

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

KATEDRA BIOTECHNICKÝCH ÚPRAV KRAJINY



# **Hodnocení revitalizačních opatření na vodním toku**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Vedoucí práce: Ing. Darina Vaššová

Autor práce: Petr Petruš

Praha 2012

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

Katedra biotechnických úprav krajiny

Fakulta životního prostředí

# **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Petrů Petr

Vodní hospodářství

Název práce

**Hodnocení revitalizačních opatření na vodním toku**

Anglický název

**Assessment of River Restoration Measures**

**Cíle práce**

Zpracování přehledu revitalizačních opatření prováděných na vodních tocích a rozbor metodik sloužících k hodnocení těchto opatření.

**Metodika**

- 1) Zpracování stručné rešerše literatury zabývající se různými typy revitalizačních opatření prováděných na drobných vodních tocích.
- 2) Zpracování literární rešerše na téma metod hodnocení revitalizačních opatření.
- 3) Zhodnocení metodik sloužících k hodnocení revitalizačních opatření.

**Harmonogram zpracování**

termín odevzdání BP: 20. dubna 2012

**Rozsah textové části**

30–50 stran

**Klíčová slova**

vodní tok, revitalizace, metody hodnocení

**Doporučené zdroje informací**

De Waal L. C. et al., 1998: Rehabilitation of Rivers. J.Wiley & Sons, ISBN 0-471-95753-4, 331 str.

Newbold C., Honnor J., Buckley K., 1990: Nature Conservation and the Management of Drainage Channels. Association of Drainage Authorities, London, 108 str.

Gordon N. D., McMahon T. A., Finlayson B. L., 1996: Stream Hydrology – An Introduction for Ecologist. John Wiley, Sussex, England, 526 str.

Just T., 2003: Revitalizace vodního prostředí. AOPK ČR, 144 str., ISBN 80-86064-72-7.

Just T. a kol., 2006: Vodohospodářské revitalizace. AOPK/MŽP, 359 str., ISBN 80-239-6351-1.

Metodika VÚMOP Praha 9/1992: Prozatímní metodické pokyny pro obnovu ekologické funkce upravených vodních toků s malým povodím. 50 str.

**Vedoucí práce**

Vaššová Darina, Ing.

  
**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**  
Vedoucí katedry



  
**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**  
Děkan fakulty

### Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma „Hodnocení revitalizačních opatření na vodním toku“ vypracoval samostatně a uvedl v seznamu literatury veškeré použité literární prameny a další zdroje.

V Praze dne: .....

.....

## Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucí mé bakalářské práce, Ing. Darině Vaššové, za cenné rady, ochotu a trpělivost při jejím zpracování a také mé rodině za podporu v době mého studia.

## Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá nejen dnešními přístupy k otázce revitalizačních zásahu na vodních tocích, ale především pojednává o možnostech vyhodnocení jejich úspěšnosti.

K tomu nám dnes mohou dobře posloužit mnohé metody vyvinuté ve světě i u nás pro hodnocení eko- a hydromorfologických složek vodních toků. V Evropě, byly vyvinuté především pro splnění požadavku zmapování a vyhodnocení kvality habitatu vodních toků v kontextu Rámcové směrnice o vodní politice.

V bakalářské práci je pojednáno celkem o čtyřech metodách převážně českých autorů, o tom jak hodnocení probíhá, co se hodnotí a k čemu nám výsledky mohou sloužit. V závěru práce nechybí srovnání těchto metod a úvaha nad jejich aplikací v hodnocení revitalizačních zásahů.

Klíčová slova: vodní tok – revitalizace – metody hodnocení

## Abstract

This thesis is focused on contemporary revitalization measures on the rivers and assessment methods.

The hydromorphological and hydroecological monitoring methods can be instrumental to assessment of revitalization measures.

In Europe, were developed primarily to meet the requirement of mapping and habitat assessment of the quality of watercourses in the context of the Framework Directive on water policy.

The thesis is dealt a total of four methods mostly by Czech composers, how assessments are conducted, what is assessed and what results can serve us. In conclusion missing compared these methods and consideration of their application in the evaluation of restoration actions.

Key words: watercourse – revitalization – assessment methods

## OBSAH

1. Úvod.....	9
2. Cíle práce .....	10
3. Revitalizace na malých vodních tocích.....	11
3.1 Historie.....	11
3.2 Revitalizace v České Republice .....	11
3.3 Cíl a postup revitalizací .....	12
3.3.1 Cíle revitalizací .....	12
3.3.2 Revitalizační postupy .....	13
4. Hodnocení revitalizačních opatření .....	19
4.1 Referenční stav .....	19
4.2 Hodnocené parametry .....	21
4.2.1 Koryto a trasa toku .....	22
4.2.2 Vegetační doprovod a údolní niva.....	27
4.2.3 Proudění a hydrologický režim .....	29
4.2.4 Jakost vody .....	30
5. Metody hodnocení .....	31
5.1 Metoda EcoRivHab.....	32
5.1.1 O metodě.....	32
5.1.2 Zdroje a podklady pro hodnocení .....	32
5.1.3 Průběh mapování .....	32
5.1.4 Vyhodnocení a interpretace výsledků .....	34
5.2 HEM – Hydroekologický monitoring .....	35
5.2.1 O metodě.....	35
5.2.2 Zdroje a podklady pro hodnocení .....	35

5.2.3	Průběh mapování .....	35
5.2.4	Vyhodnocení a interpretace výsledků .....	37
5.3	Metoda dle Šindlara .....	38
5.3.1	O metodě.....	38
5.3.2	Zdroje a podklady pro hodnocení .....	39
5.3.3	Průběh mapování .....	40
5.3.4	Vyhodnocení a interpretace výsledků .....	42
5.4	Slovenská metoda.....	43
5.4.1	O metodě.....	43
5.4.2	Zdroje a podklady pro hodnocení .....	43
5.4.3	Průběh mapování .....	43
5.4.4	Vyhodnocení a interpretace výsledků .....	44
6	Zhodnocení metod a jejich použití při hodnocení revitalizací .....	46
7	Závěr .....	48
8	Použitá literatura .....	49



# 1. ÚVOD

Všeobecná encyklopedie Diderot (2000) definuje revitalizaci jako „*obnovu, oživení něčeho nefunkčního popř. zchátralého; uvádění něčeho opět do takového stavu, aby to přinášelo užitek*“. Aby se tento pojem stal skutečností i u nás, konkrétně v případě vodních toků, vyčlenilo Ministerstvo životního prostředí ČR (dále jen MŽP) v rámci Programu revitalizace říčních systémů od roku 1992 na tento program více jak 3 mld. Kč (Vrána a kol., 2004). Od té doby byla u nás realizována mnohá revitalizační opatření, některá se dají označit za sporná, jiné za velmi zdařilá. Pro vodohospodáře, projektanty a další profese zabývající se revitalizacemi toků vzniklo v posledních letech několik publikací od autorů Just a kol., (2003), Erlich a kol., (2003), Dostál (2008) a Šlezinger (2010) snažící se komplexně pojmout tuto problematiku a eliminovat tak nevhodné zásahy do vodních toků.

Vzhledem k tomu, že v rámci Programu revitalizace říčních systémů bylo v uplynulých letech vynaloženo velké množství finančních prostředků, projevilo MŽP ve spolupráci s Agenturou ochrany přírody a krajiny zájem vytvořit objektivní metodu pro hodnocení revitalizačního efektu realizovaných revitalizačních akcí, případně i pro hodnocení akcí připravovaných (Vrána a kol., 2004). Podle těchto požadavků byla navržena metoda hodnocení revitalizačního efektu (Vrána a kol., 2004), aby sloužila jako hodnocení dosaženého revitalizačního efektu, popř. pro odhad tohoto efektu již v rámci zpracování investičního záměru akce. Metoda vycházela z porovnání stavu lokality po realizaci revitalizačních opatření se stavem před realizací. Již u tohoto předpokladu se setkáváme s velkou mírou nejistoty a subjektivity, protože zpravidla není počáteční stav lokality před revitalizací dostatečně popsán a také je těžké určit výsledek cílového stavu revitalizace. Každá akce totiž ihned po dokončení nedosahuje požadovaného efektu, protože se jedná o iniciační stadium, které se ještě řadu let dále samovolně vyvíjí (Vrána a kol., 2004).

Mezi další pokusy o hodnocení realizovaných revitalizačních akcí se řadí také zpracování několika typů studií, vycházejících z hodnocení revitalizovaných drobných vodních toků v různých místech republiky, různými metodami různých autorů a v různých časových etapách. Za všechny bych zmínil studii autorů Vrána a kol., (1999, 2000), Gergel (2000, 2002) a Zuna (2000, 2002). V první zmiňované studii (Vrána a kol., 1999) se hodnotily 4 drobné vodní toky s cílem vytvořit určitou metodiku způsobu posuzování úspěšnosti revitalizačních akcí. Jak se ukázalo, vytvořit takové vyhodnocení je mnohem složitější než se čekalo, obzvláště v otázce jaká kritéria do hodnocení

zahrnout a s čím výsledky porovnávat. V rámci studií se průzkum soustředoval na hlavně na posouzení stability a funkčnosti jednotlivých vkládaných prvků, vývoj revitalizovaného toku a jeho zapojení do krajiny, dále zaměření dna toku s cílem posouzení přetváření morfologie jeho dna a vyhodnocení zvýšení akumulovaného množství vody v korytě. V neposlední řadě se také odběrem vzorků vody, nárostů a dnových sedimentů vyhodnocoval vliv revitalizačních opatření na oživení toku a jakost vody. Vše s cílem zjištění negativ realizovaných akcí, ať již se jednalo o nevydařené záměry, chyby projektantů a dodavatelů, nebo nevhodnou volbou toku či úseku toku (Vrána a kol., 2004).

Dnes lze nalézt i odlišné přístupy k vyhodnocení revitalizačních zásahů do vodních toků. A to především pomocí metod sloužících k hodnocení hydromorfologického či ekomorfologického stavu toku, které od konce 90. let 20. století vznikají nejen po celém světě, ale i u nás (Matoušková 2008). A právě o nic je podrobně pojednáno v této práci.

## **2. CÍLE PRÁCE**

Za hlavní cíle této práce jsem si stanovil seznámení s různými typy a metodami hodnocení hydromorfologického stavu vodních toků, ekologického stavu říčních ekosystémů, které se k tomu v dnešní době používají, jejich vzájemné porovnání a možnosti jejich využití v hodnocení provedených revitalizačních opatření na vodních tocích.

## **3. REVITALIZACE NA MALÝCH VODNÍCH TOCÍCH**

### **3.1 Historie**

Jak uvádí Dostál (2008), termín revitalizace je v současné době slovem velmi oblíbeným nejen v souvislosti s vodními toky, ale také v souvislosti s krajinou či urbanizovanými oblastmi. Již od středověku probíhaly vodohospodářské zásahy v údolích potoků a řek. Vodní toky se dočkaly největších zásahů ke konci 19. století, během tzv. průmyslové revoluce. Námaha spojená s těžbou a přepravou zeminy byla převedena na stroje, a to umožňovalo provádět vodní stavby v podstatně větším měřítku než dříve. Další rozvoj této oblasti souvisel s kolektivizací zemědělské velkovýroby v 50. a 60. letech, která vyvrcholila velkoplošným odvodňováním a mohutnou chemizací zemědělství v 70. a 80. letech (Just a kol. 2003).

Lze tvrdit, že vodní toky byly naprosto změněny zemědělským a městským rozvojem, vodními nádržemi, kanalizací, těžbou a znečištěním (Harding a kol., 1998). Tyto necitlivé zásahy do vodních toků začaly časem vyvolávat potřebu nápravy, potřebu revitalizací. Dostál (2008) se zmiňuje, že první revitalizační akce zaměřené na drobné vodoteče byly v Evropě, zejména v Německu, Anglii a Švýcarsku realizovány na počátku 80. let 20. století. Jednalo se o reakci na vysoký stupeň antropogenizace krajiny a zjištění, že zásahy z minulých let nespĺňují řadu požadovaných mimoekonomických funkcí.

V dnešní době se v zemích EU nalézají revitalizační snahy oporu ve Směrnici 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady z 23. října 2000. Podle této směrnice je cílem uvést všechny vodní toky do dobrého stavu jednak po stránce ekologické, jednak z hlediska kvality vody.

### **3.2 Revitalizace v České Republice**

Dnes se všeobecně ví, že území České Republiky (ČR) bylo v uplynulých desetiletích nadměrně zatíženo negativními vlivy nerespektující jeho životně důležité funkce. Tyto negativní vlivy lze charakterizovat zejména jako likvidace stabilizačních prvků krajiny, eroze půdy, kontaminací povrchových a podpovrchových vod cizorodými látkami a další. Tyto zásahy se projevují na snížení schopnosti území zadržet vodu a tak zpomalit její odtok, způsobují degradaci přirozené produkční úrodnosti půd. Celkově lze říci, že tyto zásahy z dob minulých způsobily vážné změny

v přírodní rovnováze krajiny u nás (Just a kol. 2003). Mezi tyto zásahy lze řadit také úpravy vodních toků.

Nejčastějších důvodem úprav vodních toků v minulosti, jak se zmiňuje Šlezinger (2010), bylo co nejrychlejší odvedení vody z povodí jako základ protipovodňové ochrany dané lokality. Dnes je již nezpochybnitelné, že tento předpoklad byl nesprávný. Dostál (2008) uvádí jako další důvody snahu o snadnější využívání krajiny, především získání nových ploch zemědělské půdy, možnost vyústění odvodňovacích příkopů a zajištění soběstačnosti v zemědělské produkci. Nelze však dogmaticky tvrdit, že vše, co bylo při těchto zásazích v minulosti provedeno, je chybné. Například při protipovodňové ochraně intravilánu není často jiná možnost, než výrazné zvýšení průtočné kapacity koryta (Vrána a kol, 2004). Stejně tak se však nelze tvářit, že u nás tento problém není a odsunout ho na okraj odborné veřejnosti.

Z toho důvodu byl usnesením vlády ze dne 20. května 1992 č. 373 schválen Program revitalizace říčních systémů (MŽP, 2000). Program revitalizace říčních systémů je finančně podporovaný ze státního rozpočtu a metodicky řízený MŽP ČR. Díky podpoře tohoto programu byla v uplynulých letech realizována velká řada opatření, od drobných akcí lokálního charakteru, po akce většího rozsahu. Některé z těchto akcí byly velice přínosné pro krajinu, jiné akce byly z tohoto pohledu sporné s nízkým efektem (Vrána a kol., 2004).

### **3.3 Cíl a postup revitalizací**

#### **3.3.1 Cíle revitalizací**

Šlezinger (2010), dává za hlavní cíl revitalizací odstranění nebo zmírnění negativních důsledků úprav vodních toků, obnovení a zlepšení ekologické funkce v krajině se zohledněním účelových funkcí vodního toku. Ať už chápeme za cíle revitalizace vodního toku jako přiblížení dané lokality či systému k přirozenému stavu (Dostál, 2008) nebo nastartování přirozených reparačních procesů (Skácel, 2000) či nápravu hydrologických poměrů v daném povodí (Kender, 2000), v naprosté většině to neznamená jejich dosažení. Na jedné straně je třeba v daném místě počítat s určitými omezeními lidských aktivit, na druhou stranu, revitalizací nesmí být zásadně dotčena

podstata lidské přítomnosti v daném místě, nesmí být způsobeny škody na majetku či dokonce ohroženy životy obyvatelstva (Dostál, 2008).

### **3.3.2 Revitalizační postupy**

Just a kol. (2003) vymezuje revitalizace na dlouhodobá samovolná renaturace, renaturace povodněmi a technické revitalizace.

Samovolnou renaturací, lze chápat zejména zanášení upravených koryt splaveninami, jejich zarůstání dřevinami a postupném rozpadu technických prvků v korytě. Tento postup je ovšem velmi pomalý, naproti tomu ale dosahuje velkých revitalizačních výsledků.

Renaturace povodněmi, je takový proces, při kterém se pod vlivem povodňových průtoků koryto přetváří a vlivem nánosů a břehových nátrží se může do značné míry obnovit přírodně blízký průběh trasy jeho příčný i podélný profil a tím se v podstatě koryto revitalizovat.

Technické revitalizace, jsou cílené zásahy do vodního toku a jeho okolí za účelem obnovy přirozeného charakteru koryta toku a jejich niv a vyvolání obnovného procesu ekologické funkce vodního toku.

#### **3.3.2.1 Trasa revitalizovaného toku**

Erlich a kol. (2003) uvádí, že při návrhu trasy koryta by měly být dle možností vytvořeny podmínky pro samovolní utváření a formování trasy podle přírodních podmínek. Just a kol., (2003) upozorňuje, že občas dochází k nedorozumění a za nezbytnou součást revitalizace je pokládáno co nejvýraznější zmeandrování koryta. K tomu Vrána a kol. (2004) dodává, že meandrování není podmínkou a zárukou úspěchu, a je přirozené pouze pro určitou skupinu vodotečí, která je charakteristická svou vodností (rozměrem koryta) a především pak charakterem potoční nivy, stejně jako půdními podmínkami.

Optimální úprava vedení koryta toku je tehdy, když se respektují přírodní poměry a trasa toku se situuje do míst, kde se v minulosti koryto toku mohlo nacházet (Kender, 2000) nebo se volí napodobování přirozených nebo přírodě blízkých koryt toků, existující ve srovnatelných podmínkách. Projekční kanceláře při projektování tras koryt leckdy využívají matematicko-geometrické přístupy k návrhu koryt (Kender, 2000). Ty však mají zejména na malých vodních tocích relativně omezenou použitelnost a v oboru revitalizací se uplatňují spíše jako kontrolní nástroj (Just a kol., 2003). Při změně trasy je nutné zohlednit řadu místních faktorů ovlivňující návrh, jakými například jsou vlastnické poměry na pozemcích, vztah údolnice k navrhovanému korytu, výškové poměry (Just a kol. 2003), požadavky odvodňovacích soustav podél toku, zaústění drénů, kanálů, úpravu hladiny podzemní vody (Kender, 2000) a další.

### **3.3.2.2 Podélný profil**

Podélný profil koryta vychází pokud možno z tvarů terénu a je členitý (Just a kol., 2003), zároveň odpovídá požadavkům na vodní biotop koryta, a jeho sklon, tvar, drsnost, členitost a stabilita musí být řešena ve vzájemné souvislosti a s ohledem na ekologické a účelové funkce toku (Erlich a kol., 2003). Plynulý průběh nivelety dna je nevhodný (Erlich a kol., 2003). Rozdílné sklony úseků závisejí především na sklonitosti terénu, případně na výskytu spádových míst. Přirozená poloha proudových míst (tzn. míst s větším sklonem) je v přechodech oblouků a v nárazových vrcholech oblouků jsou místa tůní. Toto střídání míst s větším a menším sklonem dna rozčleňuje koryto ekologicky, vytváří místa proudová a tišinná a má také příznivý samočistící účinek (Just a kol., 2003).

### **3.3.2.3 Příčný profil**

Koryto nemá být prizmatické a v příčném profilu geometricky pravidelné (Erlich a kol., 2003), podobné v minulosti velmi často navrhovaným lichoběžníkovým průřezům.

V oblastech, kde nevádí vybřežení vody, je vhodné koryto mělké, dimenzované na minimální průtoky, což má za následek dřívější vybřežení vody a tím příznivý

protipovodňový efekt a voda v korytě nedosáhne dostatečných rychlostí na devastování koryta (Vrána a kol., 2004).

Přirozená koryta potoků mají nejčastěji v příčném řezu tvar pekáče, jehož šířka je několikanásobkem hloubky. Tento tvar se ovšem v revitalizacích z důvodu nestability strmých svahů nedoporučuje a jako kompromis se v mnoha případech jeví tvar mělké ploché mísy, který se svými vlastnosti blíží k vlastnostem obvyklým u přírodních koryt (Just a kol., 2003).

Vzorový profil by měl být jen orientační pomůckou, protože z hlediska diverzifikace prostředí je žádoucí, aby břehy neměly konstantní sklon, ale aby se střídaly úseky pozvolnější se strmějšími až téměř svislými (Vrána a kol., 2004), v obloucích má mít profil nesymetrický tvar odpovídající přirozenému vývoji koryta s maximální hloubkou a strmějším svahem u konkávního břehu, a bermou a plošším svahem u břehu konvexního (Erlich a kol., 2003).

V intravilánech se úprava příčného profilu zaměřuje na zvýraznění estetické a hygienické funkce vodního toku (obr. č. 1), to se docílí například výsadbou popínavých rostlin (Erlich a kol., 2003).



Obr. č. 1.: Ukázka vhodné revitalizace toku v intravilánu ve městě Chrudim – koryto bylo rozvlněno, navrženo dle korytotvorných průtoků, byla vysázena vegetace, složený profil plní funkci estetickou a zároveň splňuje protipovodňovou ochranu. (Zdroj: [www.vodavkrajine.cz](http://www.vodavkrajine.cz)).



### 3.3.2.4 Dimenzování koryta

Návrhový průtok vychází z požadované ochrany příbřežních pozemků, která odpovídá jeho využívání. Pro louky a pastviny se obvykle volí návrhový průtok  $Q_{30d}$  až  $Q_1$ , pro ornou půdu  $Q_5$  (Erlich a kol., 2003).

Kender (2000) se domnívá, že např. luční porosty, které těsně přiléhají k vodnímu toku je do jisté míry nesmyslné chránit před rozlivy, neboť jim nemohou uškodit, naopak některé nivní rostlinné formace a porosty vyžadují periodické zaplavování (obr. č. 2).



Obr. č. 2.: Ukázka ideálního revitalizačního zásahu v oblasti dimenzování koryta, kde je koryto nadimenzováno na nízké průtoky, a proto nic nebrání rozlivu větších průtoků do okolních ploch. Lubenský potok (Zdroj: [www.vodavkrajine.cz](http://www.vodavkrajine.cz)).

V intravilánech a u komunikačních objektů není zpravidla z důvodů ochrany přilehlých pozemků možné kapacitu koryta snížit a navrhuje se v rozmezí  $Q_{10}$  až  $Q_{100}$  podle toho zda jde v okolí toku komunikace či větší sídliště.

Návrh parametrů koryta zabezpečujících hydrobiologické podmínky pro život v toku se posuzuje na  $Q_{330d}$  (Erlich a kol., 2003). Z toho všeho vyplývá, že průtočná



kapacita koryta musí být řešena individuálně a v závislosti na lokálních podmínkách (Kender, 2000).

### **3.3.2.5 Stabilizace koryta**

Koryto je třeba stabilizovat, ale stabilizace by neměla znemožnit budoucí přirozený vývoj koryta (Vrána a kol., 2004). Opevnění koryta se navrhuje tak, aby bylo stabilní při kapacitním průtoku (Just a kol. 2003). Způsob opevnění má odpovídat charakteru toku, hydrobiologickým požadavkům, stanovištním podmínkám, kolísáním hladiny, podmínkám stability a odolnosti stanoveným výpočtem. Odolnost neopevněného dna a patek svahů musí být prokázáno hydrotechnickým výpočtem na základě vlastností zemin, do kterých je koryto zahloubeno, aby nedocházelo k vymílání (Erlích a kol., 2003).

Revitalizační koryta by hlavně měla být navrhována taková, aby byla stabilní v místních zeminách, s přídatným opevněním převážně kamennými záhozy, pohozy či nesouvislými kamennými figurami. Přinejmenším v nezastavěných územích se chceme obejít bez tvrdých opevnění (Just a kol. 2003), proto v návrhu je třeba dát přednost poddajnému opevnění (vegetačním a kombinovaným opevněním, často vyhoví i pouhá rostlá zemina) (Erlích a kol., 2003). Významným zpevňujícím činitelem mohou být též kořeny stromů rostoucích na břehu nebo přímo v břehové čáře (Just a kol. 2003).

Jak dodává Kender (2000) revitalizačním požadavky na úpravy břehů koryta také musí akceptovat ještě další aspekty, mezi něž především patří zachování propustnosti a pružnosti opevnění břehů tak, aby nebyla narušena hydrologická komunikace vodního toku s podzemní vodou a zachování přirozeně se vyskytujících tvarů břehové čáry, což napomáhá ke zvyšování morfologické stability břehů.

### **3.3.2.6 Objekty**

Objekty navrhované za účelem úpravy spádu podélného profilu jako jsou prahy a stupně by měly být pečlivě uváženy, mohou totiž vytvořit migrační překážky a ochudit koryto o důležité proudové úseky (Just a kol. 2003).

Ideální návrh revitalizovaného koryta je takový, který se zcela obejde bez spádových objektů. Z tohoto pohledu je ideální vkládat pouze stabilizační objekty, které

fixují trasu v důležitých profilech, ale nevytvářejí výškové skoky (Vrána a kol., 2004). Spádové objekty je vhodné navrhovat jako skluzy s účinnou drsností.

Objekty by měly být navrženy z přírodních materiálů, měly by být pružné, hydraulicky účinné a neměly by zamezovat migraci ryb v korytě v obou směrech (Erlich a kol., 2003).

### **3.3.2.7 Návrh vegetačních doprovodů**

Vegetační doprovod vodního toku, resp. jeho druhové a porostní složení konkrétních porostních skupin se určujícím způsobem podílí na jeho ekologickém zapojení do okolní krajiny. Mezi neméně důležité funkce břehových porostů se také řadí zpevnění břehů koryta, dále protierozní bránící splachům půdních částí do toku, úkrytové poskytující ochranu pro organismy, ekologicko-stabilizační, krajinářsko-estetické a v neposlední řadě plní úlohu tzv. ekotonu, tj. přechodového ekosystému mezi hydriickým prostředím vodního toku a prostředím terestrickým (Kender, 2000).

Vegetace by měla být kombinována ze stromů a keřů, což odpovídá jednak přirozenému prostředí, jednak je keřové patro důležité pro život řady organismů (Vrána a kol., 2004). Kender (2000) k tomu dodává, že nemalou pozornost je třeba věnovat i bylinnému patru a to zejména v prvním období po revitalizaci pravidelným kosením z důvodu např. ochrany prostoru břehové výsadby před expanzí agresivních rostlin.

Při revitalizačních úpravách je v první řadě nutné chránit stávající zeleň, která se přirozeně vyvíjí. Je to nejlacinější způsob a zpravidla dobře vyhovuje místním podmínkám a nejlépe prospívá (Just a kol. 2003). V případě vysazování nových dřevin by měly být striktně navrženy dřeviny autochtonní – tedy takové, které do daných podmínek i lokality přirozeně patří (Vrána a kol., 2004).

## 4 HODNOCENÍ REVITALIZAČNÍCH OPATŘENÍ

### 4.1 Referenční stav

Stanovení hydromorfologického „referenčního stavu“ je nezbytným předpokladem hodnocení hydromorfologické kvality. V normě ČSN EN 14614 udává, že referenční stav by měl být určen pro každý říční typ tak, aby odrážely zcela nebo téměř nenarušené podmínky. Pedersen a kol. (2006) jako referenční stav uvádí původní stav řeky předtím, než byl změněn lidskou činností.

Matoušková a Mattas (2003) uvádějí tři hlavní dnes existující přístupy – porovnání s tzv. „potenciálně přirozeným stavem“, dále porovnání s referenční lokalitou nebo metoda skóre, která na základě popisu přiřazuje zjištěnému parametru bodovou hodnotu.

První přístup je značně problematický. Teoreticky se mělo jednat o porovnání se stavem před jakýmkoliv lidským zásahem, prakticky se však v celé Evropě, díky staletým antropogenním zásahům v krajině, jedná o ryzí spekulaci.

Přístup založený na porovnání hodnocené lokality s lokalitou referenční je z pohledu hodnocení velmi racionální. Není problém s porovnání parametrů jakosti vody ani s parametry biologickými. V případě hydraulických a morfologických parametrů je hodnocení poněkud obtížnější. Referenční lokalita může být nalezena také v jiných zemích a regionech, modelováním nebo se použije názor experta.

Metoda skóre má nevýhodu v tom, že přiřazení bodovému hodnocení záleží na subjektivní úsudku mapovatele, takže jiní odborníci mohou mít jiný (a přitom v podstatě stejně zdůvodnitelný) názor.

Norma ČSN EN 14614 všeobecně stanovuje kritéria pro referenční podmínky následovně:

#### ***Charakter břehu a dna***

Chybí jakékoliv umělé stavby ve vodním toku a na břehu, které zřejmě narušují přirozené hydromorfologické procesy, a/nebo tyto procesy nejsou ovlivňované žádnými podobnými stavbami vně břehů; dno a břehy jsou tvořeny původními (přírodními) materiály.

### ***Půdorysný tvar toku a říční profil***

Půdorysný tvar toku a říční profily nejsou zjevně změněny lidskou činností.

### ***Boční průchodnost a volnost bočního profilu***

Chybí jakékoliv stavební úpravy, které zjevně zabraňují proudění vody mezi korytem a inundačním územím, nebo zřejmě zamezují pohybu říčního koryta napříč inundačním územím.



Obr. č. 3: Ukázka referenčního úseku toku – původní příbřežní vegetace (převážně Olše) odpovídající místním podmínkám (Zdroj: [www.mezistromy.cz](http://www.mezistromy.cz)).

### ***Volný průtok vody a sedimentu korytem***

Chybí jakékoliv stavební úpravy ve vodním toku, které ovlivňují přirozený pohyb sedimentu, vody a organismů.

### ***Vegetace v příbřežní zóně***

Existuje přirozený břehový porost odpovídající říčnímu typu a zeměpisné poloze řeky (Obr. č. 3).

## 4.2 Hodnocené parametry

Volba parametrů pro hodnocení je vždy značně obtížná. Volbou parametrů můžeme výsledky do značné míry vychýlit na jednu či druhou stranu zdůrazněním nebo naopak potlačením určitých rysů nebo vlastností (Matoušková a Mattas, 2003).

Obecně lze říci, že se zpravidla hodnotí

### ***Fluviálně-morfologické charakteristiky údolí a koryta toku***

Kde se obvykle sleduje meandrovitost koryta, formování ostrovů, divočení toku a další morfologické charakteristiky koryta. Déle se hodnotí řada dalších parametrů, jakými jsou například rozměry koryta, tvar příčného profilu, charakteristiky břehů a také antropogenní zásahy v korytě, zejména opevnění dna a břehů, jejich typ a případné narušení (Matoušková a Mattas, 2003).

### ***Charakteristiky proudění a habitatů***

Formování jednotlivých habitatů koryta toku je podmíněno fluviálně-morfologickými charakteristikami koryt vodních toků. Existuje nespočet habitatů, neboť každý je souborem individuálních morfologických a hydrologických charakteristik, nicméně lze jednotlivé habitaty rozdělit do několika základních tvarů, jakými jsou například riffle – peřejnatý úsek, pool – tůň, waterfall – vodopád atd. Hodnotí se rozmanitost typů proudění (Matoušková a Mattas, 2003).

### ***Charakteristiky příbřežního pásu a širšího území vodního toku***

Hodnotí a monitoruje se přítomnost doprovodných vegetačních pásů a jejich šířka, charakter vegetace a způsob využití ploch. Dále by měla být sledována charakteristika širšího zázemí vodního toku, stupeň jeho antropogenní transformace. Obvykle se tedy sleduje využití ploch, krajinný pokryv, retenční potenciál údolní nivy, výskyt mokřadů a drobných retenčních nádrží a přítomnost vodohospodářských a jiných staveb apod. (Matoušková a Mattas, 2003).

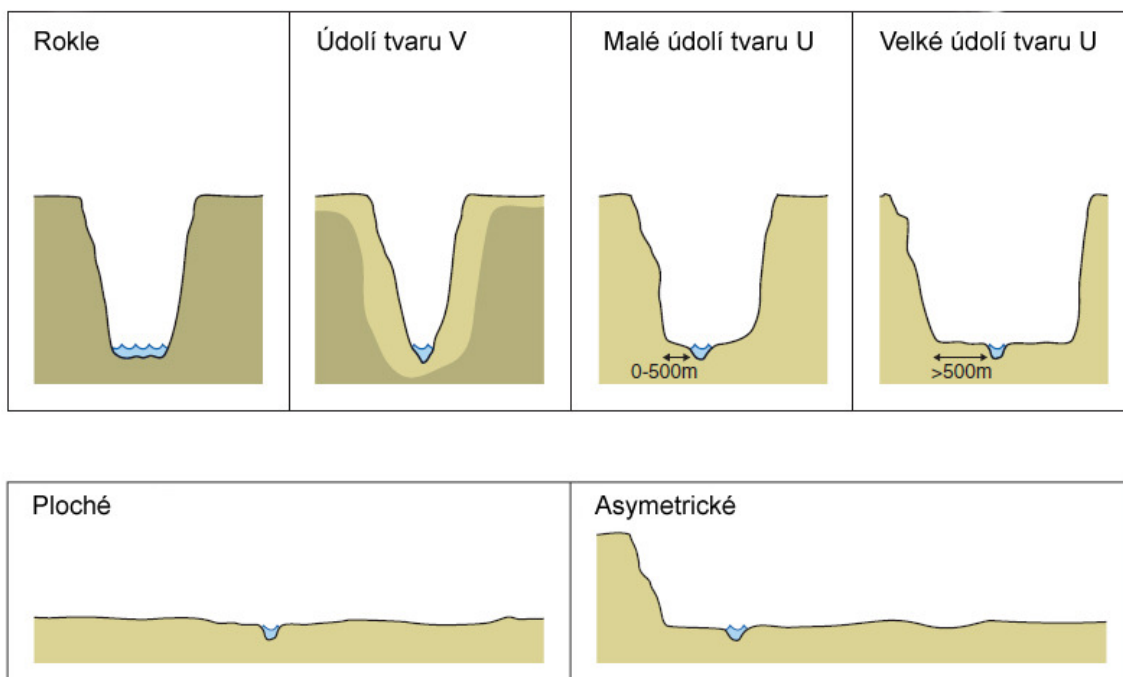
### ***Jakost vody a biologické charakteristiky vodního ekosystému***

Hodnocen je stav kvality vody a přítomnost výpustí odpadních vod do toku. Hodnocení je obvykle založeno na základních hydrochemických a hydrobiologických charakteristikách v porovnání s jednotlivými jakostními třídami dle ČSN 72 7221. V rámci biologického průzkumu týkajícího se koryta toku se doporučuje provádět výzkum fyto- a zooplanktonu, hodnocení vodních makrofyt a ichtyocenózy a dále v rámci širšího zázemí průzkum jednotlivých biotopů a mapovat výskyt chráněných a ohrožených druhů (Matoušková a Mattas, 2003). Tímto mapováním se poměrně obsáhle zabývá Králová (2001) ve své publikaci „Řeky pro život“.

#### **4.2.1 Koryto a trasa toku**

##### ***Typ říčního údolí***

Jedná se o geomorfologickou charakteristiku. Typ říčního údolí má především vliv na průběh trasy koryta vodního toku. Hodnocen je jeden dominantní současný tvar říčního údolí převládající v daném úseku (Obr. č. 4) (Matoušková, 2008).



Obr. č. 4.: Tvary říčního údolí (Pedersen a kol., 2006).

### ***Stupeň zakřivení toku***

Tento parametr charakterizuje průběh trasy koryta. U parametru stupně zakřivení je hodnocena tzv. odchylka od původního neboli potenciálně přírodního stavu. Matoušková (2008) definuje tři stavy: plně odpovídající danému úseku vodního toku, mírně pozměněný a změněný, neodpovídající danému úseku. Z těchto typů je zaznamenán dominantní stupeň zakřivení charakterizující daný úsek vodního toku (Matoušková, 2008).

### ***Zkrácení koryta***

Z map či leteckých snímků se zjišťuje zkrácení délky koryta oproti původnímu stavu (Pedersen a kol., 2006).

### ***Charakter a tvar koryta***

V případě přírodních nebo přírodě blízkých koryt se hodnotí pravidelnost jejich koryta, kde za optimální stav je hodnoceno koryto s nepravidelným tvarem. U uměle vytvořených koryt se nejhorší považují úseky se zatrubněným korytem. Zaznamenává se dominantní forma tvaru koryta v daném úseku (Matoušková, 2008). Ukázka nevhodného tvaru a charakteru koryta je na obrázku č. 5.

### ***Dnový substrát***

Při mapování se zaznamenávají typy dnového substrátu a hodnotí se jejich variabilita (Langhammer, 2008). Variabilita substrátu je tím vyšší, čím větší je hydromorfologická dynamika vodního toku. Na základě zrnitostního složení jsou definovány rozdílné typy substrátů: jíl, písek, štěrk, oblázky, balvany, skalní podloží (Matoušková, 2008).

### ***Upravenost dna***

Hodnotí se charakter úpravy dna toku a rozsah jeho výskytu v daném úseku zjištěný při mapování. Za nejideálnější se považuje dno bez úprav, naopak velmi nevhodné je zatrubnění toku (Langhammer, 2008).



### ***Struktury dna***

Formování mělčin, nánosů a akumulčních tvarů v korytě vodního toku ve formě akumulčních, podélných a příčných lavic a ostrovů je všeobecným znakem přírodních nebo přírodě blízkých vodních toků s přirozeným splaveninovým režimem (Matoušková, 2008). Zaznamenávají se a hodnotí typy struktur dna, jakými jsou lavice, mělčiny, ostrovy, peřeje, tůně aj. a jejich rozsah v daném úseku (Langhammer, 2008).



Obrázek č. 5.: Ukázka nevhodného tvaru koryta – koryto je velmi zahloubené, napřímené, lichoběžníkového profilu bez jakýchkoliv známek nepravidelnosti s nevhodným opevněním (Zdroj: [www.prezletice.cz](http://www.prezletice.cz)).

### ***Variabilita hloubky profilu***

Pro vodní toky je typické střídání peřejí/brodů a tůň. Tento parametr velice úzce souvisí s formováním přirozených mezostruktur koryta vodního toku. Hodnocení se provádí vzhledem k tzv. referenčnímu stavu daného úseku vodního toku (Matoušková, 2008).



### ***Variabilita šířky profilu***

Variabilita šířky koryta je definována jako největší navlhčená šířka koryta dělená nejmenší navlhčenou šířkou koryta v pozorovaném úseku. U větších toků se zjišťuje měřením z topografických map (Pedersen a kol., 2006). Vysoká variabilita šířek koryta je považována jako znak přírodních nebo přírodě blízkých vodních toků (Matoušková, 2008).

### ***Přítomnost stupňů***

Monitorován je výskyt umělých stupňů a překážek jako hydromorfologické a biologické bariéry, které jsou hodnoceny podle výšky a možnosti propustnosti pro rybí populaci (obr. č. 6) (Matoušková, 2008). Velký počet stupňů v pozorovaném úseku toku je hodnocen jako negativní (Langhammer, 2008).



Obr. č. 6.: Ukázka nevhodného revitalizačního zásahu – vytvoření migračních bariér (Vrána a kol., 2004).

### ***Mrtvé dřevo v korytě***

Za stálou akumulaci dřevní hmoty jsou považovány stabilizované útvary, které se nacházejí v konkávních, konvexních březích a v korytě toku v různém stupni zanesení splaveninami (obr. č. 7) (Šindlar, 2007). Zaznamenávají se délky mrtvého dřeva, které se vyhodnocují k délce mapovaného úseku (Pedersen a kol., 2006).



Obr. č. 7.: Ukázka mrtvého dřeva v korytě (Zdroj: woodinrivers.eu).

### ***Zahloubení koryta***

Tento parametr je hodnocen pouze u vodních toků s erozním údolím typu V, neckovitých a úvalových údolích, kde nadměrné zahloubení koryta vodního toku je považováno za negativní charakteristiku (Matoušková, 2008).

### ***Propojení s podzemní vodou***

Je hodnocena možnost komunikace povrchové vody v korytě toku s podzemní vodou. Propojení by mělo být existující a plně funkční, protože tomu tak je v případě přírodních koryt (Matoušková, 2008).

### ***Opevnění břehů***

Hodnotí se antropogenní úpravy břehu, tzn. charakter a relativní délka opevnění (Matoušková, 2008). Hodnocení probíhá odděleně pro pravý a levý břeh (Langhammer, 2008). Šindlar (2007) za nejideálnější stav břehů považuje přírodní stav bez zásahů nebo s pomístní biologickou stabilizací, dále stabilizaci břehů drnováním,



osetí či zapojení břehových porostů. Naopak za nejhorší úpravu břehů považuje stabilizaci stavebním odpadem, betonové opěrné zdi či zakrytý profil.



Obr. č. 8.: Ukázka opevnění břehů – drátokamenné matrace. Úprava toku ve Staré Bělé. (Zdroj: hgf10.vsb.cz).

### ***Stabilita břehů***

Stabilita břehů je určena mírou potenciální přirozené stability břehů v daném úseku vodního toku. Z příznivé jsou považovány relativně stabilní břehy bez výrazných nátrží, naopak nadměrná eroze vodního toku je hodnocena jako negativní jev, v důsledku nestability hydromorfologie vodního toku (Matoušková, 2008).

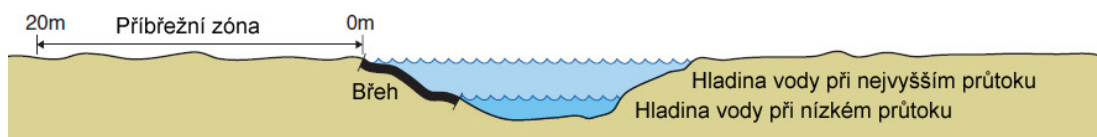
## **4.2.2 Vegetační doprovod a údolní niva**

### ***Břehová vegetace a využití příbřežní zóny***

Hodnotí se vegetace a využití ploch v příbřežní zóně odděleně pro levý a pravý břeh (Pedersen a kol., 2006), a dále se hodnotí a mapuje výskyt a charakter vegetace v břehové části. Za ekologicky příznivé jsou považovány plovoucí, bažinné a mokřadní

druhy rostlin, dále bylinné a travní porosty, stromové a keřové druhy vegetace. Nepřítomnost vegetačního doprovodu je u většiny vodních toků hodnocena negativně (Matoušková, 2008).

Každý autor vymezuje příbřežní zónu různě, Pedersen a kol. (2006) definuje tuto zónu jako 20 metrový pás od horní hranice kapacity koryta (Obr. č. 9), Matoušková (2008) doporučuje šíři 10 m pro střední a malé toky podle velikosti koryta a Langhammer (2008) tuto zónu vymezuje jako 50 m pás od koryta toku. Naproti tomu břehovou část Matoušková (2008) vymezuje pomocí výšky hladin m-denních průtoků  $Q_{10d}$  a  $Q_{355d}$ .



Obr. č. 9.: Příbřežní a břehová část dle Pedersena a kol. (2006)

### ***Využití údolní nivy***

Šindlar (2007) definuje hranici nivy na základě rozlivu  $Q_{100}$ . Hodnotí se rozsah výskytu jednotlivých kategorií charakteru využití údolní nivy v rámci daného úseku, jednotlivě pro pravý a levý břeh (Langhammer, 2008). Za příznivé využití údolní nivy jsou považovány potenciálně přirozené lesy, mokřady, louky a pastviny naproti tomu zástavba, dopravní komunikace a jiné umělé plochy jsou hodnoceny negativně (Matoušková, 2008). K hodnocení je vhodné využít leteckých snímků, topografických map, map krajinného pokryvu, geologických map a dalších (Pedersen a kol., 2006).

### ***Přítomnost protipovodňových opatření***

Cílem tohoto hodnocení je vyjádření přirozené možnosti vybřežení velkých vod (Matoušková, 2008) a vlivu hrází a bariér na zúžení aktivní inundace (Pedersen a kol., 2006).

### 4.2.3 Proudění a hydrologický režim

#### *Charakter proudění*

Tento parametr velice úzce souvisí s rozmanitostí hydromorfologických struktur. Vysoká diverzifikace proudění, tj. střídání proudících oblastí s pomalu tekoucími je hodnocena pozitivně, umožňuje totiž rozvoj rozmanitých biocenóz, které mají rozdílné nároky na kvalitu biotopu (Matoušková, 2008).

Langhammer (2008) počítá variabilitu průtoku na základě tzv. variačního koeficientu, který počítá s hodnotami průměrného denního průtoku a průměrného ročního průtoku pro daný úsek toku a je vypočten jako podíl mezi směrodatnou odchylkou a průměrným ročním průtokem.

$$C_v = \frac{\sigma}{Q_a} \cdot 100 \quad (\%) \quad (1)$$

Přičemž:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_d - Q_a)^2}{n}} \quad (-) \quad (2)$$

kde  $C_v$  je variační veličina (%),

$\sigma$  - směrodatná odchylka (-),

$Q_a$  - průměrný roční průtok ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ),

$Q_d$  - průměrný denní průtok ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ),

$n$  - počet členů souboru (-),

#### *Charakter odtoku*

Hodnotí se, zda a jakou měrou je antropogenně ovlivněn odtok vody v daném úseku, zda dochází k čerpání vody nebo naopak vypuštění odpadních vod apod. (Matoušková, 2008).

#### **4.2.4 Jakost vody**

##### ***Hydrochemické poměry***

Celková hydrochemická klasifikace jakosti vody by měla být založena na množství rozpuštěného kyslíku, BSK<sub>5</sub>, CHSK<sub>Cr</sub>, pH, teplotě vody, konduktivitě, nerozpuštěných látkách, amoniakálním dusíku, dusičnanovém dusíku a fosforu ve srovnání těchto parametrů s jakostními třídami dle ČSN 72 7221 (Matoušková, 2008).

##### ***Hydrobiologické poměry***

Hodnocení je provedeno na základě saprobního indexu. Jako optimální stav se jeví odběry makrozoobentosu. Výsledné hodnocení je opět srovnání s jakostními třídami dle ČSN 72 7221 (Matoušková, 2008).

## 5 METODY HODNOCENÍ

Jak uvádí Matoušková (2008) od konce 90. let 20. století vzrůstají tendence po vytvoření komplexních metod hodnocení, které by odrážely celkový tzv. ekohydrologický stav vodních toků. Hydrochemické, hydrobiologické ukazatele jakosti vody velice úzce souvisí s hydromorfologickými a morfometrickými charakteristikami koryt. Především právě proto se aplikují nové principy hodnocení, které jsou obvykle založeny na analýze odtokového režimu, stavu jakosti povrchové vody a hydromorfologickém stavu koryta příbřežní zóny.

Ze zahraničních by stálo za to zmínit britskou metodiku „*River Habitat Survey*“ (RHS) (Environment Agency, 2003) vyvíjenou od roku 1994 a kalibrovanou i v několika dalších evropských státech. Hodnotí se fluviálně-morfologické charakteristiky a antropogenní ovlivnění společně s dokumentováním charakteru péče o vodní tok a jeho okolí. Metodika je velmi detailní, což je dáno vysokým počtem monitorovaných parametrů a zároveň stručným slovním hodnocením každého úseku.

Německá metodika hydromorfologického průzkumu toků „*LAWA – Overview Survey*“ (LAWA-OS) (Fleischhacker a Kern, 2002) byla vyvinuta pro potřeby celoplošného průzkumu německých řek. Převážná část hodnocení je tvořena využitím stávajících mapových podkladů a již existující materiálů. Terénní průzkum zde plní pouze funkci verifikace získaných výstupů. Hodnotí se 17 parametrů týkajících se morfodynamiky, funkce habitatu a kolísání průtoků v třech základních zónách: dno, břehy a okolí vodního toku. Výsledky metodiky jsou vhodným podkladem pro programy ochrany a revitalizace vodních ekosystémů.

Z neevropských metod stojí za zmínění severoamerická metodika „*Rapid Bioassessment Protocols For Use in Streams and Wadeable Rivers*“ (RBPs) (Barbour a kol., 1999), která se v hodnocení zaměřuje především na biologické charakteristiky toků. Hydromorfologie je tedy hodnocena pouze na základě 10 parametrů sledovaných v terénu. Zbylé hodnocení se týká nárostů, makrozoobentosu a ryb. Je tedy zřejmé, že tato metodika byla vyvinuta především pro hodnocení biologické stránky toku, avšak aby byla schopna i komplexního hodnocení habitatu toků, pracuje i s hydromorfologickými charakteristikami.

Mezi české metodiky se řadí metodika „*EcoRivHab*“ (Matoušková, 2008), „*HEM*“ (Langhammer, 2008) a „*Metodika monitoringu a vyhodnocení aktuálního stavu hydromorfologie vodních toků včetně návrhů opatření k dosažení dobrého hydromorfologického stavu vod*“ (Šindlar, 2007). Ze slovenských pak metoda

„Establishment of the Protocol on Monitoring and Assessment of the Hydromorphological Elements“ (Pedersen a kol., 2006). Poslední čtyři zmiňované metodiky jsou dále jednotlivě popsány v této kapitole. Tyto metodiky byly vybrány proto, že byly vytvořeny pro typy řek a ekosystémů naší krajiny.

## **5.1 Metoda EcoRivHab**

### **5.1.1 O metodě**

Metoda „*Ekomorfologického hodnocení kvality habitatu vodních toků - EcoRivHab*“ (Matoušková, 2008) je nástrojem pro hodnocení ekohydrologické kvality vodních toků s důrazem na hydromorfologické charakteristiky koryt, stavu příbřežní zóny a údolní nivy založeným na terénním průzkumu s možným využitím distančních dat a mapových podkladů. Ekomorfologický monitoring se nevztahuje pouze na samotné koryto, ale i na jeho širší okolí. Metoda je založena na definici lokálního referenčního stavu, který představuje stav toku, který by se formoval při daném fyziogeografickém a socioekonomickém vývoji zájmového území bez výrazných negativních antropogenních zásahů. Metoda je plně v souladu s Rámcovou směrnicí o vodní politice EU a ČSN EN 14614.

### **5.1.2 Zdroje a podklady pro hodnocení**

Celý proces hodnocení lze rozdělit do několika fází. Základem pro analýzu ekomorfologického stavu je terénní průzkum (základní rekognoskace terénu, detailní terénní mapování ekomorfologických struktur). Neméně důležitým zdrojem informací jsou také současné a kartografické podklady, letecké snímky, analýza dat monitorujících srážko-odtokový režim, vyhodnocení jakosti vody, znečištění sedimentů a dalších ukazovatelů.

### **5.1.3 Průběh mapování**

Mapování je prováděno v celkové délce toku. Monitorovány jsou dílčí úseky rozděleny délkově na heterogenní s důrazem na jejich kvalitativní homogenitu. Délka jednotlivých úseků se optimálně pohybuje v rozmezí 200-1000 m. Průzkum koryta by



měl být prováděn při nízkých vodních stavech, mapování vegetačních pásů a údolní nivy by mělo být prováděno ve vegetačním období. Výsledky mapování jsou průběžně zaznamenávány do pracovních formulářů, ať už papírových či digitálních a názorně zakresleny v mapách. Tyto zaznamenané charakteristiky se poté vyhodnotí a vytvoří se geodatabáze v prostředí GIS, z níž vzejdou tematické mapy a výsledná geodatabáze. V rámci této metodiky bylo navrženo monitorovat 31 parametrů, sdružených do skupiny 17 hlavních parametrů. Z nich jsou odvozeny 3 skupinové parametry charakterizující jednotlivé ekomorfologické zóny a následně jeden výsledný tzv. ekomorfologický stupeň (tab. č. 1). Všechny parametry mají stejnou váhu. Počet parametrů je možno přizpůsobit k typu monitoringu a účelu vyhodnocení.

Tab. č. 1: Přehled mapových parametrů pomocí metody EcoRivHab (Matoušková, 2008)

<i>Ekomorfologické zóny</i>	<i>Hlavní skupinové parametry</i>	<i>Mapované parametry</i>	<i>Typ hodnocení</i>
KORYTO	Morfologie a průběh trasy	Typ říčního údolí	S
		Stupeň zakřivení	B (1,3,4)
		Charakter a tvar koryta	B (1,2,3,4,5)
		Zahloubení koryta toku	B (1,2,3,4,5)
		Propojení s podzemní vodou	B (1,3,5)
	Podélný profil	Přítomnost stupňů	B (1,2,3,4,5)
		Přítomnost eroznícha akumulčních tvarů	B (1,3,5)
		Charakter proudění	B (1,3,5)
		Variabilita hloubek (riffles a pools)	B (1,2,3,4,5)
		Charakter odtoku	B (1,3,5)
	Příčný profil	Typ a stabilita profilu	B (1,2,3,4,5)
		Střední hloubka profilu	S
		Variabilita šířek profilu	B (1,3,5)
		Dimenzování profilu	B (1,3,5)
	Struktury dna	Typ substrátu	S
		Úprava dna	B (1,2,3,4,5)
		Existence mikrohabitátů	B (1,3,5)
	Břehové struktury	Charakter břehové vegetace	B (1,2,3,4,5)
		Struktura břehové vegetace	B (1,2,3,4,5)
		Technické úpravy břehů	B (1,2,3,4,5)
		Pohyblivost břehů	B (1,2,3,4,5)
	Jakost vody	Hydrochemické vlastnosti	B (1,2,3,4,5)
		Hydrobiologické vlastnosti	B (1,2,3,4,5)
		Výpusti odpadních vod do toku	S
		Vegetace v korytě	S
	Doprovodné vegetační pásy (DVP, příbřežní zóna)	Přítomnost DVP	B (1,3,5)
		Charakter vegetace	B (1,2,3,4,5)
Využití ploch		B (1,2,3,4,5)	
Údolní niva	Dominantní využití ploch	B (1,2,3,4,5)	
	Přítomnost protipovodňových opatření	B (1,3,5)	
	Retenční potenciál	B (1,3,5)	

*Vysvětlivky: B – bodové hodnocení, S – slovní hodnocení, 1-5 bodové hodnocení parametrů*

Charakteristiky některých parametrů je obtížné numericky zaznamenat. Tyto parametry jsou hodnoceny pomocí slovního hodnocení (S), které vyjadřuje příslušnou vlastnost. Většina monitorovaných parametrů je hodnocena pomocí bodové klasifikace kde nejnižší číslo se přiřazuje hodnotám v nejlepšímu stavu (1,2,3,4,5). Souhrnný ekomorfológický stav je charakterizován pěti ekomorfológickými stupni (ES) od nejlepšího I. ES – přírodní stav po nejhorší V. ES – velmi silně antropogenně ovlivněný. Výsledný ekomorfológický stav dokumentuje míru antropogenního ovlivnění vodního systému.

#### 5.1.4 Vyhodnocení a interpretace výsledků

Celkový ekomorfológický stav zájmového povodí je vyhodnocen liniově a plošně. V liniovém hodnocení se vyhodnocuje koryto vodního toku, doprovodné vegetační pásy a údolní nivy. Každá z těchto tří zón má stejnou váhu, tzn. výsledná hodnota je vypočtena na základě aritmetického průměru a zařazena do příslušné kategorie podle vymezených intervalů (tab. č. 2). Cílem plošného vyhodnocení ekohydrologického stavu povodí je nalezení ploch, které je možno označit za ohrožené či náchylné k negativním antropogenním vlivům.

Tab. č. 2: Výsledné hodnocení ekomorfológického stavu (Matoušková, 2008)

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

## **5.2 HEM – Hydroekologický monitoring**

### **5.2.1 O metodě**

Metodika „HEM“ (Langhammer, 2008) byla vyvinuta, jako nástroj pro mapování upravenosti vodních toků pro účely naplnění cílů Rámcové směrnice o vodní politice. Hodnocení je založeno na principu skórování jednotlivých parametrů, hodnocených z pohledu jejich vlivu na hydromorfologickou kvalitu toku. Skórování je u většiny ukazovatelů založeno na hodnocení četnosti nebo rozsahu výskytu jednotlivých hodnocených forem úprav prostředí toku a nivy. Hodnotí se 17 ukazovatelů, které hodnotí hlavní aspekty hydromorfologické kvality zóny koryta, dna, břehu a inundační zóny včetně charakteristik proudění a hydrologického režimu. Tato metoda jako jedna z mála není založena na srovnání s referenčním stavem.

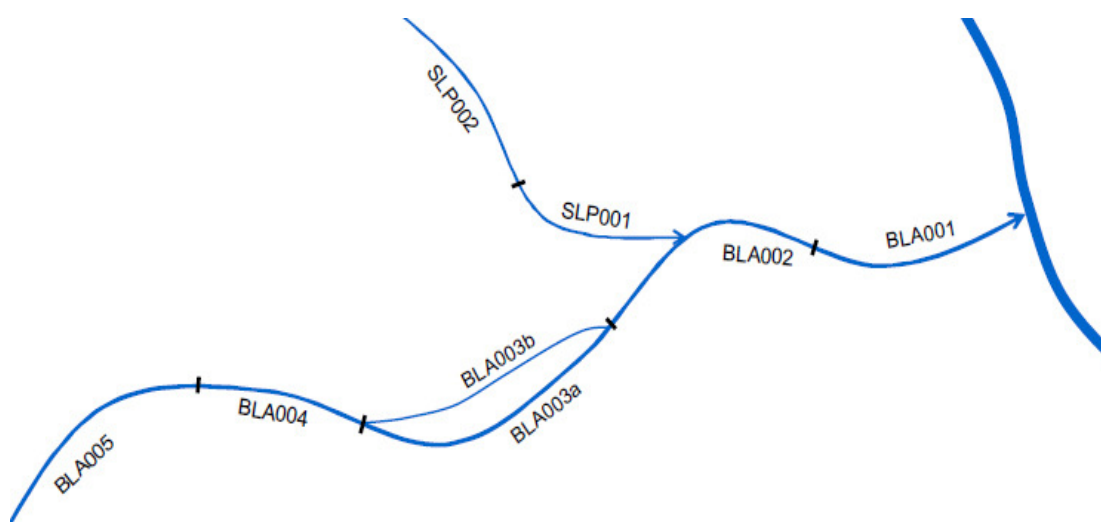
### **5.2.2 Zdroje a podklady pro hodnocení**

Základní vstupní data pro hodnocení představují výsledky terénního mapování, zaznamenané v mapovacích formulářích, doplněné u dvou ukazovatelů o vybrané datové podklady. Vedle terénního mapování jsou pro hodnocení dále použity historické mapy (mapy 2. vojenského mapování z let 1832-54) a pro vyhodnocení variability průtoků hydrologická data z databáze ČHMÚ.

### **5.2.3 Průběh mapování**

Mapování probíhá formou terénního průzkumu, kdy se jednotlivé ukazovatele upravenosti toků (tab. č. 3) hodnotí v úsecích toku, vymezených mapovatelem. Hodnocený tok je rozdělen na dílčí úseky s proměnlivou délkou (obr. č. 10). Vymezení těchto úseků jsou voleny tak, aby vzniklý úsek byl homogenní a to alespoň v jednom z klíčových parametrů, kterými jsou charakter trasy toku, využití údolní nivy, upravenost koryta. Typická délka úseků je 100 m u malých, 500 m u středních a 1000 m u velkých toků. Tyto úseky představují základní jednotku mapování, pro kterou jsou zjišťovány hodnoty jednotlivých ukazovatelů. Princip skórování odráží základní požadavky Rámcové směrnice – nejvyšší hydromorfologická kvalita je dosažena tehdy, pokud stav toku odpovídá potenciálně přirozeným podmínkám při nejvyšší variabilitě. Jednotlivé ukazovatele jsou při skórování hodnoceny číselně v rozmezí 1-5, tak aby

odrážely jejich kvalitu, přičemž 1 představuje nejlepší stav, 5 nejhorší. Hodnoty bodového skóre pro jednotlivé ukazovatele byly stanoveny na základě experimentálního odhadu, terénního ověření a porovnání s dostupnými analogovými metodikami.



Obr. č. 10: Princip členění toku na úseky (Langhammer, 2007).

Tab. č. 3: Přehled hodnocených parametrů (Langhammer, 2008).

Zóna	Dílčí parametr (váha parametru)
Koryto a trasa toku	1. Upravenost trasy toku (0,3)
	2. Podélná průchodnost koryta (0,3)
	3. Variabilita šířky koryta (0,1)
	4. Variabilita zahloubení v podélném profilu (0,15)
	5. Variabilita hloubek v příčném profilu (0,15)
Dno	1. Struktury dna (0,3)
	2. Dnový substrát (0,2)
	3. Upravenost dna (0,3)
	4. Mrtvé dřevo v korytě (0,2)
Břeh a inundační území	1. Upravenost břehu (0,3)
	2. Břehová vegetace (0,3)
	3. Využití příbřežní zóny (0,25)
	4. Využití údolní nivy (0,15)
Proudění a hydrologický režim	1. Charakter proudění (0,3)
	2. Ovlivnění hydrologického režimu (0,3)
	3. Průchodnost inundačního území (0,2)
	4. Variabilita průtoku (0,2)

## 5.2.4 Vyhodnocení a interpretace výsledků

Hydromorfologická kvalita úseku je vypočtena jako vážený průměr skóre, vypočteného pro jednotlivé ukazovatele. Výpočty jednotlivých ukazovatelů jsou podrobně popsány v hydroekologické monitoringu HEM (Langhammer, 2008). Výpočet je proveden ve dvou krocích. Nejprve je vypočten vážený průměr odděleně pro jednotlivé zóny (koryto toku, dno, břeh, inundační území, proudění a hydrologický režim), přičemž hodnoty vah jsou nastaveny tak, aby byl zdůrazněn vliv ukazovatelů, které jsou pro hydrologické poměry toku klíčové. Poté je hydromorfologická kvalita úseku vypočtena jako aritmetický průměr dílčích hodnot vypočtených pro jednotlivé zóny.

### *Výpočet dílčí hydromorfologické kvality hlavních zón*

#### 1. Koryto a trasa toku

$$KOR = (TRA*0,3+PPK*0,3+VSK*0,1+VHL*0,15+VHP*0,15) \quad (3)$$

#### 2. Dno

$$DNO = (STD*0,3+DNS*0,2+UDN*0,3+MDK*0,2) \quad (4)$$

#### 3. Břeh a inundační území

$$NIV = (UBR*0,3+BVG*0,3+VZP*0,25+VNI*0,15) \quad (5)$$

#### 4. Proudění a hydrologický režim

$$HYD = (CPR*0,3+OHR*0,3+PRI*0,2+VPR*0,2) \quad (6)$$

Vysvětlivky: TRA = upravenost trasy toku, PPK = podélná průchodnost koryta, VSK = variabilita šířky koryta, VHL = variabilita zahloubení v podélném profilu, VHP = variabilita hloubek v příčném profilu, STD = struktury dna, DNS = Dnový substrát, UDN = upravenost dna, MDK = mrtvé dřevo v korytě, UBR = upravenost břehu, BVG = břehová vegetace, VPZ = Využití příbřežní zóny, VNI = Využití údolní nivy, CPR = charakter proudění, OHR = Ovlivnění hydrologického režimu, PRI = průchodnost inundačního území, VPR = variabilita průtoku

### *Výsledná hydromorfologická kvalita úseku*

$$HMK = (KOR + DNO + NIV + HYD)/4 \quad (7)$$

Klasifikace hydromorfologického stavu je provedena přiřazením vypočtené hodnoty hydromorfologické kvality úseku do jednoho z pěti stupňů hydromorfologického stavu (tab. č. 4)

Tab. č. 4: Klasifikace hydromorfologického stavu (Langhammer, 2008).

<i>Hydromorfologický stav</i>		<i>Hydromorfologická kvalita</i>
1	Velmi dobrý	<1,0 – 1,7)
2	Dobrý	<1,7 – 2,5)
3	Průměrný	<2,5 – 3,5)
4	Špatný	<3,5 – 4,3)
5	Zničený	<4,3 – 5,0)

## 5.3 Metoda dle Šindlara

### 5.3.1 O metodě

„*Metodika monitoringu a vyhodnocení aktuálního stavu hydromorfologie vodních toků včetně návrhů opatření k dosažení dobrého hydromorfologického stavu vod*“ (Šindlar, 2007) vychází z desetiletého výzkumu a soustřeďuje znalosti a informace, které jsou výsledkem dosavadních zkušeností v oblasti přirozeného vývoje toků a nic včetně způsobu hodnocení jejich ovlivnění. Předmětem metodiky je pracovní postup pro provázání typologie, monitoringu, vyhodnocení aktuálního stavu hydromorfologie koryt a niv vodních toků včetně návrhu opatření k dosažení tzv. dobrého hydromorfologického stavu vod (Dobrý hydromorfologický stav vod je podle klasifikace Rámcové směrnice o vodách (2000/60/ES) definován hodnotami vyššími než 60% kvality srovnávacího, přirozeného stavu). Metodika vychází z principu srovnání potenciálního přirozeného stavu se současným stavem. Stupeň narušení přirozeného stavu lokality je hodnocen odděleně pro koryto vodního toku a pro nivu a na ni navazující svahy údolí nebo říční terasy.

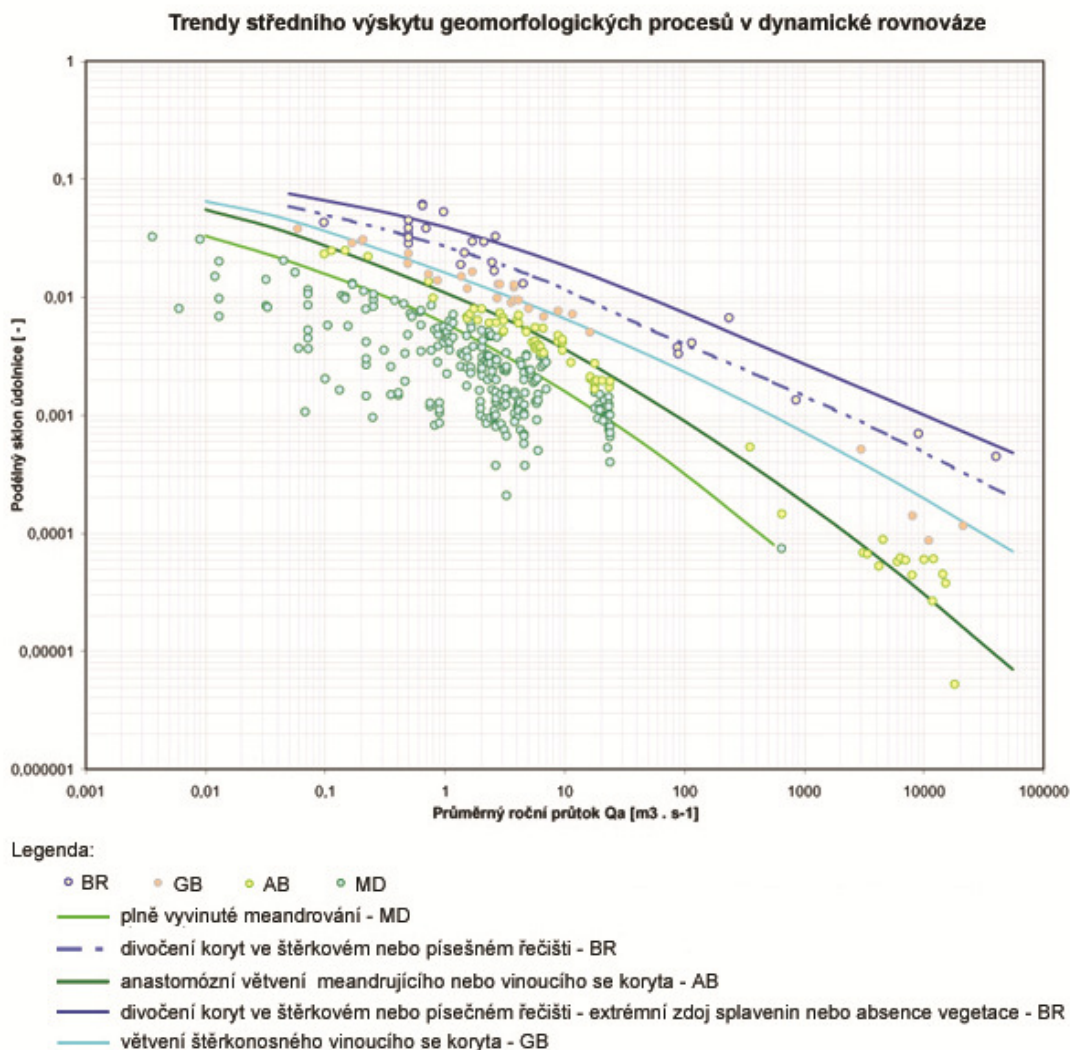
### 5.3.2 Zdroje a podklady pro hodnocení

Před terénním průzkumem se vytvoří podklady pro terénní pracovníky. Tisk mapových listů pro mapovaný tok (základní rastrová mapa 1:5 000 ustavená v měřítku 1:10 000, popřípadě základní mapa rastrová 1:10 000). Součástí vytištěných podkladů jsou následující grafické informace: osa toku, kilometráž, příčné vodohospodářské stavby, evidované úpravy toku, vodní plochy a odstavená říční ramena v nivě.

Jak bylo poznamenáno výše, základní principem hodnocení je srovnání současného stavu s přirozeným stavem. Šindlar (2007) uvádí, že přirozený stav vodního toku v hodnocení lokalitě je výslednicí geomorfologických korytotvorných procesů pro aktuální okrajové podmínky (podélný sklon údolnice, hydrologický a splaveninový režim, prostor v nivě a vegetace v nivě a ostatní prostorové návaznosti po proudu a proti proudu). Rekonstrukce původního přirozeného stavu vychází z určení šesti geomorfologických typů korytotvorných procesů vodních toků a niv. Na nich závisí určení vzájemných váhových relací jednotlivých použitých kritérií a stanovení referenční hranice, která ve vstupních datech určuje stav, kdy konkrétní lokality ztrácí původní přírodní charakter. Jde o následující základní typy:

- DE – Hlubková eroze v horských pramenných oblastech
- AE – Hlubková a následně boční eroze v rychle se vyvíjejících kaňonech
- BR – Divočení koryt ve štěrkonosném řečišti
- GB – Větvení štěrkonosného vinoucího se koryta
- AB – Anastomózní větvení vinoucího se až meandrujícího koryta
- MD – Plně vyvinuté meandrování
- DL – Větvění vodního toku v deltě

Pro stanovení původního přirozeného stavu vodního toku se vychází z analýz geomorfologických procesů. Typ geomorfologického procesu je určen na základě energie vodního toku, který je charakterizován průměrným průtokem  $Q_a$  a podélným sklonem údolnice. Tyto údaje jsou dosazeny do grafu *Trendy středního výskytu geomorfologických procesů v dynamické rovnováze* (obr. č. 11). Z jednotlivých trendových křivek je poté odečten základní geomorfologický typ, který v hodnocené lokalitě odpovídá potenciálnímu stavu dynamické rovnováhy.



Obr. č. 11.: Trendy středního výskytu geomorfologických procesů v dynamické rovnováze (Šindlar, 2007).

### 5.3.3 Průběh mapování

Mapovatel provádí průzkum od pramene po definovaný uzávěrový profil včetně vazeb na navazující nivu, svahy údolí a okolní krajinu. Hodnocení provádí pro každé, předem určené bilanční úseky (lokality), které jsou určeny homogenitou monitorovaných dat. Jednotlivým parametrům přiřazuje bodové hodnocení a jednotlivé parametry mají různou váhu podle jeho důležitosti (tab. č. 5). Výsledky terénního průzkumu a následného vyhodnocení stupně narušení přirozeného stavu ekosystému vodního toku jsou zaznamenávány do tabulek a mapových podkladů, které jsou poté digitalizovány.



Tab. č. 5: Hodnocené ukazovatele a kritéria a jejich váhové relace (Šindlar, 2007).

<i>PARAMETRY CHARAKTERIZUJÍCÍ TOK</i>		<i>Váhové relace kritérií v závislosti na GMF typech</i>					
		DE	AE	BR	GB	AB	MD
<b>1. kritérium</b>	<b>Hydrologický a splaveninový režim</b>	0.33	0.33	0.33	0.33	0.20	0.17
1.1. ukazovatel	Ovlivnění korytotvorných průtoků	0.20					
	Ovlivnění průtoků Q <sub>330d</sub>	0.30					
1.2. ukazovatel	Ovlivnění splaveninového režimu	0.50					
<b>2. kritérium</b>	<b>Morfologie trasy hlavního koryta a nivních ramen</b>	0.00	0.27	0.30	0.31	0.36	0.38
2.1. ukazovatel	Zachování přirozeného vývoje trasy hlavního koryta	0.30					
2.2. ukazovatel	Morfologie trasy	0.40					
2.3. ukazovatel	Akumulace plaveného dřeva	0.10					
2.4. ukazovatel	Výskyt a zachování přirozeného vývoje nivních ramen	0.20					
<b>3. kritérium</b>	<b>Morfologie koryta</b>	0.30	0.20	0.25	0.24	0.32	0.33
3.1. ukazovatel	Rozsah (charakter) úpravy	0.15					
3.2. ukazovatel	Příčný řez	0.11					
3.3. ukazovatel	Podélný profil	0.11					
3.4. ukazovatel	Opevnění levého břehu	0.15					
3.5. ukazovatel	Opevnění pravého břehu	0.15					
3.6. ukazovatel	Opevnění dna	0.11					
3.7. ukazovatel	Akumulace plaveného dřeva	0.11					
3.8. ukazovatel	Aktuální stav opevnění	0.11					
<b>4. kritérium</b>	<b>Vliv vzdutí</b>	0.37	0.20	0.12	0.12	0.12	0.12
4.1. ukazovatel	Evidence vzdutých úseků	0.60					
4.2. ukazovatel	Migrační prostupnost objektu	0.40					
<i>PARAMETRY CHARAKTERIZUJÍCÍ NIVU</i>							
<b>1. kritérium</b>	<b>Odklon využití údolní nivy od přírodního stavu</b>	0.85	0.70	0.50	0.50	0.50	0.50
1.1. ukazovatel	Niva – levý břeh	0.50					
1.2. ukazovatel	Niva – pravý břeh	0.50					
<b>2. kritérium</b>	<b>Ekologické vazby toku a údolní nivy</b>	0.00	0.15	0.35	0.35	0.35	0.35
2.1. ukazovatel	Vazba toku a nivy	0.60					
2.2. ukazovatel	Vliv hrází a bariér na zúžení aktivní inundace	0.40					
<b>3. kritérium</b>	<b>Vliv okolní krajiny</b>	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
3.1. ukazovatel	Vliv okolní krajiny – levý břeh	0.50					
3.2. ukazovatel	Vliv okolní krajiny – pravý břeh	0.50					

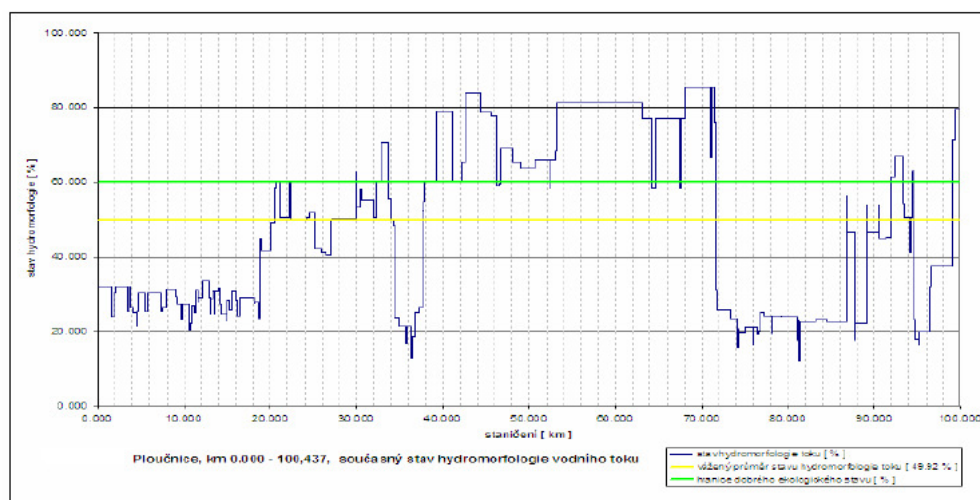
### 5.3.4 Vyhodnocení a interpretace výsledků

V rámci zpracování jednotlivých monitorovaných charakteristik je provedeno řazení tabulek a datových oblastí v projektu GIS do logických celků. Výsledky jsou prezentovány v pěti stupních kvality vod, viz klasifikační stupnice v tabulce č. 6.

Tab. č. 6: Hodnotící stupnice (Šindlar, 2007).

Klasifikace hydromorfologického stavu	Značení barvou	Značení písmeny	Hodnocení v % optimálního stavu
velmi dobrý	modrá	A	<100 - 80)
dobrý	zelená	B	<80 - 60)
střední	žlutá	C	<60 - 40)
poškozený	oranžová	D	<40 - 20)
zničený	červená	E	<20 - 0)

Výsledky hodnocení slouží jako podkladové kritérium pro zpracování limitů a návrhů konkrétních opatření pro dosažení „dobrého hydromorfologického stavu vod“. Výsledkem hodnocení je projekt GIS, který v grafické a atributové podobě předkládá analýzu současného stavu s detailem lokality a současně hodnocení stavu jednotlivých jevů popsaných soustavou kritérií a ukazovatelů. Tím jsou identifikovány příčiny nevyhovujícího stavu a je možné navrhnout opatření, která budou odstraňovat prioritně nejvýznamnější nedostatky s nejvyšší efektivitou (Šindlar, 2007). Praktický příklad vyhodnocení podélného profilu toku uvedený na obrázku č. 12 ukazuje v kterých úsecích je stav toku nevyhovující (nedosahuje hranici dobrého ekologického stavu).



Obr. č. 12: Grafické vyjádření vyhodnocení podélného profilu (Šindlar, 2007).

## **5.4 Slovenská metoda**

### **5.4.1 O metodě**

Metodika „*Establishment of the Protocol on Monitoring and Assessment of the Hydromorphological Elements*“ (Pedersen a kol., 2006) byla vyvinuta slovenskými pracovníky SHMI pro projekt „Twinning light“, jakožto nástroj pro zmapování a zhodnocení hydromorfologické kvality všech typů řek na Slovensku. Metodika je v souladu s Rámcovou směrnicí o vodě a vychází z metodiky aplikované na velkých německých řekách a upravena tak, aby vyhovovala slovenským podmínkám. Metoda hodnocení je založena na skórovacím systému a porovnání s referenčním stavem.

### **5.4.2 Zdroje a podklady pro hodnocení**

Hlavní informace pro hodnocení toku se získávají z terénního průzkumu. Vedle něj se také řadí jako důležité zdroje informací také topografické či historické mapy, letecké snímky, vrstvy GIS, hydrologická měření a další.

### **5.4.3 Průběh mapování**

Trasa toku se rozdělí na pozorované úseky (SU) určité délky podle šířky koryta toku (tab. č. 7). Každý z těchto úseků se ještě rozdělí na 5 pod-úseků (SSU), ve kterých jsou poté mapovány a hodnoceny jednotlivé parametry. Hodnocené parametry, které se na toku mění v krátkých vzdálenost (např. opevnění břehů, břehová vegetace, struktury dna) se hodnotí v rámci SSU. Naopak parametry delšího rozpětí jakými jsou např. zkrácení koryta či přítomnost stupňů se hodnotí v SU. Přehledně je to vyjádřeno pro každý parametr v tabulce č. 8. Nejprve se hodnotí parametry, jejichž charakter lze zjistit z map a leteckých snímků. Poté se vyrazí do terénu. Hodnocení je založeno na principu, kdy nejvyšší kvalita je dosažena, když hydromorfologické podmínky jsou tak blízko referenčnímu stavu jak je to jen možné. Pokud je porovnání s referenčním stavem možné, pak je tento způsob prioritní. Hodnotící protokol je rozdělen do 5 kategorií. První čtyři kategorie jsou zaměřeny na různé aspekty hydromorfologie toku, pátá

kategorie na hydrologický režim toku. Jednotlivým parametrům se ve formuláři přiřazují číselná hodnocení od 1 do 5, kde 1 znamená nejideálnější stav, 5 nejhorší.

Tab. č. 7: Určení délek SU a SSU dle šířky koryta (Pedersen a kol., 2006).

	<i>Šířka koryta</i>	<i>Délka SU</i>	<i>Délka SSU</i>
Malý tok	< 10 m	200 m	40 m
Střední tok	10 – 30 m	500 m	100 m
Velký tok	> 30 m	1000 m	200 m

Tab. č. 8: Přehled hodnocených parametrů (Pedersen a kol., 2006).

<i>Zóna / Parametr</i>	<i>Podklady</i>	<i>Hodnocení v rámci</i>
<b>TRASA TOKU</b>		
Zakřivení koryta	mapy / terénní průzkum	SU
Typ toku	mapy / terénní průzkum	SU
Zkrácení koryta	mapy / terénní průzkum	SU
<b>KORYTO</b>		
Objekty na toku	terénní průzkum	SSU
Dnový substrát	terénní průzkum	SSU
Variabilita šířky koryta	mapy / terénní průzkum	SU
Charakter proudění	terénní průzkum	SSU
Mrtvé dřevo v korytě	terénní průzkum	SU
Umělé dno	terénní průzkum	SSU
<b>BŘEH / PŘÍBŘEŽNÍ ZÓNA</b>		
Břehová vegetace	terénní průzkum	SSU L / R
Stabilita koryta	terénní průzkum	SSU L / R
Opevnění břehu	terénní průzkum	SSU L / R
<b>NIVA</b>		
Prostor údolní nivy	mapy / terénní průzkum	SSU L / R
Vegetace a využití údolní nivy	mapy / terénní průzkum	SSU L / R
<b>HYDROLOGICKÝ REŽIM</b>		
Normální průtok	data / jiné informace	SU
Nízký průtok	data / jiné informace	SU
Přítomnost stupňů	data / jiné informace	SU
Opakované výkyvy proudu	data / jiné informace	SU

#### 5.4.4 Vyhodnocení a interpretace výsledků

Po vyplnění formuláře se pro každou kategorii vypočte aritmetický průměr z číselných hodnot jednotlivých parametrů. Konečné skóre hydromorfologické kvality

toku se vypočte z hodnot každé kategorie, opět pomocí aritmetického průměru. Výsledná hydromorfologická kvalita toku se zjistí dle výsledné hodnoty z tabulky č. 9.

Tab. č. 9: Vymezení hydromorfologické kvality toku dle konečného skóre

	<i>Třída hydromorfologické kvality</i>	<i>Konečné skóre</i>	<i>Barva</i>
1	Vysoká	1,0 – 1,7	Modrá
2	Dobrá	1,8 – 2,5	Zelená
3	Středně dobré	2,6 – 3,4	Žlutá
4	Nízká	3,5 – 4,2	Oranžová
5	Špatná	4,3 – 5,0	Červená

## 6 ZHODNOCENÍ METOD A JEJICH POUŽITÍ PŘI HODNOCENÍ REVITALIZACÍ

Metodiky popsané v této práci byly a jsou dnes aplikovány na mnoha tocích a jejich funkčnost je nezpochybnitelná. Mnozí autoři se je ve svých pracích snaží porovnávat při aplikaci na stejných zájmových územích, aby tak zjistili a porovnali jejich odlišnosti. Například práce Šmerousové (2010) porovnává metodiku EcoRivHab a HEM na povodí Sublice. Z výsledků práce vyplývá, že metoda EcoRivHab poskytuje komplexní a detailní hodnocení ekomorfologického stavu toku s možností uplatnění výsledků jako podklad pro návrh konkrétních opatření pro dosažení dobrého ekologického stavu. Metoda je vhodná i pro hodnocení silně antropogenně ovlivněných toků a aplikovatelná na toky různých řádů. Naproti tomu metoda HEM se jeví jako generalizované hodnocení vhodné pro plošný monitoring vybraných hydromorfologických charakteristik spíše větších toků (Šmerousová, 2010). Metodika HEM především neporovnává parametry s parametry vyskytujícími se v referenčních stavech, tak jak je tomu u ostatních tří popisovaných metod. Pokud je problematické nalezení referenčního stavu jeví se tento fakt u metody HEM výhodou v její aplikovatelnosti. Hledání referenčního stavu může být pro nezkušeného mapovatele značně obtížné a právě tímto se ostatní metody v porovnání s metodou HEM zdají být náročnější. Z metod založených na srovnání toku s referenčním stavem se za nejsnazší dá označit slovenská metoda, která má ve svém protokolu pro mapování velmi přehledně a jednoduše vysvětleno jaké bodové hodnocení se má přiřadit pro konkrétní kvality parametrů a zvládne ji tudíž i méně zkušený mapovatel. Naopak nejsložitější metoda co se týče odborné zdatnosti mapovatele, ale i náročnosti na čas a vyhodnocení je metoda dle Šindlara, u které je referenční stav stanovován na základě typů geomorfologických korytotvorných procesů. Vyhodnocení probíhá poté tak, že je „obodovanou“ jednotlivých úseků se protne součtovou analýzou v GIS a vytvoří tak databázi informací a charakteristik parametrů. Za velkou výhodou této metody lze považovat fakt, že nám metoda nejen vyhodnocuje současný stav, ale může nám posloužit i jako nástroj ohodnocení plánovaných revitalizačních akcí a to nejen po stránce zlepšení kvality ale zároveň i v konfrontaci s finanční náročností jednotlivých opatření. Přehled charakteristik jednotlivých metod je přehledně zobrazen v tabulce č. 10.

Výše popsané metodiky slouží především k mapování a popsání stavu vodních ekosystému. Za předpokladu, že úspěšnost revitalizačního zásahu do vodního toku je

tím vyšší, čím více nám tento zásah dokáže vodní tok přiblížit přírodě blízkému stavu, můžeme k hodnocení této úspěšnosti použít i právě popsané metodiky. Některé se k tomuto účelu hodí více, jiné méně. Především však v první řadě záleží na přístupu mapovatele. Ten totiž určuje, jakým směrem vychýlí výsledné hodnocení posuzováním jednotlivých parametrů a záleží především na jeho chápání pojmu revitalizace. Pokud revitalizaci chápe pouze v kontextu s maximálním přiblížením toku k referenčnímu stavu, výsledkem mu bude v mnoha případech špatný stav, přestože může být v souladu s nejnovějšími trendy revitalizací. Je totiž důležité si uvědomit, že například v intravilánu by metoda vyhodnotila regulované koryto jako silně antropogenně ovlivněné, tudíž jako něco nevhodného. Přitom u revitalizací v intravilánu, z mnoha důvodů, ať už to jsou majetkové poměry či blízká zástavba toku, nikdy nelze úplně napodobit přirozený stav koryta a proto se musí mít na vědomí, že v těchto místech může být provedená revitalizace úspěšná, přestože metoda stav považuje za špatný.

Tab. č. 10: Charakteristiky popisovaných metod hodnocení kvality vodních toků.

Metoda	<i>EcoRivHab</i>	<i>HEM</i>	<i>Šindlar</i>	<i>SK</i>
počet parametrů	31	17	22	18
monitorované zóny	3	4	2	5
počet tříd kvality	5	5	5	5
jakost vody	ano	ne	ne	ne
v souladu s EU WFD	ano	ano	ne	ano
odborná náročnost	střední	nižší	velká	nižší
hodnocení navržených opatření	ne	ne	ano	ne
srovnání s referenčním stavem	ano	ne	ano	ano

## 7 ZÁVĚR

Předkládaná bakalářská práce si za cíl kladla seznámení s dnešními přístupy k hodnocení vodních toků jakožto pomůckami při hodnocení revitalizačních opatření na vodních tocích. Protože cílem revitalizačních zásahů do vodních toků je především jejich návrat k původnímu, tzv. referenčnímu stavu je vhodné posuzovat úspěšnost těchto návratů mnohými metodami, které jsou založeny na vystihnutí míry blízkosti toku k přírodnímu stavu.

Na základě výše popsaných cílů byly vybrány čtyři metody hydromorfologického monitoringu. Vybrané metody jsou k těmto účelům obzvláště vhodné, protože byly vytvořeny pro podmínky, které se vyskytují u nás nebo jim velmi podobným. Metody byly podrobně popsány a to ať už z hlediska postupu mapování, hodnocených parametrů či způsobu získání dat potřebných pro vyhodnocení. Dále byly vzájemně porovnány a bylo pojednáno o jejich schopnosti aplikace pro hodnocení revitalizačních opatření na vodních tocích.

Slovenská metoda společně s metodou HEM jsou oproti ostatním metodám vhodné svou nenáročností a to, ať už odbornou tak i časovou. HEM ovšem nesrovnává stav toku s referenčním stavem jak je tomu u ostatních metodik, ale vyhodnocuje koryto podle určitého chápání přírodního stavu, je tudíž více zatížena chybou subjektivního vnímání mapovatele. Metoda EcoRivhab je z důvodu mnoha hodnocených parametrů poměrně časově náročná, avšak dokáže velmi dobře vyhodnotit antropogenní ovlivnění a poukázat na konkrétní nedostatky revitalizací. Za nejvhodnější metodu hodnocení revitalizací lze však označit metodu dle Šindlara, u které je její velká náročnost vyvážena velmi podrobnými výsledky, které nám mohou mimo jiné sloužit také k posouzení navrhovaných revitalizací.

Metody jsou vhodné nejen k hodnocení revitalizačních opatření, ale i k identifikaci zničených úseků toků vhodných k revitalizaci a k hledání nejlepších řešení nápravy.



## 8 POUŽITÁ LITERATURA

**BARBOUR M. T. [ed.], 1999:** *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*. Washington, D.C.: U. S. Environmental Protection Agency, Office of Water. 339 s.

**ČSN EN 14614, 2005:** *Jakost vod – Návod pro hodnocení hydromorfologických charakteristik*. Vydavatelství norem. Praha, 20 s.

**ČSN 75 7221, 1989:** *Klasifikace jakosti povrchových vod*. Vydavatelství norem, Praha, 20 str.

**DOSTÁL T., 2008:** *Zásady revitalizace drobných vodotečí = Principles of revitalization of small streams*. České vysoké učení technické, Praha, 22 s. ISBN 978-80-01-04033-1.

**ENVIRONMENT AGENCY, 2003:** *River Habitat Survey in Britain and Ireland: Field Survey Guidance Manual*. Warrington: Environment Agency, 136 s.

**ERLICH P., GERGEL J., ONDR P., 2003:** *Revitalizační úpravy drobných vodních toků*.

Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity, online:

<http://home.zf.jcu.cz/public/departments/kpu/vyuka/revitalizace/ucebnice2tisk.pdf>, cit. 7.2.2012.

**GERGEL J., 2000:** *Hydrobiologické a hydrochemické hodnocení provedených revitalizací potočních koryt a niv*. České Budějovice.

**GERGEL J., 2002:** *Hydrobiologické a hydrochemické posouzení revitalizovaných toků*. České Budějovice.

**HARDING J. S., BENFIELD E. F., BOLSTAD P. V., HELFMAN G. S., JONES III E. B. D., 1998:** *Stream Biodiversity: The ghost of land use past*. The National Academy of Sciences, online: <http://pnas.org>, cit. 12.2.2012.

**JUST T. [ed.], 2003:** *Revitalizace vodního prostředí*. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, Praha, 144 s., ISBN 80-86064-72-7.

**KENDER J. [ed.], 2000:** *Teoretické a praktické aspekty ekologie krajiny*. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 220 s., ISBN 80-7212-148-0.

**KERN K., FLEISCHHACKER T., SOMMER M., KINDER M., 2002:** *Ecomorphological surfy of large rivers – Monitoring and assessment of physical habitat conditions and its relevance to biodiversity*.

**LANGHAMMER J., 2007:** *HEM. Hydroekologický monitoring. Metodika a manuál pro mapovatele.* PŘF UK, Praha, 23 s.

**LANGHAMMER J., 2008:** *HEM. Hydroekologický monitoring.* PŘF UK, Praha, 23 s.

**MATOUŠKOVÁ M., MATTAS D., 2003:** *Hydroekologické hodnocení toků.* Vodní hospodářství 10: 279 – 282.

**MATOUŠKOVÁ M. [ed.], 2008:** *Ekohydrologický monitoring vodních toků: v kontextu evropské Rámcové směrnice o vodní politice 2000/60/ES.* Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Praha, 209 s., ISBN 978-80-86561-54-7.

**MŽP, 2000:** *Směrnice Ministerstva životního prostředí o poskytování finančních prostředků v rámci Programu revitalizace říčních systémů v roce 2000.* Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha, 11 s., [20] s. příl. ISBN 80-7212-123-5.

**PEDERSEN M.L., BERING N., FRIBERG O.N., CLAUSEN B., LEHOTSKÝ M., GREŠKOVÁ A., 2006:** *Hydromorphological Assesment Protocol for The Slovak Republic.* SHMÚ, online: [http://www.shmu.sk/File/implementacia\\_rsv/twinning/a1\\_Protocol\\_final.pdf](http://www.shmu.sk/File/implementacia_rsv/twinning/a1_Protocol_final.pdf), cit. 2.2.2012.

**SKÁCEL A., 2000:** *Potřeba komplexního hodnocení akcí revitalizace říčních systémů.*

Přírodovědecká fakulta OU, Ostrava, online:

[http://www.umad.de/infos/iuappa/pdf/B\\_42.pdf](http://www.umad.de/infos/iuappa/pdf/B_42.pdf), cit. 9.11.2011.

**SMĚRNICE 2000/60/EU, 2000:** *Úřední věstník č. L 327.* Evropský parlament a rada, Brusel, 98 s.

**ŠINDLAR M., 2007:** *Metodika monitoringu a vyhodnocení aktuálního stavu hydromorfologie vodních toků včetně návrhů opatření k dosažení dobrého hydromorfologického stavu vod.* Verze 03/2007, online: <http://is.muni.cz/el/1431/podzim2007/Z8308/4036888/4105921/SINDLAR.pdf>, cit. 4.1.2012.

**ŠLEZINGR M., 2010:** *Revitalizace toků: příspěvek k problematice úprav vodních toků.* VUTIUM, Brno, 255 s. ISBN 978-80-214-3942-9.

**ŠMEROUSOVÁ K., 2008:** *Návrh revitalizačních opatření v povodí Slubice na podkladě ekohydromorfologického průzkumu.* PŘF UK, Praha, 141 s.

**VRÁNA K. [ed.], 1999:** *Vyhodnocení účinku revitalizačních opatření v povodí Vilémovského potoka, okr. Děčín.* Praha.

**VRÁNA K. [ed.], 2000:** *Hodnocení použitých metod a objektů při revitalizaci potočních koryt.* Praha.

**VRÁNA K. [ed.], 2004:** *Revitalizace malých vodních toků - součást péče o krajinu.* Consult, Praha. 60 s., [20] s. barev. obr. příl. ISBN 80-902132-9-4.

**ZUNA J., 2000:** *Revitalizace morfologické členitosti potočního koryta.* Praha.

**ZUNA J., 2002:** *Efekt revitalizace morfologické členitosti potočních koryt.* Praha.

**DIDEROT, 2000:** *Velká všeobecná encyklopedie.* Vyd. 1., Praha: Diderot, ISBN 80-902723-2-0.