

**Česká zemědělská univerzita
Fakulta životního prostředí**



**Návrh parametrů a umístění rybího
přechodu u malé vodní elektrárny na toku
Malé Labe**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Dr. Ing. Et Ing. Miroslav Kravka

Bakalant: Lukáš Klenz

Rok: 2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Lukáš Klenz

Krajinářství
Územní technická a správní služba

Název práce

Návrh parametrů a umístění rybiho přechodu u malé vodní elektrárny na toku Malé Labe.

Název anglicky

Proposal of parameters and localisation of a fish pass nearby water power plant on Male Labe river.

Cíle práce

Identifikujte specifika, která bude nutné zohlednit při návrzích rybiých přechodů na příčných objektech na toku Labe, které současně slouží k umístění malých vodních elektráren. Navrhněte parametry a umístění takového rybiho přechodu na jenom profilu v dané oblasti.

Metodika

Na základě detailního studia dostupné literatury zjistěte, jaká technická a biologická hlediska je třeba zohlednit při návrhu rybiých přechodů v horních částech toků.

Nastudujte již realizované stavby, zjistěte zkušenosti u projektantů, správců a provozovatelů takových staveb.

Ve zvolené lokalitě proveďte terénní šetření.

Doporučený rozsah práce

40

Klíčová slova

rybí přechody, migrace, vodní hospodářství

Doporučené zdroje informací

- ČÁBELKA, J. – KUNŠTÁTSKÝ, J. *Jezy*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1966. ISBN (vázáno).
- LUSK, S. – HARTVICH, P. – LOJKÁSEK, B. *Migrace ryb a migrační prostupnost vodních toků*. Vodňany: Jihočeská univerzita, Fakulta rybářství a ochrany vod, 2014. ISBN 978-80-87437-77-3.
- PEKÁREK, M. *Zákon o ochraně přírody a krajiny komentář*. BRNO: IURIDICA BRUNENSIA, 1995.
- SLAVÍK, O. – VANČURA, Z. *Migrace ryb, rybí přechody a způsob jejich testování : metodický postup pro návrh, realizaci a možnosti testování funkce rybích přechodů pro žadatele OPŽP*. Praha: Ministerstvo životního prostředí České republiky, 2012. ISBN 978-80-7212-580-7.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

Dr. Ing. et Ing. Miroslav Kravka

Garantující pracoviště

Katedra biotechnických úprav krajiny

Elektronicky schváleno dne 25. 3. 2020

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 26. 3. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 26. 03. 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Praze dne 24. března 2020

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval panu Dr. Ing. et Ing. Miroslavu Kravkovi, za vedení mé bakalářské práce, za pomoc, cenné rady, připomínky a ochotu při řešení všech problémů týkajících se zpracování této práce.

V Praze dne 24. března 2020

Abstrakt

Tato bakalářská práce je zaměřena na problematiku revitalizací, hlavně na revitalizace vodního prostředí pomocí rybích přechodů. Řeky byly v minulosti upraveny a byly zde vystavěny příčné stavby, které znamenají pro vodní organismy nepřekonatelnou bariéru. Na rybích populacích se negativně projevuje i fragmentace vodních toků a odběry vody spojené s provozem vodních elektráren. Migrace ryb tvoří významnou součást jejich biologie, u řady druhů jsou nezbytnou podmínkou jejich existence. V současné době je snaha o umožnění migrace ryb zprůchodněním migračních překážek výstavbou rybích přechodů. Jsou zde popsány základní typy rybích přechodů, přírodě blízké a technické, a hlavní rysy těchto přechodů. Druhá část je věnována konkrétnímu návrhu rybího přechodu. Přechod je situován k jezu na řece Malé Labe v obci Lánov. Obnova migrační prostupnosti vodních toků v jejich podélném profilu je v současnosti chápána jako významná podpora obnovy původní druhové skladby a účinná forma ochrany biodiverzity rybí bioty říčních ekosystémů

Klíčová slova

Bypass, migrační bariéra, vstup do rybího přechodu, výstup z rybího přechodu, přírodě blízké rybí přechody, říční komunita.

Abstract

This bachelor thesis is focused on revitalization of aquatic environments by using a fish ladders. Rivers have been adjusted and built by use of transverse structures and obstacles that cause insurmountable barrier for migration of aquatic organisms. The fish populations are also negatively affected by the fragmentation of watercourses and water use associated with the operation of hydropower plants. Migration of fish forms important part their biology, by rows species are necessary condition their existence. Attempts are currently being made to allow fish migration by bridging migration barriers by building of fish ladders. There are described basic types of fish ladders, natural and technical including main features. The second part is dedicated to specific fish ladder. The fish ladder is situated to weir on the river Malé Labe in Lánov village. Restoration of migration permeability watercourses in their longitudinal profile is comprehended at present as important support of restoration original specific composition and effectual form protection biodiversity of fish biota river ecosystems.

Keywords

Bypass, migration barrier, fish ladder entry, fish ladder exit, natural fish ladders, river continuum.

Obsah

1 Úvod	1
1.1 Biodiverzita a prostupnost krajiny	1
1.2 Optimalizace řešení	2
2 Cíl práce	3
3 Literární přehled.....	4
3.1 Literární řešerše	4
3.2 Funkce krajiny	6
3.3 Úloha vodních toků	8
3.4 Migrace a její význam	10
3.5 Vodní elektrárny a jejich význam	11
3.6 Technická a legislativní pravidla pro vodní elektrárny a migraci.....	14
3.7 Praktické příklady	16
3.8 Metodiky hodnocení funkčnosti přechodů	19
4 Metodika	23
4.1 Popis zájmového území.....	23
4.2 Popis použitých postupů	24
4.3 Posouzení variant a výběr konečného návrhu	26
5 Výsledky	28
5.1 Vlastní návrh	28
5.2 Návrh hodnocení efektu	30
5.3 Vlastní výsledek posouzených variant.....	31
6 Diskuse.....	33
7 Závěr	34
Seznam použitých zdrojů	35
Seznam zkratk.....	38
Seznam obrázků	38
Seznam tabulek.....	39

1 Úvod

V poslední době se rybí přechody stávají častou vodohospodářskou stavbou na tocích, což souvisí s měnícím se vztahem k přírodě a všemu živému. Migrace ryb je totiž nezbytným projevem jejich života, i když druhů závislých na migraci je na území České republiky nemnoho. Přesto je důležité význam těchto staveb pochopit, protože nejen rybářům, ale i ochráncům přírody jde o podporu rybnatosti našich řek a potoků. Díky úpravám na našich tocích v minulosti, ať již kvůli protipovodňovým úpravám, nebo například kvůli jejich sportovnímu využití, jako jsou sjezdy řek, jsme vytvořili mnoho vodohospodářských objektů, které migraci ryb zabraňují. Příklady trvalých migračních překážek jsou dnes všeobecně známé a náleží k nim nejen přehradní nádrže a vysoké jezy, ale i koryta řek odkud je nadměrně čerpána voda nebo naopak přiváděna voda často znečištěná chemickými či odpadními látkami. Bohužel jsme při výstavbě takovýchto staveb často zapomněli, že v řekách a potocích žijí živočichové, pro které jsou vodní toky jejich životním prostředím. Pro obnovení volných biokoridorů migrujících druhů, jedinců a podobně, by mělo být chápáno jako jeden z kulturních projevů novodobé společnosti a současně by charakterizovalo úroveň ekologické politiky státu.

1.1 Biodiverzita a prostupnost krajiny

Jedním ze základních úkolů ochrany přírody je ochrana biodiverzity. Zde existuje mnoho definicí biodiverzity, zejména proto, že se jedná o velice složitý jev. Jednu z definicí biodiverzity uvádí mezinárodní nezisková organizace Světový fond na ochranu přírody (WWF) uvádí, že se jedná o „*bohatství života na Zemi, miliony rostlin, živočichů a mikroorganismů včetně genů, které obsahují, a složité ekosystémy, které vytvářejí životní prostředí*“ (WWF, in Primack, Kindlmann, Jersáková, 2001, s. 19). Americká Agentura pro ochranu životního prostředí (EPA) uvádí definici, podle které je biologická diverzita *různorodost života na všech úrovních organizace, představovaná počtem a relativními četnostmi objektů (genů, organismů a ekosystémů)*. (U.S. Environmental Protection Agency, 1990, In Fiorino, 1995) Podle jiných autorů je možné pojem biodiverzita chápat jako rozmanitost živých organismů a ekosystémů, jichž jsou tyto organismy součástí (Ammann a Braun, 2002). Švecová a kol. rozlišuje ochranu biodiverzity *in situ* a *ex situ*. Ochrana *in situ* představuje péči o zachování biologické rozmanitosti v přirozeném prostředí, ale ochrana *ex situ* je

zajišťována semennými bankami a botanickými a zoologickými zahradami (Švecová a kol., 2007).

Z hlediska formulace bakalářské práce je důležitá biodiverzita říční krajiny, kterou se zabývá například Ward a kol.. Ten uvádí, že přirozená dynamika fluviálních procesů sehrává primární roli při udržování pestrých mozaik biotopů a lze ji tak právem považovat za určující faktor biodiverzity říčních krajin. Omezení povodňových disturbancí (narušení), které způsobují regulované toky, vede ke snížení intenzity erozně-akumulačních procesů, a tím i diverzity společenstev (Ward a kol., 2002). K tomu stejný zdroj uvádí, že v rámci modelu dynamické rovnováhy jsou tato společenstva na základě abiotických faktorů dominantní v místech vysoké a časté disturbance, zatímco společenstva s významnými biologickými vazbami převládají v místech nižší míry disturbance a svými početnými zdroji (Ward a kol., 1999).

1.2 Optimalizace řešení

Velká část krajiny v rámci ČR si doposud udržuje mimořádně vysokou produkční, rekreační a estetickou funkci. Proto není možné jedno ekologické řešení (například výstavba vodní elektrárny) realizovat tak, aby kolidovalo s jiným (biodiverzita říční krajiny). Krajinný ráz by měl být v zásadě chráněn ve všech ohledech. Primární zásadou každého řešení musí být jeho soulad jak z hlediska ekonomického, tak i environmentálního, při vyloučení vzájemných střetů a kolize vzájemně neslučitelných činností. Stále více je zřejmé, že z pohledu například prostupnosti území je velice důležitá vazba různých přírodních prvků v krajině s plošnými a liniovými prvky urbanizovaného území. Migrační prostupnost tak musí být dána existencí dostatečného počtu průchodů ploch přírodního charakteru.

2 Cíl práce

Cílem práce je specifikace rybího přechodu navrhovaném na toku Malého Labe v blízkosti vodní elektrárny.

Nejlépe je najít takové řešení, které vyhoví požadavkům legislativy i biologické podstatě... tj. omezení překážek v migraci. Dosud probíhala výstavba rybích přechodů a realizace hlavně na velkých tocích např. na Labi a Vltavě. Na horních tocích se zatím jejich výstavba moc neprovádí.

3 Literární přehled

3.1 Literární rešerše

Tématu práce se věnuje řada českých i zahraničních autorů. Především však bylo čerpáno z publikace autorů (Slavíka a kol., 2012a), kterou vydali pod názvem *Migrace ryb, rybí přechody a způsob jejich testování*. Zde se ve čtrnácti kapitolách zabývají takovými tématy, jako příčná překážka a rybí přechod z hlediska legislativních nařízení, biologické nároky ryb na možnost migrovat, význam dosažitelnosti vhodného reprodukčního prostředí, ochrana poproudě migrujících ryb apod. Účelem publikace je podle autorů „*usnadnit navrhování, realizaci a ověření funkce u zařízení umožňujících obnovu migrací ryb a dalších organismů přes nepřekonatelné překážky v říčním prostředí. Informace jsou určeny pro předkladatele projektů do OPŽP, kteří mají zájem výstavbu tzv. rybích přechodů realizovat*“ (Slavík a kol., 2012a, s. 6).

Další podklady poskytl *Sborník semináře zprůchodnění migračních překážek vodních toků*, který uspořádala Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky (AOPK ČR) v roce 2014 při příležitosti 100. zasedání Komise pro rybí přechody při Agentuře ochrany přírody a krajiny ČR. Zde bylo možné čerpat zkušenosti z výstavby rybích přechodů v České republice i zahraničí, ale také studovat monitoring migrace ryb, jeho postupy a trendy sledování. Zajímavá zde byla především stat' věnovaná proudění v řece a na vstupech rybích přechodů. Zde bylo například konstatováno, že v současnosti „*jsou výsledky komplexních ichtyologických výzkumů pohybu různých druhů ryb v blízkosti migračních překážek jen velice skromné a podrobně byly zatím studovány pouze tahy lososovitých druhů. Proto se v návrzích rybích přechodů využívá zkušeností z analogických lokalit, ale nalezení optimálního řešení na stávajících překážkách je komplikováno variabilitou morfologických a hydraulických poměrů*“ (Bůžek a kol., 2014, s. 44).

Potřebné informace pro napsání práce také přinesla odvětvová technická norma vodního hospodářství, vydaná Ministerstvem zemědělství (MZe) v roce 2011, pod názvem *Zprůchodňování migračních bariér rybími přechody*. Norma podle své předmluvy klade důraz na respektování migrační potřeby a výkonnosti ryb jako nezbytných podmínek maximální funkčnosti rybích přechodů a významných předpokladů obnovy a zachování původní bio-diverzity ichtyofauny říčního

ekosystému. Tyto účelové stavby pro zajištění migrace ryb přes příčné překážky ve vodních tocích umožňují i migraci některých vodních bezobratlých (zoobentos, raci, apod.) a některých obratlovců vázaných na vodní prostředí (obojživelníci, plazi, vydra, bobr). Obnovu prostupnosti podélného profilu vodního toku lze zajistit i odstraněním migrační bariéry. Norma neřeší poproudové migrace ryb, i když rybí přechody v rámci této normy je v omezené míře mohou umožnit. (MZe, 2011)

Říční krajinou a jejími ekosystémy se podrobně zabývá emeritní profesor ekologie Palackého univerzity v Olomouci (Štěrbá a kol., 2008) v knize se stejným názvem, tedy *Říční krajina a její ekosystémy*. Rozpětí tématu v jeho podání je obsáhlé, protože zahrnuje geologii, pedologii, hydrologii, botaniku, zoologii, ale i sociologii, zemědělství, vodní hospodářství a ochranu přírody. Komplexní pojetí knihy vyjadřují také názvy kapitol jako: Obecné kapitoly ekologie říční krajiny, Hlavní ekosystémy říční krajiny, Zonace říční krajiny od velehor do nížin, Ekologické jedinečnosti říčních krajin, Funkce ekosystémů říční krajiny, Využívání a ovlivňování říční krajiny, Revitalizace říční krajiny. Tyto kapitoly jsou dále systematicky členěny na podkapitoly, které se tématu věnují skutečně podrobně.

Na Štěrbovu publikaci dobře navazuje *Revitalizace vodního prostředí* (Justa a kol., 2008), která se zabývá obnovou přirozeného rázu a přirozených funkcí vody v naší krajině, nápravou škod způsobených různými nesprávnými technickými zásahy. Snahou autorů zde není prosadit revitalizace jako vědní odvětví, ale ukázat možnosti řešení a upozornit na možné chyby. Hlavními řešenými úlohami jsou revitalizace koryt a niv drobných vodních toků mezi nížinou a podhůřím, revitalizační zásahy do malých vodních nádrží a obnova říčních ramen. Kniha má patnáct kapitol z nichž třetí se speciálně věnuje ochraně a obnově migrační prostupnosti vodních toků pro vodní organismy. Autoři zde například upozorňují na to, že „*překážky pro pohyb ryb a dalších vodních živočichů v toku představují zejména příčné stavby a vzdouvací objekty a dále místa s nedostatečnou hloubkou vodního sloupce (například ovlivněná odběry vody nebo úpravou a rozšířením koryta)*“ (Just a kol., 2003, s. 49).

Migrací ryb a migrační prostupnosti vodních toků se věnuje (Lusk a kol., 2014). Především upozorňují na to, že přirozená rybí společenstva říčních systémů patří v českých podmínkách k významně narušeným zoocenózám. Opomeneme-li vliv znečištěné vody, či výrazně druhově selektivního rybářství a často živelné vysazování

násad některých druhů, v našich krajích nepůvodních, zbývá podle uvedených autorů další důležitý faktor, kterým je změna prostupnosti říčního ekosystému vodními stavbami a dalšími úpravami vodního toku. Pochopení významu přirozených migrací pro ryby a tím pro jejich efektivní ochranu je tak základní podmínkou k nápravě chybných rozhodnutí, provedených v minulosti. Proto je publikace s názvem *Migrace ryb a migrační prostupnost vodních toku*, nesporným přínosem pro rybářskou a vodohospodářskou praxi, ale byla i výborným pomocníkem pro napsání této bakalářské práce.

Poslední z knih, které je vhodné jmenovat v tomto krátkém přehledu použité literatury je to *Ekosystémová a krajinná ekologie*, která se zabývá především problematikou vzájemného vztahu ekosystému a krajiny, jenž podmiňuje zpětnou vazbu mezi organismy. (Kovář, 2014) Pozornost je zde věnována převážně otázce vnímání krajiny člověkem, popisu struktury, typologie a dynamiky krajiny, a v nepolehčí řadě i vlivu, který člověk na krajinu má, tedy znečištění, ochrana a správa ekosystémů, globální ekologické změny apod. Například k ekologickému režimu říčních krajín zde autor uvádí, že „*je dán interakcí klimatických charakteristik (režim srážek), sklonitosti terénu, geologickým podložím v povodí a stavem vegetace [...] Jakékoliv vlivy narušující původní hydrologickou dynamiku (odlesnění na horním toku, hydromeliorace luk, přeměna mokřadů na pole a podobně) ovlivní strukturu krajiny*“ (Kovář, 2014, s. 73)..

3.2 Funkce krajiny

Krajina má pro společnost lidí celou řadu nezastupitelných funkcí. Proto bude krajinu definovat jinak ekolog, právník, umělec nebo architekt. Zonneveld definuje krajinu jako část prostoru na zemském povrchu, zahrnující komplex systémů, vytvořených vzájemnou interakcí horniny, vody, vzduchu, rostlin, živočichů a člověka, která svou fyziognomií vytváří zřetelnou jednotku. Funkci krajiny chápeme jako interakci mezi jejími prostorovými složkami. (Zonneveld, 1979 in Lipský, 1998) Současně s definováním funkcí krajiny je možné odhalit i potenciál různých variant využití krajiny. Nizozemský ekolog a ekologický ekonom deGroot rozdělil ve své analýze krajiny funkce území do pěti hlavních kategorií:

1. **Regulační funkce:** Tyto funkce se vztahují k takovým procesům, které udržují biochemickou nebo biologickou rovnováhu v přírodních nebo člověkem pozměněných ekosystémech. Regulační funkce umožňují fungování ekosystémů na všech úrovních – od mikrosvěta až po celoplanetární ekosystém, proto je jejich množství téměř nekonečné.
2. **Přírozené prostředí k životu (habitat):** Přírodní ekosystémy vytvářejí útočiště pro živočichy i rostliny, a tím přispívají k zachování biologické a genetické rozmanitosti. Funkce habitatu se odvíjejí od prostorových potřeb zachování dostatečně velkých vhodných území, kde není narušena ekosystémová rovnováha.
3. **Produkční funkce:** Fotosyntéza a využití živin z půdy přeměňují energii, oxidy uhlíku, živiny a vodu na rozmanitou škálu karbohydrátových struktur. Ty jsou využívány v potravním řetězci k vytváření další živé biomasy. Tato biomasa poskytuje lidstvu mnoho nezbytných zdrojů, od potravy a surovin (přírodní vlákna, dřevo atd.) přes zdroje energie až po genetický materiál.
4. **Informační funkce:** Jelikož většina lidské evoluce proběhla v prostředí přírodního habitatu, přírodní ekosystémy poskytují „referenční funkci“ a přispívají k lidskému zdraví tím, že poskytují příležitost pro sebereflexi, duševní obohacení, kognitivní vývoj, rekreaci a estetické zážitky.
5. **Funkce nosiče:** Většina lidských aktivit (např. zemědělství, bydlení, doprava) požaduje určitou infrastrukturu, která je závislá na dostatečném prostoru a vhodném terénu, substrátu (půda) nebo médiu (voda, vzduch). Vytvoření přenosové infrastruktury obvykle znamená permanentní změnu originálního ekosystému. Proto je obvykle schopnost přírodního systému vykonávat funkci nosiče velmi omezená (výjimkou jsou některé zemědělské praktiky nebo vodní doprava, jež je možné v určité omezené míře provozovat bez permanentních škod na ekosystémech). (Srov. deGroot a kol., 2002)

Dle Pilného, jen zřídka a izolovaně plní krajina pouze jedinou funkci. (Pilný, 1993) Vzájemným prolínáním funkcí krajiny můžeme odvodit jejich různé kombinace. Pořadí jednotlivých funkcí je stanovováno podle jejich důležitosti v krajině. Využití krajiny může ve velké míře ovlivnit člověk a vyvolat tak napětí mezi požadavky na krajinu a schopností krajiny naše požadavky splnit.

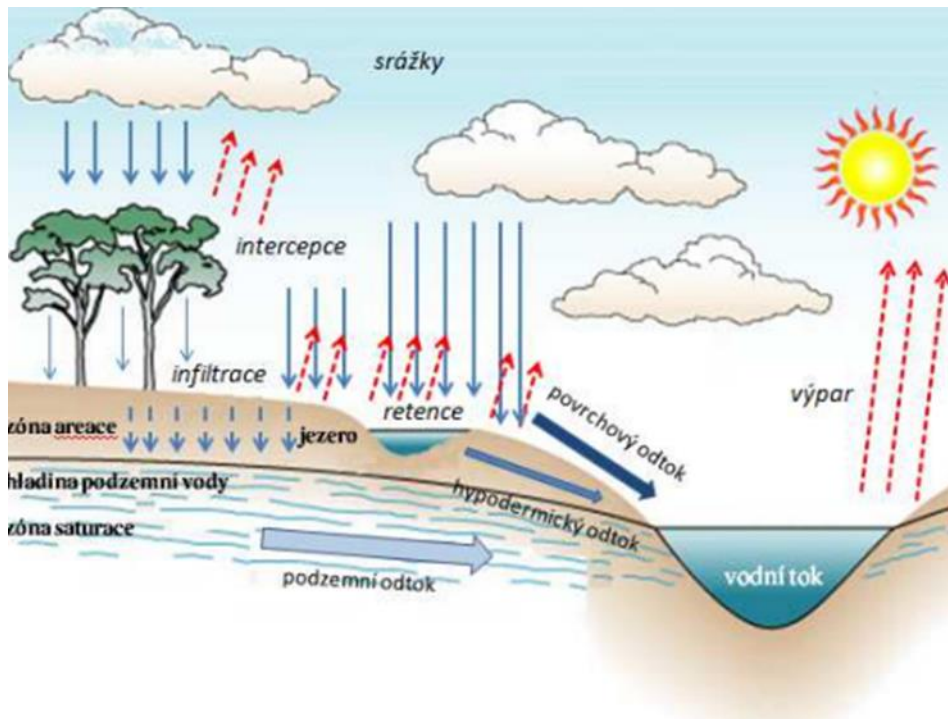
3.3 Úloha vodních toků

Voda je nerozšířenější látkou na Zemi, její rozšíření je ale značně nestejněm. Nejvíce vody je akumulováno v oceánech a mořích. Vodní toky, které jsou zkoumány v této práci, definuje § 43 odst. 1 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon), podle kterého jsou vodní toky „*povrchové vody tekoucí vlastním spádem v korytě trvale nebo po převažující část roku, a to včetně vod v nich uměle vzdutých. Jejich součástí jsou i vody ve slepých ramenech a v úsecích přechodně tekoucích přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo zakrytými úseky*“ (Úplné znění zákona č. 254/2001 Sb.).

Funkce vody řeší Pavelková Chmelová a Frajer, kteří rozdělují funkce vody takto:

1. Biologická funkce vody – voda je nezbytná pro život lidí, zvířat a rostlin. Voda je také významným regulátorem pH v organismu. Bez vody by rostliny nemohly absorbovat živiny a provádět fotosyntézu a hydrolytické procesy. (Chang, 2003, in Pavelková Chmelová a kol., 2020)
2. Ekologická funkce vody - voda je životním prostředím pro 90% všech organismů na Zemi. Mezi významné ekotopy patří mokřady, jezera a rybníky, potoky a řeky, estuária, moře a oceány.
3. Zdravotní funkce - pomocí vody je prováděna osobní a veřejná hygiena, ošetřována zranění atd. Pozitivní vliv vody na zdraví člověka se uplatňuje zejména v lázeňství a balneologii.
4. Hospodářská funkce vody - voda tvoří významný komponent hospodářství.
5. Krajinnotvorná a estetická funkce vody - voda vystupuje jako významný krajinnotvorný činitel spolu s reliéfem a vegetací. (Tlapák, Šálek, Herynek, 1992 in Pavelková Chmelová, Frajer, 2020)
6. Kulturní funkce vody - voda je také výrazným kulturním fenoménem. (Srov. Pavelková Chmelová a Frajer, 2020)

Vlastní úloha vodních toků je zřejmá z obrázku 1.



Obrázek 1: Srážko-odtokový proces v povodí

Zdroj: soer.justice.tas.gov.au, in Pavelková Chmelová a Frajer, 2020

Z obrázku je zřejmé, že základní vstupní komponentou znázorněného procesu v povodí je atmosférická srážka. Srážky mohou dopadnout na nepropustný povrch, kde dochází k jejich hromadění (retenci) a následnému výparu (evaporaci), nebo mohou odtékat po zemském povrchu ve směru spádu přímo do vodního toku. Určité množství srážek se může také zachytit na vegetaci či jiných předmětech (intercepce) a další část se vsákne do půdy (infiltrace), odkud se pomocí hypodermického nebo podzemního odtoku dostane do vodního toku nebo se stane součástí organické hmoty rostlin a organismů, z nichž se potom uvolňuje dýcháním (transpirací). (Pavelková Chmelová a Frajer, 2020)

Štěrba a kol. uvádí hlavní úlohy říční krajiny následujícím způsobem:

- Geofyzikální (tvorba geomorfologických tvarů, nivy, říční sítě, eroze atd.).
- Půdotvorná (kolem vodních toků se z nánosů tvoří nové půdy, nejčastěji fluvizemě).
- Klimatická (vliv na mikro a mezoklima).
- Hydrologická (infiltrace, zvýšení hladiny podzemní vody, vedení vody, zadržení vody, zdroj vody pro organismy).

- Ekologická (životní prostředí, migrace, samočištění, produkce biomasy, biodiverzita).
- Společensko-ekonomická (rekreační, ekonomická, obytná...). (Štěrba a kol., 2008).

3.4 Migrace a její význam

V současné ochraně přírody a krajiny hraje čím dál větší úlohu migrační propustnost, kterou podle Kovář rozumíme „*vlastnost určitého území, která vychází ze struktury využití území a přítomnosti tzv. migračních bariér. Obecně je možné méně intenzivně využívaná území s nižším zastoupením migračních bariér (případně s technologickými objekty zajišťujícími migrační propustnost těchto bariér) označit za migračně propustné. Území migračně nepropustná pak obsahují, alespoň jednu významnou migrační bariéru, případně jsou ve struktuře území zastoupeny migračně obtížně překonatelné plochy (velkoplošné intenzivní zemědělství, zastavěná území aj.)*“ (Kovář, 2020).

Migrační propustnost pro vodní živočichy v minulosti utrpěla zejména:

- výstavbou příčných objektů – stupňů, jezů, hrází,
- podélnými technickými úpravami, které vytvořily úseky s hloubkami nebo rychlostmi proudění, nepříznivými pro prostup živočichů, včetně zatrubnění,
- výstavbou nevhodně řešených propustků a zaústění přítoků,
- nepřírozenými zevzduťmi, která vytvářejí ekologické migrační překážky (proudomilné ryby nevstoupí do zevzduťého úseku, případně v něm jsou vystaveny většímu nebezpečí ze strany dravců). (Just a Královcová, 2012)

Stejní autoři uvádějí, že „*pokud nějaký úsek vodního toku prodělává ať už revitalizaci, nebo moderně pojatou protipovodňovou úpravu, měl by být migračně zprostupněn po úroveň odpovídající jeho potenciálnímu, přirozeně dosažitelnému oživení*“ (Just a Králová, 2012, s. 10). Různé rušivé zásahy by proto měly být prováděné pouze výjimečně a měly by být také příslušně odůvodněny.

Vlastní migrací ryb rozumíme účelový přesun jedinců, hejn či částí populací v rámci vodního prostředí bez ohledu na vzdálenost, směřování nebo časovost. Ve své podstatě jde o přesun ryb na jiná místa ve vodním prostředí. Pro prosperitu populace určitého druhu je totiž volný pohyb jednou ze základních životních podmínek. S tím souvisí

také rozšíření druhů v rámci jednotlivých říčních systémů. (Lusk a kol., 2014). Migraci definuje mnoho dalších odborníků, z nichž zde lze uvést například ještě Bakera, podle kterého je migrace pohyb z momentálně nepříznivého prostředí do vhodnějšího pro nadcházející životní fázi. (Baker, 1978)

„Podle orientace migrace směrem k mořskému prostředí se rozlišuje skupina diadromních druhů, které moře v určité části životního cyklu využívají. Skupina se dále rozděluje na katadromní (např. úhoř, který se rozmnožuje v moři a dospívá ve sladkých vodách) a skupinu anadromní, která se naopak rozmnožuje ve sladkých vodách a moře využívá ke znásobení rychlosti svého růstu“ (Slavík a kol. 2012a, s. 12) Podle aktivity migrujících jedinců rozeznáváme migrace aktivní a pasivní. Při aktivních migracích se ryby přesunují svými aktivními pohyby a energií. Pasivní migrace probíhají naopak bez energetických výdajů ryb v souvislosti s jednosměrným prouděním vody v podélném profilu říčního koryta. Pasivní migrací se přesunují především jikry pelagofilních druhů (*Pelecus cultratus*), případně ranná vývojová stádia jednotlivých říčních druhů. (Srov. Baruš a Oliva, 1995)

Migrace omezené pouze na říční systémy byly v minulosti sledovány zejména na pstruzích. Podle mnoha sledování všechny druhy ryb na území České republiky prvotně obývají tekoucí vody. Druhy specializované na život v jezerech se u nás nevyskytují. Jak uvádí Slavík a Vančura, *„podle současných poznatků v říčním prostředí lze migrace očekávat napříč celým druhovým spektrem“* (Slavík a Vančura, 2012a, s. 14). Migrace ryb závisí na teplotě, průtoku a rychlosti vody v rybím přechodu. (Slavík a Vančura, 2012a) Stejní autoři také uvádějí, že migrace probíhají přibližně od poloviny dubna do konce října, přičemž jarní migrace ryb je očekávána od půlky dubna do konce června a podzimní začíná v září a končí počátkem listopadu. (tamtéž)

3.5 Vodní elektrárny a jejich význam

Vodní elektrárny jsou nejen důležité z důvodu výroby elektrické energie, jako je tomu u ostatních typů elektráren, ale jejich význam spočívá také ve specifických vlastnostech jejich provozu. Jednak mohou okamžitě reagovat na aktuální potřebu elektrické energie, ale jsou také šetrné k životnímu prostředí, protože neprodukují žádné odpady (např. vyhořelé palivo). V České republice jsou převážně součástí přehradních nádrží, pomocí níž lze regulovat průtok vody v elektrárnách a tím i

množství vyrobené elektrické energie. Současně mohou působit jako přečerpávací vodní elektrárny. V tabulce 1 je uveden využitelný hydroenergetický potenciál toků v České republice do 10 MW dělený podle dílčích povodí.

Tabulka 1: Hydroenergetický potenciál toků v ČR

Povodí	Výkon (MW)	Výroba (GWh/rok)
Labe	114	420
Vltava	164	430
Ohře	78	300
Odra	56	100
Morava	100	250
Celkem	512	1500

Zdroj: vlastní zpracování dle Motlík a kol., 2007, s. 43

Vodní elektrárny lze členit podle různých hledisek. Proto, aby bylo možné Zatřídít elektrárnu v Lánově, uvádíme jejich členění dle Motlíka et al. (2007):

- Od 100 MW velké elektrárny
- Do 100 MW střední elektrárny
- Do 10 MW horní výkonová hranice pro malé vodní elektrárny
- Do 1 MW MVE průmyslové, veřejném závodní
- Do 100 kW MVE drobné
- Do 35 kW mikro zdroje (starší verze)
- Do 2 kW mobilní zdroje (Motlík a kol., 2007)

Podle druhu zapojení se dělí vodní elektrárny buď na samostatné - nezávislé na veřejné rozvodné síti, předávající výrobu do samostatné, vydělené sítě, pro vlastní využití nebo zapojené – pracující paralelně s veřejnou energetickou sítí, s dodávkou energie pro energetický distribuční podnik. (tamtéž)

Dle velikosti spádu dělí Havlík vodní elektrárny na:

- Nízkotlaké – spád H menší než 15 m.
- Středotlaké – spád H v rozmezí 15 až 30 m.
- Vysokotlaké – spád H větší než 30 m. (Havlík, 2020)

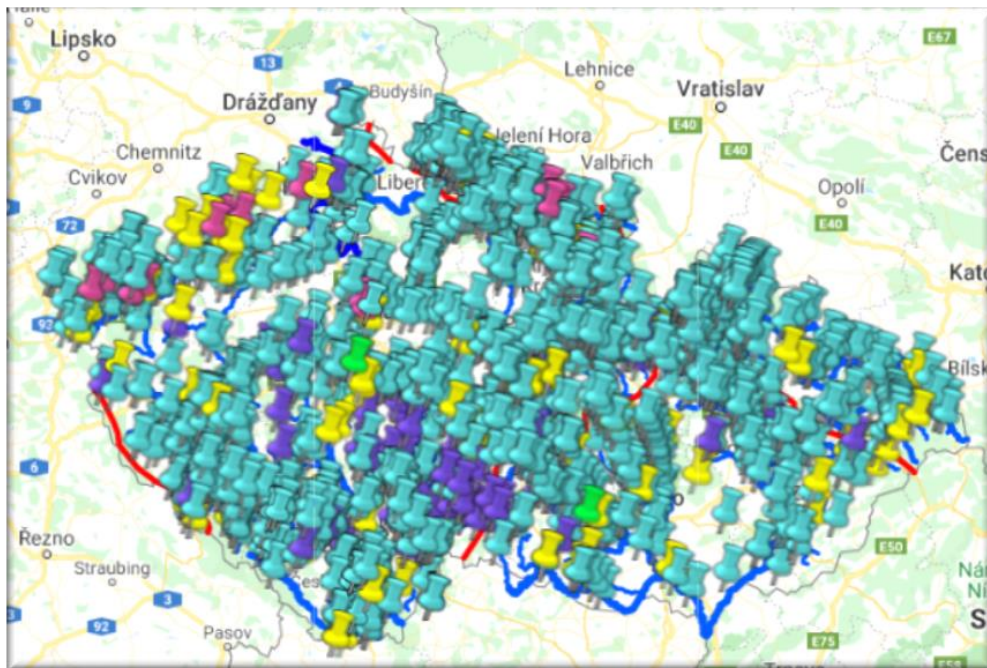
Stejný autor dělí elektrárny dle prostorového uspořádání na:

- **Jezové elektrárny**
 - Vodní elektrárna při jezovém tělese.
 - Vodní elektrárna v jezovém tělese.

- **Přehradové elektrárny**
 - Přeléváná vodní elektrárna.
 - Vodní elektrárna pod přehradou.
 - Věžová vodní elektrárna.
 - **Derivační elektrárny**
 - Trasa derivace podél toku.
 - Trasa derivace zkracuje oblouk vedení trasy koryta.
 - Trasa derivace vede z výše položeného toku do níže položeného.
- (Havlík, 2020)

Mapa rozmístění vodních elektráren v České republice je uvedena na obrázku 2.

Budované přehrady ale vytvářejí významné umělé prvky rozdělující řeku na dva úseky, které na sebe dříve přirozeně navazovaly. Vytvořením této překážky je významný zásah do přirozeného chování a vývoje toku s řadou pozitivních i negativních vlivů. (BLAŽEK a kol., 2006) Za přehradu je přitom považováno vodní dílo, jehož hráz je podle Vaňka minimálně 15 metrů vysoká. Přehrady, které mají velikost od 10 do 15 metrů mohou být považovány za přehradu, pokud splňují některé další specifické podmínky. Hráze menší než deset metrů se pak za přehrady již většinou nepovažují. (Vaněk, 2012)



Obrázek 2: Mapa rozmístění vodních elektráren v ČR

Zdroj: adams.wz.cz.

3.6 Technická a legislativní pravidla pro vodní elektrárny a migraci

Pro zbudování nebo provoz vodní elektrárny je důležitá znalost právních předpisů. Především se jedná o Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) v platném znění, jehož účelem je podle § 1 „*chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství. Účelem tohoto zákona je též přispívat k zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou a k ochraně vodních ekosystémů a na nich přímo závislých suchozemských ekosystémů*“. Stavební povolení k vodním dílům je řešeno dle § 15 uvedeného zákona, podpora života ryb dle § 35 zákona.

Z dalších legislativních opatření to je Zákon 101/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí), podle kterého se v jeho aktuální verzi v § 2, posuzují „*vlivy na obyvatelstvo a veřejné zdraví a vlivy na životní prostředí, zahrnující vlivy na živočichy a rostliny, ekosystémy, biologickou rozmanitost, půdu, vodu, ovzduší, klima a krajinu, přírodní zdroje, hmotný majetek a kulturní dědictví, vymezené zvláštními právními předpisy a na jejich vzájemné působení a souvislosti. Vlivy na biologickou rozmanitost se posuzují se zvláštním zřetelem na evropsky významné druhy, ptáky a evropská stanoviště*“.

Dále je to Zákon č. 180/2005 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů, který nahradil Zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů). Jsou to však i další zákony jako neméně důležitý Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření s energií, v platném znění, Zákon č. 99/2004 Sb., o rybníkářství, výkonu rybářského práva, rybářské stráž, ochraně mořských rybolovných zdrojů a o změně některých zákonů (zákon o rybářství) nebo Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). Zejména poslední zákon je důležitý jak pro stavbu vodních elektráren, tak i pro stavbu rybích přehodů, což je zřejmé již z úvodního ustanovení zákona. Zákon č. 183/2006 Sb.,

podle § 1 odst. 1 „*upravuje ve věcech územního plánování zejména cíle a úkoly územního plánování, soustavu orgánů územního plánování, nástroje územního plánování, vyhodnocování vlivů na udržitelný rozvoj území, rozhodování v území, možnosti sloučení postupů podle tohoto zákona s postupy posuzování vlivů záměrů na životní prostředí, podmínky pro výstavbu, rozvoj území a pro přípravu veřejné infrastruktury, evidenci územně plánovací činnosti a kvalifikační požadavky pro územně plánovací činnost*“.

Mimo uvedených zákonů jsou to ale i prováděcí vyhlášky, které výrazným způsobem ovlivňují pravidla pro vodní elektrárny a migraci. Zde je nutné jmenovat zejména následující vyhlášky:

- Vyhláška č. 395/1992 Sb., vyhláška ministerstva životního prostředí České republiky, kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny;
- Vyhláška č. 471/2001 Sb., o technickobezpečnostním dohledu nad vodními díly;
- Vyhláška č. 590/2002 Sb., o technických požadavcích pro vodní díla, ve znění vyhlášky č. 367/2005;
- Vyhláška č. 197/2004 Sb., k provedení zákona č. 99/2004 Sb., o rybníkářství, výkonu rybářského práva, rybářské strážní, ochraně mořských rybolovných zdrojů a o změně některých zákonů (zákon o rybářství);
- Vyhláška č. 216/2011 Sb., o náležitostech manipulačních řádů vodních děl;
- Vyhláška č. 178/2012 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků;
- Vyhláška č. 16/2016 Sb., o podmínkách připojení k elektrizační soustavě;
- Vyhláška č. 183/2018 Sb., o náležitostech rozhodnutí a dalších opatření vodoprávního úřadu a o dokladech předkládaných vodoprávnímu úřadu;

Dále to jsou české technické normy a odvětvové technické normy:

- ČSN ISO 26906 (25 9360) Hydrometrie – Rybí přechody na objektech pro měření průtoku, která je českou verzí mezinárodní normy;
- ČSN 75 0121 Vodní hospodářství. Terminologie vodních toků;
- ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod;
- ČSN 75 2101 Ekologizace úprav vodních toků;

- ČSN P 75 2323 Zajištění poproudových migrací ryb ve vodních tocích;
- TNV 75 2102 Úpravy potoků;
- TNV 75 2103 Úpravy řek;
- TNV 75 2303 Hydrotechnika. Jezy a stupně;
- TNV 75 2321 Zprůchodňování migračních bariér rybími přechody;
- TNV 75 2322 Zařízení pro migraci ryb a dalších vodních živočichů přes překážky v malých vodních tocích;
- TNV 75 2910 Manipulační řády vodohospodářských děl na vodních tocích;
- TNV 75 2920 Provozní řády vodních děl.

Jak je zřejmé z uvedeného přehledů, kde je uvedený základní přehled zákonů, vyhlášek, českých státních norem a technických oborových norem, je toho mnoho čím se musí každý kdo se zabývá vodním hospodářstvím řídit.

3.7 Praktické příklady

Že jsou rybí přechody důležitou součástí opatření na vodních tocích svědčí ten fakt, že v České republice je v současnosti asi 400 rybích přechodů, i když o některých jsou pouze útržkovité informace. Jako příklady rybích přechodů lze uvést následující RP: MVE Hýskov, rybí přechod U Znosimské brány, Šlapanov a MVE Bukovec. Zvoleny byly z toho důvodu, že je lze považovat za přírodně blízké rybí přechody, vhodné pro oblasti jakými je řeka Bílé Labe v okolí Lánova.

MVE Hýskov rybí přechod

Investorem tohoto přechodu byl MVE Hýskov s.r.o. (Beroun, Středočeský kraj). Přechod byl postaven v ř.km. 39,554 na řece Berounce nákladem 13, 007 mil. Kč. Rybí přechod, viz obrázek 3, byl proveden jako balvanitá rampa. Koryto balvanité rampy je tvořeno jako obdélník s postupným přechodem do skloněných svahů se základní šířkou 5m a celkovou délkou 35,7m s rozdílem hladin 1,3m. Průtok korytem rybiho přechodu je 0,8m³/s. Rybí přechod je posílen vábícím průtokem vedeným dvěma potrubími DN 400 /2 x 0,5m³/s. (Královcová a kol., 2020)



Obrázek 3: Rybí přechod MVE Hýskov

Zdroj: Královcová a kol., 2020

Celkový průtok rybím přechodem je 1,8m³/s. Jez funguje jako migrační bariéra a výrazně přispívá ke fragmentaci krajiny. Rybí přechod je samostatným projektem vodního díla MVE Hýskov. Hlavním důvodem výstavby přechodu bylo zachování života v řece a jeho co možná největší diverzita. (Královcová a kol., 2020)

Rybí přechod U Znosimské brány (zámecký park ve Vlašimi)

U obou jezů byl po levé straně vybudován přechod – bypass s příčnými řadami balvanů. Očekávaným efektem je zprostupnění dosavadních migračních překážek na Blanici. Propojením dílčích úseků řeky, dříve oddělených jezem, se rozšiřuje prostor pro rozvoj místních populací ryb a dalších živočichů, například vodních měkkýšů, jejichž rozmnožování a šíření je závislé na rybách. Důležité je, že spojitý říční prostor by se měl na Blanici v dalších letech rozšiřovat. (Srov. Královcová a kol., 2020)

Rybí přechod Šlapanov

Rybí přechod byl postaven na říčce Šlapanka plynoucí z Jihlavska do Havlíčkova Brodu. Klikatý betonový žlab, viz obrázek 4, je součástí obnoveného jezu kousek za okrajem Šlapanova ve směru na Věžnice. Ryby jím mohou překonat jez při putování proti proudu říčky. Vybudování jedinečného díla přišlo na více než šest milionů korun, z toho 85 procent nákladů pokryla dotace. V říčce Šlapance žije spousta chráněných živočichů mimo jiné i vzácná škeble říční.



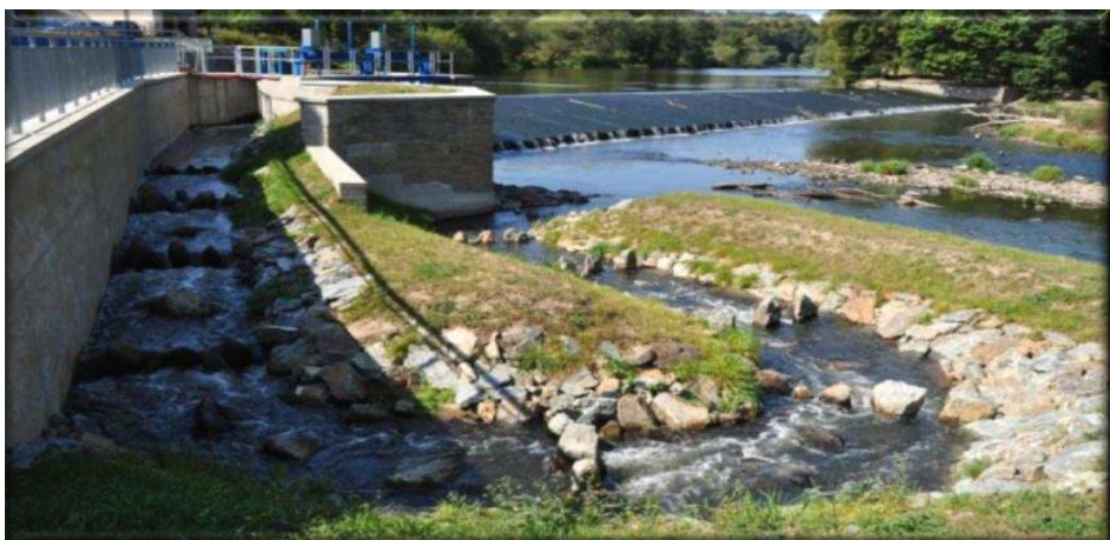
Obrázek 4: Rybí přechod Šlapanov

Zdroj: Vokáč, 2016

Rybí přechod MVE Bukovec

Jako poslední příklad rybího přechodu je v přehledu uváděn rybí přechod MVE Bukovec – Mlýn MVE Bukovec typu by-pass na Berounce, viz obrázek 5.

Rybí přechod tvoří 10 přehrážek, délka přechodu je 54 m, rozdíl hladin 2 m, sklon 1:27. Celkové způsobilé výdaje byly 1,831 mil. Kč, z toho podpora z ERDF činila 1,4 mil. Kč. Přechod byl realizovaný v roce 2009. (Slezák, 2020)



Obrázek 5: Rybí přechod MVE Bukovec

Zdroj: Slezák, 2020

3.8 Metodiky hodnocení funkčnosti přechodů

Součástí budování rybích přechodů je také jejich hodnocení, aby při budování dalších děl nedocházelo k opakování stejných chyb. Podle Jurajdy, by zkušený ichtyolog „*měl odhadnout přínos rybiho přechodu, a to nejen z pohledu všeobecné průchodnosti, ale především z pohledu přínosu pro rybí populace a společenstvo při propojení dvou mezijezových úseků. Doporučení by mělo být zaměřeno na cílové druhy, které by měly ze stavby profitovat. Projektant by pak měl stavbu navrhovat a stavební firma realizovat tak, aby cílové druhy bez problémů procházely rybím přechodem*“ (Jurajda, 2017). Před zahájením hodnocení rybiho přechodu je tak nutné získat informace o charakteru místního společenstva a porovnat je s dostupnými údaji. Tyto informace lze nalézt z databáze vedené *Agenturou ochrany přírody a krajiny (AOPK)* nebo státní podniky Povodí. Zde je nutné upozornit na to, že například Jurajda ve svém článku upozorňuje na to, že „*jednotlivé metody vyhodnocování průchodnosti rybích přechodů mají spoustu nedořešených bodů*“ (Jurajda, 2017).

Testování rybiho přechodu je nákladnou částí projektu a vyžaduje profesionální vybavení. Slavík a Vančura uvádějí, že nejjednodušší metodické přístupy, při kterých se trať RP přehradila, vypouštěla a uvízlé ryby teprve zpracovávaly, jsou zastaralé. Do stejné kategorie nevhodných postupů náleží podle obou autorů i omračování ryb elektrickým proudem v RP. Účinek elektrického proudu může trvale poškodit až 4 % ryb (infarkt a přetržení svalů), a i u nepoškozených ryb může dojít k přerušení migrace v důsledku fyziologického šoku. Podobně překonaným způsobem kontroly migrace 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. (Slavík a kol., 2012a) Proto Bunt a kol. uvádí, že v Rakousku, Francii, Norsku, Švédsku, Dánsku a Velké Británii jsou používány již jen telemetrické metody nebo bioskenery. Podobná situace je podle stejného autora v USA a Kanadě, kde je používána pouze telemetrie (pasivní integrátory a radiová telemetrie). (Srov. Bunt a kol., 2012, in Slavík, Vančura a kol., 2012a) Podobně Randák a kol. (2013, s. 120) uvádí, že „*v zásadě lze pro testování používat metody dvě – radiovou telemetrii a bioskenery*“.

Autoři Slavík a Vančura (2012b) ve své práci doporučují použití následujících metod:

1. Radiová a akustická telemetrie

Testování rybích přechodů označených vysílačkami s vlastním zdrojem energie je v současnosti nejrozšířenější technikou. Metoda umožňuje sledovat chování ryb i před vstupem do trati rybiho přechodu a dále až k příští překážce. (Slavík a kol., 2012b) Účinnost těchto metod lze zvýšit vhodně zvoleným typem vysílačky. Rozlišující se dva základní druhy telemetrie:

- Akustická telemetrie

Akustická telemetrie je založena na přenosu zvukového signálu vysílaného vysílačkou. 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 tak dílčím ztrátám některých 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. (Slavík a kol., 2012b)

- Radiová telemetrie

Tato verze telemetrie je pro říční prostředí vhodnějším nástrojem než předcházející. 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. (Slavík a kol., 2012b)

2. Telemetrie s pasivními integrátory

Je to vhodný nástroj pro testování rybích přechodů. Metoda umožňuje získat údaje o výskytu konkrétního jedince v přesném místě trati rybiho přechodu (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, in Slavík a kol., 2012b) Systém pasivních integrátorů je uveden na obrázku 6.

Obrázek 6: Systém pasivních integrátorů



Poznámka: a) značka v injekční jehle, b) značení ryby, c) ruční čtečka, d) detekční zařízení
Zdroj: Slavík a kol., 2012b, s. 43

Také Randák a kol. uvádí, že PIT telemetrie je „pro testování rybích přechodů možná vůbec nejpřesnější metodou“ (Randák a kol., 2013, s. 121).

3. Bioskenery

Jde o běžně používanou techniku s velice 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. 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. Výsledky musí být proto korelovány s variabilitou parametrů říčního prostředí. (Horký a kol., 2010, in Slavík a kol., 2012b)

4 Metodika

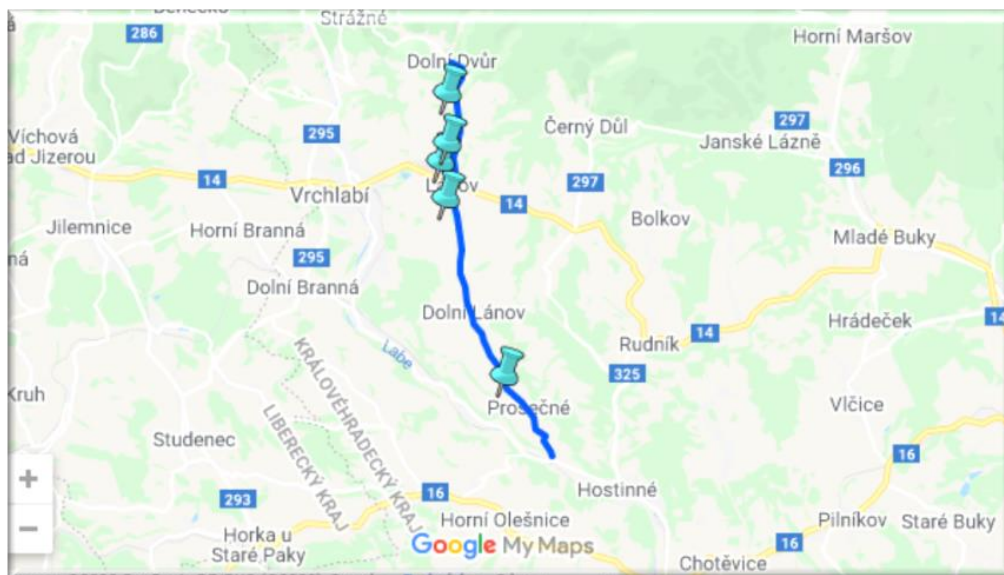
4.1 Popis zájmového území

Řeka Malé Labe teče a pramení jako Klínový potok na jihozápadním úbočí Zadní Planiny (Černohorská hornatina) asi 12 km jihovýchodně od pramenů Labe v nadmořské výšce 1 310 m. Řeka je celkem dlouhá 24,2 km, protéká Dolním Dvorem, Horním, Prostředním a Dolním Lánovem po dalších asi 15 km se zleva vlévá do Labe mezi obcí Prosečné a městem Hostinné. V údolí Malého Labe se asi 3,5 km od Vrchlabí rozprostírá obec Lánov, která měla k 1. 1. 2019 celkem 1 807 obyvatel. (ČSÚ, 2019) Součástí Lánova jsou obce Horní Lánov a Prostřední Lánov. Na toku se nachází 5 MVE, viz tabulka 2 a obrázek 7.

Tabulka 2: MVE Malé Labe

Vodní elektrárna	Výkon
MVE Prosečné	112 kW
MVE Lánov III	90 kW
MVE Lánov II	184 kW
MVE Lánov I	80 kW
MVE Horní Lánov	34 kW
Celkem	500 kW

Zdroj: vlastní zpracování dle <http://www.tv-adams.wz.cz/>



Obrázek 7: MVE Malé Labe

Zdroj: <http://www.tv-adams.wz.cz/>

Zájmové území spadá do EVL Krkonoše, které spadá do úmoří Severního moře. Vodní toky na území EVL Krkonoše (Evropsky významná lokalita) odpovídají horskému a podhorskému charakteru řek a dle Friče (in MŽP, 2013) můžeme tyto řeky dále účelně rozdělit na úseky horního a dolního pstruhového pásma pomalu přecházejícího v lipanové pásmo. Podle ichtyologických průzkumů provedených v letech 2012 – 2013 v rámci projektu LIFE CORCONTICA, provedených klasickou elektrolovnou metodou je zde následující výskyt ryb a kruhoústých:

- Pstruh obecný (*Salmo trutta*)
- Vranka obecná (*Cottus gobio*)
- Lipan podhorní (*Thymallus thymallus*)
- Mřenka mramorovaná (*Barbatula barbatula*)
- Střevle potoční (*Phoxinus phoxinus*)
- Mihule potoční (*Lampetra planeri*) (MŽP, 2013)

Dále se zde vyskytují i nepůvodní druhy ryb, jako je pstruh duhový pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*) a siven americký (*Salvelinus fontinalis*). (tamtéž)

4.2 Popis použitých postupů

Za nejdůležitější metodické podklady týkající se výstavby rybích přechodů byly pro naplnění cíle práce vybrány následující dokumenty:

1. Technická norma TNV 75 2321 Zprůchodňování migračních bariér rybími přechody. (MZe, 2011)
2. Metodický postup na zlepšení migrační průchodnosti příčných překážek ve vodních tocích ČR, příručka pro žadatele OPŽP. (Slavík, Vančura a kol., 2012b)
3. Standard péče o krajinu Agentury ochrany přírody a krajiny České republiky – Rybí přechody č. SPPK B02 006: 2014

Tyto použité dokumenty se v jádru shodují s normami v ostatních státech Evropské unie (EU). Pro vlastní projekt umístění rybího přechodu je mimo jiné rozhodující naplnění jeho funkce, kterou je zajištění průchodnosti migrační překážky pro většinu druhů rybího společenstva. V případě rybího přechodu Lánov je migrační překážkou jez, jak je to zřejmé z obrázku 8. Vlevo obrázku je místo pro RP, vpravo náhon elektrárny.



Obrázek 8: Jez a místo plánovaného rybího přechodu

Zdroj: Lukáš Klenz, 2019

Rozhodujícími parametry pro dobrou funkci navrhovaného rybího přechodu jsou však mimo normovaných geometrických parametrů i hydraulické parametry a fyziologické limity jednotlivých druhů ryb. V tabulce 3 jsou proto uvedeny hodnoty migrační výkonnosti některých druhů ryb.

Tabulka 3: Hodnoty migrační výkonnosti některých druhů ryb

Druh	Délka těla ryby cm	Skoková rychlost plavání m·s ⁻¹	Maximální rychlost plavání m·s ⁻¹	Výška skoku m
Pstruh obecný	5	0,92	0,75	0,28
	15	1,65		0,40
	30	3,10		0,80
Střevle potoční	7	1,10	0,55	0,30
Vranka obecná	8	0,60 až 1,00	neplave	0,05
Vranka pruhoploutvá	8	0,60 až 1,00	neplave	0,05
Jelec tloušť	30	1,50 až 2,70	0,80	0,50
Ostroretka stěhovavá	30	1,60 až 3,10	0,85	0,35
Parma obecná	35	1,80 až 2,70	0,90	0,40
Cejn velký	25	0,60 až 0,95	0,50	0,25
Mník jednovousý	50	1,30	0,80	0,40
Mihule potoční	18	0,50 až 0,80	0,50	0,10

Zdroj: AOPK, VRV. 2017, s. 27

Vzhledem k tomu, že umístění rybího přechodu má zásadní význam pro jeho funkci, byla provedena pečlivá prohlídka lokality, která byla provedena 16. listopadu 2019.

V rámci ní bylo možné posoudit proudění vody přes vlastní migrační bariéru a případný odtok vody z MVE nebo jiného technologického zařízení. Při rekognoskaci terénu se se ukázalo, že výhodnější bude umístění rybího přechodu v příbřežní části, než by tomu bylo v profilu vlastního koryta. Současně byl hledán budoucí vstup do rybího přechodu, protože ten je zásadní pro navedení ryb do rybího přechodu. S tím bylo současně hledáno také vyústění rybího přechodu podle místních poměrů a to tak, aby bylo maximálně atraktivní pro ryby. Následně bylo kontrolováno, zda se na trase migrujících ryb z prostoru podjezí do rybího přechodu nevyskytuje výšková překážka. Přitom bylo zjištěno, že koryto Malého Labe je v horní části toku bez technických úprav, jinak tomu však již je níž po toku. K ovlivnění průtoků v povodí dochází z důvodu zasněžování a vodárenských odběrů, které mohou negativně působit na populace ryb nízkou vodou.

Podle evidenčního listu hlásného profilu stanice Horní Lánov, číslo hydrologického pořadí: 1-01-01-020, zeměpisné souřadnice 15,6594645 východní délky, 50,63224834 severní šířky, jsou stupně povodňové aktivity následující:

Tabulka 4: Stupně povodňové aktivity (Horní Lánov)

Stupně povodňové aktivity:	[cm]	[m ³ .s ⁻¹]	Platnost SPA pro úsek toku:
Bdělost	105	41,6	celý tok
Pohotovost	145	57,3	Kritické místo:
Ohrožení	160	74,8	Prosečné

Zdroj: Povodí Labe, 2020

Průměrný roční stav a N-leté průtoky jsou zobrazeny v tabulce 4.

Tabulka 5: Průměrný roční stav a N-leté průtoky

Průměrný roční stav:	[cm]	N-leté průtoky:	Q ₁	Q ₅	Q ₁₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀
Průměrný roční průtok:	1,27 [m ³ s ⁻¹]	[m ³ s ⁻¹]	9,46	23,4	31,1	53	64,3

Zdroj: Povodí Labe, 2020

4.3 Posouzení variant a výběr konečného návrhu

Na základě terénního šetření a posouzení dostupných informací bylo vybíráno mezi několika variantami přičemž byly hodnoceny následující parametry:

1. podpora schopnosti ryb rybí přechod najít, v dostatečné vzdálenosti od odběru (náhonu – 0,4 m/s),
2. podpora schopnosti ryb rybí přechod překonat (musí odpovídat plaveckým potřebám ryb), tj. dodržení základních konstrukčních parametrů viz tabulka 5,

Tabulka 6: Parametry rybího přechodu

DH_{max}	V_{max} štěrbin	P_{spec} (W/m³)	
m	m/s	nízký průtok	vysoký průtok
0,2	2	200	200

Zdroj: vlastní zpracování dle Hánové a kol., 2011

Příčemž:

D_{max} – rozdíl hladin mezi komorami (tůněmi)

V_{max} - maximální rychlost vody ve štěrbinách

P_{spec} – specifický výkon v tůních

3. dodržení průměrného sklonu pro bypass (1:15), který například (Hánová a kol., 2011) doporučuje pro pstruhové pásma,
4. dodržení šířky ve dně $b = 0,8$ m, hloubka minimálně $h = 0,2$ m, rychlosti 0,4 - 0,6 m/s, nejvíc 1,6-2,0 m/s v malých částech. Průtok by neměl klesnout pod 0,1 m³/s,
5. uplatnění přírodních prvků, protože přírodní prvky podporují oživení rybího přechodu a pomáhají zlepšit jeho hydraulické podmínky. Klikaté koryto, variabilní šířka štěrbin mezi balvany v přepážkách, v rozmezí 0,1 m až 0,5 m,
6. dostatečně lákavý proud, umístění vstupu do rybího přechodu, ideálně na konci oblasti turbulentní vody pod jezem (ryby jsou při migraci zastaveny příčnou překážkou a hledají cestu směrem do stran, kde pak mohou nalézt rybí přechod),
7. vhodná konstrukce a umístění výstupu z rybího přechodu (nesmí být umístěn poblíž hrany jezů nebo náhonu do MVE, aby nedocházelo ke strhávání ryb zpět. Umístění do nadjezí dále od koruny jezů.

Jako konečná varianta byl vybrán obtokový kanál – bypass, viz náčrt na obrázku 10.

5 Výsledky

5.1 Vlastní návrh

Jako preferovaný byl navržen rybí přechod složený z tůní oddělených přepážkami konstruovanými z přírodních oblých kamenů zapuštěných do betonového lože. Trasa přechodu bude vedena mimo vlastní koryto Malého Labe. Obchvatný žlab tak půjde mimo vzdouvací objekt, a proto bude možné vytvořit přirozené meandrování, odpočinkové zóny, střídající se krátké proudy, které budou využity pro ozelenění. Vytvoří se tak podmínky pro trvalý život ryb. Za pomoci velkých balvanů, které budou vloženy do obchvatu ve vzdálenosti 0,3 až 0,4 m, budou vytvořeny bazénky o nestejně hloubce. Mezi ty se vloží na plocho kameny a volně ložené menší balvany, čímž se sníží proudění. Tím bude umožněno zachovat rybí přechod průchozím i v období sníženého průtoku, ale i při zvýšené vodě. Díky použitým přírodním materiálům rybí přechod vytvoří přírodě blízký habitat, kdy ryby přes něj budou procházet bez vážnějších problémů. Plánované místo rybiho přechodu Lánov je zřejmé z leteckého snímku na obrázku 9.



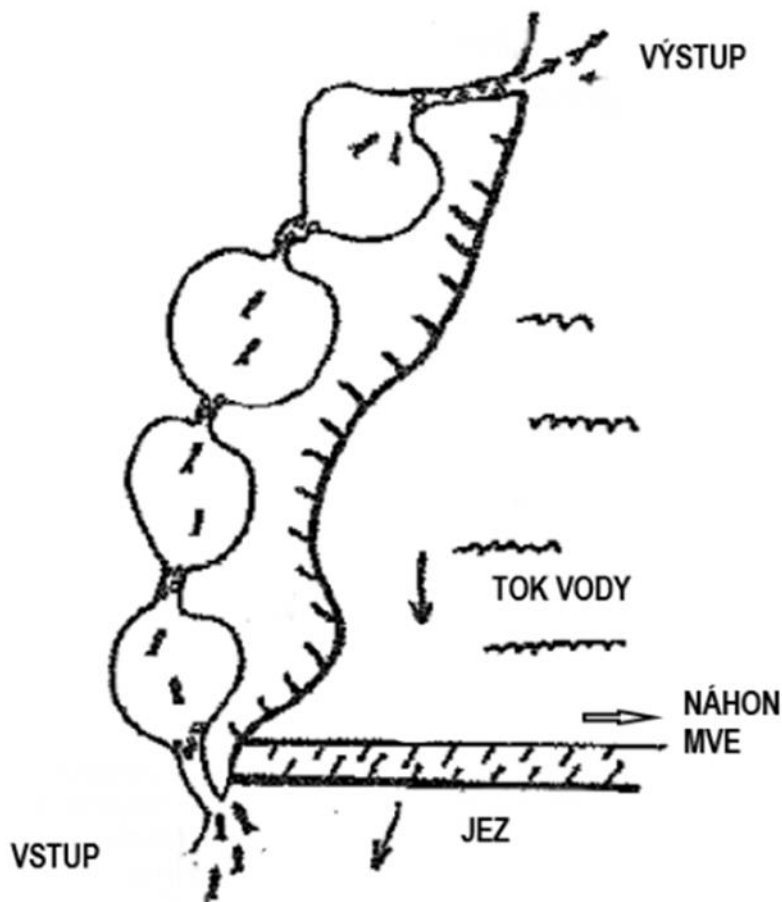
Obrázek 9: Letecký snímek plánovaného místa RP Lánov

Zdroj: Lukáš Klenz, 2020

Určitou nevýhodou tohoto řešení je, že při nízkém průtoku bude možné hůře kontrolovat parametry RP a při použití přírodních kamenů na tvorbu přepážek mezi tůněmi bude nezbytné poměrně přesné nastavení šterbin, aby byl dodržen plánovaný

průtok. Konstrukce takto řešeného rybího přechodu zajišťuje, že v případě vyšších průtoků v řece, teče více vody i vlastním rybím přechodem a tím pádem není narušena orientace ryb a nalezení vstupu do RP. Dle zkušeností vlivem vytvořených podobných podmínek prostředí jako tomu je v mateřské řece, ryby do rybího přechodu rády vstupují.

Jako konečná varianta byl vybrán obtokový kanál – bypass, viz náčrt na obrázku 9.



Obrázek 10: Náčrt navrhovaného řešení rybího přechodu Lánov

Zdroj: Lukáš Klenz, 2020

Jak by měl rybí přechod po jeho realizaci vypadat, lze prezentovat na RP stejného bypassového typu u obce Bílý Potok pod Smrkem, viz obrázek 11. Tento RP realizovaly Lesy České republiky, s. p., Správa toků – oblast povodí Labe v roce 2009. I tento rybí přechod byl navržen jako přírodě blízký obtok (bypass) tůňkového charakteru.



Obrázek 11: Rybí přechod u obce Bílý Potok pod Smrkem

Zdroj: Lesy ČR, 2010

Jak je zřejmé z ilustračního obrázku 11, k opevňování břehů bude vhodné použít velké kameny, které budou sloužit i jako přirozený úkryt.

5.2 Návrh hodnocení efektu

Nedílnou součástí výstavby rybích přechodů je hodnocení jejich efektu. To je velice důležité, protože nevyhodnocené, ale i nefunkční rybí přechody jsou často překážkou v migraci ryb. Účinnost rybího přechodu vystihuje procentuální počet ryb, které ho překonají. Jak uvádí Bunt, podle mezinárodních srovnání lze rybí přechod považovat za funkční, pokud jeho trať překoná více než 70 % označených ryb. Jestliže ho překoná více než 70 % vyznačených ryb, lze rybí přechod považovat za plně funkční. Jestliže je ale dosaženo nižší účinnosti, je nutné se rybím přechodem dále zabývat. (Bunt a kol., 2011, in Slavík a kol., 2012b) Zejména je pak potřeba zkoumat které druhy ryb rybí přechody neprošly, tedy jestli se nejedná o určitý druh selektivity. Správně fungující rybí přechod by neměl vykazovat známky jakékoliv selektivity. Poměrně častým problémem ale bývá velikostní selektivita, která bývá zapříčiněna nevhodnými rozměry rybího přechodu. Navrhování přírodě blízkého rybího přechodu může být někdy velice náročné.

Na rybím přechodu Lánov je navržen monitoring technologií rádio frekvenčních indikátorů (RFID) s použitím mikročipů známých jako pasivní indikátory (PIT).

Zvolené pasivní indikátory nemají vlastní baterii, mají indukční cívku, jež pracuje na principu přenosu energie vzduchem. Díky absenci baterie však mají PIT malé rozměry a mohou tedy být aplikovány i do malých organismů v řádu několika gramů. Výhodou také je jejich životnost, která je neomezená. Pro označení ryb pasivními integrátory budou vybíráni jedinci v dobré kondici a s hmotností cca od 12 g a více. PIT bude aplikován injektorem do podkoží v oblasti pod hřbetní ploutví. Následně bude mikročip zkontrolován ruční čtečkou. PIT rám bude instalován do konce rybího přechodu. Odlov ryb pro značení bude proveden za pomoci benzínového agregátu.

5.3 Vlastní výsledek posouzených variant

1. podpora schopnosti ryb rybí přechod najít, v dostatečné vzdálenosti od odběru (náhonu – 0,4 m/s), bylo zjištěno z technického výkresu malé vodní elektrárny,
2. podpora schopnosti ryb rybí přechod překonat (musí odpovídat plaveckým potřebám ryb), tj. dodržení základních konstrukčních parametrů viz tabulka 5,

Tabulka 7: Parametry rybího přechodu

DH_{max}	V_{max} štěrbina	P_{spec} (W/m ³)	
m	m/s	nízký průtok	vysoký průtok
0,2	2	200	200

Zdroj: vlastní zpracování dle Hánové a kol., 2011

Příčemž:

D_{max} – rozdíl hladin mezi komorami (tůněmi)

V_{max} - maximální rychlost vody ve štěrbínách

P_{spec} – specifický výkon v tůních

3. dodržení průměrného sklonu pro bypass (1:15), který například Hánová a kol. (2011) doporučuje pro pstruhové pásmo, který byl dodržen. Hodnota sklonu v mém případě je přibližně 1:21. K výsledné hodnotě sklonu 1:21 jsem dospěl vydělením délky bypassu hodnotou převýšení.
4. dodržení šířky ve dně $b = 0,8$ m, hloubka minimálně $h = 0,2$ m, rychlosti 0,4 - 0,6 m/s, nejvíc 1,6-2,0 m/s v malých částech. Průtok by neměl klesnout pod 0,1 m³/s. Hodnoty budou dodrženy, dle hydrologických údajů. Hydrologické údaje jsou součástí, technického dokumentu při výstavbě malé vodní elektrárny.
5. uplatnění přírodních prvků, protože přírodní prvky podporují oživení rybího přechodu a pomáhají zlepšit jeho hydraulické podmínky. Klikaté koryto, variabilní šířka štěrbín mezi balvany v přepážkách, v rozmezí 0,1 m až 0,5 m. Budou použity

kameny (balvany), které se vyskytují v Labi. Jedná se o Žulové valouny, místně nazývanými Labáky.

6. dostatečně lákavý proud, umístění vstupu do rybího přechodu, ideálně na konci oblasti turbulentní vody pod jezem (ryby jsou při migraci zastaveny příčnou překážkou a hledají cestu směrem do stran, kde pak mohou nalézt rybí přechod). Všechno bude splněno, pomocí sklonu a přírodních prvků.
7. vhodná konstrukce a umístění výstupu z rybího přechodu (nesmí být umístěn poblíž hrany jezu nebo náhonu do MVE, aby nedocházelo ke strhávání ryb zpět. Umístění do nadjezí dále od koruny jezu. Vzdálenost od koruny jezu až po výstup z rybího přechodu je dodržena, činí 45 m. V této vzdálenosti není už tak silný proud, aby docházelo ke strhávání ryb.

6 Diskuse

V České republice se v současné době nachází již poměrně mnoho rybích přechodů. Velkým problémem při jejich výstavbě ale stále zůstává, k jakému typu rybiho přechodu se v dané lokalitě přiklonit. Neexistuje totiž žádný univerzální typ rybiho přechodu, který by se dal realizovat v jakékoliv lokalitě. Přitom v každé oblasti našich toků jsou jiné podmínky, a to jak z hlediska jejich hydraulických vlastností, potřebného prostoru, rybí populace, přírodní atraktivity apod. Pro dobře navržený a funkční rybí přechod je však třeba brát v úvahu každý jednotlivý detail projektu.

Pro řešenou lokalitu Lánov bylo autorem navrženo využití bypassového obchvatného rybiho přechodu, protože podle jeho názoru přírodě blízké RP by měly být považovány za primární volbu při rozhodování. Funkce přírodně blízkého rybiho přechodu typu bypass je také do jisté míry revitalizační a to v tom, že nahrazuje přírodní tekoucí habitat, který byl předcházející výstavbou jezu silně narušen. Obnovení podélné propustnosti na Bystřici by ale nemělo být cílem, nýbrž prostředkem pro zlepšení rybiho společenství na uvedeném toku. Logicky tak výstavba nového rybiho přechodu nemůže být spasením pro všechny druhy ryb v daném úseku, může však výrazně přispět k podstatnému zlepšení situace populace většiny místních ryb. Právě proto se rybí přechody v dnešní době stávají součástí komplexních revitalizací řek a potoků.

Je třeba si však uvědomit, že stejně důležité jako dobře navrhnout a postavit rybí přechod, představuje i jeho údržba v dalších letech provozu. V praxi je totiž možné se setkat i s rybími přechody, jejichž údržbě je věnováno málo pozornosti, takže jsou zaneseny usazeninami a větvemi. V důsledku nezájmu o rybí přechody dochází také k destrukci přepážek v RB a zborcení přívodu přídatného vodního proudu, čímž dochází ke změnám proudových poměrů až nízké proudové atraktivnosti rybiho přechodu.

7 Závěr

Cílem této práce byla specifikace rybího přechodu navrhovaném na toku Malého Labe v blízkosti vodní elektrárny. Navržený rybí přechod by měl být vybudován jako přírodně blízký obtok okolo příčné překážky v toku, kterým je jez u malé vodní elektrárny. Cílem rybího přechodu je zajistit dobrou migrační průchodnost pro zdejší druhy ryb a tím zajistit původní druhovou diverzitu rybího společenstva v Bystřici. V návrhu stavby byl vybrán rybí přechod typu bypass, jehož parametry byly stanoveny tak, aby byly plně kompatibilní pro daný vodní tok a prostředí. V návrhu rybího přechodu se vycházelo z odborných publikací osvědčených jak v České republice, tak i zahraničí. Takto získané informace pak bylo nutné transformovat na místní podmínky prostředí, tj. hydrologické, hydraulické, ekologické, biologické a další. Zda navržený rybí přechod bude dostatečně svoji funkci bude možné prokázat až na základě hodnocení efektivity projektu po jeho realizaci.

Seznam použitých zdrojů

BŮŽEK, David; DRAHOŇOVSKÝ, Martin; LAUERMAN, Marcel. AOPK ČR, 2014. *Rybí přechody*. ČVUT v Praze, Katedra hydromeliorace a krajinného inženýrství, Praha: AOPK ČR, 34 s. SPPK BO2 006: 2014.

BŮŽEK, David; DRAHOŇOVSKÝ, Martin; LAUERMAN, Marcel. AOPK ČR. 2014. *Zprůchodnění migračních překážek vodních toků*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 52 s. ISBN 978-80-87457-49-8.

BAKER, Reginald Robin. 1978. *The Evolutionary Ecology of Animal Migration*. New York: Holmes and Meier, 1012 pp.

BARUŠ, Vlastimil; OLIVA, Ota. 1995. *Mihulovci Petromyzontes a Ryby Osteichthyes*. Fauna ČR a SR, sv. 28/1, Academia Praha, 624 s. ISBN 80-200-0500-5.

BLAŽEK, Vladimír; NĚMEC, Jan; HLADNÝ, Josef. 2006. *Voda v České republice*. Praha: Consult, 253 s. ISBN 80-903482-1-1.

FIORINO, Daniel. 1995. *Making Environmental Policy*. Director Center for Environmental Policy School of Public Affairs Daniel J Fiorino, University of California Press, 269 s. ISBN 9780520085978.

JUST, Tomáš; ŠÁMAL, Vladimír; DUŠEK, Martin; FIŠER, David; KARLÍK, Petr; PYKAL, Jiří. AOPK ČR, 2003. *Revitalizace vodního prostředí*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 128 s. ISBN 80-86064-72-7.

KOVÁŘ, Pavel. 2014. *Ekosystémová a krajinná ekologie*. Praha: Charles University in Prague, Karolinum Press, 170 s. ISBN 9788024627885.

LIPSKÝ, Zdeněk. 1998. *Krajinná ekologie pro studenty geografických obor*. Praha: Karolinum, 129 s. ISBN 80-7184-545-0.

LUSK, Stanislav; HARTVICH, Petr; LOJKÁSEK, Bohumír. 2014. *Migrace ryb a migrační prostupnost vodních toků*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. ISBN 978-80-87437-77-3.

MZe. 2011. *Zprůchodňování migračních bariér rybími přechody*. Odvětvová technická norma vodního hospodářství, TNV 75 2321, 27 s.

PILNÝ, Jaroslav. 1993. *Ochrana a tvorba krajiny*. Pardubice: Vysoká škola chemicko-technologická, 87 s. ISBN 80-85113-58-9.

PRIMACK, Richard B.; KINDLMANN, Pavel; JERSÁKOVÁ, Jana. 2001. *Biologické principy ochrany přírody*. Praha: Portál. ISBN 80-7178-552-0.

RANDÁK, Tomáš; SLAVÍK, Ondřej; KUBEČKA, Jan; ADÁMEK, Adámek; HORKÝ, Pavel; TUREK, Jan; VOSTRADOVSKÝ, Jiří; HLADÍK, Milan; PETERKA, Jiří; MUSIL, Jiří; PRCHALOVÁ, Marie; JŮZA, Tomáš; KRATOCHVÍL, Michal; BOUKAL, David; VAŠEK, Mojmír; ANDREJL, Jaroslav; DVOŘÁK, Petr. 2013. *Rybářství ve volných vodách*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 435 s. ISBN 978-80-87437-50-6.

SLAVÍK, Ondřej; VANČURA, Zdeněk. 2012a. *Migrace ryb, rybí přechody a způsob jejich testování*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, Výzkumný ústav vodohospodářský, 2012, 141 s. ISBN 978-80-7212-580-7.

SLAVÍK, Ondřej; VANČURA, Zdeněk. 2012b. *Metodický postup na zlepšení migrační průchodnosti příčných překážek ve vodních tocích ČR*. Příručka pro žadatele OPŽP. Praha: MŽP, 49 s. ISBN 978-80-7212-581-4.

ŠTĚRBA, Otakar. 2008. *Říční krajina a její ekosystémy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 383 s. ISBN 978-80-244-2203-9.

ŠVECOVÁ, Milada; SMRŽ, Jaroslav; PETR, Jaroslav. 2007. *Biodiverzita a udržitelný rozvoj: průřezové téma*. Praha: Klub ekologické výchovy, 68 s. ISBN 978-80-254-4390-3.

VANĚK, Miroslav. 2012. *Vranovská přehrada: stavba, úzkokolejky, provoz, lodní doprava*. Tišnov: Sursum, 337 s. ISBN 978-80-7323-238-2.

ZONNEVELD, Isaak S. 1995. *Land Ecology*. SPB Academic Publishing, Amsterdam, 199 s. ISBN 9789051031010.

Internetové zdroje

AMMANN, Klaus; BRAUN, Richard. 2002. *Biodiversity: The Impact of Biotechnology*. Oxford: EOLSS Publishers, [online], 2002, [cit. 2020-02-26], dostupné z: <http://www.geneconserve.pro.br/artigo013.pdf>

AOPK, VRV. 2017. *Podpora migrace lososa obecného - PR Pavlínino údolí, Chřibská Kamenice*. [online], 2017, [cit. 2020-03-15], dostupné z: <http://www.ochranaprirody.cz/res/archive/369/056417.pdf?seek=1505913963>

ČSÚ. 2019. *Počet obyvatel v obcích k 1.1.2019*. [online], 2019, [cit. 2020-03-08], dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/pocet-obyvatel-v-obcich-za0wri436p>

DE GROOT, Rudolf, S.; WILSON, Matthew, A.; BOUMANS, Roelof, M. J. A *typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services*. Ecological Economics, 2002, vol. 41, s. 393–408, [online], 2012, [cit. 2020-02-27], dostupné z: https://econpapers.repec.org/article/eeeecolec/v_3a41_3ay_3a2002_3ai_3a3_3ap_3a393-408.htm

HAVLÍK, Aleš. 2020. *Využití vodní energie*. [online], 2020, [cit. 2020-03-06], dostupné z: http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Vin/ke_stazeni/Vyuziti_vodni_energie.pdf

JURAJDA, Pavel. 2017. *Rybí přechody – významný revitalizační prvek, nebo jen fenomén doby?* [online], 2020, [cit. 2020-03-07], dostupné z: <https://rybaripce.cz/wp-content/uploads/2017/08/2017-vodni-hospodarstvi-2-Jurajda.pdf>

JUST, Tomáš; KRÁLOVCOVÁ, Petra. 2012. *Ekologicky orientovaná správa vodních toků v oblasti péče o jejich morfologický stav*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, [online], 2012, [cit. 2020-02-27], dostupné z: <http://vodnihospodarstvi.cz/files/Ekologicky%20orientovan%C3%A1%20spr%C3%A1va%20tok%C5%AF.pdf>

KOVÁŘ, Michal. 2020. *Migrace v krajině*. [online], 1999, [cit. 2020-02-26], dostupné z: <https://educoland.muni.cz/down-1167/>

KRÁLOVCOVÁ, Petra; FRIEDLOVÁ, Ludmila; ŠAŠEK, Jan. 2020. *Rybí přechody*. [online], 2020, [cit. 2020-03-07], dostupné z: <http://strednicechy.ochranaprirody.cz/dotacni-programy/dotacni-programy-resortu-zp/opzp-operacni-program-zivotni-prostredi/nektere-realizovane-akce/rybi-prechody/>

- Lesy ČR. 2010. Lesy ČR představily dva nové rybí přechody na tocích v Jizerských horách. [online], 2020, [cit. 2020-03-16], dostupné z: <https://lesy-cr.cz/tiskova-zprava/lesy-cr-predstavily-dva-nove-rybi-prechody-na-tocich-v-jizerskych-horach/>
- MOTLÍK, Jan; ŠARMÁNEK, Libor; ŠTEKL, Josef; PAŘÍZEK, Tomáš; BĚBAR, Ladislav; LISÝ, Martin; PAVLAS, Martin; BAŘINKA, Radim; KLIMEK, Petr; KNÁPEK, Jaroslav; VAŠÍČEK, Jiří. 2007. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v ČR*. Praha: ČEZ, [online], 2001, [cit. 2020-02-28], dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/file/energie-a-zivotni-prostredi/oze-cr-all-17-01-obalka-in.pdf>
- MŽP. 2013. *Zpráva o stavu rybiho společenstva v tocích na území EVL Krkonoše a poznatky k areálu rozšíření vranky obecné (Cottus gobio)*. [online], 2020, [cit. 2020-03-14], dostupné z: https://life.krnep.cz/data/Files/pages/zprava-o-stavu-rybiho-spolecenstva-v-tocich-na-uzemi-evl-krkonose_139348979775_120.pdf
- PAVELKOVÁ CHMELOVÁ, Renata; FRAJER, Jindřich. 2020. *Základy hydrologie*. Univerzita Palackého v Olomouci, [online], 2001, [cit. 2020-02-27], dostupné z: <https://geography.upol.cz/soubory/studium/DS-GVS/Opora-DHYDR.pdf>
- POVODÍ LABE. 2020. *Stavy a průtoky na vodních tocích*. [online], 2020, [cit. 2020-03-13], dostupné z: http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seq=307143
- SLEZÁK, Michal. 2020. *Operační program Životní prostředí 2007 – 2013*. [online], 2020, [cit. 2020-03-07], dostupné z: https://www.vrv.cz/downloads/sazavsky-seminar-2010/02_slezak-a-kol_financovani.pdf
- VOKÁČ, Martin. 2016. *Nový rybochod za miliony pomůže rybám a škeblím proti proudu Šlapanky*. [online], 2016, [cit. 2020-03-07], dostupné z: https://www.idnes.cz/jihlava/zpravy/novy-rybochod-na-ricce-slapance-ve-slapanove.A160319_2233681_jihlava-zpravy_mv
- HÁNOVÁ, Kateřina a kol. 2011. Studie proveditelnosti zprůchodnění migračních překážek na vodních tocích v povodí Vltavy. VRV Praha, [online], 2011, [cit. 2020-03-14], dostupné z: <http://www.pvl.cz/migrace-vltava/index.html>
- WARD J. V.; TOCKNER, Klement; SCHIEMER, Fritz. 1999. *Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity*. Regulated Rivers, [online], 1999, [cit. 2020-02-26], dostupné z: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/%28SICI%291099-1646%28199901/06%2915%3A1/3%3C125%3A%3AAID-RRR523%3E3.0.CO%3B2-E](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/%28SICI%291099-1646%28199901%2F06%2915%3A1%2F3%3C125%3A%3AAID-RRR523%3E3.0.CO%3B2-E)
- WARD, J. V.; TOCKNER, Klement; UEHLINGER, Urs.; MALARD, Florian. (2001): *Understanding natural patterns and processes in river corridors as the basis of effective river restoration*. Regulated rivers: Research and Management, [online], 2001, [cit. 2020-02-26], dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/227932997_Understanding_Natural_Patterns_and_Process_in_River_Corridors_As_the_Basis_for_Effective_River_Restoration

Právní předpisy

Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření s energií;

Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon);

Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí);

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon);

Zákon č. 99/2004 Sb., o rybníkářství, výkonu rybářského práva, rybářské strážní, ochraně mořských rybolovných zdrojů a o změně některých zákonů (zákon o rybníkářství);

Zákon č. 180/2005 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů;

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu;

Norma č. TNV 75 2321., Zprůchodňování migračních bariér rybími přechody

Seznam zkratek

AOPK ČR	Agentura ochrany přírody a krajiny ČR
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČR	Česká republika
EPA	Agentura pro ochranu životního prostředí (<i>Environmental Protection Agency</i>)
EU	Evropská unie
EVL	Evropsky významná lokalita
CHKO	Chráněná krajinná oblast
Lesy ČR	Lesy České republiky
MVE	Malá vodní elektrárna
MZe	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
PIT	Passive Integrated Transponder
RP	Rybí přechod
VRV	Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s.
WWF	Světový fond na ochranu přírody (<i>World Wide Fund for Nature</i>)

Seznam obrázků

Obrázek 1: Srážko-odtokový proces v povodí.....	9
Obrázek 2: Mapa rozmístění vodních elektráren v ČR.....	13
Obrázek 3: Rybí přechod MVE Hýskov.....	17
Obrázek 4: Rybí přechod Šlapanov.....	18
Obrázek 5: Rybí přechod MVE Bukovec	18

Obrázek 6: Systém pasivních integrátorů	21
Obrázek 7: MVE Malé Labe	23
Obrázek 8: Jez a místo plánovaného rybího přechodu	25
Obrázek 9: Letecký snímek plánovaného místa RP Lánov.....	28
Obrázek 10: Náčrt navrhovaného řešení rybího přechodu Lánov	29
Obrázek 11: Rybí přechod u obce Bílý Potok pod Smrkem.....	30

Seznam tabulek

Tabulka 1: Hydroenergetický potenciál toků v ČR.....	12
Tabulka 2: MVE Malé Labe.....	23
Tabulka 3: Hodnoty migrační výkonnosti některých druhů ryb	25
Tabulka 4: Stupně povodňové aktivity (Horní Lánov).....	26
Tabulka 5: Průměrný roční stav a N-leté průtoky	26
Tabulka 6: Parametry rybího přechodu.....	27