stav opatření v intravilánu Bohunic .....	58
Obr. 49 Situace úseku MO_LES_011 [49].....	59
Obr. 50 Charakter 11. úseku řeky Leskavy [Čihák, 2021] .....	59

## 13 SEZNAM PŘÍLOH

### A. Hydroekologický monitoring

A.1 Mapovací formulář

A.2 Rozdělení toku na úseky

### B. Výpočetní část

B.1 Výpočet návrhových průtoků, kapacity stávajícího a navrženého koryta

### C. Výkresová část

C.1 Ideový řez úseku MO_LES_002	1:50
C.2 Přehledná situace	1:3000
C.3 Příčný řez 1	1:100
C.4 Příčný řez 2	1:100
C.5 Ideový řež úseku MO_LES_010	1:50



**12. Úpravenost břehu (UBR)**

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

**13. Břehová vegetace (BVG)**

Zdroj dat: Spolehlivost stanovení: A   B   C	Rozsah* (%)	
	L břeh	P břeh
Přirozený les		
Hospodářský les		
Linová vegetace	15	15
Přerostované pásy vegetace		
Jednotlivé stromy, keře	10	10
Trávobylinná vegetace	20	20
Ruderální společenstvo		
Břehy bez vegetace	5	5

**16. Přírodnost inundačního území (PIN)**

Zdroj dat: Spolehlivost stanovení: A   B   C	Úroveň	
	L břeh	P břeh
Základní linové stavby v nivě (Základní)		
Linové stavby napříč nivou - násypy komunikací aj. (Příčet)		
Povodňové hráze podél koryta (Rozsah* %)		
Linové stavby vodorovně paralelně s korytem, násypy komunikací aj. (Rozsah* %)	10	10
Odstranění hrází/válů od koryta (m)		
Zkrajštění koryta (Rozsah* %)		

**14. Využití přilehlé zóny (VPZ)**

Zdroj dat: 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		15
Rotroušená zástavba		5
Intravilán, průmysl		10

**15. Využití údolní nivy (VNI)**

Zdroj dat: 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		15
Rotroušená zástavba		5
Intravilán, průmysl		10

**17. Stabilita břehu a boční migrace koryta (BMK)**

Zdroj dat: Spolehlivost stanovení: A   B   C	Rozsah* (%)	
	L břeh	P břeh
Stabilní břeh bez nártů a akumulací	100	100
Drobné břehové nártě (do 5 m)	10	10
Rozsáhlé břehové nártě (nad 5 m)		
Drobné fluvialní akumulace (do 100 m <sup>3</sup> )		
Rozsáhlé fluvialní akumulace (nad 100 m <sup>3</sup> )		
Omezení bočního pohybu koryta		

..... doplňkové charakteristiky

**Invenční druhy**

Zdroj dat: Spolehlivost stanovení: A   B   C	Druhy	Černost 1 - jednotky 2 - desítky 3 - stovky 4 - tisíce
	Levý břeh	
	Pravý břeh	

**Fotodokumentace**

U fotografie struktura a úprava uzemnění se liší od zobrazení

**Poznámky**

## 1) Výpočet průměrného odtoku

## Dlouhodobý průměrný specifický odtok

qa=	2.670564	$l.s^{-1}.km^{-2}$
-----	----------	--------------------

qa... dlouhodobý průměrný specifický odtok

A=	20.626	$km^2$
P=	684	mm
T=	10.1	$^{\circ}C$

A... plocha povodí

P... průměrný roční úhrn srážek

T... průměrná roční teplota

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

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

## Dlouhodobý průměrný odtok

Qa=	12.71188	$l.s^{-1}$
	0.012712	$m^3.s^{-1}$
F=	4.76	$km^2$

$$Q_a = q_a \cdot F$$

F... sběrná plocha povodí nad profilem hráze

Q30d	0.03	$m^3.s^{-1}$
------	------	--------------

Q30d... 30denní průtok

Q30d	0.03	$m^3.s^{-1}$
Q1	3.2	$m^3.s^{-2}$

## 2) Výpočet kapacity stávajícího koryta

Profil	S [ $m^2$ ]	O [m]	R [m]	n [-]	C [ $m^{0,5}.s^{-1}$ ]	i [-]	v [ $m.s^{-1}$ ]	Q [ $m^3.s^{-1}$ ]
PF1 - Q30d	0.12	1.21	0.10	0.05	13.61	0.0029	0.22	0.03
PF1 - Q1	3.45	4.21	0.51	0.05	17.88	0.0029	0.68	3.20
PF1 - Qmax	8.55	9.56	0.89	0.05	19.63	0.0029	0.97	8.40

drsnost dna 0.05 zarostlé trávou a buřinou

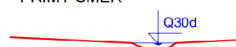
drsnost svahu 0.05 zarostlé trávou a buřinou

průměrný sklon 2.9 ‰

## 3) Výpočet kapacity nového koryta při Q30d

## a) v přímém směru

PŘÍMÝ SMĚR

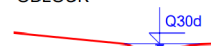


Profil	S [ $m^2$ ]	O [m]	R [m]	n [-]	C [ $m^{0,5}.s^{-1}$ ]	i [-]	v [ $m.s^{-1}$ ]	Q [ $m^3.s^{-1}$ ]
PF1 - Q30d	0.13	1.45	0.09	0.044	15.20	0.0028	0.24	0.03

## b) v oblouku

Profil	S [ $m^2$ ]	O [m]	R [m]	n [-]	C [ $m^{0,5}.s^{-1}$ ]	i [-]	v [ $m.s^{-1}$ ]	Q [ $m^3.s^{-1}$ ]
PF2 - Q30d	0.15	2.31	0.06	0.04	15.85	0.0028	0.21	0.03

OBLOUK



drsnost dna 0.044 koryto se zátočinami a tůněmi

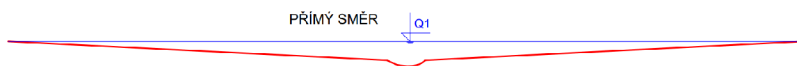
drsnost svahu 0.044 koryto se zátočinami a tůněmi

průměrný sklon 2.8 ‰

při překročení návrhového průtoku Q30d se voda rozlévá do meandrového pásu

#### 4) Výpočet kapacity meandrového pásu

##### a) v přímém směru



Profil	S [m <sup>2</sup> ]	O [m]	R [m]	n [-]	C [m <sup>0,5</sup> .s <sup>-1</sup> ]	i [-]	v [m.s <sup>-1</sup> ]	Q [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
PF1 - Q1	9.70	27.70	0.35	0.08	10.49	0.0028	0.33	3.20
šířka v přímém směru		27.61	m					

##### b) v oblouku



Profil	S [m <sup>2</sup> ]	O [m]	R [m]	n [-]	C [m <sup>0,5</sup> .s <sup>-1</sup> ]	i [-]	v [m.s <sup>-1</sup> ]	Q [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
PF2 - Q1	9.92	29.17	0.34	0.08	10.44	0.0028	0.32	3.20
šířka v oblouku		29.09	m					

drsnost dna            0.044    koryto se zátočinami a tůněmi  
 drsnost svahu        0.08     řídké křoví a stromy  
 průměrný sklon      2.8      ‰

#### Použité vzorce

Popis	Značení	Vzorec
Průtočná plocha	<b>S</b>	z AutoCADu
Omočený obvod	<b>O</b>	z AutoCADu
Hydraulický poloměr	<b>R</b>	$R = S/O$
Drsnost koryta	<b>n</b>	$n = \frac{n_{svahu} \cdot b_{svahu} + n_{dna} \cdot l_{dna} + n_{svahu} \cdot l_{svahu}}{O}$
Chézyho rychlostní součinitel	<b>C</b>	$C = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}}$
Sklon dna	<b>i</b>	z DMR 5G
Průměrná profilová rychlost	<b>v</b>	$v = C \cdot \sqrt{R \cdot i_i}$
Průtok vody	<b>Q</b>	$Q = v \cdot S$