



AGENTURA OCHRANY
PŘÍRODY A KRAJINY
ČESKÉ REPUBLIKY



Jiří Musil, Pavel Marek & Miroslav Barankiewicz

BIOLOGICKÉ HODNOCENÍ RYBÍCH PŘECHODŮ

METODIKA AOPK ČR

PRAHA 2020

Jiří Musil, Pavel Marek & Miroslav Barankiewicz

BIOLOGICKÉ HODNOCENÍ RYBÍCH PŘECHODŮ

METODIKA AOPK ČR

PRAHA 2020

KATALOGIZACE V KNIZE - NÁRODNÍ KNIHOVNA ČR

Musil, Jiří, 1979-

Biologické hodnocení rybích přechodů : metodika AOPK ČR / Jiří Musil, Pavel Marek & Miroslav Barankiewicz. -- 1. vydání. -- Praha : Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2020. -- 39 stran. -- (Metodika AOPK ČR)

Obsahuje bibliografii

ISBN 978-80-7620-052-4 (brožováno)

* 626.882 * 639.21/.22 * 591.523 * 502.175:574.4/.5 * (083.744)

- rybí přechody
- ryby
- migrace živočichů
- biomonitoring
- certifikované metodiky

626/627 - Vodní stavitelství. Vodní hospodářství [19]

© Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2020

Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky je státní instituce, která zajišťuje odbornou i praktickou péči o naši přírodu, zejména o chráněné krajinné oblasti, národní přírodní rezervace a národní přírodní památky.

Více na www.nature.cz

ISBN 978-80-7620-052-4 (brožováno)

NEPRODEJNÉ



PŘÍRODA JE NAŠE DĚDICTVÍ I BUDOUCNOST.

OBSAH

1	Účel metodiky	4
2	Stanovení cílů a požadavky na standardizaci monitoringu	7
3	Základní monitoring	10
3. 1	Rybí společenstvo	10
3. 2	Monitorovací metody	11
3. 3	Základní požadavky a doba sledování	18
3. 4	Interpretace výsledků	20
3. 5	Požadavky na kompatibilitu dat	23
4	Právní a strategický rámec	25
5	Literatura	28
6	Poděkování	34
7	Přílohy	35
8	Seznam zkratk	39

1 ÚČEL METODIKY

Antropogenní tlak fragmentace představuje celosvětově významnou hrozbu pro udržení a zachování biodiverzity vodních ekosystémů. V rámci EU je proto požadována obnova migrační průchodnosti a dosažení dobrého ekologického stavu vodních toků, a to prostřednictvím řady opatření, jako jsou Směrnice 2000/60/ES (EU, 2000) ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky, tzv. Rámcová směrnice o vodách (dále jen „WFD“), Nařízení Rady ES č. 1100/2007 (EU, 2007), kterým se stanoví opatření pro obnovu populace úhoře říčního, Směrnice Rady 92/43/EHS o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin (EU, 1992) a další. Významnost tohoto antropogenního tlaku v České republice (dále jen „ČR“) je dána geografickou charakteristikou našeho území, víceúčelovým využíváním vodních toků a jejich často velmi tvrdé regulaci s enormním tlakem na vodní a na vodu vázané ekosystémy. Pro zmírnění dopadů na nejceňnější vodních tocích nebo jejich úsecích byla Ministerstvem životního prostředí České republiky (dále jen „MŽP“) zpracována Koncepce zprůchodňování říční sítě ČR (MŽP, 2009, aktualizace 2014 a aktualizace 2019; https://www.mzp.cz/cz/koncepce_migrační_zpruходneni; dále jen „Koncepce“). Jedná se o strategický materiál pro vodohospodářské plánování. Obecným cílem Koncepce je systémové řešení obnovy říčního kontinua na území ČR, při kterém jsou zohledněny nároky vodních a na vodu vázaných ekosystémů tak, aby byla vyloučena, resp. minimalizována, druhově a velikostně selektivní průchodnost migračních překážek. Díky společnému úsilí MŽP a jeho odborných organizací (Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejně výzkumná instituce, dále jen „VÚV T. G. M., v. v. i.“; Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, dále jen „AOPK ČR“) jsou v aktualizované Koncepci vymezeny Mezinárodní prioritní koridory (s vazbou na mořské prostředí), dále Národní prioritní koridory (s územní ochranou EVL či ZCHÚ, ve kterých jsou předmětem ochrany zvláště chráněné druhy a vybrané druhy dle Směrnice Rady 92/43/EHS) a Regionální prioritní koridory. Mezi další strategické odborné materiály k této problematice lze pak řadit české státní a technické odvětvové normy (ČSN a TNV), Standard péče o přírodu a krajinu, Řada B – Voda v krajině – Rybí přechody – SPPK B02 006:2014 (AOPK ČR, 2015) aj.

Přehledně je možno vybrané odborné publikace nalézt na www.vodnitoky.ochranaprirody.cz, webovém portálu AOPK ČR, který vznikl v roce 2017 za přispění EHP fondů, projektu „Vytvoření strategie pro snížení dopadů fragmentace říční sítě ČR“. Mimo jiné díky tomuto projektu proběhla na přelomu roku 2016 – 2017 pasportizace migračních bariér na koncepčních a dalších vybraných vodních tocích a bylo tak zmapováno více než 9,5 tis. příčných překážek nad 0,2 m výšky, 750 malých vodních elektráren (MVE) a 200 rybích přechodů (RP).

Pro realizaci nápravných opatření s cílem obnovy volné migrace je dlouhodobě nastavena MŽP finanční podpora – v poslední době především na výstavbu nových RP v rámci Operačního programu Životní prostředí (dále jen „OP ŽP“). Navzdory realizované výstavbě RP (stovky ks) a jejich značné finanční podpoře z veřejných zdrojů (stovky mil. Kč) jsou současné znalosti o biologické efektivitě těchto staveb omezené. Systematicky jsou sice sledovány hydraulické parametry dokončených staveb, které jsou porovnávány s fyziologickými možnostmi potenciálních migrantů (např. maximální proudné rychlosti v RP v porovnání se skokovou rychlostí plavání potenciálně migrujících druhů ryb), ale tento, často jednorázový, monitoring (součást kontroly oprávněnosti výdajů z veřejných zdrojů) poskytuje pouze informaci o technickém předpokladu funkčnosti daného RP za daného hydrologického stavu. Provozní kontinuální kontroly hydraulické funkčnosti a dodržování návrhových průtoků RP jsou monitorovány prozatím jen experimentálně (VÚV T. G. M., v. v. i., povodí Vltavy, s. p., RP Vlašim). Z pohledu biologické funkčnosti RP byl doposud hodnocen, prakticky pouze jednorázově (výjimkou je např. RP Střekov, VÚV T. G. M., v. v. i., povodí Labe, státní podnik, Marek a Musil, 2018), jen velmi

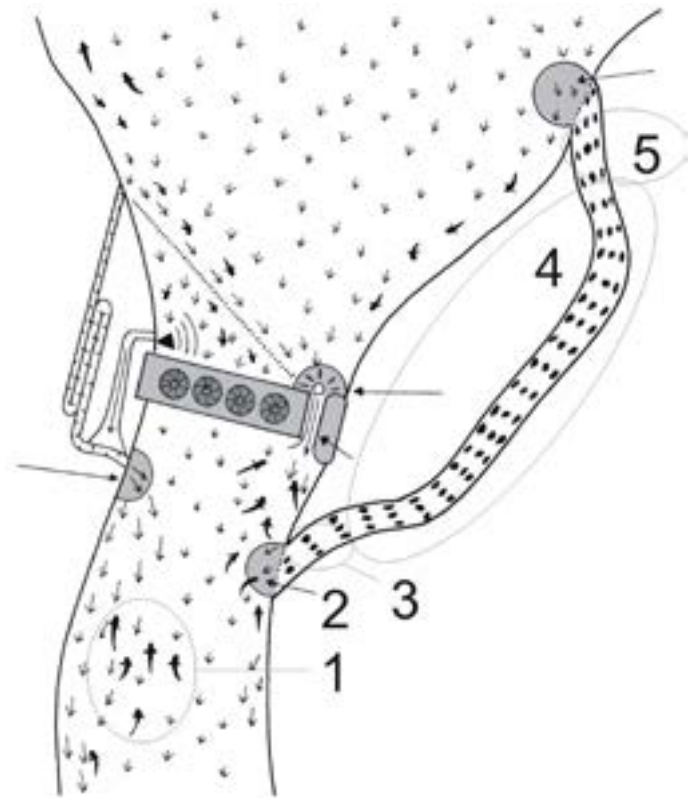
malý počet RP. V minulosti byly často použity monitorovací metody, které neumožňují kvantitativní hodnocení biologické funkčnosti včetně srovnání funkčnosti jednotlivých opatření.

V rámci úkolu MŽP byl již v roce 2012 VÚV T. G. M., v. v. i. kolektivem autorů analyzován prostorový vztah mezi příčnými překážkami a ekologickým stavem (Musil a kol., 2012) a zpracován metodický postup na zlepšení migrační průchodnosti příčných překážek ve vodních tocích ČR – Migrace ryb a rybí přechody (Slavík a kol., 2012) společně s příručkou pro žadatele OP ŽP (Slavík a kol., 2013).

Cílem této metodiky je doplnění aktualizovaných poznatků v problematice hodnocení biologické funkčnosti RP a především vymezení rámce základního standardizovaného monitoringu RP, který bude podávat jednotné informace o biologické funkčnosti jednotlivých opatření financovaných z veřejných zdrojů a současně bude umožňovat porovnání typových RP s cílem aktualizace strategií a navrhování neefektivnějších opatření v rámci budoucích projektů. Současná zkušenost s realizací a monitoringem (hydraulickým, biologickým) RP prokazuje, že i správně navržený a stavebně realizovaný RP může po dokončení

vykazovat drobné stavební nedostatky, nezjistitelné jinak, než níže popsanými biologickými monitorovacími metodami. Byť náklady na biologický monitoring RP nejsou zanedbatelné (více Tab. 2), ve srovnání s výší nákladů za realizaci samotných opatření RP jde často „jen“ o jednotky procent. Navíc informace o účinnosti RP a tím pádem i odůvodnitelnost jejich nákladů (často z veřejných zdrojů), může být s informacemi po provedeném monitoringu výrazně posílena drobnou stavební modifikací kritických míst, resp. odstraněním oněch drobných nedostatků. Předkládaná metodika by rovněž měla nastínit správný postup při identifikaci kritických míst v RP.

Metodika logicky předpokládá pravidelné aktualizace, aby vždy reflektovala současnou situaci a trendy řešení problematiky (aktuální standardy péče o přírodu



Obr. 1. Zjednodušené schéma migrace ryb přes příčnou překážku s MVE demonstrující komplexitu řešení obnovy volné migrace. Jednotlivé tzv. migrační sekvence jsou vizualizované na příkladu jedné z přítomných alternativních migračních cest (RP typu bypass) pro protiproudové migrace ryb (pozn. v opačném sledu platí pro poproudové migrace): 1 – motivace k migraci, 2 – lokalizace migrační cesty (šipky označují obousměrnou lokalizaci všech dostupných migračních cest), 3 – vstup, 4 – migrace tratí, 5 – výstup z RP. Modifikováno podle Castro-Santos a Haro (2010) © Irena Vajgllová

a krajinu, ČSN a TNV), požadované limity biologické funkčnosti včetně metodických přístupů a odrážela tak aktuální poznatky získané mimo jiné z již provedených biologických monitoringů RP v ČR i zahraničí.

RP představují jednu z alternativních migračních cest k překonání překážky na vodních tocích, která je podle současných znalostí zásadní především z pohledu protiproudových migrací ryb. Poproudové migrace ryb jsou naopak často a v případě některých druhů (úhoř, losos) prakticky výhradně realizovány hlavní proudnicí toku. V závislosti na lokalizaci RP, jeho velikosti (návrhový průtok RP vs. hlavní proudnice toku) a případné neexistenci minimálních zůstatkových průtoků jsou v současných podmínkách ČR ryby navigovány často přímo k turbínám MVE. Konkrétní řešení obnovy obousměrné volné migrace (hlavní cíl) tak vždy vyžaduje komplexní hodnocení zahrnující všechny potenciální migrační cesty (Obr. 1).

2 STANOVENÍ CÍLŮ A POŽADAVKY NA STANDARDIZACI MONITORINGU

Přes množství literatury věnované nápravným opatřením na obnovu volné migrace existuje doposud jen málo objektivních kritérií pro hodnocení jejich biologické funkčnosti. Každé opatření je specifické pro lokální podmínky a je proto v zásadě experimentem. Castro-Santos a Haro (2010) definují ideální RP jako opatření, které umožňuje migraci ryb bez zdržení, ztrát energie, stresu, zranění a dalších dopadů na jejich fitness. Lucas a Baras (2001) doplňují požadavky na atraktivitu a efektivitu průchodnosti tratě rybiho přechodu s tím, že RP by měl umožňovat migraci 90–100 % diadromních a potamodromních druhů a pro efektivní management je nezbytné uvažovat kumulativní vliv migračních překážek. Dosud velmi málo znalostí existuje v oblasti vlivu a celkové biologické funkčnosti opatření na rybí společenstva (jeden z požadavků WFD).

V souvislosti s WFD je požadavek, aby nápravná opatření (např. RP) umožňovala volnou migraci co nejširšímu druhovému spektru zahrnující malé, pomalé plavce, včetně všech věkových a velikostních stádií ryb (požadavek na stanovení druhové a velikostní selektivity RP). V této souvislosti je nutné zmínit, že neexistuje žádný vědecký podklad, na jehož základě se lze domnívat, že jediný RP bude vyhovujícím migračním řešením pro mnoho rybiích druhů s rozdílnými fyziologickými a pohybovými charakteristikami, různých velikostí a druhově specifickým chováním (Bunt a kol. 2012, Silva a kol. 2018). Naplnění požadavku WFD (řešení obousměrné volné migrace) tak obvykle (typicky na středních a velkých řekách s vysokým počtem druhů) vyžaduje další doplňkové RP, samozřejmě včetně adekvátních poproudových opatření. Kromě základní funkce migračního koridoru jsou v Evropě RP často spojovány rovněž s doplňkovou funkcí alternativního „říčního“ habitatu, které typicky na regulovaných tocích chybí. Vhodné životní podmínky pro ichtyofaunu a další vodní a na vodu vázané živočichy by ale neměly být primárně zajišťovány pouze prostřednictvím RP, ale optimálně v rámci komplexních revitalizačních opatření vodních toků.

Rybí přechody byly/jsou tradičně pokládány za účinné, pokud jimi cílové (indikátorové) druhy ryb (druhy s motivací migrovat) úspěšně migrují. Biologická funkčnost RP je ověřována např. prokázáním počtu úspěšných migrantů s pomocí pastí, kamerových systémů nebo bioskenerů na výstupu RP (např. Roscoe a Hinch 2010).

V průběhu vývoje a především v souvislosti s aplikací telemetrických metod však bylo prokázáno, že problematika je značně složitější. Mnoho migrantů nenajde vstup do RP (lokalizace) nebo migraci tratí RP nedokončí, ale tyto z pohledu funkčnosti RP zásadní informace nemohou být z prostého stanovení počtu úspěšných migrantů identifikovány (Katopodis a Williams 2012). Pro úspěšné překonání migrační překážky je logickým předpokladem (Obr. 1), že jedinec vykazuje migrační chování (motivace k migraci), je schopen alternativní migrační trasu lokalizovat, vstoupit do ní a migrovat jí ve sledu tzv. migračních sekvencí/fází (Castro-Santos a kol. 2009). Každá z těchto sekvencí je ovlivňována řadou faktorů a každá sekvence významně ovlivňuje celkovou biologickou funkčnost RP. Obecně tak jsou v současnosti k biologickému monitoringu RP doporučovány metody, které umožňují kvantitativní hodnocení jednotlivých migračních sekvencí (Castro-Santos a kol. 2009) individuálního migranta (konkrétní druhy, velikostní/věková stádia) numericky (počet úspěšných jedinců z počtu značených jedinců) i v časových jednotkách (tzv. zdržení), ideálně ve vztahu k referenčním podmínkám. Obecným požadavkem je standardizace vlastního hodnocení (Silva a kol. 2018), která však v praxi doposud chybí. Kapitolou nad rámec této metodiky jsou ekologické dopady omezení migrace zahrnující post migrační vlivy jako je ovlivnění fitness migranta v důsledku migračního zdržení např. ve vztahu k reprodukci, a to na individuálním i populačním stupni (Silva a kol. 2018),

Tab. 1. Přehled a popis hodnocených parametrů biologické funkčnosti rybního přechodu – identifikace zájmové skupiny (všechny vs. indikátorové druhy, věková kategorie) a navrhovaných (základní metody s uvedením doplňkových alternativních metod v závorce) monitorovacích metod: 1 – radiová telemetrie, 2 – RFID, 3 – bioskener, 4 – kamerové systémy, 5 – pasivní odlov.

Základní parametry/ migrační sekvence	Popis	Jednotka	Taxa		Ontogenetické stádium		Velikost toku			Navrhované metody
			Indikátorové druhy	Ichtyofauna	Adultní	Juvenilní	malý	střední	velký	
Druhová selektivita	Počet (N) druhů, které úspěšně migrovaly RP z celkového počtu druhů na lokalitě	N, %		x	x	x	(x)	x	x	2, 3 (5, 4)
Velikostní selektivita	Porovnání velikostního spektra migrantů z velikostního spektra druhu na lokalitě	Délkový histogram, %		x	x	x	x	x	x	2 (3, 5, 4)
Celkový počet migrantů	Celkový počet migrantů v časové řadě s korelací teploty a průtoku	N celkem, N druhy		x	x		(x)	(x)	x	3 (5, 4)
Celková migrační úspěšnost	Počet úspěšných migrantů z celkového počtu značených ryb na lokalitě	N, % (cílové/ indikátorové druhy a celkem)	x	(x)	x	x	x	x	x	2
Motivace	Počet značených ryb vykazujících snahu o překonání překážky	N, %	x		x			(x)	x	1
Lokalizace RP	Počet značených ryb, které byly detekovány v blízkosti RP	N, %	x		x			(x)	x	1, 2
Vstup do RP*	Počet značených ryb, které lokalizovaly a vstoupily do RP	Počet a procento ryb, detekovaných na vstupu RP	x		x		x	x	x	2, 1
Migrační úspěšnost tratí RP	Počet značených ryb, které migrovaly RP z počtu ryb, které byly detekovány na jeho vstupu	Počet a procento ryb (druhů/ velikostní skupiny), které úspěšně migrovaly tratí RP	x		x	x	x	x	x	2 (1)

* pro malé a střední toky s aplikací pouze RFID je pro zjednodušení možné stanovení poměru počtu ryb/ druhů registrovaných na vstupu RP z celkového počtu značených ryb na lokalitě.

kteří patří mezi cíle monitoringů dlouhodobých. Podobně tato metodika neřeší kumulativní účinky jednotlivých migračních překážek.

Z výše uvedených skutečností je zřejmé, že problematika biologického hodnocení RP je značně komplexní a vyžaduje nejen základní (jednorázový) monitoring individuálních opatření (cíl této metodiky), ale rovněž dlouhodobé a plošně rozsáhlejší monitoringy včetně nezbytného výzkumu, vývoje a aplikace sofistikovaných, objektivních monitorovacích metod.

Účelem této metodiky je **hodnocení individuálních realizovaných opatření**, především u opatření s podporou z veřejných zdrojů, **s cílem mapování/ vyhodnocení jejich aktuální biologické funkčnosti**, aplikací jednotných postupů a standardizovaných monitorovacích metod. Aplikace standardizovaných metod umožňuje nejen hodnocení konkrétních realizovaných staveb, ale především dává možnost následného porovnání typových opatření např. pro účely aktualizace strategie (výběr optimálních RP), standardů, reportingu, vývoje nových a efektivnějších opatření.

Jednotné postupy zahrnují především požadavky na základní informace o rybím společenstvu (rešerše a ichtyologický průzkum) a aplikaci **kvantitativních monitorovacích metod** (na základě migrantů, kteří skutečně konkrétním opatřením migrovali nebo migrovat chtěli) (viz Tab. 1). Na základě výsledků z praxe byly mezi základní **standardizované monitorovací metody zařazeny** technologie radio-frekvenční identifikace (Radio Frequency Identification, dále jen „RFID“), radiová telemetrie a bioskener/kamerový systém/pasivní odlov (jedna nebo kombinace metod dle velikosti toku; viz Tab. 1).

Požadavky biologického hodnocení RP zahrnují **(1) stanovení základních parametrů funkčnosti RP** – druhová a velikostní selektivita RP, stanovení celkového počtu migrantů (vhodné pro střední a požadované pro velké toky), celková migrační úspěšnost, a **(2) zhodnocení vybraných migračních sekvencí** – motivace (velké toky), lokalizace (velké toky), vstup a migrační úspěšnost (průchod) tratí RP indikátorových (diadromních a potamodromních) druhů. Podrobně jsou požadavky, včetně klasifikace velikosti vodních toků, uvedené v kapitole 3. Ve vztahu k biologické funkčnosti RP je v současnosti v ČR **požadována min. 70% migrační úspěšnost tratí RP indikátorových druhů ryb**, respektive pod tuto hranici je RP hodnocen jako nevyhovující (v případě, že funkčnost stavby není ovlivněna dalšími faktory, které nelze v rámci hodnocení eliminovat, v takovém případě je podkročení této hodnoty na základě objektivního zdůvodnění možné), rozmezí hodnot 70–90 % migrační úspěšnosti indikuje selektivní funkčnost RP a nad tuto hranici je RP plně funkční. Jako plně funkční lze hodnotit pouze opatření, která nevykazují druhovou ani velikostní selektivitu, tzn. jsou dostupná pro celé druhové a velikostní spektrum ryb dané lokality ve smyslu požadavků WFD.

3 ZÁKLADNÍ MONITORING

3.1 RYBÍ SPOLEČENSTVO

Co nejpřesnější znalost o počtu druhů, které se na daném území vyskytují, pravděpodobně se vyskytují, nebo se mohou vyskytovat, je klíčovou informací pro stanovení cílového společenstva a indikátorových druhů ryb a mihulí a je tak základním podkladem již ve fázi hodnocení projektového záměru a samozřejmě nezbytnou součástí hodnocení realizovaného opatření.

Prvním krokem (1) by měla být důkladná sumarizace všech existujících datových zdrojů, zahrnující publikované a známé studie s vazbou na lokální ichtyofaunu, situační a provozní monitoring podniků povodí, databáze resortních institucí MŽP (AOPK ČR, VÚV T. G. M., v. v. i.) a dalších akademických a univerzitních pracovišť. Často opomíjeným, ale důležitým zdrojem informací jsou rybářské statistiky. Hloubka a náročnost rešerše významně vzrůstá se zvyšujícím se počtem očekávaných druhů a v případě hlavních migračních biokoridorů (dolní úseky velkých řek včetně jejich významných přítoků) s přeshraničním významem je nezbytné zohlednit také potenciální výskyt v navazujícím úseku toku, protože zvláště málo početné, vzácné druhy se již mohou na našem území vyskytovat, ačkoliv nebyly doposud zaznamenány.

Již samotný projektový záměr by měl obsahovat (2) výsledky ichtyologického průzkumu, který oproti rešerši poskytuje také kvantitativní data (zastoupení druhového a velikostního spektra) a aktuální údaje. Tyto informace jsou nejen důležitým doplněním celkové inventarizace druhů (v některých případech jsou data jediná), ale poskytují základní podklad pro stanovení indikátorových (dominantních a typických) druhů na lokalitě a návrh optimálního řešení RP. V průběhu hodnocení biologické funkčnosti opatření jsou pak výsledky vzorkování rybiho společenstva nezbytnou součástí srovnání výsledků v RP a jsou tak nezbytnou součástí monitoringu. Ichtyologický průzkum (Příloha č. 7. 1) je obvykle opakovaný v průběhu sezony, jednorázový, v některých případech i víceletý (velké řeky). Cílem je zachycení přirozené dynamiky rybiho společenstva (počet druhů, jejich početnost a velikostní spektrum) v průběhu sezony (variabilita rybiho společenstva) a registrace co nejvyššího počtu přítomných (očekávaných) druhů ryb. V průběhu hodnocení funkčnosti RP jsou ryby v rámci vzorkování značeny, pokud jsou aplikovány monitorovací metody založené na individuálním nebo skupinovém značení. Metodika vzorkování rybiho společenstva (zvolená metoda a frekvence vzorkování) je tak výrazně závislá na lokalitě (velikost a komplexita toku) a v případě vzorkování v průběhu hodnocení funkčnosti RP je závislá rovněž na použitých metodách monitoringu (další informace kapitola 4. 3).

V ČR jsou v praxi dostupné metodiky vzorkování juvenilních rybiho společenstev v tekoucích vodách pro malé a střední toky (Slavík a Jurajda 2001, Jurajda a kol. 2006, Horký a kol. 2011) založené na odlovu ryb elektrickým agregátem. Vzorkování rybiho společenstev v tekoucích vodách uvádí Turek a kol. (2014) s tím, že odlov ryb elektrickým agregátem je obecně nejčastěji používanou metodou vzorkování. V případě velkých řek je však situace značně složitější (vysoký počet druhů, komplexita a heterogenita prostředí) a vzorkování obvykle vyžaduje kombinaci několika odlovných metod (Bouše a kol. 2017), typicky elektrolov z lodi ideálně v kombinaci s některou z metod pasivního lovu. V ČR prozatím neexistují jednotné, standardizované metodické postupy vzorkování ryb v tekoucích vodách. Pro účely hodnocení projektového záměru a především pro zpracování výsledků z monitoringu a následného hodnocení závěrečné zprávy je tak zapotřebí popis ichtyologického průzkumu/průzkumů s uvedením konkrétní metody/metod odlovu, jednotky lovného úsilí atd. ve smyslu Přílohy č. 7. 1.

Pouze kombinace kvalitní rešerše a ichtyologického průzkumu poskytuje co nejobektivnější obrázek o přítomném rybiho společenstvu.

3.2 MONITOROVACÍ METODY

Monitorovací metody k hodnocení biologické funkčnosti RP se zjednodušeně kategorizují na (A) metody nezávislé na odlovu tzv. **neinvazivní metody**. Tyto metody se dále dělí na: (1) vizuální (videozáznamy, pozorování) a (2) monitoring pomocí elektronických zařízení (např. bioskenery).

Druhou kategorií jsou (B) metody závislé na odlovu ryb tzv. **metody invazivní**. Ty zahrnují metody: (1) založené na stanovení početnosti odlovených ryb (např. elektrolov) včetně pasivních metod odlovu (pasti) a (2) metody založené na skupinovém nebo individuálním značení (zastřihnutí ploutví, syntetické značení elastomery, Alfa značky a telemetrické metody zahrnující aplikaci elektronických pasivních a aktivních značek). Přehledně uvádí jednotlivé metody monitoringu například Travade a Larinier (2002), metody značení ryb McKenzie a kol. (2012), vybrané metody značení v podmínkách ČR pak Turek a kol. (2014).

Jednoznačným současným světovým trendem pro hodnocení biologické funkčnosti RP je aplikace biotelemetrických metod (Silva a kol. 2018): radiové a akustické telemetrie (v textu dále jako telemetrie), která umožňuje kvantitativní hodnocení jednotlivých migračních sekvencí jedince (motivace, lokalizace, vstup do RP, průchodnost tratě) včetně sledování post migračních vlivů, jednoznačně identifikuje migrační cestu, monitoruje chování migranta včetně jeho přežití a umožňuje sledování jedince na několika lokalitách (RP) současně (Silva kol. 2018). Výběr telemetrické metody je závislý především na lokalitě a finančních prostředcích. V případě potřeby značení velkého počtu jedinců a jednotlivých druhů na lokalitě za rozumnou cenu je další vhodnou metodou RFID (Silva kol. 2018). Podobně pokračuje snaha o rozšíření neinvazivních monitorovacích metod (bioskenery, kamerové systémy), tradičně aplikovaných ve Skandinávii, USA, Kanadě a dnes již v řadě dalších zemí Evropy jako Španělsko, Portugalsko, Francie, Polsko, Německo a další. Z pohledu národních evropských metodik hodnocení biologické funkčnosti RP jsou v Rakousku (Schmutz a Mielach, 2013), Spolkové republice Německo (BAW, 2011), Španělsku, Francii, Slovensku a v některých dalších zemích kromě výše popsaných metod využívány rovněž metody založené na pasivních odlovných zařízeních (odlovené klece a vězence), které jsou používány nejen k přímému stanovení druhové a velikostní selektivity a celkovému počtu migrantů RP, ale především v kombinaci s dalšími metodami založenými na skupinovém a individuálním značení a neinvazivních metodách monitoringu (Norsko).

Obecným požadavkem na všechny metody je kvantitativní hodnocení biologické funkčnosti RP na základě migrantů, kteří skutečně konkrétním opatřením migrovali (Schmutz a Mielach 2013, BAW 2011, Silva a kol. 2018). V této souvislosti jsou proto dále diskutovány pouze metody, které tuto základní podmínku splňují.

Doporučené metody

A. Metody nezávislé na odlovu (neinvazivní metody)

Bioskenery

Zařízení funguje na principu skenování objektů infračerveným zářením. Ponořený rám po stranách generuje stálé pole infračervených paprsků, které je přerušeno v momentě, kdy se rámem pohybuje objekt (např. ryba). Rám poté vysílá do procesorové jednotky záznam o monitorovaném objektu s elektronickou vizualizací, tvarovou siluetou. Softwarové prostředí následně poskytuje informace o maximální výšce a délce siluety, které tak v případě ryby referuje o její výšce a celkové délce těla. Systém je doplněn automatickým teplotním čidlem. Identifikován je rovněž směr pohybu objektů. Zařízení je koncipováno na automatický, kontinuální provoz, ale v praxi je možný i provoz dočasný. Současné bioskenery obsahují

rovněž kamerový systém, který výrazně zpřesňuje druhovou identifikaci migranta (Santos a kol. 2008). Modernější verze lze pomocí Wi-Fi použít také k dlouhodobému online sledování migrací.

V případě hodnocení RP je kamerový bioskenery dle doby expozice (trvalá nebo dočasná), počtu a umístění zařízení v RP (výstup, vstup) vhodný zejména k stanovení celkového počtu migrantů, druhové selektivity RP, migrační dynamiky (sezonní a diurnální cyklus migrací jednotlivých druhů). Rovněž je velmi vhodnou metodou k zachycení málo početných, vzácných druhů. Protože jde o metodu neinvazivní, typicky bývá aplikován v rámci dlouhodobých monitoringů. Podobně jako u pasivních metod níže, je v případě aplikace skenerů na vstupu i výstupu možné kvantitativní hodnocení průchodnosti tratě RP (pro adultní



Obr. 2 Bioskenery VAKI – monitoring reprodukční migrace lososa v NP České Švýcarsko (Foto: Tereza Barteková)

ryby). Toto zařízení je však velikostně selektivní, detekuje objekty s výškou těla > 40 mm a samo o sobě tak není vhodné k stanovení velikostní selektivity RP. Interpretace výsledků zvláště v našich podmínkách vyžaduje kalibraci (druhová determinace, odhad juvenilních ryb) s přímými odlovy ryb na lokalitě (kapitola 4. 1) a také v RP, proto je vhodná kombinace s pasivními metodami níže. Ostatní limity jsou poplatné všem vizuálním/kamerovým metodám a zahrnují sníženou účinnost při zvýšeném zákalu vody (bioskenery mají oproti pouze kamerovým systémům výhodu infračerveného skenování) a časovou náročnost zpracování objemných datových souborů.

Tato monitorovací metoda (v kombinaci s dalšími metodami) byla na našem území úspěšně aplikována například pro hodnocení RP ve Střekově na Labi (Marek a Musil 2018, Prchalová a kol. 2006), pro ověření biologické funkčnosti kartáčových RP na Sázavě (Musil a kol. 2008), na RP na Ohři (Musil a kol. 2014) a dalších lokalitách.

Bioskenery jsou společně s pasivními metodami odlovu hlavními metodami přímého stanovení celkového počtu migrantů RP (Obr. 2), který je důležitým parametrem hodnocení funkce RP především na velkých řekách (hlavní migrační biokoridory). Na těchto tocích by proto měla být jejich aplikace požadovanou součástí monitoringu. Z pohledu možného negativního ovlivnění migrantů pasivními metodami odlovu (viz níže) by pak měly být bioskenery a kamerové systémy preferovanou metodou. Ve smyslu stanovení druhové selektivity RP má jejich aplikace vysokou vypovídající hodnotu a je žádoucí na všech typech toků (Tab. 1). Příkladovou aplikaci k hodnocení RP na středních a velkých řekách je kombinace tohoto zařízení na výstupu RP s biotelemetrickými metodami (RFID, telemetrie) a/nebo pasivními metodami odlovu.

B. Metody závislé na odlovu (invazivní metody)

B. 1 Metody založené na stanovení početnosti odlovených ryb

Pasti

Mezi nejjednodušší metody hodnocení RP patří odchyt ryb do odlovných klecí/nádrží nebo vězenců (pastí). Jedná se o pasivní způsob odlovu ryb, kde ryby vplují do zařízení, ze kterého nemohou uniknout. Přes nevýhody, které zahrnují možný stres v důsledku koncentrace vysokého počtu ryb v omezeném prostoru (nutnost pravidelných kontrol) nebo riziko pytláctví (ideální variantou je oplocení areálu a manipulace s rybami za asistence MO ČRS/MRS), tyto metody umožňují přímé stanovení celkového počtu migrantů včetně stanovení druhové a velikostní selektivity RP (instalace odlovného zařízení na výstupu RP). V případě odlovu ryb na vstupu a výstupu lze stanovit rovněž kvantitativní hodnocení vstupu a průchodnosti tratě RP a při aplikaci obousměrných klecí navíc hodnocení těchto parametrů v rámci obousměrné migrace (Schmutz a Mielach 2013).

Při pravidelném provozu tyto monitorovací metody poskytují cenné informace o migrační dynamice (časování a průběh migrací jednotlivých druhů), ačkoliv je jejich přesnost omezena pravidelností kontroly, která limituje sběr dat v reálném čase. Informace jsou obvykle vztaženy k danému dni, eventuálně jako den/noc. Další nespornou výhodou je vysoká pravděpodobnost detekce vzácných, nebo naopak nebezpečných nepůvodních druhů na počátku invaze. Při pravidelných kontrolách a správném designu pastí, jsou tyto metody odlovu k rybám z pohledu celkového welfare a mortality šetrnější než standardní metody odlovu jako např. elektrolov. Pasti vykazují vysokou efektivitu odlovu a zachycují celé druhové a velikostní spektrum včetně málo početných druhů. Jsou velmi vhodnou metodou v kombinaci s další-



Obr. 3 Odlovná klec na technickém rybím přechodu v Geesthachtu (Foto: Tereza Barteková)

mi metodami, založenými na individuálním nebo skupinovém značení včetně biotelemetrických metod (Schmutz a Mielach 2013).

Metody pasivního odlovu představují základní monitorovací metody RP například v Rakousku a patří mezi standardní metody hodnocení RP v SRN (například na RP v Geesthacht, Obr. 3) a dalších zemích (Schmutz a Mielbach 2013). V ČR byla/je obousměrná odlovná klec úspěšně provozována kupříkladu na RP v Terezíně. Aplikace pasivních prostředků však může působit v dlouhodobém horizontu snížení celkového počtu migrantů RP v důsledku získání negativní zkušenosti jedince s jeho odlovem. Stanovené parametry jsou rámcově podobné jako v případě monitoringu neinvazními bioskenery (celkový počet migrantů, druhová a velikostní selektivita, migrační dynamika), a proto je aplikace těchto metod doporučována pouze po omezené monitorovací období, přerušovaně (odlov konkrétních druhů ryb za účelem značení) a především za účelem kalibrace (přesná druhová determinace migrantů) neinvazních monitorovacích metod a kombinace s biotelemetrickými metodami (RFID, telemetrie).

B. 2 Metody založené na značení ryb

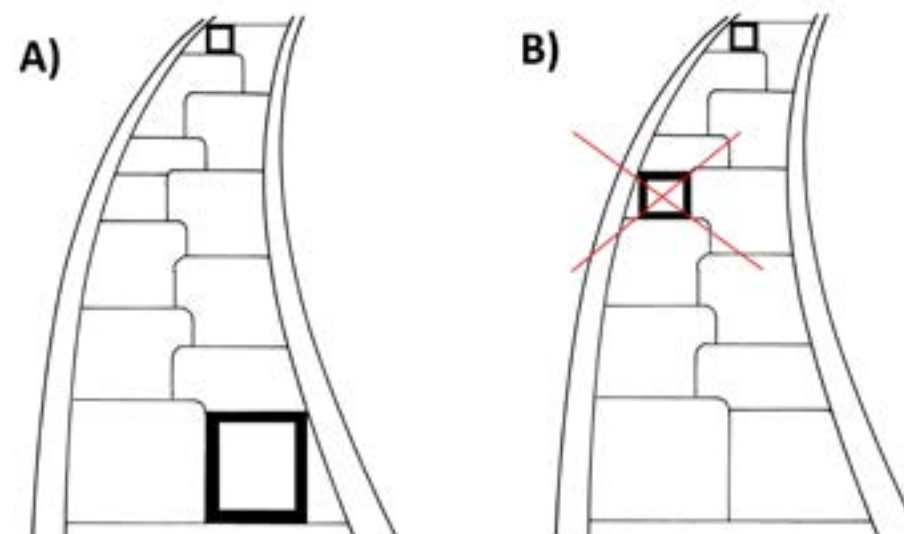
RFID

Tato biotelemetrická metoda na technologii radiofrekvenčních měničů je někdy označovaná rovněž jako PIT systém. RFID je založená na principu individuálního značení (druhů, velikostních skupin) elektronickými

značkami, tzv. pasivními integrátory (dále jen „PIT“) a identifikaci značených objektů při průchodu anténami, resp. čtecím a sběrným zařízením. Antény jsou nejčastěji čtvercové nebo obdélníkové, ale existují také antény kruhové, deskové nebo ve formě kabelu (smyčka) s umístěním na dně (Armstrong a kol. 1996). PIT značky jsou pasivní, tzn. nemají vlastní baterii, ale indukční cívku, která přijímá energii z antény a současně anténě odesílá individuální kód značky. Díky absenci baterie mají PIT značky malé rozměry a mohou být aplikovány i do malých organismů v řádu několika gramů (Navaro a kol. 2006). Další nespornou výhodou je jejich v podstatě neomezená životnost. Značky se nejčastěji implantují do hřbetní svaloviny (Bergensen a kol. 1994, Navaro a kol. 2006) nebo do oblasti břišní dutiny (Obr. 8) chirurgicky (Baras a kol. 2000) nebo s pomocí aplikátoru s jehlou (Prentice a kol. 1990). Mezi limitace této metody patří nutnost dostatečného přiblížení značeného jedince k anténě (obvykle cca. 35 cm, max. vzdálenost do 1,5 m). Technologicky je prozatím stále omezená čtecí vzdálenost, jež je závislá především na typu mikročipu, síle antény a výskytu rušivých materiálů v okolí. Významnou roli hraje rovněž ztrátovost značek, kterou ovlivňují, jak zkušenosti pracovního týmu, tak vlastní způsob implantace značek (Obr. 5). Oba tyto faktory musí být v rámci biologického hodnocení RP brány v potaz.

Pro rozlišení směru pohybu migranta je v současnosti požadavkem aplikace RFID minimálně dvouanténový systém (vstup a výstup RP viz Obr. 4). V praxi je častý i systém více antén, například za účelem hodnocení jednotlivých částí trati RP (identifikace kritických míst tratě RP). RFID umožňuje kromě stanovení celkové druhové a velikostní selektivity RP kvantitativní hodnocení migrační sekvencí průchodnosti tratě RP (Aarestrup a kol. 2003) a v závislosti na lokalitě také hodnocení dalších migračních sekvencí jedince s omezením v případě motivace, lokalizace RP a post migračních vlivů (Silva a kol. 2018). Nespornou výhodou je možnost značení velkého množství jedinců (druhů, velikostních skupin, populací) a hodnocení více RP současně.

RFID představuje standardní metodu kvantitativního hodnocení biologické funkčnosti RP (např. Cooke a Hinch 2013, Silva a kol. 2018). Z pohledu současného vývoje a požadavků na kvantitativní hodnocení



Obr. 4 Umístění čtecích rámců (antén) v rybím přechodu – A) správná lokalizace antén na vstupu a výstupu tratě RP vs. B) nevhodné umístění.



Obr. 5 RFID: čipy, značení, anténa (Foto: Tereza Barteková)

migračních sekvencí jedince včetně hodnocení post-migračních vlivů, jde společně s radiovou telemetrií o metody pro hodnocení RP dominantní a preferované (Silva a kol. 2018). V souvislosti s rozsahem stanovených proměnných, možnostmi trvalého značení velkého počtu jedinců za přijatelné finanční náročnosti, je RFID (s anténami na vstupu a výstupu, Obr. 4) navrhovanou **základní metodou biologického hodnocení funkčnosti RP na všech typech toků** (Tab. 1). V případě středních a především velkých řek, by však měla být aplikována RFID v kombinaci s dalšími telemetrickými metodami (detailní stanovení motivace migrovat a lokalizace RP) a přímým stanovením celkového počtu migrantů.

Radiová a akustická telemetrie

Tyto metody patří rovněž do skupiny tzv. biotelemetrických metod a řadí se mezi nejpopsnější metody studia chování a pohybové aktivity živočichů vůbec. Radiová telemetrie (Obr. 6) funguje na principu přenosu radiového signálu vysílačky značené ryby (individuální značení) do přijímače. Tato metoda je poměrně flexibilní (možnost značení velkého množství jedinců a práce s několika frekvencemi najednou, existuje v mobilní i stacionární verzi). Jako taková je velmi vhodná především pro tekoucí vody s limitací její aplikace v prostředí s vysokou vodivostí a hloubkou > 5 m. V případě hodnocení funkčnosti RP je ideální kombinace stacionární a mobilní telemetrie, s cílem kontinuálního monitoringu migračních cest (jejich identifikace) a chování jedince v blízkosti příčné překážky (lokalizace RP, vstup do RP), resp. sledováním pohybové aktivity značených jedinců s pomocí mobilní telemetrie (motivace k migraci). Aplikace akustické telemetrie jsou podobné s tím, že fungují na principu ve vodě se dobře šířícího přenosu zvukového signálu vysílačky ryby do hydrofonů, které představují přijímače. Tato metoda je tak zvláště vhodnou volbou v případě stojatých vod s hloubkou > 5 m s jistými omezeními jako například použití jen jedné frekvence, práce



Obr. 6 Stacionární telemetrická stanice (přijímač) Lotek Inc. (Foto: Tereza Barteková)

s omezeným počtem značených ryb a nutnost trvalé instalace hydrofonů. Pro svou finanční i profesní náročnost (vysoké náklady spojené s kalibrací celého systému a následným zpracováním objemných dat), je akustická telemetrie stále spíše metodou výzkumnou, ačkoliv v případě studia chování a výběru migrační trasy v hlubokých nadjezích a nádržích představuje prakticky jedinou alternativu, a je za tímto účelem stále častěji využívána (Silva a kol. 2018). V současnosti existuje množství i velmi malých vysílaček s uspokojivou dobou životnosti, množství tzv. senzorových (měření hloubky, teploty, svalové frekvence aj.) vysílaček a možnosti interní i externí implantace. Podobně již existuje kombinovaný systém radiové a akustické telemetrie se značením jedinou vysílačkou. Hlavní limitací těchto metod je především finanční náročnost, a proto jsou aplikace obvykle omezené na indikátorové druhy a adultní ryby.

Společně s RFID je radiová telemetrie standardní a dnes již dominantní metodou kvantitativního hodnocení jednotlivých migračních sekvencí jedince (motivace, lokalizace, vstup do RP, průchodnost trati), sledování post migračních vlivů, jednoznačné identifikace migrační cesty. Poskytuje velmi detailní analýzu chování migranta (před, během a po překonání migrační překážky, obousměrně) včetně jeho přežití a umožňuje sledování jedince v průběhu migrace a studium kumulativních vlivů příčných překážek. Patří mezi doporučované doplňkové metody hodnocení funkčnosti RP na všech typech toků (Tab. 1). V případě středních a velkých řek představuje radiová telemetrie metodu základní (motivace, lokalizace, chování migranta) a měla by být kombinována s RFID a přímým stanovením celkového počtu migrantů.

Orientační ekonomická náročnost biologického monitoringu

Monitoring by měl být součástí každého projektu výstavby RP, protože podává informace o skutečné funkčnosti konkrétních opatření. Poskytuje tak kontrolu efektivity vynaložených finančních prostředků, výsledky monitoringu identifikují nutnost případných nápravných opatření, a pokud je za tímto účelem monitoring již na začátku koncipován, představuje robustní podklad návrhu konkrétních konstrukčních změn nebo doplnění RP. Biologický monitoring je tak velmi vhodné koncipovat právě až po hydraulickém monitoringu realizované stavby (hydraulický monitoring typicky slouží jako hlavní kontrolní nástroj realizace projektu, umožňující odstranění drobných vad ještě během realizace, tedy před zahájením biologického monitoringu), jejíž prověření může rovněž zahrnovat biologický monitoring. V případě projektů na koncepčních tocích a projektů, které se jakýmkoli způsobem a z jakýchkoli důvodů v projekční, realizační i po realizační fázi odchylojí od požadovaných standardů (AOPK ČR, 2015), by měl být monitoring nutností, a to bez ohledu na způsob financování konkrétní stavby.

Biologický monitoring je obvykle finančně nákladný a vyžaduje vysokou odbornost a zkušenosti řešitelského týmu v problematice migrací ryb. Jeho cena se obvykle pohybuje do 10% celkových finančních nákladů projektu, ale skutečné náklady jsou značně variabilní a odvíjí se od komplexnosti (náročnosti) řešení konkrétní lokality (počtu a typů RP) a od požadovaných cílů monitoringu. Dle cílů jsou odvozené aplikace odpovídajících monitorovacích metod (technologí). Pro preferované metody biologického monitoringu poskytuje orientační přehled finanční náročnosti Tab. 2.

Tab. 2 Orientační ekonomická náročnost biologického monitoringu RP – odhad zahrnuje kalkulaci všech přímých a nepřímých nákladů na monitoring 1 lokality, resp. 1 RP, v délce 1 roku, s dojezdovou vzdáleností do 50 km a kalkulací minimálního počtu individuálních značek (PIT – 200, 500 a 1000 ks pro malé, střední a velké toky; rádiové transistory (vysílačky) – 12, 24 a 48 ks pro malé, střední a velké toky).

Monitorovací metody	RFID		Kamerové bioskenery		Rádiová telemetrie	
	náklady (tis. Kč)	komentář	náklady (tis. Kč)	komentář	náklady (tis. Kč)	komentář
Malý tok	350	základní metoda			355	doplňková metoda
Střední tok	440	základní metoda	480	doplňková metoda	460	doplňková metoda
Velký tok	670	základní metoda	480	základní metoda	840	základní metoda

Pozn. První migrační překážka na středních tocích v uzávěrovém profilu povodí od soutoku, je pro účely biologického monitoringu kategorizována jako velký tok! (přítoky představují významné biokoridory), základní metody představují požadovanou metodu biologického monitoringu, zařazení doplňkových metod závisí na konkrétních potřebách jako např. na stanovisku příslušného orgánu ochrany přírody (komplexnější monitoring na koncepčních tocích, EVL atp.).

3.3 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY A DOBA SLEDOVÁNÍ

Pro hodnocení biologické funkčnosti RP, resp. výběr adekvátních monitorovacích metod poskytujících dostatečnou vypovídající hodnotu, je důležitým parametrem (A) velikost toku. Jednoduchým praktickým vodítkem (parametrem) je znalost dlouhodobého průměrného průtoku (dále jen „Qa“) sledované lokality. Na základě tohoto parametru byla pro účely metodiky klasifikována říční síť ČR na 3 velikostní kategorie:

velký tok: $Q_a > 50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Labe, Dolní Vltava a Morava) (1)

střední tok: $6-50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (většina přítoků hlavních biokorodorů) (2)

malý tok: $Q_a < 6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (obvykle toky s šířkou koryta do 15 m) (3)

Dalším důležitým parametrem (B) je charakter toku (lososové a kaprové vody), jehož znalost vychází z výsledků ichtyologického průzkumu. Charakter toku je dán dominancí typických rybích druhů (jejich početnost > 50%), které byly pro metodické účely (ve shodě s WFD) zjednodušeně rozděleny do 2 skupin, a to na zástupce lososových (pstruhové pásmo) a kaprových vod (parmové až brakické pásmo). Pokud se typické druhy vyskytují v početnosti > 10% z celkové ichtyofauny (charakteristické pro lipanové pásmo, sekundární pstruhová pásma), měl by být biologický monitoring koncipován na zástupce obou těchto skupin, pokud není koncipován na všechny přítomné druhy (viz Tab. 1).

Pro biologické hodnocení RP a jeho reprezentativní hodnotu je kromě výběru robustních kvantitativních monitorovacích metod (Tab. 1) zásadní období sledování funkčnosti opatření. Monitoring by měl být zahájen nejdříve 1 rok od doby uvedení RP do provozu. Jednoznačně preferovaný je kontinuální biologický monitoring RP po dobu min. 1 roku (ideálně s přesahem dvou reprodukčních sezón, jež poskytnou robustní

Tab. 3 Optimální časový rozsah monitorovacího období pro lososové vody v závislosti na velikosti toku (malý a střední tok) a zvolené metodě monitoringu.

Typ toku	Velikost toku	Metody	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Lososová voda	Malý	Telemetrie													
		RFID													
		Bioskenery													
		Kamerové systémy													
		Pasivní odlovné prostředky													
	Střední	Telemetrie													
		RFID													
		Bioskenery													
		Kamerové systémy													
		Pasivní odlovné prostředky													

Tab. 4 Optimální časový rozsah monitorovacího období pro kaprové vody v závislosti na velikosti toku (malý, střední a velký tok) a zvolené metodě monitoringu.

Typ toku	Velikost toku	Metody	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Kaprová voda	Malý	Telemetrie													
		RFID													
		Bioskenery													
		Kamerové systémy													
		Pasivní odlovné prostředky													
	Střední	Telemetrie													
		RFID													
		Bioskenery													
		Kamerové systémy													
		Pasivní odlovné prostředky													
	Velký	Telemetrie													
		RFID													
		Bioskenery													
		Kamerové systémy													
		Pasivní odlovné prostředky													

výsledky). Pokud takový postup není možný (jen v případech odůvodněných příslušnými orgány ochrany přírody nebo poskytovatelem dotace veřejných zdrojů), délka monitorovacího období musí referovat minimálně k období hlavních reprodukčních migrací ryb. Ve vztahu ke klasifikaci toků výše (velikost a charakter toku) lze v podmínkách ČR, v tomto případě na velkých a středních řekách, monitoring považovat za optimální od 15. března do konce listopadu. Na malých pstruhových tocích bez výskytu ZCHD s jarním výtěrem (vranka obecná, vranka pruhoploutvá a střevle potoční) by měl monitoring RP zahrnovat období od srpna až do listopadu, na středních pstruhových tocích často také duben až červen, v mimo pstruhových tocích pak období březen až červen a srpen až listopad. Délka sledování je však vždy dána lokálními podmínkami a požadavky zvolených monitorovacích metod (např. kamerové systémy obvykle nejsou aplikovatelné za snížené průhlednosti vody), jak uvádí Tab. 3 a 4.

Odstavec níže sumarizuje technické/metodické požadavky jednotlivých monitorovacích metod, které jsou pro účely této metodiky vnímány jako minimální.

1. Doba expozice/provozu pro bioskenery, kamerové systémy a pasivní odlovné prostředky musí být min. 2 po sobě následující dny (48 h) v pravidelných týdenních intervalech s preferencí kontinuálního provozu během sledovaného období.
2. V případě aplikace biotelemetrických metod, RFID a telemetrie, je žádoucí doba sledování po celé vegetační období (březen až listopad). Vypovídající hodnota výsledků RFID je značně závislá na značení dostatečného počtu ryb (druhy, velikostní skupiny). Na základě publikovaných poznatků a vlastních zkušeností je na velkých řekách doporučováno značení min. 1000 jedinců, na středních řekách mimo pstruhového charakteru značení min. 500–600 jedinců a na pstruhových vodách min. 200–300 jedinců, na malých pstruhových tocích pak min. 100–150 jedinců a 200–250 jedinců na tocích mimo pstruhových. Uvedené údaje jsou doporučující s tím, že min. počet za každý značený druh nebo velikostní skupinu by neměl být menší než 30 jedinců (ideálně cca 50 jedinců). V případě aplikace radiové telemetrie je doporučovaný počet značených jedinců min. 12 (ideálně 15–20 ks) pro každý druh. Počet značených druhů, resp. indikátorových druhů, je vždy závislý na lokalitě s obecným doporučením značení min. 1 indikátorového druhu v případě malých pstruhových toků (pstruh), 1–2 druhů na tocích mimo pstruhového charakteru, 2 indikátorových druhů na středním toku pstruhového charakteru a 2–4 indikátorových druhů na mimo pstruhovém toku. Na velkých řekách by mělo být značeno min. 4–6 indikátorových druhů.

3. 4 INTERPRETACE VÝSLEDKŮ

Stanovení základních parametrů funkčnosti RP a migračních sekvencí

Principem tzv. přímých monitorovacích metod je populační odhad (druhové a velikostní spektrum, početnost) rybiho společenstva pod překážkou (vhodnou kvantitativní metodou vzorkování viz kapitola 3.1) a jeho srovnání s přímým pozorováním migrantů v RP (bezkontaktní metody – bioskenery vs. kontaktní odlovné metody – vrš, odlovné klece).

Základním principem metod založených na individuálním značení je kontrolovaný, známý počet značených jedinců/druhů pod překážkou a následně jejich pozorovaný počet v blízkosti překážky (motivace), v blízkosti RP (lokalizace), na vstupu a výstupu tratě RP s možným stanovením těchto parametrů (modifikováno dle Travade a Larinier 2002):

Motivace k migraci

$$M = 100 \times (N_{\text{pozorováno}} / KN_{\text{značeno}})$$

- stanovení pro indikátorové druhy

Lokalizace RP

$$L = 100 \times N_{\text{pozorováno}} / KN_M$$

- stanovení pro indikátorové druhy, kde M značí počet migrujících jedinců
- v případě absence dalších telemetrických metod se v některých případech stanovuje lokalizace zjednodušeně jako $L = 100 \times N_{\text{vstup}} / KN_{\text{značeno}}$

Vstup do RP

$$V = 100 \times N_{\text{vstup}} / N_L$$

- v případě absence biotelemetrických metod stanovení vstupu do RP obvykle odpovídá stanovení lokalizace, resp. přesné stanovení lokalizace RP není možné.

Migrační úspěšnost (průchod) tratí RP

$$P = 100 \times N_{\text{výstup}} / N_{\text{vstup}}$$

Celková migrační úspěšnost

$$T = 100 \times (N_{\text{výstup}} / (K \times N_{\text{značeno}}))$$

Všechny proměnné je možné stanovit pro konkrétní druhy (např. požadavek na stanovení celkové migrační úspěšnosti pro cílové (indikátorové) potamodromní druhy) nebo dohromady celkem (viz celková migrační úspěšnost RP), kde:

$N_{\text{pozorováno}}$ = počet pozorovaných jedinců

$N_{\text{značeno}}$ = počet značených jedinců

N_{vstup} = počet jedinců registrovaných na vstupu RP

$N_{\text{výstup}}$ = počet jedinců registrovaných na výstupu RP

N_L = počet jedinců lokalizujících vstup do RP

K = koeficient zahrnující faktory, které biologickou funkčnost ovlivňují

V rámci biologického hodnocení je tak obvykle nejvýznamnější stanovení koeficientu K (např. ztrátovost značek, mortalita a další).

Faktory ovlivňující stanovení biologické funkčnosti RP

Stanovení biologické funkčnosti RP je velmi důležitá informace, na jejímž základě může být vznesen požadavek na modifikaci konkrétního RP, poskytuje důležitý podklad pro budoucí výběr optimálních typových RP a má vazbu na strategické plánování obnovy migrační průchodnosti říční sítě. Odhad funkčnosti RP má velký ekonomický dopad, a proto musí být co nejpřesnější a objektivní. Současně je ovlivňován řadou biologických a abiotických parametrů a samotným výběrem metodických postupů.

1. Metoda odlovu ryb

Odlov ryb je realizován na základě zvolené metody odlovu s tím, že prakticky všechny rybolovné metody vedou k určité úrovni stresu, možným zraněním a potenciální mortalitě ryb. Nejvíce popsány jsou negativní vlivy elektrolovu (Snyder 2003), síťových prostředků nebo odlovu ryb na udici (Olla a kol. 2000) včetně rekreačního rybářství a metody chyt' a pusť (Cooke a Suski 2005, Cooke a Sneddon 2007). Přes současné znalosti potenciálních důsledků odlovu na ryby, koncentrovaných především na míru stresu a zranění, existuje stále poměrně málo informací o potenciálních vlivech odlovu na chování jedince. Například mechanické poškození ploutví nebo vyčerpání (Schreck a Moyle 1997) mají pravděpodobně významný vliv na okamžité chování (Arlinghaus a kol. 2007) a můžou tedy být důvodem zkreslených výsledků hodnocení funkčnosti RP (motivace ryb k migraci, lokalizace a migrace tratí RP). Významně negativně může působit odlov na reprodukci ryb (Schreck a kol. 2001), což je s ohledem na hodnocení RP významná skutečnost, protože RP je rybami využíván nejvíce právě v době reprodukčních migrací (Roscoe a Hinch 2010).

2. Lokalita odlovu

Velmi důležitým faktorem je pro hodnocení RP vlastní lokalizace odlovu. Odlovy ryb v podjezí překážky teoreticky předpokládají, že všichni jedinci jsou motivováni k protiproudové migraci, což nemusí být vždy pravda. Nezřídka se zde vyskytují také jedinci, kteří nejsou sexuálně aktivní a/nebo je reprodukce realizována přímo pod jezem. V rámci hodnocení RP je často výhodné odlovit ryby do odlovných zařízení uvnitř nebo na výstupu RP (Roscoe a kol. 2011, Bunta kol. 1999, Thiem a kol. 2011). Pokud jsou však tyto ryby následně vypuštěny zpět pod RP s cílem využití jejich migrační motivace, je nutné zohlednit skutečnost, že tyto jedinci již migrací RP ztratili část svých energetických zásob a již nemusí do RP opětovně migrovat. Podobný artefakt je spojený se získáním zkušeností jedince (učením) při úspěšné migraci RP (Bunt a kol. 2012). Ideálním řešením je tak sledování ryb odlovených v RP v následující sezoně. V rámci aktivního lovu (elektrolov) vždy prolomit reprezentativní úsek toku se zahrnutím všech typů dostupných habitatů a nelovit jen v těsné blízkosti RP.

3. Lokalita vypuštění

Místo vypuštění odlovených ryb je pro hodnocení RP zásadní a mimo jiné závisí na tom, jak a kde byly ryby odloveny. Pokud jsou ryby odloveny v podjezí, mohou být vypuštěny na stejném místě. Pokud jsme ryby odlovili v celé šíři toku, je dobré je vrátit na místo odlovu (konkrétní břeh, mikrohabitat). Ryby se někdy účelově vypouštějí u vábivého proudu, na vstupu do RP nebo v různých částech tratí RP s cílem identifikace problematických míst, ale tyto postupy jsou, jak je diskutováno výše, spíše zavádějící.

4. Časový harmonogram

Načasování vlastního odlovu, značení i vypouštění ryb, má na odhad biologické funkčnosti RP zásadní vliv (Portz a kol. 2006). Obecně je problematické načasování odlovů na vrcholu migrace, kdy jsou ryby akumu-

lované pod překážkou a jejich odlov, případně spojený s další manipulací (značení) může jejich migrační chování významně ovlivnit. V důsledku fyziologických změn organismu v době reprodukce se obvykle prodlužuje doba zotavení a v závislosti na metodě odlovu významně stoupá mortalita ryb (elektrolov). Pokud musí být ryby v období reprodukce loveny (vysoká efektivita lovu, zachycení málo početných druhů aj.), vždy musí být zvolena nejšetrnější varianta odlovu (např. odlovy pastmi s krátkou dobou expozice) a manipulace. Značení jedinci by měli být součástí sledování až v nadcházející sezoně.

5. Značení ryb

Metoda značení má na odhad biologické funkčnosti RP rovněž zásadní vliv. Negativně působí jakýkoli způsob značení, který omezuje jedince (např. změny fyziologického stavu, nedodržení maximálních velikostí a hmotnosti značek atp.). V závislosti na stupni omezení jsou negativní důsledky buď krátkodobého nebo trvalého charakteru (Cooke a kol. 2011). Významnou roli hraje volba zavedení značek s preferencí intracoelomické (do břišní dutiny) implantace u dlouhodobých studií a naopak intramuskulární (do svaloviny) nebo vnější implantace v případě studií krátkodobých (Cooke a kol. 2011). Při vlastním hodnocení, resp. podhodnocení výsledků, hraje velmi důležitou roli ztrátovost značek (vypadnutí nebo vyloučení značky organismem) i aplikace anestézie při chirurgické implantaci (stres, zranění), kdy je však potřeba vzít v úvahu rovněž samotný vliv anestezie (změny v chování v důsledku zotavení, potenciální vliv na sensorové mechanismy ryb).

6. Správná funkce monitorovacích zařízení

Každá monitorovací metoda má své silné a slabé stránky. V závislosti na konkrétní metodě jsou velmi důležitými faktory spolehlivost značek (jednoznačná identifikace) a funkčnost jednotlivých komponent monitorovacího systému. V opačném případě dochází k podhodnocování výsledků biologické funkčnosti RP. Obecně jsou nejspolehlivější metody přímého odlovu. Za spolehlivé lze označit také metody založené na kontinuálním sběru dat. Nutností kalibrace se vyznačují obecně všechny metody založené na aplikaci elektronických značek. Například v případě RFID je zásadní správná funkce čtecího zařízení, a to jak pro individuální značky, tak v případě čtení více značek najednou (Castro-Santos a kol. 1996). Rádiové telemetrické systémy zase vyžadují sekvenční skenování více antén a/nebo frekvencí. Systém musí být nastaven tak, aby byly značené ryby jednoznačně identifikovatelné (Bunt a kol. 2000).

Výsledky biologického monitoringu předkládá žadatel formou závěrečné zprávy ve struktuře dle Přílohy č. 7. 4.

3. 5 POŽADAVKY NA KOMPATIBILITU DAT

Tento odstavec se týká výhradně aplikace základní monitorovací metody RFID, která využívá princip trvalého individuálního značení organismů elektronickými značkami (v případě ostatních metod požadavky na kompatibilitu nejsou). Kromě hodnocení konkrétního projektu (RP) mohou být jednou značené ryby sledovány v rámci opakovaných monitoringů, monitoringů na navazujících migračních opatření a/nebo dlouhodobých monitoringů migrací ryb v rámci velkých geografických území (povodí). Podmínkou dalšího využití je technická kompatibilita zvolené technologie RFID, kterých existuje více. Požadovaný typ mikročipů (PIT) musí odpovídat standardu ISO 11784 a ISO 11785, které fungují na frekvenci 134,2 kHz. Tyto čipy používají resortní organizace MŽP ČR, mj. za účelem monitoringu přeshraničních území (Labe, Dunaj). Mají garantovaný unikátní kód v dekadickém formátu, jenž je veden v organizaci ICAR z důvodu eliminace duplikace kódu. Součástí biologického monitoringu RP je předání Protokolu o značení (viz Příloha č. 7. 2), jehož primárním cílem je možnost následné kontroly a standardizace hodnocení. Protokol uvádí základní informace o značených organismech: ID značky, druh, velikost (TL – celkovou délku, SL – tělní délku),

váha, datum, lokalita odlovu a vysazení, odpovědná osoba v součinnosti se schváleným projektem pokusu. Pokud je to metodicky možné, je vhodné uvést pohlaví značených ryb a pořídit fotodokumentaci.

Pro plánování a realizaci odlovů a značení ryb je nutné souhlasné stanovisko uživatele revíru (např. ČRS a MRS) a jako vhodné je informovat příslušné regionální pracoviště AOPK ČR a to min. ve lhůtě min. 14 dní před zahájením akce.

Nedílnou součástí monitorovací zprávy je kromě výše požadovaných příloh v případě monitoringu s RFID předání datových záznamů o průběhu migrací za celé sledované období v elektronické podobě (viz Příloha 7. 3). Předání monitorovací zprávy a povinných příloh zajišťuje investor akce případnému donoru dotace a příslušným úřadům.

4 PRÁVNÍ A STRATEGICKÝ RÁMEC

Prvotním a nezbytným krokem pro uskutečnění monitoringu a hodnocení funkčnosti RP je získání nezbytných povolení:

a) Projekt pokusů (dále jen „PP“)

Z časových důvodů je nejsložitější získání Žádosti o schválení projektu pokusů (podle § 16a zákona č. 246/1992 Sb. na ochranu zvířat proti týrání, ve znění pozdější předpisů; dále jen „246/1992 Sb.“). Aby bylo možné podat Žádost o schválení PP, je nezbytné mít akreditaci uživatelského zařízení. Následný postup je dostupný na stránkách Ministerstva zemědělství ČR (<http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/zivotni-situace/podani-zadosti-na-ministerstvo-2.html>). Zodpovědný útvar je Ministerstvo zemědělství ČR – Odbor živočišných komodit. PP je písemně vyjádřený záměr a cíl pokusu na zvířeti/zvířatech, který musí obsahovat identifikaci uživatelského zařízení a údaje o jeho akreditaci (§ 15 odst. 2 zákona 246/1992 Sb.), zejména označení osoby zodpovědné za péči o zvířata v uživatelském zařízení. Dále musí obsahovat: označení osoby, která je oprávněna pokus řídit (vedoucí pokusu); zdůvodnění pokusu; označení druhu pokusných zvířat, jejich počet a původ; stanovení podmínek provádění pokusu a veterinárních podmínek, včetně stanovení závazné metodiky pokusů a způsobu provedení a ukončení pokusu.

V této věci je oprávněna jednat:

- právnická nebo fyzická osoba, která provozuje zařízení (provádí pokusy na zvířatech),
- osoba zmocněná k zastupování ve správním řízení (číslo jejího osvědčení dle § 17 zákona 246/1992 Sb.).

Podání žádosti o akreditaci uživatelského zařízení dle zákona 246/1992 Sb. se podává na příslušný orgán státní správy, u kterého je zařízení registrováno projekt pokusů a žádost o jeho schválení. Na úřadě se předkládá vyplněný projekt pokusů (2x) a žádost o jeho schválení (2x).

Další účastníci řešení jsou příslušný orgán Státní veterinární správy a příslušná Resortní komise. Související předpisy jsou Zákon č. 166/1999 Sb., o veterinární péči a o změně souvisejících zákonů (veterinární zákon), Zákon č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, Zákon č. 246/1992 Sb., na ochranu zvířat proti týrání a Zákon č. 500/2004 Sb., správní řád.

b) Značení ryb

Pro použití u ryb je v současné době v ČR otestováno a používáno několik druhů anestetik. Například MS-222 (tricain), 2-phenoxyethanol, hřebíčkový olej, Menocain a jiné. U ryb je anestézie chápána jako celkové znečítlivění za účelem manipulace s rybami či provádění různých veterinárních nebo chovatelských zákroků. Důvodem anestézie u ryb je prevence stresu z manipulace a minimalizace mechanického poškození. Aplikaci a detailní použití anestetik ryb popisuje Kolářová a kol. (2012).

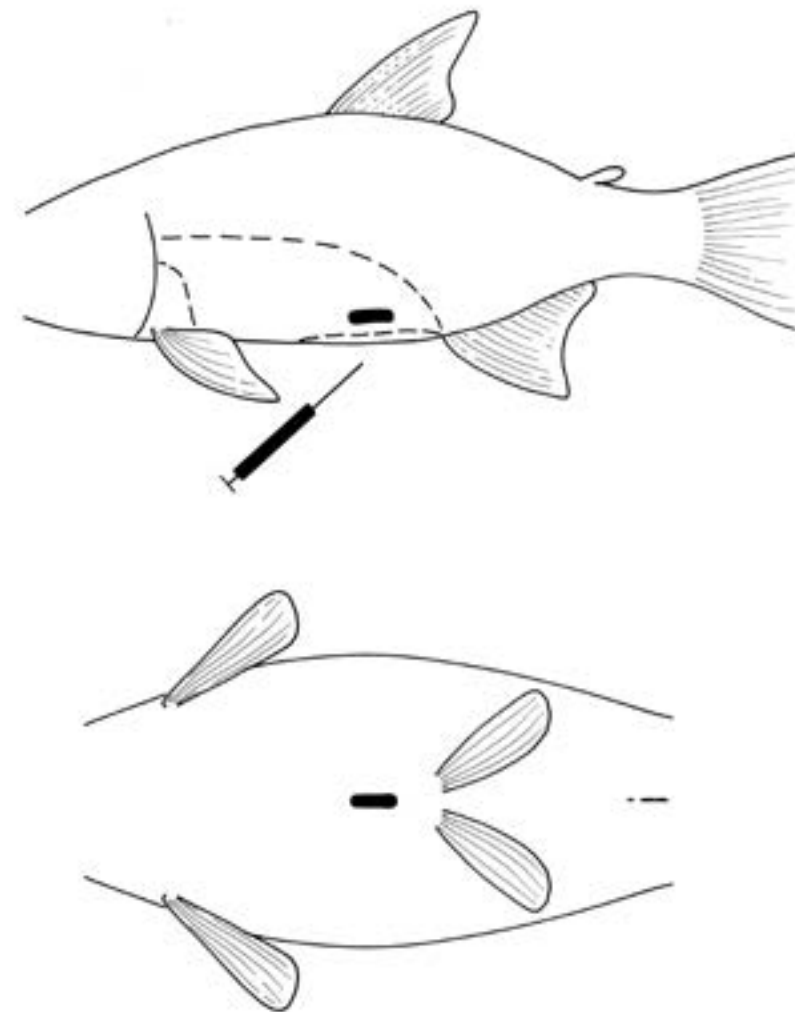
Samotné značení ryb je v ČR prováděno za účasti veterinárního lékaře, který provádí narkotizaci ryb anestetikem. Po uspání jedince jsou během několika vteřin zjištěny základní morfologické ukazatele a následně je do břišní dutiny standardními metodami implantován aktivní, radiový transponder (vysílačka). Rána po vpravení vysílačky je veterinárním lékařem zašita, ošetřena desinfekcí ev. antibiotiky a po krátkém zo-

tavení je jedinec šetrně vypuštěn zpět na lokalitu. Detailní a podrobný popis implantace vysílaček je znázorněn v metodice Implantace telemetrických vysílaček do ryb (Kolářová a kol. 2014). V kapitole 3. 2, B. 2, RFID jsou uváděny dvě možné metody implantace PIT značek, z nichž implantace do břišní dutiny (Obr. 7) je v současnosti jednoznačně preferovanou u juvenilních a menších jedinců ryb do 200 mm celkové délky těla (Biomark Inc.). Pro účely této metodiky je požadovanou metodou implantace PIT.

c) Povolení k odlovům a manipulaci

Povolení k odlovu a odchytu ryb ve volných vodách musí probíhat dle platných právních předpisů tj. na základě výjimky ze Zákona č. 99/2004 Sb., § 13 odst. 5 a v soulasu s § 21 písm. d). Důvody pro udělení výjimky ze zákazu lovu jsou ještě upřesněny v prováděcí vyhlášce č. 197/2004 Sb. k zákonu o rybářství. Odlov smí být prováděn pouze osobou, která má oprávnění k odlovu elektrickým agregátem (vyhláška č. 50/1978 Sb.). Pokud má revír udělenou výjimku je lhůta na vyjádření držitele dekretu na daný revír 16 dní. Výjimku nejčastěji uděluje Český rybářský svaz (ČRS) a Moravský rybářský svaz (MRS), popřípadě správa národních parků (NP), podniky povodí nebo Lesy ČR, s.p.

Při odlovu ryb v lokalitách s možným výskytem zvláště chráněných druhů živočichů je nutné požádat o výjimku ze Zákona č. 114/1992 Sb., § 50 odst. 1 a 2. Důvody pro udělení této výjimky uvádí Zákon č. 114/1992 Sb., § 56.



Obr. 7. Požadovaný způsob značení PIT značek – implantace do břišní dutiny. © Irena Vajglová

5 LITERATURA

Aarestrup K., Luca M.C., Hansen J.A., 2003. Efficiency of a nature-like bypass channel for sea trout (*Salmo trutta*) ascending a small Danish stream studied by PIT telemetry. *Ekology of Freshwater Fish* 12(3): 160–198

Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky (AOPK), 2015. Standardy péče o přírodu a krajinu – Rybí přechody. 34 pp

Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky (AOPK), 2017. Databáze migračních bariér. (dostupná na www.vodnitoky.ochranaprirody.cz)

Arlinghaus R., Cooke S.J., Lyman J., Policansky D., Schwab A., Suski C., Sutton S.G., Thorstad E.B., 2007. Understanding the complexity of catch-and-release in recreational fishing: An integrative synthesis of global knowledge from historical, ethical, social, and biological perspectives. *Reviews in Fisheries Science* 15(1–2): 75–167

Armstrong J.D., Braithwaite V.A., Rycroft P., 1996. A flat-bed passive integrated transponder antenna array for monitoring behaviour of Atlantic salmon parr and other fish. *Journal of Fish Biology* 48: 539–541

Baras E., Malbrouck C., Houbart M., Kestemont P., Méler C., 2000. The effect of PIT tags on growth and some physiological factors of age-0 cultured Eurasian perch *Perca fluviatilis* of variable size. *Aquaculture* 185: 159–173

BAW and BFG, 2011. Guideline: upstream fishways on German federal waterways. version 1.0, 4 October, 2011, Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) Karlsruhe, Bundesanstalt für Gewässerkunde (BFG), Koblenz.

Bergensen E.P., Rogers K.B., Conger L.V., 1994. A livestock hormone pellet injector for implanting PIT tags. *North American Journal of Fisheries Management* 14: 224–225

Biomark Inc, ústní sdělení Piccinini Armando, Workshop Vodňany 2017

Bouše E., Musil J., Vlašánek P., Barankiewicz M., 2017. Výběr metody pro vzorkování rybích společenstev na velkých řekách: Aktualizace metodik vzorkování rybích společenstev a hodnocení ekologického stavu – biologické složky ryby pro velké řeky. Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka, v.v.i., 24 pp

Bunt C.M., Katopodis C., McKinley R.S., 1999 Attraction and passage efficiency of white suckers and smallmouth bass by two Denil Fishways. *North American Journal of Fisheries Management* 19: 793–803

Bunt C.M., Cooke S.J., McKinley R.S., 2000. Assessment of the Dunnville fishway for passage of walleyes from Lake Erie to the Grand River, Ontario. *J. Great Lakes Res.* 26: 482–488

Bunt C.M., Castro-Santos T., Haro A., 2012. Performance of fish passage structures at upstream barriers to migration. *River Research and Applications* 28: 457–478

Castro-Santos T., Haro A., Walk, S., 1996. A passive integrated transponder (PIT) tag system for monitoring fishways. *Fisheries. Research* 28: 253–261

Castro-Santos T., Haro A., 2010. Fish guidance and passage at barriers. Science Publishers, pp 62–89

Castro-Santos T., Cotel J.A., Webb P.W., 2009. Fishway evaluations for better bioengineering – an integrative approach. *American Fisheries Society, Symposium* 69, pp 557–575

Cooke S.J., Hinch S.G., 2013. Improving the reliability of fishway attraction and passage efficiency estimates to inform fishway engineering, science, and practise. *Ecological Engineering* 58: 123–132

Cooke S.J., Suski C.D., 2005. Do we need species-specific guidelines for catch-and-release recreational angling to effectively conserve diverse fishery resources? *Biodiversity and Conservation* 14(5): 1195–1209

Cooke S.J., Sneddon L.U., 2007. Animal welfare perspectives on recreational angling. *Applied Animal Behaviour Science* 104(3–4): 176–198

Cooke S.J., Woodley C., Eppard M.B., Brown R.S., Nielsen J.L., 2011. Advancing the surgical implantation of electronic age in fish: a gap analysis and research agenda based on a review of trends in intracoelomic tagging effects studies. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 21: 127–151

Evropská Unie (EU), 2007. Nařízení rady ES č. 1100/2007 ze dne 18. září 2007, kterým se stanoví opatření pro obnovu populace úhoře říčního Úřední věstník Evropských společenství. L 248: 17–23

Evropská Unie (EU), 2000. Směrnice evropského parlamentu a rady 2000/60/ES. Úřední věstník Evropských společenství. L293/20: 275–346

Evropská Unie (EU), 1992. Směrnice rady 92/43/EHS ze dne 21. května 1992 o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin. Úřední věstník Evropských společenství. L206: 1–66

Horký P., Slavík O., 2011. metodika hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích (kategorie řeka) pomocí biologické složky ryby. SVTI VÚV TGM, v.v.i., 16 pp

Jurajda P., Slavík O., Adámek Z., 2006. Metodika odlovu a zpracování vzorku plůdkových společenstev ryb tekoucích vod. Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka, v.v.i. 10 pp

Katopodis C., Williams J.G., 2012. The development of fish passage research in a historical context *Ecological. Engineering*. 48 8–18

Kolářová, J., Velišek, J., Nepejchalová, L., Svobodová, Z., Kouřil, J., Hamáčková, J., Máchová, J., Piačková, V., Hajšlová, J., Holadová, K., Kocourek, V., Klimánková, E., Modrá, H., Dobšíková, R., Groch, L., Novotný, L., 2012. Anestetika pro ryby (aktualizované vydání z roku 2007). Edice Metodik, FROV JU, Vodňany, č. 77, 25 pp

Kolářová J., Slavík O., Horký P., Randák T., 2014. Implantace telemetrických vysílaček do ryb. č. 148 Vodňany 24 pp

Lucas M., Baras E., 2001. Migration of Freshwater Fishes. Wiley-Blackwell Science, pp 440

Marek P., Musil J., 2018. Masarykovo zdymadlo Střekov – migrační bariéra i po roce 2020? *Ochrana přírody* 4: 10–13

McKenzie J.R., Parsons B., Seitz A.C., Kopf R.K., Mesa M.G., Phelps Q. (eds.), 2012. Advances in fish tagging and marking technology. American Fisheries Society, Symposium 76, Bethesda, Maryland.

Ministerstvo životního prostředí České republiky (MŽP), 2012. Koncepce zprůchodnění říční sítě České republiky. 14 pp

Ministerstvo životního prostředí České republiky (MŽP), 2014. Koncepce zprůchodnění říční sítě České republiky – Aktualizace 2014. 24 pp

Musil J., Horký P., Slavík O., Zbořil A., Horká P., 2012. The response of young of the year fish to river obstacles: Functional and numerical linkages between dams, weirs, fish habitat guilds and biotic integrity across large spatial scale. *Ecological Indicators* 23: 634–640

Musil J., Slavík O., Horký P., 2008. Monitoring rybního přechodu ve sportovní propusti jezu Budín na řece Sázavě ř.km 58. Závěrečná zpráva Povodí Vltavy a.s., VÚV T.G.M. v.v.i., Praha, 18 pp

Musil J., Ferrao J., Barankiewicz M., 2014. Monitoring funkčnosti rybního přechodu na řece Ohři ř.km 218,6. Závěrečná zpráva, VÚV T.G.M. v.v.i., Praha, 9 pp

Navarro A., Oliva V., Zamorano M. J., Gines R., Izquierdo M. S., Astorga N., Afonso J. M., 2006. Evaluation of PIT system as a method to tag fingerlings of gilthead seabream (*Sparus auratus* L.): Effects on growth, mortality and tag loss. *Aquaculture* 257: 309–315

Olla B.L., Davis M.W., Rose C., 2000. Differences in orientation and swimming of walleye pollock *Theragra chalcogramma* in a trawl net under light and dark conditions: concordance between field and laboratory observations. *Riseries research* 44(3): 261–266

Portz D.E., Woodle C.M., Cech J.J., 2006. Stress-associated impacts of short-term holding on fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 16(2): 125–170

Prentice E.F., Flagg T.A., McCutcheon C.S., 1990. Feasibility of using implantable passive integrated transponder PIT tags in salmonids. *American Fisheries Society Symposium* 7: 317–322

Prchalová M., Vetešník L., Slavík O., 2006. Migrations juvenile and subadult fish through a fishpass during late summer and fall. *Folia Zoologica* 55: 162–166

Roscoe D.W., Hinch S.G., 2010. Effectiveness monitoring of fish passage facilities: historical trends, geographic patterns and future directions. *Fish and Fisheries* 11: 12–33

Roscoe D. W., Hinch S.G., Cooke S.J., Patterson D.A., 2011. Fishway passage and post-passage mortality of up-river migrating sockeye salmon in the Seton river, British Columbia. *River research and Applications*. 27(6): 693–705

Santos J.M., Pinheiro P.J., Ferreira M.T., Bochechas J., 2008. Monitoring fish passes using infrared beaming: a case study in an Iberian river. *Journal of Applied Ichthyology*. 24: 26–30

Schmutz S., Mielach C., 2013. Measures for ensuring fish migration at transversal structures. International Commission for the Protection of the Danube River (ICPDR) Technical Paper. Wien 50pp

Schreck C.B., Moyle P.B., 1997. *Methods for Fish Biology*. Amer Fisheries Society. 684 pp

Schreck C.B. Contreras-Sanchez W., Fitzpatrick M.S., 2001. Effects of stress on fish reproduction, gamete quality, and progeny. *Aquaculture* 197(1–4): 3–24

Silva A.T., Lucas M.C., Castro-Santos T., Katopodis Ch., Baumgartner L.J., Thiem J.D., Aarestrup K., Pompeu P.S., O'Brien G.C., Braun D.C., Burnett N.J., Zhu D.Z., Fjeldstad H.P., Forseth T., Rajaratnam N., Williams J.G., Cooke S.J., 2018. The future of fish passage science, engineering, and practice. *Fish and Fisheries* 19: 340–362

Slavík O., Jurajda P., 2001. Metodický návod pro sledování společenstev juvenilních ryb. Výzkum pro praxi, sešit 44, VÚV TGM Praha, 40pp

Slavík O., Vančura Z., Musil J., Horký P., Laurman M., Bůžek D., Bůžek M., 2012. Migrace ryb, rybí přechody a způsob jejich testování – Metodický postup pro návrh, realizaci a možnosti testování funkce rybích přechodů pro žadatele OPŽP. Ministerstvo životního prostředí České republiky. 139 pp

Slavík O., Vančura Z., Musil J., Horký P., Laurman M., Bůžek D., Bůžek M., 2013. Metodický postup na zlepšení migrační průchodnosti příčných překážek na vodních tocích ČR – Příručka pro žadatele OPŽP. Ministerstvo životního prostředí České republiky. 47 pp

Snyder D.E., 2003. Invited overview: conclusions from a review of electrofishing and its harmful effects on fish. *Fish Biology and Fisheries* 13: 445–453

Thiem J.D., Taylor M.K., McConnachie S.H., Binder T.R., Cooke S.J., 2011. Trends in the reporting of tagging procedures for fish telemetry studies that have used surgical implantation of transmitters: a call for more complete reporting. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 21(1): 117–126

Turek J., Horký P., Slavík O., Randák T., 2014. Značení ryb. *Edice Metodik, FROV JU, Vodňany*, č. 154, 33 pp

Doplnující literatura:

Nusl P., Bednář R., Dubský K., Poupě J., Dvořák V., 2010. Lov ryb elektrickým agregátem. Český rybářský svaz – Rada, Praha 2010. 142 pp.

Odeh M. (ed.), 2000. Advances in fish passage technology: engineering design and biological evaluation. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.

ČSN 75 0121 Vodní hospodářství. Terminologie vodních toků

ČSN ISO 26906 (25 9360) Hydrometrie – Rybí přechody na objektech pro měření průtoků

ČSN P 75 2323 Zajištění poproudových migrací ryb ve vodních tocích

TNV 75 2321 Zprůchodnění migračních bariér rybími přechody

TNV 75 2322 Zařízení pro migraci ryb a dalších vodních živočichů přes překážky v malých vodních tocích

Seznam vybraných pracovišť:**Specializovaná pracoviště resortu MŽP**

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejně výzkumná instituce

Podbabská 30, 160 00 Praha 6

Vybraná akademická pracoviště

Česká zemědělská univerzita v Praze

Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 – Suchdol

Ostravská univerzita

Přírodovědecká fakulta

30. dubna 22, 701 03 Ostrava

Biologické centrum AV ČR, v. v. i.

Hydrobiologický ústav

Na Sádkách 702/7, 370 05 České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Zátiší 728/II, 389 25 Vodňany

Výše uvedená pracoviště nejsou jediná, která se ověřováním biologické účinnosti RP zabývají. Dále jsou to některé další odborné organizace.

6 PODĚKOVÁNÍ

Publikace byla realizována v rámci projektu Technologické agentury České Republiky (TAČR), program Alfa, č. projektu TA04020765 „Vývoj metodických, plánovacích a monitorovacích opatření pro řešení problematiky fragmentace říční sítě ČR, a podpořena projektem EHP (Norsko, Island a Lichtenštejnsko) a Norských fondů grantem č. EHP-CZ02-OV-1-016-2014 „Vytvoření strategie pro snížení dopadů fragmentace říční sítě ČR“ a podporou MŽP v rámci Dlouhodobého rozvoje výzkumné instituce (DRKVO).

7 PŘÍLOHY

7.1 ICHTYOLOGICKÝ PRŮZKUM – PROTOKOL

Ichtyologický průzkum

Projekt			Datum			GPS 1	
Lokalita			Zhotovitel			GPS 2	
Místo			Teplota		pH	Úsek (m)	
Tok			Vodivost		O ₂	Čas lovu	
ID	Druh	TI (mm)	SL (mm)	H (mm)	W (g)	sex	Poznámka

TL - celková délka (mm)

SL - tělní délka (mm)

H - výška těla (mm)

W - váha (g)

GPS 1 - začátek lovu

GPS 2 - konec lovu

7. 2 PROTOKOL O ZNAČENÍ PIT

Protokol o značení ryb - PIT

Datum (dd.mm.rrrr)	Lokalita	Tok	GPS odlovu ryb	GPS vypuštění ryb	Druh	Tl (mm)	SL (mm)	H (mm)	W (g)	sex	PIT	Projekt	Zhotovitel
12.4.2018	Louny	Oříhe	50.3582617 13.7975008	50.3580292 13.7995017	jelec tloušť	253	214	42	282	M	989001054196	AOPK2018	Novák

TL - celková délka (mm)
 SL - tělní délka (mm)
 H - výška těla (mm)

W - váha (g)
 PIT – unikátní identifikační číslo pasivního integrátoru (mikročipu)
 v dekadickém formátu

7. 3 DATOVÝ ZÁZNAM Z RFID DATALOGERU

Záznamy o průchodech ryb značených mikročipem skrz sledovací zařízení za celé sledované období se předávají v elektronické podobě (MS Excel, viz vzor tabulky níže). Nezbytnou součástí záznamů monitoringu jsou i data o teplotě vody a průtoku (denní průměr na nejbližší stanici).

Pokud má rybí přechod více vstupů či výstupů, musí být v tabulce jasně specifikováno, ze kterého vstupu či výstupu data pocházejí (číslo antény), a zároveň musí Zpráva z monitoringu (viz příloha 7.4) obsahovat přesnou specifikaci číslování jednotlivých RFID antén, tj. na kterém vstupu či výstupu se anténa s daným číslem nachází. Unikátní identifikační číslo PIT je třeba do databáze uvádět v dekadickém formátu.

Jako samostatný soubor se též připojí provozní deník sledovacího zařízení (rovněž MS Excel) se záznamy o kalibraci zařízení (požadavek na minimálně 90 % schopnost správné detekce mikročipu), popřípadě s doplněním soupisu poruch a doby odstávky přístroje v průběhu sledovaného období.

Závazný formát databáze průchodu značených ryb rybími přechody (GPS zapisovat ve formátu: 50.3582617N, 13.7975008E)

Datum (dd.mm.rrrr)	Čas (hh:mm:ss)	Lokalita (obec)	GPS	Tok	Průtok (m ³ /s)	Teplota (°C)	číslo antény - vstup do RP	číslo antény - výstup z RP	PIT

Provozní deník monitorovacího zařízení.

Datum	Jméno	Lokalita	Zařízení	Činnost (kalibrace aj.)	Období mimo provozu	Poznámka

7. 4 VZOR ZPRÁVY Z MONITORINGU

1. Úvod

Specifikace lokalit, jestli se lokalita s rybím přechodem RP nachází např. v Národním prioritním koridoru, EVL, Natura 2000 aj.

data o ichtyofauně na daném území, shrnutí historických dat, zpráv, publikací a informací z databází (možno využít zdrojů AOPK, VÚV TGM, Arrow, podniky povodí, ČHMU aj.)

2. Metodika

lokalita (detailnější popis)

ichtyologický průzkum na sledovaném území (viz příloha 7. 1)

použité monitorovací systémy

RFID, Radiová telemetrie – umístění, počet a číslování jednotlivých antén (schematická mapka s umístěním jednotlivých antén), způsob aplikace PIT (příloha 7. 2) a vysílaček aj.

VAKI – umístění, počet dnů v provozu

Zpracování dat – statistické analýzy

3. Výsledky a doporučení

Hodnocených jednotlivých proměnných pro monitorovaný rybí přechod podle Tab. 1. (druhová, velikostní selektivita, hodnocení trati RP atd.) spolu s dalšími faktory (teplota vody, průtok). Interpretace výsledků monitoringu rybiho přechodu a jeho doporučení.

8 SEZNAM ZKRATEK

AOPK ČR	Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky
ČSN	Česká státní norma
ČRS	Český rybářský svaz
EHS	Evropské hospodářské společenství
EU	Evropská unie
EHP	Evropský hospodářský prostor
EVL	Evropsky významná lokalita
CHKO	Chráněná krajinná oblast
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci – standard kvality
MO ČRS	Místní organizace Českého rybářského svazu
MVE	Malá vodní elektrárna
MRS	Moravský rybářský svaz
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
OP ŽP	Operační program Životní prostředí
PIT	Pasivní integrátory
RFID	Radio Frequency Identification (radiofrekvenční identifikační systém)
RP	Rybí přechod
ř. km	Říční kilometr
SDO	Souhrn doporučených opatření
s. p.	Státní podnik
TNV	Technická odvětvová norma vodního hospodářství
VAKI	VAKI – Bioskener – přístroj na počítání ryb a odhad velikosti
VÚV T.G.M., v.v.i.	Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce
WFD	Rámcová směrnice o vodách
Wi-Fi	souhrnné označení bezdrátových sítí

V METODICKÉ ŘADĚ AOPK ČR BYLO DOSUD VYDÁNO:

Jak značit exempláře CITES? – 2019

Invazní nepůvodní druhy s významným dopadem na evropskou unii - 2018

Jak pastevečtí psi chrání stáda – 2018

Metodika monitoringu návštěvnosti v chráněných územích – 2017

Ekologicky orientovaná správa vodních toků v oblasti péče o jejich morfologický stav – 2016

Monitoring ohrožených rašeliništních mechorostů a péče o jejich lokality – 2014

Ochrana saproxylického hmyzu a opatření na jeho podporu – 2014

Metodika pro praktickou ochranu ptáků v zemědělské krajině – 2013

Oceňování dřevin rostoucích mimo les – 2013

Jak značit exempláře CITES? – 2011

Vydra a doprava – 2011

Metodika péče o lokality vybraných druhů ohrožených rostlin

– vstavač trojzubý – 2011

– kuřička hadcová – 2011

– sinokvět chrpovitý – 2011

– hořeček mnohotvarý český – 2011

Metodická příručka pro praktickou ochranu netopýrů, II. aktualizované vydání – 2010

Oceňování dřevin rostoucích mimo les – 2009

Raci v České republice – 2009

Zásady managementu stanovišť druhů v evropsky významných lokalitách soustavy Natura 2000 – 2008

Památné stromy – 2008

Hodnocení fragmentace krajiny dopravou – 2005

Revitalizace vodního prostředí – 2003

Metodická příručka pro ochranu populací, chov a repatriaci střevle potoční – 2003

Metodika pro zpracování záchranných programů pro zvláště chráněné druhy cévnatých rostlin a živočichů – 2002

Metodiky mapování biotopů soustavy Natura 2000 a Smaragd, III. vydání – 2002

Metodická příručka k zajišťování průchodnosti dálničních komunikací pro volně žijící živočichy – 2001

Rez dřevin ve městě a krajině – 2000

Péče o chráněná území II. – 1999

Péče o chráněná území I. – 1999

Metodika přípravy plánů péče – 1999

Monitorování ekologických změn – 1995

Metodika monitoringu zdravotního stavu dřevin – 1995

Metodika sledování výskytu vážek – 1995

Metodika křížení komunikací a vodních toků s funkcí biokoridorů – 1995

Ochrana plazů – 1995

Autoři textu:**JIŘÍ MUSIL¹, PAVEL MAREK² & MIROSLAV BARANKIEWICZ¹**

¹Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejně výzkumná instituce,
Oddělení ekologie vodních organismů, Podbabská 30, 160 00 Praha 6, Česká republika,
jiri.musil@vuv.cz, miroslav.barankiewicz@vuv.cz

²Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, Kaplanova 1931/1,
148 00 Praha 11 – Chodov, Česká republika, pavel.marek@nature.cz

Autoři kreseb:

© Irena Vajglová

Autoři fotografií:

© Tereza Barteková

© archiv VÚV T. G. M., v. v. i.

© archiv AOPK ČR

Recenzenti:

Miloš Holub, Zdeněk Vogl, Pavel Vrána, Miroslav Kubín

Grafické zpracování: Jan Mastný

Tisk: Tiskárny Havlíčkův Brod a.s.

Náklad: 300 ks

Vydání: 1. vydání

Vydala:

Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky
Kaplanova 1931/1, 148 00 Praha 11-Chodov
email: aopkcr@nature.cz, distribuce publikací: knihovna@nature.cz

© AOPK ČR, 2020

ISBN 978-80-7620-052-4 (brožováno)

NEPRODEJNÉ



AGENTURA OCHRANY
PŘÍRODY A KRAJINY
ČESKÉ REPUBLIKY