



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti
Evropský fond pro regionální rozvoj

Pro vodu,
vzduch a přírodu

METODICKÝ POSTUP NA ZLEPŠENÍ MIGRAČNÍ PRŮCHODNOSTI PŘÍČNÝCH PŘEKÁŽEK VE VODNÍCH TOCÍCH ČR

Příručka pro žadatele OPŽP

Ondřej Slavík, Zdeněk Vančura a kol.

MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR

www.opzp.cz
zelená linka pro žadatele o dotace: 800 260 500 ▪ dotazy@sfzp.cz
www.sfzp.cz ▪ www.mzp.cz

Ondřej Slavík, Zdeněk Vančura a kol.

METODICKÝ POSTUP NA ZLEPŠENÍ MIGRAČNÍ PRŮCHODNOSTI PŘÍČNÝCH PŘEKÁŽEK VE VODNÍCH TOCÍCH ČR

Příručka pro žadatele OPŽP

METODICKÝ POSTUP NA ZLEPŠENÍ MIGRAČNÍ PRŮCHODNOSTI PŘÍČNÝCH PŘEKÁŽEK VE VODNÍCH TOCÍCH ČR


Příručka pro žadatele OPŽP

- Autorský kolektiv:** Ondřej Slavík, Zdeněk Vančura
Jiří Musil, Pavel Horký, Marcel Lauerman, David Bůžek, Matěj Bůžek
- Tisk:** Dragon Press s.r.o., Dukelská 228, 339 01 Klatovy
- Vydalo:** Ministerstvo životního prostředí, se sídlem Vršovická 1441/65, Praha 10 ve spolupráci s Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka, v.v.i., Podbabská 30, Praha 6 a společností Envisystem, s.r.o., U Nikolajky 15, Praha 5
- Vydání:** první vydání
- Rok vydání:** 2012

© Ministerstvo životního prostředí

Fotografie © Envisystem, s.r.o., Fish pass France, Milieu, Inc., VÚV TGM, v.v.i.

ISBN: 978-80-7212-581-4



Ministerstvo životního prostředí

www.mzp.cz



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

www.sfzp.cz



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ
PROSTŘEDÍ

www.opzp.cz

Obsah:	strana
1. Úvod	4
2. Termín neprostupná překážka	5
3. Příčná překážka, rybí přechod a legislativní nařízení	6
4. Migrace ryb	7
4.1 Diadromní migrace	7
4.2 Potamodromní migrace	7
5. Koncepce zprůchodnění říční sítě ČR	8
6. Potenciální migrační zprůchodnění lokality	10
6.1 Odhad návrhového intervalu průtoků v řece	11
6.2 Hydraulické poměry lokality	12
6.3 Vstup rybího přechodu	15
6.4 Výstup přechodu	16
7. Základní typy a parametry rybích přechodů	17
7.1 Společné zásady pro kaskády bazénů a skluzy	18
7.2 Bazénové přechody.....	21
7.3 Skluzy	27
7.4 Rybí komory a výtahy	29
7.5 Speciální přechody pro úhoře	29
7.6 Rybí přechody v propustcích	30
7.7 Využití dalších objektů pro migrace ryb	32
7.8 Architektonické řešení RP	32
7.9 Náklady stavby RP	33
7.10 Rozsah hydraulických výpočtů	34
8. Provoz a údržba	35
9. Ochrana poproudě migrujících ryb	35
10. Monitoring a vyhodnocení funkce rybích přechodů	38
10.1 Historické a aktuální údaje	38
10.2 Druhové spektrum.....	38
10.3 Početnost jedinců potvrzující funkci RP	39
10.4 Velikostní selektivita.....	39
11. Technické vybavení pro test funkce RP	40
11.1 Radiová a akustická telemetrie.....	41
11.2 Telemetrie s pasivními integrátory.....	42
11.3 Bioskenery	43
Základní literatura	
Příloha P.1 Indikátory hodnocení projektů pro potřeby OPŽP	46

Předmluva

Účelem této příručky je usnadnit navrhování, realizaci a ověření funkce u zařízení umožňujících zajištění nebo obnovu migrací ryb a dalších organismů přes neprostupné překážky v říčním prostředí. Informace jsou určeny pro předkladatele projektů do OPŽP, kteří mají zájem výstavbu tzv. rybích přechodů realizovat. Zároveň by příručka měla sloužit k vyhodnocení těchto žádostí posuzovateli OPŽP. Příručka je zaměřena na technickou stránku navrhování rybích přechodů a vyhodnocení jejich funkce. Příručku doprovází vydání rozšířené publikace „Migrace ryb, rybí přechody a způsob jejich testování“ (MŽP, 2012), která podrobněji vysvětluje migrační chování ryb a mihulí, požadavky na rybí přechody a metody jejich monitorování. Avšak vyčerpávající a komplexní informace o ekologii ryb je potřebné hledat ve specializovaných odborných publikacích a podobně tak i širší souvislosti z oblasti hydrologie, hydrauliky, úprav toků nebo hydrotechniky. Je také vhodné zdůraznit, že příručka shrnuje pouze obecně přijímané, nejdůležitější postupy. Návrh rybiho přechodu je však do určité míry vždy unikátním projektem, který od projektantů vyžaduje flexibilní přístup. Podobně je vysoce variabilní chování migrujících ryb, které jsou následně používány k ověření účinnosti rybích přechodů. Obsah příručky tedy nemůže být pro realizační týmy závazný v celém svém rozsahu a příručka má proto především doporučující charakter.

1. ÚVOD

Překážky v toku, které trvale omezují volný pohyb mihulí, ryb a dalších vodních organismů, jsou jednou z hlavních příčin oslabování jejich populací až jejich vymizení z říční sítě. Překážkami jsou často izolovány unikátní úseky řek, kde se ryby rozmnožují a odkud se následně šíří oběma směry do celého povodí. Dnes jsou dobře známy příklady lososa, tažné mořské formy pstruha obecného, jesetera velkého, placky pomořanské, síha severního, platýse bradavičnatého a mihule mořské a říční, kteří byli z životního prostoru České republiky v minulých dvou stoletích vytlačeni. Navzdory rozvoji znalostí biologie ryb tento trend pokračuje a v současnosti je v důsledku poškození životního prostředí ohrožen výskyt i existence úhoře říční. Příklady trvalých migračních překážek jsou obecně známé a náleží k nim nejen přehradní nádrže a vysoké jezy, ale také říční úseky odkud je nadměrně čerpána voda nebo naopak přiváděna voda znečištěná chemickými nebo odpadními látkami a teplem. Obnovení výskytu vymizelých druhů je velmi obtížné a nákladné, a proto je vhodné k využívání vodního prostředí přiřadit i projekty, které umožní zániku populací mihulí a ryb předcházet. Jedním z hlavních nástrojů pro obnovu funkce toku je výstavba rybích přechodů. Obnovení volných biokoridorů pro migrující organismy je v současnosti chápáno jako jeden z kulturních projevů společnosti a zároveň charakterizuje vysokou úroveň státní ekologické politiky.

2. TERMÍN NEPROSTUPNÁ PŘEKÁŽKA

Překážka je považována za *neprostupnou*, pokud omezuje migraci ryb a dalších vodních organismů. Do charakteristiky neprostupnosti je vhodné zahrnout i dočasné omezení, např. situace za nízkých průtoků, kdy se s poklesem výšky vodního sloupce zvyšuje rozdíl mezi úrovní hladiny nad a pod překážkou. Neprostupnost je nutné posuzovat i z hlediska pohybu po proudu (např. přehradní nádrže nebo vodní elektrárny). Migrační překážka nemusí být tvořena pouze příčnými stavbami v korytě (např. jezem nebo hrází), ale také hydraulickými podmínkami (proudění vody pod přelivy, mělké úseky s vysokými rychlostmi proudu – např. hladké skluzy, propustky, měrné tratě limnigrafického profilu, dlážděné úseky), které mohou být pro ryby nepřekonatelné za určitých průtokových poměrů.

K rozhodnutí, kdy je objekt migrační překážkou, je používáno druhové a velikostní složení společenstva ryb. Např. losos je schopen skokem překonávat překážky i několik metrů vysoké, pokud má pod překážkou dostatečný prostor k získání potřebné rychlosti a také dostatečnou výšku vodního sloupce pro odraz. Avšak pokud je v řece s výskytem lososa přítomen malý druh, který není schopen překonávat překážky skokem (např. vranka), překážka se stává neprostupnou již při měřitelném rozdílu hladin. V zájmu udržení funkčních společenstev je proto potřebné podmínky prostupnosti přizpůsobit druhům s nejnižšími schopnostmi překážku překonat. Rozdíl hladin se může v jednotlivých letech měnit na základě průtokových situací, ale ryby vyžadují možnost migrace každý rok. Jsou proto stavěny rybí přechody (dále jen RP), které migraci umožňují. Trať RP zajišťuje migraci ryb především plaváním a nikoliv skákáním přes jednotlivé stupně, protože v celém vodním sloupci jsou typově modifikované štěrbiny.

Stanovení překážky jako neprostupné však ještě neurčuje prioritu jejího zprůchodnění. Harmonogram odstraňování překážek je určen státní strategií, ekologickou koncepcí, která přiřazuje tokům prioritu pro zprostupnění. Pro základní představu je v následujících řádcích uvedena obecná představa, jaký výsledek by měly dosáhnout navrhovaná opatření, tedy zprostupnění příčné překážky pomocí RP.

Optimální funkci RP charakterizují Cowx a Welcome (1998) v následujícím (převzatém a upraveném) textu: „RP by měl být snadno překonatelný pro všechny migrující druhy, včetně méně schopných plavců. V přechodu by měly být úkryty (tůně) pro odpočinek vzhledem k vysokým rychlostem proudění. Přechod by měl být v plné funkci celý kalendářní rok, měl by být funkční za různých průtoků, teploty a nasycení vody kyslíkem a kromě migrace by také měl např. dovolit rybám navracet se na původní pozice, pokud byly sneseny po proudu záplavovou vlnou. Přechod by měl poskytovat úkryt a prostor místně obvyklému množství migrujících ryb během reprodukčních nebo potravních migrací. Ryby by měly být schopné snadno nalézt vstupní otvor RP, který by měl být mimo úseky s nízkým prouděním a mimo nebezpečná místa. Trať RP by měla vyúsťovat nad překážkou v místech, kde rybám nehrozí strhávání proudem do nátoky vodní elektrárny a k turbínám“.

Jak nejnověji uvádějí Quigley a Harper (2006), moderní pojetí prostupnosti překážek pro migrující ryby je založeno na tzv. *No Net Loss* (NNL) konceptu. Ten udává, že účinná opatření prováděná na toku musí zajistit původní produkci ryb, jinými slovy musí zajistit úplnou obnovu ekosystému. V případě migrace ryb přes příčné překážky, termín NNL znamená, že RP musí zajistit neovlivněný pohyb všech životních stádií daného druhu bez následných dopadů na jeho reprodukční úspěch. V poslední době je zmiňována i tzv. „*transparentnost*“ fragmentovaného toku pro pohyby původních druhů ryb, který kvalitativní ukazatele prostupnosti upřesňuje (Castro-Santos a kol., 2009). *Transparentnost* RP tak v důsledku znamená překonání příčné překážky bez zdržení, ztrát energie, stresu, zranění a

jiných negativních vlivů snižujících kondici jedince. Společným znakem konceptů *transparentnosti* i NNL je neovlivněná migrace ryb.

3. PŘÍČNÁ PŘEKÁŽKA, RYBÍ PŘECHOD A LEGISLATIVNÍ PŘEDPISY

Příčná překážka na vodním toku je zpravidla samostatným vodním dílem [§ 55 zákona č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) v platném znění] nebo součástí vodního díla. Základní povinnosti vlastníků vodních děl jsou uvedeny v § 59 vodního zákona a patří mezi ně povinnost dodržovat podmínky a povinnosti, za kterých bylo vodní dílo povoleno, jakož i povinnost udržovat vodní dílo v řádném stavu [§ 59 odst. 1 písm. a) a b)]. Výčet povinností v tomto ustanovení však není konečný. Na vlastníka vodního díla se proto dále vztahují obecné povinnosti podle stavebního zákona, zejména pak povinnost neprodleně ohlásit vodoprávnímu úřadu závady na vodním díle, které ohrožují životy či zdraví osob nebo zvířat [§ 154 odst. 1 písm. b) stavebního zákona] nebo povinnost umožnit kontrolní prohlídku vodního díla, a pokud tomu nebrání závažné důvody, této prohlídce se zúčastnit [§ 154 odst. 1 písm. c) stavebního zákona]. Z hlediska zprůchodnění příčných překážek pak platí, že podle § 15 odst. 6 vodního zákona musí být při povolování vodních děl, jejich změn, změn jejich užívání a jejich odstranění zohledněna ochrana vodních a na vodu vázaných ekosystémů. Vodní díla nesmí, až na zákonem taxativně vypočtené případy, vytvářet bariéry pohybu ryb a vodních živočichů v obou směrech vodního toku. Tyto zákonné požadavky je nezbytné zohlednit již v rámci projektování uvedených záměrů a zároveň je následně dodržet během příslušných povolovacích řízení.

*Zákonné předpisy se vztahem k příčným překážkám a jejich zprůchodnění¹
Příčná překážka a rybí přechod z hlediska předpisů nelegislativní povahy²*

¹ **Zákon č. 254/2001 Sb.** o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) v platném znění.
§§ 8 a 15 vodoprávní povolení; § 35 podpora života ryb; § 36 minimální zůstatkový průtok, §§ 55 a 59 vodní díla a povinnosti k nim vztahované
- Nařízení vlády č. 71/2003 Sb. o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení jakosti těchto vod;
- Vyhláška č. 590/2002 Sb. novelizována vyhláškou 367/2005 Sb. o technických požadavcích na vodní díla (§ 19 jiné stavby vyžadující povolení k nakládání s vodami);
- Vyhláška č. 470/2001 ve znění vyhlášky 333/2003 Sb. byla změněna vyhláškou č. 267/2005 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků (§ 5 péče o koryto vodního toku nebo jeho úseku a vlastní vodní díla);

Zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny v platném znění
§§ 50 a 55;

Zákon č. 99/2004 Sb. o rybníkářství, výkonu rybářského práva, rybářské stráž, ochraně mořských rybolovných zdrojů a o změně některých zákonů (zákon o rybníkářství) v platném znění
§ 12 ochrana rybníkářství a ochrana rybářského práva, § 13 lov

- Vyhláška č. 197/2004 Sb.

Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) v platném znění
§§ 34, 62, 66, 154

- Vyhláška č. 132/1998 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení stavebního zákona;
- Vyhláška č. 137/1998 Sb. o obecných technických požadavcích na výstavbu;

Zákon č. 289/1995 o lesích v platném znění.

² **Technické normy ČSN v oblasti Vodní hospodářství**

ČSN 75 0120 Vodní hospodářství – Terminologie hydrotechniky.

ČSN 75 2101 Ekologizace úprav vodních toků.

ČSN 75 2106 Hrazení bystřin a strží.

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

Oborové normy TNV

TNV 75 2321 Zprůchodňování migračních bariér rybími přechody.

TNV 75 2322 Zařízení pro migraci ryb a dalších vodních organizmů přes překážky na malých vodních tocích.

TNV 75 2925 Provoz a údržba vodních toků.

TNV 75 2303 Jezy a stupně.

TNV 75 2102 Úpravy potoků.

TNV 75 2103 Úprava řek.

4. MIGRACE RYB

Migrace jsou pravidelně se opakující přesuny většiny populace mezi dvěma nebo více prostředím (Northcote, 1984). Rozlišují se migrace *diadromní*, tedy migrace mezi mořským a sladkovodním prostředím a migrace *potamodromní*, které ryby vykonávají pouze ve sladkovodním prostředí. Migrace *katadromní* jsou diadromní migrace z říčního prostředí do mořského. V povodí Labe a Odry vykonávají katadromní tah dospělé samice úhoře říčního *Anguilla anguilla* za účelem reprodukce. Migrace *anadromní* jsou migrace diadromní realizované za účelem reprodukce z mořského prostředí do říčního. Anadromní migrace jsou charakteristické pro lososa atlantského *Salmo salar* v povodí Labe. V minulosti byly na území ČR dokumentovány diadromní migrace nejméně pěti dalších druhů ryb a dvou druhů mihulí, jejichž opětovný výskyt lze s různou pravděpodobností v budoucnosti očekávat.

4.1 DIADROMNÍ MIGRACE

Výskyt diadromních druhů (v současnosti úhoř a losos) v RP lze očekávat v rozmezí intervalu jaro – podzim. Ačkoliv hlavní tah dospělých lososů na dolním Labi vrcholí v říjnu a listopadu, podle historických údajů bylo během roku možné sledovat několik početně odlišných migračních vln složených z velikostně rozdílných jedinců. Dospělí úhoři vstupují do RP pouze náhodně a jejich migrace s proudem vody do mořského prostředí je především spojována s ochranou před vniknutím do turbín vodních elektráren. Na území ČR reprodukční tah úhořů vrcholí během září, ale menší vrchol lze i sledovat v jarním období během května. Juvenilní úhoři naopak do RP vstupují. Na dolním Labi v úseku Ústí nad Labem – Nymburk byly v RP nalézány během června a července při teplotě vody okolo 20°C.

4.2 POTAMODROMNÍ MIGRACE

Potamodromní druhy migrují v podélném profilu toku po celý kalendářní rok. Výskyt ryb v RP lze očekávat především na jaře a na podzim, kde je migrace různých druhů motivována hledáním reprodukčního prostředí. Na jaře migruje většina druhů. Již v měsíci únoru lze se zvyšující se teplotou očekávat migrace jeliců, jesenů, případně štik, v průběhu března je možné navíc očekávat migrace bolena a jelce proudníka a během dubna pak vrcholí migrace okouna a lipana. S postupným oteplováním vody přibližně nad 8 až 10 °C je překročen teplotní práh, který vyžaduje k migraci většina kaprovitých druhů ryb. Další zvyšování teploty na jarní reprodukční migrace nemá již trvalý vliv, i když náhlé poklesy teploty mohou intenzitu migrace dočasně zmírnit. Období vrcholných jarních migrací připadá na přelom dubna a května. Koncem měsíce srpna začíná migrovat pstruh obecný. Migrace pstruha je intenzivnější v září a vrcholí na přelomu října a listopadu. Na zahájení migrací pstruhů nemá teplota žádný vliv. Sestup teplot pod práh 6–5 °C migrace pstruhů zastaví, protože pohyb v tak chladné vodě je energeticky příliš náročný (pstruzi např. nemohou překonat překážky skokem). V měsíci listopadu a prosinci vrcholí reprodukční migrace mníka jednovousého. Migrace ryb ovlivňuje také průtok. Obecně platí, že změna průtoku může migraci vyvolat nebo naopak zastavit, a to v závislosti na místních podmínkách. Kaprovité druhy ryb se za extrémních průtoků (sucho a povodeň) migraci vyhýbají a v RP jsou nalézány hlavně při průměrných hodnotách. Migraci vyvolává i zakalení vody po bouřkách. Pstruzi se stejně jako kaprovité druhy vyhýbají migraci proti proudu za vysokých průtoků, ale na rozdíl od nich migrují i za nízkých hodnot. Zvýšení průtoku a zakalení vody vyvolává migraci mníka a úhoře, který však migruje i za nízkých průtoků. Z dalších parametrů prostředí omezují intenzitu reprodukčních migrací např. snížení pH vody a měsíční fáze v úplňku.

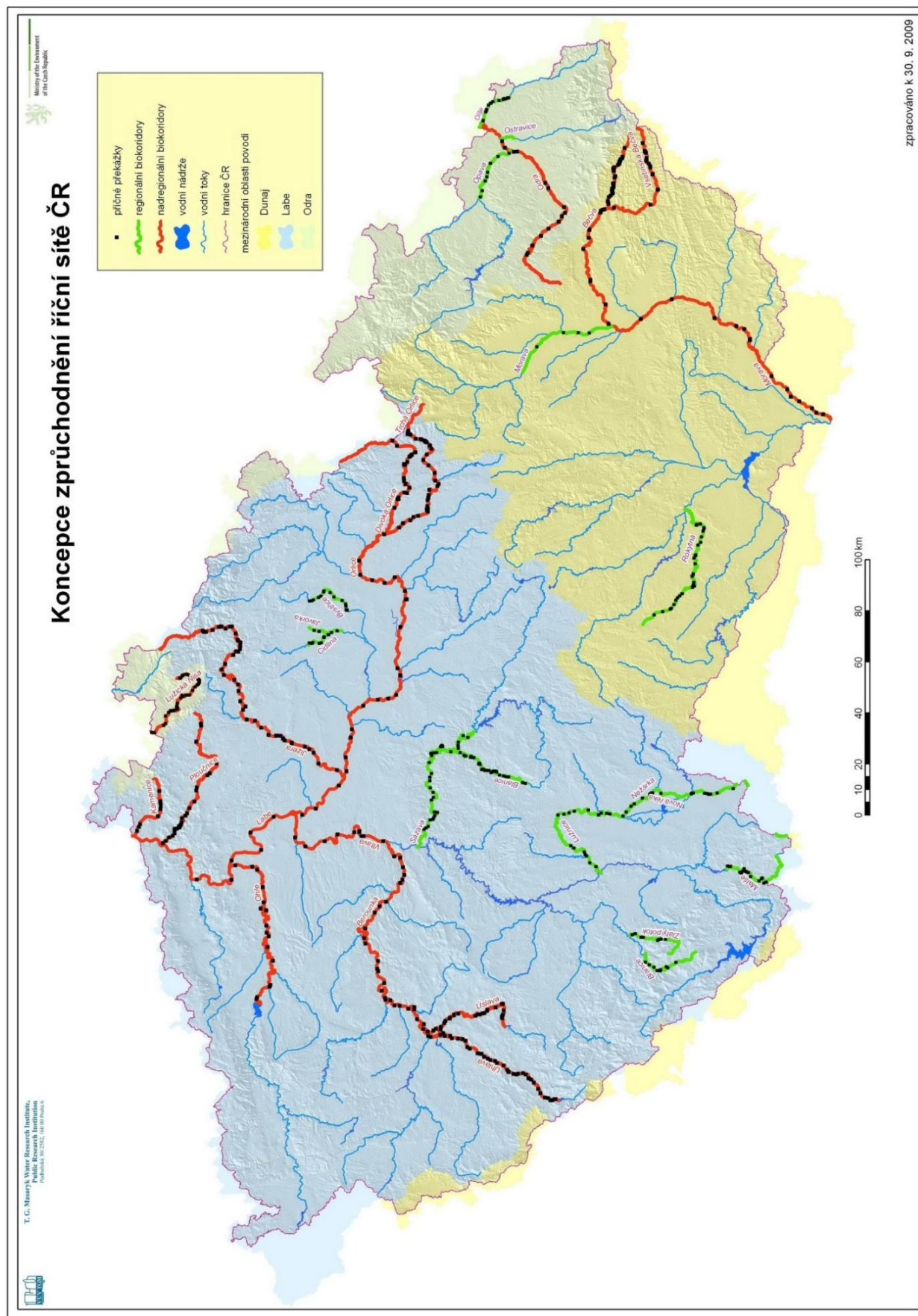
Migrace ryb v říčním prostředí nemusí být vyvolány pouze potřebou rozmnožování (např. Lucas a Baras, 2001). Cílem přesunů ryb může být i nalezení nových potravních zdrojů. V některých povodích mohou být potravní migrace intenzivnější a početnější než reprodukční. Tyto letní potravní migrace mohou být někdy sledovány např. u pstruha obecného v pramenných oblastech horských toků. Migrace jsou spojeny i s růstem ryb (obecně s ontogenetickým vývojem). Se zvyšující se velikostí těla se mění nároky na potravu, stanoviště a úkryt a tato změna se projevuje sezónní migrací.

5. KONCEPCE ZPRŮCHODNĚNÍ ŘÍČNÍ SÍTĚ ČR A LOKALIZACE RP V MIGRAČNÍCH KORIDORECH

Realizace RP je vázána na konkrétní toky, a proto je regionálním projektem ochrany přírody. Avšak lokální význam je pouze zdánlivý. Říční síť má jako celek vyšší biologický smysl; podle gradientu říční sítě migrují a rozmnožují se nejen ryby (Musil a kol., 2012) a např. koryši, ale také velcí mlži, jejichž parazitické larvy ryby dále šíří. Vzhledem k dosavadnímu civilizačnímu vlivu však není možné obnovit migrační prostupnost celé říční sítě v krátkém časovém horizontu. Byly postaveny přehradní nádrže nebo celé kaskády, které natolik mění průtokový, teplotní a živinový režim, že zprostřednění přinese jen nepatrné zlepšení ekologického stavu. Původní druhy se v úsecích pod přehradami nerozmnožují a jsou nahrazeny druhy nepůvodními. Např. v minulosti pozitivně zdůrazňovaný výskyt lososovitých ryb v úsecích pod přehradami je nežádoucím stavem. Nelze proto dávat prioritu zprůchodnění takto narušeným částem říční sítě (vltavská kaskáda, Novomlýnské nádrže). Podobně je vhodné dočasně snížit prioritu zprůchodnění na řekách pod významnými přehradními nádržemi (např. dolní úseky řek jako jsou Ohře, Malše, Svratka, Jihlava). Naopak by měly být prioritou toky se zachovalým teplotním a průtokovým režimem bez přehrad (Berounka, Ploučnice, Bečva, Lužnice a další) nebo s přehradami menší rozlohy (např. Pastviny na řece Divoké Orlici, Nýrsko na Úhlavě, Husinec na Blanici). Ačkoliv i tyto přehradní gradient teploty a variabilitu průtoku ovlivňují, v úsecích řek nad i pod těmito přehradami lze nalézt stejné druhy ryb. Prostupnost těchto menších přehrad lze také v budoucnu zajistit obtokovými kanály.

Zachovalé migrační koridory bez přehrad jsou na našem území vzácné (Musil a kol., 2009), a je proto účelné zaměřit výstavbu RP právě na ně. Kritériem by měla být také vazba na možnost migrace do moře, čili přednost by měly mít toky, které jsou přímo navázány na řeky Labe, Dyje a Odry. Proto byly v povodí těchto řek navrženy tzv. *nadnárodní migrační koridory* (Slavíková a kol., 2010), které umožňují migraci lososa k části historických trdlišť anebo migraci úhoře. Pro lososa a úhoře byla definována *labská cesta* (Labe až k pramenným oblastem Divoké a Tiché Orlice) a pro úhoře *vltavská cesta* (Labe až k soutoku s Vltavou, dále Berounka až k pramenným oblastem Úhlavy a Úslavy) a povodí řeky Odry. V mezinárodním povodí Dunaje byl určen jako *nadnárodní* biokoridor z řeky Dyje do řeky Moravy a dále řeky Bečvy a jejího celého povodí. Souhrnné informace o všech třech povodích jsou uvedeny na obr. 5.1.

Na migrace ryb je vázáno i šíření vzácných vodních mlžů, jejichž populace jsou však často lokalizovány na horních úsecích toků nad přehradními nádržemi. Proto byly vytvořeny tzv. *národní migrační koridory*, které mají za cíl zprůchodnit i menší izolovaná povodí (obr. 5.1) s ohledem na ochranu mlžů.



Obr. 5.1 Koncepte zprůchodnění říční sítě v nadnárodních a národních migračních koridorech

Koncepce nadnárodních a národních migračních koridorů tak zajišťuje budoucí volnou migraci lososa, úhoře (a dalších diadromních i potamodromních druhů) a také šíření vodních mlžů v prioritním pořadí. Koncepce se vyhýbá velkým přehradním komplexům s vědomím, že v dlouhodobém horizontu 30–50 let mohou být otevřeny i tyto cesty.

6. POTENCIÁLNÍ MIGRAČNÍ ZPRŮCHODNĚNÍ LOKALITY

Návrhu zprůchodnění by mělo předcházet zhodnocení prostupnosti jako celku i potenciálu zprůchodnění jednotlivých objektů a také možnosti modifikace nebo odstranění objektů vodního díla, pokud již neslouží svému účelu.

Migrační překážka nemusí být tvořena jen příčnými stavbami v korytě (například jezem nebo hrází), ale také hydraulickými podmínkami (proudění vody pod přelivy, mělké úseky s vysokými rychlostmi proudu - například hladké skluzy, propustky, měrné tratě limnigrafického profilu, dlážděné úseky), které mohou být pro ryby nepřekonatelné za určitých průtokových poměrů v lokalitě. Nejčtenějšími příčnými překážkami jsou nízké jezy s různým využíváním vodní energie a často různorodých tvarů, daných historickým vývojem.

V popisu zajištění prostupnosti překážky je zavedena tato konvence označení:

Zajištění migrační průchodnosti nebo prostupnosti lokality či rybího přechodu je chápáno jako umožnění protiproudnic migrací ryb. Rybí přechod (RP) je zde vnímán jako žlab, koryto nebo technologické zařízení pro protiproudnic migrace ryb (viz kap. 7). Konstrukce vstupu RP je situována vždy pod překážkou (v dolní vodě); konstrukce výstupu RP pak nad překážkou (v horní vodě). Kromě prvků umožňujících rybám výstup nad překážku a případně i odpočinek, může být součástí přechodu také spojný kanál propojující odlišné funkční části RP.

Základní nároky na zprůchodnění lokality vycházejí nejen ze zařazení do systému migračních biokoridorů v České republice (viz kap. 5), ale také z výsledků ichtyologických průzkumů, které by měly stanovit druhové i velikostní spektrum ryb a poukázat na výskyt zvláště chráněných druhů nebo naturových druhů.

Možnosti zřízení rybího přechodu mohou být limitovány vlastnictvím pozemků a objektů, prostorovými možnostmi lokality a velikostí povolených odběrů vody. Samotný návrh migračního zprůchodnění potom vzniká iteračními postupy a vede ke kompromisnímu řešení mezi dostupnými možnostmi lokality a optimálním řešením. Stručně je postup zachycen na schematickém diagramu (obr. 6.1) a v dalším textu; prostý výčet potřebných podkladů a hodnocení je uveden v tabelárním přehledu přílohy P. 1.

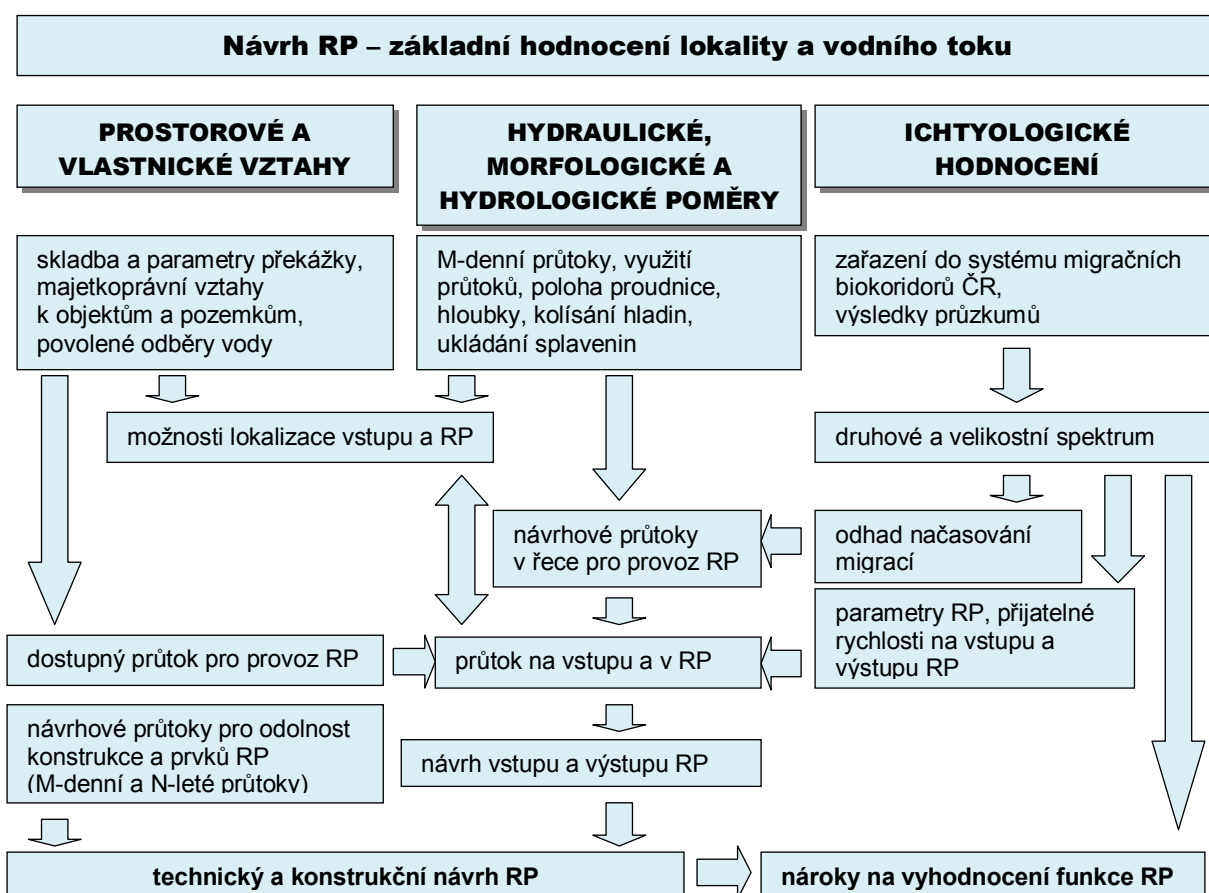
Pro záměr je nezbytné získat údaje o vodním díle, včetně účelu a využití, povolení k nakládání s vodami a stanovený minimální zůstatkový průtok. Dále pak základní hydrologické údaje profilu překážky, geometrický tvar objektů, způsob a hloubku založení, velikost návrhových průtoků pro stabilitu konstrukce a v neposlední řadě je třeba ověřit polohu inženýrských sítí a majetkoprávní vztahy v lokalitě. V hodnocení lokality je vhodné vycházet ze zkušeností správce toku i dostupných leteckých snímků nebo map, historických fotografií, map vojenského mapování a zpráv o povodních.

Provoz rybího přechodu by měl respektovat hydrologické poměry a podmínky daného profilu na celém intervalu průtoků, kdy ryby protiproudnic migrují. Požadavky na provoz rybího přechodu by měly být stanovovány na základě skladby i délkové frekvence cílového rybího společenstva i znalostí o načasování migrací v zájmové lokalitě. Pokud však tyto podmínky v zájmové lokalitě známy nejsou, je nutné přistoupit k odhadům nejnižšího i nejvyššího průtoků, kdy se tahy ryb očekávají. Okrajové hodnoty průtoků pak vymezují

návrhový interval průtoků v řece, směrodatný pro provoz rybích přechodů, na kterém je vyžadováno splnění stanovených parametrů.

Následně by mělo být vyhodnoceno rychlostní pole pod překážkou na určeném intervalu průtoků, které vypovídá o poloze proudnice i klidových zónách proudění a určuje nejvýhodnější lokalizaci vstupu do rybího přechodu z dolní vody. Z těchto údajů mohou vyplynout dodatečné nároky na přídatný průtok vábící vody nebo počty vstupů. O vhodnosti umístění nebo výběru typu rozhoduje také možnost údržby, neboť zanesení vstupu nebo zachycování splávi snižuje účinnost přechodu.

Výsledný technický návrh (projekt) je třeba doplnit o stanovení časového intervalu testování rybího přechodu a doporučit metody i modelové druhy ryb, vhodné pro ichtyologické vyhodnocení funkce RP (viz kap. 10).



Obr. 6.1 Schematický postup hodnocení lokality a vodního toku pro návrh rybího přechodu

6.1 ODHAD NÁVRHOVÉHO INTERVALU PRŮTOKŮ V ŘECE

Odvození návrhového intervalu průtoků v řece, který je směrodatný pro provoz rybích přechodů, vychází z časové řady denních průtoků a teplot pro stanovenou míru překročení průtoků vzhledem k načasování migrací zájmového společenstva ryb. Mimo uvedený interval přechody zůstávají v provozu, ale po překročení okrajových hodnot se hydraulické podmínky začnou odchylovat od návrhových parametrů přechodu.

Průtoky dosažené nebo překročené po dobu M dní v průměrném roce se obvykle vyjadřují ve standardizované sadě.

Tab. 6.1 Informativní návrhový interval průtoků v řece pro protiproudňi migrace

druh	obecná sladkovodní ryba	losos	úhoř
návrhový průtok	$Q_{30d} \div Q_{330d}$	$Q_{30d} \div Q_{355d}$	$Q_{240d} \div Q_{355d}$

Tyto hodnoty lze informativně využít v předprojektové přípravě u řek, kde není režim ovlivněn provozem nádrží nebo významnými odběry. V ostatních případech je nezbytné vyžádat si ovlivněné průtoky, nebo lokalitu posuzovat individuálně podle statistického vyhodnocení denních průtoků. Český hydrometeorologický ústav totiž dosud předával data M-denních a N-letých průtoků pro standardní 50ti-letou řadu 1931-1980, kdy řada nádrží ještě nebyla realizována. Odchytky od ovlivněného režimu průtoků tak mohou být výrazně odlišné, zvláště v oboru nízkých průtoků nadlepšovaných kompenzačním řízením nádrží.³

6.2 HYDRAULICKÉ POMĚRY LOKALITY

Při migračních protiproudňích tazích se orientace ryb řídí hydraulickými poměry – zvláště rychlostmi vody, hloubkami – a také liniemi břehů. Je tedy zřejmé, že zásadní roli v návrhu umístění vstupu hraje vyhodnocení hydraulických poměrů v podjezí včetně výskytu míst, kde ryby před pokusem o výstup mohou odpočívat, a také míst, kde dochází k sedimentaci splavenin. V dalším textu jsou uvedeny příklady výsledků monitorování pohybu ryb pod jezy a také charakteristická rychlostní pole pro odlišné uspořádání jezů a využití průtoků ve vodních elektrárnách.

Pohyb ryb pod příčnou překážkou

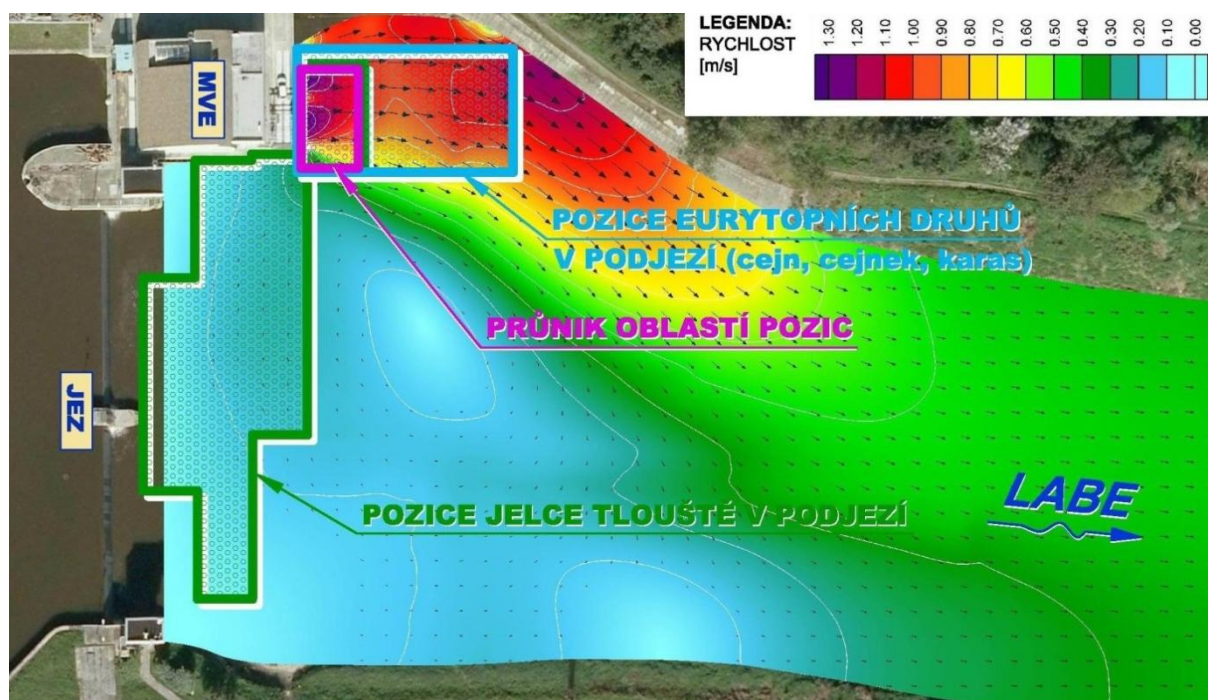
Zatímco v podjezí byl experimentálně podrobně mapován pohyb lososa, u ostatních druhů zůstávají zatím publikované výsledky výzkumu velice skromné. Pohyb lososa obecného sledoval například Larinier (2005), a popsal aktivní vyhledávání potenciálního vstupu napříč řekou pod migrační překážkou mezi oběma břehy.

Horký a kol. (2007) zjišťoval pozice kaprovitých druhů ryb v podjezí a získal podstatně odlišné údaje. Z porovnání pozic kaprovitých ryb pod jezem Obříství vyplynuly zřetelné rozdíly v lokalizaci i převažujícím směru nebo rozsahu pohybu odlišných druhů (viz obr. 6.2). Tloušti po neúspěšném pokusu překonat proud od turbín využívali k odpočinku téměř celé pásmo pod jezem v délce asi 80 m. Naopak podoustev a eurytopní druhy - cejn, cejnek, karas, setrvaly při břehu pouze v pásmu proudu od savek turbín a prostor klidné vody pod jezem vůbec nevyužívaly – u těchto druhů tedy nelze očekávat aktivní vyhledávání vstupů do rybích přechodů mimo dominantní proudění v korytě, stejně jako plavání napříč řekou.

Průnik oblastí pozic tlouště a ostatních sledovaných druhů se tak omezil pouze na úzký pás asi deseti metrů v proudnici bezprostředně pod savkami turbín.

Pohyb úhoře říčního v podjezí není v detailu znám, ale je nutné počítat s tím, že je schopen se (protiproudňe) dostat nejdále a to bezprostředně až k linii překážky (např. pata jezu, výtok ze savek turbín). Malí úhoři byli zastížení v „klidných koutech“ v linii překážky (Solomon a Beach, 2004), které jim poskytovaly místa pro odpočinek, a tam je tedy nutné situovat vstupy RP pro úhoře.

³ Očekává se však, že tato zavedená praxe se v roce 2013 změní a budou již poskytována data odvozená z časové řady 1981–2010.



Obr. 6.2 Pozice ryb pod migrační překážkou na VD Obříství (Labe) podle Horký a kol. (2007)

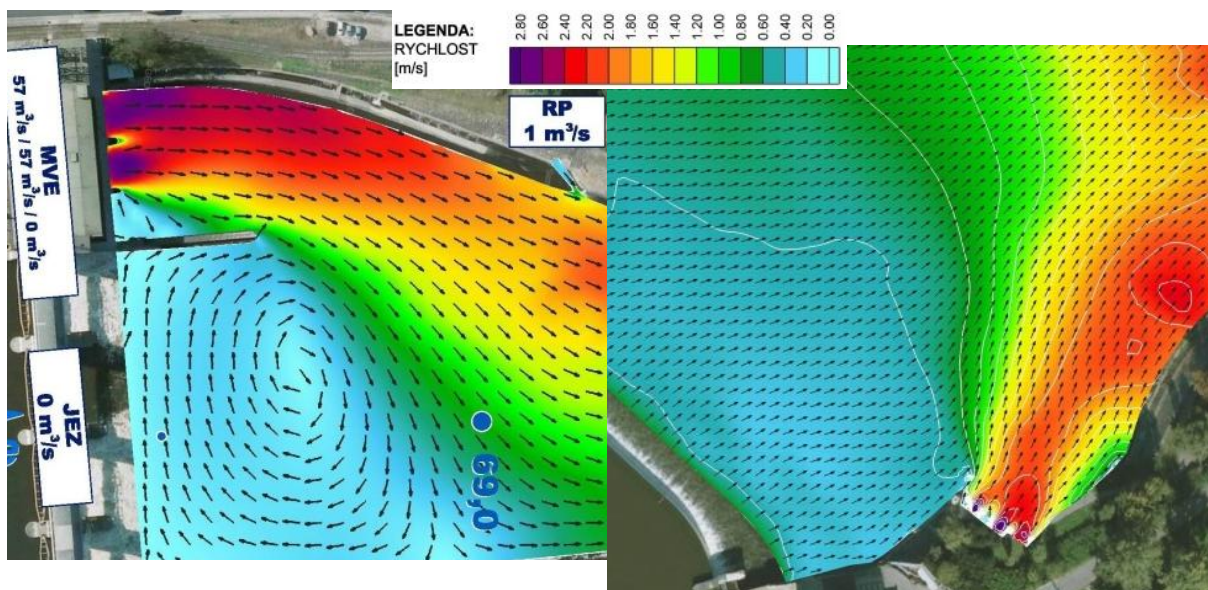
Charakter proudění pod vodními díly

Pokud není podrobně známo rychlostní pole v blízkosti překážky, je vhodné u velkých řek ověřit rozdělení rychlostí alespoň na dvourozměrném matematickém modelu, který je schopen zachytit vlivy zakřivení trasy koryta i půdorysného a výškového uspořádání objektů. Tak lze identifikovat polohu proudnice i oblasti se zpětným prouděním. Vhodným vodítkem pro odhad polohy proudnice jsou také hloubky koryta, zrnitost materiálu dna a formování štěrkových lavic.

U půdorysně lomených jezů je proudnice obvykle předurčena jednotlivými lomy, vrcholy nebo propustí, ale situování rybích přechodů do těchto míst je podmíněno možnostmi údržby. U výrazně šikmých jezů (v půdorysu) se proud koncentruje ve vrcholu (viz obr. 6.4) a tam má smysl umísťovat vstupy RP.

V prostoru se zpětným prouděním může usnadnit nalezení vstupu RP například dosypání krátkých výhonů nebo lavice (Larinier a kol., 2002). Dalším řešením může být soustředění proudu na vstupu zvýšením průtoku nebo naváděcí hrázkou s prohloubeným kanálem.

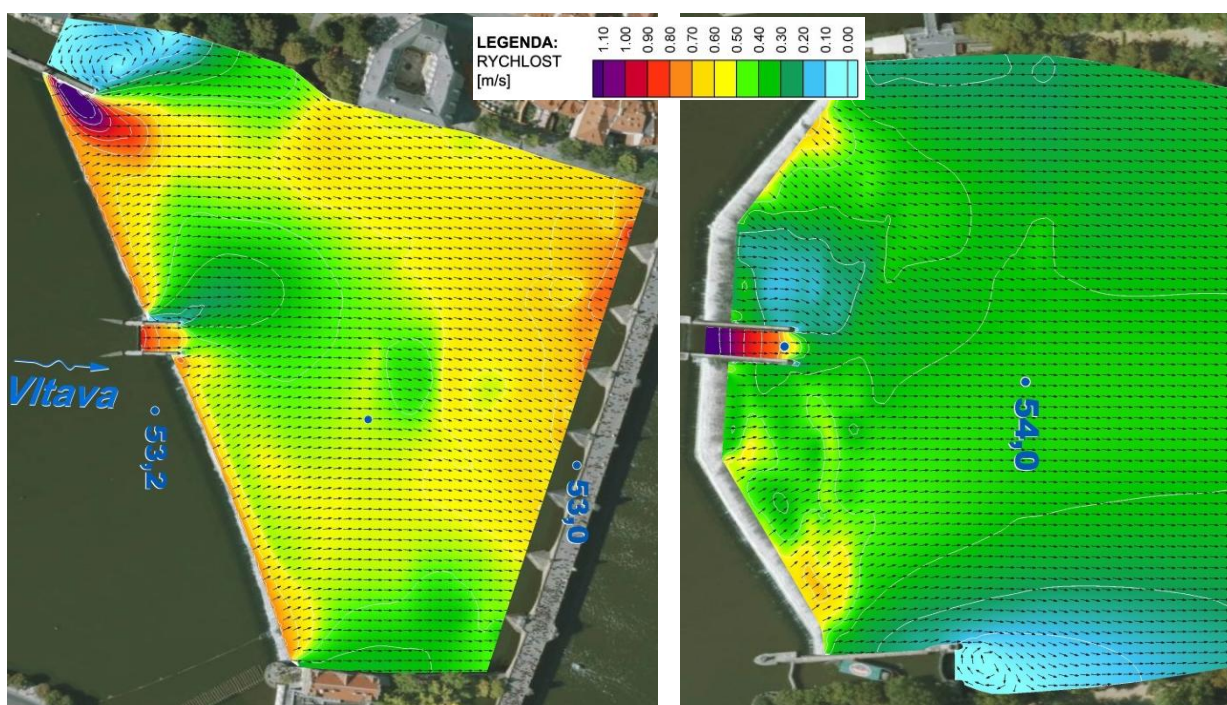
Dále jsou přiloženy příklady řešených rychlostních polí v podježí, které charakterizují základní schéma uspořádání – jez s vodní elektrárnou situovanou v linii jezu a odsazenou od jezového profilu (obr. 6.3), i lomený a šikmý pevný jez bez energetického využití (viz obr. 6.4). Výsledná rychlostní pole pro různé průtoky jsou promítnuta do ortofotomap a barevnými odstíny jsou vyznačeny intervaly hodnot rychlostí proudu. Ohnivé odstíny červené až fialové barvy znázorňují nejvyšší rychlosti a tak signalizují nejen polohu proudnice, ale i nejvýhodnější situování hlavního vstupu rybích přechodů v bezprostřední blízkosti výtoku ze savek elektráren nebo ve vrcholu šikmého jezu.



VD Střekov (Labe)

VD Štvanice (Vltava)

Obr. 6.3 Příklady rychlostního pole v korytě pod vodní elektrárnou Střekov na Labi a Štvanice na Vltavě



Staroměstský jez (Vltava)

Šítkovský jez (Vltava)

Obr. 6.4 Příklady rychlostních polí v podjezí pevného šikmého a lomeného jezu bez energetického využití

U výše uvedených vodních děl s energetickým využitím je zřetelná hlavní proudnice od savek turbín, která se však může posunout například při převádění vody jezovým polem nebo při odstavení turbín z provozních důvodů nebo v důsledku poklesu spádu za povodňových epizod.

6.3 VSTUP RYBÍHO PŘECHODU

Návrhové průtoky na vstupu rybího přechodu

Rozhodující podmínkou pro zajištění efektivity přechodu je přilákání ryb dostatečným proudem na vstupu rybího přechodu, který vyžaduje nejen mohutnost proudu, ale také jeho rychlost. Průtok na vstupu RP zahrnuje nejen vlastní průtok přechodem, ale také přídavný průtok vábící vody.

Odhad návrhových průtoků (Larinier a kol., 2002) na vstupu rybího přechodu:

- 1–5 % aktuálního průtoku v rozsahu návrhového intervalu,
- 5–10 % průměrného ročního průtoku,
- Q_{355} denní.

Samozřejmě se jedná o informativní hodnoty – pro výsledný návrh je rozhodující až hydraulické posouzení lokalizace vstupu vzhledem k celkovému proudění v řece, neboť „migračně“ nevýhodné umístění vstupu si může vyžádat podstatné zvýšení uvedených hodnot. Výtok ze samotného rybího přechodu je dostatečný jen na malých vodních tocích nebo za nízkých vodních stavů. Na velkých řekách neposkytuje dostatečně atraktivní proud v dolní vodě na celém návrhovém intervalu průtoků a pak je nezbytné samostatně přidávat vábící vodu v závislosti na aktuálním průtoku. Vábící průtok by měl být dodáván variabilně v závislosti na kolísání průtoků v řece tak, aby dokázal přilákat ryby z co největšího prostoru pod překážkou; mimo hlavní migrační období ryb lze množství přídavné vody omezit.

Potřebný přídavný proud může být v plném množství dodáván potrubím z jezové zdrže (dotování průtoku na vstupu může být energeticky využíváno), čerpáním z dolní vody nebo využívat patentovaných ejetorů (vyvinutých v Universitě v Kasselu), pracujících na principu Venturiho trubice s tryskou.

Nejmenší rychlosti paprsku opouštějícího vstup rybího přechodu v dolní vodě je nutné uvažovat podle mezinárodního standardu ISO/DIS 26906⁴ – pro obecnou sladkovodní rybu alespoň 0,75 m/s a pro lososa nejméně 1,5 m/s. Optimální hodnoty (podle Armstrong a kol., 2010) by však měly být vyšší, pro sladkovodní ryby 1 m/s a pro velké lososovité druhy 2–2,4 m/s.

Z požadavku na nejmenší rychlosti paprsku vyplývají značné nároky na prostorové řešení vstupů a množství přídavné vábící vody, neboť se zvyšováním hladiny dolní vody při nárůstu průtoků se zvětšuje i průtočný profil na vstupu. Jedním z řešení může být kombinace dílčích úprav, jako jsou zúžení vstupního otvoru, dotace průtoku přídavné vábící vody, zřízení několika hrazených vstupů výškově odstupňovaných, které budou schopny podchytit rozsah kolísání hladin v dolní vodě.

Na velkých tocích se uplatňuje řešení vstupu s otvorem částečně hrazeným pohyblivým uzávěrem, který zajišťuje stálý rozdíl hladin mezi korytem řeky a vstupem RP (shodně jsou vybavovány také vstupy nad výtokem ze savek turbín).

Lokalizace vstupu rybího přechodu

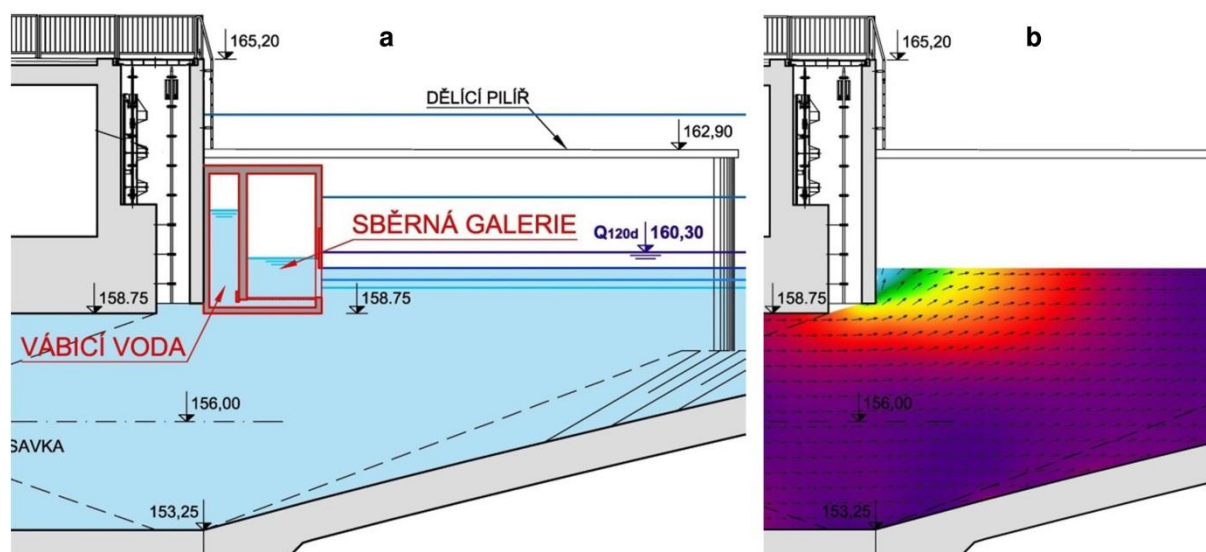
Umístění vstupu rybího přechodu z dolní vody náleží k rozhodující části návrhu. Vstupní profil RP je nutné situovat v prodloužení migračních cest ryb podél břehových linií tak blízko příčné překážce, kam až ryby mohou doplout, neboť ryby nemají tendenci vracet se dolů po

⁴ ČSN ISO 26906 (25 9360) Hydrometrie – Rybí přechody na objektech pro měření průtoku.

proudu. Návrh lokalizace vstupů rybích přechodů by měl respektovat rychlostní pole a umísťovat vstupy v souladu s polohou proudnice a přilehlého břehu v bezprostřední blízkosti překážky. Umístění a uspořádání s přidavnou vábící vodou by mělo nabídnout vhodné podmínky pro snadné a rychlé nalezení vstupů i za proměnných průtokových poměrů v řece. Lokalizace vstupu ve vztahu ke břehům a proudnici také ovlivňuje nároky na množství přidavné vábící vody a může zcela zásadně ovlivnit celkovou účinnost přechodu.

Optimální vzdálenost vstupního profilu od překážky (například pata jezu, výtok ze savek turbín) se pohybuje do 2 m (Armstrong a kol., 2010). Pokud ryby nemohou sledovat zřetelnou proudnici toku předurčenou například soustředěným výtokem z elektrárny nebo výrazným zakřivením jezu, je opodstatněný návrh na realizaci přechodů při obou březích. V korytech přesahujících šířku 100 m vyžaduje rybí přechody na obou březích TNV 75 2321.

V případě vodní elektrárny se obvykle vstup zřizuje v těsné blízkosti ústí jejích savek, případně jako vstupní sběrná galerie (viz obr. 6.5). Z konstrukčního hlediska se jedná o samostatný žlab se vstupními hrazenými otvory nad savkami a potrubím nebo kanálem přidavné vody s difuzory, které zajistí přepouštění potřebného vábíčího průtoku do jednotlivých vstupů podle výšky dolní vody. Pokud však prostorové poměry lokality takové řešení vylučují, je nutné na náhradní lokalitě zvýšit atraktivitu posílením průtoku na vstupu do přechodu.



Obr. 6.5 Výtok ze savek MVE – podélný řez; a) vstupní sběrná galerie, b) rychlostní pole na svislici

6.4 VÝSTUP RYBÍHO PŘECHODU

Výstup rybího přechodu do horní vody se umísťuje do míst, kde rybám nehrozí strhávání proudem pod jezu nebo do hydraulických obvodů vodních elektráren a čerpacích stanic. Rychlost vody by zde neměla překročit cestovní rychlost ryb (tedy rychlost, kterou je ryba schopná udržet po dobu 200 minut - viz kap. 7.1). Zároveň hloubky a strukturace dna na výstupu by měly poskytnout úkryty malým rybám před predátory.

Často se musí provoz rybího přechodu a zvláště jeho výstup v horní vodě vyrovnat s kolísáním hladin za různých průtoků. Malé provozní fluktuace hladiny v řádu decimetrů může vykrýt standardní pevná konstrukce rybího přechodu. Pro kolísání hladiny v řádu metru je již nutné uvažovat o několika hrazených výstupech nebo jiném technologickém zařízení – např. samostatné nebo spřažené naklápěcí přepážky v pevném žlabu, naklápěcí úsek žlabu

(otočný v kloubu), případně použít typ rybího přechodu s cyklickým režimem provozu – rybí komoru nebo výtah (viz kap. 7.4). V návrhu je vždy nutno zvážit technologickou náročnost a nutnost použití těchto pohyblivých zařízení, které mohou komplikovat provoz a údržbu. Také je třeba respektovat jejich citlivost na povodňové stavy provázené pohybem plovoucích předmětů nebo ledovými jevy.

Také je důležité zajištění přístupu a možností odstraňování splavených předmětů a dřevní hmoty. Pro možnost odstavení přechodu pro revize a údržbu nebo testování funkce RP je vhodné na výstupu osadit alespoň drážky provizorního hrazení. Pokud se výstup chrání proti vnikání nečistot bloky nebo hrubými česlemi, musí jejich mezery odpovídat parametrům štěrbin (tab. 7.10, 7.11) nebo otvorům (tab. 7.13) požadovaných pro zastoupení ryb v lokalitě a zároveň konstrukce musí umožnit odstranění zaklíněných větví nebo kmenů.

7. ZÁKLADNÍ TYPY A PARAMETRY RYBÍCH PŘECHODŮ

Konstrukce rybího přechodu nebo úprava koryta by měla poskytnout rybám podobné podmínky, na jaké mohou být adaptovány ve volném toku a nabídnout jim přijatelné prostředí pro překonání překážky i místa pro odpočinek a úkryty.

Kapitola uvádí základní konstrukční typy rybích přechodů používaných v Evropě :

- bazénové přechody,
- skluzy (zdrsněné),
- propustkové přechody,
- speciální přechody pro úhoře,
- výtahy a rybí komory s cyklickým provozem.

Vedle uvedeného členění se v praxi také uplatňuje rozlišení rybích přechodů podle prostorového vedení trasy – a to na *obtoková koryta* (tzv. „bypass“) a *rampy*. Zatímco obtokové koryto obchází migrační překážku až za břehovou linií koryta, rampa modifikuje říční koryto v celé šíři nebo v jeho části. Jiná členění odlišují rybí přechody *technické* a *přírodě blízké* podle modelace koryta a použitých materiálů.

V dalších textech se přírodě blízká nebo obtoková koryta samostatně nevyčleňují a charakteristika přechodů se soustřeďuje na hydraulickou funkci tratě přechodu a nerozlišuje, zda je koryto přechodu vedeno v řečišti nebo obtokovým korytem, či v jaké míře využívá přírodních materiálů. V návrhu kaskády tůň nebo skluzu je však zdůrazněna úloha nabídky drsného dna s variabilními hloubkami a rychlostmi, které umožní protiproudění pohyb také mihulím a malým rybám, včetně úhořů.

V popisu rybích přechodů vedených ve žlabech nebo korytech lze formálně rozlišit dvě základní skupiny typů podle tlumení energie proudu za nízkého návrhového průtoku:

- bazénové RP – série (kaskáda) bazénů oddělených balvanitými liniemi nebo úzkými příčnými přepážkami s výřezy či otvory, kde dochází k tlumení energie v bazénech;
- skluzy zdrsněné balvany nebo příčnými prahy (žebry, lamelami, bloky), které tlumí energii průběžně vloženými drsnostními prvky do dna, případně i stěn.

Samozřejmě mezi oběma skupinami neprobíhá ostrá hranice a zařazení závisí na úhlu pohledu. Lze najít přechodové typy, zařaditelné do obou skupin – například tůň propojené krátkými skluzy, kartáčové přechody apod. Pak je dána v popisu přednost začlenění do kaskády bazénů před skluzy podle chování za nízkých vodních stavů.

7.1 SPOLEČNÉ ZÁSADY PRO NÁVRH RP

Na počátku úvah o migračním zprůchodnění se doporučuje u nevyužívaných stupňů zvážit možnost odstranění překážky, nebo její nahrazení balvanitými úpravami v korytě. Další výběr typu RP je podmiňován dostupností pozemků, dostatečných průtoků a zajištění přístupu i pravidelné údržby.

Při výběru RP by měla být dáována přednost úpravám napodobujícím přirozená koryta s miskovitým nebo lichoběžníkovým profilem, který poskytuje různé hloubky a rychlosti vody. Teprve pokud místní poměry nedovolují přijmout takové řešení, návrh by se měl obracet k prostorově úsporným konstrukcím a případně k rybím komorám nebo výtahům s cyklickým režimem.

Tab. 7.1 Informativní podmínky provozu rybích přechodů (popis a zobrazení jednotlivých typů následuje v kap. 7.2 až 7.3)

rybí přechody :	bazénové ¹⁾					skluzy (zdrsněné)				rybí komora	výtah
	balvanitý	štěrbínový s prahy ze sloupků	štěrbínový	komůrkový	kartáčový	balvanitý	balvanitý strukturovaný	Larinierův (lamely ve dně)	Denilův (jednoduchý)		
informativní podélný sklon ²⁾ [%]	≤ 5					≤ 5		≤ 15	≤ 20	> 100	
druhy losos	ano					ano		ano		ano	
ryb obecná sladkovodní ryba ³⁾	ano					ano		?	ne	ano	
kolísání hladiny ve zdrži ⁴⁾	N	V	N			N		0,4 m	0,3 m	–	
příčný profil (variabilita hloubek) ⁵⁾	miskovitý	obdélník				miskovitý		obdélník		obdélník	
přijatelná změna směru trasy	ostrá – protisměrná					jen v odpočívacích tůních				–	
ucpávání tratě splávim ⁶⁾	R					–	R	–	R	–	
náročná údržba tratě	ano	ne	ano			ne	ano	ne	ano	ano	
využití pro kanoistiku	ne			ano		ne		ano	ne	ne	

Legenda :

- ¹⁾ u všech bazénových typů se předpokládá drsné dno z rastru balvanů s prošterkováním
- ²⁾ obvyklý podélný sklon, o prostupnosti rozhodují geometrické a hydraulické parametry v závislosti na skladbě rybího společenstva
- ³⁾ „?“ účinnost Larinierova ani Denilova skluzy s mírnějším podélným sklonem než 10 % nebyla dosud dostatečně ověřena pro malé ryby
- ⁴⁾ kolísání „N“ – nízké obvykle 0,1–0,2 m nad korunu přepážek nebo balvanů v návrhovém intervalu pro provoz; po překročení úrovně koruny narůstá průtok a kinetická energie v RP a je nezbytné zvážit zařazení technického řešení výstupního profilu (viz kap. 6);
„V“ – vysoké, není limitováno tlumením energie, ale využíváním průtoku a navazujících ploch
- ⁵⁾ miskovitý nebo lichoběžníkový profil s mírným svahem, který odpovídá přirozeným korytům a podporuje různorodost hloubek a rychlostí
- ⁶⁾ ucpávání „R“ – rizikové, zvláště otvorů u dna; „–“, riziko odpovídá úseku přirozeného koryta

Parametry rybích přechodů vycházejí z rozměrů cílových druhů ryb a hydraulických podmínek – rychlostí, hloubek a tlumení energie proudu.

„Návrhové“ ryby zájmové lokality reprezentují na jedné straně největší druhy (např. jeseter, sumec, losos) směrodatné pro určení velikosti tůní, bazénů, otvorů nebo stanovení hloubek. Na druhé straně je návrh limitován plavacími schopnostmi malých ryb (například

vranka, mladí úhoři), kterým musí trať přechodu poskytnout zóny s mírnými rychlostmi při dně pro odpočinek i překonání spádu mezi bazény nebo na skluzech.

Rozměry vybraných dospělých ryb

Pokud v zájmové lokalitě není podrobně známa dosahovaná velikost ryb, doporučuje se v návrhu RP použít horní meze podle německé publikace **DWA-M509**⁵.

Tab. 7.2 Orientační rozměry vybraných dospělých ryb pro návrh rybích přechodů (horní mez podle DWA-M509)

druh	orientační rozměry těla dospělých ryb pro návrh RP [m]		
	délka	výška	šířka
pstruh obecný f. potoční	0,25 ÷ 0,5	0,04 ÷ 0,09	0,03 ÷ 0,05
lipan podhorní	0,35 ÷ 0,5	0,06 ÷ 0,09	0,04 ÷ 0,05
mník jednovousý	0,35 ÷ 0,7	0,06 ÷ 0,13	0,05 ÷ 0,10
jelec tloušť	0,30 ÷ 0,6	0,06 ÷ 0,12	0,03 ÷ 0,07
bolen dravý	0,50 ÷ 0,8	0,12 ÷ 0,18	0,05 ÷ 0,07
parma obecná	0,40 ÷ 0,8	0,06 ÷ 0,13	0,04 ÷ 0,09
cejn velký	0,35 ÷ 0,7	0,11 ÷ 0,21	0,04 ÷ 0,07
štika obecná	0,50 ÷ 1,0	0,09 ÷ 0,17	0,04 ÷ 0,07
sumec velký	0,80 ÷ 1,6	0,18 ÷ 0,35	0,11 ÷ 0,22
losos obecný, hlavatka, pstruh f. mořská	0,80 ÷ 1,0	0,14 ÷ 0,17	0,08 ÷ 0,10
jeseter velký	3,0	0,51	0,36

Rychlosti plavání ryb

Rychlosti se obvykle odvozují z doby, kterou jsou ryby schopny plavat proti proudu. Pro hodnocení jsou zavedeny pojmy skoková rychlost (burst, darty, sprint), měřená obvykle po dobu 20 sekund a ustálená cestovní rychlost, kterou jsou ryby v závislosti na teplotě vody schopny udržovat po dobu více než 200 minut. Maximální rychlost vypovídá o nejvyšší rychlosti, kterou je schopna ryba vyvinout a odpovídá rychlosti proudění, kterou již nedokáže ryba překonat a je strhávána proudem pod překážku. Hodnoty skokové rychlosti se mohou použít například pro návrh krátkých skluzů nebo propustků (Bates, 2000), které dokážou ryby překonat najednou (obvykle úseky délky do 10 m). Naopak v dlouhých (desítky metrů) propustcích, kde není možné zřizovat odpočivné bazény, se použijí hodnoty ustálené cestovní rychlosti.

Tab. 7.3 Příklad průměrných rychlostí plavání ryb při teplotě 10-15°C (podle Clough a kol., 2004)

velikost ryb	rychlost	rychlost plavání ryb [m/s]							
		pstruh	lipan	tloušť	proudník	parma	plotice	cejn	úhoř
5 cm	cestovní	0,42	0,35	0,53	0,49	0,53	0,25	0,14	-
	skoková	0,57	0,99	1,04	0,91	1,61	0,79	1,00	-
10 cm	cestovní	0,79	0,41	0,85	0,52	0,59	0,48	0,28	-
	skoková	1,04	1,32	1,25	1,21	2,02	1,13	1,17	1,01
20 cm	cestovní	1,37	0,53	0,86	0,71	0,70	0,93	0,55	0,14
	skoková	1,52	1,66	1,45	1,51	2,44	1,47	1,35	1,15

⁵ DWA-M 509, 2010. Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke-Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. Hennef, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall.

Tab. 7.4 Příklad průměrných rychlostí plavání ryb při teplotě 10-15°C (podle Tudorache a kol., 2008 a Bessona a kol., 2009)

druh		vranka ¹⁾		mřenka ¹⁾		hrouzek ¹⁾		mihule ²⁾
velikost ryb		7,4 cm		7,2 cm		12,3 cm		15 cm
teplota vody		10 °C	15 °C	10 °C	15 °C	10 °C	15 °C	10 ÷ 15 °C
rychlost [m/s]	maximální	1,12	0,90	1,08	0,84	1,18	1,37	0,9 ÷ 1,0
	cestovní	-		0,18		0,5		0,4

Legenda : ¹⁾ Tudorache a kol. (2008); vranka obecná, mřenka mramorovaná, hrouzek obecný
²⁾ mihule potoční podle Bessona a kol. (2009); tíž autoři doporučují tlumení energie v RP pod hodnotu 0,08 kW/m³

Bazénové typy rybích přechodů nabízejí prostor pro odpočinek v každém bazénu a nutí ryby překonávat zvýšené rychlosti jen na krátkém úseku - zpravidla do 1 m. V této oblasti proplavání „krátkých vzdáleností“ (za čas přibližně sekundy) zúženého paprsku ve šterbinách nebo otvorech přepážek tedy nejsou hodnoty skokové rychlosti měřené po dobu 10–20 s (tab. 7.2) směrodatné. V místech s koncentrací proudu se použije drsné dno se substrátem z balvanů nebo se doplní pro úhoře a malé ryby speciální betonové výstupky či kartáče.

Základní hydraulické parametry bazénů nebo skluzů RP

Přijatelná velikost bazénů nebo skluzů se odvozuje z tzv. Larinierova kritéria „tlumení energie“ proudu (Larinier a kol., 2002) – striktně se jedná o výkon průtoků vztážený k objemu vody v bazénu nebo skluzu. Pro lososa jsou doporučovány hodnoty tlumení energie do 0,20 kW/m³ a pro sladkovodní říční druhy do 0,15 kW/m³, v místech protisměrné změny trasy pak hodnoty poloviční.

$$V = \rho_w \cdot g \cdot Q \cdot \Delta h / P$$

kde : V – nejmenší objem bazénu, m³ $\rho_w \cdot g$ – měrná tíha vody, kN/m³
Q – průtok, m³/s Δh – rozdíl hladin mezi bazény, m
P – přípustný dissipovaný výkon v bazénu nebo skluzu, kW/m³
pro výpočet skluzu $\Delta h = v^2 / (2 \cdot g)$ v – rychlost na skluzu, m/s

DWA-M509 (2010) podrobněji rozčleňuje úseky vodních toků podle charakteristického zastoupení ryb, obdobně jako historické Fričovo dělení na pásma pstruhová, lipanová, parmová a cejnová. V Evropské unii se standardně dělí vody pouze na lososové a kaprové, ale rozdělení na pásma se dnes používá pouze orientačně pro snazší vysvětlení prostorové distribuce ryb v podélném profilu toku.

Tab. 7.5 Hydraulické parametry bazénových RP a balvanitých skluzů (podle DWA-M509, 2010)

vodní prostředí		pásma	maximální lokální rozdíl hladin [m]	přípustné tlumení energie v RP ¹⁾ [kW/m ³]	
				bazény	skluzy
epi	rhitron	pstruhové – horní	0,18 – 0,25	0,30	0,25
meta		pstruhové – dolní	0,17 – 0,22	0,27	0,22
hypo		lipanové	0,15 – 0,20	0,25	0,20
epi	potamon	parmové	0,13 – 0,17	0,20	0,15
meta		cejnové	0,11 – 0,15	0,17	0,12

Legenda : ¹⁾ pro balvanité přechody a skluzy zavádí navíc snížení uvedených hodnot o 10 %

Tab. 7.6 Maximální rychlosti v prostupných zdrsněných korytech (skluzech) v závislosti na délce úseku balvanitého skluzu (viz obr. 7.11) a skluzu strukturovaného izolovanými balvany (podle DWA-M509, 2010)

vodní prostředí		pásmo	maximální rychlost [m/s] podle délky skluzu :		
			≤ 5 m ¹⁾	5 – 10 m ¹⁾	> 10 m ¹⁾
epi	rhitron	pstruhové – horní	1,6 / 1,7	1,4 / 1,6	0,9 / 1,4
meta		pstruhové – dolní	1,5 / 1,6	1,2 / 1,5	0,9 / 1,3
hypo		lipanové	1,4 / 1,5	1,2 / 1,4	0,8 / 1,2
epi	potamon	parmové	1,3 / 1,4	1,1 / 1,3	0,7 / 1,1
meta		cejnové	1,2 / 1,3	1,0 / 1,2	0,7 / 1,0

Legenda : ¹⁾ hodnoty pro balvanitý skluz / pro skluz strukturovaný izolovanými balvany (viz kap. 7.3)

7.2 BAZÉNOVÉ PŘECHODY

Kaskády bazénů jsou formovány balvanitými liniemi (prahy) nebo úzkými příčnými přepážkami s výřezy či otvory, kde dochází k tlumení energie v jednotlivých bazénech. V předloženém výčtu bazénových přechodů je zachycen jen zúžený výběr řešení s dnovými otvory nebo štěrbinami umožňující plynulé navázání dna, které zajistí spolu s balvanitou úpravou dna migrační cestu při dně se sníženými rychlostmi mezi balvany, a tím nabídne vhodné prostředí včetně úkrytů i pro malé ryby. Dále jsou zmíněny tyto dílčí typy úprav nebo konstrukcí:

- balvanitý RP – úprava s nepravidelnými liniemi balvanů,
- štěrbinový RP (jednoduchý, dvojitý, s prahy ze sloupků, meandrový),
- komůrkový a jeho modifikace,
- kartáčový.

Za nejúčinnější řešení je všeobecně pokládán přírodě blízký obtokový kanál odpovídající přirozenému korytu s výskytem shodných návrhových druhů ryb, který ale vyžaduje dostatečný prostor a klade vysoké nároky na lokalizaci i hydraulické podmínky na vstupu. Na druhé straně však může poskytnout vhodné podmínky pro migrace nejširšímu spektru ryb.

Za další efektivní přechod je obvykle považována balvanitá úprava s balvanitými prahy o podélném sklonu do 5 %. Pokud lokalita překážky neposkytuje vhodné podmínky pro realizaci předchozích úprav, je vhodné se obrátit k dalším technickým konstrukcím štěrbinového, komůrkového nebo kartáčového typu. Výběr typu rybiho přechodu je často limitován také požadavky na omezení technických zásahů do konstrukcí a snížením nároků na údržbu přechodů.

V návrhu konkrétního RP se uplatňuje kombinace kritérií vztažených k rozměrům ryb a k hydraulickým podmínkám – přípustný spád nebo rychlost a tlumení energie proudu (viz tab. 7.5 a 7.7). Dále jsou pro informaci uvedeny základní rozměry i hydraulické parametry bazénových typů (balvanité, štěrbinové a komůrkové) převzaté z prací Larinier a kol. (2002); Armstronga a kol. (2010) a DWA-M509 (2010).

Tab. 7.7 Doporučené základní hydraulické parametry bazénových rybiých přechodů podle Armstronga a kol. (2010)

druhy ryb	sladkovodní ryby ¹⁾	pstruh obecný	pstruh f.mořská ²⁾	losos obecný
maximální rozdíl hladin [m]	0,1 – 0,2	0,15 – 0,3	0,3 – 0,45	0,45 – 0,6
maximální rychlost ³⁾ [m/s]	1,4 – 2,0	1,7 – 2,4	2,4 – 3,0	3,0 – 3,4

Legenda : ¹⁾ sladkovodní ryby s výjimkou lososovitých

²⁾ pstruh obecný forma mořská

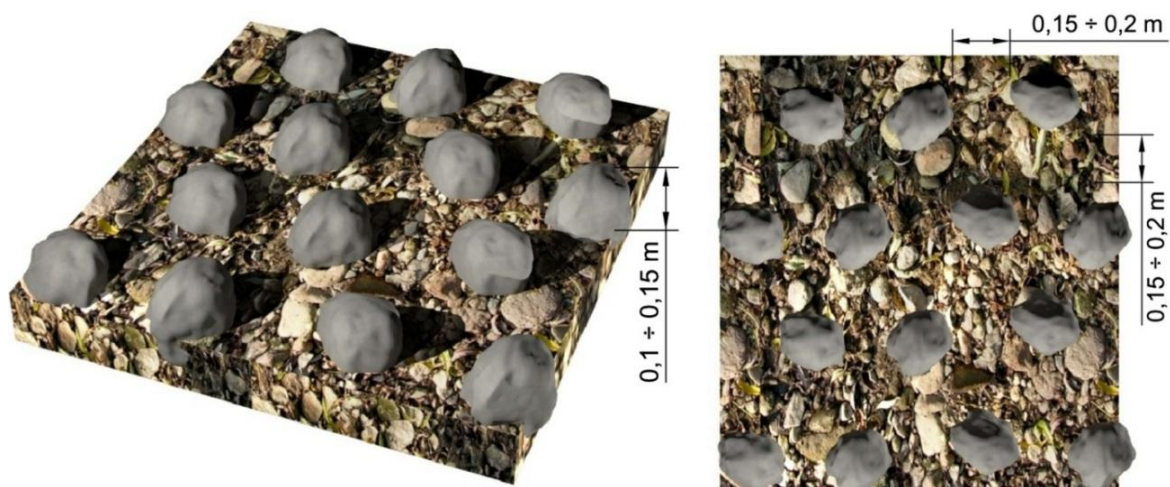
³⁾ maximální bodová rychlost odpovídající maximálnímu spádu hladin ($u=\sqrt{(2g \cdot \Delta h)}$)

Tab. 7.8 Doporučené informativní základní geometrické parametry bazénových rybích přechodů podle různých autorů – označení viz obr. 7.6

autor	rybí přechod	geometrické parametry		
		délka bazénu	šířka bazénu	A – šířka štěrbiny nebo výřezu
Armstrong a kol. (2010)	štěrbinový	10·A	8·A	A=0,2 – 0,6 m (min. 0,2 m pro pstruha; min. 0,3 m pro lososa)
	komůrkový	(8–10)·A	(4–6)·A	
Lenne (1990)	štěrbinový	8,11·A	6,63·A	A – šířka štěrbiny (viz obr. 7.6)
DWA M–509	komůrkový, štěrbinový	L_B	$(\frac{1}{2}-\frac{2}{3}) \cdot L_B$	L_B – délka bazénu podle druhu a velikosti ryby (trojnásobek délky těla ryby)

Délky bazénů i rozměry otvoru (štěrbiny) nebo hloubky na skluzu jsou determinovány především rozměry „návrhových“ ryb dané lokality. Ostatní rozměry kaskády bazénů jsou jen informativní a vycházejí z hydraulických podmínek – zvláště tlumení energie proudu.

Dno bazénů je třeba utvářet drsné z rastru balvanů (u všech typů) o velikosti středního zrna alespoň 0,25 m. Konkrétní velikost se určuje výpočtem podle způsobu jejich uložení nebo kotvení. V místech zúžení paprsku při dně lze také kombinovat úpravy pro malé úhoře nebo mihule (Besson a kol., 2009) s kartáčovým substrátem (výšky 7 cm) vyvinutým pro speciální přechody pro úhoře.



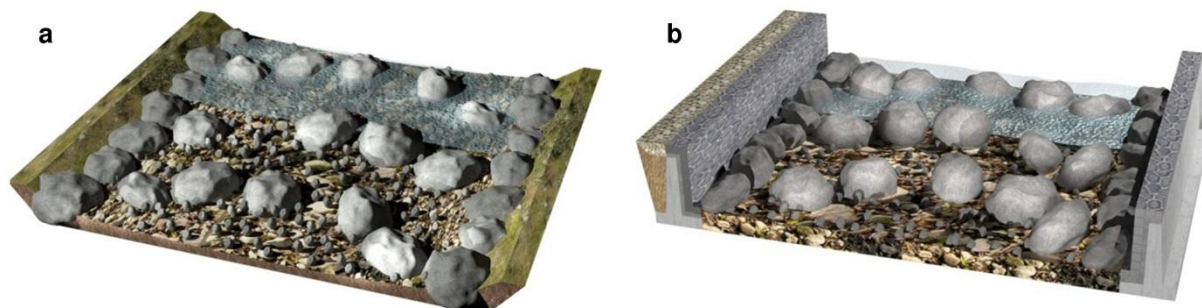
perspektivní pohled s převýšením koruny balvanů **půdorysný pohled** s mezerami mezi balvany

Obr. 7.1 Idealizované schéma balvanité úpravy dna mezi přepážkami nebo balvanitými liniemi

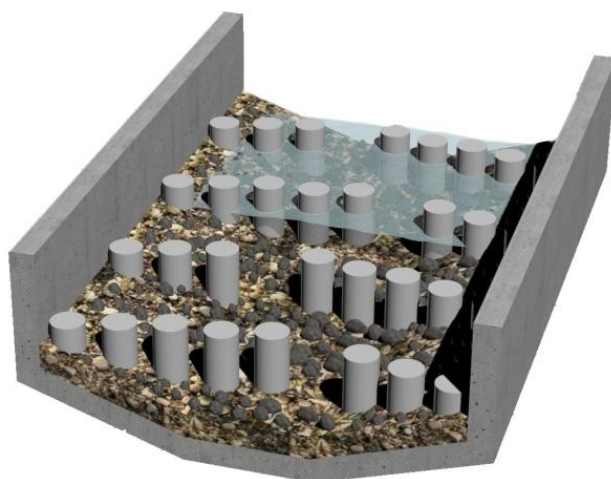
Bezprostředně pod přepážkami dochází ke koncentraci proudění ve výtokovém nebo přepadovém paprsku, a tento proud musí ryby překonat. K zajištění přijatelné rychlosti v bazénech se uplatňují dva přístupy a jejich kombinace - snižování spádu mezi bazény na 0,1-0,2 m a vytvoření zóny s nízkými rychlostmi v části prostoru pomocí rastru z balvanů. Maximální rychlost při dně odpovídá teoretické rychlosti určené z Torricelliho vzorce ($u=\sqrt{(2g \cdot \Delta h)}$), zatímco v prostorech mezi balvany dna zůstávají relativně klidné zóny.

V **balvanitém přechodu** jsou tůně vytvářeny nepravidelnými liniemi balvanů (viz obr. 7.2). Linie není obvykle vhodné zřizovat v přímém směru, ale používají se zakřivení ve tvaru písmen A, U, V, W a J (s vrcholem orientovaným proti proudu), které koncentrují proud ke

středu koryta a podporují zde výmol, zatímco šikmé (odkloněné) části snižují namáhání břehu. Podle DWA M509 (2010) a TNV 75 2321 se doporučuje jednu z mezer mezi balvany ponechat širší a další pak nastavovat s rozdílnými menšími šířkami (viz tab. 7.9). Používat lze jak valounů, tak i lomového kamene, u kterého je zapotřebí upravit případné ostré hrany.



Obr. 7.2 Bazénový přechod s balvanitými liniemi: a) v přírodě blížším korytě, b) v nábrežních zdech



V případech, kdy nelze realizovat vhodné balvanité linie, lze vytvořit kaskádu tůní pomocí „štěrbinových prahů“ ze svislých sloupků. Sloupky je možné použít přírodní čedičové, dřevěné piloty nebo kruhové válce z betonu, které generují mírnější výmoly než hranoly. Vhodné je půdorysné uspořádání do V nebo U, shodně s balvanitými prahy.

Obr. 7.3 Kaskáda tůní tvořená sloupky

Balvanitý nebo štěrbinový přechod ze sloupků poskytuje možnost modelování miskovitěho balvanitého koryta s rozdílnými hloubkami v příčném profilu tůní a formování rozdílných velikostí štěrbin mezi balvany či sloupky a nabízí tak různorodá pole rychlostí a hloubek.

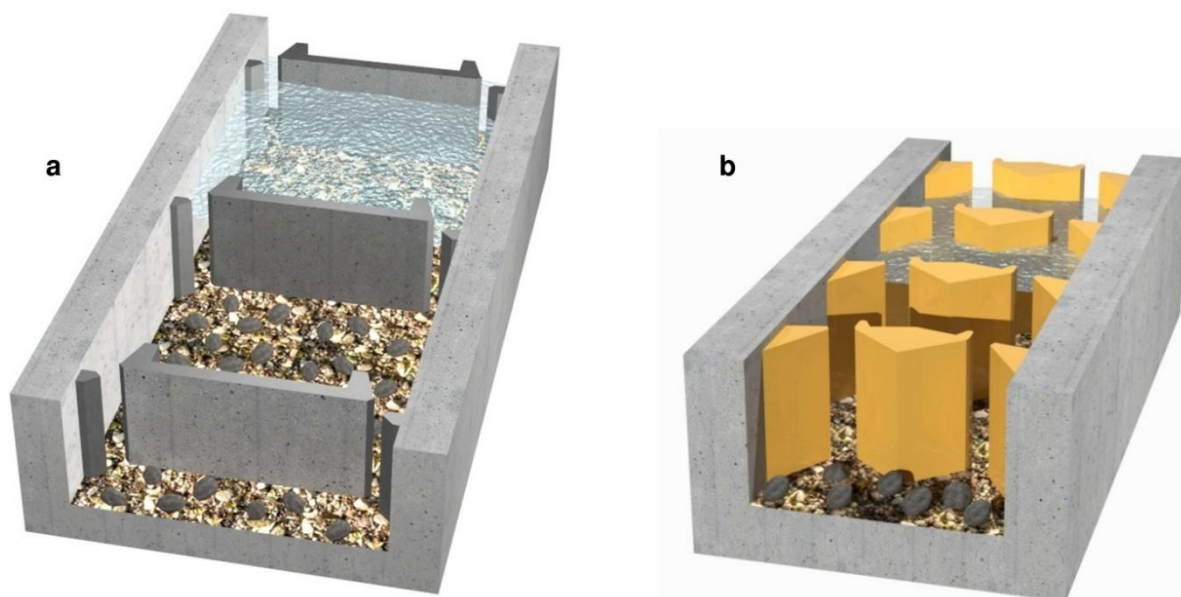
Tab. 7.9 Balvanitý bazénový přechod s parametry (podle DWA-M509, 2010)

druhy ryb	bazén [m]			mezera [m]	
	délka	šířka	hloubka	šířka ¹⁾	hloubka
pstruh	1,8	1,0	0,3	0,2–0,4	0,2
lipan, tlušť, plotice	2,0	1,4	0,4	0,4–0,6	0,3
parma, candát, štika, losos, hlavatka	3,0	1,8	0,5	0,6	0,4
cejn, kapr	3,0	1,8	0,6	0,6	0,5
jeseter velký	9,0	5	1,5	1,1	1,0

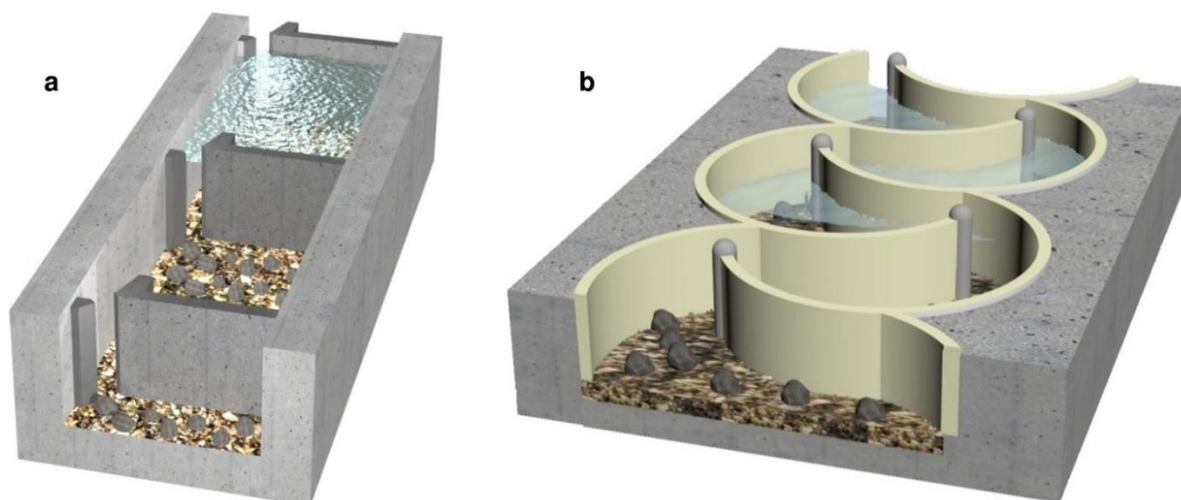
Legenda : ¹⁾ mezi balvany rozdílné mezery, jedna z nich by měla dosáhnout uvedené vyšší hodnoty

Pro balvanité úpravy na horních úsecích málovodných potoků lze pro pstruhy podstatně menších délek než 0,5 m vycházet z TNV 75 2322 (Zařízení pro migraci ryb a dalších živočichů přes překážky v malých vodních tocích), nebo určovat rozměry přímo z délky ryby a odvozovat délku bazénu jako trojnásobek délky ryby (Armstrong a kol., 2010; DWA-M509, 2010) a minimální hloubku vody uvažovat jako dvojnásobek rozdílu hladin mezi tůněmi, avšak s minimem 0,15 m. Výsledný návrh je pak nutné vždy korigovat podle požadavků na další druhy ryb podle spádu nebo rychlosti a tlumení energie.

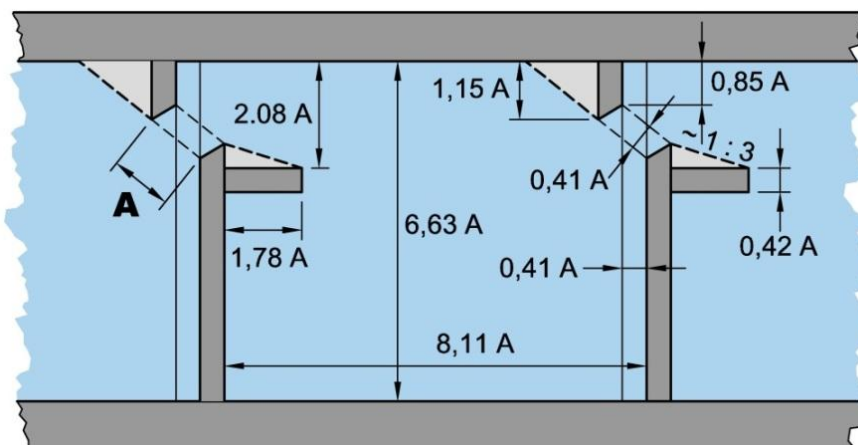
Štěrbínový RP. Pokud lokalita překážky neposkytuje vhodné podmínky pro realizaci balvanitých úprav, je vhodné se obrátit k dalším technickým konstrukcím dvojitého (viz obr. 7.4) nebo jednoduchého (viz obr. 7.5) štěrbinového typu. Předností těchto konstrukcí je adaptivita na velké kolísání hladin ve zdržích a snadná údržba.



Obr. 7.4 Dvojitě štěrbinové rybí přechody – a) standardní, b) prefabrikované příčky se zešíkmeným vzdušným lícem přepážky



Obr. 7.5 Jednoduché štěrbinové rybí přechody – a) standardní, b) meandrový



Obr. 7.6 Doporučené relativní geometrické parametry štěrbinového přechodu podle Lenne (1990), uvedené v Larinier a kol. (2002)

Tab. 7.10 Jednoduchý štěrbinový přechod – nejmenší rozměry podle DWA-M509 (2010)

druhy ryb	bazén [m]		štěrbina [m]	
	délka	šířka	šířka	min. hloubka
pstruh	1,8	1,35	0,15	0,5
lipan, tloušť, plotice	2,2	1,65	0,20	0,5
parma, candát, štika, losos, hlavatka	3,0	2,25	0,30	0,5
cejn, kapr	3,1	2,33	0,38	0,48
jeseter velký	9	6,75	1,08	1,02

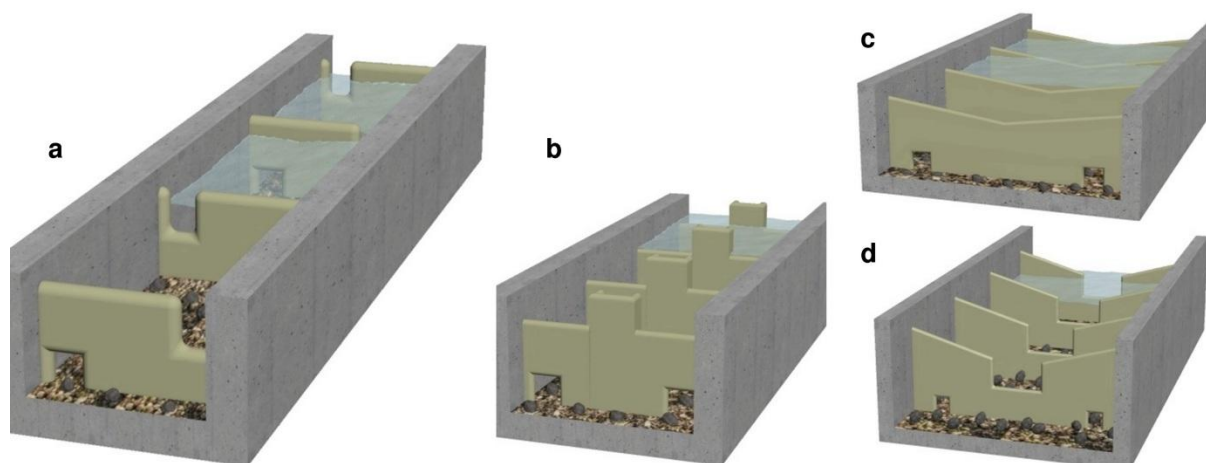
Tab. 7.11 Informativní parametry jednoduchého štěrbinového přechodu doporučeného pro sumce délky 1,6 m dle DWA-M509 (2010) a odvozené hodnoty pro délku těla 1,5 m

sumec - délka těla	nejmenší rozměry bazénu		šířka štěrby
	délka	hloubka	
1,5 m	4,5 m	0,82 m	0,63 m
1,6 m	4,8 m	0,88 m	0,67 m

Tab. 7.12 Meandrový rybí přechod - průměr bazénů podle DWA-M509 (2010)

pásmo	pstruhové – horní / dolní	lipanové	parmové	cejnové
min. průměr	1,8 m / 2,0 m	2,3 m	3,8 m	4,5 m

Komůrkové přechody a jejich modifikace využívají různé kombinace otvorů u dna a hlubokých výřezů (přelivů) v příčné přepážce. Příklady variantních úprav přepážek jsou uvedeny na obr. 7.7; všechny uvedené variace vyžadují modelaci drsného dna z balvanů a kamenů. Tyto konstrukce mohou být využity při rekonstrukcích stávajících komůrkových přechodů, kde plní jen funkci doplňkových přechodů, ale je třeba zajistit údržbu průtočného průřezu otvorů při dně, které jsou náchylné na ucpávání.

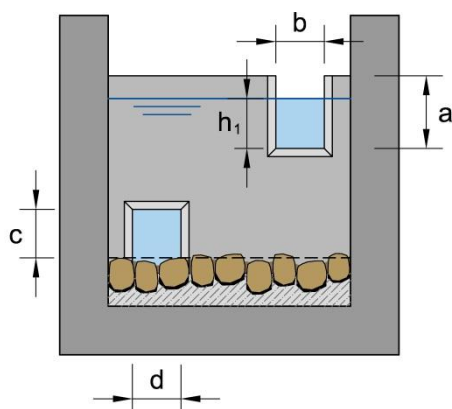


Obr. 7.7 Komůrkové rybí přechody – a) standardní, b) Ice-Harbor, c) jednoduchý trojúhelníkový typ, d) trojúhelníkový typ s centrálním výřezem

Tab. 7.13 Komůrkový přechod – nejmenší rozměry podle DWA-M509 (2010)

druhy ryb	bazén [m]			otvor u dna [m]		přeliv [m]	
	délka	šířka	hloubka	šířka	výška	šířka	výška ¹⁾
pstruh	1,5	0,75	0,5	0,15	0,17	0,15	0,17
lipan, tloušť, plotice	1,8	1,0	0,5	0,20	0,24	0,20	0,24
parma, candát, štika, losos, hlavatka	3,0	1,5	0,5	0,30	0,34	0,30	0,34
cejn, kapr	2,4	1,5	0,48	0,38	0,48	0,38	0,48
jeseter velký	9	4,5	1,02	1,08	1,02	1,08	1,02

Legenda : ¹⁾ přepadová výška - h_1 platná pro hodnotu nejmenšího návrhového intervalu (nezahrnuje převýšení konstrukce nad návrhové hladiny)



Přepážka komůrkového přechodu

přeliv - výřez v příčné přepážce

a – hloubka výřezu, b – světlá šířka přelivu, h_1 – přepadová výška

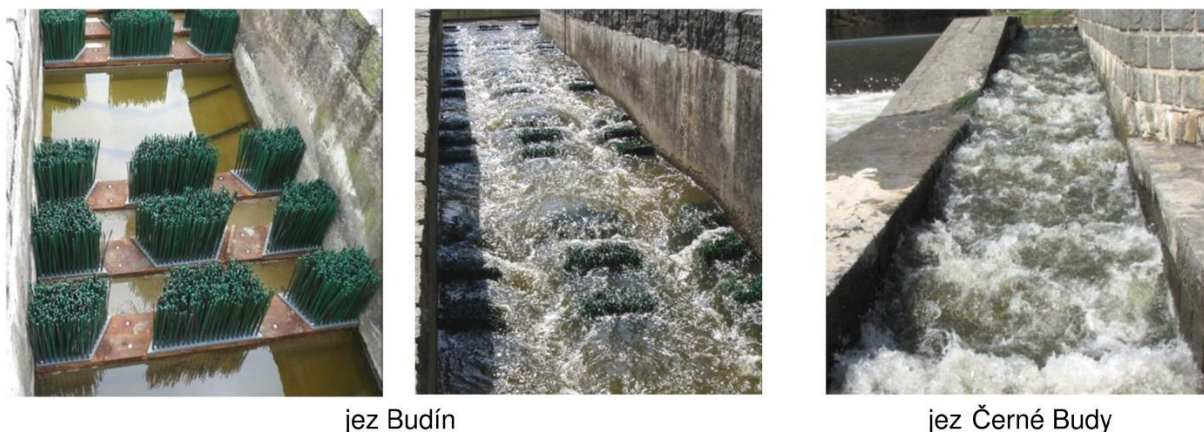
otvor u dna

c – světlá výška otvoru nad korunami balvanů
 d – světlá šířka otvoru

Obr. 7.8 Komůrkový rybí přechod – pohled na přepážku

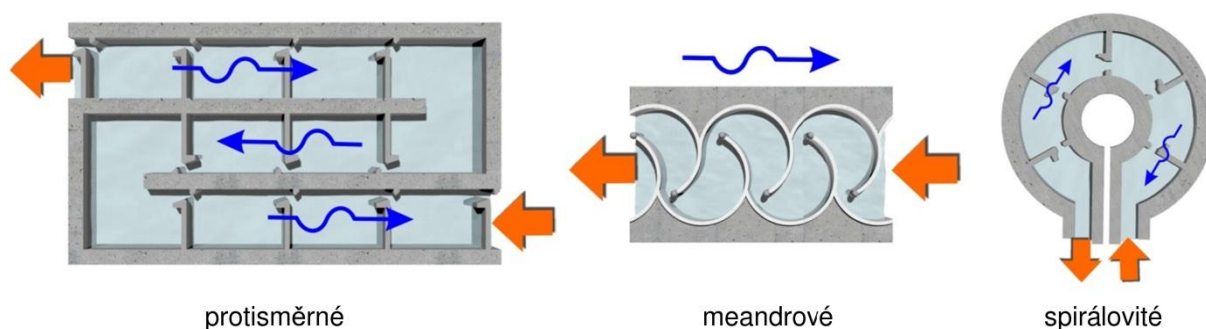
Kartáčové rybí přechody (obr. 7.9) přinášejí poddajnou konstrukci příčných přepážek. Také pro ně zůstávají v platnosti základní rozměry komůrkového přechodu. Kartáče lze kombinovat i s jinými typy přechodů ve společné nebo oddělené trati. Jednotlivé kartáčové bloky jsou vytvářeny ze svazků elastických plastových prutů výšky 0,3 nebo 0,5 m a ukládají se v liniích na příčné prahy se štěrbinami tak, aby mezi nimi – včetně základu – zůstala zachována mezera nebo otvor adekvátní štěrbinovým nebo komůrkovým RP. Se zvýšením hladiny nad korunu kartáčů se hydraulické podmínky blíží proudění na skluzech, ale v tůních za kartáči se zachovávají nízké rychlosti. Předností kartáčů je snadná instalace s možností použití ve vhodně uspořádaných sportovních propustech (tam kde je možné situovat vstup

RP bezprostředně pod překážku v blízkosti proudnice). Zatím není znám časový průběh nevratných deformací a skutečná životnost vyplývající z odolnosti použitého materiálu.



Obr. 7.9 Kartáčové rybí přechody na řece Sázavě za různých průtoků

Vedení trasy přechodu (viz obr. 7.10). Mezi přednosti bazénových typů náleží možnost ostře měnit směr; vedle sebe mohou vést protisměrné žlaby kaskády, také lze bazény formovat do „meandrů“ (DWA M509), nebo bazény uspořádat do spirály (Clay, 1995). V kaskádě bazénů se nedoporučuje (Clay, 1995) vkládat odpočivné bazény – kromě míst obratu tratě. Ve velkých bazénech totiž dochází k poklesu rychlosti i intenzity turbulence, ale s tím je spojena i sedimentace splavenin. Také do nich může být splavován štěrkový materiál z úpravy dna přechodu, a pak tyto prostory nebudou schopny nabídnout rybám místa pro odpočinek. Svůj význam mají jen v oblasti změny směru trasy, kde postačí zdvojnásobení délky návrhového bazénu, ale jinak samotné bazény nutně splňují nároky i na odpočinek ryb. Mimo vlastní kaskádu se zřizují spojné žlaby nebo koryta s úspornější šířkou, která může klesnout asi na 2/3 šíře kaskády, ale současně i zde je třeba zajistit drsné dno s balvany.

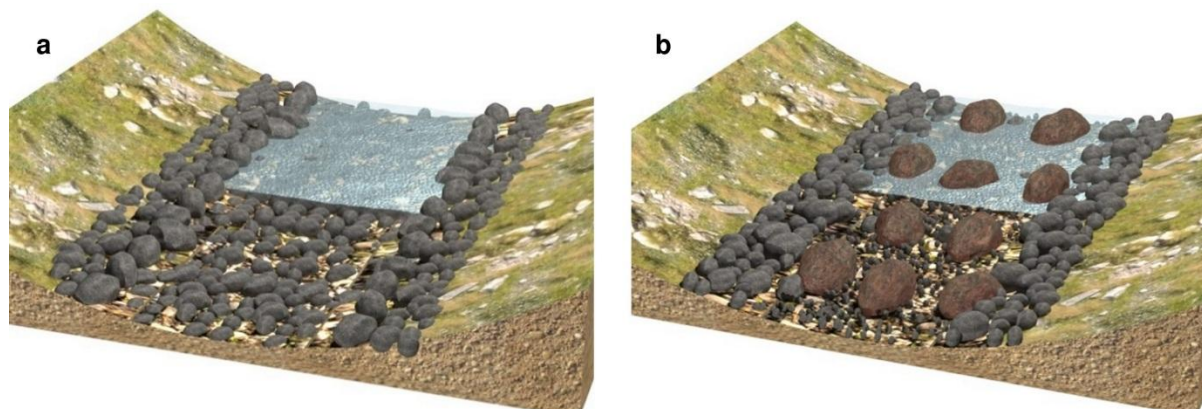


Obr. 7.10 Příklady řešení trasy bazénových přechodů

7.3 SKLUZY

Skluzy zahrnují pestrou nabídku odlišných konstrukcí, od přírodě blízkých balvanitých s doplněním rastru soliterních balvanů DWA-M509 (2010), přes Larinierův skluz, až po variantní úpravy Denilova skluzu. Pro proudění na skluzech je charakteristické kontinuální tlumení energie proudu spojené s turbulencemi a provzdušněním, kterého se dosahuje drsnostními prvky, jako jsou balvany nebo úzké lamely a žebra nebo prahy ve dně i na stěnách.

Skluzy vyžadují přímou trasu a změny směru je možné provádět jen v odpočivných bazénech (vývarech) vkládaných mezi úseky, které ryby dokážou překonat najednou.



Obr. 7.11 Drsné skluzy z balvanů – a) balvanitý skluz, b) skluz strukturovaný izolovanými balvany

Tab. 7.14 Doporučené hydraulické parametry drsných skluzů podle Armstrong a kol. (2010)

druhy ryb	sladkovodní ryby ¹⁾	pstruh obecný	pstruh f.mořská ²⁾	losos obecný
maximální délka úseku ³⁾ [m]	8–10	8–10	10–12	10–12
maximální rychlost [m/s]	1,1–1,3	1,2–1,6	1,3–2,0	1,3–2,0

Legenda :

- ¹⁾ sladkovodní ryby s výjimkou lososovitých
- ²⁾ pstruh obecný forma mořská
- ³⁾ délka úseku RP, kterou jsou ryby schopny překonat najednou

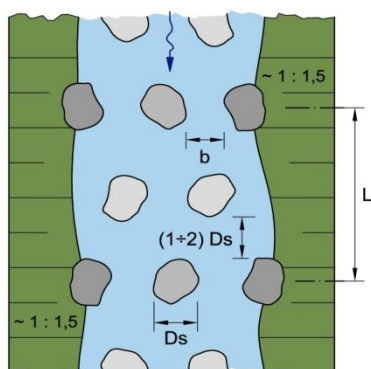
Podrobné řešení geometrických a hydraulických parametrů balvanitých skluzů předkládá DWA M509 (2010), odkud jsou ve zkrácené formě převzaty požadované rozměry.

Tab. 7.15 Minimální hloubky a šířky dna drsného skluzu s balvanitým dnem a balvanitý skluz s izolovanými balvany podle DWA-M509 (2010)

druhy ryb	koryto - min. rozměry [m]		vzdálenost mezi balvany [m]	
	hloubka	šířka	L_s - podélná ¹⁾	b - příčná ¹⁾
pstruh	0,3	1,0	1,5	0,25
lipan, tluušť, plotice	0,4	1,5	1,8	0,3
parma, candát, štika, losos, hlavatka	0,5	2,0	3,0	0,4
cejn, kapr	0,6	2,0	3,0	0,5
jeseter velký	1,5	3,0	9,0	1,4

Legenda :

- ¹⁾ nejmenší světlá vzdálenost
- L_s - podélná ve směru proudu
- b - příčná kolmo na proud

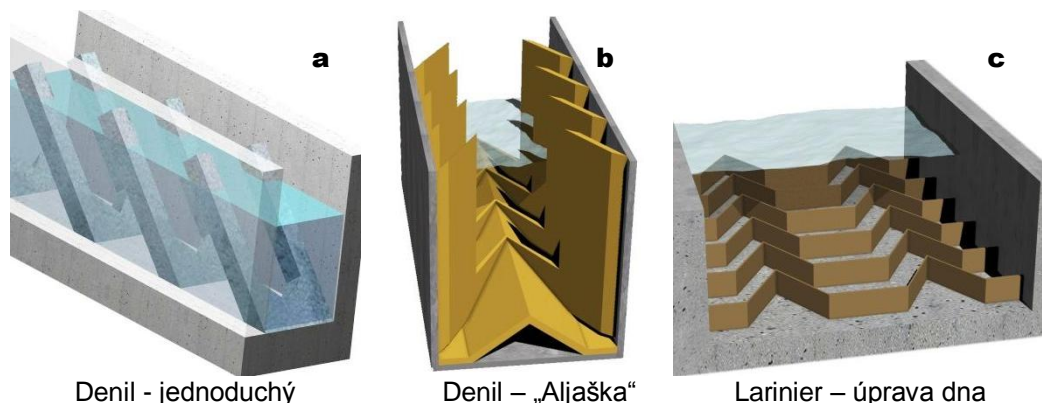


Legenda :

- L – osová vzdálenost balvanů, D_s – střední zrna balvanů,
- $L_s = L - D_s$ (podélné světlé vzdálenosti balvanů přibližně odpovídají délkám bazénů)

Obr. 7.12 Strukturovaný balvanitý skluz s izolovanými balvany podle DWA-M509 (2010)

Denilův rybí přechod v jednoduchém tvaru (obr. 7.13a) a jeho modifikace „Aljaška“ (obr. 7.13b) jsou určeny pro migrace velkých dospělých lososovitých druhů a jsou konstruovány ve velkém podélném sklonu do 20 %. Jejich účinnost dosud nebyla ověřena pro malé ryby, a proto lze tyto typy konstrukce použít jako doplňkový rybí přechod nebo provizorní řešení při převádění vody během stavební činnosti na vodním díle na lososových vodách.



Obr. 7.13 Příklady technických zdrsněných skluzů se žebry nebo lamelami

Larinierův rybí přechod (obr. 7.13c) vykazuje nižší podélný sklon (10–15 %) a lamely se osazují pouze ve dně, a tak není náchylný na ucpávání. Nejmenší šířka modulu odpovídá 0,6 m, ale celkovou šířku lze libovolně zvětšovat po jedné polovině modulu. Tento typ se využívá také pro měření průtoku v limnigrafických profilech (ČSN ISO 26906) a lze jej použít jako doplňkový rybí přechod.

7.4 RYBÍ KOMORY A VÝTAHY

Tato zařízení nepracují kontinuálně, ale v oddělených cyklech, a používají se v případech, kdy nelze realizovat některý z předchozích doporučených typů. Jejich předností jsou úsporné rozměry oproti konvenčním přechodům a zkrácení doby potřebné k výstupu, ale za cenu zařazení automatizovaných technologických prvků.

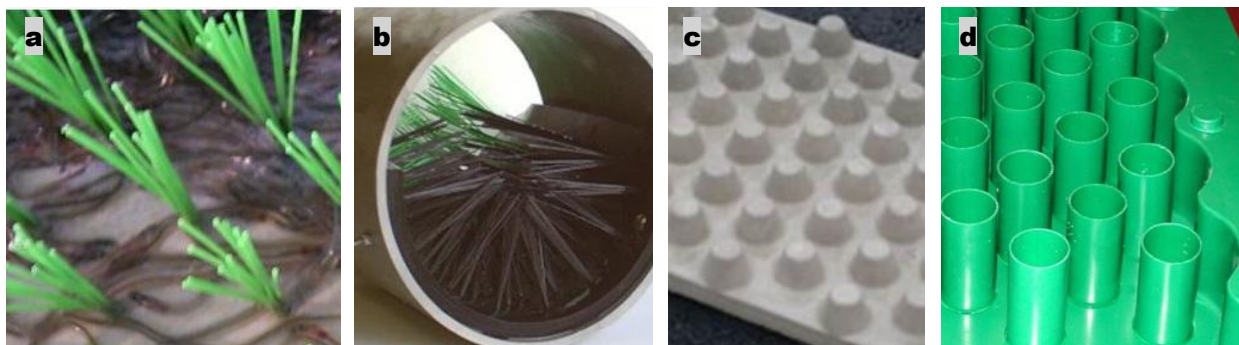
Rybí komora – pracuje v cyklickém režimu na obdobném principu jako plavební komory pro lodě, zásadní odlišností je pouze nezbytné zajištění dostatečného setrvalého atraktivního proudu v dolní vodě a snížení rychlosti plnění, které by potlačilo turbulence a provzdušnění proudu.

Rybí výtah je alternativou k rybí komoře; základ tvoří mechanické zařízení s pohyblivou vanou na vodících lištách, kam jsou ryby nalákány proudem vody a posléze vyzdvíženy nad horní návrhovou hladinu do zdrže. Předností tohoto řešení je zkrácení pracovního cyklu na hodiny; všeobecně je označováno za výhodné řešení pro velké ryby.

7.5 SPECIÁLNÍ PŘECHODY PRO ÚHOŘE

Speciální přechody pro protiproudění migrace úhoře jsou na nízkých stupních obvykle koncipovány jako nakloněné žlaby s umělým substrátem, ale používají se také uzavřená potrubí a lze využít i výtahy či komory s periodickým provozem. Na vysokých stupních, kde dochází k výraznému kolísání hladin, je výhodnější převýšit výstup přechodu nad nejvyšší provozní hladinu; případně zřídit nádrž zásobenou vodou čerpáním a usměrnit pohyb do zdrže, nebo ryby odchytil do nádrže již nad patou překážky a cíleně je přepravit na vhodné

lokality nad překážkou. Lokalizace vstupu se odvíjí od schopnosti úhořů dostat se protiproudě až do půdorysně nejvyššího místa pod překážku – prakticky v její linii.



Obr. 7.14 Příklady substrátů pro úhoře : (a) plastové kartáče (trsy štětín) na panelu a (b) v potrubí; (c) betonový panel s výstupky; (d) žlab s plastovými trubkami; a, b, c – produkt firmy Fish-pass (Francie), d – produkt firmy Milieu Inc. (Kanada), publikováno se souhlasem

Již standardně se na dno speciálního RP pro úhoře používá kartáčový substrát z plastových trsů štětín výšky 0,07 m (obr. 7.14a,b) a betonové (obr. 7.14c) nebo plastové výstupky (obr. 7.14d). Strukturovaný substrát zpomaluje rychlosti a omezuje průtok vody, který může být dodáván gravitačně anebo čerpáním. Šířka žlabů postačuje relativně malá - 0,3 m (Solomon a Beach, 2004); nároky na průtok dosahují jen řádu jednotek až desítek l/s včetně vábící vody.

Podélný sklon rampy se odvíjí od použitého substrátu - pro kartáče je přijatelný sklon do 35° (Legault, 1993), žlab z plastových trubek firmy Milieu Inc (Kanada) je navržen k instalaci do 55° (tedy obvyklého sklonu gravitačních betonových hrází). Náhlé změny směru trasy lze řešit mezilehlými mělkými bazénky.

Panely s kartáči nebo s betonovými výstupky mohou být vkládány také do konvenčních rybích přechodů, jako jsou například štěrbinové nebo komůrkové. Kartáčový substrát je vhodný (Besson a kol., 2009) také pro pohyb mihule potoční.

7.6 RYBÍ PŘECHODY V PROPUSTCÍCH

Mostní objekty včetně propustků představují zásah nejen do samotného koryta, ale často i do údolní nivy, a mohou vytvářet migrační překážku. V návrhu mostního objektu je třeba nejprve zvážit význam biokoridoru koryt a nivy potoků nejen pro ryby, ale i ostatní živočichy, kteří jej využívají. Projekt by měl v co největší míře zachovat přírodě blízké koryto a propojení břehů, aby nedošlo k přerušení migračních cest.

Technické požadavky na konstrukce propustků nebo mostů a objektů na vodních tocích jsou obsaženy v českých standardech dopravních staveb a úprav řek nebo potoků⁶. Pro zakryté (zatrubněné) úseky koryt se obvykle vyžaduje kapacita převedení povodňových průtoků Q_{100} s volnou hladinou.

⁶ Technické normy ČSN a oborové normy TNV

ČSN 73 6201

ČSN 75 2130

TNV 75 2103

Projektování mostních objektů.

Křížení a souběhy vodních toků s dráhami, pozemními komunikacemi a vedeními.

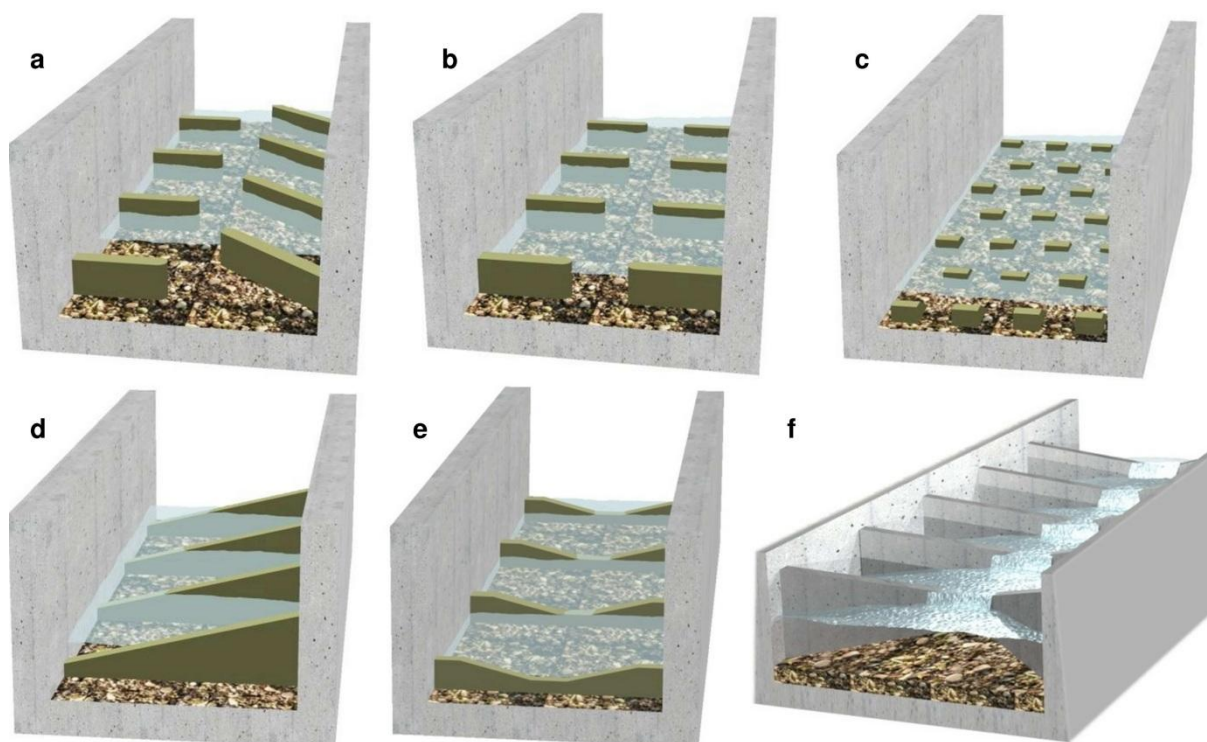
Úprava řek.



Obr. 7.15 Modely mostu a propustků s balvanitou úpravou dna

Pokud by mostní objekt pouze modifikoval příčný nebo podélný profil koryta bez rigidních úprav dna, lze využít zásady pro balvanité úpravy dna formou skluzů nebo balvanitých linií (viz kapitoly 7.2 a 7.3), v ostatních případech je třeba uvážit strukturace trati, která by zajistila vhodné hydraulické podmínky pro migrace ryb. Pro rozčlenění dna je možno použít balvanité úpravy (balvanitý skluz, linie balvanů) nebo samostatné bloky či prahy s výřezy nebo štěrbinami a šikmá žebra, zhotovená ze dřeva, plastů (lamely nebo kartáče), betonu nebo oceli.

Na dalším obrázku (obr. 7.16) je na příkladech schematicky zachycen rámový profil propustků, ale zásady úpravy dna jsou shodné pro všechny tvary propustku (geometrické parametry a hydraulické podmínky uvádí například publikace MŽP „Migrace ryb, rybí přechody a způsob jejich testování“, 2012).



Obr. 7.16 Úpravy dna propustků (prahy, žebra a bloky)

7.7 VYUŽITÍ DALŠÍCH OBJEKTŮ PRO MIGRACE RYB

Součástí vzdouvacích staveb jezů a přehrad mohou být také například plavební komory, štěrkové a bývalé vorové propusti, nebo sportovní propusti a slalomové dráhy.

Využití plavebních komor pro protiproudň migrace za běžného plavebního provozu je velmi problematické. Komory jsou většinou situovány do relativně „klidných“ zón mimo dosah hlavního proudu v řece; provoz plnění a prázdnění probíhá cyklicky s krátkodobým vábícím efektem řádu 10 minut, a proto nejsou pro ryby atraktivní. Ryby je obvykle využívají jen náhodně v závislosti jednak na intenzitě proplavování lodí a především na rychlosti a velikosti průtoku i jeho trvání v profilu ústí plavebního kanálu do hlavního koryta.

Plavební komory jsou primárně určeny pro proplavování lodí a modifikace používání je limitována požadavky na zajištění bezpečnosti plavby a možnostmi manipulace se vzpěrnými vraty, které mohou být prováděny pouze za vyrovnaných hladin. Proto průběžné dlouhodobé využívání plavebních komor během jarních i podzimních migračních vln bez konstrukčních úprav vzpěrných vrat (s doplněním hrazeného otvoru) zatím nelze považovat za reálné. Současně je nutné zdůraznit, že i modifikovaný režim proplavování s úpravami uzávěrů komor by nebyl schopen zajistit plnohodnotnou migrační prostupnost (viz kap. 2) a komory by mohly přebírat pouze funkci doplňkového migračního zařízení.

Využití sportovních propustí nebo slalomových drah se odvíjí od možnosti konstrukčních úprav a zvýšení atraktivity proudění v profilu zaústění do hlavního koryta v dolní vodě, která je obvykle relativně nízká a spolu s oddálením vstupu z dolní vody od migrační překážky zvyšuje nároky na přídatný průtok. Sportovní propusti i slalomové dráhy mohou být využívány také jako rybí přechody, pokud splňují alespoň základní hydraulické parametry udávané v předchozích kapitolách. Problematické však zůstává umístění vstupu v dolní vodě a možnosti vytvoření drsného dna. Sportovní nebo štěrkovou propust lze například přestavět na kartáčový RP nebo na Larinierův RP s dnovými lamelami ze dřeva nebo plastových prefabrikátů a odpočivných bazénků. Trať tak může být využívána jako doplňkový rybí přechod a zároveň zajistit zachování funkce pro vodní sporty. Podmínkou zůstává vhodné situování vstupu a zajištění dostatečného průtoku na vstupu.

7.8 ARCHITEKTONICKÉ ŘEŠENÍ RP

Návrh rybích přechodů je určován především jejich hlavní funkcí – zajištěním prostupnosti tratě pro ryby a další vodní organizmy. Nelze však opomenout fakt, že se zároveň jedná o dílo, které se pohledově uplatňuje jako krajinnotvorný prvek a může i případně ovlivnit vzhled stávajících navazujících staveb.

V otevřené krajině je vždy vhodné pokusit se v první řadě o napodobení charakteru přirozeného vodního toku členěním tratě i použitými materiály. Při úpravách stávajících vodních děl však přírodě blízká řešení nemusí být technicky realizovatelná. Zde může být naopak technická konstrukce dělicích zdí, citlivě zasazená do daného prostředí, i esteticky vhodnější. Samostatnou kapitolou je návrh RP v historických centrech měst, kdy je nutné respektovat architektonické, historické a jiné kvality daného místa a nové konstrukce jim přizpůsobit, ale ani zde nemusí být použití přírodě blízkých řešení vyloučeno, jako v případech zřizování balvanitých rybích přechodů v tělese jezu.

Při návrhu nebo posuzování přijatelných variant RP je vždy účinným pomocníkem zobrazení na prostorovém modelu v širším kontextu lokality. Komplikovanější prostorové řešení nemusí být z běžných technických výkresů vždy dobře srozumitelné a nemusí z něj

být zřejmé veškeré prostorové souvislosti. Prostorové zobrazení či zákres do fotografie mohou být užitečné i při jednání s veřejností, nebo mohou být vyžadovány jako průkaz kvality navrženého řešení například pro orgány památkové péče.

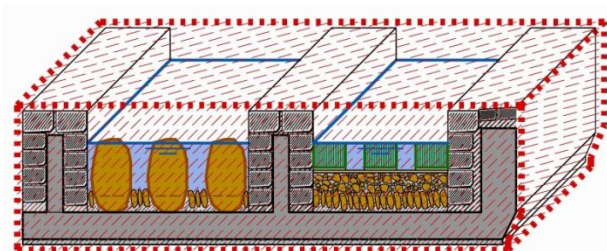
Spolupráce s architektem je vhodná vždy, ale zvláště žádoucí je zejména v pohledově exponovaných lokalitách, nebo v bezprostřední blízkosti architektonicky hodnotných staveb. Pokud je objekt RP situován v centru města nebo zasahuje do vodního díla, které je technickou památkou, pak je zapojení architekta již ve fázi návrhu koncepce nezbytností a právě architekt by měl být v takovém případě garantem úspěšného vypořádání omezujících podmínek a požadavků ze strany orgánů památkové péče.

7.9 NÁKLADY STAVBY RP

Pro základní orientaci jsou dále uváděny informativní odhady jednotkových cen bazénových rybích přechodů a skluzů, které jsou určeny pro odhad nákladů ve studiích proveditelnosti nebo v dokumentaci pro územní rozhodnutí.

V dokumentaci pro stavební povolení nebo jejím dopracování pro provádění (případně v jednostupňové projektové dokumentaci stavby) se zpracovává výkaz výměr a kontrolní rozpočet stavby na podkladě podrobných technických výkresů pomocí detailních položek. Pro žádost OPŽP je nutné sestavit položkový rozpočet stavby, přičemž zásady a uznatelné náklady jsou uvedeny v publikaci „Implementační dokument OP Životní prostředí 2007–2013“ (MŽP, 2012).

Ve stavební praxi se náklady vztahují k měrným nebo účelovým jednotkám – pro stavby tohoto druhu se obvykle používá tzv. „obestavěný prostor“ (OP).



Obr. 7.17 Schéma k určení obestavěného prostoru (OP), vymezeného červenou tečkovanou čarou

Ceny bez daně byly přepočteny na cenovou úroveň roku 2011; velký rozptyl hodnot je vyvolán odlišností jednotlivých lokalit a možnostmi využití původních konstrukcí. Do výše cen se nepříznivě promítají nároky například na způsob a rozsah zakládání, jímkování, bourání původních konstrukcí a zřizování těsnících prvků, dodávek technologického zařízení, případně i přeložek inženýrských sítí. Na druhou stranu lze očekávat snížení uvedených nákladů při realizaci rybích přechodů společně s jezem nebo vodní elektrárnou.

Tab. 7.16 Informativní jednotkové stavební náklady bazénových typů rybích přechodů a balvanitých skluzů vztahovaných k obestavěnému prostoru (OP)

typy rybích přechodů	jednotkové náklady [tis. Kč/m ³ OP]
bazénové – štěrbinové, komůrkové nebo balvanité s kotvenými balvany v železobetonových žlebech	10–17
bazénové – s balvanitými prahy i balvanitou úpravou dna, balvanité skluzy – bez železobetonových konstrukcí	5–10

Udávaná horní mez (tab. 7.16) odpovídá realizaci RP se železobetonovým žlabem (viz např. obr. 7.7) na existujících jezích při omezené možnosti snížení hladiny ve zdrži, stavbám se složitými základovými poměry spojenými s ochranou stavební jámy štětovými stěnami a bouráním konstrukce jezu a také navázáním těsnících prvků. Dolní mez se vztahuje k méně komplikovaným stavbám a zásahům do stávajících konstrukcí jezů. Uváděné náklady na balvanité bazénové přechody nebo skluzy zahrnují jen nevýznamný podíl bouracích prací nebo jímkování a nepočítají s realizací železobetonových konstrukcí. Skutečné jednotkové náklady stavby se pak mohou pohybovat podle náročnosti výstavby i mimo uvedené meze.

7.10 ROZSAH HYDRAULICKÝCH VÝPOČTŮ

Rozsah výpočtů vyplývá nejen z ověření hydraulických parametrů vhodných pro migrace ryb, ale také ze stanovení odolnosti konstrukce.

Hydraulickými výpočty se prokazuje splnění hydraulických parametrů a podmínek v rybím přechodu a také na jeho vstupu a výstupu (viz kap. 6) v mezích intervalu průtoků, který je směrodatný pro provoz rybích přechodů (viz tab. 6.1). Zásadní roli v návrhu RP hraje určení polohy vstupu vůči proudnici a také vzdálenost od překážky. Pokud nejsou hydraulické poměry v blízkosti překážky podrobně známy, doporučuje se u velkých řek ověřit charakter proudění řeky pomocí matematických – alespoň dvourozměrných – modelů. Základní hydraulické vztahy prvků RP stručně rekapituluje například publikace „Migrace ryb, rybí přechody a způsob jejich testování“ (MŽP, 2012).

Dále je nutné prokázat odolnost konstrukce jako celku i strukturálních prvků (např. balvanů, příček) a potenciální vliv realizace na navazující objekty, jejichž bezpečnost nesmí být snížena, stejně jako kapacita zájmového profilu. Jestliže rybí přechod má charakter koryta a v zájmovém profilu nemůže ovlivnit bezpečnost jezu, hráze nebo mostu apod., postupuje se v určení návrhového průtoku podle zásad stanovených ve standardech pro úpravy řek nebo potoků, případně i hrazení bystřin. Pokud však konstrukce přechodu může změnit například průsakové dráhy a základové poměry sousedních objektů, pak je nezbytné zásah posoudit také podle standardů platných pro příslušná vodní díla nebo dopravní stavby či další objekty⁷.

Tab. 7.17 Orientační návrhový průtok pro odolnost jednotlivých částí koryt řek podle TNV 75 2103

část koryta	dno		svahy břehů	
opevnění	neopevněné	dlažby	neopevněné	opevněné
orientační návrhový průtok	Q_{30d} až Q_2	Q_{10} až Q_{50}	Q_2 až Q_{10}	Q_{10} až Q_{50}

⁷

Technické normy ČSN

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

ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů.

ČSN 75 2101 Ekologizace úprav vodních toků.

ČSN 75 2106 Hrazení bystřin a strží.

ČSN 75 2130 Křížení a souběhy vodních toků s dráhami, pozemními komunikacemi a vedeními.

ČSN 75 2310 Sypané hráze.

ČSN 75 2340 Navrhování přehrad - Hlavní parametry a vybavení.

ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.

ČSN 75 2601 Malé vodní elektrárny - Základní požadavky.

Oborové normy TNV

TNV 75 2321 Zprůchodňování migračních bariér rybími přechody.

TNV 75 2322 Zařízení pro migraci ryb a dalších vodních organizmů přes překážky na malých vodních tocích.

TNV 75 2925 Provoz a údržba vodních toků.

TNV 75 2303 Jezy a stupně.

TNV 75 2102 Úpravy potoků.

TNV 75 2103 Úprava řek.

TNV 75 2131 Odběrné a výpustné objekty na vodních tocích – Navrhování.

TNV 75 2415 Suché nádrže.

Uzavřené profily se podle standardu *Úpravy řek* navrhují na převedení průtoku stoleté vody s volným prostorem alespoň 0,5 m, ale standardy pro mostní objekty silnic nebo polních cest připouštějí nižší kapacity mostů nebo propustků. Jezy nebo hráze se obvykle navrhují na stoletý a vyšší průtok.

8. PROVOZ A ÚDRŽBA RP

Prostupnost a účinnost tratě je podmiňována nejen vhodným konstrukčním návrhem, ale také pravidelnou údržbou spojenou s odstraňováním splávi⁸ a případně splavenin po průchodu výrazných průtokových vln. Přechody pro sladkovodní ryby (s výjimkou specializovaných tratí pro úhoře) i lososy zůstávají v provozu celoročně a mohou být odstaveny v rámci prohlídek, čištění nebo údržby a také v době zámru – podrobněji viz „Migrace ryb, rybí přechody a způsob jejich testování“ (MŽP, 2012).

Před předáním a uvedením zařízení do provozu se ověří úplnost objektů a geometrické i hydraulické parametry tratě (například hloubky a spády mezi bazény nebo rychlosti na skluzech), které však v dané lokalitě nenahrazují určení komplexní účinnosti monitorováním migrací ryb. Hlavní zásady provozu a údržby (viz publikace MŽP „Migrace ryb, rybí přechody a způsob jejich testování“, 2012) a případných manipulací na rybím přechodu mají být zahrnuty v samostatném „provozním řádu rybího přechodu“, včetně stanovení period prohlídek a řešení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, ale také se mohou stát součástí provozního řádu vodního díla. Nároky na průtoky rybích přechodů s případnými požadavky na manipulace se následně promítají také do příslušného manipulačního řádu vodního díla.

Podle § 59 odst. 1 písm. a) a b) zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) je vlastník vodního díla povinen dodržovat podmínky a povinnosti, za kterých bylo vodní dílo povoleno a uvedeno do provozu a udržovat jej v řádném stavu.

9. OCHRANA POPROUDNĚ MIGRUJÍCÍCH RYB

Při poproudnicích migracích ryby využívají celý průtočný profil koryta a mohou tak být strhávány do hydraulických obvodů turbín nebo čerpadel a na přelivy jezů nebo hrází. Míra rizika poškození ryb narůstá se zvyšujícím se hydraulickým spádem na překážce a s relativní velikostí ryb vůči průtočnému profilu turbín či čerpadel.

Systémy zábran nebo clon jsou určeny pro zabránění vniknutí ryb do nebezpečných zón objektů nebo technologických zařízení a současně nasměrování do obtokového žlabu nebo potrubí, případně do rybího přechodu. Potrubí nebo žlab je nutné vyústit do podjezí nebo pod vodní elektrárnu mimo vysoce turbulentní zóny nebo oblast zpětného proudění, a také mimo klidné zóny hluboké vody, kde se mohou zdržovat dravci. Na výtoku by měl být paprsek rozptýlen, aby z něj ryby mohly volně vypadávat (Larinier a kol., 2002) a rychlost paprsku v bodě dopadu paprsku na hladinu by neměla přesáhnout 7–8 m/s. Velikost provozního průtoku obtoku se doporučuje zajistit ve výši relativní hodnoty 2 % turbínového průtoku (Odeh a Orvis, 1998) pro půdorysné šikmé uspořádání a 5 % pro kolmé clony vůči

⁸ Pojem splávi souhrnně označuje pro předměty unášené samovolně vodním proudem, zejména při povodňových průtocích – vegetační zbytky, předměty splavené z okolí vodních toků, včetně větví a vyvrácených stromů, odpadu i usazenin apod., které mohou být proudem uvedeny do vlnosku a pohybovat se spolu s ním.

proudu. Pokud zůstávají turbíny nebo čerpadla v provozu i za povodňových průtoků, doporučují systém zábran a obtoku navrhovat až na úroveň desetileté povodně.

V současnosti se používá několik různých způsobů odklonění pohybu ryb, ale s rozdílnou účinností a prostorovými nároky – mechanické zábrany fyzicky zabraňující průchodu rybám a behaviorální clony využívající chování ryb vůči různým podnětům. Různé typy zařízení jsou jen částečně úspěšné a současné výsledky výzkumů zatím předkládají jen dílčí návrhy řešení, která je třeba vzájemně kombinovat.

Turbíny šetrné k rybám. Pro malé vodní elektrárny s nízkým spádem jsou dnes vyvíjeny a testovány turbíny, které jsou k rybám šetrnější než například konvenční Kaplanovy nebo Francisovy turbíny. Pro velmi nízké spády (0,5–2 m) lze použít patentovanou vírovou elektrárnu (F. Zotlöterer, Rakousko) s oběžným kolem umístěným v odkryté betonové kašně s půdorysným tvarem logaritmické spirály. Dalším šetrným řešením může být použití Archimédova šroubu jako turbíny.

Mechanické zábrany. Řešení spočívá v instalaci pevných, pohyblivých česlí, sít nebo filtrů v různém prostorovém uspořádání – od pevných svislých prutů, pásových samočisticích česlí s kontinuálním filtračním pásem až po rotační válce nebo naklápěcí česle podle své osy. Nasazení mechanických zábran je vázáno na možnost čištění od spláv (zvláště listí, řas, větví a odpadků). Na jedné straně ochrana před vniknutím vyžaduje zmenšení otvorů pro zabránění vstupu rybám, na druhé pak omezení ztrát na spádu a tedy zvýšení nároků na čištění. Přijatelná velikost mezer nebo průlin česlí a sít je dána šířkou těla „zájmových“ ryb, jejichž vstupu by měly zabránit; pro ochranu úhoře nepřesahují mezery 15 mm.

Behaviorální clony ve vodním prostředí využívají přirozených reakcí ryb na lokální změny fyzikálních polí nebo senzorických vlastností vody (např. vibrace, tlak, teplota, zákal, elektromagnetické pole, světlo). Citlivost ryb se může lišit nejen podle jednotlivých druhů v různých prostředích, ale také během jejich ontogenetického vývoje, nebo podle zdravotního stavu.

Žaluziová clona konstrukčně připomíná česle, kde jednotlivé lamely v linii jsou nastaveny kolmo ke směru proudu, ale jedná se o hydrodynamickou zábranu založenou na reakci ryb vůči tvorbě vírů mezi svislými lamelami. Podél linie lamel proplouvající ryby vnímají různé rychlosti proudu a mohou být naváděny mimo nebezpečný prostor.

Bublinná clona (aerační, vzduchová) vytváří „stěnu“ z velmi jemných vzduchových bublinek, které mohou usměrňovat pohyb některých druhů ryb. Tyto clony samy o sobě zřejmě nejsou účinné pro lososovité druhy i úhoře nebo mihule, ale jejich potenciální význam tkví v kombinaci s dalšími stimuly, jako je zábleskové světlo a zvuk (viz dále), které účinnost aerace zvyšují.

Elektrická clona využívá k odpuzování ryb nízkoenergetických krátkých pulzů stejnosměrného proudu o napětí přibližně 1 V. Efektivita závisí na rychlosti proudění; v relativně klidné vodě dosahuje clona vysokou účinnost, ale při překročení rychlosti proudu 0,3 m/s je účinnost odklonění poproudnic migrantů nejistá.

Světelné clona. Světelné systémy lze použít pro osvětlení překážky a zlepšení orientace v noci spojitým světlem, nebo pro přilákání ryb, či naopak k jejich odpuzování clonou zábleskového světla. Světelná clona zábleskového světla je určena k odpuzování ryb a je obvykle generována více než 200 záblesky za minutu. Turnpenny a O’Keeffe (2005) referují o výzkumu Solomona (1992), který zaznamenal úspěšnost odklonění pohybu 62,5 % u

Nejvyšší účinnost vykazují mechanické zábrany s adekvátní velikostí průlin nebo mezer, ale jejich použití je vázáno na prostorové možnosti a přijatelnost návrhu jejich čištění.

Z behaviorálních clon vychází nejširší záběr pro akustický nízkofrekvenční systém, ale jen se slabým efektem pro úhoře, který silněji reaguje na světelné podněty. Vzhledem k variabilitě vodního prostředí i migrujících ryb (druhy, velikostní skupiny, životní stádia) tedy nelze očekávat universální metodu postihující celou paletu podmínek, proto je třeba uvažovat s kombinacemi zábran a behaviorálních clon. Z tohoto pohledu představuje značný potenciál, například v prostředí s výskytem úhoře, zařazení bublinové aerace s akustickou clonou doplněnou o světelnou clonu.

10. MONITORING A VYHODNOCENÍ FUNKCE RYBÍCH PŘECHODŮ

Nedílnou součástí výstavby RP je test jejich funkce. Pokud je testování kvality RP podceňováno, při dalších realizacích dochází k opakování konstrukčních chyb. Nefunkční, ale *nevyhodnocené* RP jsou pak trvalou překážkou migrací ryb, aniž může být překročeno k nápravě.

10.1 HISTORICKÉ A AKTUÁLNÍ ÚDAJE

Před zahájením monitoringu je nutné získat informace o charakteru místního společenstva a porovnat je s dostupnými historickými údaji. Základní informace mohou poskytnout databáze údajů vedené pod *Agenturou ochrany přírody a krajiny* (AOPK) nebo státní podniky Povodí. Pokud aktuální údaje k dispozici nejsou, ve spolupráci s odborníky je nutné realizovat *ichtyologický průzkum*. Průzkum společenstva ryb může být prováděn 2–3 roky (v případě významných projektů jako je výstavba nové překážky v toku a příslušného RP na *nadnárodních migračních koridorech*, Slavík a kol., 2004; 2006), přes podrobné a opakované průzkumy během jednoho roku na *národních migračních koridorech* (Horký a kol., 2010), až po jednorázová šetření na tocích místního významu. Cílem opakovaných průzkumů je zohlednění variability migrací, což následně umožní vyhodnotit variabilitu vzorku z RP. Pro vyhodnocení funkce RP je srovnáván vzorek ryb táhnoucích jeho tratí se vzorkem společenstva pod překážkou. Porovnáváno je *druhové spektrum*, *počet jedinců* a jejich *délková frekvence*. Z těchto údajů lze odvodit případné selektivní vlastnosti RP. Potvrzení funkce RP na základě vhodnosti hydraulických parametrů a konstrukčních prvků tedy představuje pouze část zkušebního testu. Pro vyhodnocení je vhodné vzít také v úvahu, zda se RP nachází na ose *nadnárodního migračního koridoru* a zda tedy byl postaven s parametry pro diadromní druhy jako losos, úhoř nebo jeseter.

10.2 DRUHOVÉ SPEKTRUM

RP je vždy realizován s ohledem na druhy, které mají při překonávání překážek největší obtíže. Většinou jsou to druhy, které migrují především ve velkých velikostech (jeseter, losos, sumec, candát, štika), které jsou naopak malé (např. hrouzci, střevle, vranky). Úsilí k získání potřebných informací lze odhadnout i podle velikosti nebo řádu toku. Např. v pramenných oblastech (řádech toku 1-3) lze očekávat nízký počet druhů (1–5), zatímco v dolních úsecích (řády 7–10) se může vyskytovat až 50 druhů (např. dolní Labe, Morava, Dyje). Finanční objem pro testování RP většinou neumožňuje sledovat srovnatelnou metodou (především telemetrií) celé druhové spektrum společenstva, a proto je třeba zvolit tzv. *deštníkové* druhy (tj. druhy, které svými charakteristickými vlastnostmi zobecňují nároky na prostředí a chování více druhů).

Pro každou studii by mělo být zvoleno více odlišných druhů (morfologických typů), nejméně pak dva. Je vhodné kombinovat „plavce ze střední a povrchové části vodního sloupce“ (jako je losos, pstruh, bolen, cejnek, plotice, jelec tloušť, jelec proudník) s „bentickými plavci“ (parma, podoustev nebo ostroretka). Ve funkčních RP jsou často nalézáni hrouzci, které lze zvolit jako testovací zástupce malých druhů.

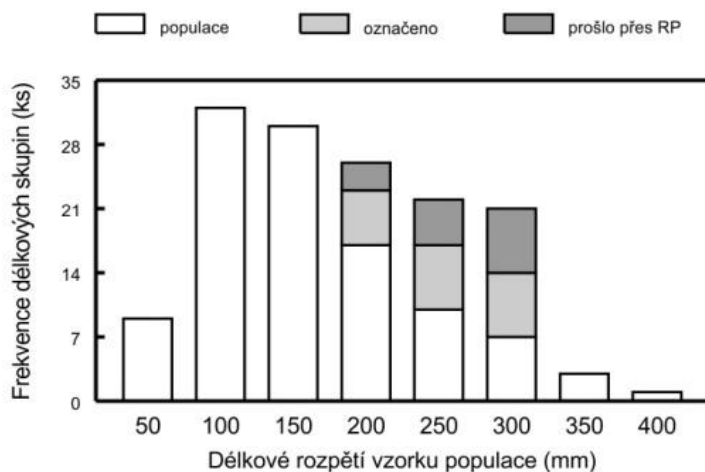
10.3 POČETNOST JEDINCŮ POTVRZUJÍCÍ FUNKCI RP

Správná funkce RP musí být doložena přiměřeným počtem migrujících ryb. Přiměřený počet ryb je zdánlivě velmi neurčitý termín. Pokud je např. testován RP v pramenné oblasti horského potoka, lze očekávat migrace maximálně stovek jedinců (spíše méně) než tisíců jedinců několika druhů, což je v dolních úsecích středních a velkých toků běžné (Dyje, Labe, Sázava). Účinnost přechodu je nezbytné vyjadřovat v procentech ryb, které trati RP projdou nad překážku oproti počtu neúspěšných jedinců. Práce provedené v anglických, švédských a dánských řekách uvádějí účinnost přechodu jako dostatečnou při úspěšnosti migrantů alespoň 50 % (a více), v řadě případů však bylo dosaženo 100% účinnosti. Efektivita migrace pstruhů RP na řece Vydře u Čeňkovy pily byla hodnocena jako dostatečná při 75% úspěšnosti. V přechodech na řece Vltavě mezi Lenorou a Kvildou účinnost kolísala mezi 75–100 %. V kanadských řekách byly RP kladně hodnoceny až při 100% úspěšnosti migrantů. Podle mezinárodních srovnání (Bunt a kol., 2011) lze RP považovat za funkční, pokud jeho trať překoná více než 70 % označených ryb. Je však vhodné vzít v úvahu i biologickou podstatu chování označených ryb. Pokud jedinec vybavený vysílačkou nemigruje proti proudu, k RP se nikdy nepřiblíží nebo splouvá pouze po proudu, nelze takový exemplář zahrnout do celkového součtu hodnocených migrantů (Bunt a kol., 2011). Při použití vysílaček je vhodné označit přibližně 20 jedinců jednoho druhu pro dostatečnou variabilitu vzorku. Při použití pasivních integrátorů lze jako relevantní vzorek použít 300 jedinců na jeden druh nebo vzorek více druhů (Calles a Greenberg, 2007). Odlišný přístup hodnocení účinnosti RP lze použít, pokud k testování používáme bioskener (více kap. 11.3). Při použití skeneru je vhodné vycházet ze skutečnosti, že funkčnost RP je prokázána pozitivní korelací mezi počtem migrujících ryb a faktory prostředí. Vzorek ryb z RP tedy může být považován za dostatečně početný, pokud výskyt ryb prokazatelně souvisí s variabilitou parametrů prostředí (Horký a kol., 2010). Jinými slovy – ze statistické analýzy musí být zřejmé, že intenzita migrace ryb se mění s průtokem, světlem, teplotou nebo sezónním obdobím.

10.4 VELIKOSTNÍ SELEKTIVITA

Velikostní selektivita bývá způsobena především nevhodnými rozměry trati a je nejčastější příčinou nedostatečné funkce RP. Např. na střekovském zdymadle nebyl RP navržen s ohledem na možnou migraci jesetera velkého, ale v současnosti je v Německu realizován záchranný program pro tento druh. V případě úspěšnosti projektu bude migrace jesetera k místům historických nálezů na středním Labi a dolní Vltavě zastavena již na střekovském zdymadle. Prostupnost většiny v ČR aktuálně navrhovaných RP je omezená pro velké druhy ryb jako je sumec, candát a štika, které pro migraci využívají hluboké proudy bez peřejí. Především sumec dosahující běžně délky 2 m nemůže překonat RP navržený pro migraci menší druhů. RP jsou totiž navrhovány především v parametrech zajišťující migraci lososa nebo kaprovitých druhů, které jen vzácně dorůstají délky okolo jednoho metru. Testování velikostní selektivity RP je jednoduchým postupem, při kterém je porovnávána délková frekvence vzorku ryb z RP a z úseku toku pod překážkou. Zde jsou uvedeny příklady

porovnání délkových frekvencí populace pstruhů z řeky Vltavy na Šumavě a jedinců, kteří úspěšně překonali RP (viz obr. 10.1).



Obr. 10.1 Porovnání délkové frekvence pstruhů obecných pod překážkou a jedinců s vysílačkou, kteří úspěšně překonali 4 RP v řece Teplé Vltavě na Šumavě.

Z příkladu je zřejmé, že vltavské RP mezi Zátoní a Borovými Lady nebyly pro pstruha selektivní. Pokud by byly frekvence délek odlišné nebo vůči sobě posunuté, velikostní selektivita RP by byla zřejmá.

11. TECHNICKÉ VYBAVENÍ PRO TEST FUNKCE RP

Zajištění podmínek pro testování funkce předpokládá kalkulaci nákladů do ceny celého projektu výstavby RP. Testování je nákladnou částí projektu a vyžaduje profesionální vybavení. Postup, při kterém se trať RP přehradila, vypustila a uvízlé ryby zpracovávaly, je zastaralý. Nevhodné je i omračování ryb elektrickým proudem v RP. Účinek elektrického proudu může trvale poškodit až 4 % jedinců (infarkt a přetržení svalů), a i u nepoškozených ryb může docházet k přerušování migrace v důsledku fyziologického šoku. Podobně nevhodným způsobem kontroly je používání vrší, ve kterých jsou ryby chyceny a zcela závisí na lidském faktoru, kdy budou znovu vyproštěny. Pokud vyčerpají energii dříve, přestanou aktivně plavat a následně jim tlak vody o stěny vrší, způsobí vážná zranění. Takový postup odporuje nejen zákonu o rybářství, který manipulaci a omezování migrace ryb v RP zakazuje, ale především je v přímém rozporu se zákonem na ochranu proti týrání zvířat (§ 26 zákona č. 246/1992 Sb.). Zákon neumožňuje divoce žijící zvířata omezovat v pohybu bez předem schváleného počtu a přesného stanovení doby, po kterou budou omezeny. Pro takové účely je nezbytné vypracovat tzv. *projekt pokusu* a předložit ke schválení na příslušnou komisi. Cena testování vzrůstá v případech, kdy nejsou k dispozici přístupové cesty a okolí RP neposkytuje logistické zázemí (přístřešky pro techniku, připojení na elektrický proud). Cena klesá s možností automatizace sledování. Obecným mezinárodním trendem je použití bezkontaktních metod, které neomezují a nestresují migrující ryby. Podle aktuálního stanoviska vlivného časopisu *River Research and Applications* zaměřeného na praktickou obnovu říčních ekosystémů je nejvhodnější metodou pro testování RP biotelemetrie (Bunt a kol., 2011). Pouze tato metoda (podrobněji dělená na telemetrii s pasivními integrátory – PIT a akustickou a radiovou telemetrii) totiž umožňuje vyhodnotit účinnost RP podle poměru počtu označených ryb a ryb, které RP úspěšně překonaly.

S určitými metodickými omezeními lze použít i bioskenery, které chování migrantů rovněž neovlivňují.

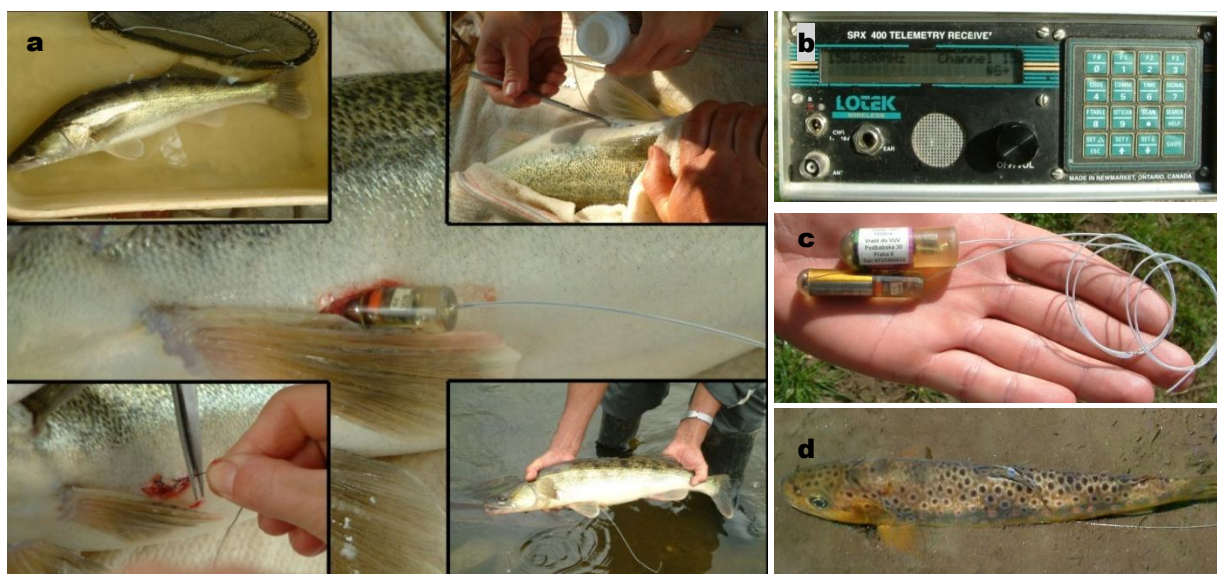
11.1 RADIOVÁ A AKUSTICKÁ TELEMETRIE

Testování RP pomocí ryb označených vysílačkami s vlastním zdrojem energie je v současnosti nejrozšířenější technikou. Metoda umožňuje sledovat chování ryb i před vstupem do trati RP a dále až k příští překážce. V případě testování několika RP v podélném profilu toku se efektivita testu násobí. Rozlišujeme dva základní druhy telemetrie – akustickou a radiovou. Akustická telemetrie je založena na přenosu zvukového signálu vysílaného vysílačkou na jedné frekvenci. Protože se zvuk ve vodě dobře šíří, metodu lze použít v hlubokých jezerech a přehradních nádržích nebo v nížinných tocích o vysoké vodivosti. Akustická verze je účinná i za velkých povodní při silně zakalené vodě. Nevýhodou je nutnost sledování každé ryby na jednotlivé radiové frekvenci, což často vede k opominutí některých jedinců a dílčím ztrátám údajů. K chybám dochází, pokud jsou ryby rozmístěny na malém prostoru a signály vysílaček se překrývají. Druhou nevýhodou je, že k zachycení signálů jsou potřebná zvuková čidla – hydrofony, která musí být ponořena ve vodě. K zachycení přítomnosti jedince stačí jeden hydrofon, pokud je potřebné lokalizovat přesnou pozici, je nezbytné použít tři nebo i více hydrofonů.

Radiová verze telemetrie je pro říční prostředí vhodnějším nástrojem. Na jedné radiové frekvenci je možné sledovat (v důsledku digitálního kódování) až 500 kusů ryb. Snižuje se tak četnost opominutí označených jedinců při překrývání signálů, protože přijímač neustále prohledává jen jednu frekvenci. Radiová telemetrie je omezena při použití ve velkých hloubkách (4 m a více). Rovněž za vysoké vodivosti nad 500 μS je obtížné rybu přesně lokalizovat, při hodnotách nad 700 μS se výrazně zkracuje i vzdálenost přenosu signálu (max. desítky m) a ztrácí se i možnost identifikovat individuální kód jedince. Naopak v mělkých horských tocích (s vodivostí do cca 80 μS) lze lokalizovat jedince i na vzdálenosti 500–800 m i více. Přijímače jsou vyráběny v univerzální přenosné verzi nebo jsou určeny k automatickému sledování z jednoho bodu. Automatické verze umožňují paralelní zapojení několika antén a užívají se především k odhadu efektivity RP.

Účinnost metody při testování RP lze zvýšit vhodně zvoleným typem vysílačky. Nejdůležitějším parametrem je poměr mezi hmotností vysílačky a ryby, kdy vysílačka musí mít hmotnost na vzduchu méně než 2 % a ve vodě méně než 1,7 % hmotnosti ryby. Režim vysílání signálu může být také programován. Např. pstruhy je výhodné označit začátkem srpna, kdy ještě nejsou pohlavně aktivní a vysílačka může být aktivována mnohem později. Podobně je velmi obtížné získat v zimním období časně jarní migranty jako je štika, bolen nebo jelec jesen, protože ryby jsou v zimních úkrytech na dně hlubokých tůní. Pokud jsou ryby odloveny např. v září, kdy jsou ještě na mělčinách (a v nejvyšší fyzické kondici), vysílačky lze naprogramovat k aktivaci na konec února, kdy mohou začít reprodukční migrace. V jarním období by navíc odlov ryb vysoké průtoky neumožnily. Velmi praktické je použití vysílaček s různými senzory. Senzory měří např. hloubku (tlak) a teplotu, ve které se jedinec nachází. Podobně lze získat vysílačky s tzv. akcelerátorem, který zaznamená přechod z klidové fáze do pohybu sledovaného jedince. Nejpoužívanější vysílačky jsou tzv. EMG (electromyogram) senzory, které měří frekvenci elektrických impulsů mezi svalovými vlákny (Cooke a kol., 2004). Frekvence impulsů odpovídá namáhání svalů při plavání, a tedy spotřebě energie. Pokud je RP postaven s konstrukčními chybami (jako je příliš vysoký spád a rychlosti proudění), hodnoty EMG dosáhnou vysoké frekvence na možné škále a obtížnost úseku je zároveň dokumentována zpomalením nebo zastavením pohybu sledovaného

jedince. Je možné uvést největší výrobce jako Lotek (www.lotek.com), Vemco (www.vemco.com) nebo ATS (www.ats.track.com). Detail vysílaček, přijímače, implantace a vypouštění označených ryb ukazují obrázky 11.1a–d.



Obr. 11.1 Systém radiové telemetrie – postup při implantaci vysílačky do candáta (a), přijímač SRX_600 (b), detail vysílačky (c) a detail označeného pstruha s anténou (d).

11. 2 TELEMETRIE S PASIVNÍMI INTEGRÁTORY

Vhodným nástrojem pro testování RP je technologie pasivních integrátorů (*Passive Integrated Transponder, PIT*). Metoda umožňuje získat údaje o výskytu konkrétního jedince v přesném místě trati RP (např. na vstupu a výstupu). Ryby jsou označeny značkami (PIT) s malými rozměry (12 x 2 mm a hmotnost 0,09 g). Je tak možné označit i velmi malé ryby – až o hmotnosti pouhé 3 g (Navarro a kol., 2006). Tyto mikro značky sice nemají vlastní baterii, ale při kontaktu se signálem, který vysílá anténa, předají individuální kód zpět do antény. Anténa je tedy i čtecím zařízením, ze kterého je odezva zapsána do databáze přijímače. K dispozici je tak záznam přítomnosti značky (ryby) v určitém čase na určitém místě. Určitým omezením je požadavek, aby se pasivní integrátor přiblížil k anténě alespoň na 30 cm. V případě testování funkce RP není tato skutečnost příliš významná, protože je možné několika anténami přehradit celou trať, anténu umístit přímo před štěrbinu přepážek nebo usměrnit pohyb ryb k anténě. Na následujících obrázcích jsou patrné malé rozměry pasivního integrátoru (obr. 11.2a), značení ryby (obr. 11.2b), ruční čtečka (obr. 11.2c) a umístění detekčních rámců (antén) v přechodu (obr. 11.2d).

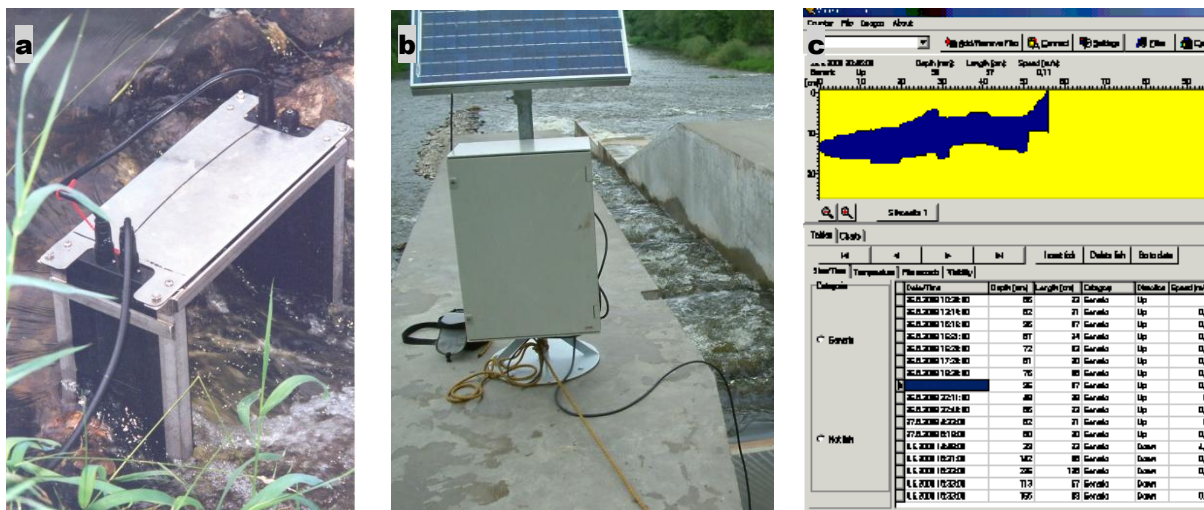


Obr. 11.2 Systém pasivních integrátorů – značka v injekční jehle (a), značení ryby (b), ruční čtečka (c) a detekční zařízení – anténa ve vodácké propusti na řece Sázavě (d).

11. 3 BIOSKENERY

Bioskenery jsou běžně používanou technikou s velmi jednoduchou aplikací. Principem technologie je rám po stranách vybavený dvěma řadami zářičů, které produkují infračervené paprsky.

Ryba proplouvající rámem je skenována, což vytvoří její obraz na displeji připojeného PC. Rám bioskenery se umístí před otvor v přepážce RP nebo je do něj pohyb ryb usměrněn. Ryby jsou zaznamenány (rozlišena je orientace pohybu po nebo proti proudu), v určitém čase a teplotě. Modernější verze zařízení je vybavena i kamerovým systémem, který je automaticky spuštěn při výskytu ryby v oblasti rámu. Skener pracuje i v noci. Příklad je možné napájet i ze solárního panelu. Údaje lze z přístroje stahovat přes propojení s PC nebo přes mobilní telefon. Nevýhodou je, že pomocí bioskenery nelze odhadnout přímou úspěšnost RP, neboť neznáme poměr mezi počtem ryb, které se k RP pouze přiblížily, ale tratí nepropluly, a počtem těch, které RP úspěšně překonaly a následně proplavaly rámem. Výsledky musí být proto korelovány s variabilitou parametrů říčního prostředí (Horký a kol., 2010). VAKI „Riverwatcher“, je hlavním produktem islandské firmy VAKI, která zaujímá pozici evropského lídra (www.vaki.is). Ve střekovském RP byl pomocí skeneru zaznamenán i cyklický pohyb ryb v komorách přechodu, kdy se část ryb vracela tratí směrem po proudu.



Obr. 11.3 Detailní pohled na rám bioskeneru (a), solární panel pro dobíjení baterie a kovová schránka pro řídicí jednotku ve vodácké propusti na řece Sázavě (b), obrys migrující ryby na záznamu (c).

Základní literatura

- Armstrong, G., Aprahamian, M., Fewings, A., Gough, P., Reader, N. and Varallo, P. 2010. Fish Passes, Guidance Notes on the Legislation, Selection and Approval of Fish Passes in England and Wales. Environmental Agency.
- Bunt, C. M., Castro-Santos, T. and Haro. A. 2012. Performance of fish passage structures at upstream barriers to migration. *River Research and Applications* **28**, 457–478. doi: 10, 1002/rra.1565.
- Calles, E. O. and Greenberg, L. A. 2007. The use of two nature-like fishways by some fish species in the Swedish River Emån. *Ecology of Freshwater Fish* **16**, 183–190.
- Castro-Santos, T., Cotel, A. and Webb, P. W. 2009. Fishway evaluations for better bioengineering: an integrative approach. In: A. J. Haro, K. L. Smith, R. A. Rulifson, C. M. Moffit, R. J. Klauda, M.J. Dadswell, R.A. Cunjak, J.E. Cooper, K. L. Beal and T. S. Avery (eds), *Challenges for Diadromous Fishes in a Dynamic Global Environment*. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society Symposium **69**, 945 pp.
- Clay, C. H. 1995. Design of Fishways and other Fish Facilities. 2nd edition. *Boca Raton: Lewis Publishers*, 256 pp.
- Clough, S., Lee-Elliott, I.E., Turnpenny, A.W.H., Holden, S.D.J. and Hinks, C. 2004. Swimming Speeds in Fish: phase 2. R&D Technical Report W2-049/TR1, Environment Agency.
- Cooke, S. J., Thorstad, E. B. and Hinch, S. G. 2004. Activity and energetics of free-swimming fish: insight from electromyogram telemetry. *Fish and Fisheries* **5**, 21–52.
- Cowx, I. G. and Welcomme, R. L. 1998. Habitat requirements of fish. In: Cowx, I. G. and Welcomme, R. L. (eds.) *Rehabilitation of rivers for fish. Study of the European Inland Fisheries Advisory Commission. Oxford: Fishing News Books, Blackwell science Ltd*, 10–44.
- DWA-M 509, 2010. Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke-Gestaltung, Bemessung, Qualitätsseicherung. Hennef, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Gelbdruck, 285 pp.
- Horký a kol. 2010. Studie migrace ryb přes kartáčové rybí přechody na řece Sázavě. Zpráva pro MŽP ČR. *Praha: VÚV TGM v.v.i.*
- Jungwirth, M., Schmutz, S, Weiss, S. 1998. Fish Migration and Fish Bypasses. Oxford: Fishing News Books, Blackwell science Ltd, 448 pp.
- Larinier M., Travade, F. and Porcher, P.J. 2002. Fish ways: biological basis, design criteria and monitoring. *Bulletin Francais de La Peche et de la Pisciculture* **364**, 208 pp.
- Lucas, M. C., and Baras, E. 2001. Migration of Freshwater Fishes. *Blackwell Science Ltd*, 420 pp.
- Mays, L.,W. 1999. Hydraulic Design Handbook, New York: McGraw–Hill, 1024 pp.
- Musil J., Slavík O., Horký, P. a Zbořil, A. 2009. Zpracování koncepčního přístupu k zvyšování průchodnosti řek včetně zanesení do systému GIS: Analýza současného omezení migračních požadavků ichtyofauny ČR. Průběžná zpráva MŽP ČR. *Praha: VÚV T.G.M. v.v.i.*, 36 pp.
- Musil, J., Horký, P., Slavík, O., Zbořil, A., and Horká, P. 2012. The response of the 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.
- Navarro, A., Oliva, V., Zamorano, M. J. et al. 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.
- Northcote, T. G., 1984. Mechanism of fish migration in rivers, 317-355. In: *Mechanism in migration of fishes*, J. D. McCleave, J.J. Dodson, W. H. Neill (eds), Plenum, New York.
- Odeh, M. 1999. Innovations in Fish Passage Technology. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 212 pp.
- Quigley, J.T., and Harper, D.J. 2006. Effectiveness of fish habitat compensation in Canada in achieving no net loss. *Environmental Management* **37**, 351–366.
- Slavík, O. a kol. 2004. Testování účinnosti rybího přechodu Střekov na řece Labi. Projekt pro MŽP ČR. *Praha: VÚV TGM v.v.i.*
- Slavík, O. a kol. 2006. Biologický průzkum pro zlepšení plavebních podmínek na řece Labi, Plavební stupeň Děčín. Projekt pro Ředitelství vodních cest ČR. *Praha: VÚV TGM v.v.i.*
- Slavíková, A. a kol. 2010. Koncepce zprůchodnění říční site ČR. MŽP ČR.
- Solomon, D. J. & Beach, M.H. 2004. Fish pass design for eel and elver (*Anguilla anguilla*). R&D Technical Report W2-070/TR1. Environment Agency. 92pp.
- Tesch, F.–W. 2003. The eel. Oxford: Wiley–Blackwell, 416 pp.
- Tudorache, C., Viaene, P., Blust, R., Vereecken, H. and De Boeck, G. 2008. A comparison of swimming capacity and energy use in seven European freshwater fish species. *Ecology of Freshwater Fish*, **17**: 284–291.
- Turnpenny A.W.H. and O’Keeffe N. 2005. Screening for intake and outfalls: a best practice guide. Environment Agency Science Report SC030231.

Příloha P.1 Indikátory hodnocení projektů pro potřeby OPŽP

Zpracovatelská část	Minimální požadavky na výstupy
1. Identifikační údaje vodního toku, vodního útvaru a profilu, zařazení v Plánu oblasti povodí (POP)	<ul style="list-style-type: none"> - název lokality a vodního toku, říční km, souřadnice ^{a)} - číslo hydrologické pořadí, řád toku dle Strahlera - ID vodního útvaru, číslo návrhu opatření POP
2. Ichtyologické hodnocení vodního toku 2.1 Soulad s Konceptcí zprůchodnění říční sítě ČR (viz kap. 5) 2.2 Ichtyologické hodnocení lokality na podkladu průzkumů, archivních dat a odborných posudků (viz kap. 5)	<ul style="list-style-type: none"> - zařazení do systému migračních biokoridorů (BK) <ul style="list-style-type: none"> - nadnárodní migrační BK - národní migrační BK - výsledky ichtyologického průzkumu <ul style="list-style-type: none"> - druhové spektrum - početnost jednotlivých druhů - délky těla jednotlivých druhů - výskyt zvláště chráněných druhů a naturových druhů
3. Zhodnocení hydrologických a hydraulických poměrů lokality (viz kap. 6)	<ul style="list-style-type: none"> - základní hydrologická data (M-denní a N-leté průtoky) - stanovení návrhového intervalu průtoků pro provoz RP - stanovení návrhového průtoku pro stabilitu konstrukce (celku i prvků RP) - využívání průtoků v lokalitě (VE, odběry, MZP apod.) - hydraulické výpočty hladin a rychlostí - stanovení úrovně hladin pro provoz RP - určení polohy proudnice ve vodním toku
4. Technické hodnocení současného stavu lokality	<ul style="list-style-type: none"> - skladba objektů, základní parametry a využití migrační překážky
5. Návrh rybího přechodu (viz kap. 6, 7)	<ul style="list-style-type: none"> - typ, geometrické a hydraulické parametry RP, lokalizace RP a jeho vstupů a výstupů (vzhledem ke konstrukci a k proudnici)
6. Nároky na vyhodnocení (testování) funkce přechodu (viz kap. 10, 11)	<ul style="list-style-type: none"> - stanovení časového intervalu monitoringu, - doporučená metoda a modelové druhy ryb
7. Návrh ochrany poproudně migrujících ryb (viz kap. 9)	<ul style="list-style-type: none"> - mechanické zábrany (typ česlí, mezery mezi pruty) - behaviorální clony (typy a parametry)

Legenda : ^{a)} Souřadnice průsečíku osy migrační překážky a osy rybího přechodu v souřadnicovém systému jednotné trigonometrické sítě katastrální (JTSK) nebo v zeměpisných souřadnicích (GPS).

Význam zkratek :

BK biokoridor,
 ID identifikátor,
 M–denní a N–leté průtoky, standardní hydrologická data,
 MZP stanovený minimální zůstatkový průtok,
 POP Plány oblasti povodí
 RP rybí přechod,
 VE vodní elektrárna.

Zpracovatelská část	Minimální požadavky na výstupy
8. Vypořádání majetkových vztahů 8.1 Vztahy k dotčeným pozemkům a objektům	<ul style="list-style-type: none"> - doložení vlastnických vztahů (výpis z KN), - písemná vyjádření vlastníků a správců dotčených pozemků a staveb ve vztahu k předmětné stavbě RP a souhlasy s provedením navrhovaných opatření
8.2 Nároky na průtok vody RP a jejich zajištění	<ul style="list-style-type: none"> - písemná vyjádření správce vodního toku a vlastníků dotčených vodních děl
9. Projektová dokumentace 9.1 Projekt	<ul style="list-style-type: none"> - dokumentace pro stavební povolení (DSP) - nebo jednostupňová dokumentace (DSJ) - pokud je vyžadována dle stavebního zákona 183/2006 Sb. v platném znění, v rozsahu určeném dle vyhlášky č. 499/2006 Sb., v platném znění - platné územní rozhodnutí - nebo doložené vypořádání majetkových vztahů (viz bod 7)
9.2. Ekonomická analýza	<ul style="list-style-type: none"> - kontrolní položkový rozpočet stavby (zpracovaný na podkladu detailních položek), - jednotkové náklady stavby na rybí přechod (podíl celkových nákladů stavby a obestavěného prostoru RP), - časová (termíny) a technická náročnost výstavby
9.3. Zpracovatel dále doloží: (pokud není obsaženo v projektu stavby)	<ul style="list-style-type: none"> - mapu stávajícího stavu lokality se zákresem územně technických limitů, inženýrských sítí, lokalit ZCHÚ, PO a EVL dle zákona č. 114/92 Sb., v platném znění, popřípadě zvláště chráněných druhů rostlin a živočichů dle vyhlášky 395/1992 Sb., v platném znění, - soupis dotčených prvků ÚSES (od lokální po nadregionální úroveň) na podkladu katastrální mapy, - zásah do významného krajinného prvku
9.4. Doložení souhlasu dotčených orgánů a subjektů se stavbou	<ul style="list-style-type: none"> - vyjádření, stanoviska AOPK ČR, - stanovisko orgánu ochrany přírody, - vyjádření správce vodního toku a povodí, - vyjádření vlastníků (správců) vodního díla, - vyjádření vlastníků (správců) pobřežních pozemků a staveb (pokud je relevantní), - vyjádření vlastníků (provozovatelů, správců) dotčených podzemních sítí (nebo jejich ochranných pásem), - vyjádření ostatních dotčených orgánů (např. pro hraniční toky, technické památky apod.)
10. Vypořádání připomínek	<ul style="list-style-type: none"> - vypořádání všech relevantních připomínek, (případné zdůvodnění potenciálních rozdílů mezi nároky na prostor nebo provoz RP a omezením majetkovými vztahy nebo technicko-ekonomickými nároky stavby)
11. Zpracovatel dále doloží:	<ul style="list-style-type: none"> - seznam zápisů a záznamů z projednání se zainteresovanými subjekty, správními orgány příslušnými administrátory předpokládaného zdroje pro financování záměru, - odborné posudky, rozbor apod. - pokud jsou vyžadovány v závislosti na významu, typu nebo rozsahu navrhovaného opatření.

Význam zkratk :

AOPK ČR Agentura ochrany přírody a krajiny ČR,
 DSJ dokumentace pro stavební povolení,
 DSP jednostupňová dokumentace,
 EVL evropsky významná lokalita,

KN katastr nemovitostí,
 PO ptačí oblasti,
 ÚSES územní systém ekologické stability,
 ZCHÚ zvláště chráněné území.

METODICKÝ POSTUP NA ZLEPŠENÍ MIGRAČNÍ PRŮCHODNOSTI PŘÍČNÝCH PŘEKÁŽEK VE VODNÍCH TOCÍCH ČR

Příručka pro žadatele OPŽP

Ondřej Slavík, Zdeněk Vančura a kol.

www.mzp.cz | www.opzp.cz | www.sfzp.cz

ISBN: 978-80-7212-581-4



Evropská unie

Spolufinancováno z prostředků Fondu soudržnosti v rámci Technické pomoci Operačního programu Životní prostředí.

Ministerstvo životního prostředí
Státní fond životního prostředí ČR

www.opzp.cz ▪ Zelená linka: 800 260 500 ▪ dotazy@sfzp.cz