

PODPORA MIGRACE LOSOSA OBECNÉHO - VODNÍ DÍLO STŘEKOV



A. SOUHRNNÁ A TECHNICKÁ ZPRÁVA



**AGENTURA OCHRANY
PŘÍRODY A KRAJINY
ČESKÉ REPUBLIKY**

Agentura ochrany přírody a krajiny
České republiky
Kaplanova 1931/1,
148 00 Praha 11 - Chodov



Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.
Nábřeží 4
Praha 5, 150 56

Březen 2017
č. zakázky 3392/002

OBSAH

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE, ŘEŠITELSKÝ TÝM	7
2. ÚVOD	9
2.1. Předmět plnění	9
2.2. Hlavní body studie	10
2.3. Postup zpracování studie	10
3. ETAPA 1 – SHROMÁŽDĚNÍ A ANALÝZA POKLADŮ	11
3.1. Rešerše dostupných podkladů	11
3.1.1. Potřeba migrace ryb	11
3.1.2. Charakteristika migrace ryb v řešeném profilu	13
3.1.3. Poproudová migrace	14
3.1.4. Migrace lososa obecného – životní cyklus	15
3.1.5. Program reintrodukce lososa	15
3.1.6. Migrace a životní cyklus úhoře	19
3.1.7. Migrační průchodnost v celém podélném profilu řeky Labe	20
3.2. Hydrologické poměry	21
3.2.1. Sezonalita průtoků	23
3.2.2. Ovlivnění úrovně hladiny	24
3.3. Rybí obsádka řešeného úseku toku ve vazbě na řešení migrační průchodnosti	24
3.4. Technická opatření pro migraci lososa a dalších druhů ryb	25
3.5. Příklady řešení migrační průchodnosti na velkých tocích	26
3.6. Využitelná opatření	28
3.6.1. RP typu migrační rampa	28
3.6.2. RP typu technický štěrbinový	30
3.6.3. RP typu technický multi - štěrbinový	32
3.6.4. Výtah pro ryby	34
3.6.5. Rybí komora	35
3.6.6. Zařízení k navýšení lákavého proudu - přídatná turbína	36
3.6.7. Zařízení k navýšení lákavého proudu – Venturiho trysky	38
3.6.8. Sběrná galerie	40
3.7. Referenční stavby	41
3.7.1. RP Geesthacht	41
3.7.2. Projekt Plavební stupeň Děčín	47
3.7.3. Rybí přechody na Labi nad profilem Střekov	48
3.8. Návrhový průtok a rychlost v RP dle metodických pokynů	53
3.9. Současně platné metodické dokumenty pro výstavbu rybích přechodů	53

3.10.	Doporučené parametry rybích přechodů pro cílové druhy ryb	54
3.10.1.	Parametry dle metodiky - Slavík, Vančura a kol. 2012	54
3.10.2.	Parametry šterbinový RP dle TNV 75 2321 (2011)	55
3.11.	Popis současného stavu vodního díla Střekov.....	57
3.11.1.	Jez.....	58
3.11.2.	Jezová zdrž	61
3.11.3.	Plavební zařízení.....	62
3.11.4.	Vodní elektrárna.....	65
3.11.5.	Zájmy spojené s řešeným územím	67
3.11.6.	Stávající rybí přechody	73
4.	ETAPA 2, NÁVRH TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ.....	82
4.1.	Posuzovaná opatření	82
4.1.1.	Odstranění jezu	82
4.1.2.	Úprava stávajícího rybího přechodu	82
4.1.3.	Levobřežní vstup pod VE	82
4.1.4.	Sběrná vstupní galerie nad savkami MVE	82
4.1.5.	Rybí komora v jezovém pilíři, v pilíři plavební komory, pod jezem	83
4.1.6.	Využití stávající plavební komory pro rybí přechod	83
4.2.	Výsledné varianty rybích přechodů.....	83
4.2.1.	Varianta 1 – rampa v jezovém poli.....	85
4.2.2.	Varianta 2 – obtokové koryto.....	89
4.2.3.	Varianta 3 – obtokové koryto s využitím trasy stávajícího RP.....	93
4.3.	Hydrotechnické posouzení variant.....	97
4.3.1.	2D numerický hydraulický model.....	97
4.3.2.	3D numerická simulace proudění v rybím přechodu	100
4.4.	Opatření na vstupu do RP.....	102
4.4.1.	Potrubí lákavého proudu s turbínou	102
4.4.2.	Venturiho trubice	104
4.4.3.	Behaviorální clony na vstupu do RP	104
4.5.	Poproudová migrace	105
4.5.1.	Zabezpečení bezpečného provedení poproudových migrantů do podjezí	106
4.5.2.	Zamezení vstupu do elektrárny, nasměrování a podchycení migrujících jedinců.....	106
4.5.3.	Turbíny šetrné k rybám	109
4.6.	Příprava a realizace stavby	111
5.	ETAPA 3, EKONOMICKÁ ANALÝZA.....	112
5.1.	Stanovení nákladů	112
5.1.1.	Sumarizace nákladů.....	113
5.2.	Ovlivnění výroby elektrické energie	113

5.2.1. Rozbor a zpracování vstupních dat	114
5.2.2. Výpočet roční výroby elektrárny	114
5.2.3. Výpočtové varianty roční výroby.....	115
5.2.4. Ekonomické vyhodnocení vlivu jednotlivých opatření na stávající elektrárnu	117
6. ZÁVĚR, DOPORUČENÍ DALŠÍHO POSTUPU	120
6.1. Doporučení výsledné varianty.....	120
6.2. Návrh dalšího postupu	121
6.2.1. Harmonogram prací	122
7. SEZNAM ZKRATEK	123
8. SEZNAM PODKLADŮ.....	125
9. ČLENĚNÍ STUDIE	127

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE, ŘEŠITELSKÝ TÝM

Projekt byl zpracován na základě smlouvy o dílo ze dne 9.11.2016

Číslo smlouvy objednatele: 11465/SOPK/16a

Číslo smlouvy zhotovitele: 02-O-3392-5970/16

Stupeň projektové dokumentace: Studie proveditelnosti

Podpořeno v rámci projektu EHP-CZ02-OV-1-016-2014 „Vytvoření strategie pro snížení dopadů fragmentace říční sítě ČR“.

ZADAVATEL:



AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČR

Kaplanova 1931/1,

148 00 Praha 11 - Chodov

Zástupci řešitele: Ing. Pavel Marek, pavel.marek@nature.cz, 724 771 145

RNDr. František Pelc, ředitel

ZHOTOVITEL:



VODOHOSPODÁŘSKÝ ROZVOJ A VÝSTAVBA, a.s.

Divize 02

Nábřeží 4

150 56 Praha 5

Řešitelský tým zhotovitele: Ing. Vendula Koterová, koterova@vrv.cz, 605 257 585

RNDr. Milan Hladík, PhD., hladik@vrv.cz, 602 528 006

Ing. Jan Leníček, lenicek@vrv.cz

Ing. Tomáš Javorek, javorek@vrv.cz

Schválil: Ing. Jan Cihlář, ředitel divize 02

KONZULTACE:



POVODÍ LABE, STÁTNÍ PODNIK

Víta Nejedlého 951

500 03 Hradec Králové

PODPORA A PARTNEŘI PROJEKTU:



Oblast podpory programu „CZ02 - Biodiverzita a ekosystémové služby/ Monitorování a integrované plánování a kontrola v životním prostředí/ Adaptace na změnu klimatu“

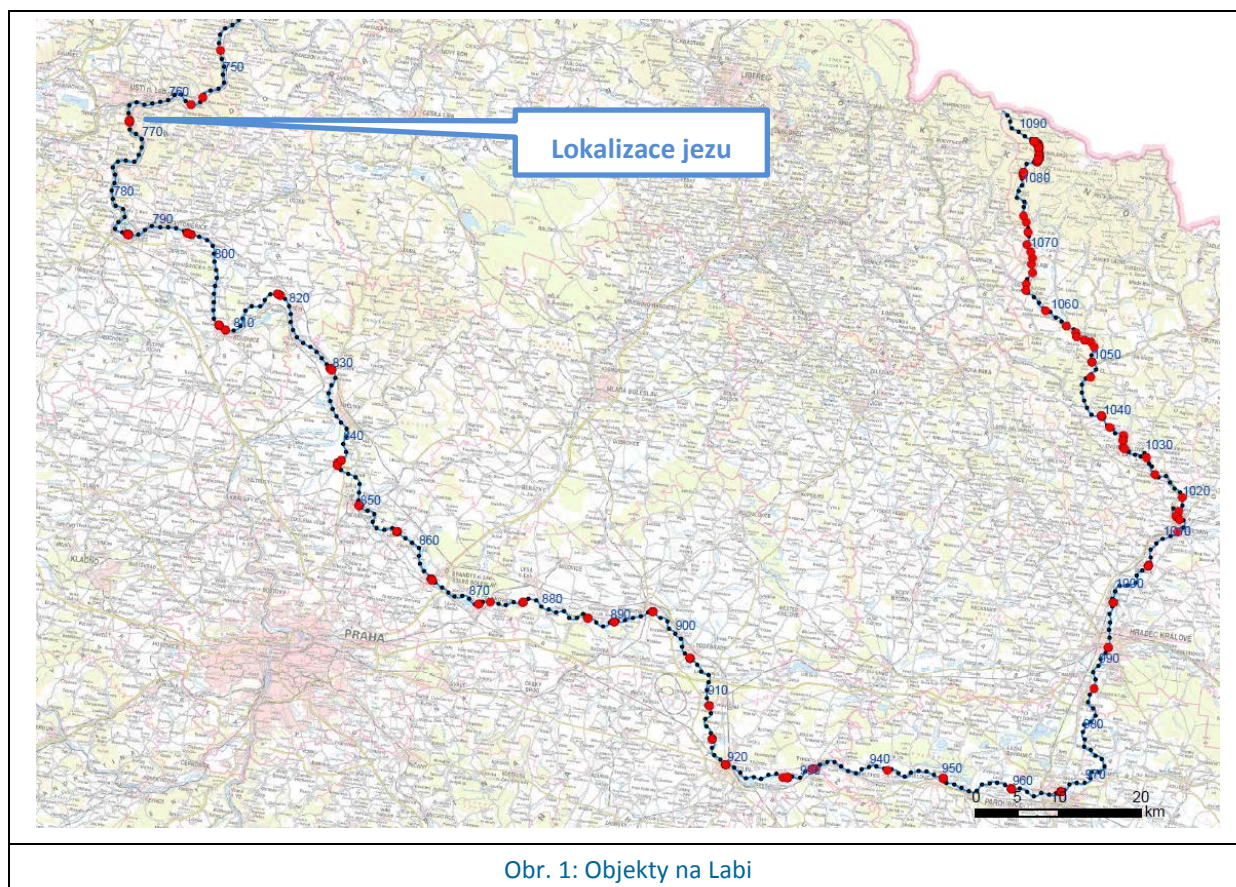


2. ÚVOD

2.1. Předmět plnění

Cílem studie je vyhodnotit současný stav technického řešení migrační prostupnosti na VD Střekov na Labi v ř. km 767,679 a poté navrhnout variantní řešení obnovy volné migrace potamodromních a diadromních druhů ryb a mihulovců i dalších druhů uvedených v červeném seznamu IUCN přes tuto migrační bariéru v souladu s pokyny odborné skupiny AOPK ČR – Komise pro rybí přechody a cíli projektu. Stávající rybí přechod na VD Střekov dle dostupných informací funguje selektivně, původní historický rybí přechod je mimo provoz. Jedná se o první příčnou překážku na Labi na území ČR a celkově druhou, jelikož první překážkou je jez v Geesthachtu u Hamburku, na kterém jsou vybudovány moderní funkční rybí přechody, a na celém území Německa není Labe přehrazeno žádným jezem. **Plně funkční oboustranné zprostřednění jezu Střekov je zcela zásadní pro řešení migrační průchodnosti v rámci celého podélného profilu Labe v celoevropském kontextu.**

Vzhledem k mezinárodnímu přesahu řešení migrační průchodnosti jezu Střekov byl zadavatelem projektu AOPK ČR přizván zahraniční expert, Univ. Prof. DI Dr. Stefan Schmutz z univerzity BOKU Vídeň, který je mezinárodně uznávaným expertem na řešení migrační průchodnosti ekohydraulice. Dr. Schmutz byl pozván na výrobní výbor do Prahy a přímo na lokalitu a byly s ním konzultovány jak pracovní, tak i finální výstupy projektu.



2.2. Hlavní body studie

- 1) Zpracování dostupných podkladů ke stávajícímu VD Střekov týkající se migračního řešení volné migrace ryb a mihulovců,
- 2) Návrh možných technických řešení obnovy volné migrace ryb a mihulovců formou projektové dokumentace pro územní řízení (obstarání územního rozhodnutí nebo souhlasu není požadováno),
- 3) Ekonomické vyhodnocení navrhovaných opatření zpracované formou orientačního propočtu a návrh možného financování navržených opatření.

2.3. Postup zpracování studie

Etapa 1 – Shromáždění a analýza pokladů	
I. Výrobní výbor, předání podkladů, harmonogram projektu	15.11.2016
Místní šetření	15.11.2016
Zpracování variant koncepce řešení	Do 15.12.2016
Etapa 2 - Návrh technického řešení	
II. Výrobní výbor	
Předání pracovní verze k připomínkám	15.1.2017
Výrobní výbor za účasti Dr. Schmutze, expertní posouzení pracovní verze, místní šetření	6.-7.2.2017
Etapa 3 – Ekonomické posouzení a vyhodnocení	
Termín finálního předání díla dle SOD	15.3.2017

3. ETAPA 1 – SHROMÁŽDĚNÍ A ANALÝZA POKLADŮ

3.1. Rešerše dostupných podkladů

3.1.1. Potřebnost migrace ryb

Pro většinu vodních živočichů platí, že jejich životní cyklus a vývoj je založen na možnosti migrace. Živočichové osidlující vodní toky před rozmnožováním převážně migrují proti proudu, aby jednak našli vhodné podmínky pro vlastní rozmnožování a pro vývoj svých juvenilních stádií a také aby každoročně osídlily všechny volné habitaty v rámci podélného profilu vodního toku. Například většina druhů vodního hmyzu po vylíhnutí letí proti proudu, ryby instinktivně migrují před třením proti proudu, mlži mohou využívat k transportu proti proudu ryby, na jejichž zábrách parazitují jejich larvy. Některé druhy ryb migrují na vzdálenosti stovek metrů, některé v řádech kilometrů a některé i stovky kilometrů (losos obecný, úhoř říční). Pokud se zaměříme na ryby, nejedná se pouze o známé migrace rozmnožovací, ale i o migrace související s vyhledáváním potravy, přecházením nepříznivých podmínek, hledání úkrytů před rybožravými predátory apod.

V rámci ekosystémů přirozených vodních toků nacházíme směrem od pramene k ústí gradienty fyzikálních podmínek, které se odrážejí v charakteru bioty i společenstev ryb.

V horních partiích toků převažují druhy, které k rozmnožování a ukrývání jiker využívají substrát dna, jako je štěrk, písek (litoofilní druhy ryb). Díky velkému obsahu kyslíku ve vodě a malému množství organických sedimentů nehrozí jikrám ukrytým před predátory a odnesení ve štěrku zadušení.

Níže po toku přibývají tzv. fytofilní druhy, které své jikry připevňují na vegetaci nebo nejrůznější struktury a tím je především chrání před zanesením sedimenty a zadušením. Využívají k tomu příbřežní partie toků a vedlejší ramena. Samozřejmě existují druhy, které mají schopnosti využít větší paletu substrátů, jedná se o tzv. generalisty. Vedle třecích migrací proti proudu se zde setkáváme i s migracemi do vedlejších ramen, někdy i po proudu, pokud se zde vhodné lokality nalézají.

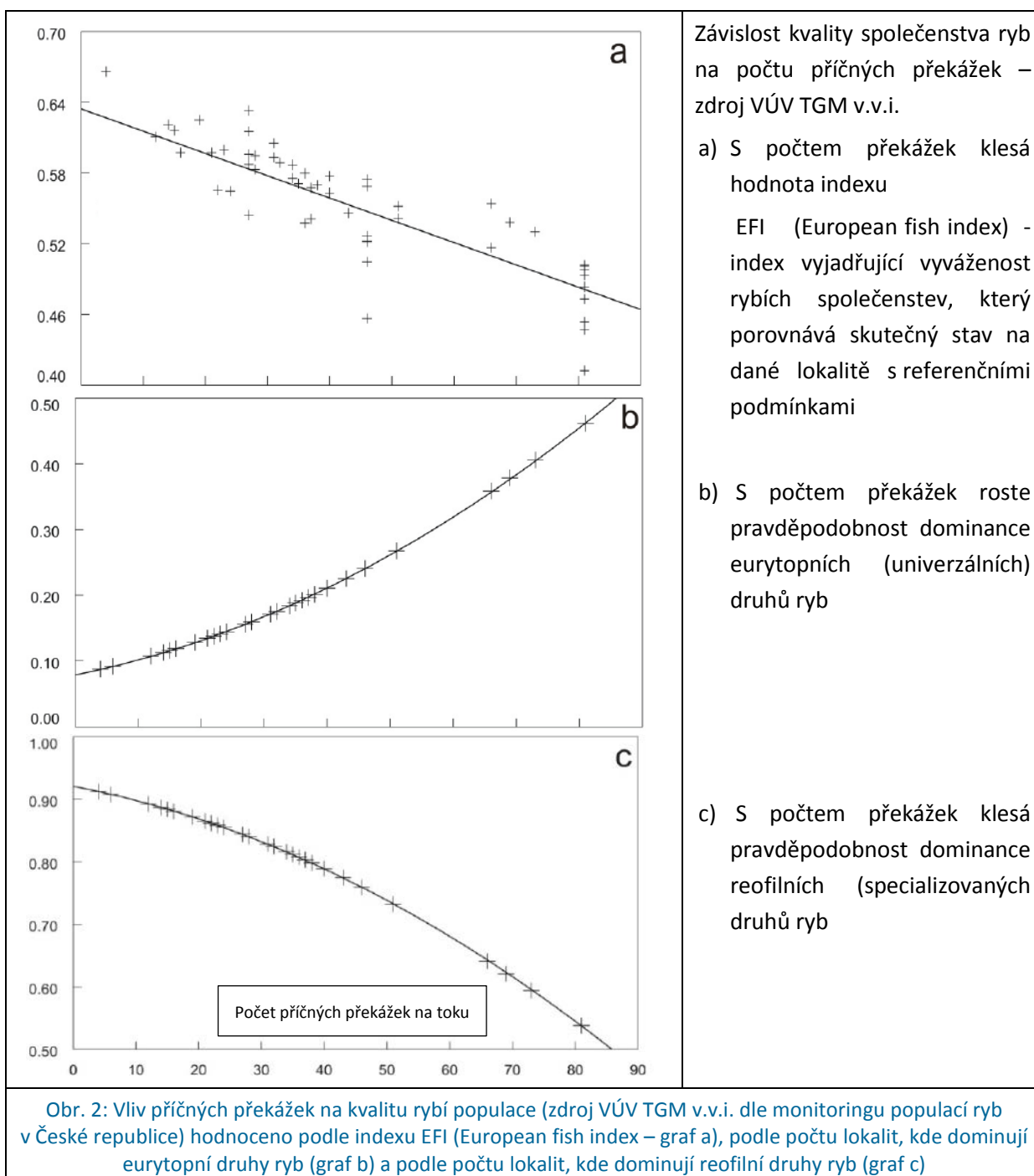
Zimní období ryby často přecházejí v pomalejších partiích v dolních částech vodních toků, v postranních ramenech mimo hlavní tok, nebo v současné době využívají například i přístavy lodní dopravy. Stejně tak vyhledávají vhodná stanoviště v obdobích povodní, v obdobích sucha nebo v obdobích nedostatku kyslíku ve vodě. Také při hledání potravy využívají ryby v různých částech roku různá stanoviště.

Budováním migračních bariér způsobilo omezené možnosti využívat nabídku vhodných habitatů a tím i omezení druhové rozmanitosti rybích společenstev ve vodních tocích, kdy ubýly specializované, tzv. reofilní druhy a prosazuje se menší množství univerzálních eurytopních druhů, tzv. generalistů. Některé druhy jsou omezeny ve svém výskytu nebo početnosti, jiné by bez lidské pomoci a umělého vysazování v některých povodích zcela vyhynuly, jako například losos obecný a úhoř říční, ale i parma říční, podoustev říční, ostroretka stěhovavá, lipan podhorní nebo pstruh obecný.

Na ryby jsou vázány další druhy vodních živočichů, například zákonem chráněné škeble, vелеvruby nebo perlorodka říční, kteří využívají k rozšiřování v rámci vodních toků ryby, na jejichž zábrách jejich larvy (glochidie) po určitou část svého vývoje parazitují. Také predátoři, jako je například zákonem chráněná vydra říční, většinou lépe profitují na druhově bohatých rybích obsádkách.

Příčné překážky způsobují fragmentaci vodních toků, omezují nebo zcela znemožňují migraci a izolují tak jednotlivé rybí populace. Současně mění i průtokové poměry v tocích, charakter dnového substrátu, teplotní režim vody apod. Tím dochází k negativním změnám v druhovém spektru ryb. To prokazují i grafy sestavené z výsledků monitoringu prováděného pracovníky VÚV TGM v.v.i. (Obr.2).

Příčné překážky také komplikují migraci dalších vodních živočichů, ať savců (vydra, bobr, ostatní vodní hlodavci), nebo například obojživelníků a plazů, kteří stejně jako většina jiných druhů potřebují během jednotlivých období svého životního cyklu migrovat mezi vhodnými stanovišti. Tito živočichové jsou pak nuceni hledat cestu ve větší vzdálenosti od vodních toků a zejména v intravilánu měst se pak stávají například oběťmi silničního provozu, neboť podél vodních toků často vedou komunikace.



Cestou, jak umožnit rybám překážky překonat, je budování tzv. rybích přechodů. Jednotlivé typy rybích přechodů a jejich parametry jsou uvedeny dále. Protože řešení umožňující migraci ryb většinou zároveň splňují migrační nároky ostatních vodních živočichů, není v rámci studie jejich migrace řešena separátně. Pouze pokud je nutné pro umožnění migrace dalších živočichů přijmout další opatření, je to uvedeno v rámci konkrétní příčné překážky.

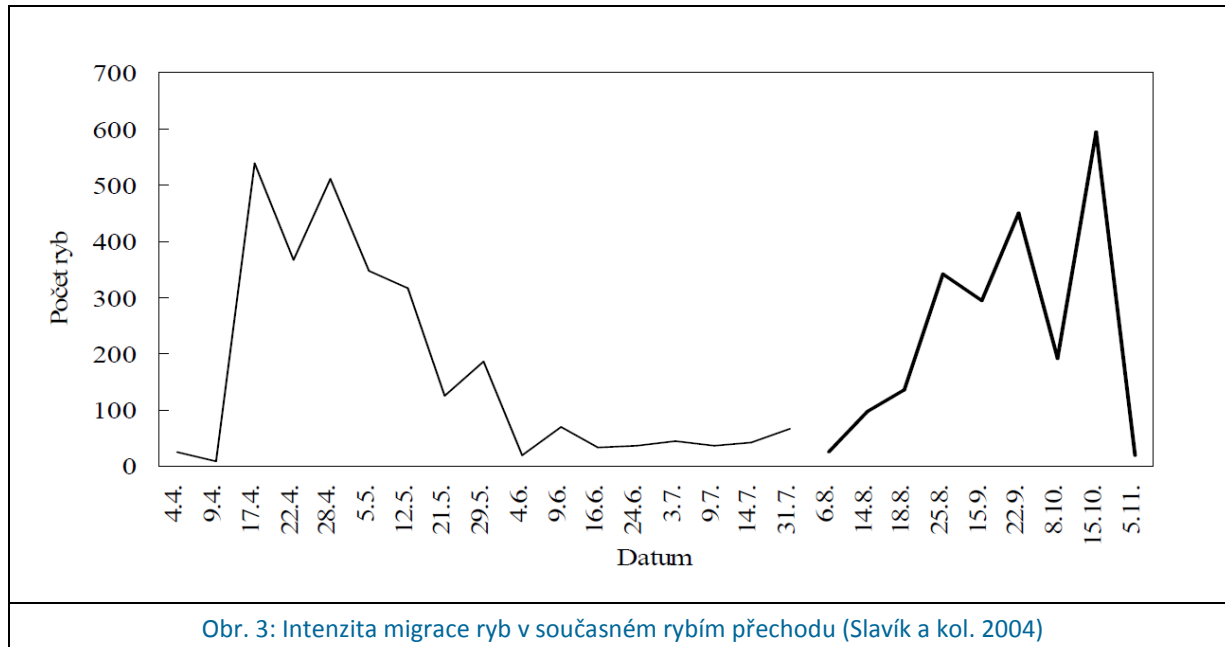
Díky rozsáhlosti a komplexnosti problematiky byla v rámci České republiky odsouhlasena tzv. „Koncepce zprůchodnění říční sítě ČR“, která vymezuje prioritní migrační koridory, kde by měla být migrace ryb řešena přednostně. Jedná se o tzv. „nadregionální migrační koridory“ s přímou vazbou na ryby migrující mezi mořem a sladkovodními ekosystémy a pak tzv. „regionální migrační koridory“, která mají význam z hlediska podpory populací chráněných druhů živočichů.

3.1.2. Charakteristika migrace ryb v řešeném profilu

Základní informace o migraci ryb v řešeném úseku toku Labe můžeme získat z údajů o monitoringu rybích přechodů.

Na základě výsledků monitoringu historického RP (Vostradovský, 1995) bylo zjištěno celkem 11 druhů ryb s hlavní aktivitou v dubnu a květnu, v menší míře byly migrující ryby zastiženy i na podzim. Hlavní migrační tah mladých úhořů byl zaznamenán v srpnu.

Současný rybí přechod byl také podrobně monitorován (Slavík a kol., 2003, Slavík a kol., 2004) a byla prokázána jarní migrace, ale i neméně intenzivní podzimní migrace, která může souviset s hledáním vhodných míst k zimování. Byla prokázána migrace ryb v obou směrech.



Obr. 3: Intenzita migrace ryb v současném rybím přechodu (Slavík a kol. 2004)

3.1.3. Poproudová migrace

Při realizaci rybích přechodů v ČR není v současné době poproudové migraci věnována náležitá pozornost, i když se jedná se nedílnou součástí životního cyklu všech druhů ryb, pro anadromní či katadromní druhy ryb je zcela klíčová. Detailně se například problematikou zabývá výstup projekt TAČR (Musil a kol., 2016), nebo aktualizovaná Koncepce zprůchodnění říční sítě ČR (Birklen a kol., 2014). K samovolné migraci přímo přes vlastní migrační překážku (většinou těleso jezu) zřejmě zejména během vyšších průtoků dochází, ale rozhodně to není dostatečné řešení. Zejména při nižších průtocích je přes jezy převáděn pouze omezený průtok, který zajišťuje smáčení tělesa jezu, ale tenký paprsek vody neumožňuje bezpečnou migraci ryb, který se vystavují mechanickému poškození, uvíznutí nebo zvýšenému riziku predace ze strany rybožravých predátorů. Ryby se tak migraci přes těleso jezu vyhýbají a směřují hlavním proudem k turbíně MVE. Proto je třeba zajistit dva typy opatření (Birklen a kol., 2014):

- zabránit vniknutí ryb do MVE a jejich poškození
- usměrnit ryby do alternativní migrační cesty tak, aby nedošlo k jejich stresu, poškození či úhynu, případně ryby odklonit a transportovat pod překážku.

Přes jez ve Střekově mohou ryby částečně migrovat po proudu následujícími cestami:

- 1) Při vysokých průtocích nad 300 m³/s přes těleso jezu nebo případně při otevření některého z polí jezu.
- 2) Skrz plavební komory – není ověřeno náležitým výzkumem a pravděpodobnost úspěšné migrace je malá (komory se nacházejí na opačném břehu, než je dominantní průtok v toku, zavírání a otvírání vrat a pohyb lodí zřejmě ryby spíše plaší), také Slavík, Vančura a kol., 2012, uvádějí, že plavební komory bez potřebných úprav nemohou být považovány za zařízení umožňující migraci ryb.
- 3) Skrz turbíny vodní elektrárny není ověřeno daty a pravděpodobnost je malá a tato možnost nebyla ověřena náležitým výzkumem, zejména co se týče poškození ryb po průchodu turbínou.
- 4) Poproudová migrace byla prokázána i přes současný rybí přechod (Slavík a kol., 2004). Horní vstup do RP je umístěn poměrně vhodně, tedy poblíž vlastního tělesa jezu a na straně dominantního průtoku, ale chybí další naváděcí opatření. Průtok ve vlastním rybím přechodu je také poměrně nízký vzhledem k celkovému průtoku v Labi.

Budoucí rybí přechod, nebo lépe řečeno soubor opatření k umožnění migrace ryb přes jez ve Střekově, by měl obsahovat dostatečné řešení poproudové migrace:

- 1) Odpovídající česle na vtoku do turbín VE
- 2) Navedení ryb do alternativní trasy – rybího přechodu
- 3) Zajištění bezpečného proplutí

Nejprve je také nutné posoudit na základě odborné studie (pokusu) možnost migrace ryb přes samotné turbíny VE.

Při návrhu koncepce řešení poproudové migrace je možné vycházet i z návrhu plavebního stupně Děčín (Well Consulting, 2012).

3.1.4. Migrace lososa obecného – životní cyklus

Losos obecný nebo atlantský (*Salmo salar*, Linné 1758), dále jen losos, je anadromní druh ryby, který svůj životní cyklus začíná ve sladké vodě. Životní cyklus byl detailně popsán v řadě prací (např. Baruš a kol., 1995), zde uvádíme stručný výtah ve vazbě na cíle projektu. Existuje několik typů lososů dle času migrace a věku, ve kterém ryby migrují, dle dosavadních zkušeností z programu reintrodukce lososa připlouvají dospělé ryby do Kamenice v říjnu a vytírají se až do listopadu. Jikry jsou ukryty od podzimu ve štěrkovém substrátu, doba inkubace je přibližně 3 měsíce. Po vylíhnutí zůstávají lososi 1-3 roky ve sladké vodě (strdlice) a po té migrují v jarním období do moře (přeměna na rybu s migračním instinktem se nazývá smoltifikace). První jedinci dosahují dospělosti ve třetím roce života a mohou již na podzim vytažovat ke tření, nazývají se „grills“, váží okolo 1 kg, nepodnikají dlouhé migrace, spíše jen do kratších přítoků a po tření se ihned vrací do moře. Většina jedinců dosahuje dospělosti ve čtvrtém až pátém roce života. Losos obecný je fyziologicky schopný vícenásobného výtěru, ale nástrahy dlouhé migrace do řek a pobyt ve sladké vodě překoná podle některých literárních údajů maximálně 10% populace (Nyqvist et al., 2017). Podle zkušeností z Kamenice je většina lososů značně vysílena a po tření hyne. Losos ve sladké vodě nepřijímá potravu.

Obecně lze říci, že losos je zdatný plavec a je schopen překonávat poměrně vysoké překážky a vyšší rychlosti proudění, běžně dosahuje délky okolo 1 m a vyžaduje tak přizpůsobit velikost rybního přechodu. Rychlost plavání závisí na teplotě vody a délce těla ryby, maximální skoková rychlost se uvádí na úrovni 7 m/s.

V neposlední řadě je potřeba uvažovat i o nezbytnosti vhodného substrátu pro tření lososů, který se může vyskytovat jak v přítocích, tak i v samotném Labi (Jonsson et al., 2011, Riebel et al., 2014).

3.1.5. Program reintrodukce lososa

Losos obecný byl v povodí Labe až do konce 19. století běžně loven. Díky následným úpravám toku, zejména stavbě zdymadel a dalších příčných překážek, také díky nadměrné míře znečištění, byla tato ryba v českých řekách vyhubena.

Prvním reintrodukčním programem v České republice byl LOSOS 2000, který zahájil v roce 1998 Český rybářský svaz. Jednalo se o jarní vypouštění lososího plůdku. V roce 2000 se zapojila také Správa Národního parku České Švýcarsko, která později zavedla ještě podzimní vypouštění lososího potěru a investování prostředků na zprůchodnění řeky Kamenice.

V roce 2009 byl Správou Národního parku České Švýcarsko s partnery spuštěn program „Návrat lososů“ – problematika navracení vyhubených druhů do naší přírody a možnost tzv. adopce lososů. Více na www.npcs.cz a www.navratlososu.cz/.

Správa Národního parku České Švýcarsko s partnery zajišťuje reintrodukci lososa do řeky Kamenice, která spočívá v jarním vypouštění plůdku a podzimním vypouštění malých rybek do jejích tišin. Snahou je také zapojení veřejnosti a to zejména do programu „Návrat lososů“ (viz výše). Pomoci lze účastí na samotném podzimním vypouštění nebo adoptí lososa.

Tab. 1: Počet vypuštěných lososů obecných do povodí řeky Kamenice

Rok	Povodí Kamenice		Celkem ČR
	Plůdek (ks)	Malé rybky 8 - 10 cm (ks)	
1998	10 000	x	45 000
1999	20 000	x	50 000
2000	71 600	x	150 000
2001	80 000	x	293 000
2002	88 300	x	253 000
2003	88 500	x	279 000
2004	98 500	x	278 500
2005	134 920	x	352 000
2006	84 000	x	149 000
2007	187 000	x	297 000
2008	170 600	8 000	270 000
2009	120 000	8 000	200 000
2010	120 000	10 000	200 000
2011	60 000	12 000	100 000
2012	120 000	10 625	203 000
2013	120 000	9 000	200 000
2014	120 000	9 000	200 000
2015	140 000	11 000	180 000
2016			
Celkem	1 833 420	77 625	3 693 000



Obr. 4: Dospělí lososi vyfotografovaní na Kamenici



Obr. 5: Vypuštění mladých lososů za přítomnosti veřejnosti

Tab. 2: Některé zaznamenané úlovky lososa na udici na revírech ČRS, od roku 2010 se úlovek na udici nevyskytl nebo nebyl publikován

Datum	Řeka	Lokalita	Pohlaví úlovku	Délka (cm)	Váha (g)	Lovec,	způsob lovu
2001	Labe	Děčín	samice	89	5300	Motlitba	přívlač, wobler
10.11.2003	Labe	Hřensko	samec	78	nevážen	Kratschmer	Přívlač, žlutý twister
31.12.2004	Ohře	Doksany	samice	88	nevážen	Šťástka	přívlač žlutý twister
27.7.2006	Labe	Hřensko	samice	104	nevážen	Mervínský	Přívlač, třpytka
13.10.2010	Labe	Hřensko	samice	82	nevážen	Ešpandr	Přívlač, bílý twister
28.10.2010	Labe	Hřensko	samice	78	nevážen	Roudenský	Přívlač, gumová rybka

Tab. 3: Údaje o lososech ulovených při kontrolním odlovu 31. 10. 2002 na dolním toku Kamenice

pohlaví	celková délka (mm)	hmotnost (g)	věková skupina
samice	865	3750	3+
samec	703	2400	3+
samec	726	3150	3+
samec	770	3450	3+

Co se podařilo během trvání programu (pozitivní efekty a dílčí úspěchy)

- Byla potvrzena hypotéza, že vysazováním plůdku lososa lze dosáhnout toho, že se tento druh ryby v rámci svého životního cyklu a po migracích na tisíce kilometrů řekami a oceánem vrátí jako dospělá ryba na místo vysazení na území ČR k přirozené reprodukci!
- Losos obecný od roku 2002 pravidelně migruje Labem do řeky Kamenice a je tam sledován na trdlištích, která si vytváří k přirozenému rozmnožování.
- Zkušebně byla v roce 2011 ověřena možnost umělého výtěru lososa (na Kamenici) a následná místní inkubace a odchov plůdku (líheň Bělá, ČRS MO Děčín).
- V letech 1995 až 2015 se podařilo zajistit zásadní podíl financí pro realizaci reintrodukčních projektů z prostředků ČR a EU.
- V souvislosti s lososem se podařilo prosadit stavby rybích přechodů na vodních tocích (Kamenice, Ploučnice, Ohře, Labe) a dále omezit negativní vlivy a rozsah staveb na vodních tocích.
- Prohloubit mezinárodní spolupráci ČRS a partnerů v SRN, zejména s rybářským spolkem v Drážďanech a Sasku, ale i s Ministerstvem ŽP pro Sasko.
- Aktivně a efektivně spolupracovat se složkami OP, především MŽP, SFŽP, AOPK, Správou NP České Švýcarsko, SCHKO Labské pískovce a Jizerské hory. Dále dlouhodobě a s velmi cennými efekty spolupracovat s podnikem Povodí Ohře.
- Prezentovat činnost ČRS a jeho přínos pro celospolečenské zájmy a hodnoty.
- Aktivovat zájem veřejnosti o lososa jako výjimečný živočišný druh, a to jak veřejnosti odborné, tak i laické.

Tab. 4: Výskyt lososů zaznamenaných během různých odlovů nebo pozorovaných v toku v letech 2012 - 2015

Datum	Pohlaví	Celková délka (mm)	Hmotnost (g)	Komentář, místo výskytu
21.10.2012	♂+♀	x	x	pár (samice a samec) pozorováni v blízkosti rybího přechodu (u skalního tunelu) pod jezem v Edmundově soutěsce
24.10.2012	♂+♀+♀	750 - 900	x	další tři jiní lososi (dvě samice a samec) asi v polovině sledovaného úseku (mezi vstupem k soutěskám ve Hřensku po jez v Edmundově soutěsce). Všechny uvedené ryby byly ve velikosti asi 75 – 90 cm celkové délky
Listopad 2012	x	x	x	Do konce listopadu byly zaznamenány ještě další dvě skupiny lososů ve střední až horní části úseku, ovšem dále od břehu a s horší individuální sledovatelností
18.3.2013	♂	920	4,5	uloven elektrickým agregátem při kontrolním odlovu na Ohři v Terezíně.
28.10.2013	♂+♀	650, 850		ryby se pohybovaly u trdliště asi 100 m pod jezem v Edmundově soutěsce.
10.11.2013	♂+♀	850 - 900		Výskyt na trdlišti, Asi 1,5 hod. sledováno typické předvýtěrové chování lososů, kdy samice čistí hnízdo a samec agresivně odhání jiné samce (mladé lososy – strdlice nebo pstruhy).
9.11.2013	♂	112	8	Ryba byla nalezena uhynulá a požraná vydrou asi 50 m pod jezem Edmundovi soutěsky.
17.11.2013	?	x	x	zaznamenáni tři lososi v horní třetině úseku, významné rušení amatérskými i profesionálními fotografy a turisty
15.12.2013	♀	800	x	Pozorování poblíž trdliště
27.12.2013	♀	800	x	Pozorování poblíž trdliště
28.10.2014	♀	800	x	Pozorován přibližně 40 m pod skalním tunelem před jezem
31.10.2014	♀	800	x	Pozorován přibližně 500 m pod jezem, patrné trdliště, pravděpodobně stejný jedinec
1.-2. 11.2014	♀	800	x	Losos opět až pod skalním tunelem, pravděpodobně stejný jedinec
23.11.2014	♂+♂+♀	800-900	x	Pozorování cca 100 m pod jezem, 20 – 40 m pod tunelem
30.10.2015	♂+♀	x	x	Pod jezem v Edmundově soutěsce
30.10.2015	♀	94	7,7	Nalezena uhynulá u hotelu Praha ve Hřensku
6.11.2015	♀			Pod jezem v Edmundově soutěsce

Co se nepodařilo

- Dosáhnout takového počtu vracejících se dospělých lososů, aby populace tohoto druhu mohla být na území ČR stabilní a mohla v dohledné době již existovat bez umělého vysazování juvenilních stádií.
- Vytvořit migrační podmínky pro lososa na řece Kamenici přes území NP České Švýcarsko.
- Zlepšit možnosti migrace přes jez Střekov na Labi (nedostatečně funkční rybí přechod).
- Migračně zprůchodnit celý úsek Ohře od Labe až k VD Nechanice.
- Zapojit vědecké instituce do sledování individuální migrace lososa (smolta) např. telemetrickou metodou.
- Zajistit kontinuální sledování dospělých lososů automatickým systémem (software, video) na Kamenici.
- Najít nové významné partnery pro spolufinancování nákladů na navrácení lososa.



Obr. 6: Uhybnulá samice nalezená 30.10.2015

3.1.6. Migrace a životní cyklus úhoře

Životní cyklus úhoře říčního *Anguilla Anguilla*, čeleď úhořovití *Anguillidae* (dále jen úhoř) byl detailně popsán v řadě prací (např. Baruš a kol., 1995, Slavík a kol., 2004), zde uvádíme stručný výtah ve vazbě na cíle projektu. Úhoři se rozmnožují v Sargasovém moři (subtropická část severovýchodního Atlantiku) a jejich migrace od evropských břehů na trdliště představuje několik tisíc kilometrů. Po tření všichni jedinci hynou. Z jiker se líhnou takzvané leptocefalové larvy, které k pobřeží Evropy cestují převážně pasivně pomocí Golského proudu. Tato cesta trvá přibližně rok. U pobřeží prodělávají mladí úhoři metamorfózu a jejich tělo získá již tvar podobný dospělým jedincům, mají délku okolo 10 cm a nazývají se „monté“. Po té podnikají cestu proti proudu do sladkých vod, kde po dobu několika let rostou. Migrace probíhá od dubna do září s vrcholem od května do července, ke střekovskému zdymadlu se mladí jedinci dostávají v průběhu léta (Vostradovský, 1995 – v srpnu 1995 bylo v RP zastíženo celkem 10 000 ks o délce 190 – 310 mm). Po dosažení vhodné velikosti (5-20 let) úhoři prodělávají opět metamorfózu (tzv. stříbrní úhoři) a táhnou do moře, po cestě pohlavně dospívají.

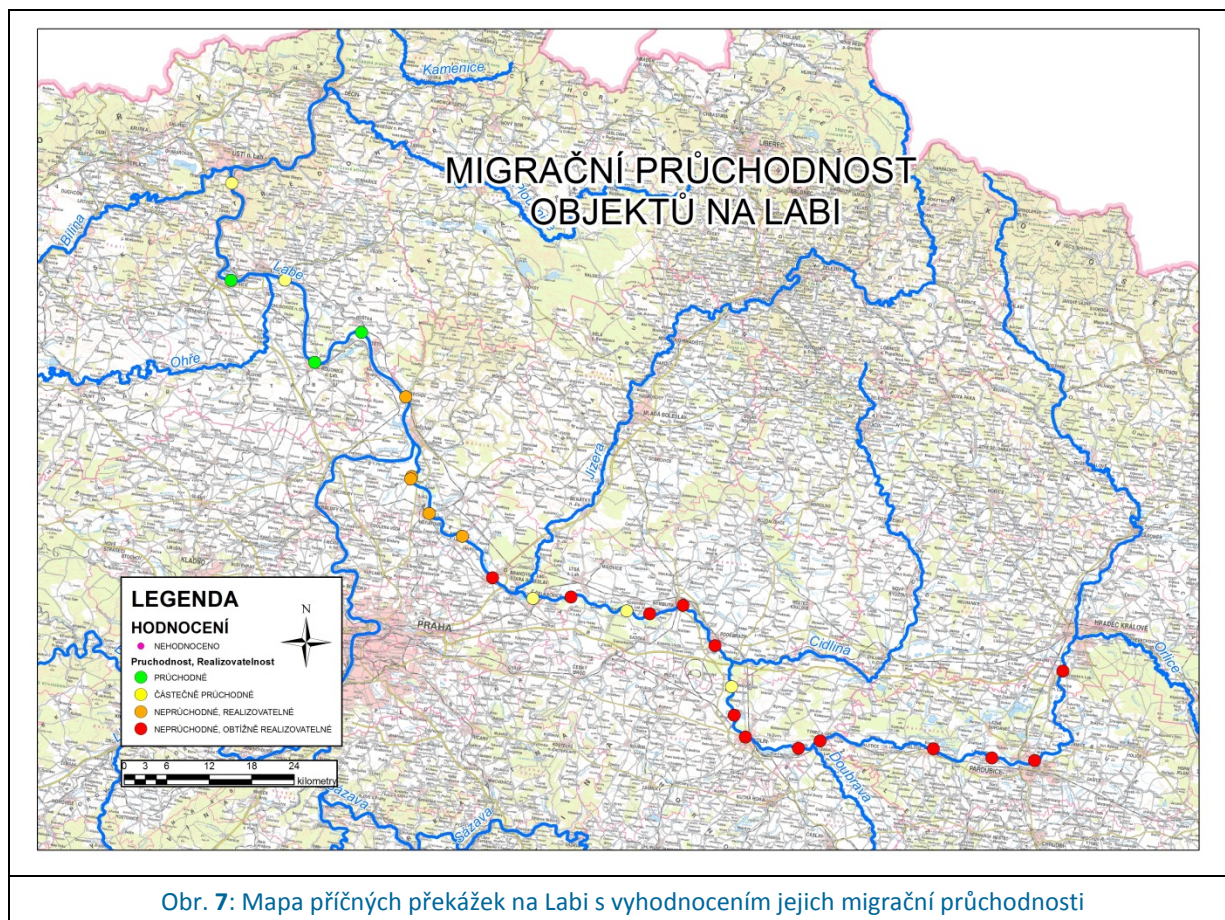
Po metamorfóze již nemohou déle zůstat ve sladké vodě, a pokud nemohou migrovat do moře například z důvodu neprostupných překážek, uhynou.

Tento tah je uskutečňován převážně v noci, pasivně v hlavním proudu a začíná s prvními příznaky podzimu. Zajímavostí je, že úhoři, kteří zůstávají poblíž ústí řek, dospívají dříve a jsou z nich samci, úhoři žijící v horní části povodí se stávají samicemi. Tento vývoj není dán geneticky, tedy genetickou výbavou, ale fenotypově. Každý úhoř se tedy může stát samcem i samicí a záleží na tom, v jaké části povodí prodělá svůj vývoj. Životní cyklus úhoře je velmi složitý a zajímavý, podrobnější informace jsou dostupné v konkrétních odborných publikacích.

Díky celosvětovému poklesu populace úhoře a díky neprostupné překážce v podobě jezu Střekov do našich vod již úhoř aktivně ve větší míře netáhne a je uměle vysazován Český rybářský svazem v rámci programu na jeho reintrodukci, letecky přepravovaní mladí úhoři jsou loveni v ústí řek ve Francii a Anglii.

3.1.7. Migrační průchodnost v celém podélném profilu řeky Labe

V rámci podélného profilu Labe se nachází celá řada příčných objektů o různé migrační průchodnosti. Údaje o jejich lokalizaci a stavu jsou sumarizovány v mapě, pocházejí z výsledků projektu TA04020765 „Vývoj metodických, plánovacích a monitorovacích opatření pro řešení problematiky fragmentace říční sítě ČR“.



Obr. 7: Mapa příčných překážek na Labi s vyhodnocením jejich migrační průchodnosti

V části toku po soutok s Jizerou již byly realizovány funkční rybí přechody anebo se připravuje projektová dokumentace.

3.2. Hydrologické poměry

Labe je páteřním tokem Čech, které opouští u Hřenska v nadmořské výšce 119,89 m n.m. v ř.km 726,22. Pramení v Krkonoších na Labské louce v nadmořské výšce 1 389,50 m n.m. Hlavním přítokem je řeka Vltava. Hydrologický režim toku je výrazně ovlivněn manipulací na vybudovaných vodních dílech. Jezové zdrže především v dolním úseku toku na sebe navzájem navazují.

Vodní tok:	Labe
Profil	nad Bílinou
Hydrologické číslo povodí:	1-13-05-021
Plocha povodí A:	48 541,15 km ²
Dlouhodobá průměrná roční výška srážek P_a :	670 mm
Dlouhodobý průměrný roční průtok Q_a :	293 m ³ /s
Minimální průtok Q_{M355} (355-denní voda)	56,2 m ³ /s
Maximální průtok Q_{N100} (100-letý průtok)	4 290 m ³ /s

Tab. 5: M-denní průtoky k roku 2012

M	30	60	90	120	150	180	210	240	270
Q (m ³ /s)	660	459	356	290	241	203	172	145	121
M	300	330	355						
Q (m ³ /s)	99	77,2	56,2						

M-denní průtoky patří dle normy ČSN 75 1400 „Hydrologické údaje povrchových vod“ mezi základní hydrologické údaje a pro libovolný profil říční sítě jsou poskytovány Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ). Hodnoty M-denních průtoků jsou např. dle zákona 254/2001 Sb. a související Vyhlášky MZe 432/2001 Sb. nutné jako doklad pro vydání povolení k nakládání s povrchovými nebo podzemními vodami.

M-denní průtoky ve vodoměrných stanicích Q_{Md} se určují z funkce překročení průměrných denních průtoků a udávají se v m³.s⁻¹ (příp. v l.s⁻¹) pro vybrané hodnoty průměrné doby dosažení nebo překročení M = 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330, 355 a 364 dnů v roce.

Základem pro odvození M-denních průtoků je zpracování průměrných denních průtoků ze sítě vodoměrných stanic a následná aplikace výpočetních nástrojů, které umožňují extrapolaci hodnot M-denních průtoků z vodoměrných stanic do nepozorovaných profilů.

Do konce roku 2012 byly odborné i laické veřejnosti poskytovány hodnoty M-denních průtoků odvozené za referenční období 1931–1980. Od počátku roku 2013 ČHMÚ poskytuje M-denní průtoky za nové referenční období 1981–2010.

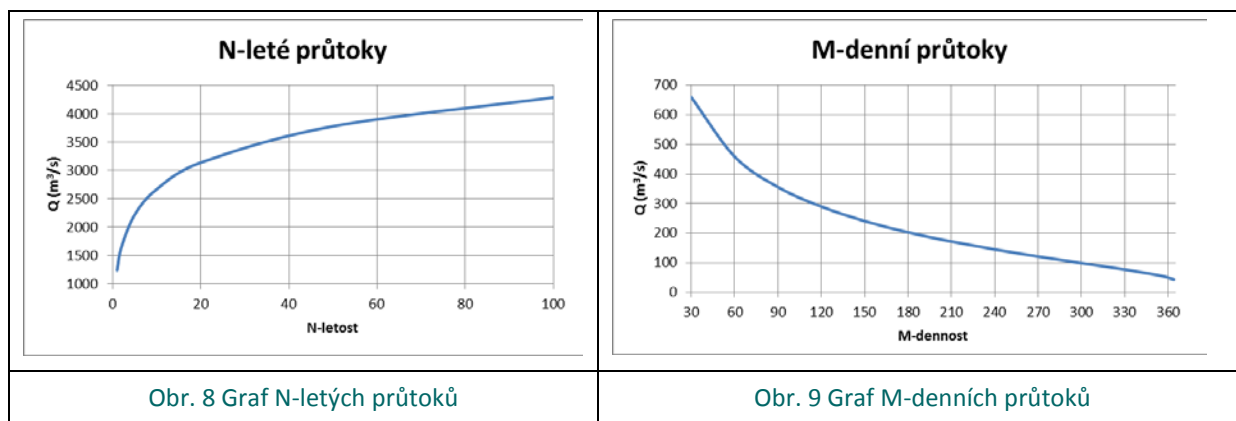
Důvodů ke změně referenčního období bylo několik:

- Nová data daleko lépe reprezentují hydrologický režim vodních toků v současné době i nejbližší budoucnosti.
- Při zpracování dat bylo možné využít podstatně širší datovou základnu s vyhodnocenými průměrnými denními průtoky ze sítě vodoměrných stanic a rovněž začlenit dostupné údaje o ovlivnění přirozeného průtokového režimu odběry vod, vypouštěním odpadních vod či manipulacemi na vodních dílech.
- Během posledních zhruba pěti let byly v ČHMÚ vyvinuty nové matematicko-statistické nástroje pro odvození M-denních průtoků v nepozorovaných profilech, které bylo možné aplikovat ve výpočtech.
- Při výpočtech bylo možné využít novou vrstvu rozvodnic základních hydrologických povodí měřítka 1:10 000 a další aktuální GIS data (Corine Land Cover, hydrogeologie, výškopis atd.).

Konkrétní kvantifikované změny ve vybraných profilech jsou uvedeny v Hydrologické ročence České republiky 2014 viz <http://voda.chmi.cz/hr14/pdf/kap5.pdf>.

Tab. 6: N-leté průtoky k roku 2012

N	1	2	5	10	20	50	100
Q (m ³ /s)	1240	1650	2220	2670	3140	3780	4290



Extrémní hydrologické jevy jako jsou povodně a období sucha se na řece Labi pravidelně objevují a v minulosti byly jedním z důvodů pro systematickou úpravu koryta řeky a vybudování příčných překážek.

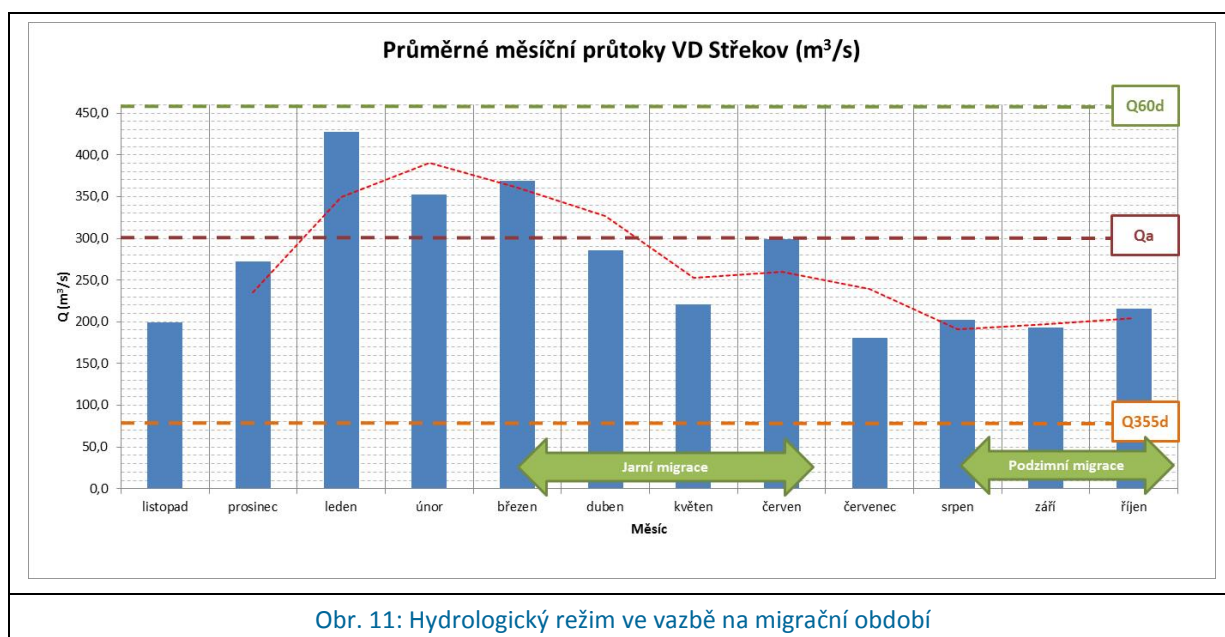
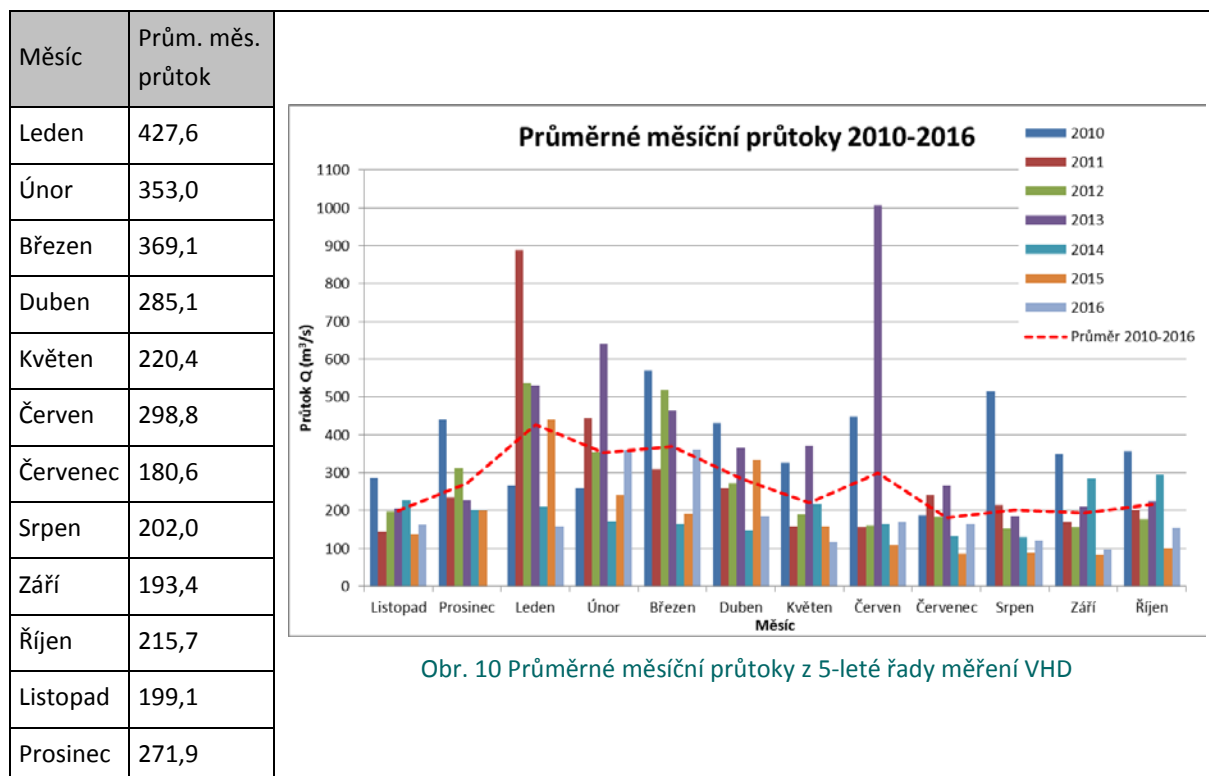
Povodně zaznamenané v poslední době:

- 29.03.1988
- 16.08.2002
- 22.07.1981

Záznamy o povodních existují v historických kronikách již od 12. století. Zimní a jarní povodně byly v Ústí nad Labem zaznamenány v letech 1598, 1655, 1784, 1799, 1845 a 1862. Povodně v letním období se vyskytovaly tak méně často a jsou doloženy v letech 1501, 1675 a 1890.

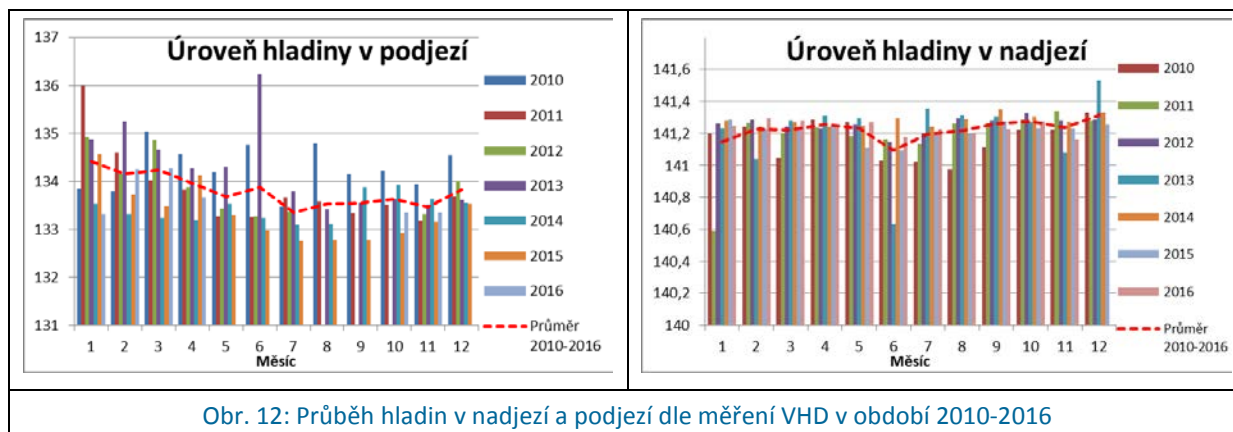
3.2.1. Sezonalita průtoků

Data použitá pro vyhodnocení sezonality průtoků vychází z měření PLA od července 2012 do července 2016. Na průběhu průtoků je jednoznačně patrný vliv velkých přehrad v povodí Labe, zejména Vltavské kaskády. Tyto přehrady díky svému účelu a managementu hromadí vodu během jarního tání a povodňových průtoků a nadlepšují průtoky v obdobích bez srážek. Tím pádem dochází k snížení roční amplitudy průtoků. V době hlavních migračních období se průměrný průtok pohybuje okolo $200 \text{ m}^3/\text{s}$.



3.2.2. Ovlivnění úrovně hladiny

Jedním z údajů pro vhodný návrh rybního přechodu je určení úrovně hladiny mezi vtokem a vstupem do RP. Vzhledem k tomu, že VD Střekov není pevnou konstrukcí, se úroveň hladin řídí manipulací na tabulových uzávěrech v jednotlivých jezových polích.



Z výše uvedených grafů vyplývá, že dolní hladina je neovlivněná a odpovídá aktuální hydrologické situaci. Horní hladina je závislá na manipulaci na jezu a neprojevuje se na ní statisticky významná sezonalita. Vodohospodářský dispečink Povodí Labe poskytl skutečně naměřené hodnoty v intervalu 15 minut v období 1/2010 – 11/2016. Na těchto datech byla provedena statistická analýza a z ní vyplývá, že průměrná úroveň hladiny v nadjezí v daném období odpovídá hodnotě 141,22 m n.m. Průměrná úroveň hladiny v podjezí v daném období odpovídá hodnotě 133,80 m n.m.

Nejnižší úroveň hladiny v nadjezí (137,61 m n.m.) byla naměřena 19.1.2011. Naopak nejvyšší (142,21 m n.m.) byla naměřena 5.12.2013.

Nejnižší úroveň hladiny v podjezí (132,49 m n.m.) byla naměřena 15.7.2010. Naopak nejvyšší (140,81 m n.m.) byla naměřena 7.6.2013.

3.3. Rybí obsádka řešeného úseku toku ve vazbě na řešení migrační průchodnosti

Při konstrukci rybního přechodu je nutné vycházet z cílového stavu rybní obsádky, rybní přechod by měl být funkční zejména v době hlavních migračních období, ale i mimo ně, a měl by být co nejméně selektivní jak z hlediska druhů ryb, tak z hlediska velikosti a věkové struktury ryb.

Pokud bychom měli charakterizovat rybní obsádku řešené lokality, nachází se zde smíšená obsádka parmového a cejnového pásma. Úsek nad jezem tvoří vzdutí jezu o délce několika km, naopak úsek pod jezem je jedním z posledních málo ovlivněných úseků Labe.

Z hlediska konstrukce jezu se zde nacházejí jak velké druhy ryb (štika, bolen, parma) tak i drobné druhy a pomalí plavci.

Labe je zatíženo poměrně vysokým driftem jemného sedimentu a úseky pod jezem u levého břehu tvoří štěrkové lavice omývané poměrně silným proudem a tedy nejméně ovlivněné zanášením jemným sedimentem (Ing. Vrána, ČRS, ústní sdělení). Tyto partie toku jsou hojně využívána reofilními

druhy ryb (bolen, plotice, ostroretka) ke tření (Ing. Musil, VÚV TGM, ústní sdělení). Mezi cílové druhy patří i losos obecný a úhoř říční, a to jak dospělci, tak i juvenilní stadia.

3.4. Technická opatření pro migraci lososa a dalších druhů ryb

Dospělý losos je velmi silný plavec a dokáže překonávat skokem i překážky o výšce přibližně 1 m, musí mít však pod překážkou dostatečně hlubokou tůň pro získání rychlosti. Pro migraci strdlic je nutné zajistit vhodný poproudový koridor.



Obr. 13: Jez Herting, Švédsko, vlevo původní stav s technickým RP, napravo nový přírodě blízký bypass.



Obr. 14: Jez Herting, Švédsko, detail rybího přechodu

Nejlepším řešením migrační průchodnosti pro lososy je odstranění překážky, nebo její nahrazení za dnovou peřej. Krásným příkladem je zprůchodnění jezu o vodní elektrárny Herting v jižním Švédsku na řece Ätran. Původní technický rybí přechod byl nahrazen přírodě blízkým bypassem, VE byla dále vybavena hustými česlemi a behaviorální clonou k navedení ryb při poproudě migraci do RP.

Na základě monitoringu bylo prokázáno, že došlo k radikálnímu zlepšení migračních podmínek pro všechny formy lososa, tedy dospělých lososů táhnoucích proti proudu na tření, vytřených lososů vracejících se do moře a také strdlic. Došlo k výraznému snížení doby potřebné k překonání překážky. Původní technický rybí přechod vykazoval vedle mnohem nižší účinnosti selektivitu během různé teploty, průtoku, mezi dnem a nocí a také byly shledány mezi samci a samicemi, po vybudování přírodě blízkého RP nebyly již rozdíly shledány.

3.5. Příklady řešení migrační průchodnosti na velkých tocích

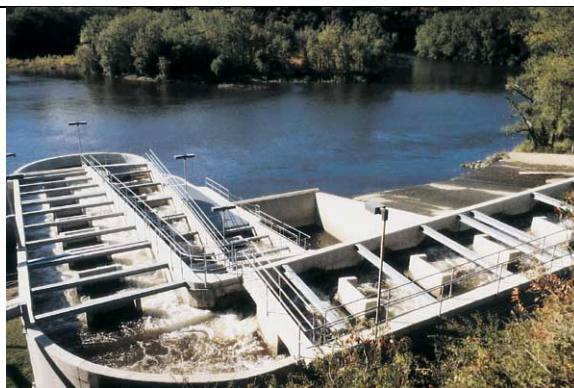
Pokud budeme hledat příklady řešení migrační průchodnosti na velkých tocích a na vysokých překážkách, je možné nalézt paralely:

- Jedná se o stavby s poměrně velkým návrhovým průtokem (v řádů m^3/s) a většinou je průtok na vstupu ještě dotován přidavným lákavým proudem, část využitým turbínou
- Nejčastějším typem RP jsou štěrbinové RP, často s dvěma štěrbinami, při potřebné délce, stísněným prostorovým podmínkám a požadovaném návrhovém průtoku jsou nejvíce funkční
- Vzhledem k potřebné délce je trasa RP velmi často z prostorových důvodů lomená

Uvádíme několik příkladů



Obr. 15: tůňový RP s lomenou trasou, Sarrancolin, řeka Neste, Francie (foto Larinier)



Obr. 16: štěrbinový RP s dvěma štěrbinami a lomenou trasou, Turner Falls, řeka Connecticut, USA (foto Larinier)



Obr. 17: štěrbinový RP, Mauzac, řeka Dordogne, Francie (foto Larinier)



Obr. 18: štěrbinový RP, Iffezheim, řeka Rýn, Německo (foto Larinier)



Obr. 19: Na přehradě Dalles, Portland, Oregon, USA, je migrace ryb řešena pomocí tří rybích přechodů, které mají vzhledem k výšce přehrady lomenou trasu. Voda k navedení ryb do přechodů je dodávána pomocí speciálních turbín, v případě poruchy turbín pak rezervním potrubím.

3.6. Využitelná opatření

3.6.1. RP typu migrační rampa

Popis: Standartní řešení zprůchodnění jezů. Přírodě blízká migrační rampa je nejlepším řešením v případě, že není možné jez odstranit, nejenže slouží ideálně pro zajištění migrace ryb, ale vytváří i vhodný biotop. V řešené lokalitě jsou k tomuto typu opatření vhodné podmínky. Je zde i dostatek vhodného materiálu – přírodních oblých balvanů. RP by měl být lokalizován v toku podél břehu, případně v břehové linii, vstup ro RP by měl být lokalizován těsně pod patou jezu.

Pro parmové pásmo jsou dle výše citovaných metodických materiálů požadovány následující parametry: Rozdíl hladin 0,13-0,17 m, velikost bazénů min 3,0 x 1,8 m, hloubka min 0,5 m, velikost mezer min 0,6 x 0,4 m.

RP může být i lomený tak, aby navazoval na směr převládajícího proudění pod jezem.

Výhody řešení:

- vhodný přírodě blízký RP vzhledem k podmínkám v lokalitě

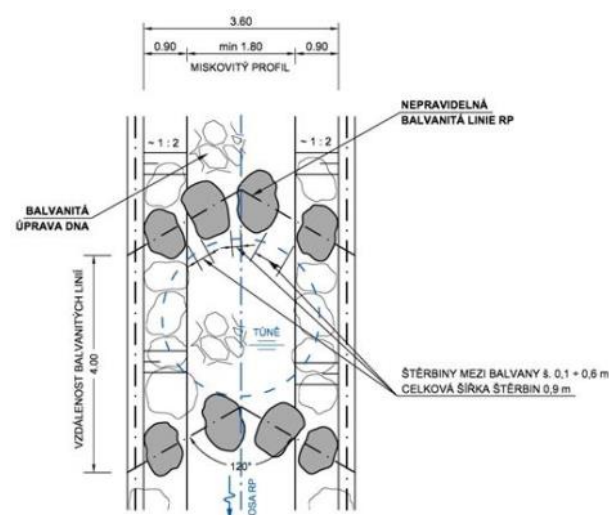
Nevýhody řešení:

- Zejména dlouhé rampy jsou velmi náročné na provedení a vyžadují pravidelnou údržbu, pokud je místo na břehu, při spádu jezu nad 1,5 m je vhodné upřednostnit RP typu bypas

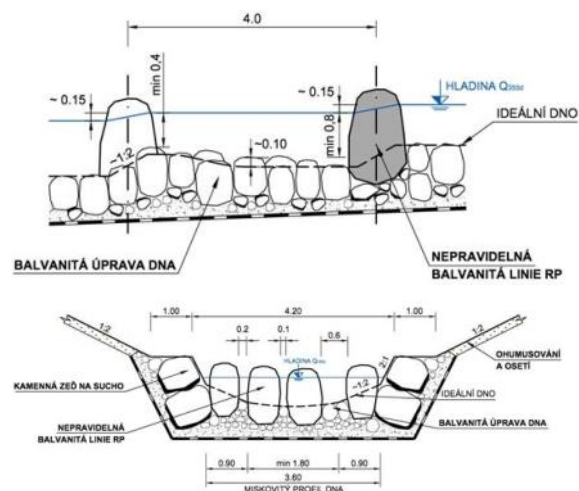
Odhad ekonomické náročnosti:

- dle nákladů obvyklých opatření pro OPŽP se uvádí běžná cena 30 000 Kč na m² zastavěné plochy rybiho přechodu.

Schéma řešení:



Vzorový řez přepážkou RP, která má složený profil pro zajištění vhodných podmínek pro migraci ryb vzhledem ke kolísání průtoku v toku



RP Břeclav na řece Dyji, délka 68m, spád 1:20 návrhový průtok 2 m³/s, realizace 2005 - 2008

RP Raspenava na Sloupském potoce, Jizerské hory, termín realizace 2007



RP Pstruhařství Kaplice na řece Malši, realizace 2014 – vstup do přechodu doplněn o naváděcí práh

3.6.2. RP typu technický štěrbinový

Popis:

Technický rybí přechod, u kterého je prověřena funkčnost a je akceptován v místech, kde nelze použít přírodě blízké RP, zejména z prostorových důvodů.

Díky možnosti přesně kontrolovat hydraulické podmínky je možné postavit tento rybí přechod o poměrně vysokém průměrném spádu a také při nižších návrhových průtocích. Je vhodné ho doplnit přírodními prvky (například dno vyplněné substrátem), nebo například kartáčovými bloky, které upravují průtokové poměry v jednotlivých segmentech RP.

Také je vhodný jako doplňkový rybí přechod k hlavnímu přírodě blízkému rybímu přechodu například na druhé straně vodního toku, přímo u MVE a podobně.

Výhody řešení:

- Dobré zvládnutí hydraulických parametrů
- Snadnější realizace
- Funkční při různých průtokových situacích

Nevýhody řešení:

- Nevytváří jako doplňkový bonus vhodné biotopy, lze však vytvořit dno z přírodního substrátu

Odhad ekonomické náročnosti:

- dle nákladů obvyklých opatření pro OPŽP se uvádí běžná cena 250 000 Kč na m² zastavěné plochy rybího přechodu.

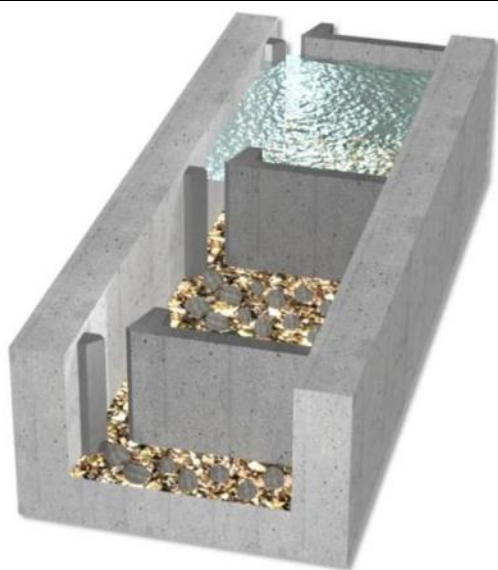
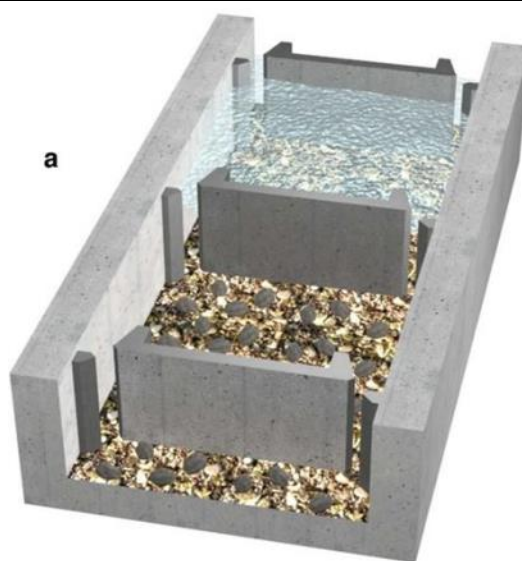
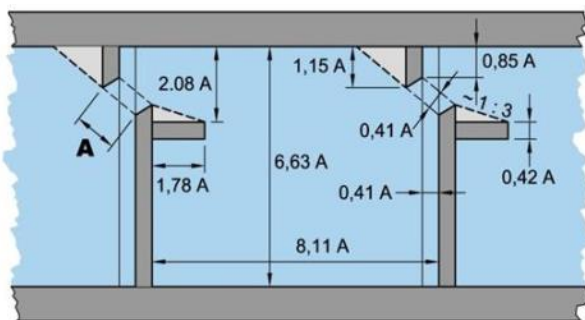


Schéma konstrukce štěrbinového RP



RP s dvěma štěrbinami pro vyšší návrhový průtok



Příklad výpočtu parametrů pro optimální funkčnost RP	RP s lomenou trasou pro limitující prostorové podmínky
	
Štěrbínový RP – příklady řešení	

3.6.3. RP typu technický multi - štěrbínový

Popis:

Technický rybí přechod, který je variantou výše uvedeného štěrbínového typu. Typ rybího přechodu vyvinutý Univerzitou BOKU Wien.

Díky možnosti přesně kontrolovat hydraulické podmínky je možné postavit tento rybí přechod o poměrně vysokém průměrném spádu a také při nižších návrhových průtocích. Je vhodné ho doplnit přírodními prvky (například dno vyplněné substrátem), nebo například kartáčovými bloky, které upravují průtokové poměry v jednotlivých segmentech RP.

Rakouský výrobce prefabrikovaných betonových dílců na míru Brüder Glöckler GmbH & Co.KG. (<http://www.maba-fishpass.com/>).

Výhody řešení:

- Dobré zvládnutí hydraulických parametrů
- Snadnější realizace
- Funkční při různých průtokových situacích

Nevýhody řešení:

- Nevytváří jako doplňkový bonus vhodné biotopy, lze však vytvořit dno z přírodního substrátu

Odhad ekonomické náročnosti:

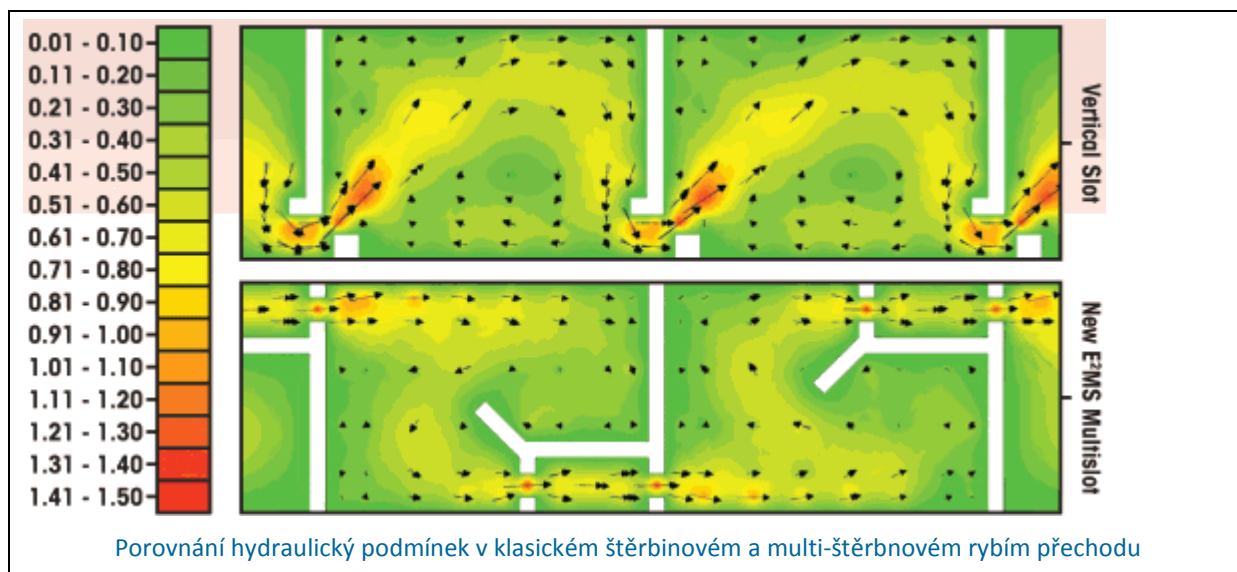
- náklady mohou odpovídat nákladům obvyklých opatření pro OPŽP, které uvádí běžnou cenu 250 000 Kč na m² zastavěné plochy rybího přechodu.



Ukázka fyzikálního modelu multi-štěrbínového RP



Realizace multi-štěrbínového RP na jezu Glöckler – řeka Piesting (pilotní projekt)



3.6.4. Výtah pro ryby

Popis: na velmi vysokých hrázích či jezích, kde není vzhledem ke kolísající hladině v nádrži ani z prostorových důvodů možné vybudovat funkční rybí přechod, je jedinou možností zajištění migrace ryb instalace výtahu. Ryby jsou navedeny do komory a pak vyzvednuty k hladině.

Výhody řešení:

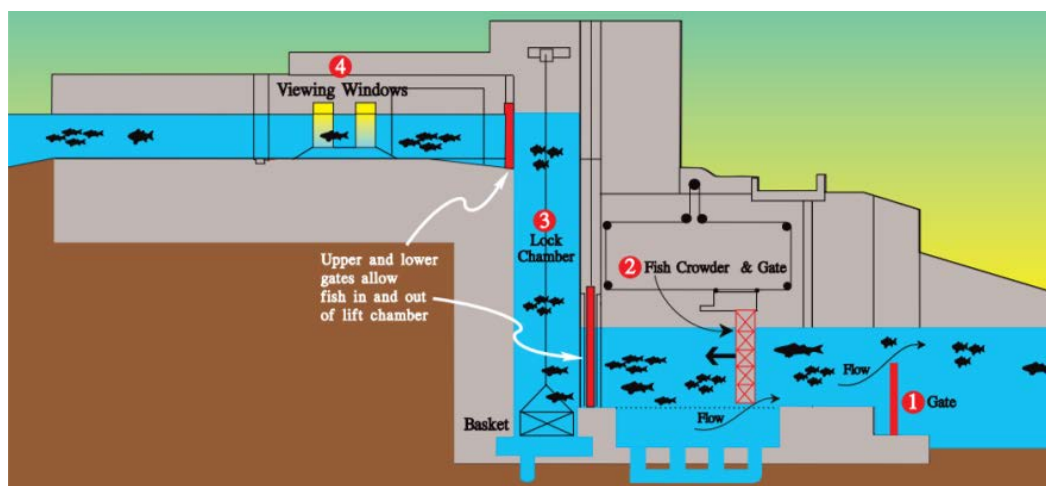
- někdy jediné řešení v komplikovaných podmínkách,
- malá energetická náročnost pro migrující ryby, při dobrém navedení ryb do výtahu vysoká účinnost
- možnost dobré propagace a prezentace – výhledy do prostoru výtahu.

Nevýhody řešení:

- vysoká ekonomická náročnost
- problémy s funkčností a efektivitou,
- nedořešení poproudové migrace.
- nutný je pevný objekt hráze, na které je možné zařízení připevnit nebo je nutné celé zařízení vybudovat

Odhad ekonomické náročnosti: není znám, je vysoká

Schéma řešení: St. Stephen Power plant, USA



Na obrázku vlevo pohled na celou hráz nádrže, rybí přechod s potrubími pro přídavný lákavý proud je lokalizován u levého břehu, na obrázku vpravo je detail vstupu do výtahu.

3.6.5. Rybí komora

Popis: Další možností je konstrukce speciální komory pro migraci ryb. Ryby jsou do komory lákány pomocí naváděcího proudu, pak je komora uzavřena a naplněna a ryby mohou pak vyplout směrem proti proudu, komora se pak vypustí a cyklus se opakuje.

Výhody řešení:

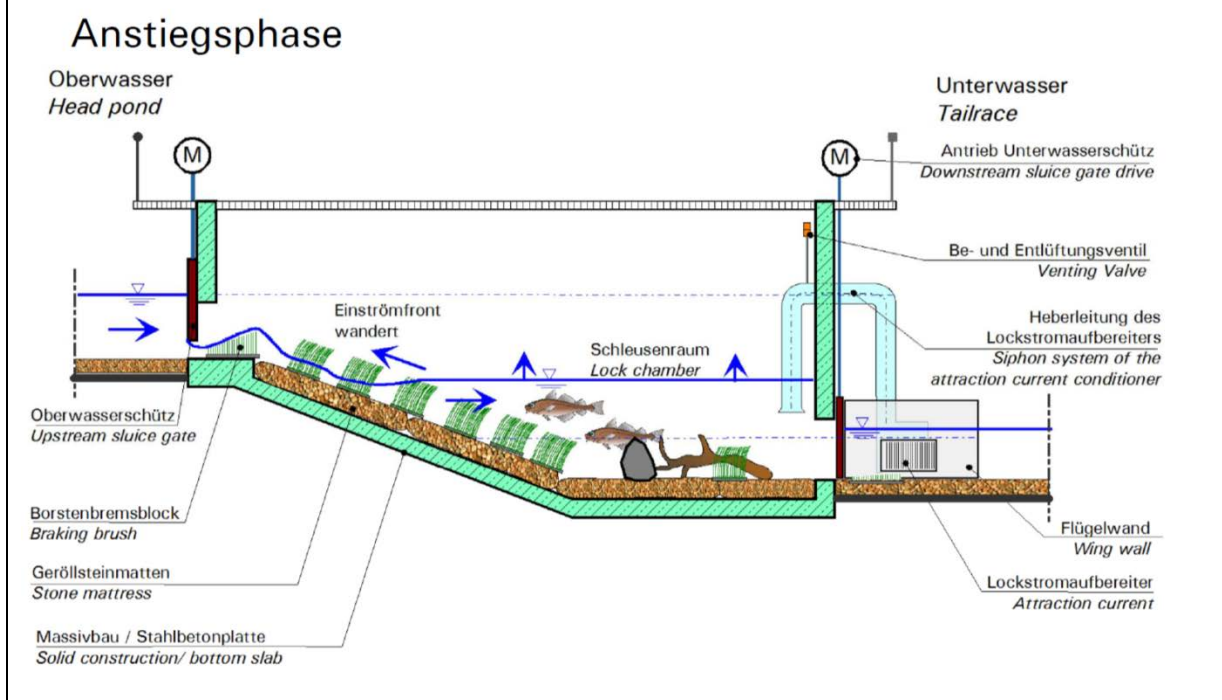
- někdy jediné řešení v komplikovaných podmínkách,
- malá energetická náročnost pro migrující ryby, při dobrém navedení ryb vysoká účinnost
- zvláště u vysokých překážek malý potřebný prostor

Nevýhody řešení:

- vysoká ekonomická náročnost
- problémy s funkčností a efektivitou,
- nedořešení poproudové migrace.
- nutný je pevný objekt hráze, na které je možné zařízení připevnit nebo je nutné celé zařízení vybudovat z betonu
- vyžaduje přísun energie a také pravidelný servis a obsluhu

Odhad ekonomické náročnosti: není znám, je vysoká

Schéma řešení: prototyp nové komory s šikmou únikovou plochou – poskytl Ing. R. Hassinger



3.6.6. Zařízení k navýšení lákavého proudu - přídatná turbína

Popis: Ryby jsou k vstupu do rybího přechodu vedeny a lákány jednak vhodným umístěním vstupu a jeho technickou konstrukcí, a dále odpovídajícím proudem o vhodné rychlosti (přibližně 1 m/s) a dále i odpovídajícím objemem vody vytékající z rybího přechodu - dle různých pramenů 5-10% celkového průtoku. Aby nebyla tímto průtokem zatěžována celá trať rybího přechodu (to by znamenalo vysoké nároky na pevnost a konstrukci RP), realizuje se potřebný „lákový“ průtok navýšením lákavého proudu na vstupu do rybího přechodu.

Jedním z možných řešení je využít tento lákový proud k výrobě elektrické energie, kdy na přiváděcím potrubí je instalována další turbína s nastavitelným výkonem. Do trasy RP musí být začleněna „směšovací komora“, která jednak linearizuje turbulentní proudění z turbíny a dále spojí průtok z RP a průtok od turbíny a nasměruje ho do hlavního toku v požadovaném úhlu a rychlosti. Tato komora dále svou konstrukcí směřuje ryby do rybího přechodu

Výhody řešení:

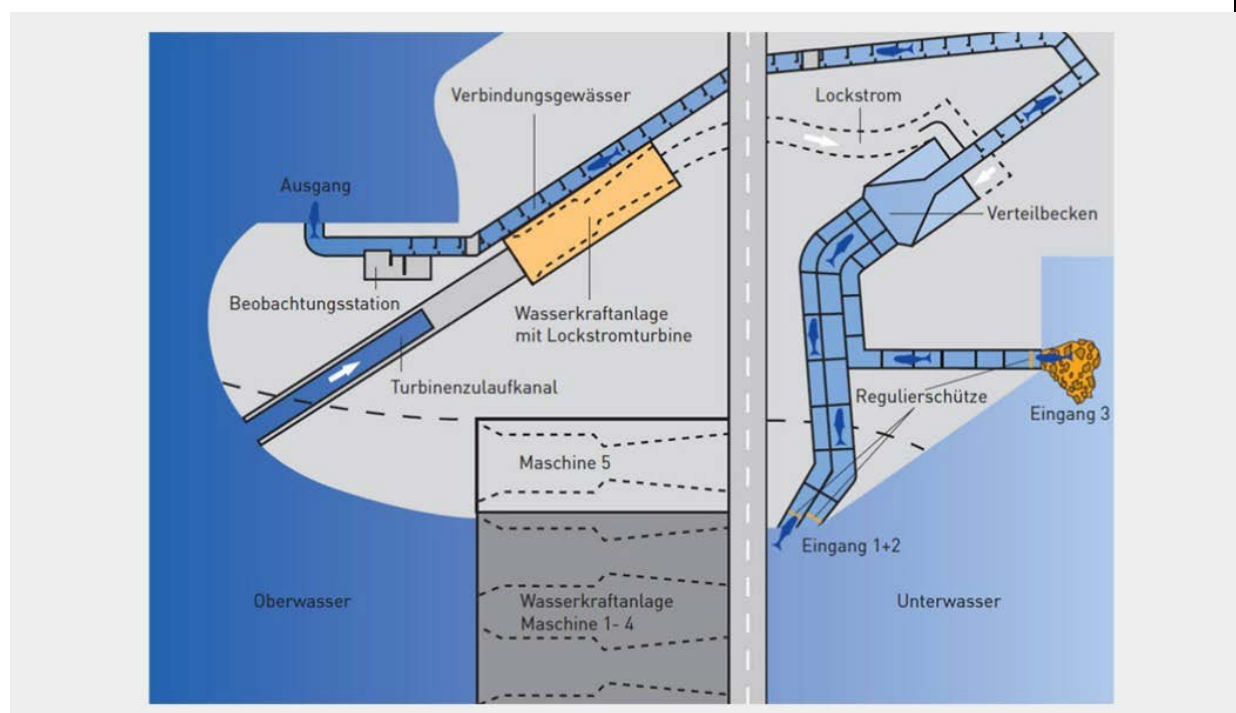
- Průtok je využitelný k výrobě elektrické energie, nedochází ke ztrátám
- Přídatná turbína zvyšuje flexibilitu využití potenciálu daného profilu, případně umožní zpracovat i průtoky nad maximální kapacitu hlavní vodní elektrárny
- Na vhodném profilu má toto zařízení poměrně slušnou ekonomickou návratnost

Nevýhody řešení:

- Instalace turbíny potřebuje poměrně značný prostor
- Instalace turbíny je ekonomicky náročná, proto je nutné vždy počítat rentabilitu

Odhad ekonomické náročnosti: záleží na dané lokalitě, ale návratnost investice při vhodném řešení může být do 10 let

Schéma řešení: VE Iffezheim, řeka Rýn, Německo



Q_n rybího přechodu je 1,3 m³/s, turbína dodává lákový proud 11 m³/s, celkový průtok je využit pro dva různé vstupy do RP



3.6.7. Zařízení k navýšení lákavého proudu – Venturiho trysky

Popis: Ryby jsou k vstupu do rybího přechodu vedeny a lákány jednak vhodným umístěním vstupu a jeho technickou konstrukcí, a dále odpovídajícím proudem o vhodné rychlosti (přibližně 1 m/s) a dále i odpovídajícím objemem vody vytékající z rybího přechodu - dle různých pramenů 5-10% celkového průtoku. Aby nebyla tímto průtokem zatěžována celá trať rybího přechodu (to by znamenalo vysoké nároky na pevnost a konstrukci RP), realizuje se potřebný „lákový“ průtok navýšením lákavého proudu na vstupu do rybího přechodu.

Jedním z možných řešení je využití trysek pracujících a využitím Venturiho principu patentované Dr. R. Hassinegerem z University Kassel, Německo. Tyto trysky využívají vodu z nadjezí k získání potřebné energie a tryskového proudu a do vstupu do RP převádějí vodu z podjezí, která již byla zpracována na VE. Poměr průtoků je přibližně 1/10 dle spádu, takže k tomu, aby bylo možné posílit vstup do RP například o 10 m³/s je potřeba pouze průtok 1 m³/s z nadjezí. Do trasy RP musí být opět začleněna „směšovací komora“, která společný průtok modifikuje na správné hodnoty a nasměruje ho do hlavního toku v požadovaném úhlu a rychlosti. Tato komora dále svou konstrukcí směřuje ryby do rybího přechodu.

Výhody řešení:

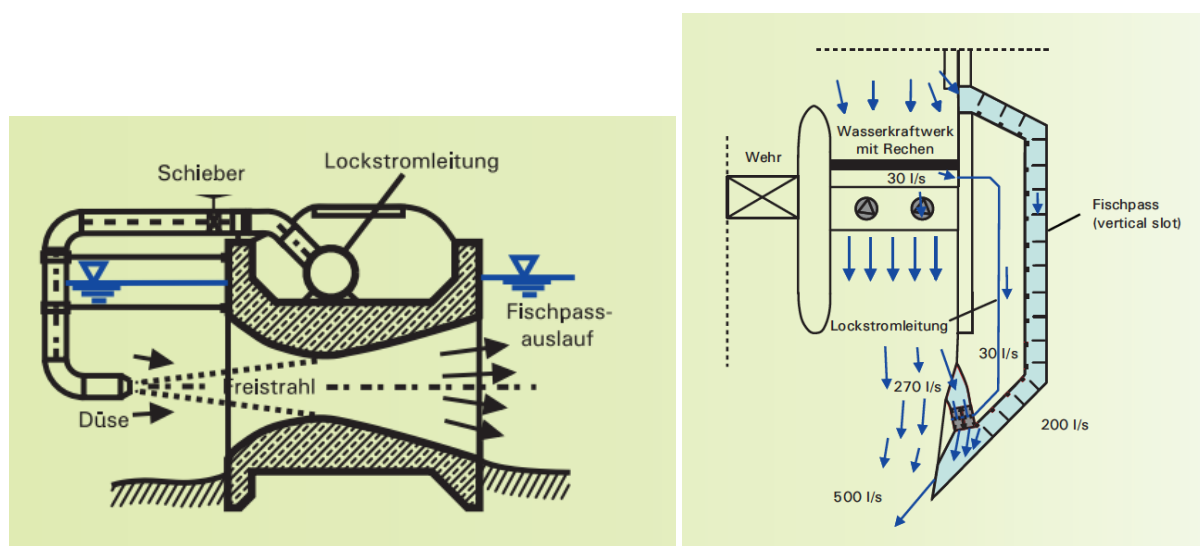
- Zařízení umožňuje šetřit vodu pro využití na VE, k navýšení lákavého proudu je potřeba jen přibližně 10% průtoku

Nevýhody řešení:

- Instalace trysek a směšovací komory také potřebuje určitý prostor, i když výrazně menší než v případě využití dodatečné turbíny
- Instalace trysek je ekonomicky náročná
- Není možné aplikovat všude, záleží na dané lokalitě

Odhad ekonomické náročnosti: záleží na dané lokalitě

Schéma řešení:



Příklady: Villach, řeka Dráva, Rakousko



Funkční prototypy



3.6.8. Sběrná galerie

Popis: Sběrná galerie umožňuje zlepšit účinnost rybího přechodu v případě jeho realizace na velkých tocích, zejména tam, kde není možné umístit vstup do hlavního rybího přechodu v ideálním místě, kde je složitá situace konstitučně a také v případě, že se prokáže, že se v lokalitě vyskytují druhy ryb, které migrují při hladině a minou vstup do RP a hromadí se pod savkami vodní elektrárny. Sběrná galerie nabízí několik vstupů poblíž hladiny těsně nad savkami VE a vede ryby do hlavního RP

Výhody řešení:

- Řešení umožňuje ve specifických situacích zvýšit účinnost rybího přechodu,

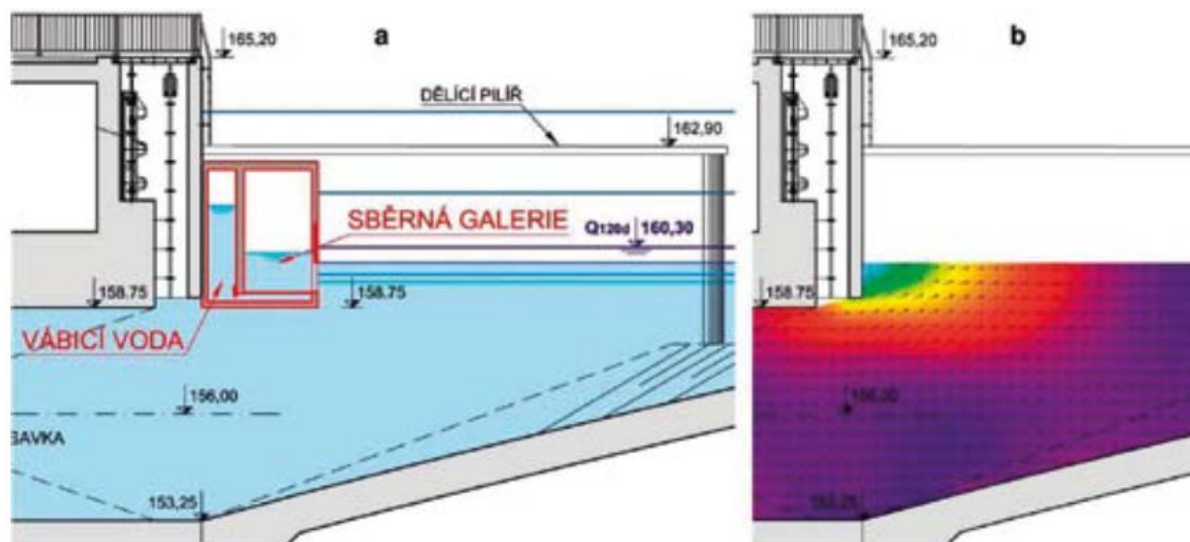
Nevýhody řešení:

- Vyžaduje dodatečný průtok, který nemůže být využit na VE

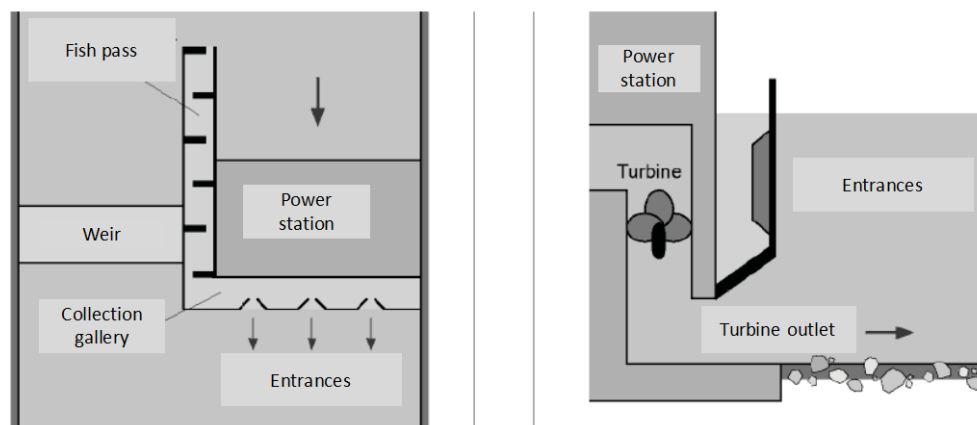
Odhad ekonomické náročnosti: není znám

Schéma řešení:

Schéma a rychlostní pole (Slavíka a kol. 2012), vlevo schéma, vpravo rychlostní pole



Podobné schéma, VD Doggern, Rýn



3.7. Referenční stavby

3.7.1. RP Geesthacht

Vodní dílo Geesthacht je klapkový pohyblivý jez se čtyřmi pohyblivými sektory cca 50 m širokými a třemi pevnými přelivnými jezovými poli. Technické detaily byly popsány podrobně ve speciálním čísle časopisu Wasser Wirtschaft, 4/2012. Pevné přelivné části slouží jako bezpečnostní přelivy za povodní. Celková délka jezu je 415 m. Nachází se cca 140 km od ústí Labe do Severního moře u Stromlunu. Je jedinou příčnou překážkou na téměř 700 km dlouhém úseku Labe v Německu.



Obr. 20: Celková dispozice VD Geesthacht

Hladina dolní vody je významně ovlivňována slapovými jevy a to v rozmezí -0,39 m n.m. - +3,42 m n.m. Horní voda je manipulací na pohyblivých uzávěrech udržována na konstantní úrovni + 4,10 m n.m. Celkový rozdíl hladin se pohybuje $\Delta H = 0,68 - 4,49$ m.

Vodní dílo leží na řece Labi cca 140 km od ústí do severního moře. Řeka Labe je z hlediska ochrany přírody velmi významným tokem pod ochranou soustavy NATURA 2000. Předmětem ochrany jsou především následující druhy:

- Placka pomožanská (*Alosa alosa*)
- Síh severní ostrorypý (*Coregonus oxyrhynchus*)
- Losos obecný (*Salmo salar*), Jeseter evropský (*Acipenser sturio*),...
- Úhoř říční (*Anquilla anquilla*) - poproudová i protiproudová migrace

Jez slouží k zajištění plavebních podmínek a odběru pro přečerpávací elektrárnu (<http://kraftwerke.vattenfall.de/geesthacht>) Geesthacht na pravém břehu cca 3,5 km od jezu. Provozovatel nově budované hnědouhelné elektrárny Moorburg u Hamburku je Vattenfall europe generation ag & co kg. Podmínkou pro vybudování nové elektrárny bylo kompenzační opatření na jezu Geesthacht dané rozhodnutím úřadu pro rozvoj města a životní prostředí svobodného a hanzovního města Hamburk z roku 2008. Dále je uveden odkaz na internetovou prezentaci RP od provozovatele elektrárny - Vattenfall – s interaktivní situací a popisem detailů

https://corporate.vattenfall.de/nachhaltigkeit/umwelt-und-operatives-geschafft/Europas_groesste_Fischtreppe.

Na levém břehu již existuje přírodě blízký RP cca 220 m dlouhý z 90. let. Jedná se o balvanitou rampu, která byla na základě monitoringu vyhodnocena jako částečně selektivní především pro větší druhy.

Na pravém břehu plavební kanál dlouhý cca 4 km se 2 plavebními komorami. Plavební kanál začíná cca 2 km pod jezem a končí 2 km nad jezem.



Obr. 21: Umístění původního RP Geesthacht typu obtokové koryto

Pro zlepšení migrační prostupnosti bylo nutné vybudovat doplňující opatření v podobě technického rybího přechodu se dvěma štěrbinami na přepážce. Realizace stavby RP 3/2009-9/2010 (16 měsíců)

Na severním (pravém) břehu Labe byl navržen dvouštěrbinový technický RP. Vstupní úsek RP je orientován pod úhlem 30% k hl. proudu. Vedle RP bylo dále řešeno opatření pro migraci úhořů. Zajištění lákavého proud 5 x průleh v pevné přelivné hraně u pravého břehu, každý z průlehů byl dimenzován na cca 2 m³/s. Součástí stavby je trvale umístěné monitorovací zařízení na výstupu z RP a také monitoring úhořů na migračních rampách.

Návrhové parametry

Investor sestavil multidisciplinární tým, který byl složen z významných institucí zabývajících se touto problematikou:

- Institut pro územní ekologii v Kielu (Kieler Institut Landschaftsökologie) – aspekty ochrany druhů (<http://www.kifl.de/>)
- Bielfeldt + Berg Landschaftsplanung Hamburk – zajištění územního projednání (<http://www.bielfeldt-berg.de/home.html>)
- Institutem aplikované ekologie Kirtorf –Wahlen (Institut für angewandte Ökologie) – aplikace biologických požadavků do technických specifikací (<http://www.ifoe.eu/index.html>)

- Knabe Enders Dürkop Ingenieure GmbH Hamburk – stavebně technická příprava (<http://www.knabe-ingenieure.de/>)
- Institut für Wasser und Gewässerentwicklung IWG Karlsruhe – numerické, fyzikální, ethohydraulické modely a posouzení (<https://www.iwg.kit.edu/>)

Návrh hydraulických parametrů

Základem návrhu hydraulických podmínek v rybím přechodu bylo respektování požadavků nejpomalejších druhů, které v daném úseku vyskytují:

- Ježdík obecného (*Gymnoce phalus cernuus*)
- Koruška evropská (*Osmerus eperlanus*)
- Koljuška tříostná (*Gasterosteus aculeatus*)
- Platýs bradavičnatý (*Platichthys flesus*)

Maximální bodová rychlost při $\Delta H = 4,5$ m je 1,5 m/s na přepážce, tomu odpovídá max. rychlost proudu 0,75 m/s.

Pro minimální ΔH není dostatečná výtoková rychlost – instalováno potrubí pro dotaci průtoku ke každé 6. Přepážce.

Průtokové požadavky $\Sigma Q = 33 \text{ m}^3/\text{s}$:

- $Q_{RP \text{ starý}} = 6,3 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{RP \text{ nový}} = 5,6 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{\text{potrubí dotace}} = 11 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{\text{průlehy}} = 10 \text{ m}^3/\text{s}$

Návrh geometrie rybího přechodu

Návrh rozměrů rybího přechodu vycházel z rozměrů dospělých jedinců jesetera, který je největším z autochtoních druhů v Labi. Pro tento druh se velikost dospělé ryby udává následovně:

- Délka = 3 m
- Výška = 0,51 m
- Šířka = 0,36 m

Z toho odvozená minimální geometrie RP (2,5 – 3 násobek výše uvedených hodnot):

- Min. hloubka 1,28 m
- Min. šířka štěrbiny 1,08 m
- Min délka bazénu 9 m

Návrhové průtokové poměry – požadavek na zajištění funkce RP min 300 dní v roce tzn. $Q_{30} - Q_{330}$

Skutečně navržená geometrie RP:

Tab. 7: Parametry rybího přechodu Geesthacht

Základní geometrické rozměry:	
Celkový výškový spád Hrp (m)	1,5 - 4,5
Návrhový průtok RP Qrp (m ³ .s-1)	5,6
Délka RP Lrb (m)	550
Šířka kanálu Brp (m)	16
Šířka kanálu vstupní část (m)	9
Bazén:	
Délka bazénu L bazénu (m)	9
Šířka bazénu B bazénu (m)	16
Min. rychlost v bazénu v bazénu (m.s-1)	0,3
Štěrbina:	
Šířka štěrbin Bštěrbin (m)	1,2
Počet štěrbin na přepážce: n štěrbin (ks)	2
Minimální hloubka vody hmin (m)	1,7
Maximální hloubka vody hmax (m)	1,79
Rozdíl hladin na štěrbině dh (m)	0,09
Rychlost vody ve štěrbině vmax (m.s-1)	1,5
Počet přepážek	49

V oblouku je v ose RP umístěna rozdělovací zídka do cca ½ hloubky

Přepážky jsou z prefabrikovaných železobetonových modulů sestavené na místě. Využití na míru připravených prefabrikovaných dílců zajistí vysokou přesnost konstrukce, kvalitu a trvanlivost materiálu. Použitelné pro typizované přepážky, proto je vhodné s tím počítat už při návrhu RP.

Dotace proudu

Především při malém rozdílu hladin dochází v dolní části trati ke snížení rychlosti pod 0,3 m/s, proto ke každé 6. přepážce bylo instalováno potrubí pro dotaci proudu s automatickou regulací průtoku v závislosti na výšce hladiny v bazénu (plovák). Odběr pro každou přepážku z nadjezí možný až do 3,65 m³/s.

Disipace energie v bazénech

Minimální objem bazénu 144 m³

$P = 20 - 100 \text{ W/m}^3$

Dnový substrát

Pro zlepšení podmínek v betonovém žlabu byl do dna uložen oblohranný štěrk v tl. 0,3 m s velikostí zrna 9 – 25 cm.

Výsledek monitoringu

Výsledkem monitoringu, který probíhal od 8/2010 do 7/2011, bylo 322 454 podchycených jedinců patřících k 43 druhům.

Trvale umístěná monitorovací stanice na výstupu z RP osahuje také pozorovatelnu v centrální části odchytové komory.

V rámci monitorovacího období bylo označeno čipem 13 307 jedinců 11 druhů – 40% jedinců bylo zaznamenáno opakovaně, pomocí 18-ti rámových skenerů na štěrbinách.

Migrace úhoře

Samostatnou kapitolou a skupinou opatření jsou prvky pro protiproudovou migraci pro úhoře, které byly umístěny mezi nový RP a pravý břeh. Zde byly umístěny čtyři 15 cm široké žlaby zdrsněné krátkými kartáči. 3 pásy s různou hustotou kartáčů (2 řidší a 1 hustší). 2 žlaby jsou umístěny pod poslední přepážkou a spojují tak obě štěrbinu s boční tůň u pravého břehu. Další dva žlaby spojují podjezí s tůň. Návrh těchto žlabů vychází z rychlosti plavání úhořího plůdku (Glasaale – monte) 0,6 – 0,7 m/s.

Návrh a jeho prověření

Před zahájením stavby byl proveden rozsáhlý výzkum, který sloužil ke zpřesnění návrhu a ověření jeho funkčnosti. Parametry RP byly prověřovány z globálního hlediska (umístění RP, orientace vstupu a výstupu apod.). Současně probíhalo i doladění detailů konstrukce a prověřování dílčích ukazatelů na základě modelů:

- 2D matematický model – především umístění RP a vstup, rychlostní pole apod.
- 3D matematický model – detaily přepážek, drsnost stěn kanálu (ne hladký, ale do trapézového plechu), podrobné rychlostní pole v přepážkách a 180° obloucích trasy – posuzováno bylo 50 variant geometrie při 3 průtokových scénářích
- fyzikální model – pro ověření vypočtených parametrů ve zmenšeném modelu 1:13
- etno-hydraulický (biologický) model – ověření chování ryb v navržené konstrukci (kombinace fyzikálního modelu a živých ryb) postavena byla část konstrukce 3 přepážky + 3 bazény v měřítku 1:3



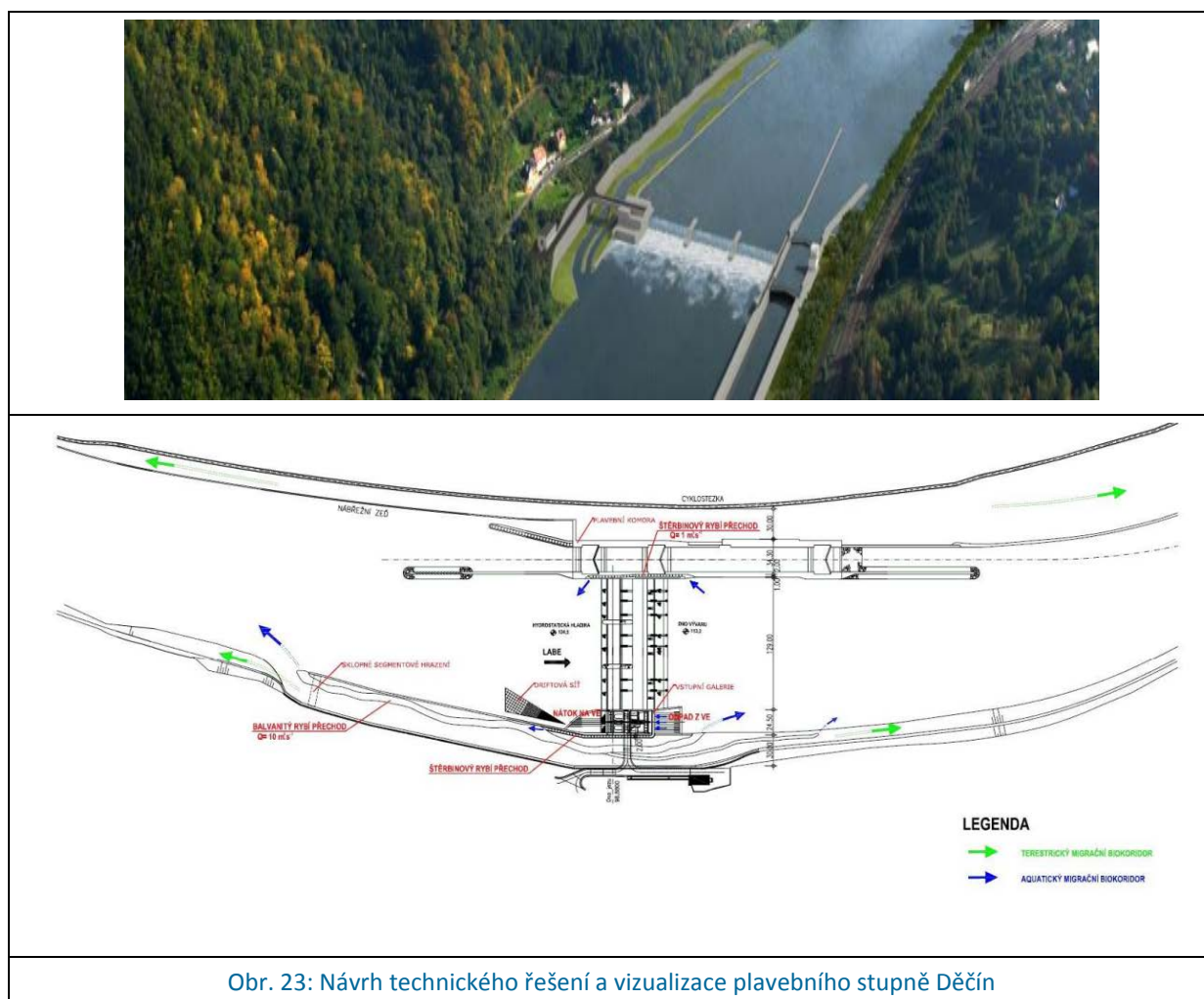
Obr. 22: Fyzikální model RP Geesthacht 1 :13

3.7.2. Projekt Plavební stupeň Děčín

Jako referenční lokalitu můžeme považovat i návrh technického řešení plánovaného projektu plavebního stupně v Děčíně (Well Consulting, 2012, HBH Projekt, 2016). Řešení migrace ryb je detailně rozpracována a bylo již podstoupeno odborné diskusi.

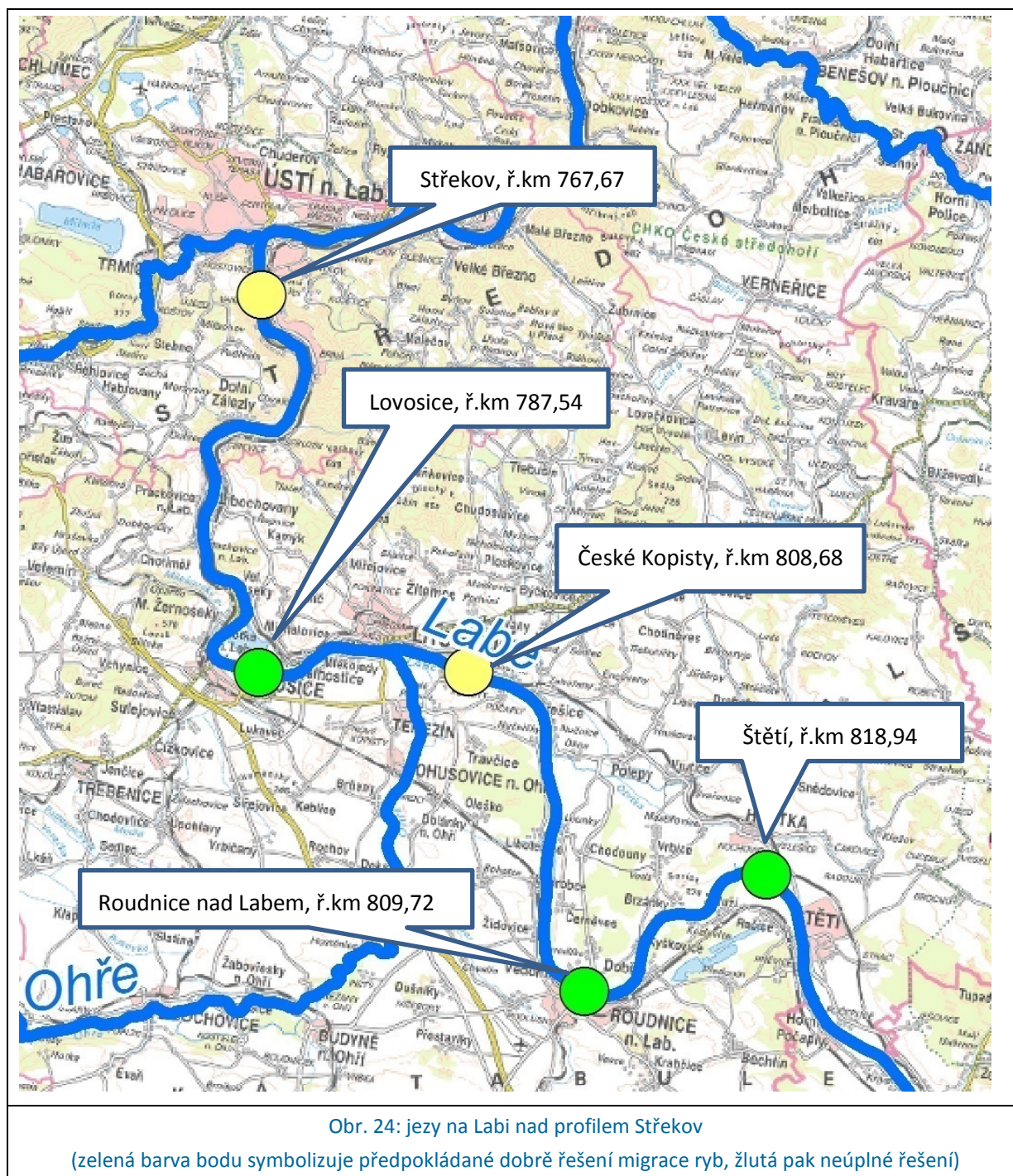
Je jasné, že lokalita má zcela jiné podmínky. Jez je mnohem nižší, jedná se o novostavbu, tedy zařízení pro migraci ryb je možné zakomponovat přímo do konstrukce nového jezu a dále v lokalitě nejsou tak stísněné prostorové podmínky.

Řešení migrační průchodnosti je navrženo jako kombinace několika rybích přechodů. Při pravém břehu je navržen biokoridor šířky 30 m a délky přibližně 300 m s rybím přechodem typu obtokové koryto o průtoku cca 10 m³/s, který slouží jednak jako hlavní rybí přechod a také by měl nahrazovat chybějící peřejnaté habitaty v toku a dá se předpokládat, že bude rybami a dalšími živočichy využíván nejen k migraci v rámci podélného profilu Labe, ale přímo i osidlován. Jako doplňkové jsou navrženy dva štěrbinové RP přímo po obou stranách tělesa jezu.



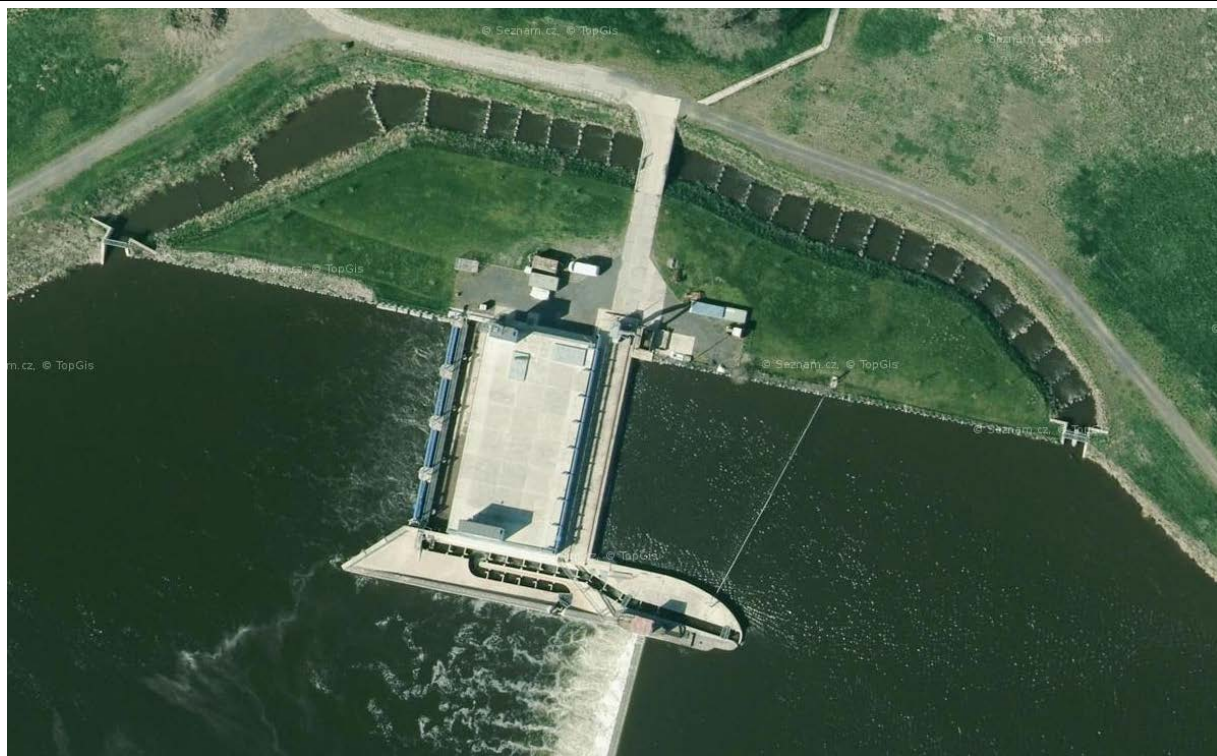
3.7.3. Rybí přechody na Labi nad profilem Střekov

Na řece Labi nad profilem Střekov byly na jezích realizovány některé rybí přechody, některé byly i monitorovány, uvádíme zde jejich přehled.



Lovosice, ř.km 787,54

Na jezu je migrace ryb řešena kombinací dvou opatření, a štěrbínovým RP, který má dvě větve, jedna má vstup pod tělesem jezu a druhá u savek VE. Zpracovateli projektu nejsou dostupné informace o monitoringu RP, ale koncepčně je řešení migrace ryb v popřádku.



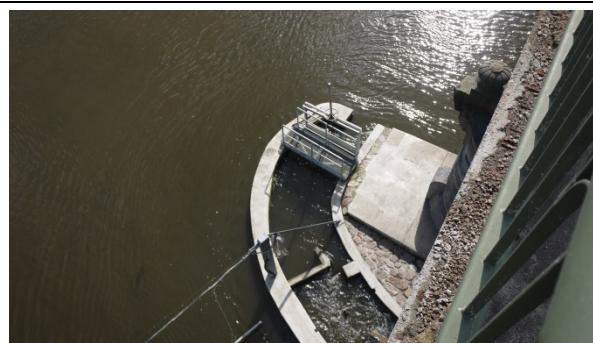
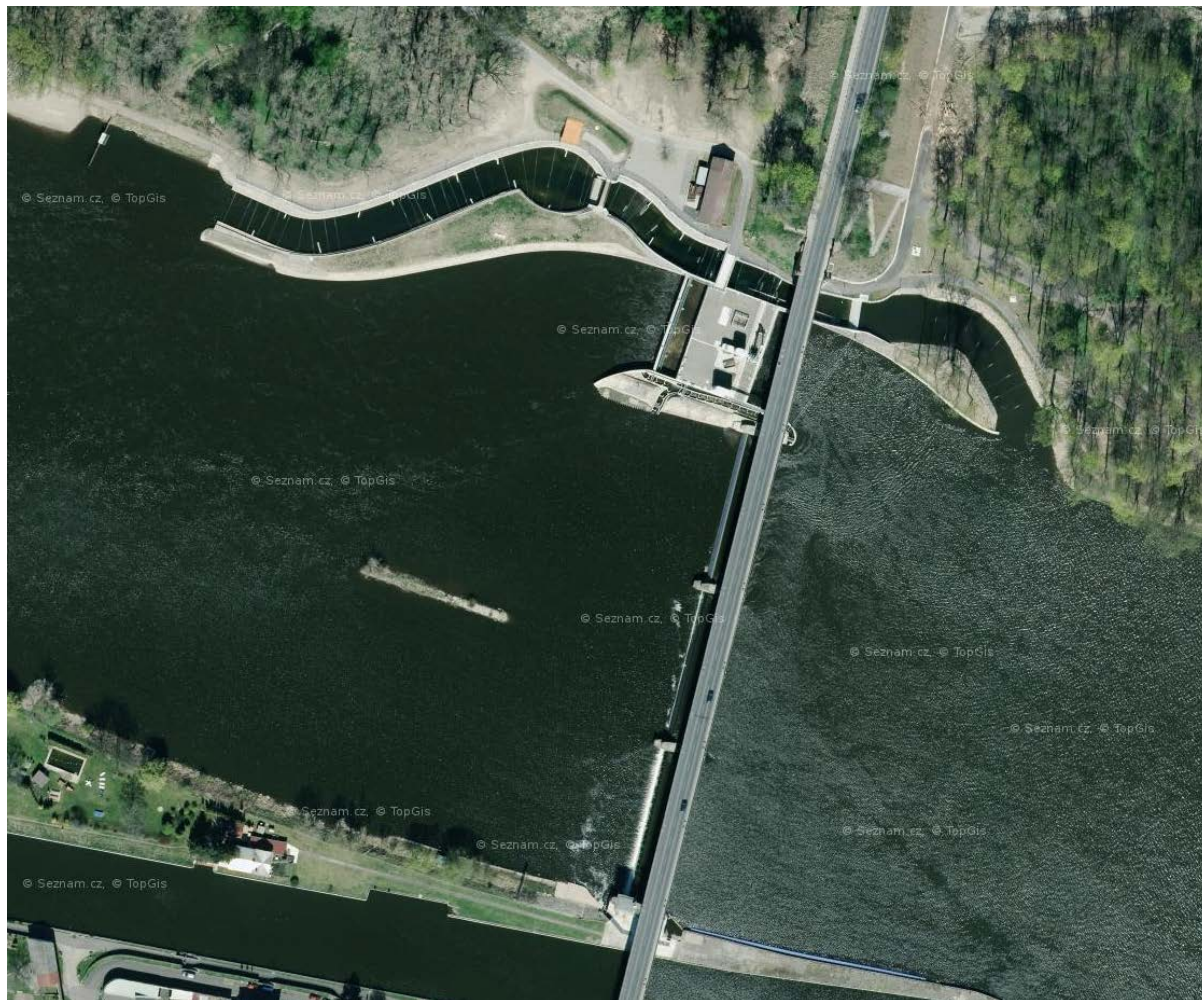
České Kopisty, ř.km 808,68

Na jezu je migrace ryb řešena šterbinovým RP, který má dvě větve, jedna má vstup pod tělesem jezu a druhá u savek VE. Zpracovateli projektu nejsou dostupné informace o monitoringu RP.



Roudnice nad Labem, ř.km 809,72

Na jezu je migrace ryb řešena štěrbinovým RP, který má dvě větve, jedna má vstup pod tělesem jezu a druhá u savek VE. Zpracovateli projektu nejsou dostupné informace o monitoringu RP.



Štětí, ř.km 818,94

Na jezu je migrace ryb řešena kombinací dvou opatření, migrační rampou a štěrbinovým RP. RP byl monitorován a byl shledán jako funkční z hlediska širokého druhového i velikostního spektra ryb.



3.8. Návrhový průtok a rychlost v RP dle metodických pokynů

Návrhový průtok rybího přechodu vychází z jeho technického řešení a měl by zajistit vhodné hydraulické podmínky trasy RP a tím její průchodnost pro ryby a dále umožnit rybám RP nalézt – tedy generovat dostatečný lákavý proud v rámci příčného profilu v toku. V rámci zpracování projektu byly posouzeny renomované zahraniční metodické materiály (Vigneux at all., 2002, Armstrong at all., 2010, Schmutz et all., 2011, Schmutz et all. 2012, Schmutz et all., 2014, Adam at all., 2014).

Pro jeho stanovení je možné použít dva metodické přístupy, které se liší způsobem výpočtu, ale ve výsledku docházejí k podobným hodnotám. Oba byly popsány v současných platných metodických podkladech v rámci ČR, které vycházejí z výše citovaných zahraničních materiálů.

Odvětvová technická norma vodního hospodářství TNV 75 2321, Zprůchodňování migračních bariér rybími přechody, MZe Leden 2011, uvádí jako limitní tyto hodnoty odvozené od průtoku Q_{355d} .

Tab. 8: Doporučené návrhové průtoky rybích přechodů dle TNV 75 2321

$Q_{355d} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	Minimální podíl pro RP%	Minimální průtok RP
0,2	-	do $0,1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ - celý průtok
0,2 až 0,5	50	$0,1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
0,5 až 1,0	50	minimálně $0,25 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
1,0 až 5,0	40	minimálně $0,4 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
5,0 až 25,0	20	minimálně $1,0 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
$\geq 25,0$	20	minimálně $5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$

Dále je možné použít postup dle metodického materiálu „**Migrace ryb, rybí přechody a způsob jejich testování, Metodický postup pro návrh, realizaci a možnosti testování funkce rybích přechodů pro žadatele OPŽP**“ (Ondřej Slavík, Zdeněk Vančura a kol. 2012), kde se jako limitní hodnoty považují:

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

Nejmenší **rychlosti** vodního paprsku opouštějícího vstup rybího přechodu v dolní vodě byla stanovena pro obecnou rybu nejmenší hodnota rychlosti 0,75 m/s a pro lososa 1,5 m/s; jiný zdroj naopak doporučuje pro lososa interval 1,2-2,4 m/s; nižší rychlost 0,6 m/s za zvýšených vodních stavů připouští návrh, podobně DVWK určuje na vstupech do rybích komor přípustnou rychlost 0,9 až 2,0 m/s s průměrnou hodnotou 1,2 m/s (Adam at all., 2014). Za nejmenší rozměr vstupního otvoru z dolní vody do přechodu považuje např. 0,75 m.

3.9. Současně platné metodické dokumenty pro výstavbu rybích přechodů

Za nejdůležitější metodické podklady týkající se výstavby rybích přechodů lze považovat tyto tři dokumenty (jsou uvedeny v příloze elektronické verze):

- 1) Technická norma TNV 75 2321 „Zprůchodňování migračních bariér rybími přechody“ z ledna 2011

- 2) Metodický postup na zlepšení migrační průchodnosti příčných překážek ve vodních tocích ČR, příručka pro žadatele OPŽP, Slavík, Vančura a kol., 2012
- 3) Standard péče o krajinu Agentury ochrany přírody a krajiny České republiky – Rybí přechody č. SPPK B02 006: 2014

Materiály čerpaly z uznávaných z výše citovaných zahraničních zdrojů včetně recentní německé a rakouské literatury, takže se v základních parametrech určujících parametry rybích přechodů shodují s normami v ostatních zemích EU. Při návrzích variant zprůchodnění příčných překážek bylo vycházeno z těchto metodických dokumentů.

3.10. Doporučené parametry rybích přechodů pro cílové druhy ryb

Návrhové parametry rybích přechodů byly převzaty z dvou hlavních zdrojů a to Migrace ryb, rybí přechody a způsob jejich testování, Metodický postup pro návrh, realizaci a možnosti testování funkce rybích přechodů pro žadatele OPŽP“ (Slavík, Vančura a kol., 2012) a také TNV 75 2321 (2011).

Rozhodujícími parametry pro dobrou funkci rybího přechodu jsou vedle geometrických rozměrů konstrukce také hydraulické charakteristiky a fyziologické limity jednotlivých druhů ryb a mihulovců.

3.10.1. Parametry dle metodiky - Slavík, Vančura a kol. 2012

Návrh geometrie rybího přechodu musí vycházet z velikosti největších cílových druhů ryb v řešené lokalitě.

Tab. 9: Orientační rozměry vybraných dospělých ryb pro návrh rybích přechodů

druh	orientační rozměry těla dospělých ryb pro návrh RP [m]		
	délka	výška	šířka
pstruh obecný forma 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
bolan 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, pstruh f. mořská, hlavatka	0,80 – 1,0	0,14 – 0,17	0,08 – 0,10
jeseter velký	3,0	0,51	0,36

Hydraulické parametry rybího přechodu naopak musí respektovat plavecké a skokové schopnosti vybraných cílových ryb.

Tab. 10: Průměrné rychlosti plavání ryb při teplotě 10 – 15°C dle 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	0,00
	skoková	1,04	1,32	1,25	1,21	2,02	1,13	1,17	0,01
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

Tab. 11: Průměrné rychlosti plavání ryb při teplotě 10 – 15 °C dle 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

Tab. 12: Hydraulické parametry bazénových RP a balvanitých skluzů

vodní prostředí		pásmo	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. 13: Nejmenší rozměry jednoduchého šterbinového přechodu dle DWA-M509

druhy ryb	bazén [m]		šterbina [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. 14: Nejmenší rozměry jednoduchého šterbinového přechodu dle TNV 75 2321

druhy ryb	bazén [m]			rozdíl hladin [m]	šířka šterbiny [m]
	délka	šířka	hloubka		
pstruh, lipan, ouklej, parma	≥ 1,9	≥ 1,2	≥ 0,5	≤ 0,2	0,15–0,17
losos obecný	2,75–3,0	≥ 1,8	≥ 0,75	≤ 0,3	0,3

3.10.2. Parametry šterbinový RP dle TNV 75 2321 (2011)

V některých parametrech se liší údaje uvedené v TNV 75 2321. Pro srovnání jsou v následující tabulce uvedeny základní limitní parametry pro různé typy rybích přechodů, které specifikují nároky na návrh opatření.

Tab. 15: Přehled základních limitů parametrů pro šterbinový RP a ostatní typy RP

Parametr	Rozměry	Limity pro šterbinový RP (v závorce uvedeny limity pro lososa)	Limity pro ostatní RP
Sklon nivelety dna tělesa RP	%	5 až 8 (10)	5 a méně
Rozdíl navazující úrovně vodních hladin	m	0,1 až 0,15 (0,2)	doporučený 0,15 maximální 0,20
Hloubka vody- peřej - bazén	m	0,5 až 0,8	minimální 0,3 minimální 0,5 optimální 0,8
Délka bazénu podle typu a šířky tělesa RP	m	1,9 (3,0)	minimální 1,5 více
Šířka tělesa (bazénu) podle typu RP migrační rampa obtokové koryto	m	1,2 (1,8)	minimální 3,5 minimální 1,5
Šířka šterbiny u prostupných přepážek (závisí na šířce tělesa RP, počtu šterbin, průtoku vody, zajištění přelivu přepážky)	m	0,15 až 0,20 (0,30)	minimální 0,1 maximální 0,6
Střední rychlost proudění vody v RP	m·s ⁻¹	0,5	0,5 až 0,7
Maximální hranice disipace energie	W·m ⁻³	100 až 125 (150 až 200)	90 až 135
Rychlost proudění vody ve výstupu RP	m ³ ·s ⁻¹	optimální 0,4	optimální do 0,4
Průtok vody	m ³ ·s ⁻¹	0,14 až 0,16 (0,40)	podle šířky tělesa RP

Nejmenší objem vody v bazénu V je odvozen z požadovaného tlumení energie $0,2 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-3}$

$$V = Q \cdot \Delta h \cdot g / P \quad (\text{dis. výkon} = 0,2 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-3})$$

Optimální hodnoty disipační energie na tocích s parrmovým a cejnovým typem rybiho společenstva by měly být $100 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$ až $125 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$, výjimečně pro lososovité ryby (pstruh obecný, losos obecný) $150 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$ až $200 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$.

Tab. 16: 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
Ostrorečka 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

3.11. Popis současného stavu vodního díla Střekov



Obr. 25: Vodní dílo Střekov

Vodní dílo ve Střekově na Labi vzniklo jako součást kanalizačních a splavňovacích prací na Labi a na Dolní Vltavě, k nimž dal pokyn vodní zákon z 28. 8. 1870 č. 71 z.z.. Realizaci projektu zajišťovala komise pro kanalizování řek Vltavy a Labe v Čechách na zřízení zdymadla č. XI u Střekova a současně výstavbu hydroelektrárny schválila bývalá Zemská správa politická na základě §42 odst. 1. výše uvedeného vodního zákona výměrem dne 18.2.1921, č. 7-795/38 ai 1919, č.z.s.p. 336.430.



Obr. 26: Pohled z levého břehu na budovu VE



Obr. 27: Celkový pohled proti vodě



Obr. 28: Dolní část stávajícího RP



Obr. 29: Vtoková část VE

Během provádění prací na stavbě se dospělo k některým změnám oproti původně projednanému projektu (situování plavebních komor, jezu a elektrárny v jedné ose v pl.km 68,870, vynechání vorové

propusti). Tyto změny byly projednány v průběhu let 1930 – 1931. Vodoprávní výměr na změny projektu výstavby VD na Labi ve Střekově vydal bývalý Zemský úřad v Praze dne 27.10.1931 pod č.j. 30-178/40 ai 1930 – č.j. 26.611 ai 1931. Výstavba probíhala v letech 1924 – 1936. Vodní elektrárna byla uvedena do trvalého provozu dne 15.4.1936.

Vlastní stavba jezu leží ve 2 katastrálních územích a to Ústí nad Labem a Střekov, která patří pod správní území města Ústí nad Labem.

Vodní dílo Střekov (Masarykovo zdymadlo) tvoří tyto objekty:

- Jez
- Jezová zdrž
- Plavební zařízení
- Vodní elektrárna
- Zařízení pro kontrolu a řízení hospodaření s vodou
- Objekty pomocných provozů
- Rybí přechod

3.11.1. Jez

Jez se nachází v říčním kilometru 767,679 řeky Labe, technická data byla čerpána zejména z aktuálního manipulačního řádu (Povodí Labe, 2012). Délka toku od státní hranice k VD Střekov je cca 40,4 km. Základní charakteristiky jezu jsou převzaty z manipulačního řádu zpracovaného v roce 2012. Tabulový jez má 4 pole o světlosti 24,00 m a maximální hrazené výšce 10,90 m. Každé pole je hrazeno dvěma tabulemi typu Stony. Spodní stavba s provozními tabulovými uzávěry je přemostěna krytou manipulační lávkou a otevřenou veřejnou komunikační lávkou, umožňující přechod jezu.

Tab. 17: Hlavní parametry jezu

Parametr	Hodnota	Jednotky
Celková šířka jezu s pilíři	111,00	[m]
Počet jezových otvorů	4	
Světlost jezových otvorů	24,00	[m]
Maximální hrazená výška	10,90	[m]
Maximální povolené vzdutí (při hladině 141,45 m n.m.)	9,75	[m]
Šířka pilířů (říčních)	5,00	[m]
Šířka pilířů (velká plavební komora)	8,40	[m]
Výška pilířů nade dnem (nad kótou 131,70 m n.m.)	24,40	[m]
Kóta jezového prahu	131,70	[m n.m.]
Kóta přelivné hrany horní tabule vztyčeného jezu	142,60	[m n.m.]
Průtočná kapacita jezu při hladině 141,45 m n.m. a 3 polích	2120	[m ³ .s ⁻¹]
Průtočná kapacita jezu při hladině 141,45 m n.m. a 4 polích	2670	[m ³ .s ⁻¹]
Průtočná kapacita jezu při hladině 141,45 m n.m., 4 polích a VPK	3000	[m ³ .s ⁻¹]

Spodní stavba

Spodní stavbu jezu tvoří jezové pilíře s drážkami provozních a provizorních uzávěrů, pevný jezový práh a vývar. Spodní stavba založená na kesonech je betonová a obložená kamenem do úrovně 143,20 m n.m. Jezové pilíře jsou architektonicky velmi členité a mají zaoblené návodní zhlaví do úrovně 143,20 m n.m. Jednotlivé úrovně na návodní i povodní straně jsou přístupné ocelovými žebříky.

Na levém jezovém pilíři pod lávkou strojoven jezu je nástavba, do které je zavedena veřejná komunikační lávka. V nástavbě je schodiště propojující ocelovou veřejnou komunikační lávku přes jez s železobetonovou veřejnou komunikační lávkou vedenou kolem vodní elektrárny na levý břeh. Po schodech v pilíři v úrovni drážek hradící konstrukce je přístup na krytou lávku strojoven. Levým pilířem je veden i začátek rybího přechodu, který má vstup z horní vody ve vzdálenosti 6,50 m od horního čela pilíře. Pilířová drážka provozních uzávěrů, chráněná od horní vody štíty obou tabulí, je společná pro obě tabule. Kolejnicové dráhy jsou vedle sebe.

Pilíře na pravém břehu po stranách VPK jsou oproti pilířům mezi jezovými poli mohutnější. Z pravého jezového pilíře je možno dvěma na povodní straně schodištěm z plata komory vystoupit na veřejnou komunikační lávku. Z pravého pilíře mezi komorami je vstup do pilíře ze strany od malé plavební komory a z povodní strany. Pilířem je možno po schodišti vystoupat na lávku strojoven a dále na střechu lávky. Taktéž je z něho přístup na veřejnou komunikační lávku. Vývar má miskovitý tvar a je tvořen armovanou železobetonovou deskou, obloženou kamenem, která je zakotvena do zesíleného dosedacího prahu na návodní straně a na povodní straně do prahu závěru vývaru.

Tab. 18: Význačné údaje spodní stavby jezu

Parametr	Hodnota	Jednotky
Délka pilířů - do úrovně 136,60 m n.m.	28,50	[m]
- do úrovně 140,40 m n.m.	23,55	[m]
- do úrovně 143,20 m n.m.	19,96	[m]
- do úrovně 151,15 m n.m.	15,05	[m]
- do úrovně 156,10 m n.m.	7,80	[m]
Výška pilířů nade dnem (nad kótou 131,70 m n.m.)	24,40	[m]
Délka spodní stavby (mezi pilíři)	25,885	[m]
Kóta horní hrany pilířů	156,10	[m n.m.]
Kóta pevného jezového dosedacího prahu	131,70	[m n.m.]
Délka vývaru	14,80	[m]
Délka vývaru ve dně	9,00	[m]
Hloubka vývaru	1,50	[m]
Kóta dna vývaru	130,20	[m n.m.]
Kóta závěrečného prahu vývaru	131,60	[m n.m.]

Provozní hradicí uzávěry

Každé pole je hrazeno dvěma tabulemi typu Stoney. Horní tabule má výšku 5,30 m a spouští se za spodní tabuli výšky 5,90 m. Boční i vodorovné těsnění mezi tabulemi a na dosedacím prahu tvoří opracované dubové trámce. Kolové podvozky tabulí jsou ze dvou souprav a k tabuli jsou uchyceny konsolou připojenou na kloubový spoj obou souprav. Pohyb tabulí obstarávají zdvihadla umístěná v kryté manipulační lávce prostřednictvím Gallových řetězů. Gallovy řetězy jsou poháněny elektromotorem.

Tab. 19: Význačné údaje a kóty hradicích provozních uzávěrů

Parametr	Hodnota	Jednotky
Výška horní tabule	5,30	[m]
Kóta přelivné hrany horní tabule vztyčeného jezu	142,60	[m n.m.]
Výška dolní tabule	5,90	[m]
Kóta horní hrany dolní tabule	137,60	[m]
Rychlost pohybu horní tabule	50	[cm.min ⁻¹]
Rychlost pohybu dolní tabule	10	[cm.min ⁻¹]
Doba úplného vyhrazení jezu	112	[min]
Kapacita 3 polí při hladině 141,45 m n.m. a spuštěných horních tabulích	1095	[m ³ .s ⁻¹]
Kapacita 4 polí při hladině 141,45 m n.m. a spuštěných horních tabulích	1477	[m ³ .s ⁻¹]

Provizorní hrazení

Z horní vody tvoří provizorní hrazení 5 kusů ocelových hradidel příhradové konstrukce, spouštěných do drážky provizorního hrazení speciálním portálovým jeřábem. Jednotlivá hradidla jsou skladována na konsolách přímo mezi pilíři jezu a velké plavební komory. Provizorní hrazení jezu a velké plavební komory tvoří z dolní vody ocelová truhlíková hradidla připravená po vodě a přisazená do drážek provizorního hrazení v pilířích. Hradidla jsou skladována na levém břehu na platě před přívodním kanálem vodní elektrárny s uskladňovacím mostovým jeřábem.

Veřejná komunikační lávka

Veřejná komunikační lávka je umístěna směrem po vodě od kryté lávky strojovny jezu a je tvořena dvěma plnostěnnými nosníky, které nesou podlahu lávky.

Tab. 20: Význačné údaje a kóty veřejné komunikační lávky

Parametr	Hodnota	Jednotky
Kóta spodní hrany veřejné komunikační lávky	150,10	[m n.m.]
Kóta podlahy veřejné komunikační lávky	151,15	[m n.m.]
Výška nosníků veřejné komunikační lávky	2,25	[m]
Osová vzdálenost nosníků	2,50	[m]

Veřejná lávka je pravého břehu přístupná z cyklostezky, vedené po střeše budovy dílen, případně ze schodiště s lávkou přes trať ČD. Z levého břehu je přístupná schodištěm v nástavbě pilíře mezi jezem a vodní elektrárnou a po betonové lávce podél budovy elektrárny.

Krytá manipulační lávka – strojovna a velín jezu

Krytá manipulační lávka je umístěna na vrcholu jezových pilířů a pne se přes všechna jezová pole a velkou plavební komoru. Přístupná je schodišti ve 3 pilířích jezu. Boční plnostěnné ocelové nosníky manipulační lávky tvoří současně nosníky dráhy portálového jeřábu pro osazení provizorního hrazení jezu a VPK z horní vody.

Ve středu lávky v každém poli jsou umístěny dva elektromotory, které pomocí transmisí a ozubených převodů zajišťují synchronní pohyb Gallových řetězů. Obsluha elektromotorů je místní z lávky a v realizaci je dálková obsluha z nového velínu, který je umístěn na platu mezi plavebními komorami. Velín jezu je umístěn v manipulační lávce nad 2. jezovým polem.

Tab. 21: Význačné údaje a kóty manipulační lávky

Parametr	Hodnota	Jednotky
Kóta hlavy kolejnice jeřábové dráhy	159,35	[m n.m.]
Kóta horní hrany nosníku	159,25	[m n.m.]
Kóta podlahy lávky strojovny jezu	159,35	[m n.m.]
Kóta střechy strojovny jezu	162,35	[m n.m.]
Kóta podlahy portálového jeřábu	164,95	[m n.m.]
Kóta horní hrany portálového jeřábu	167,20	[m n.m.]
Osová vzdálenost nosníků	6,00	[m]
Šířka strojovny jezu	5,20	[m]

3.11.2. Jezová zdrž

Celková délka jezové zdrže je 19,864 km. Jezová zdrž je v horní části ukončena vodním dílem Lovosice. Zátopa jezu leží ve 2 okresech (Ústí nad Labem a Litoměřice) a na území 9 obcí a jejich místních částí. Dotčeny jsou následující obce:

- Dolní Zálezly
- Lhotka nad Labem
- Libochovany
- Lovosice
- Malé Žernoseky
- Píšťany
- Prackovice nad Labem
- Ústí nad Labem
- Velké Žernoseky

V tabulce převzaté z manipulačního řádu jsou uvedeny základní charakteristiky jezové zdrže při hydrostatické hladině. Hodnoty objemů při hydrodynamické hladině jsou pochopitelně vyšší, ovšem

nelze je jednoznačně stanovit, protože jsou závislé nejen na průtoku a úrovni horní hladiny v profilu vodního díla, ale rovněž na dynamice průtokové vlny.

Do jezové zdrže zaústí zprava v ř.km. 783,85 vjezd do bývalého štěrkopískového lomu mezi obcemi Velké Žernoseky a Píšťany. Úroveň dna vjezdu do lomu je na kótě cca 138,80 m n.m. Hladina v lomu je s určitou časovou prodlevou závislá na hladině v jezové zdrži. Jelikož vjezd do lomu má omezenou průtočnost, jsou charakteristiky uvedeny samostatně pro vlastní koryto a pro koryto společně s lomem.

Tab. 22: Charakteristika jezové zdrže

Prostor	Od	Do	Objem	Plocha
	[m n.m.]	[m n.m.]	[mil. m ³]	[ha]
Jezová zdrž				
Po minimální provozní hladinu	131,60	140,40	12,4770	310
Od min. provoz. hladiny po max. provozní hladinu	140,40	141,45	3,3730	332
Celkový ovladatelný prostor	131,60	141,45	15,8500	332
Píšťanské jezero				
Celkový ovladatelný prostor	138,80	141,45	2,7000	105
Jezová zdrž včetně Píšťanského jezera				
Po dno vjezdu do lomu	131,60	138,80	7,8270	262
Od dna vjezdu po minimální provoz. hladinu	138,80	140,40	6,2080	346
Od min. provoz. hladiny po max. provoz. hladinu	140,40	141,45	4,5150	437
Celkový ovladatelný prostor	131,60	141,45	18,5500	437

Z hlediska krátkodobého hospodaření s vodou ve zdrži v řádu několika hodin a v rozmezí provozního objemu stačí uvažovat charakteristiky pouze vlastního koryta. V případě napouštění a vypouštění zdrže je nutné uvažovat i ovladatelný prostor štěrkopískového lomu.

3.11.3. Plavební zařízení

Plavební zařízení tvoří dvě plavební komory umístěné při pravém břehu s horním ohlavím v úrovni osy jezu. Horní vrata velké plavební komory tvoří dvoudílný tabulový uzávěr typu Stoney (v podstatě páté jezové pole) stejného typu a rozměrů jako v ostatních polích. Pouze přelivná hrana horní tabule není upravena pro trvalé převádění vody, má jiný tvar a je odlehčená. Horní Stoney je vyvážená, aby byla zmenšena ovládací síla při nepoměrně častějších manipulacích než v jezových polích. Může sloužit i k převádění velkých vod. Dolní vrata velké komory, stejně jako horní a střední vrata malé komory jsou vzpěrná, ocelová. Dolní vrata malé komory jsou desková, ocelová. Pohon vzpěrných a deskových vrat MPK je hydraulickými servoválci s ovládáním jednak z místa, a jednak centrálně z nového velína. Pohon vzpěrných vrat VPK je elektromechanicky ocelovými táhly. Plavební komory se plní dlouhými oboustrannými obtoky, uzavíranými tabulemi s hydraulickým pohonem.

Tab. 23: Nejdůležitější údaje a kóty malé plavební komory

Parametr	Hodnota	Jednotky
Celková délka komory	208,265	[m]
Užitná délka celé komory	173,70	[m]
Užitná délka horní komory	82,20	[m]
Užitná délka dolní komory	81,50	[m]
Užitná šířka komory	12,50	[m]
Kóta horního záporníku	137,60	[m n.m.]
Kóta dolního a středního záporníku	130,40	[m n.m.]
Kóta dna plavební komory	130,00	[m n.m.]
Kóta horní hrany zdi plavební komory	143,20	[m n.m.]
Objem celé komory ode dna po úroveň 140,40 m n.m.	25,765	[tis. m ³]
Objem horní komory ode dna po úroveň 140,40 m n.m.	12,895	[tis. m ³]
Objem dolní komory ode dna po úroveň 140,40 m n.m.	12,870	[tis. m ³]
Objem celé komory ode dna po úroveň 141,40 m n.m.	28,300	[tis. m ³]
Objem horní komory ode dna po úroveň 141,40 m n.m.	14,175	[tis. m ³]
Objem dolní komory ode dna po úroveň 141,40 m n.m.	14,125	[tis. m ³]
Objem celé komory od kóty 133,40 m n.m. po 140,40 m n.m.	17,620	[tis. m ³]
Objem horní komory od kóty 133,40 m n.m. po 140,40 m n.m.	8,820	[tis. m ³]
Objem dolní komory od kóty 133,40 m n.m. po 140,40 m n.m.	8,800	[tis. m ³]
Objem celé komory od kóty 133,40 m n.m. po 141,40 m n.m.	20,155	[tis. m ³]
Objem horní komory od kóty 133,40 m n.m. po 141,40 m n.m.	10,100	[tis. m ³]
Objem dolní komory od kóty 133,40 m n.m. po 141,40 m n.m.	10,055	[tis. m ³]
Doba plnění celé MPK	7	[min]
Doba prázdnění celé MPK	8	[min]
Doba plnění celé MPK s plavidlem včetně zaplutí (vyplutí)	24	[min]
Doba prázdnění celé MPK s plavidlem včetně zaplutí (vyplutí)	26	[min]

Tab. 24: Nejdůležitější údaje a kóty velké plavební komory

Parametr	Hodnota	Jednotky
Celková délka komory	208,265	[m]
Užitná délka komory	170,00	[m]
Užitná šířka komory	24,00	[m]
Kóta horního prahu	131,70	[m n.m.]
Kóta horní hrany dolních vrat při zcela spuštěné horní tabuli vrat	137,60	[m n.m.]
Kóta dolního záporníku	130,40	[m n.m.]
Kóta dna plavební komory	130,00	[m n.m.]
Kóta horní hrany zdi plavební komory	143,20	[m n.m.]
Objem ode dna po úroveň 140,40 m n.m.	46,450	[tis. m ³]
Objem ode dna po úroveň 141,40 m n.m.	50,955	[tis. m ³]
Objem od kóty 133,40 m n.m. (3 m nad záporníkem) po 140,40 m n.m.	31,530	[tis. m ³]
Objem od kóty 133,40 m n.m. (3 m nad záporníkem) po 141,40 m n.m.	36,030	[tis. m ³]
Doba plnění	22	[min]
Doba prázdnění	16	[min]
Doba otevření (zavření) pro obtoky	2	[min]
Doba otevření (zavření) vzpěrných vrat	2	[min]
Celková doba proplavení	dle druhu plavidla	

Plavební rejdy

Rejdy jsou oddělené od řečiště železobetonovou dělicí zdí v horní vodě dělenou, dlouhou celkem 150 m, v dolní vodě 100 m, s kótou horní hrany horní dělicí zdi jako plato plavebních komor, tj. 143,20 m n.m.. Kóta horní hrany dolní dělicí zdi je 137,60 m n.m.. Dělicí zdi jsou založeny na kesonech. Na horní dělicí zeď navazuje usměrňující sypaná hrázka délky 650 m, s kótou koruny 136,40 m n.m., tzn. při normální hladině nad jezem je zatopená (min. 4 m hloubky).

V horní i dolní plavební rejdy jsou na pravém břehu umístěny pevný můstky pro malá plavidla čekající na proplavení. V dolní vodě na pravém i levém břehu je sjezd pro těžební mechanizaci.

Dalbová stání

V horní vodě nad VD Střekov je na pravém břehu dalbové stání pro plavidla čekající na proplavení. Jsou zde celkem 3 dalby vzdálené od sebe 30 m, přičemž prostřední dalba je opatřena lávkou. Na dolní vodě je dalbové stání na levém břehu. Podobně jako na horní vodě jsou zde celkem 3 dalby vzdálené od sebe 30 m.

Velín plavebních komor

Nový velín je konstrukčně řešen jako dvoupodlažní ocelový skelet. První nadzemní podlaží má půdorysný rozměr 6,05 x 6,05 m. Druhé nadzemní podlaží je rozšířeno na rozměr 8,25 x 10,9 m a nachází se na kótě 146,66 m n.m.

Velín je situován na střední dělicí zdi plavebních komor v příčném směru osově a v podélném směru ve vzdálenosti 49,8 m před záporníkem dolních vrat. V prvním nadzemním podlaží je schodiště, rozvaděče, elektrokotelna, předsíň, WC a sprcha. Ve druhém nadzemním podlaží je mimo řídicí místnosti jen schodišťový prostor a kuchyňský kout.

V řídicí místnosti jsou, resp. budou tři samostatná pracoviště pro obsluhu VPK (v provozu), MPK (v realizaci) a jezu (připravuje se přeložení ze starého velínu jezu).

3.11.4. Vodní elektrárna

Vodní elektrárna je vybudována v zářezu levého břehu. Vodní elektrárnu tvoří tyto objekty:

- přívodní kanál,
- spodní stavba,
- rozvodna,
- železobetonová manipulační lávka,
- veřejná železobetonová komunikační lávka.

Přívodní kanál s jemnými česlemi

Na začátku přívodního kanálu jsou šikmé jemné česle, uložené na 19 slupicích, v délce 107,40 m. Česle jsou ve dně opřeny o železobetonový práh a v horní části o vodorovnou ocelovou konstrukci mezi slupicemi, v horní části jsou rovněž vybaveny šikmou ocelovou nornou stěnou a na koruně obslužnou komunikací s jeřábovou dráhou pojízdného čistícího stroje.

Přívodní kanál je zakončen prahem v úrovni 133,60 m n.m.

Spodní stavba

Před vtoky do tří spirál jsou další hrubé česle s úrovní prahu 131,60 m n.m., před prahem česlí je 0,50 m hluboký zachytný kanál široký 2,00 m. Za česlemi je drážka provizorního hrazení, které je rozdělené v každém vtoku pilířem na dvě soustavy hradidel. Vtoky do spirál jsou zakončeny tabulovými rychlouzávěry.

Spodní stavba elektrárny má tři turbinové bloky s betonovými spirálami lichoběžníkového průřezu, savky jsou rovněž betonové. Vrchní stavba je potlačena.

Generátory jsou zakryty kruhovými plechovými poklopy. K montáži soustrojí a hradicích uzávěrů slouží příhradový portálový jeřáb. Střekovská elektrárna je dnes v České republice jedinou konstrukcí VE bez stroje. Jsou v ní instalovány tři Kaplanovy turbíny o hlnosti po 100 m³.s⁻¹. Turbíny a generátory jsou v ose jezu.

Tab. 25: Základní údaje a kóty vodní elektrárny

Parametr	Hodnota	Jednotky
Maximální hltnost turbín	3 x 100	[m ³ .s ⁻¹]
Maximální spád	8,60	[m]
Minimální spád	3,00	[m]
Maximální výkon generátoru	3 x 8,7	[MVA]
Instalovaný výkon generátoru	3 x 6,5	[MW]
Dosažitelný výkon elektrárny	15	[MW]
Průměrná roční výroba	80 – 100	[10 ⁶ kWh]
Kóta osy rozváděcího kola turbíny	135,46	[m n.m.]
Kóta osy oběžného kola	133,525	[m n.m.]
Kóta podlahy olejového hospodářství	133,57	[m n.m.]
Kóta podlahy rozvodny	139,57	[m n.m.]
Kóta podlahy generátorovny	143,72	[m n.m.]
Kóta 1. nadzemního podlaží	146,10	[m n.m.]
Kóta 2. nadzemního podlaží	150,10	[m n.m.]
Dno savky v nejhlubším místě	124,60	[m n.m.]
Dno savky na konci spodní stavby	126,44	[m n.m.]
Konec desky odpadu	128,60	[m n.m.]

Budova rozvodny a pomocných provozů

Nad savkou, ještě ve spodní stavbě, je olejové hospodářství a sklady součástek V podlaží nad ním je rozvodna 22 kV. V budově elektrárny nad rozvodnou je strojní dílna a rozvodna NN 400V. Nad nimi je podlaží s kanceláři a velínem. Budova je přístupná vchodem z veřejné železobetonové komunikační lávky, a rovněž má východ do manipulačního prostoru portálového jeřábu na vrchní straně spodní stavby s plechovými kryty generátorů.

Manipulační lávka

Nad spodní stavbou savky je vedena železobetonová manipulační lávka, z které se osazuje do drážek provizorní hrazení savky, které je rozdělené v každém výtoku pilířem na dvě soustavy hradidel. Horní hrana lávky je na kótě 137,60 m n.m. Šířka manipulační lávky je 2,75 m.

Železobetonová veřejná komunikační lávka

Nad manipulační lávkou je vedena veřejná železobetonová komunikační lávka s horní niveletou na kótě 143,60 m n.m. Nosníky komunikační lávky nesou kolejničky jeřábové dráhy pro manipulaci s provizorním hrazením. Šířka komunikační lávky je 3,16 m.

Zařízení pro kontrolu a řízení hospodaření s vodou

Součástí vodního díla jsou i zařízení pro kontrolu a řízení hospodaření s vodou. Jedná se o vodočty v horní a dolní vodě, limnigrafické stanice Povodí Labe v horní a dolní vodě. Tato zařízení zajišťují automatický monitoring stavu hladiny, který se přenáší do řídicího počítače ve velínu jezu a vodohospodářský dispečink Povodí Labe. Provoz na plavebních komorách je kontrolován tlakovými sondami v horní i dolní vodě velké i malé plavební komory, uvnitř velké plavební komory a uvnitř horní i dolní části malé plavební komory.

3.11.5. Zájmy spojené s řešeným územím

Vodní dílo Střekov zajišťuje svojí funkcí a hospodařením s vodou následující účely:

- Plavba (Ředitelství vodních cest, Státní plavební úřad) – hlavní účelem VD vyhovujících podmínek pro plavbu ve zdrži a zajištění stálého odtoku v profilu pod jezem
- Výroba elektrické energie (ČEZ, a.s.) – využití energetického potenciálu v průtočné vodní elektrárně
- Zajištění odběrů vody z jezové zdrže (Čížkovická cementárna, ČS Elektrárna Ledvice – Dolní Zálezly)
- Ochrana při povodních (Povodí Labe, s.p., dotčené obce)
- Rekreační účel VD – vázaný na vlastní jez i jezovou zdrž, lávka pro pěší – značená turistická stezka, cyklostezka na pravém břehu, jezová zdrž je využívána pro rekreační účely, vodní sporty, rekreační rybolov

Limity území vyplývající z umístění inženýrských sítí a dopravní infrastruktury

Umístění inženýrských sítí a dopravní infrastruktury je uvedeno ve výkresové části v Koordinačních a katastrálních situacích jednotlivých variant.

Inženýrské sítě a jejich ochranná pásma

- Silové podzemní kabely do 110 resp. nad 110kV (zákon 458/2000 Sb., §46, odst. 5):
 - 1 m resp. 3 m na obě strany od krajních kabelů
- Silové nadzemní kabely nad 1 kV a do 35 kV (zákon 458/2000 Sb., §46, odst. 3):
 - pro vodiče bez izolace 7 m
 - pro vodiče s izolací základní 2 m
 - pro závěsná kabelová vedení 1 m
- Elektrické stanice (zákon 458/2000 Sb., §46, odst. 6):
 - u venkovních elektrických stanic a dále stanic s napětím větším než 52 kV v budovách 20 m od oplocení nebo od vnějšího líce obvodového zdiva
 - stožárových elektrických stanic a věžových stanic s venkovním přívodem s převodem napětí z úrovně nad 1 kV a menší než 52 kV na úroveň nízkého napětí 7 m od vnější hrany půdorysu stanice ve všech směrech,
- Plynárenská zařízení (zákon 458/2000 Sb., §68, odst. 2):
 - NTL a STL plynovody a přípojky v zastavěném území obce 1 m na obě strany od půdorysu
 - ostatní plynovody 4 m na obě strany od půdorysu

- technologické objekty 4 m od půdorysu
- Zařízení na výrobu či rozvod tepelné energie – teplovody a parovody (zákon 458/2000 Sb., §87, odst. 2):
 - 2,5 m od svislé nebo vodorovné roviny
- Vodovody a kanalizace do resp. nad DN 500 (zákon 274/2001 Sb., §23, odst. 3):
 - 1,5 m od vnějšího líce resp. 2,5 m od vnějšího líce potrubí nebo stoky na každou stranu
 - v případě uložení vedení v hloubce větší než 2,5 m pod terénem se velikost ochranného pásma zvyšuje o 1 m, pokud je průměr potrubí větší než 200 m
- Komunikační vedení (sdělovací kabely, zákon 127/2005 Sb., §102, odst. 2)
 - 1,5 m po obou stranách krajního vedení

V rámci byly zjištěny kolize s inženýrskými sítěmi následujících vlastníků a provozovatelů:

- Optický kabel CETIN
- Metalický kabel CETIN
- Metalický kabel ČEZ ICT
- Optický kabel ČEZ ICT
- Nadzemní a podzemní Vedení NN, VN, VVN ČEZ Distribuce
- Kanalizace SČVK a.s.
- Vodovod SČVK a.s.
- Drenáž Vaňov – vlastník neznámý

Do této kapitoly spadá také vodní dílo „Drenáž Vaňov“, která byla vystavěna jako kompenzační opatření při výstavbě VD Střekov za účelem snížení hladiny podzemní vody v místní části Ústí nad Labem – Vaňov (AZ Consult 2011). V roce 2001 zadal Magistrát Ústí nad Labem pasportizaci této stavby a její funkce.

Stará vaňovská drenáž se nalézá podle archivní dokumentace stavby Masarykova zdymadla v ulici Pražská od č.p. 9 směrem k Ústí nad Labem, kde se po 190m napojuje do Nové vaňovské drenáže. Stará vaňovská drenáž byla v rámci stavby Masarykova zdymadla zakreslena v dokumentaci jako stávající a byla podchycena Novou vaňovskou drenáží.

Dle informací od obyvatel objektů ulice Pražská se jedná se o historický svodný drén budovaný pravděpodobně v souvislosti s individuální bytovou výstavbou v městské části Ústí nad Labem Vaňov jako ochrana těchto staveb proti svahovým podzemním vodám. Předpoklad budování 1890-1900.

Hlavním problémem odhaleným v průběhu průzkumných prací byl zával svodné šachty a zatopený úsek na něj navazující. Stavebně technický stav průchozích úseků je dobrý.

Železnice na pravém i levém břehu, železniční vlečka

- Ochranné pásmo dle zákona č. 266/1994 Sb., o dráhách,
 - u dráhy celostátní a u dráhy regionální 60 m od osy krajní koleje, nejméně však ve vzdálenosti 30 m od hranic obvodu dráhy
 - u vlečky 30 m od osy krajní koleje (u vlečky v uzavřeném prostoru provozovny se ochranné pásmo nezřizuje); (§ 8)

Železniční vlečka spojuje Veřejný přístav Vaňov s tratí Ústí n. L. - hl. n. obvod - jih Ústí nad Labem. Vlastníkem železniční vlečky je Přístav Vaňov, spol. s r.o., IČ 24157228. Provozovatelem této trati je firma JOANNES, s.r.o., www.joannes.cz. Firma Joannes s.r.o. je smluvně oprávněna jednat ve věcech vlečky za vlastníka. Vlastníkem pozemků v místě přístavu je firma Kongresové centrum ILF a.s.

Silnice na levém břehu

- Silnice I. třídy
 - Ochranné pásmo dle zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích
 - 50 m od osy vozovky nebo přilehlého jízdního pásu silnice I. třídy nebo místní komunikace I. třídy
 - 15 m od osy vozovky nebo od osy přilehlého jízdního pásu silnice II. třídy nebo III. třídy a místní komunikace II. třídy

Vlastníkem pozemku silnice I. třídy je Statutární město Ústí nad Labem.

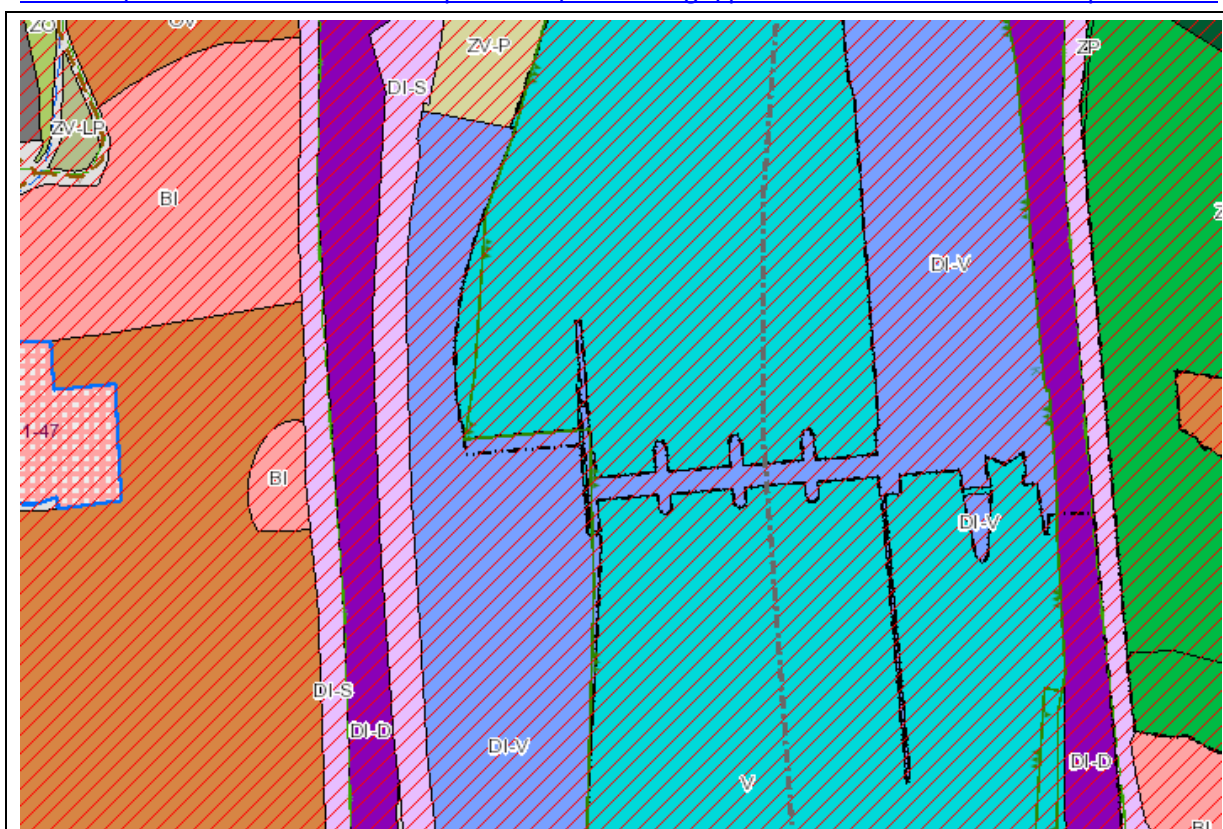
Limity vyplývající z ochrany území podle jiných zákonů

Další požadavky na záměr budou vyplývat z následující ochrany území a objektů:

- Natura 2000 – EVL Porta Bohemica
- CHKO České středohoří – IV. zóna ochrany
- Významný krajinný prvek
- Záplavové území Q₅₋₁₀₀
- Památkově chráněné území – ochranné pásmo hradu Střekov
- Masarykovo zdymadlo – VD Střekov - kulturní památka - zapsáno do státního seznamu před r.1988

Další limity vyplývají z aktuálně platného územního plánu z roku 2011. V současné době probíhá zpracování nového územního plánu města a bližší informace jsou dostupné na internetových stránkách

<http://www.usti-nad-labem.cz/cz/uredni-portal/sprava-mesta/magistrat/odbory-oddeleni/odbor-investic-uzemniho-planovani/oddeleni-gis/porizovani-noveho-uzemniho-planu.html>.



Obr. 30: Výřez hlavního výkresu územního plánu 2011

Dále jsou uvedeny regulativy vyplývající z využití dotčených ploch:

DI-S plochy dopravní infrastruktury silniční

a) převažující účel využití

- plochy staveb a zařízení silniční dopravy nadmístního významu

b) přípustné

- silnice nadmístního významu (dálnice, silnice I. II. a III. třídy a místní komunikace I. a II. třídy) a jejich součásti (např. násypy, zářezy, opěrné zdi, mosty)
- doprovodná a izolační zeleň
- pozemky staveb dopravních zařízení a dopravního vybavení (např. autobusová nádraží, terminály a zastávky, odstavná stání pro autobusy a nákladní automobily, hromadné a řadové garáže a odstavné a parkovací plochy, areály údržby pozemních komunikací, čerpací stanice pohonných hmot)
- jednoúčelové stavby spojené se silniční dopravou

c) podmíněně přípustné

- nezbytná zařízení technické infrastruktury

d) nepřípustné

- všechny ostatní výše neuvedené funkce a činnosti

DI-V plochy dopravní infrastruktury vodní

a) převažující účel využití

- plochy staveb a zařízení vodní dopravy

b) přípustné

- plochy pro provoz a údržbu vodní cesty (např. přístavy, překladiště, zdymadla, plavebních komory, jezy vč. násypů, zářezů, opěrných zdí)
- plochy a budovy provozní a správní
- doprovodná a izolační zeleň
- odstavné a parkovací plochy, garáže
- jednoúčelové stavby spojené s vodní dopravou

c) podmíněně přípustné

- nezbytná zařízení dopravní a technické infrastruktury
- čerpací stanice pohonných hmot
- veřejné stravování, ubytování a obchodní zařízení související s hlavní funkcí

d) nepřípustné

- všechny ostatní výše neuvedené funkce a činnosti

Vyhodnocení plavby na VD Střekov

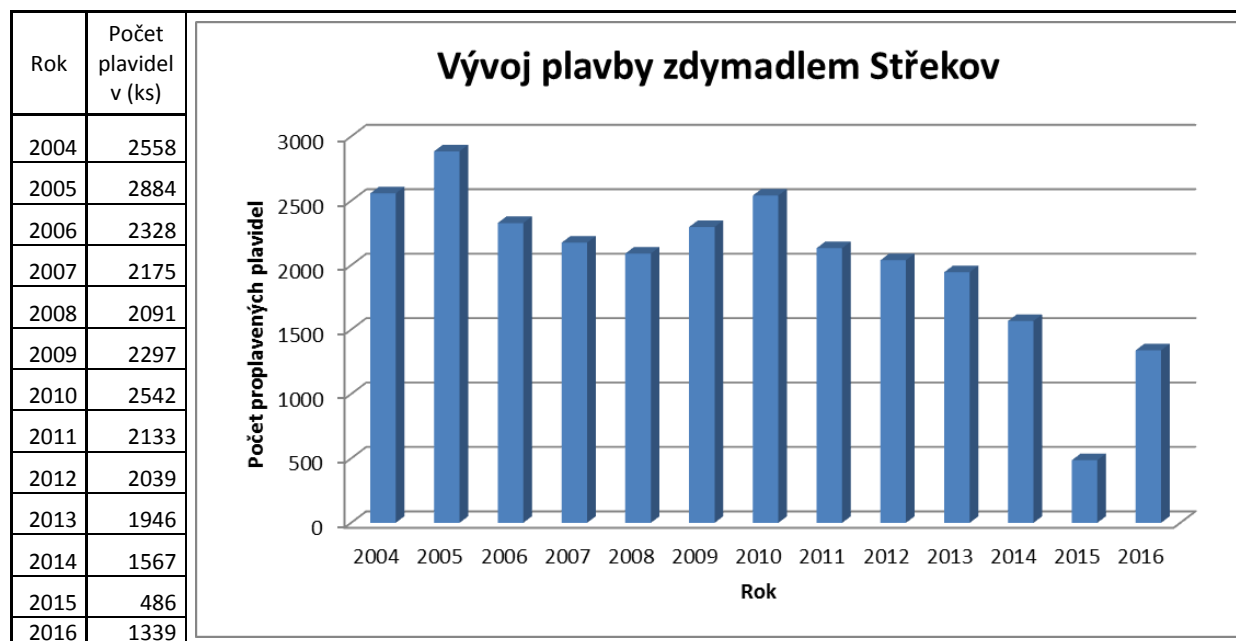
V rámci rešerše podkladů bylo provedeno stanovení a vyhodnocení plavby na VD Střekov, které vycházelo z evidence plavby předané Povodím Labe za roky 2004 – 2016.

Plavební vyhláškou č. 1/2014 ze dne 21. března 2014 je proplavování plavebními komorami na labské vodní cestě upraveno čl. 1 a vnitřními předpisy Povodí Labe, státní podnik

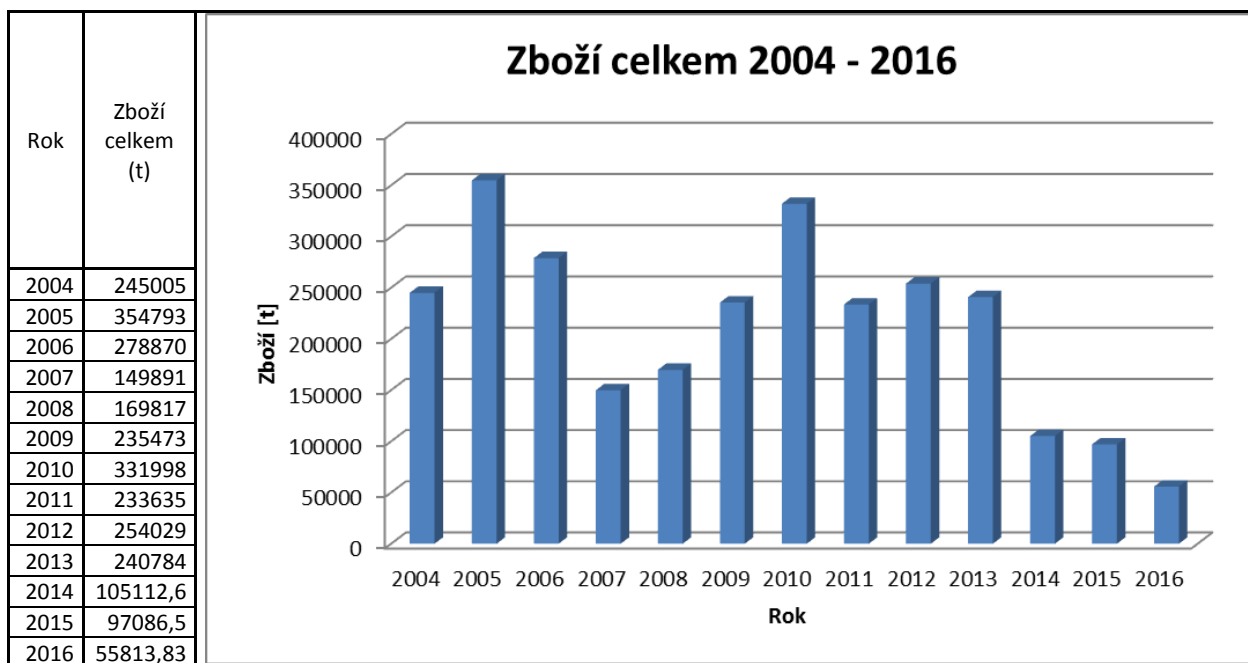
- Ústí nad Labem-Střekov v období od 1.5. do 30.9. od 06:00 do 20:00 hodin
- Ústí nad Labem-Střekov v období od 1.10. do 30.4. od 06:00 do 19:00 hodin

První skupinou je nákladní lodní doprava, která je evidována souhrnně za celý rok v počtech proplavených lodí a objemu přepraveného zboží v tunách.

Tab. 26: Rozsah plavby VD Střekov – počet proplavených lodí



Tab. 27: Rozsah plavby VD Střekov – objem zboží

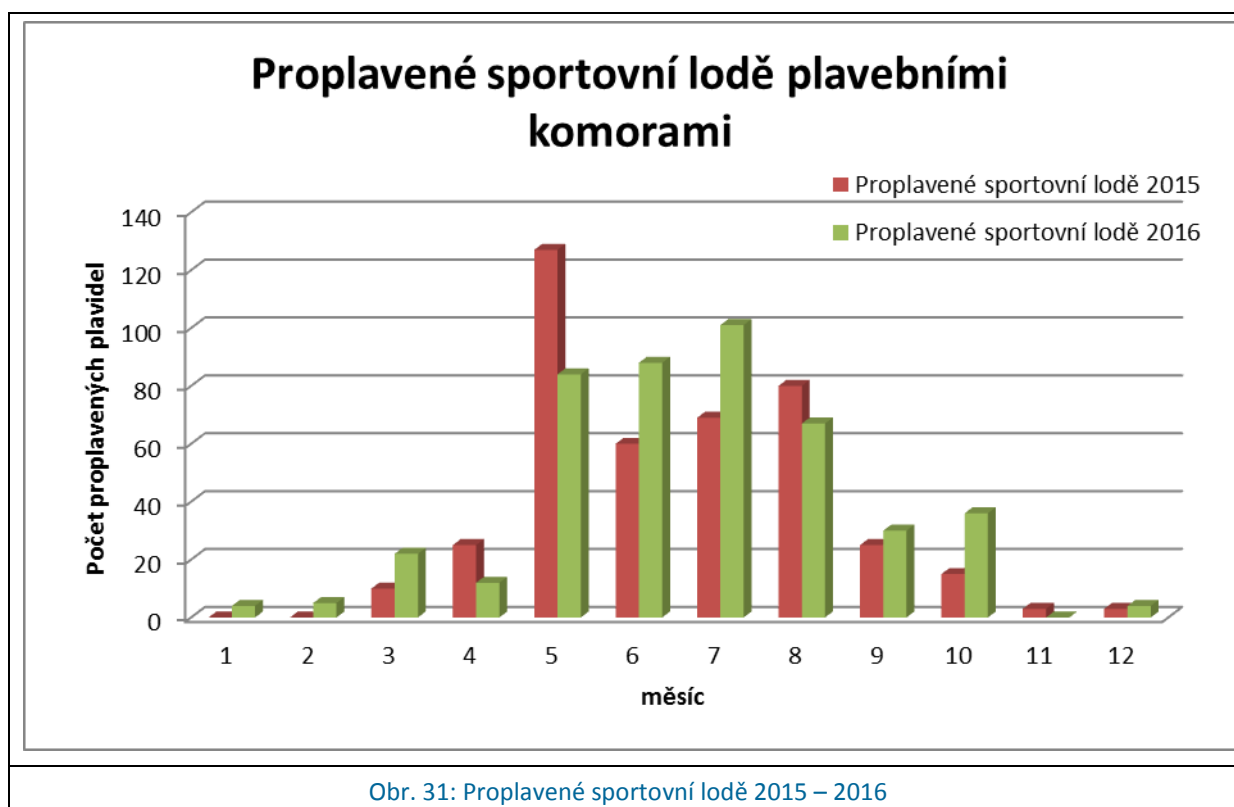


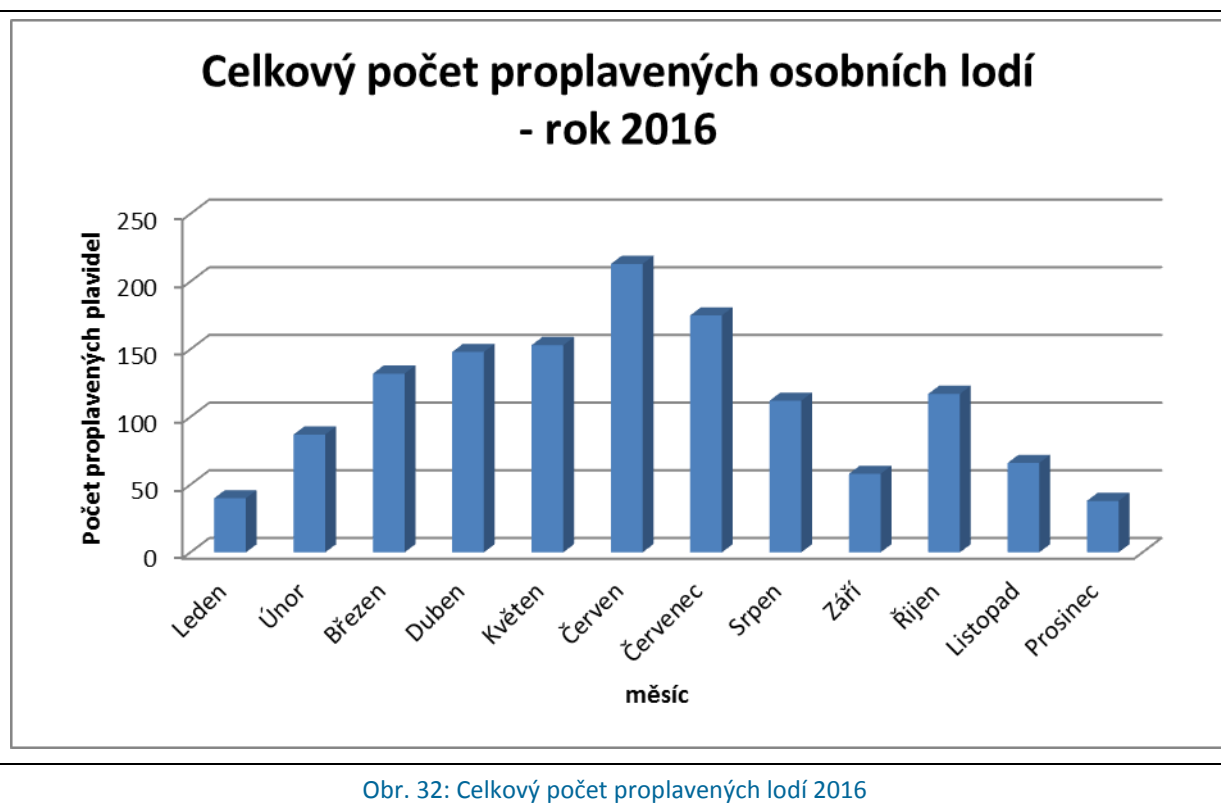
V rámci evidence plavby je zboží rozděleno na jednotlivé typy surovin, jako jsou chemické suroviny, potravinářské produkty, krmiva, štěrkopísek, kamenivo, dřevo, ropné produkty, rudy, kusové zboží, stavební odpad, železný šrot (železo) a ostatní.

Další skupinou je osobní lodní doprava, ke které byly dostupné podrobné podklady za roky 2015 a 2016.

Tab. 28: Rozsah osobní plavby dle měsíců – počet proplavených lodí

měsíc	Proplavené sportovní lodě plavebními komorami	Proplavené sportovní lodě plavebními komorami	Nákladní plavidla	Osobní (kabinová) plavidla zahraniční / česká		Plavidla PLA	Jiná plavidla	Celkem
	2015	2016	2016	2016		2016	2016	
				z	č			
Leden	0	4	14	0	1	21	0	40
Únor	0	5	69	2	1	8	2	87
Březen	10	22	78	5	8	17	2	132
Duben	25	12	53	37	17	21	8	148
Květen	127	84	11	19	11	9	19	153
Červen	60	88	26	20	43	20	16	213
Červenec	69	101	21	17	31	1	4	175
Srpen	80	67	6	9	6	16	8	112
Září	25	30	9	3	6	6	4	58
Říjen	15	36	38	17	18	6	2	117
Listopad	3	0	15	12	6	29	4	66
Prosinec	3	4	24	0	0	7	3	38
Celkem	417	453	364	141	148	161	72	1339





Objem plavby jak osobní tak nákladní je závislý na hydrologických podmínkách v toku. Roky 2015 a 2016 byly průtokově podprůměrné a proto nebyla zajištěna celoroční splavnost Labe pod VD Střekov do Německa.

Sledovat lze klesající trend především u nákladní dopravy, která klesá ve sledovaném období, jak v ukazateli počtu proplavených lodí, tak v objemu přepraveného zboží.

Osobní a sportovní doprava v průběhu roku odráží především zvýšené požadavky v turistické sezoně, ale ani zbývající období nelze jednoznačně vyloučit požadavky na tento typ dopravy.

3.11.6. Stávající rybí přechody

Původní rybí přechod

V průběhu výstavby vodního díla ve 30. letech 20. století byl realizován také rybí přechod v opěrném pilíři mezi objektem vodní elektrárny a levým jezovým polem. Jedná se o bazénový rybí přechod s neprůtočnými přepážkami s rozdílem hladin 0,35 m a délkou jednotlivých bazénů 2 m. V současné době je rybí přechod nefunkční, protože horní úsek byl zaslepen při výstavbě nového rybího přechodu v roce 2002.

Vstup do rybího přechodu byl řešen jednak z podjezí pod stavidly a jednak z prostoru na konci vývaru pod VE. RP měl poměrně prudký spád a konstrukci, která je již z dnešního pohledu nevyhovující. Ale i tak do něj vstupovaly ryby. Nejsou známy detailní informace o tom, zda a kolik ryb a v jakém poměru vzhledem k rybí obsádce v toku skrz rybí přechod prošlo z podjezí do nadjezí, máme však údaje z kontrolních odlovů přímo v RP (Vostradovský, 1995).

V roce 1956 bylo provedeno celkem 20 kontrolních odlovů během období duben – říjen, bylo zaznamenáno 1135 kusů ryb sedmi druhů ryb (pstruh obecný, jelec tloušť, jelec proudník, jelec jesen, plotice obecná, cejn velký, úhoř). V roce 1995 bylo provedeno celkem 14 odlovů ve stejném období roku, bylo zaznamenáno 11 druhů ryb a uloveno celkem 1908 ks (jelec tloušť, jelec proudník, jelec jesen, plotice obecná, cejn velký, cejnek malý, úhoř říční, bolen dravý, podoustev říční, parma obecná, ouklej obecná). Je jednoznačné, že přibýly reofilní druhy ryb a že rybí společenstvo vykazovalo vyšší druhovou pestrost. Během odlovu dne 9. srpna bylo zaznamenáno okolo 10 000 ks mladých úhořů o velikosti 19 – 30 cm, ryby byly ve všech komůrkách RP, dokázaly tedy RP najít a překonat.



Obr. 33: Původní historický rybí přechod, vlevo detail konstrukce, vpravo dva vstupy

Současný rybí přechod

Nový rybí přechod dokončený v roce 2002 byl navržen a realizován jako technický komůrkový. Parametry konstrukce jsou proměnlivé a lze ji rozdělit na 4 úseky s obdobnými vlastnostmi (Envisystem 2002).



Obr. 34: Vstup do RP

Obr. 35: Dolní část RP



Obr. 36: Střední část RP



Obr. 37: Pozorovatelná



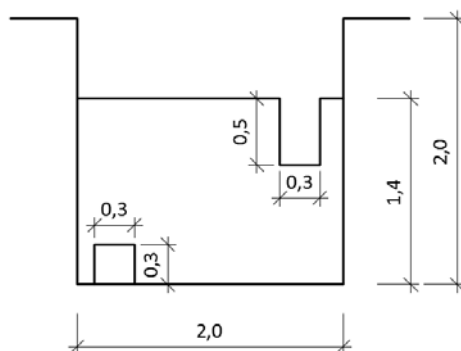
Obr. 38: část RP procházející nad savkami VE



Obr. 39: Lokalizace výstupu z RP

Úsek 1 - Dolní úsek na levém břehu pod objektem VE. Jedná se komůrkový typ rybího přechodu. Z hlediska stavebně technického odpovídá stav konstrukcí jejich stáří.

Typ konstrukce	železobetonový žlab s dělicími přepážkami
Délka	160 m
Sklon	proměnlivý 0 -1:18 (5,56 %)
Rozdíl hladin na přep.	0,20 m
Délka komůrek	3 m 20 m – odpočinkové
Šířka žlabu	2 m
Výška přepážky	1,4 m
Hloubka žlabu	2 m
Průtok	0,38 m ³ /s 0,70 m ³ /s při plném žlabu



Obr. 40: Dělící přepážka stávajícího RP v dolním úseku

Úsek 2 - přechodový úsek mezi dolním a středním úsekem. Jedná se o úzké hrdlo, kde dochází k významným turbulencím. Důvodem je zřejmě skoková změna parametrů a zalomení trasy o 90°.

Typ konstrukce	železobetonový žlab
Délka	6 m
Šířka žlabu	0,78 m

Úsek 3 – Střední úsek kolmý k ose toku v objektu VE. Jedná se komůrkový typ rybiho přechodu. Z hlediska stavebně technického odpovídá stav konstrukcí jejich stáří.

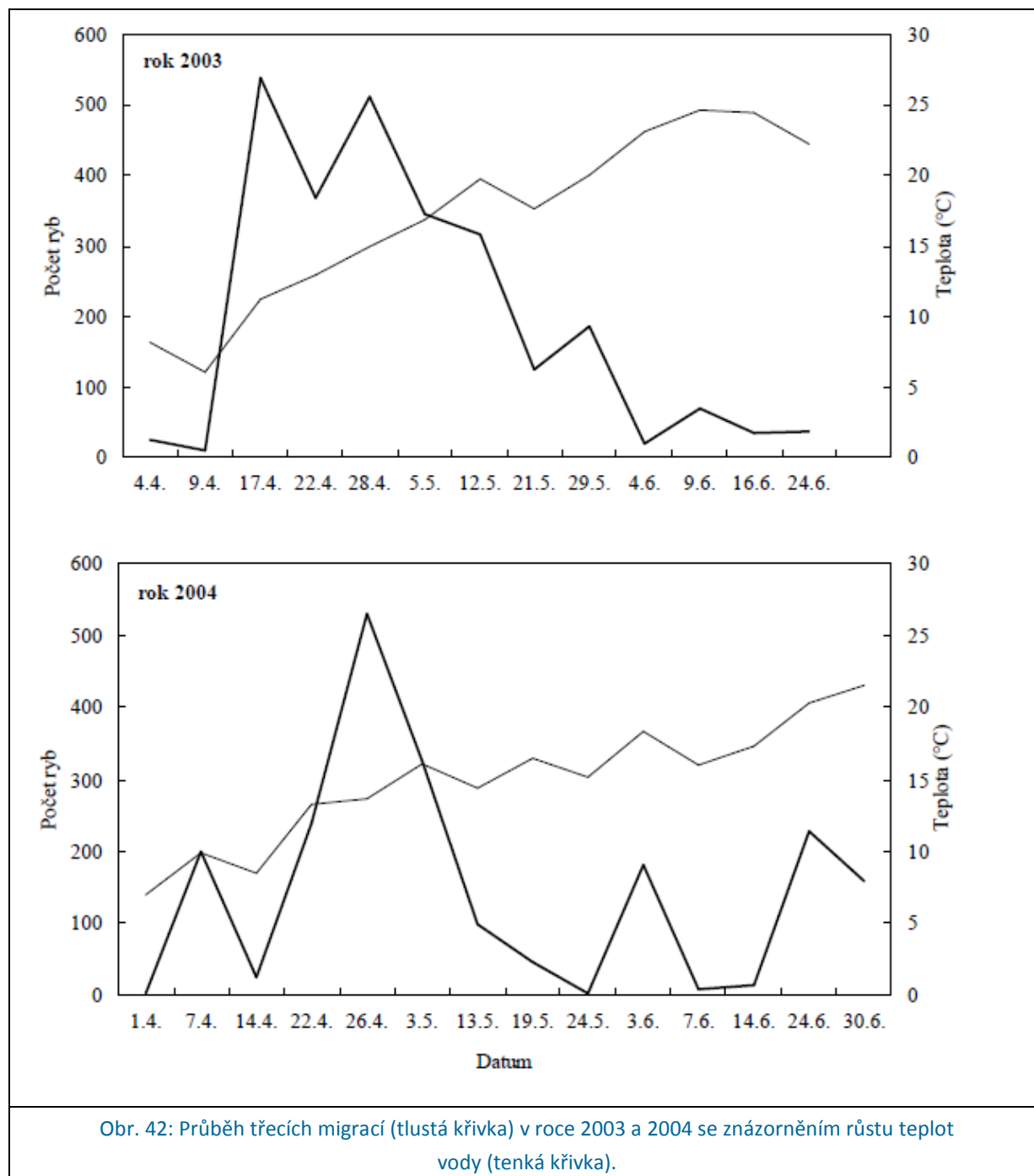
Typ konstrukce	ocelový žlab s dělícími přepážkami (část přepážek pohyblivých)
Délka	45 m
Sklon	proměnlivý 3,82 – 2,17 %
Rozdíl hladin na přep.	0,20 m
Šířka žlabu	2 m
Výška přepážky	1,2 m
Hloubka žlabu	1,4 m
Průtok	0,38 m ³ /s 0,70 m ³ /s při plném žlabu

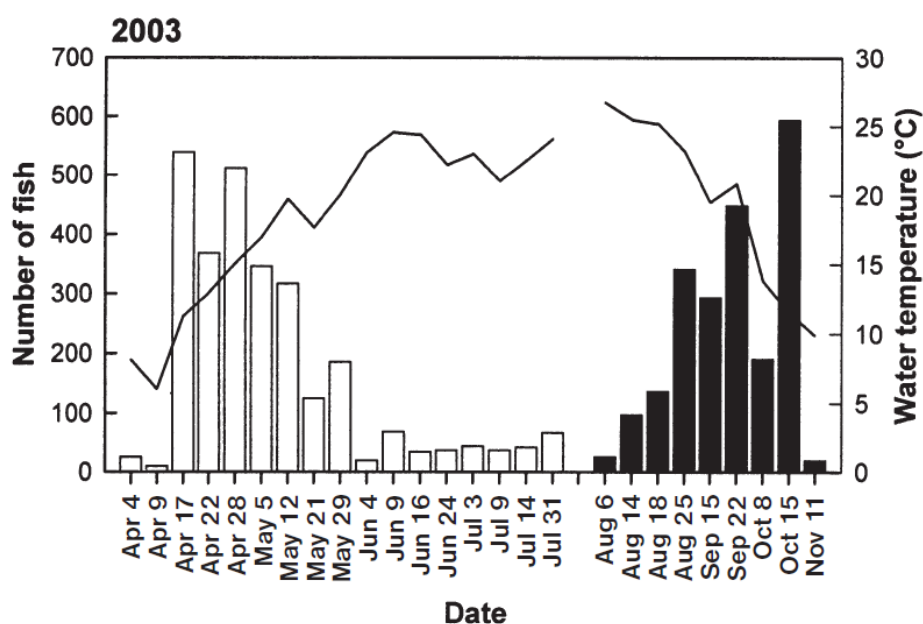
Úsek 4 – Horní vtokový úsek v opěrném pilíři jezu. Jedná se o otevřený betonový žlab s vtokovým oknem hrazeným stavidlovým uzávěrem. Z hlediska stavebně technického odpovídá stav konstrukcí jejich stáří.

Typ konstrukce	betonový žlab
Délka	31 m
Sklon	0,2 %

[illegible]

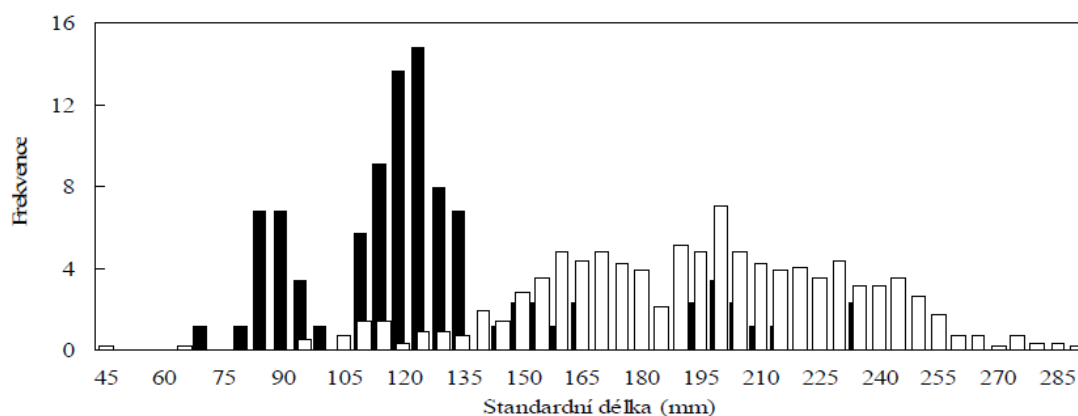
V letech 2003 – 2004 byl přechod monitorován pravidelně v dvou týdenních intervalech, výsledky byly publikovány v několika odborných pracích (Slavík a kol., 2003, Slavík a kol., 2004, Prchalová a kol., 2006, Prchalová a kol., 2011). Níže jsou uvedeny některé výstupy. Přechod je do určité míry funkční, přechodem procházely ryby, ale například v toku byl prokázán vyšší počet druhů (24) než v rybím přechodu (19). Byly prokázány dvě hlavní období migrace ryb, a to jarní a podzimní, obě měly zřejmě návaznost na změnu teploty vody.





Obr. 43: Průběh intenzity migrace během sezóny

Byl zjištěn rozdíl ve velikosti jedinců plotice během migrací, v podzimním období migrovali především mladší ročníky.



Obr. 44: Srovnání délkového složení úlovku plotice během migrací v srpnu až listopadu (černé sloupce) a dubnu až červnu 2003 (bílé sloupce). Sady dat se překrývají.

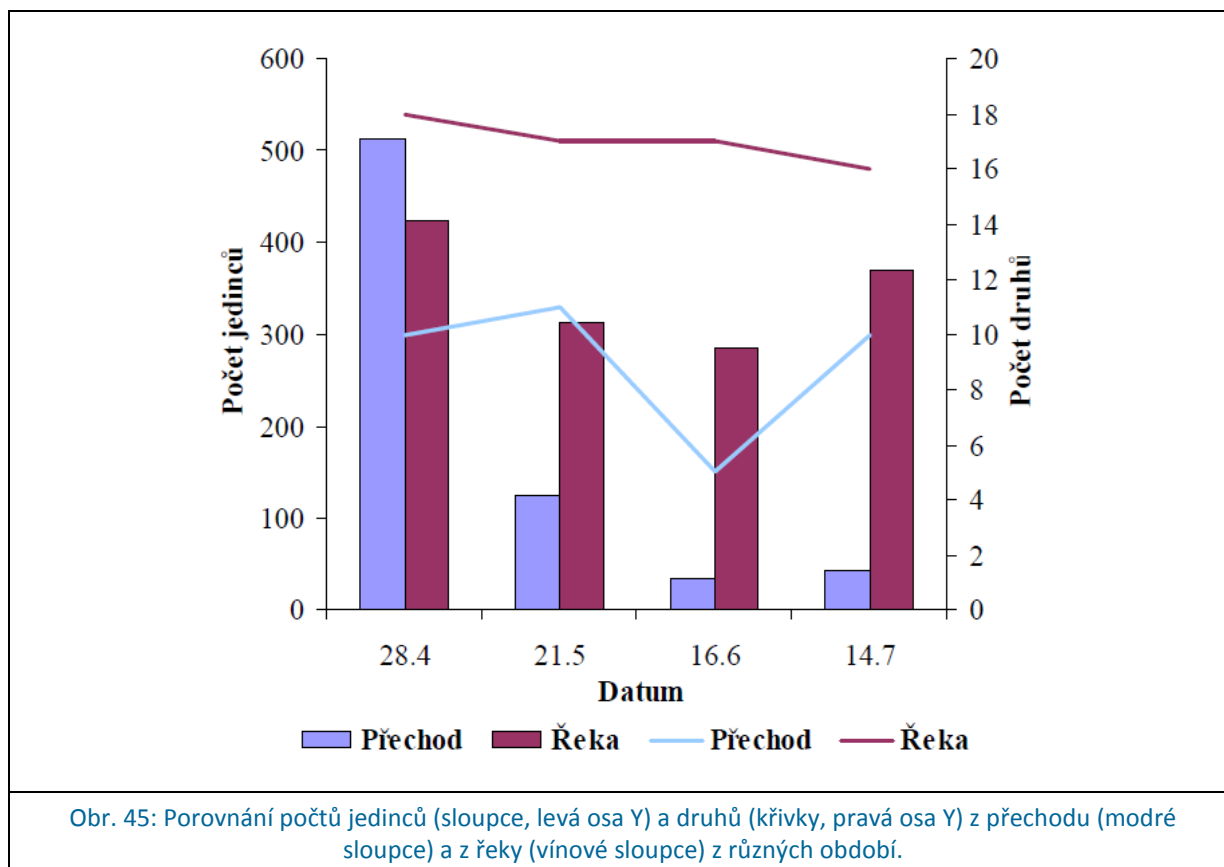
Celkem bylo během denních odlovů zaznamenáno 1872 jedinců 19 druhů ryb, během nočních odlovů pak 181 jedinců 15 druhů ryb. Převažovala protiproudá migrace.

Tab. 29: Srovnání absolutních početností denních a nočních odlovů v letech 2003 - 2004

DRUHY	Denní odlovy	Noční odlovy
Oukleř obecná	864	108
Plotice obecná	475	32
Hrouzek obecný	163	12
Jelec tloušť	118	1
Cejn velký	67	3
Karas stříbřitý	61	3
Cejnek malý	52	8
Ostroretka stěhovavá	16	1
Jelec jesen	15	1
Okoun říční	11	
Jelec proudník	10	2
Perla ostrobříchý	6	1
Úhoř říční	4	4
Sumeček americký	3	1
Bolen dravý	2	2
Pstuh obecný	2	
Candát obecný	1	
Hrouzek běloploutvý	1	2
Pstruh duhový	1	
Celkem jedinců	1872	181
Celkem druhů	19	15

Tab. 30: Porovnání denních a nočních záznamů skenerem VAKI v roce 2004 vzhledem k směru migrace

DATUM	Proti proudu		Po proudu	
	denní odlovy	noční odlovy	denní odlovy	noční odlovy
1. duben	0	0	0	0
7. duben	11	0	2	1
14. duben	0	0	0	0
22. duben	82	0	5	0
26. duben	36	1	12	0
3. květen	35	1	8	0
13. květen	29	0	0	0
19. květen	17	2	6	0
24. květen	0	0	0	0
3. červen	82	0	32	0
7. červen	3	0	1	0
14. červen	2	0	0	0
24. červen	0	0	2	0
30. červen	0	0	0	0
Celkem	297	4	68	1



Celkově lze říci, že rybí přechod je částečně funkční, ale vykazuje druhovou i velikostní selektivitu. Jako nejzávažnější konstrukční nedostatky lze požadovat:

- Umístění vstupu daleko od jezu
- Celkově nízký návrhový průtok
- Zničení naváděcí hrázky při povodni
- Odtěžení nánosů z koryta řeky, které usměrňovaly vhodným způsobem proudění na úrovni vstupu do RP
- Nevhodná konstrukce – malé rozměry pro cílové druhy
- Lomení trasy, kde dochází k zúžení
- Proměnné hydraulické podmínky v rámci podélného profilu RP

4. ETAPA 2, NÁVRH TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

V rámci návrhu technického řešení byly posuzovány všechny dostupné možnosti řešení migrační průchodnosti vodního díla. Výsledkem byly tři varianty, které byly dále posuzovány do větší podrobnosti. Nejprve uvádíme všechny zvažovaná opatření.

4.1. Posuzovaná opatření

4.1.1. Odstranění jezu

Odstranění jezu je vždy první možností, kterou je třeba posoudit. V dané situaci není tato varianta reálná vzhledem k významnosti vodního díla pro plavbu a také výrobu elektrické energie na VE a další užívání na něj vázaná.

V roce 2008 byla zpracována studie proveditelnosti „Zlepšení migrační prostupnosti VD Střekov - rybí přechody“. Tato studie byla zpracována firmou Envisystem s.r.o. pro Ředitelství vodních cest ČR ve vazbě na zlepšení plavebních podmínek na Labi v úseku Ústí nad Labem – státní hranice ČR/SRN a Plavební stupeň Děčín. V rámci studie autoři posuzovali také různé technické možnosti, které jsou popsány a hodnoceny níže.

4.1.2. Úprava stávajícího rybího přechodu

Tato varianta se na základě výsledku posouzení nedoporučuje, jelikož RP má vážné konstrukční vady, které znemožňují jeho využití:

- Umístění vstupu daleko od jezu
- Celkově nízký návrhový průtok
- Zničení naváděcí hrázky při povodni
- Odtěžení nánosů z koryta řeky, které usměrňovaly vhodným způsobem proudění na úrovni vstupu do RP
- Nevhodná již překonaná konstrukce (komůrkový rybí přechod) – lepší je štěrbinový RP
- Lomení trasy, kde dochází k zúžení a nevhodným hydraulickým podmínkám
- Proměnlivé hydraulické podmínky v rámci podélného profilu RP

Z toho důvodu není navrženo plné využití stávajícího RP, jedna s finálních variant však částečně využívá trasu RP s jejími významnými úpravami. Také by bylo možné využít pro poproudovou migraci vzhledem k vhodnému umístění horního vtokového okna.

4.1.3. Levobřežní vstup pod VE

Umístění vstupu do RP co nejblíže k VE na levém břehu je nanejvýše žádoucí a v dalším posuzování je z ním uvažováno.

4.1.4. Sběrná vstupní galerie nad savkami MVE

Sběrná galerie slouží pro podchycení ryb, které migrují u povrchu vodního toku a které minou hlavní RP, využití sběrné galerie není v této fázi projektu doporučeno zejména z důvodu, že se neprokázala její potřebnost a také vyžaduje poměrně velký průtok, který by tím pádem byl odebrán na úkor VE a

dle našeho názoru i dalších odborníků je lepší tento průtok nasměrovat do hlavního RP. Pokud by se ukázalo, že některé ryby se shromažďují nad savkami VE, je možné sběrnou galerii zkonstruovat následně.

4.1.5. Rybí komora v jezovém pilíři, v pilíři plavební komory, pod jezem

Rybí komora a její funkce byla popsána výše, existují různé varianty, toto zařízení je však prostorově velmi náročné, bylo by možné jej umístit pouze do pilíře nebo pole jezu, což významně zasáhne do funkce jezu. Účinnost není na takovém kompromisním řešení zaručena a dále provoz rybí komory je náročný na obsluhu a servis. Proto není doporučena.

4.1.6. Využití stávající plavební komory pro rybí přechod

Využití stávající plavební komory bylo seriózně zváženo jako doplňkové řešení k novému rybímu přechodu u levého břehu. Bylo však zamítnuto jako nevýhodné řešení z následujících důvodů:

- bez úprav nevyhovuje, bylo by nutné ji přeměnit na rybí přechod,
- došlo by k významnému ovlivnění plavby,
- bylo by nutné doplnit ji lákavým proudem, jelikož vstup se nachází daleko od VE, která určuje směr dominantního proudění, dle metodických materiálů by se jednalo až o 20% průtoku a funkčnost by i tak nebyla plně zajištěna.

4.2. Výsledné varianty rybích přechodů

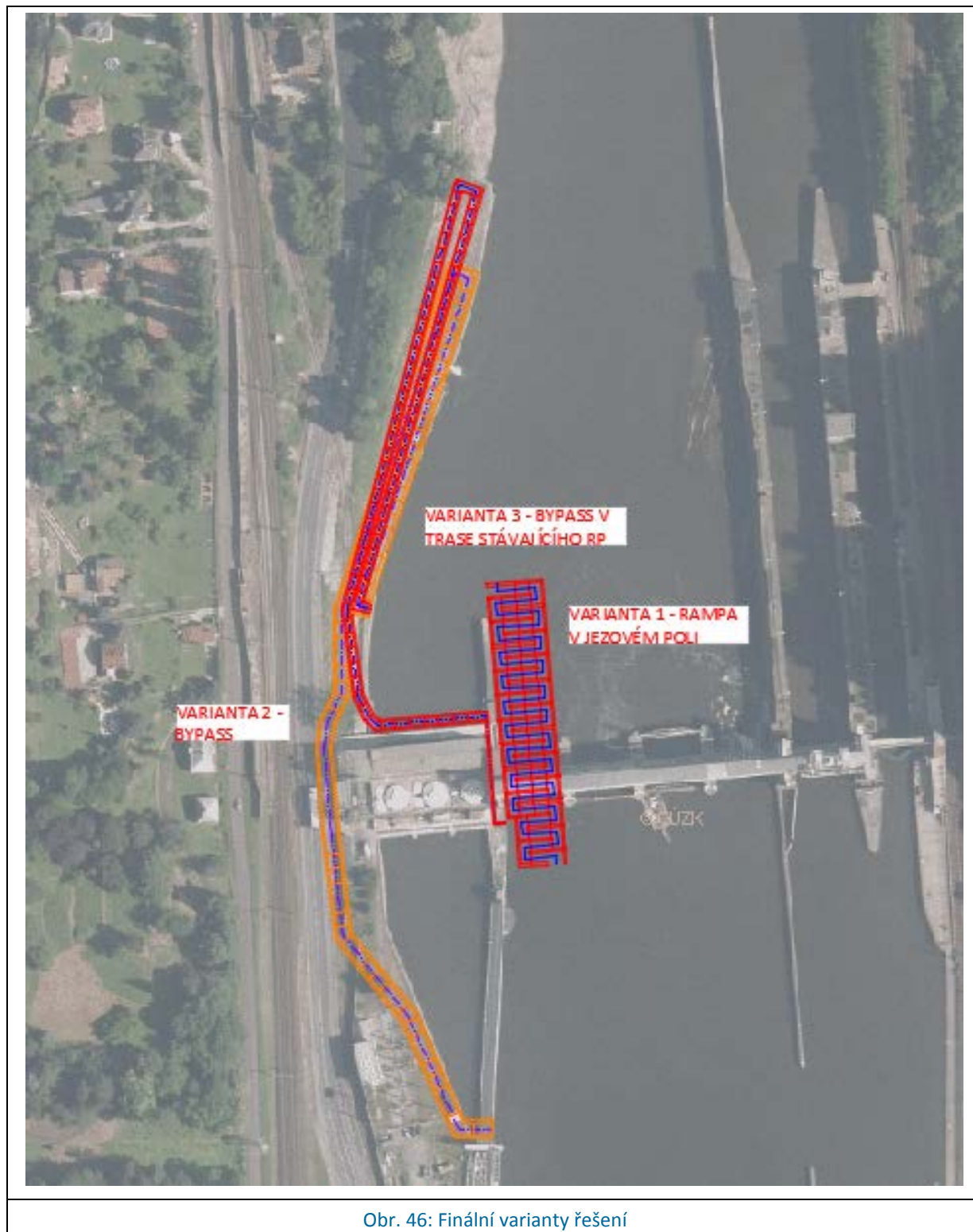
Na základě analýzy všech podkladů a informací bylo rozhodnuto, že nejvhodnějším technickým řešením je štěrbínový rybí přechod se dvěma štěrbinami doplněný o přídatný lákavý proud z těchto důvodů:

- Ověřené technické řešení je využito i na jiných profilech na Labi a v zahraničí
- Zejména tam, kde je nutné překonat velký spád, se využívají štěrbinové RP, jelikož si zachovávají vhodné hydraulické podmínky
- Existuje malá pravděpodobnost, že dojde k chybám při realizaci, jelikož samotná konstrukce je poměrně jednoduchá a lze je naprojektovat do všech detailů, dokonce je možné je realizovat jako montovanou konstrukci z dílů vyrobených předem přesně dle technické specifikace (v porovnání s přírodě blízkými RP, které pro konstrukci přepážek využívají přírodní balvany a tak se zhotovitel vždy při výstavbě potýká s různorodostí materiálů)
- Vlastní trasa je navrhována na průtok 3 – 5 m³/s (dle varianty a průtokové situace, viz dále) potřebný lákavý proud je pak nutné dodat pomocí trysek pracujících na základě Venturiho principu nebo další turbínou (to bylo podrobně posouzeno)
- Dno RP bude zhotoveno s přírodního kamenitého substrátu pro zajištění vhodných podmínek i pro pomalé plavce

V dalších stupních přípravy záměru je nutné prověřit detaily konstrukce a parametry, jako jsou tvary přepážek, doplňkové prvky v bazénech, drsnosti břehy, tvar oblouků, vstupní a výstupové okno apod.

Byly posuzovány tři varianty vedení jeho trasy:

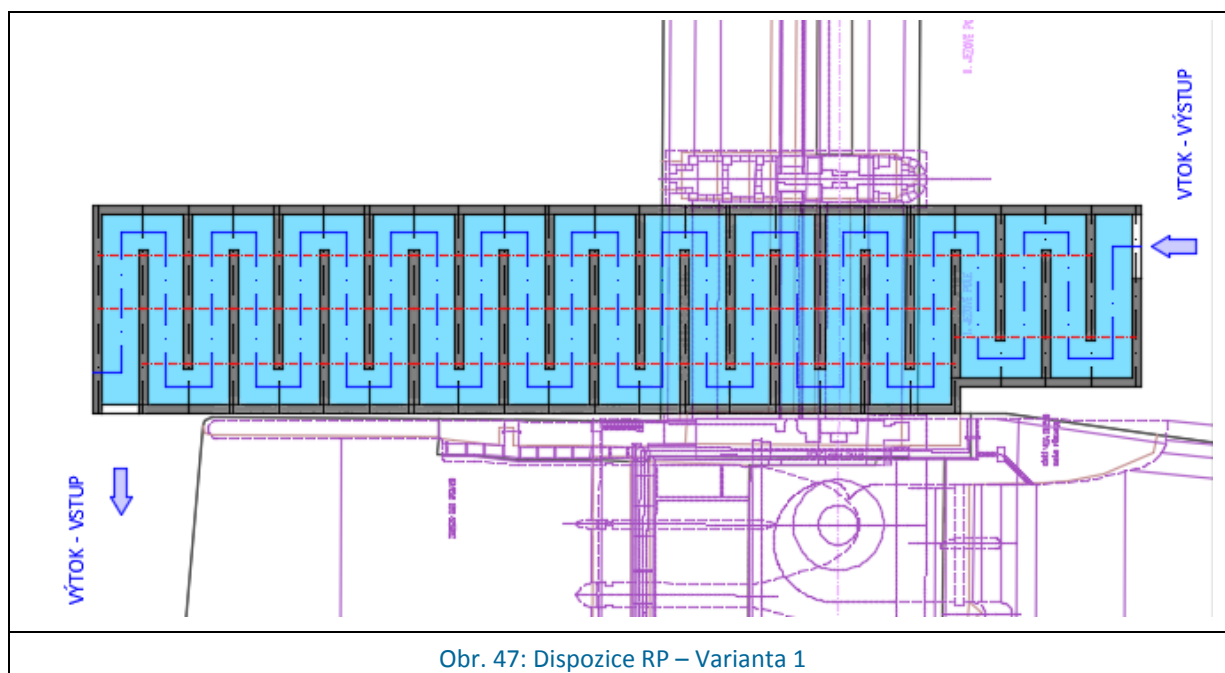
- 1) Konstrukce v levém jezovém poli
- 2) Trasa na levém břehu kolem VE – obtokové koryto
- 3) Trasa na levém břehu s částečným využitím stávajícího RP



4.2.1. Varianta 1 – rampa v jezovém poli

V této variantě je navržen šterbinový technický rybí přechod v levém jezovém poli. Po odstranění hradící konstrukce bude vybudován monolitický betonový objekt, ve kterém bude umístěna lomená trasa žlabu s dělicími přepážkami.

Konstrukce RP je navržena jako pevná, tak aby funkce nebyla závislá na manipulaci a docházelo k automatickému přizpůsobení parametrů na pohyb horní hladiny v nadjezí. Horní hladina se v průběhu času mění dle manipulace s hradícími uzávěry v jednotlivých jezových polích. Geometrické parametry RP, jako jsou délka, sklon, velikost bazénů, počet přepážek, byly zvoleny tak aby se i ostatní parametry nacházely v mezích tolerovaných cílovými druhy ryb a to pro oba extrémní stavy.



Obr. 47: Dispozice RP – Varianta 1

Níže uvedené parametry vychází z hydraulického výpočtu jednotlivých prvků dle postupu určeného Standardem péče o krajinu AOPK ČR – Rybí přechody č. SPPK B02 006: 2014.

Parametry byly určeny vždy pro dva průtokové stavy odpovídající minimální a maximální úrovni horní hladiny v nadjezí. Hodnoty vztahující se k maximální hladině jsou uvedeny v závorce.

Výpočet maximálního **maximální rychlosti** mezi jednotlivými přepážkami

$$v_{max} = \varphi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h}$$

$$v_{max} = 1,08 \text{ (1,15) m/s}$$

Výpočet návrhového **průtoku**

$$Q = \varphi \cdot h_{min} \cdot B_{šterbiny} \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h}$$

$$Q = 3,89 \text{ (6,46) m}^3/\text{s}$$

Kontrola návrhu

Provede se kontrola vtoku do RP pomocí rovnice přepadu; nutno zohlednit ztrátu na vtok a snížení hladiny při nárůstu rychlostní výšky (pozn.: Protože jsou ztráty funkcí v^2 , omezení průtoku vlivem poklesu hladiny může být kritické.

$$v_0 = \frac{Q}{B_{rp} \cdot h_{max}}$$

Přítoková rychlost

$$v_0 = 0,54 \text{ (0,58) m/s}$$

Redukovaná energetická výška zahrnující hydraulické ztráty na vtok

$$h_e = 0,85 \cdot \left(h_{max} + \frac{v_0^2}{2 \cdot g} \right)$$

$$h_e = 1,64 \text{ (2,51) m}$$

Kontrola průtoku

$$Q_{kap} = 0,54 \cdot B_{štěrbiny} \sqrt{2 \cdot g \cdot h_e}^{3/2}$$

$$Q_{kap} = 10,18 \text{ (19,20) m}^3/\text{s}$$

Podmínka $Q_{kap} > Q$ **JE SPLNĚNA**

V profilu štěrbiny je nutné dodržet režim říčního proudění, aby nedošlo k vodnímu skoku. V případě nesplnění této podmínky je nutné snížit v_{max} nebo zvýšit h_{min} .

$$Fr_{štěrbiny}^2 = \frac{v_{max}^2}{g \cdot h_{min}}$$

$$Fr_{štěrbiny} = 0,06 \text{ (0,05) m}^3/\text{s}$$

Podmínka pro říční proudění $Fr < 1$ **JE SPLNĚNA**

Na základě doporučeného podélného sklonu se vypočte doporučená délka tůňky a na jejím základě se zvolí vyšší vhodná hodnota $L_{tůňky}$.

$$L_{doporučený} = \frac{100 \cdot \Delta h - i_{doporučený} \cdot tl}{i_{doporučený}}$$

$$L_{doporučený} = 2,08 \text{ (2,41) m}$$

$$L_{bazénu} \geq L_{doporučený}$$

Podmínka

JE SPLNĚNA

Kontrola disipované energie v jedné tůňce

Disipovaný výkon v jedné tůňce (W) $P = Q \cdot \Delta h \cdot \rho \cdot g$

$$P = 4 \text{ 629 (8 765) W}$$

$$P_{měr} = \frac{P}{V_{bazénu}}$$

Měrný disipovaný výkon

$$P_{měr} = 107 \text{ (130) W/m}^3$$

Podle druhu a velikosti ryb je třeba stanovit přípustnou měrnou disipovanou energii kde $P_{\text{měr.dovol}}$ dovolená maximální měrná disipovaná energie (W/m^3). Pro bazény lipanového pásma 170 W/m^3 .

$$P_{\text{měr.dovolený}} > P_{\text{měrný}}$$

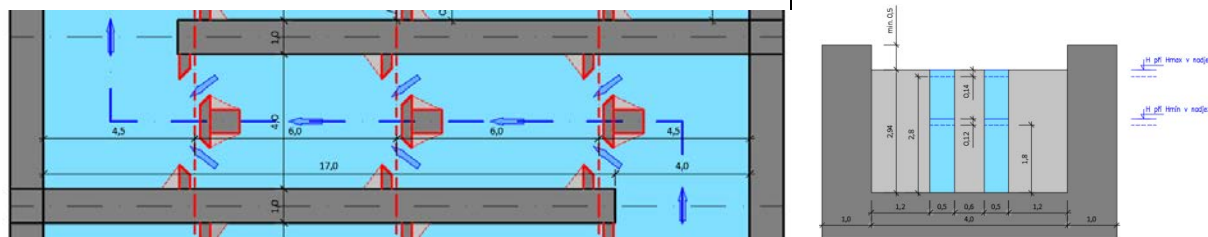
Podmínka

JE SPLNĚNA

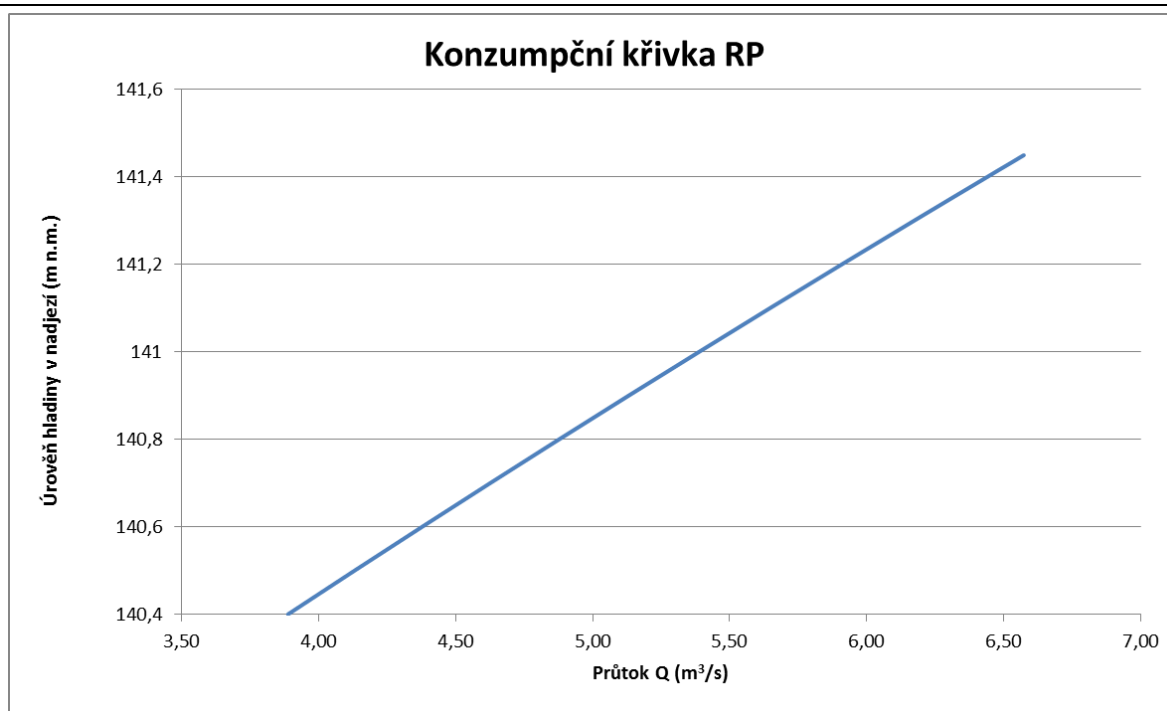
Vzhledem k rozkolísanosti hladiny v nadjezí, která závisí na manipulaci s tabulovými uzávěry na jednotlivých jezových polích je konstrukce RP zvolena tak, aby byla zajištěna funkce v tomto rozmezí. Horní hladina se pohybuje mezi 140,4 a 141,45 m n.m. Nejčastěji se úroveň hladiny v období 2010 – 2016 dle měření VHD PLA pohybovala okolo 141,22 m n.m. Jako výpočtová úroveň dolní hladiny byla zvolena hodnota 132,9 m n.m., která odpovídá nejnižším průtokům. Průměrná úroveň dolní hladiny dle měření VHD se pohybuje okolo 133,8 m n.m.

Tab. 31: Parametry rybího přechodu – varianta 1

Základní geometrické rozměry:	Hhmin	Hhmax
Celkový výškový spád Hrp (m)	7,5	8,55
Návrhový průtok RP Qrp ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	3,89	6,46
Doporučený podélný sklon idop (-)	0,05	0,05
Celkový podélný sklon	1:62,7	1:55
Délka RP Lrb (m)	492	492
délka konstrukce (m)	116	116
Délka vtokové části (výstupu) Lvtok (m)	10	10
Šířka kanálu Brp (m)	4	4
Bazén:		
Délka bazénu Lbazénu (m)	6	6
Šířka bazénu Bbazénu (m)	4	4
Střední rychlost v bazénu vbazénu ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	0,54	0,58
Štěrbina:		
Šířka štěrbin Bštěrbiny (m)	1	1
Počet štěrbin na přepážce: nštěrbin (ks)	2	2
Minimální hloubka vody hmin (m)	1,8	2,8
Maximální hloubka vody hmax (m)	1,92	2,94
Rozdíl hladin na štěrbině dh (m)	0,12	0,14
Rychlost vody ve štěrbině vmax ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	1,08	1,15
počet přepážek	63	63



Obr. 48: Vzorové detaily konstrukce – Varianta 1

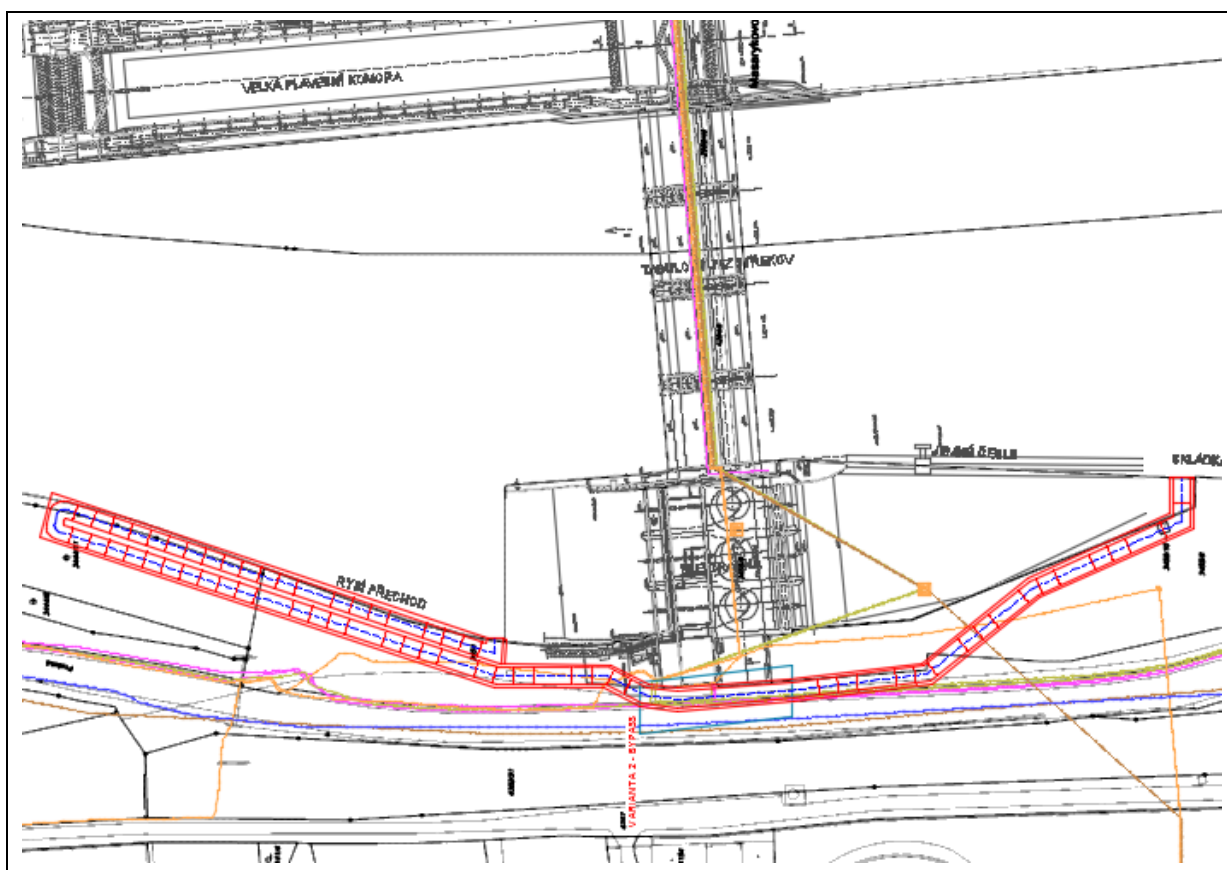


Obr. 49: Konzumpční křivka konstrukce RP – Varianta 1

4.2.2. Varianta 2 – obtokové koryto

V této variantě je navržen štěrbinový technický rybí přechod. Trasa obtokového kanálu po levém břehu je zvolena s ohledem na stávající objekty a využití území. Prostorové podmínky v trase RP jsou však velmi stísněny a budou vyžadovat přeložení inženýrských sítí a případně i drážní vlečky.

Konstrukce RP je navržena jako pevná, tak aby funkce nebyla závislá na manipulaci a docházelo k automatickému přizpůsobení parametrů na pohyb horní hladiny v nadjezí. Horní hladina se v průběhu času mění dle manipulace s hradíci uzávěry v jednotlivých jezových polích. Geometrické parametry RP, jako jsou délka, sklon, velikost bazénů, počet přepážek, byly zvoleny tak aby se i ostatní parametry nacházely v mezích tolerovaných cílovými druhy ryb a to pro oba extrémní stavy.



Obr. 50: Vedení trasy RP – Varianta 2

Níže uvedené parametry vychází z hydraulického výpočtu jednotlivých prvků dle postupu určeného Standardem péče o krajinu AOPK ČR – Rybí přechody č. SPPK B02 006: 2014.

Parametry byly určeny vždy pro dva průtokové stavy odpovídající minimální a maximální úrovni horní hladiny v nadjezí. Hodnoty vztahující se k maximální hladině jsou uvedeny v závorce.

Výpočet maximálního **maximální rychlosti** mezi jednotlivými přepážkami

$$v_{max} = \varphi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h}$$

$$v_{max} = 1,06 (1,14) \text{ m/s}$$

Výpočet návrhového **průtoku**

$$Q = \varphi \cdot h_{\min} \cdot B_{\text{štěrby}} \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h}$$

$$Q = 3,19 \text{ (5,68) m}^3/\text{s}$$

Kontrola návrhu

Provede se kontrola vtoku do RP pomocí rovnice přepadu; nutno zohlednit ztrátu na vtok a snížení hladiny při nárůstu rychlostní výšky (pozn.: Protože jsou ztráty funkcí v^2 , omezení průtoku vlivem poklesu hladiny může být kritické.

$$v_0 = \frac{Q}{B_{rp} \cdot h_{\max}}$$

Přítoková rychlost

$$v_0 = 0,43 \text{ (0,45) m/s}$$

Redukovaná energetická výška zahrnující hydraulické ztráty na vtok

$$h_e = 0,85 \cdot \left(h_{\max} + \frac{v_0^2}{2 \cdot g} \right)$$

$$h_e = 1,38 \text{ (2,25) m}$$

Kontrola průtoku

$$Q_{\text{kap}} = 0,54 \cdot B_{\text{štěrby}} \sqrt{2 \cdot g \cdot h_e}^{3/2}$$

$$Q_{\text{kap}} = 7,84 \text{ (16,25) m}^3/\text{s}$$

Podmínka $Q_{\text{kap}} > Q$

JE SPLNĚNA

V profilu štěrby je nutné dodržet režim říčního proudění, aby nedošlo k vodnímu skoku. V případě nesplnění této podmínky je nutné snížit $v_{\max}$ nebo zvýšit $h_{\min}$.

$$Fr_{\text{štěrby}}^2 = \frac{v_{\max}^2}{g \cdot h_{\min}}$$

$$Fr_{\text{štěrby}} = 0,06 \text{ (0,05) m}^3/\text{s}$$

Podmínka pro říční proudění $Fr < 1$

JE SPLNĚNA

Na základě doporučeného podélného sklonu se vypočte doporučená délka tůňky a na jejím základě se zvolí vyšší vhodná hodnota $L_{\text{tůňky}}$.

$$L_{\text{doporučený}} = \frac{100 \cdot \Delta h - i_{\text{doporučený}} \cdot tl}{i_{\text{doporučený}}}$$

$$L_{\text{doporučený}} = 2,01 \text{ (2,33) m}$$

$$L_{\text{bazénu}} \geq L_{\text{doporučený}}$$

Podmínka

JE SPLNĚNA

Kontrola disipované energie v jedné tůňce

Disipovaný výkon v jedné tůňce (W) $P = Q \cdot \Delta h \cdot \rho \cdot g$

$$P = 3 \text{ 681 (7 467) W}$$

$$P_{\text{měr}} = \frac{P}{V_{\text{bazénu}}}$$

Měrný disipovaný výkon

$$P_{\text{měr}} = 82 \text{ (99) W/m}^3$$

Podle druhu a velikosti ryb je třeba stanovit přípustnou měrnou disipovanou energii kde $P_{\text{měr_dovol}}$ dovolená maximální měrná disipovaná energie (W/m^3). Pro bazény lipanového pásma 170 W/m^3 .

$$P_{\text{měr.dovolený}} > P_{\text{měrný}}$$

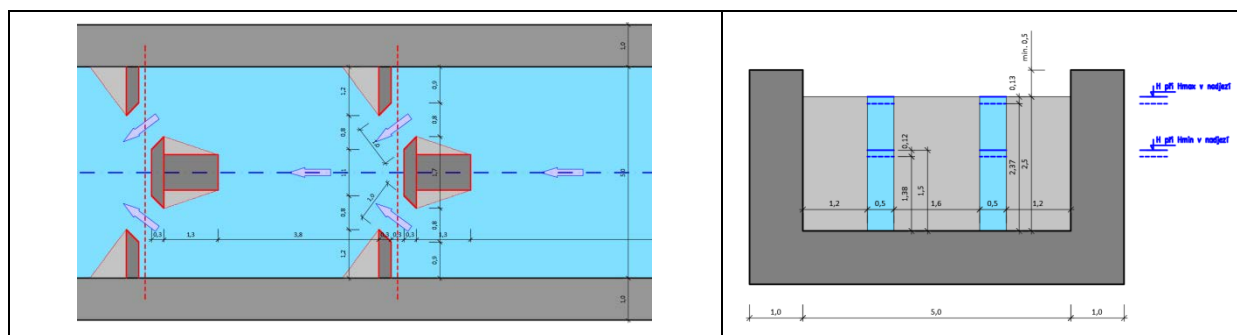
Podmínka

JE SPLNĚNA

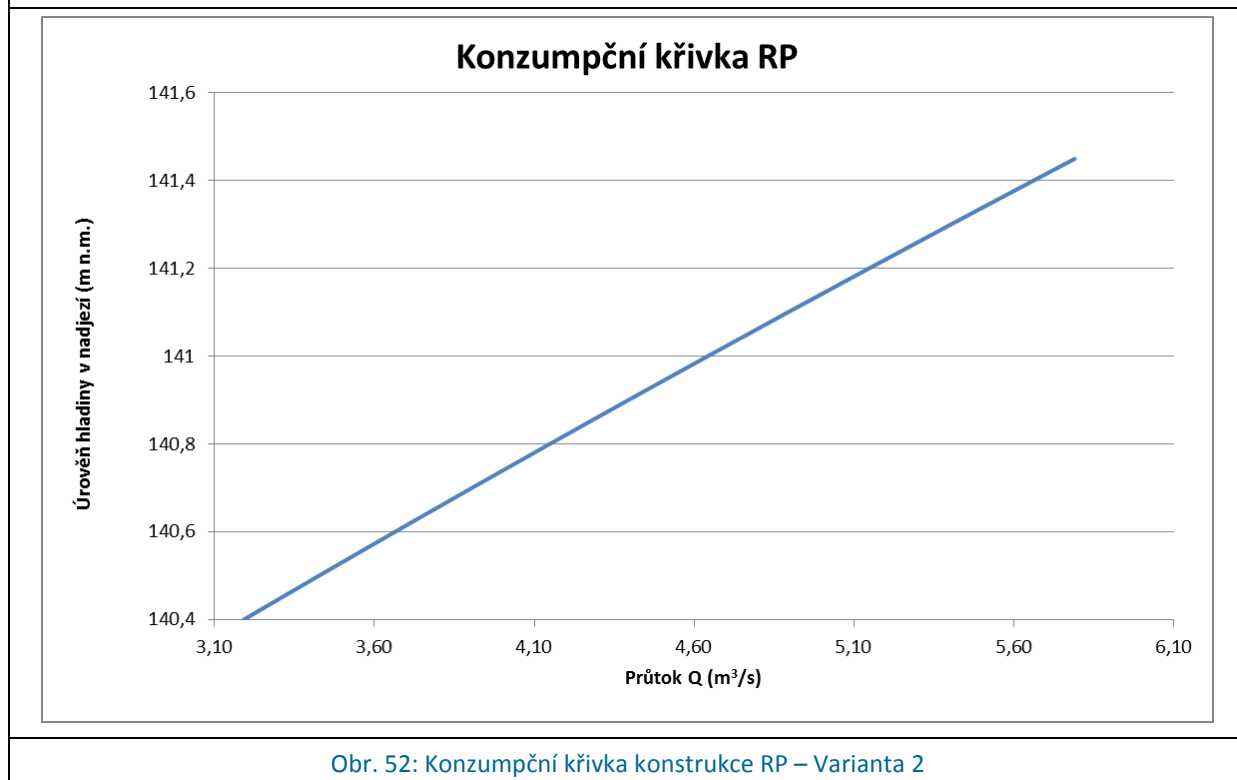
Vzhledem k rozkolísanosti hladiny v nadjezí, která závisí na manipulaci s tabulovými uzávěry na jednotlivých jezových polích je konstrukce RP zvolena tak, aby byla zajištěna funkce v tomto rozmezí. Horní hladina se pohybuje mezi 140,4 a 141,45 m n.m. Nejčastěji se úroveň hladiny v období 2010 – 2016 dle měření VHD PLA pohybovala okolo 141,22 m n.m. Jako výpočtová úroveň dolní hladiny byla zvolena hodnota 132,9 m n.m., která odpovídá nejnižším průtokům. Průměrná úroveň dolní hladiny dle měření VHD se pohybuje okolo 133,8 m n.m.

Tab. 32: Parametry rybího přechodu – varianta 2

Základní geometrické rozměry:	Hhmin	Hhmax
Celkový výškový spád Hrp (m)	7,5	8,55
Návrhový průtok RP Qrp (m ³ .s-1)	3,19	5,68
Doporučený podélný sklon idop (-)	0,05	0,05
Celkový podélný sklon	1:68,7	1:60,2
Délka RP Lrb (m)	537	537
Délka vtokové části (výstupu) Lvtok (m)	8	8
Šířka kanálu Brp (m)	5	5
Bazén:		
Délka bazénu Lbazénu (m)	6	6
Šířka bazénu Bbazénu (m)	5	5
Střední rychlost v bazénu vbazénu (m.s-1)	0,43	0,45
Štěrbina:		
Šířka štěrbin Bštěrbin (m)	1	1
Počet štěrbin na přepážce: nštěrbin (ks)	2	2
Minimální hloubka vody hmin (m)	1,5	2,5
Maximální hloubka vody hmax (m)	1,62	2,63
Rozdíl hladin na štěrbině dh (m)	0,12	0,13
Rychlost vody ve štěrbině vmax (m.s-1)	1,06	1,14
počet přepážek	65	65



Obr. 51: Vzorové detaily konstrukce – Varianta 2



Obr. 52: Konzumpční křivka konstrukce RP – Varianta 2

Tato varianta je z hlediska funkčnosti považována za nejvhodnější. Technické parametry této varianty je vhodné dále ještě optimalizovat na základě výsledků behaviorálního modelu konstrukce a potřeb cílových druhů potencionálních migrantů. Jde například o snížení rozdílu hladin na přepážce vložením více přepážek, zvýšení drsnosti břehů, vložení prvků usměrňujících proudění v bazénech, apod.

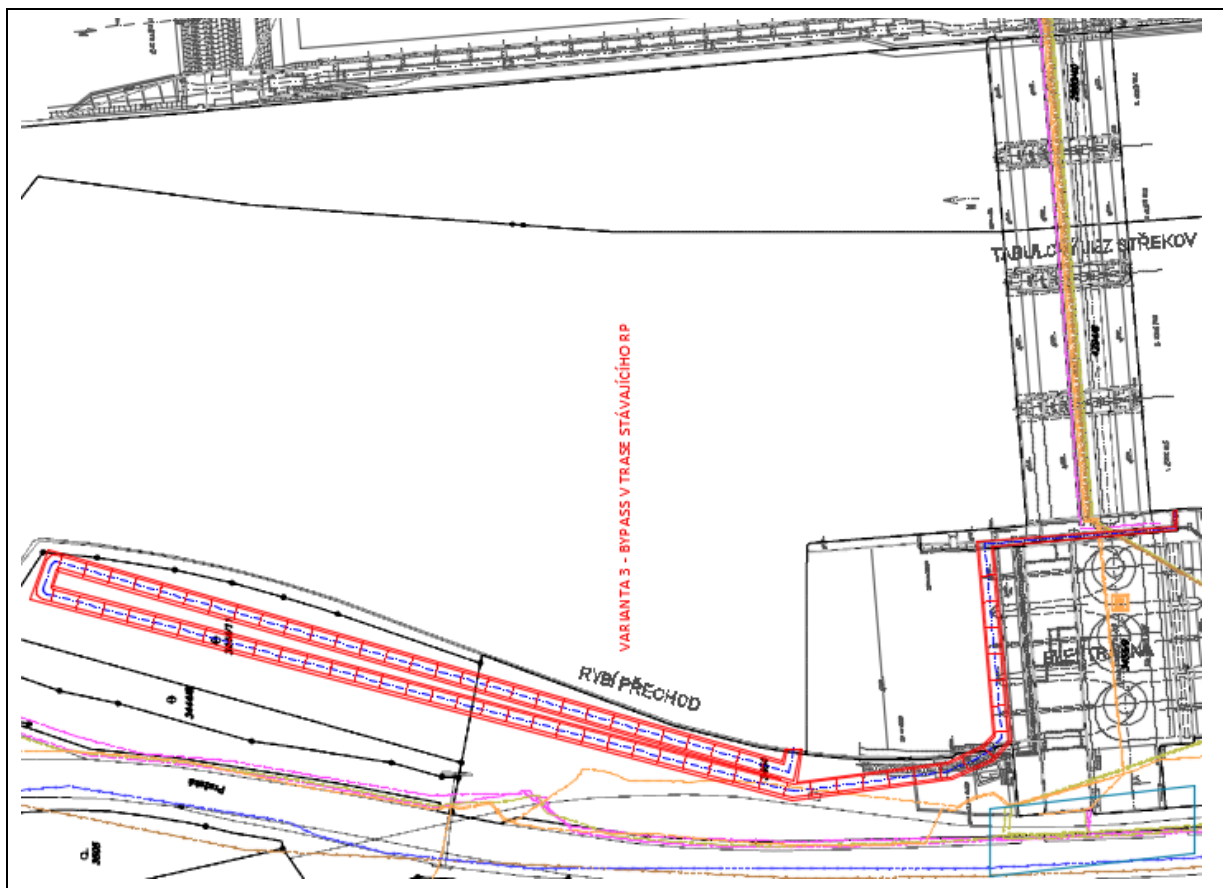
Významným parametrem pro funkci RP je pohyb horní hladiny, který ovlivňuje hydraulické poměry v rybím přechodu. Dle zkušenosti z výstavby RP Geesthacht bylo nutné kompenzovat pohyb, v tomto případě dolní hladiny, doplněním přidavných proudů do každého šestého bazénu.

4.2.3. Varianta 3 – obtokové koryto s využitím trasy stávajícího RP

V této variantě je navržen šterbinový technický rybí přechod. Trasa je vedena z části trasou stávajícího rybího přechodu. Žlab rybího přechodu je v dolní části navržen jako železobetonový monolitický polarám. Ve střední části je nutné konstrukci maximálně odlehčit a proto je doporučováno použití vhodných materiálů jako jsou ocel s nerezovou povrchovou úpravou případně, polymerické kompozitní materiály apod.

V horní vtokové části je kanál veden v současné trase. Střední část je oproti stávající trase přesunuta na vnější plášť budovy, aby bylo odstraněno současné úzké hrdlo. Dolní úsek je prodloužen tak aby bylo dosaženo pozvolnějšího sklonu. Vstup do rybího přechodu je umístěn na konci turbulentní zóny vývěřiště pod elektrárnou.

Konstrukce RP je navržena jako pevná, tak aby funkce nebyla závislá na manipulaci a docházelo k automatickému přizpůsobení parametrů na pohyb horní hladiny v nadjezí. Horní hladina se v průběhu času mění dle manipulace s hradíci uzavěry v jednotlivých jezových polích. Geometrické parametry RP, jako jsou délka, sklon, velikost bazénů, počet přepážek, byly zvoleny tak aby se i ostatní parametry nacházely v mezích tolerovaných cílovými druhy ryb a to pro oba extrémní stavy.



Obr. 53: Vedení trasy RP – Varianta 3

Níže uvedené parametry vychází z hydraulického výpočtu jednotlivých prvků dle postupu určeného Standardem péče o krajinu AOPK ČR – Rybí přechody č. SPPK B02 006: 2014.

Parametry byly určeny vždy pro dva průtokové stavy odpovídající minimální a maximální úrovni horní hladiny v nadjezí. Hodnoty vztahující se k maximální hladině jsou uvedeny v závorce.

Výpočet maximálního **maximální rychlosti** mezi jednotlivými přepážkami

$$v_{max} = \varphi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h}$$

$$v_{max} = 1,00 (1,06) \text{ m/s}$$

Výpočet návrhového **průtoku**

$$Q = \varphi \cdot h_{min} \cdot B_{štěrbiny} \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h}$$

$$Q = 2,24 (3,99) \text{ m}^3/\text{s}$$

Kontrola návrhu

Provede se kontrola vtoku do RP pomocí rovnice přepadu; nutno zohlednit ztrátu na vtok a snížení hladiny při nárůstu rychlostní výšky (pozn.: Protože jsou ztráty funkcí v^2 , omezení průtoku vlivem poklesu hladiny může být kritické.

$$v_0 = \frac{Q}{B_{rp} \cdot h_{max}}$$

Přítoková rychlost

$$v_0 = 0,50 (0,53) \text{ m/s}$$

Redukovaná energetická výška zahrnující hydraulické ztráty na vtok

$$h_e = 0,85 \cdot \left(h_{max} + \frac{v_0^2}{2 \cdot g} \right)$$

$$h_e = 1,37 (2,24) \text{ m}$$

Kontrola průtoku

$$Q_{kap} = 0,54 \cdot B_{štěrbiny} \sqrt{2 \cdot g \cdot h_e}^{3/2}$$

$$Q_{kap} = 5,82 (12,11) \text{ m}^3/\text{s}$$

Podmínka $Q_{kap} > Q$

JE SPLNĚNA

V profilu štěrbiny je nutné dodržet režim říčního proudění, aby nedošlo k vodnímu skoku. V případě nesplnění této podmínky je nutné snížit v_{max} nebo zvýšit h_{min} .

$$Fr_{štěrbiny}^2 = \frac{v_{max}^2}{g \cdot h_{min}}$$

$$Fr_{štěrbiny} = 0,07 (0,05) \text{ m}^3/\text{s}$$

Podmínka pro říční proudění $Fr < 1$

JE SPLNĚNA

Na základě doporučeného podélného sklonu se vypočte doporučená délka tůňky a na jejím základě se zvolí vyšší vhodná hodnota $L_{tůňky}$.

$$L_{doporučený} = \frac{100 \cdot \Delta h - i_{doporučený} \cdot tl}{i_{doporučený}}$$

$$L_{doporučený} = 1,73 (2,01) \text{ m}$$

$$L_{\text{bazénu}} \geq L_{\text{doporučený}}$$

Podmínka

JE SPLNĚNA

Kontrola disipované energie v jedné tůňce

Disipovaný výkon v jedné tůňce (W) $P = Q \cdot \Delta h \cdot \rho \cdot g$

$$P = 2\,273\, (4\,610)\, W$$

$$P_{\text{měr}} = \frac{P}{V_{\text{bazénu}}}$$

Měrný disipovaný výkon

$$P_{\text{měr}} = 84\, (102)\, W/m^3$$

Podle druhu a velikosti ryb je třeba stanovit přípustnou měrnou disipovanou energii kde $P_{\text{měr,dovol}}$ dovolená maximální měrná disipovaná energie (W/m^3). Pro bazény lipanového pásma $170\, W/m^3$.

$$P_{\text{měr,dovol}} > P_{\text{měrný}}$$

Podmínka

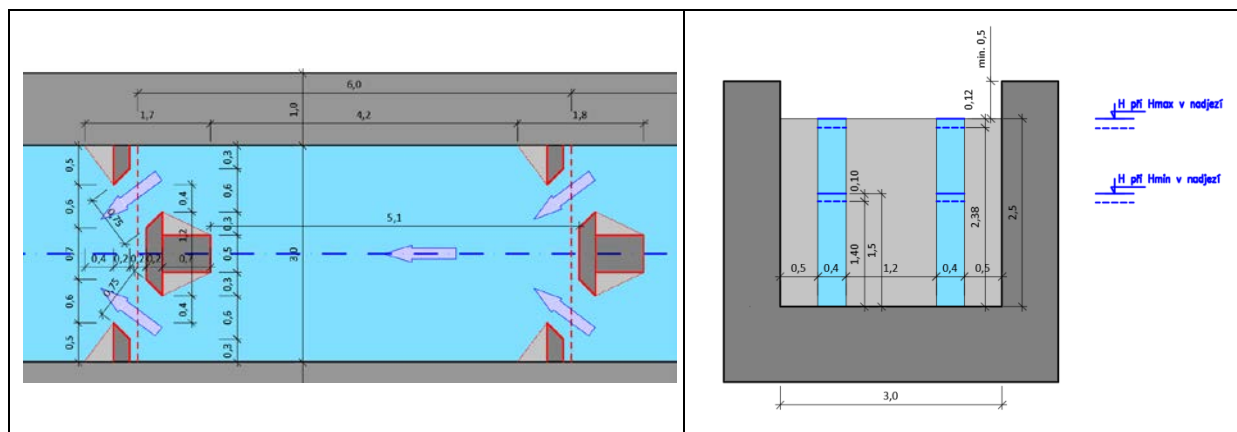
JE SPLNĚNA

Vzhledem k rozkolísanosti hladiny v nadjezí, která závisí na manipulaci s tabulovými uzávěry na jednotlivých jezových polích je konstrukce RP zvolena tak, aby byla zajištěna funkce v tomto rozmezí. Horní hladina se pohybuje mezi 140,4 a 141,45 m n.m. Nejčastěji se úroveň hladiny v období 2010 – 2016 dle měření VHD PLa pohybovala okolo 141,22 m n.m. Jako výpočtová úroveň dolní hladiny byla zvolena hodnota 132,9 m n.m., která odpovídá nejnižším průtokům. Průměrná úroveň dolní hladiny dle měření VHD se pohybuje okolo 133,8 m n.m.

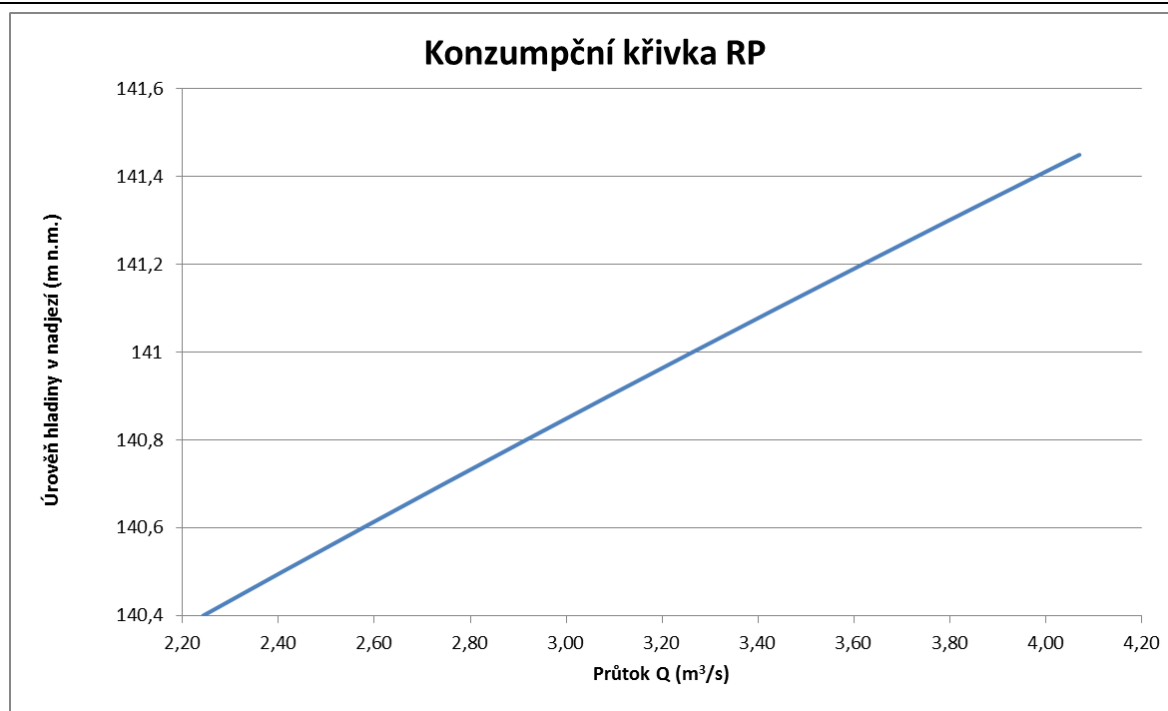
Tab. 33: Parametry rybího přechodu – varianta 3

Základní geometrické rozměry:	Hhmin	Hhmax
Celkový výškový spád Hrp (m)	7,5	8,55
Návrhový průtok RP Qrp (m ³ .s-1)	2,24	3,99
Doporučený podélný sklon idop (-)	0,05	0,05
Celkový podélný sklon	1:59,1	1:51,8
Délka RP Lrb (m)	465	465
Délka vtokové části (výstupu) Lvtok (m)	46	46
Šířka kanálu Brp (m)	3	3
Bazén:		
Délka bazénu Lbazénu (m)	6	6
Šířka bazénu Bbazénu (m)	3	3
Střední rychlost v bazénu vbazénu (m.s-1)	0,50	0,53
Štěrbina:		
Šířka štěrbin B štěrbin (m)	0,75	0,75
Počet štěrbin na přepážce: n štěrbin (ks)	2	2
Minimální hloubka vody h min (m)	1,5	2,5

Maximální hloubka vody $h_{\max}$ (m)	1,60	2,62
Rozdíl hladin na štěrbině dh (m)	0,10	0,12
Rychlost vody ve štěrbině $v_{\max}$ (m.s-1)	1,00	1,06
počet přepážek	74	74



Obr. 54: Vzorové detaily konstrukce – Varianta 3



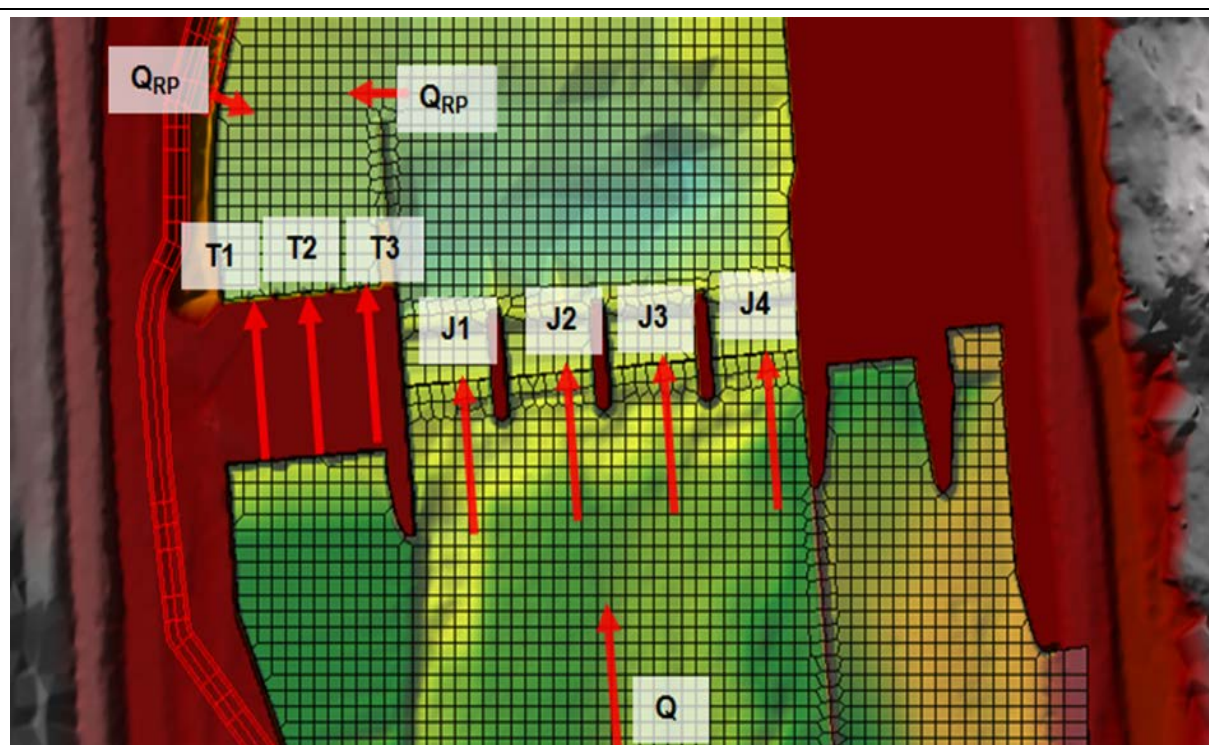
Obr. 55: Konzumpční křivka konstrukce RP – Varianta 3

4.3. Hydrotechnické posouzení variant

4.3.1. 2D numerický hydraulický model

Pro posouzení vhodnosti umístění vstupu do rybího přechodu a ovlivnění průtoků v Labi bylo zpracováno hydrotechnické posouzení na základě 2D numerického modelu proudění.

V rámci hydrotechnického posouzení byl na základě dat od Povodí Labe s.p. získaných pomocí měřicí lodě vytvořen digitální model terénu s navrženými variantami rybího přechodu, varianty 2 a 3 mají stejné umístění vstupu.



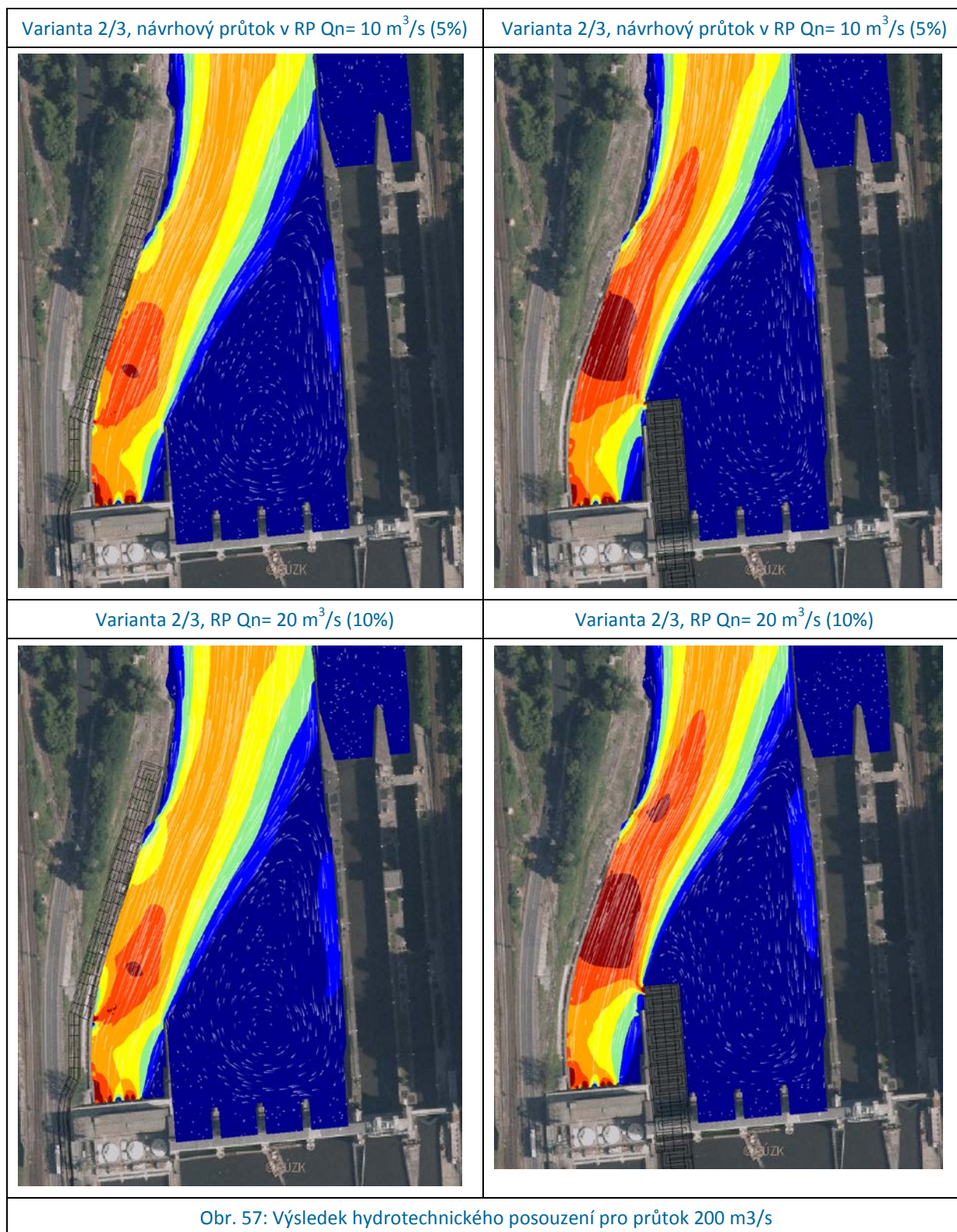
Obr. 56: Digitální model terénu, symboly Q_{rp} představují výstupy z rybího přechodu, T1-3 tři turbíny VE a J1-3 jezová pole.

Na základě vyhodnocení doporučených parametrů pro návrhový průtok RP byla sestavena tabulka testovaných scénářů pro průtokové situace Q_{355d}, Q_a a Q_{30d} a byly posouzeny pro obě varianty výtoku z RP.

Tab. 34: Testované scénáře

Scénář	Celkový průtok	Průtok v RP
1	$Q_{355d} = 56,2 \text{ m}^3/\text{s}$	$5,3 \% = 3,0 \text{ m}^3/\text{s}$
2	$Q_{355d} = 56,2 \text{ m}^3/\text{s}$	$10 \% = 5,6 \text{ m}^3/\text{s}$
3	$Q_A = 200 \text{ m}^3/\text{s}$	$5 \% = 10 \text{ m}^3/\text{s}$
4	$Q_A = 200 \text{ m}^3/\text{s}$	$10 \% = 20 \text{ m}^3/\text{s}$
5	$Q_{30d} = 660 \text{ m}^3/\text{s}$	$2 \% = 13,2 \text{ m}^3/\text{s}$
6	$Q_{30d} = 660 \text{ m}^3/\text{s}$	$4 \% = 25,1 \text{ m}^3/\text{s}$
7	Q_{100} – pouze Varianta 1 – porovnání vlivu na průchod velkých vod oproti stávajícímu stavu	

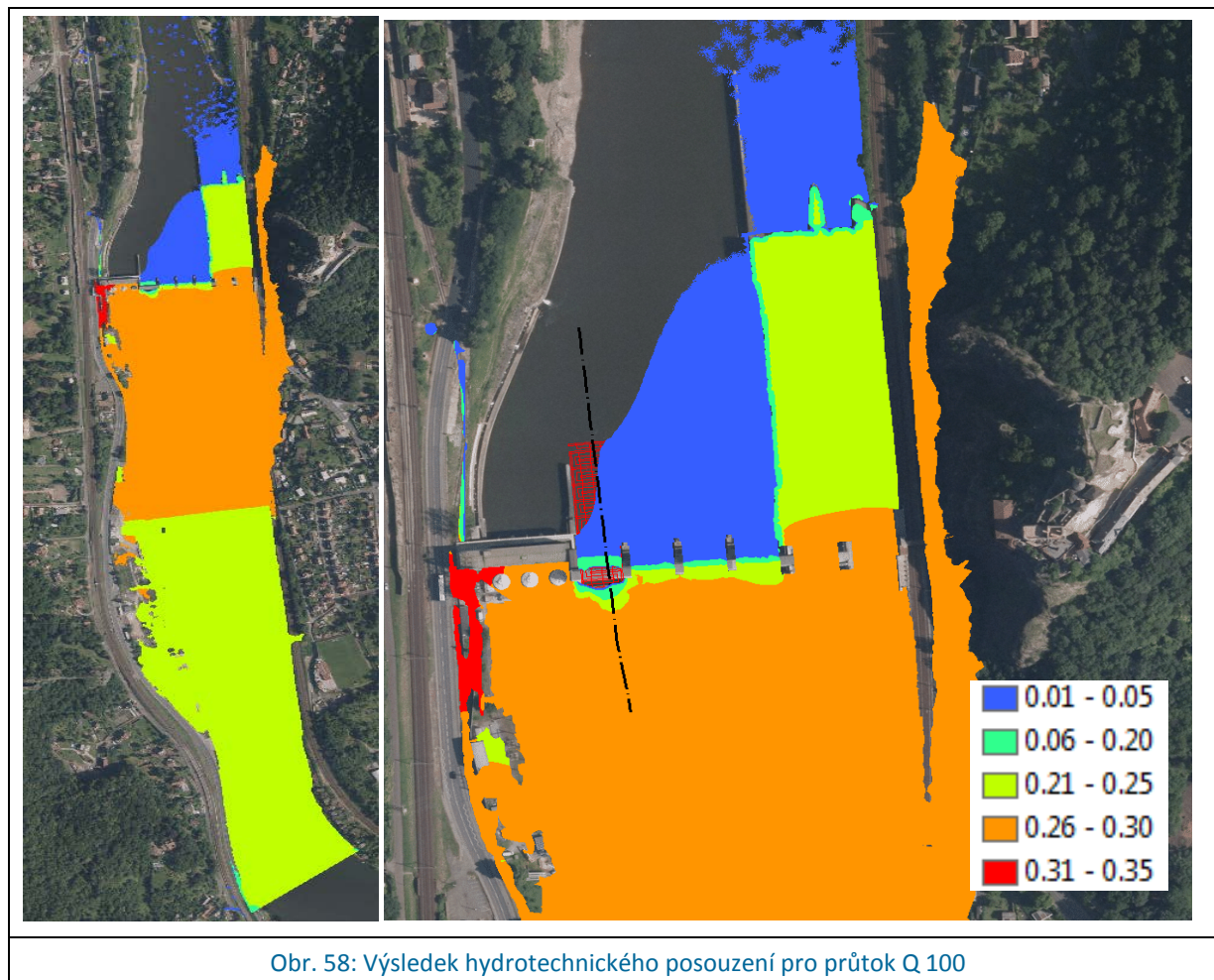
Zde uvádíme pro ilustraci situace při průtoku 200 m³/s, který je nejběžnějším průtokem v době hlavní migrační sezóny, průtok je převáděn přes prostřední a levou turbínu VE



Umístění RP na levém břehu se zdá velmi výhodné a ryby mohou vstup do RP snadno detegovat.

V rámci hydrotechnického posouzení byl proveden i dohad vlivu případné realizace RP místo jednoho pole jezu na průchod Q100. Byl posouzen současný stav a modelová situace, výsledek je znázorněn v podobě rozdílu hladin mezi stávající a modelovou situací.

Model byl zpracován s podmínkou, že obě plavební komory jsou během povodní uzavřeny, jelikož by docházelo jejich zanášení.



Na obrázku je patrné, že hladiny v nadjezí by se zvýšila vzhledem k profilu koryta poměrně daleko nad jez, přímo nad jezem a v okolí jezu by byla vyšší přibližně o 30 cm.

Je třeba zmínit, že v rámci pravidelné cyklické údržby je většinou jedno stavidlo jezu mimo provoz, to by ještě dále zvýšilo negativní vliv konstrukce RP na průchod velkých vod.

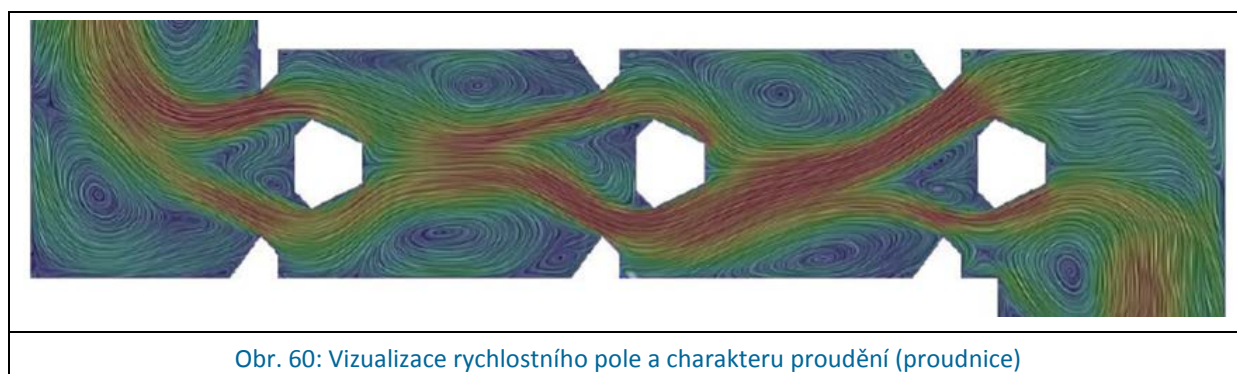
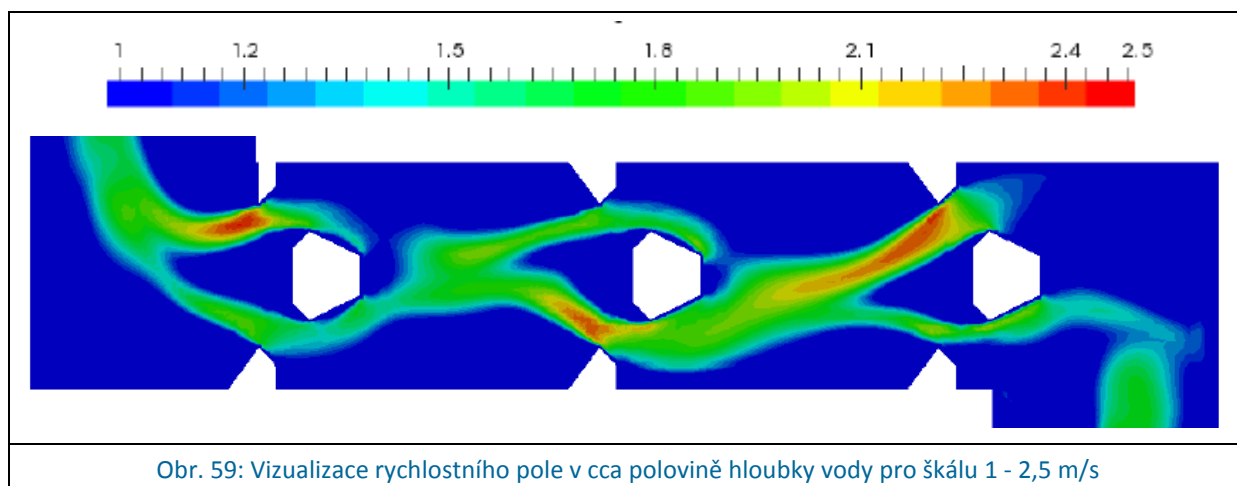
Je možné uvažovat s kompenzačním opatřením v podobě otevření obou plavebních komor, (mají celkovou šířku 36,5m větší než jedno pole jezu (24 m), ale to znamenalo vyšší riziko poškození a také by to vyžadovalo nutnou údržbu vzhledem k nahromaděnému sedimentu a tím pádem i zdržení obnovy plavby.

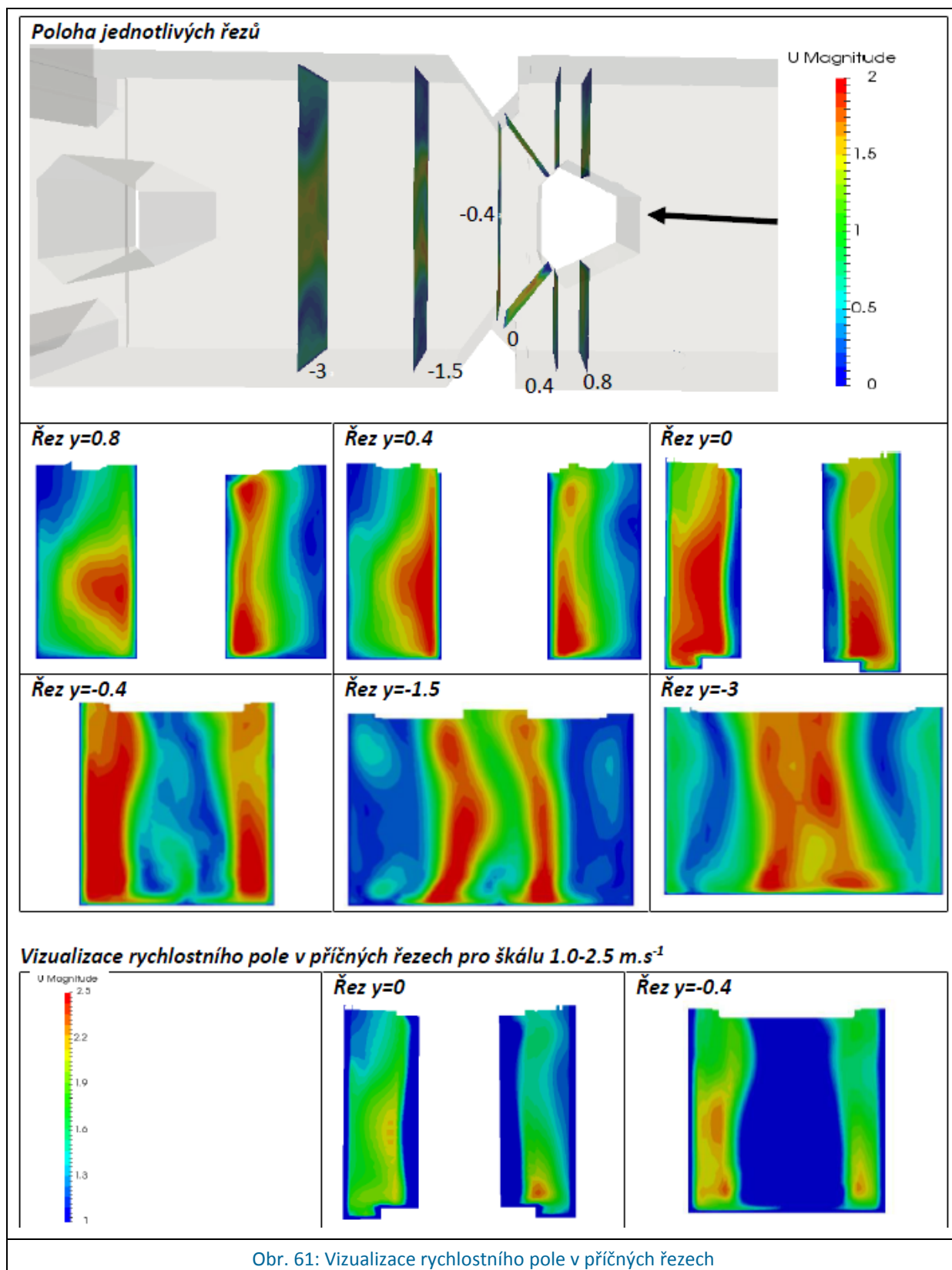
Plné znění závěrečné zprávy k tomuto hydrotechnickému posouzení a podrobná analýza a vyhodnocení charakteru proudění je uvedeno v samostatné příloze této studie (D.1. Hydrotechnické posouzení).

4.3.2. 3D numerická simulace proudění v rybím přechodu

Pro detailní hydrotechnické posouzení byla vybrána varianta lomené trasy rampy, která je z hydraulického pohledu nejkritičtější. V rámci simulace byla prověřena geometrie navrženého dvoušterbinového rybího přechodu a proudění v něm. Konkrétně bylo provedeno:

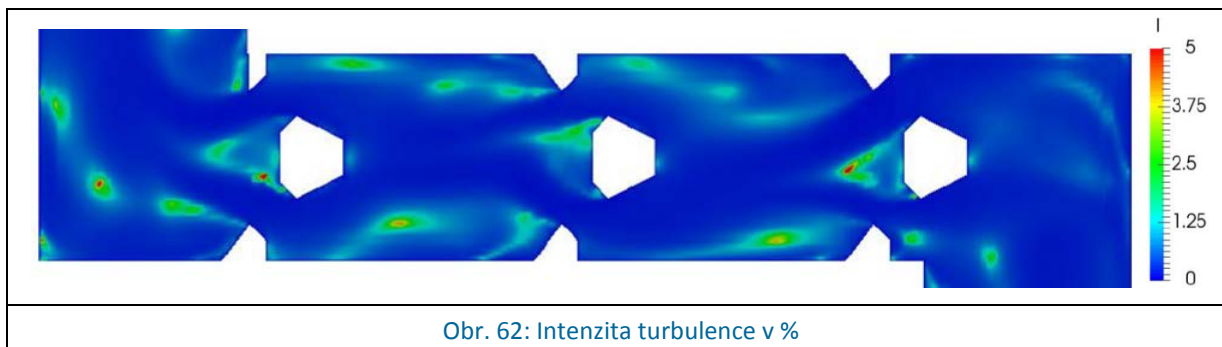
- 3D numerická simulace proudění o volné hladině pomocí nástrojů open-source CFD OpenFOAM (*);
- Analýza proudění pro definovanou geometrickou variantu přepážkového rybího přechodu za definovaných okrajových podmínek;
- Rozbor geometrie; definování rozsahu geometrie s cílem věrného postižení proudění v charakteristické části rybího přechodu (úsek oblouku, úsek vloženého přímého úseku);
- Vyhodnocení simulace a rozbor proudění v charakteristických částech; rozbor rozložení rychlostí v půdorysných, příčných a podélných řezech; průběh rychlostí v definovaných svislicích; rozbor spádu hladiny mezi jednotlivými přepážkami; identifikace zón proudění (oblasti s vyšší rychlostí, oblasti se střední rychlostí, oblasti zpětného proudění, oblasti s výskytem vyšší turbulence).





Dalším ukazatelem je stabilita proudění s minimálním rozsahem turbulentních zón na styku hlavního proudu a oblastí zpětného proudění. V této zóně dochází k fluktuacím rychlostí, vznikají a zanikají zde

drobné vírové struktury v průběhu času (jejich oka jsou simulizovány červenou barvou). Naopak zóny se stabilním charakterem proudění jsou vizualizovány nízkou intenzitou turbulence (modrá oblast).



Z analýzy proudění vyplývá nutnost úprav geometrie jednotlivých částí rybího přechodu především přepážek, zvýšení drsnosti dna a břehů, snížení rozdílu hladin na přepážce apod. Tyto úpravy je však nutné prověřit matematickým modelem a při dosažení teoreticky optimálních podmínek následně i fyzikálním modelem.

Plné znění závěrečné zprávy k této simulaci a podrobná analýza a vyhodnocení charakteru proudění je uvedeno v samostatné příloze této studie (D.2. 3D numerická simulace proudění v rybím přechodu).

4.4. Opatření na vstupu do RP

Účelem této skupiny opatření je zajištění orientace protiproudových migrantů v příčném profilu toku. Vstup do rybího přechodu je v porovnání s šířkou vodního toku pod přepážkou poměrně malým objektem. Proto je nutné vhodné umístění vstupního okna vzhledem k migračním trasám a hydraulickým poměrům v toku při různých průtokových stavech, které bylo posouzeno 2D numerickým modelem viz předchozí kapitola. Zvolení typu rybích přechodů jsou pevnou konstrukcí, kterou je nutné doplnit lákavým proudem. Lákavý proud je proměnlivý dotační průtok na vstupu do RP, který zajistí dostatečnou atraktivitu vstupu pro migrující jedince při různých průtokových stavech.

4.4.1. Potrubí lákavého proudu s turbínou

Prvním a preferovaným typem opatření je zajištění lákavého proudu pomocí nového potrubí s odběrem v nadjezí. Pro minimalizaci ztrát na výrobě elektrické energie je vhodné na toto potrubí umístit turbínu, která zajistí energetické využití. Vedlejším efektem je významné snížení energie proudící vody. Turbína musí být opatřena na vtoku i výtoku zařízeními zamezujícími vniknutí ryb a jejich poškození.

Průtok rybím přechodem se pohybuje v rozmezí 2 – 5 m³/s. Průtok rybím přechodem je na základě konsumpční křivky RP závislý na úrovni hladiny v nadjezí. Velikost lákavého proudu závisí na průtoku v řece na základě následujících pravidel:

- při průtocích v řece do 50 m³/s je velikost lákavého proudu 0 m³/s
- při průtocích v řece od 50 do 300 m³/s je lineární průběh velikosti lákavého proudu od 0 do 20 m³/s (při průtoku v řece 300 m³/s je dosaženo maximální velikosti lákavého proudu 20 m³/s)
- při průtocích v řece nad 300 m³/s je velikost lákavého proudu 20 m³/s

Kaplanova turbína

Pro výpočet výroby této nové elektrárny byla použita turbína firmy Mavel a.s. typu KA 1800 K4. Jedná se o přímoproudou kaplanovu BULB turbínu s velikostí oběžného kola 1,8 m. Maximální výkon na svorkách generátoru činí při spádu 7,5 m a průtoku 20 m³/s 1250 kW. Vzhledem k nátoku do potrubního přivaděče a předpokládanému uklidňovacímu objektem za elektrárnou je čistý spád navrhované elektrárny snížen oproti hrubému spádu na lokalitě o 0,4 m.

V prostorově stísněném staveništi je nutné uvažovat i nezanedbatelným požadavkem pro umístění objektu elektrárny, přívodního a odpadního potrubí DN 3600. Návrh a realizace elektrárny a rybího přechodu musí být vzájemně koordinovány a respektovat vzájemná omezení.

Základní parametry nové turbíny pro převod lákavého proudu:

Kaplanova BULB turbína s úhlovou převodovkou

Velikost oběžného kola:	1,8 m
Počet lopatek oběžného kola:	4
Maximální průtok turbínou:	20 m ³ /s
Minimální průtok turbínou:	4 m ³ /s
Maximální výkon turbíny:	1345 kW

Tento typ turbíny byl zvolen, kvůli kvantifikaci nákladů a zisků. Výběr vhodného typu je nutné posoudit ve vazbě prostorové uspořádání vtoku do přívodního potrubí, spádu a umístění zaústění odpadu pod turbínou do RP.

Další možné typy turbín

Podrobné vyčíslení nákladů a výnosů je uvedeno v kapitole 5.2.

Šneková turbína (Archimédův šroub)

Tento typ turbíny je znám jako velmi šetrná k migrujícím rybám. Je však omezena maximálním výkonem 500kW a max. průtokem 10 m³/s. Nevýhodou jsou velké rozměry (pro max. průtok se jedná o průměr šneku kolem 4 m. Bližší parametry lze ověřit u výrobců <http://www.andritz.com/products-and-services/pf-detail.htm?productid=8775> nebo <http://archimedespower.co.uk/index.php?id=page&idd=5&lang=eng>.

Alden turbína

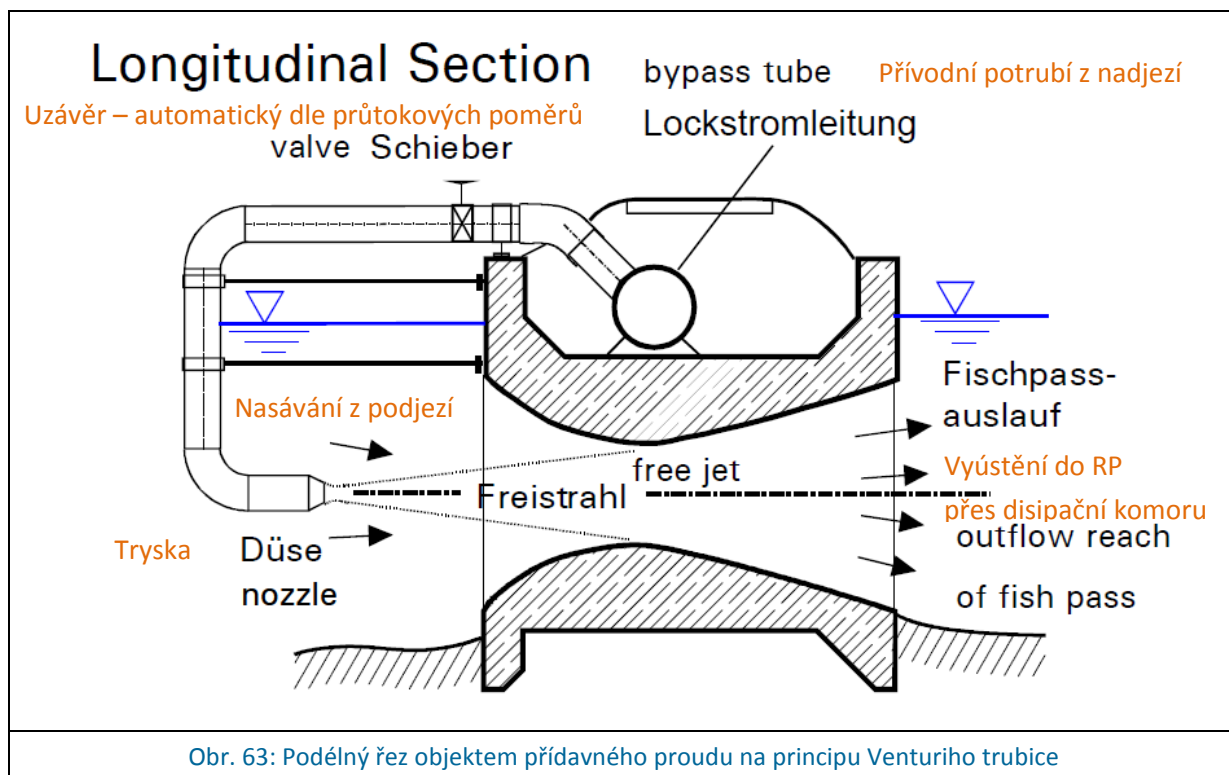
Turbína od firmy Voith, která je navržena tak, aby umožňovala poproudovou migraci ryb.

<http://www.voith.com/en/products-services/hydro-power/environmentally-friendly-hydro-products/alden-turbine-873.html>

Nevýhodou oproti již instalovaným kaplanovým turbínám je nižší schopnost regulace, nižší účinnost a menší jednotková hltlost (pro stejnou hltlost je nutné použít větší průměr oběžného kola). Její instalace by znamenala snížení hltlosti (zástavbové rozměry jsou omezeny stávající turbínou), vybourání a výměna stávající turbíny včetně spirály, savky generátoru. Velice zajímavá přednáška, která srovnává turbínu Alden s tradičními: <http://www.slideshare.net/swargpatel283/fish-friendly-turbine>.

4.4.2. Venturiho trubice

Dalším principem zajištění lákavého proudu je instalace zařízení pracujícího na principu Venturiho trubice (ACP pumpa). Toto zařízení odebírá cca 10 % požadovaného dotačního proudu z nadjezí zbývající část (90%) průtoku je nasávána z dolní vody v podjezí. Touto problematikou se podrobně zabývá Dr.-Ing. R. Hassinger z Univerzity v Kasselu. Dle konzultace s Dr.-Ing. R. Hassingerem byly navrženy 4 ACP pumpy každá s výkonem 5 m³/s.



4.4.3. Behaviorální clony na vstupu do RP

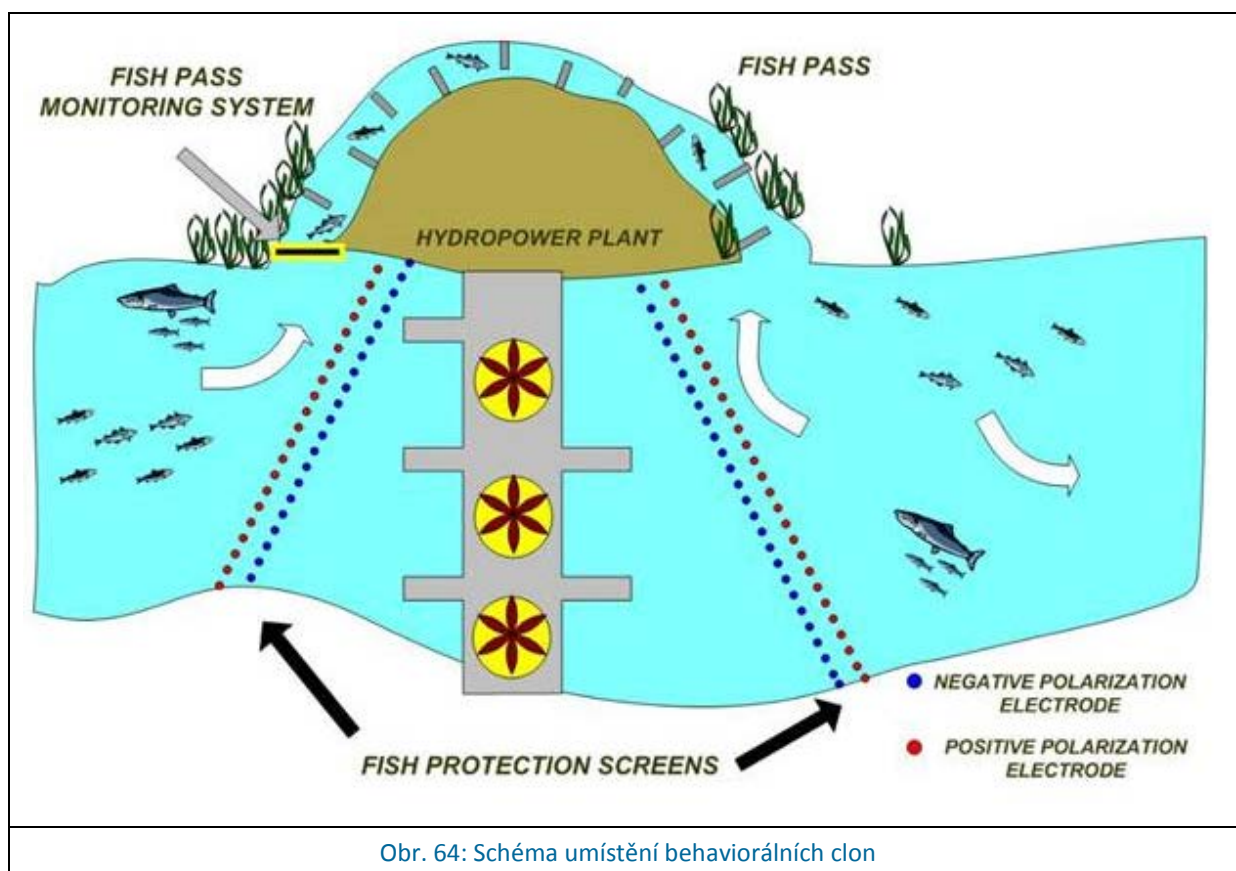
Toto opatření doplňuje lákavý proud a usměrňuje migrující jedince směrem ke vstupu do RP. Instalaci tohoto opatření doporučujeme až po prověření skutečně realizované stavby rybího přechodu a vyhodnocení chování ryb u vstupu.

Instalaci behaviorální clony může mít negativní vliv na stávající populace a jejich stanoviště v podjezí. V současné době je odhadováno umístění trdliště plotic, ostrorettek a bolenů v podjezí u konce opěrné zdi velké plavební komory (Musil, Vrána, ústní sdělení).

Pro zabránění migrace ryb nežádoucím směrem (například do turbín vodní elektrárny) a pro navedení požadovaným směrem k rybímu přechodu je možné využít takzvané behaviorální clony, které mohou být různého typu: mechanické, elektronické, vyžívající zábleskové světlo, bublinové a podobně. Koncepce zprůchodnění vodního díla Střekov pro protiproudovou migraci je koncipována tak, že co největší průtok je naveden do vstupu hlavního rybího přechodu a dá se předpokládat, že i vzhledem k poloze vstupu u břehu těsně pod savkami VE bude vstup do RP pro ryby dobře detekovatelný. Po realizaci rybího přechodu je nutné v rámci zkušebního provozu provést podrobný monitoring chování ryb pod vodním dílem, a pokud bude zjištěno, že se ryby nacházejí v jiných místech, než jsme předpokládali, je možné navrhnout behaviorální clony k usměrnění migrace ryb.

V rámci zpracování projektu byl navázán kontakt s výrobcem elektronických zařízení Procom System z Polska, který se zabývá také výrobou behaviorálních clon (<http://www.procomsystem.pl>). Zástupce společnosti pan Piotr Augustin, ředitel sekce Hydroekologie, byl pozván na „Seminář k zprůchodnění migračních překážek ve vodních tocích“ organizovaný 10.11.2016 v Praze ve spolupráci VRV a.s., AOPK ČR a Povodí Vltavy, státní podnik. Byl představen systém Neptun o ochraně ryb a směřování migrací ryb, byly diskutovány technické možnosti a byla dohodnuta exkurze na již instalované zařízení na řece Nysa Kłodzka v města Nysa na rok 2017, kdy bude již zařízení plně funkční a bude probíhat hlavní období migrace ryb.

Behaviorální clony bude možné také využít pro směřování ryb při poproudové migraci. Opět se navrhuje nejprve podrobný monitoring chování ryb u jezu a u rybiho přechodu a v návaznosti na výsledky monitoringu bude možné navrhnout systém behaviorálních clon.



4.5. Poproudová migrace

Tato problematika byla mimo jiné podrobně řešena v rámci projektové přípravy „Plavebního stupně Děčín“. Ředitelství vodních cest je budoucím investorem této akce a v současné době zajišťuje předprojektovou a projektovou přípravu této stavby. Zpracovatelem studie „Rešerše a expertní vyhodnocení možností řešení problematiky poproudé migrace v souvislosti s eliminací mortality rybí fauny na malé vodní elektrárně v rámci záměru Plavební stupeň Děčín, včetně projekčního zpracování vhodného řešení a jeho modelového ověření“ z roku 2012, která řeší poproudovou migraci na plánované stavbě, je Well Consulting, s.r.o. Environmentální rizika provozu malých vodních elektráren ve vazbě na poproudovou migraci ryb a nápravná řešení

Klíčová stádia úhoře jsou stádia zvaná stříbrný úhoř (velikost 50 až 80 cm), což jsou samice migrující do ústí řek a odtud pak do Sargasového moře k vytření. Losos migruje poproudě ve stádiu strdlíce (někdy nazývaný smolt, velikost 15 až 25 cm) do brakických a slaných vod Atlantského oceánu, kde dorůstají do dospělosti. Funkčnost zábran musí být nejvyšší zejména v době hlavní migrace obou druhů. Migrace juvenilních lososů začínají obvykle na jaře a pokračují až do začátku léta. U nás začíná třecí migrace úhoře koncem jara potom, co se ryby dokrmily po zimním půstu. Nejintenzivnější tah probíhá v tmavých nocích od srpna do září.

Kritickými místy pro poroudovou migraci je vtok do vodní elektrárny, který je v současné době opatřen česlovou stěnou a jezová pole, kde se výška přepadové hrany pohybuje mezi 140,4 – 141,45 m n.m. (dle manipulačního řádu). Dle měření VHD PLa se horní hladina pohybuje v úrovni 141,22 m n.m. V tomto případě se jedná o rozdíl horní a dolní hladiny 8,9 m (při Q_{355}). Pod jezovými poli se nachází zahloubené opevněné vývařiště, kde se hloubka vody blíží k 6-ti metrům při Q_{355} .

Poproudová migrace je stejně důležitá, jako protiproudová, zejména ve vazbě na migraci dospělých úhořů. U jednotlivých variant bude řešena různě. Hlavním principem je u všech řešených variant zajistit následující základní podmínky pro úspěšnou poproudovou migraci a to:

- Bezpečné převedení do podjezí
- Zamezení vstupu do elektrárny, nasměrování a podchycení migrujících jedinců

4.5.1. Zabezpečení bezpečného provedení poproudových migrantů do podjezí

Pro bezpečné provedení poproudových migrantů do podjezí je nutné vytvořit vhodně umístěný koridor, který může být samostatnou stavbou. Nutnost tohoto opatření byla posuzována pro každou z výsledných variant RP.

U **varianty 1** není nutné navrhovat další opatření pro bezpečné převedení do podjezí, jelikož vstup do RP bude umístěn na vhodném místě a současně lze využít stávající RP. Na základě výsledků monitoringu chování ryb u RP však může být migrace ryb směřována pomocí behaviorálních clon a sběrné dnové galerie.

U **varianty 2** je navrženo pro poproudovou migraci využití trasy historického rybího přechodu a výstavba vhodné konstrukce RP v této trase, který by mohl sloužit i jako doplňkové opatření k protiproudové migraci ryb.

U **varianty 3** není nutné navrhovat další opatření, jelikož vstup do RP bude umístěn na vhodném místě. Na základě výsledků monitoringu chování ryb u RP však může být migrace ryb směřována pomocí behaviorálních clon.

4.5.2. Zamezení vstupu do elektrárny, nasměrování a podchycení migrujících jedinců

Prvním typem opatření je pasivní mechanická zábrana tzn. **česlová stěna** na vtoku do vodní elektrárny. Základní vlastnosti česlové stěny pro maximální efekt pro migraci a snížení negativního vlivu na vtok do vodní elektrárny:

- česle musí mít vhodnou velikost průlin 15 - 30 mm
- vhodný proudnicový tvar bez ostrých okrajů
- orientace stěny v úhlu menším než 20° k ose toku
- maximální přítoková rychlost do 0,5 m/s, která se projevuje do cca 8 cm před česlemi

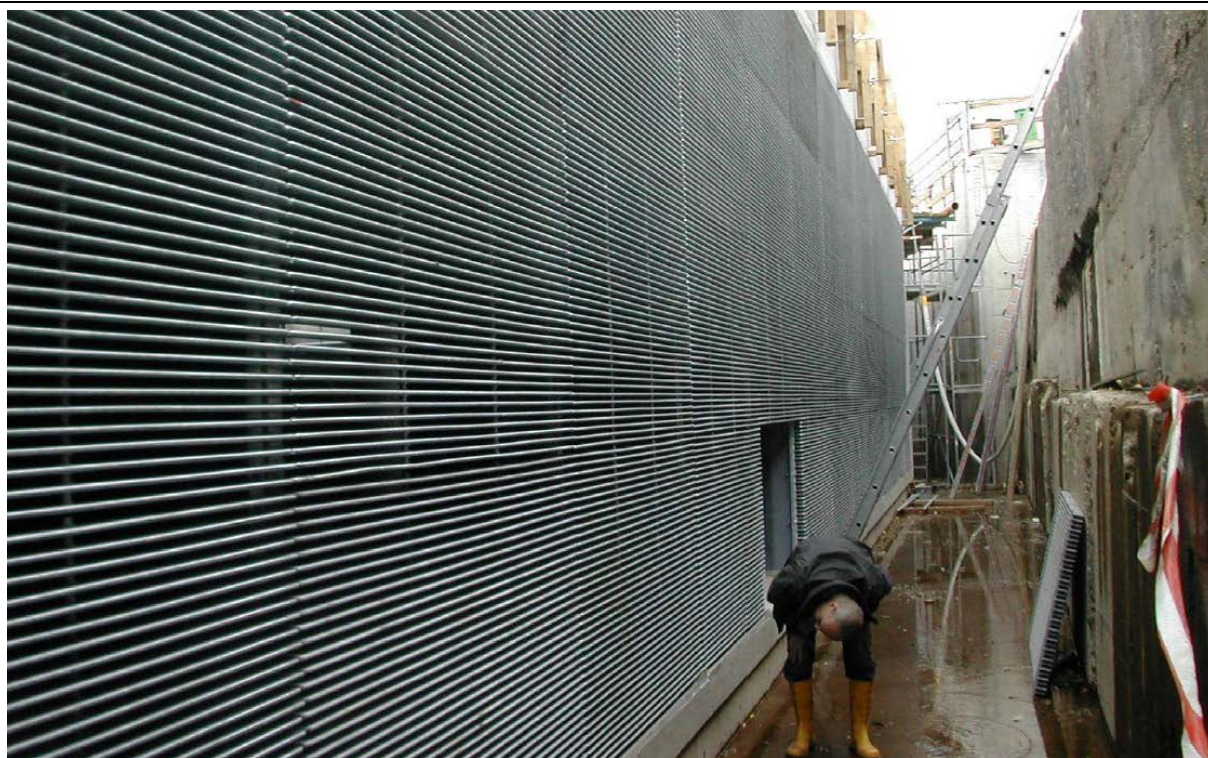
- pro zajištění funkce i za provozu je nutné česlovou stěnu systémem odstraňování plavenin

Při zmenšení šířky průlin dojde k významnému omezení kapacity vtoku na vodní elektrárnu. Pro zmenšení těchto ztrát je použití hydraulicky vhodně tvarovaných česlí, prodloužení délky česlové stěny apod.

	Hydraulicky vhodný tvar testovaný vodohospodářskou laboratoří Univerzity Kassel: - velikost průlin 6-15 mm - malé místní ztráty (25 mm při 1 m/s a 10 mm světlostí) - oblé a hladké čelo česlí - snadná údržba, čištění a trvanlivost při vhodném výběru materiálu (nerez úprava povrchu) - lepší ochrana ryb (tlak se distribuuje na více česlic)
Obr. 65: Fish-friendly česle dle Dr.-Ing. Reinhard Hassinger	

Dalším typem mechanické zábrany jsou tzv. **horizontální česle** - žaluziová clona je zařízení využívající tvorbu vírů mezi lamelami, které konstrukčně připomíná česle. Jednotlivé lamely v linii jsou nastaveny kolmo ke směru proudu, ale jedná se o hydrodynamickou zábranu, založenou na reakci ryb vůči tvorbě víru mezi svislými lamelami. Podél linie lamel proplouvající ryby vnímají různé rychlosti proudu a mohou být naváděny mimo nebezpečný prostor. Celková účinnost závisí na druhu ryb a 12 životním stádiu. Půdorysný odklon clony od osy řeky se obvykle pohybuje mezi 10° až 15°, svislé lamely jsou orientovány kolmo na směr proudu a mezery mezi lamelami se volí podle velikosti „zájmové“ ryby - pro juvenilní lososy nebo úhoře asi 0,05 m a pro dospělého lososa nebo velké ryby do 0,3 m. Pro pohyb úhoře v blízkosti dna Alden Laboratories doporučily osazovat do dna desku výšky asi 0,3 m. Vznik víru mezi lamelami je vázán na rychlosti v náhonu od 0,3 - 1 m/s; současně by rychlosti v trase pohybu ryb na nátoku do obtokového žlabu měly překračovat o 40 - 50% hodnoty v hlavní části vtokového kanálu.

Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie (Halle) Dr. Ebel <http://www.bgf-halle.de/> se touto technologií podrobně zabýval a prověřoval parametry. Horizontální šikmá orientace česlic (žaluzií) umožňuje lepší orientaci migrujících ryb podél česlové stěny směrem k migračnímu koridoru. Obdobně plaveniny jsou posouvány po česlové stěně působením proudící vody. Světla šířka průlin se pohybuje okolo 15 mm. Úhel náběhu 20-40°. Rychlost proudění se pohybuje okolo 0,4-0,8 m/s. Závisí však na hydraulických podmínkách v toku a je nutné individuální posouzení návrhu.



Obr. 66: Horizontální česle dle BGF

Behaviorální clony jsou vhodným doplňkovým opatřením pro kombinaci s dalším typem opatření. Principem behaviorální clony je odpuzení jedinců na základě určitého typu podnětu, jako jsou:

- akustický (nízkofrekvenční) systém - většina druhů ryb je schopna reagovat na nízkofrekvenční systém (do 3 kHz), ultrazvukový systém je účinný pouze pro sledovitě; použití infrazvuku (do 20 Hz) nebylo zatím dostatečně testováno. Práh úniku pro většinu ryb od zdroje zvuku je 50 dB. V současné době se nejvíce používají dva nízkofrekvenční systémy – SPA (Sound Projektor Array) a BAFF(R) (BioAcoustic Fish Fence, Fish Guidance Systems Ltd, UK). Použití těchto clon je vhodné pro lososovité druhy (účinnost odklonu ryb je 95 – 98%) i kaprovité druhy (účinnost odklonu ryb je až 95%), ale mihule nebo úhoři vykazují jen slabou reakci na zvukové signály
- bublinová (aerační) clona – je založena na principu vytvoření „stěny“ z velmi jemných vzduchových bublin, které mohou usměrňovat pohyb některých druhů ryb. Systém aerace tvoří filtrace vzduchu, dmychadlo nebo ventilátor s kompresorem a protihlukovým krytem. Účinnost systému je cca do třech metrů vodního sloupce a průtok vzduchu alespoň 1- 4 l/s na běžný metr délky clony a dále by potrubí nemělo odklánět od směru proudu o více než 15° (
- světelný systém (záblesková světla) - aplikace světelných efektů ve formě záblesků o frekvenci 120 – 600x za minutu, obecně je světlo považováno za poněkud nejistý způsob jak zabránit rybám v nasátí do hydrotechnických zařízení
- elektrická clona - využívá k odpuzování ryb nízkenergetických krátkých pulzů stejnosměrného proudu. Zařízení zahrnuje elektronický zdroj pulzu o napětí přibližně 1V, napájecí oddělovací adaptér, měděné elektrody rozmístěné v linii. Elektrody se obvykle zhotovují z měděných trubek se závažím a nechávají se volně zavěšené, tak aby nepřebíraly

funkci „pevných česlí“ a nezachycovaly splávi. Indukované elektrické pole v zóně zábran musí být dostatečně účinné, aby spolehlivě vyvolávalo únikovou reakci ryb, ale v žádném případě nezpůsobovalo galvanotaxi či galvanonarkózu, to vše ještě s ohledem na rychlost proudění vody

Technický bypass – **dnová galerie** je sběrné zařízení pro odchycení a odvedení především migrujících úhořů pod překážku. V současné době je známo několik systémů:

- zahloubený žlab do dna
- vystouplý práh
- potrubí s otvory

Systém **včasného varování** (MIGROMAT[®]) byl vyvinut a je určený pro predikci zahájení katadromní poproudové migrace úhoře (Floeksmühle a Institut für Angewandte Ökologie). Pokud je znám vrchol migrační aktivity, následují opatření, jako jsou změna provozního režimu a omezení provozu vodních elektráren s cílem snížení nebo úplného vyloučení turbínové mortality. Systém pracuje na základě analýzy a vyhodnocení přirozeného chování úhořů v prostoru vymezeném klecemi a následně predikuje nástup migrační vlny v řece. Tento postup je využíván např. v Německu, kde je vtocích Plánu managementu úhoře striktně dodržován a lze hodnotit jako vysoce efektivní manipulace na jezovém poli

4.5.3. Turbíny šetrné k rybám

Turbíny šetrné k rybám (Fish-friendly případně fish-safe turbína) jsou doplňujícím opatřením k přechodným systémům. Jedná se o turbíny, které snižují mortalitu a poškození ryb při jejich průchodu turbínou. Umístění těchto typů turbín je velmi vhodné pro projekty nových vodních elektráren. Situace na vodním díle Střekov je výrazně limitována stávající stavbou generátorovny a vlastními turbínami, které jsou pod ochrannou Národního památkového ústavu jako národní technická památka. Proto varianta výměny stávajících Kaplanových turbín za typ šetrnější k rybám není v současné době realizovatelný. Vlastní výměna by představovala investičně náročný zásah do stavební části vodní elektrárny. Ovlivněn bude také celkový výkon vodní elektrárny.

Úprava stávající technologie elektrárny pro poproudovou migraci

Vzhledem k obecným přístupům výrobců turbín ke zlepšení poproudové migrace je na lokalitě Střekov možné pro zlepšení poproudové migrace ryb zvolit dvě alternativy úpravy stávající elektrárny. První možností úpravy je výměna pouze oběžného kola turbíny a druhou možností je výměna kaplanovy turbíny za jiný typ. Touto problematikou se zabývá německá společnost Voith GmbH.

<http://voith.com/en/products-services/hydro-power/environmentally-friendly-hydro-products-871.html>

http://voith.com/en/Voith_Eco_friendly_turbine_design.pdf

Výměna oběžného kola

Úprava spočívá v ponechání stávající vertikální kaplanovy turbíny a provedení rekonstrukce nebo výměny pouze oběžného kola turbíny. V tomto případě zůstane zachován hydraulický profil turbíny, generátor, rozvaděč a ostatní technologie. Nové oběžné kolo bude navrženo pro otáčky stávajícího

generátoru a zároveň bude splňovat podmínky, které umožňují poproudovou migraci ryb. Předpokládanými kritérii pro umožnění poproudové migrace u vertikálních kaplanových turbín jsou:

- minimalizování mezery mezi komorou oběžného kola a lopatkou oběžného kola
- vhodně navržený tvar vnější hrany lopatky, aby nedocházelo k nasávání ryb mezi komoru oběžného kola a lopatku
- vhodný tvar náběhové hrany lopatky oběžného kola
- zmenšení mezer mezi lopatkou oběžného kola a nábojem oběžného kola. Použití kulovitého tvaru náboje a tomu odpovídajícího tvaru lopatky tak, aby mezera mezi nábojem a lopatkou byla konstantní v celém rozsahu otevření oběžného kola.

Je otázkou dalšího rozboru, zda by bylo nutné měnit celé oběžné kolo, nebo pouze lopatky. U této varianty je také nutné počítat s možností, že vzhledem k již daným otáčkám generátoru bude nutné navrhnout oběžné kolo přímo na dané parametry lokality, a tím dojde k navýšení nákladů.

Odhadované náklady na výměnu oběžného kola jsou **70 mil. Kč**.

<http://voith.com/en/products-services/hydro-power/environmentally-friendly-hydro-products/minimum-gap-runner-876.html>

Změna typu turbíny

Tato úprava stávající technologie spočívá ve výměně celé technologie turbíny včetně generátoru a nahrazení typem turbíny navrženým speciálně pro umožnění migrace ryb – např. typ turbíny Alden. Tento typ turbín je navržen tak, aby byly malé rychlosti v kanálech oběžného kola a menší otáčky turbíny. Vzhledem k těmto vlastnostem turbíny a již dané velikosti stavby lze předpokládat snížení hltlosti turbíny cca o 20 % a výrazné snížení regulačních schopností turbíny. Z těchto důvodů lze předpokládat snížení roční výroby v desítkách procent.

U této výměny lze také předpokládat značné a náročné stavební úpravy stávající budovy elektrárny a vysoké náklady na kompletní změnu technologie, včetně pomaloběžného generátoru.

Odhadované náklady změny typu turbíny jsou **300 mil. Kč**.

<http://voith.com/en/products-services/hydro-power/environmentally-friendly-hydro-products/alden-turbine-873.html>

Úprava stávající elektrárny z důvodu zlepšení poproudové migrace je jak finančně tak technicky velmi náročná. Další finanční zátěží je ušlá výroba turbíny v průběhu úprav technologie, která představuje desítky milionů korun.

Doporučení dalšího postupu

Stávající kaplanova turbína vzhledem k velkým rozměrům oběžného kola, nízkým otáčkám a nižší hltlosti než je u moderních turbín běžné, může již dnes umožňovat uspokojivou průchodnost pro ryby. Umožnění poproudové migrace u stávající turbíny nikdy nebyla ověřena, ani vyvrácena. Vzhledem k významnosti díla a náročnosti případných úprav je vhodné realizovat měření na lokalitě, které by umožnilo kvantifikovat úroveň umožnění poproudové migrace stávající turbíny a celého díla. Toto měření by v případě zjištění nevhodného současného stavu posloužilo jako zadání pro výměnu technologie a případně pro pozdější ověření vlivu změny technologie.

4.6. Příprava a realizace stavby

Vzhledem vysoké prioritě a náročnosti záměru je nutné nepodcenit předprojektovou přípravu. V rámci předkládané studie byl proveden koncepční návrh trasy a konstrukce rybího přechodu a dalších opatření. V dalším stupni projektové přípravy nutné podrobný návrh jednotlivých prvků konstrukcí na základě výsledků průzkumů, posouzení a výpočtů.

V průběhu předprojektové přípravy bude nutné zajistit pro vybranou variantu:

- geologický a hydrogeologický průzkum
- stavebně technický průzkum
- ichtyologický průzkum pro zmapování skutečného pohybu a rozmístění rybí obsádky v toku v průběhu roku
- prověření proproudové migrace a dopadu stávající instalované technologie VE
- matematický model (2D a 3D) vybrané konstrukce pro návrh vhodného tvaru a umístění dílčích prvků rybího přechodu
- fyzikální model, který bude sloužit k ověření matematického modelu
- ethologicko - hydraulický (biologický) model, který prověří chování ryb ve vzorovém úseku RP

Projektová dokumentace bude výsledkem kooperace více odborných profesí a to především:

- autorizovaný inženýr vodohospodářských staveb
- ichtyolog – stanovení biologických požadavků cílových druhů
- statik – návrh a posouzení konstrukcí, prvků ukotvení, nábrežní zdi s ohledem na stávající stavby a konstrukce
- geotechnik - zakládání staveb
- technolog, přípravař – plán organizace výstavby (jímkování,...), materiálové a technologické řešení konstrukcí a konstrukční detaily
- apod.

Vlastní provádění stavby je významně limitováno stísněnými podmínkami v místě stavby, kdy je nutné zohlednit požadavky dalších subjektů v dotčeném území. V průběhu stavebních prací dojde především:

- omezení dopravy na silnici I. třídy – lze předpokládat náklady na vybudování objízdných tras
- dále bude nutné zajistit dočasné a trvalé přeložky sítí technické infrastruktury
- omezení provozu na železniční vlečce v případě její přeložky nebude významné především s ohledem malé vytížení této tratě
- důležitým bodem je koordinace stavebních prací se zajištěním dalších funkcí vodního díla, jako jsou výroba elektrické energie, manipulace na jezových polích, zajištění plavby a provozu plavebních komor

5. ETAPA 3, EKONOMICKÁ ANALÝZA

5.1. Stanovení nákladů

Náklady jsou rozděleny na následující skupiny:

(uvedené ceny jsou bez DPH)

Hlava I – Předprojektové a průzkumné práce

V této kapitole jsou zahrnuty i náklady na průzkumné a přípravné práce spojené s předprojektovou přípravou. Konkrétně se jedná o zajištění ichtyologického průzkumu, stavebně technického průzkumu hydrotechnického návrhu a posouzení parametrů stavby, ověření návrhu např. fyzikálním modelem, apod.

Hlava II – Projektové práce

V této hlavě jsou uvedeny náklady na projektovou a inženýrskou činnost v rámci všech stupňů přípravy a realizace stavby (územní řízení, stavební povolení, realizace). Náklady na projektové práce jsou stanoveny podle sazebníku UNIKA pro navrhování nabídkových cen projektových prací a inženýrských činností.

Cena projektové přípravy nezahrnuje náklady spojené s procesem výběru zhotovitele ani zajištěním financování realizace opatření.

Hlava III – Vlastní stavební práce

Náklady na realizaci stavebních objektů jsou vyčísleny na základě druhů a objemů konstrukcí a prací uvažovaných v této dokumentaci a oceněných v převážné většině směrnými cenami stavebních prací 2017/I (ÚRS Praha), dále byly využity jednotkové ceny uvedené v dokumentu Náklady obvyklých opatření pro hodnocení projektů v OPŽP.

Náklady na vlastní stavební práce jsou významně ovlivněny způsobem provádění. Především u jezů v soutěskách jde o převážně ruční provádění ve ztížených podmínkách.

Hlava IV – Náklady obdobné VRN

V této hlavě jsou uvedeny náklady na zařízení staveniště obdobné dřívějšímu globálnímu a mimoglobálnímu zařízení staveniště a další rozpočtové náklady spojené s realizací stavby.

VRN 5% z hlavy II

Ve výše uvedených skupinách nákladů nejsou zahrnuty náklady na nákup pozemků, na zřízení věcných břemen a směnu pozemků.

5.1.1. Sumarizace nákladů

V dále uvedené tabulce jsou náklady agregované pro skupiny opatření definované v kapitole 3.11.6. ETAPA 2, NÁVRH TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ. Výsledná cena je tvořena kombinací nákladů opatření z každé skupiny.

Tab. 35: Sumarizace nákladů v tis. Kč

		Hlava I	Hlava II	Hlava III	Hlava IV	Celkem
Skupina opatření	Varianta	Předprojektová příprava	PD a IČ	přímé IN	VRN 5% z IN	
Rybí přechod	Varianta 1	12 000	3 000	112 000	5 600	120 600
	Varianta 2	12 000	3 300	121 000	6 050	130 350
	Varianta 3	12 000	3 000	109 000	5 450	117 450
Opatření na vstupu do RP	Přídavný proud + turbína	500	2 000	57 000	2 850	61 850
	Venturiho trubice	500	500	6 000	300	6 800
	Protiproudové behaviorální clony	500	150	1 000	50	1 200
Poproudová migrace	Varianta 1	3 000	450	5 000	250	5 700
	Varianta 2	3 000	600	8 000	400	9 000
	Varianta 3	3 000	450	5 000	250	5 700
	Turbíny šetrné k rybám	1 000	2 - 6 000	70 - 300 000	3- 15 000	75 - 322 000

Z výše uvedené tabulky zvlášť vymezujeme náklady na předprojektovou přípravu, která je v tomto případě o nezanedbatelnou částku. Tento krok je nutné provést před vlastním projektováním stavby a vyplynou z něj podrobné a prověřené parametry všech skupin opatření (vlastní RP, opatření na vstupu, poproudová migrace). Objem nákladů na předprojektovou přípravu všech skupin opatření je odhadnut na **17 mil. Kč**. Kvalitní a nepodceněná předprojektová příprava má vliv nejen na kvalitu návrhu, ale také na objem investičních nákladů.

Nejvhodnější a dále doporučovanou variantou řešení je soubor následujících opatření:

- Vybudování RP – varianta 2
- Přídavný proud + turbína
- Poproudová migrace – varianta 2
- **Součet nákladů vybraných opatření za hlavu II – IV = 201 mil. Kč**

5.2. Ovlivnění výroby elektrické energie

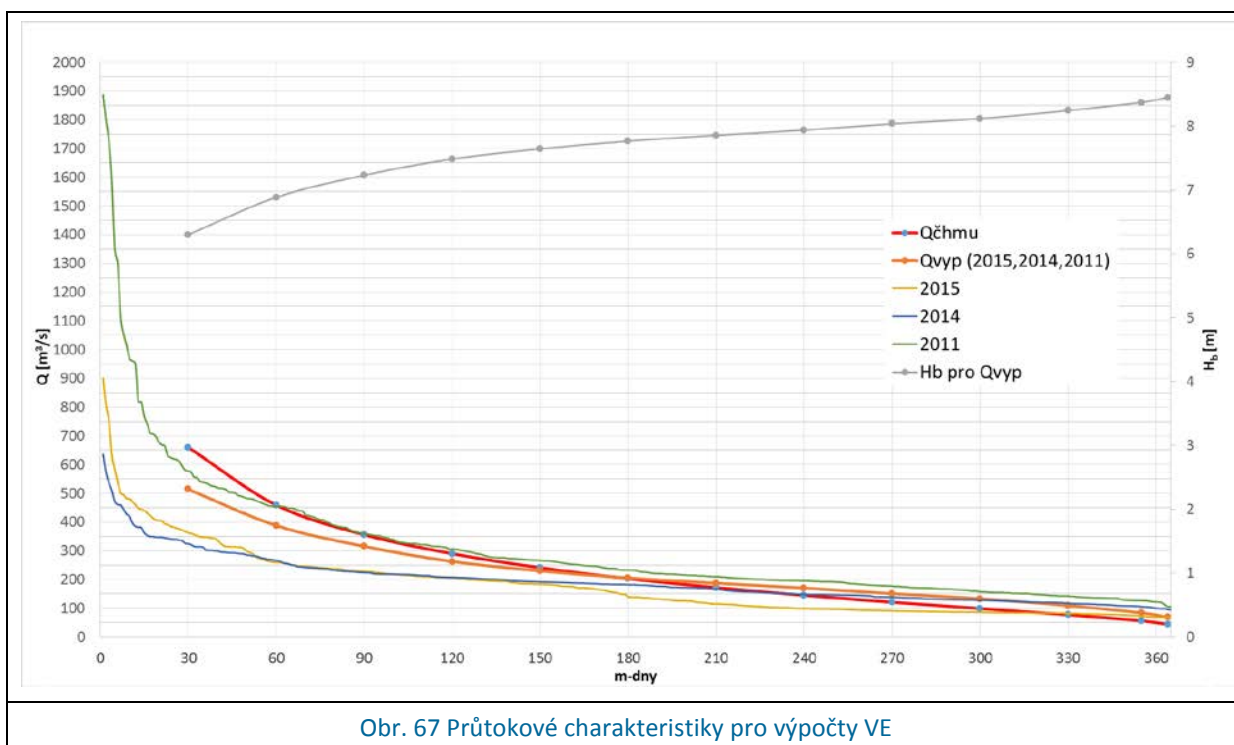
Zhodnocení vlivu navrhovaných opatření na ekonomii provozu stávající elektrárny se skládá z několika kroků. V prvním kroku byl proveden rozbor a zpracování předaných dat. V dalším kroku byla pro vybrané roky vypočtena na základě dostupných informací a zpracovaných dat lokality orientační roční výroba elektrárny za stávajícího stavu. Dále byly pro vybrané hydrologické roky

spočítány roční výroby pro jednotlivé navrhované varianty úprav. V posledním kroku byly vypočtené roční výroby porovnány mezi sebou a určen vliv jednotlivých opatření na ekonomii provozu stávající elektrárny.

5.2.1. Rozbor a zpracování vstupních dat

Po rozboru předaných dat obsahujících průtokové a spádové poměry na lokalitě Střekov jsou z důvodu kompletnosti dat a zástupnosti vybrány roky 2011, 2014 a 2015. Roky 2014 a 2015 zastupují málo vodné období a rok 2011 zastupuje vodný rok. Zpracovaná data obsahují pro každý den v roce údaje o průtoku v řece, o výšce horní hladiny a výšce dolní hladiny.

Dalšími vstupními daty pro výpočet jsou průměrný hydrologický rok získaný od ČHMÚ. Pro tento průměrný rok jsou spádové poměry na lokalitě určeny na základě konsumpční křivky RP odvozené ze skutečných spádových poměrů za roky 2011, 2014 a 2015. Z důvodu kolísání horní hladiny, závislém na manipulaci na pohyblivém jezu, není možné přesně určit závislost spádu na průtoku v řece, proto je roční výroba pro průměrný rok pouze orientační.



5.2.2. Výpočet roční výroby elektrárny

Výpočet roční výroby je proveden pro hydrologické roky 2011, 2014, 2015 a průměrný hydrologický rok zpracovaný ČHMÚ. Vzhledem k podrobnosti obdržení dat a relativně velkému kolísání hladiny je časový interval výpočtu zvolen jeden den. Dále jsou uvedeny použité základní vztahy a rovnice:

- Vzhledem k tomu, že se jedná o příjezovou elektrárnu, která umožňuje zpracovat celý průtok v řece, je průtok elektrárnou určen na základě následujícího vztahu:

$$Q_{VE} = Q_{\text{ř}} - Q_{RP} - Q_{LP}$$

Kde je:

Q_{VE} průtok vodní elektrárnou [m^3/s]

Q_F průtok v řece [m^3/s]

Q_{RP} průtok rybím přechodem [m^3/s]

Q_{LP} velikost lákavého proudu [m^3/s]

Výpočet výkonu elektrárny je proveden na základě následujícího vztahu:

$$P = H * g * \eta_E * Q_{VE}$$

Kde je:

P výkon elektrárny v [kW]

H čistý spád na lokalitě v [m]

Q_{VE} průtok elektrárnou [m^3/s]

g gravitační zrychlení v [m/s^2]

η_E celková účinnost technologie elektrárny [-]

- Výroba elektrárny za jednotlivé dny je určena na základě následujícího vztahu:

$$E = P * 24$$

Kde je:

E denní výroba elektrické energie v [kWh]

P výkon elektrárny v [kW]

- Z důvodu názornosti je vyrobená elektrická energie převedena na zisk v mil. Kč pomocí následujícího vztahu:

$$Zisk = E * CE$$

Kde je:

E denní výroba elektrické energie v [kWh]

CE prodejní cena elektřiny, která byla pro účely studie zvolena 2,5 Kč/kWh

$Zisk$ cena vyrobené energie za rok [Kč]

5.2.3. Výpočtové varianty roční výroby

V následující kapitole jsou popsány základní parametry hodnocených variant navrhovaných opatření.

Stávající stav

Minimální průtok stávající elektrárnou je $50 m^3/s$ a maximální průtok elektrárnou $300 m^3/s$. Průtok rybím přechodem je konstantní ve výši $1,1 m^3/s$. Vzhledem k dimenzím vtokového kanálu je pro výpočet výkonu použit hrubý spád. Celková účinnost technologie elektrárny byla odhadnuta na konstantních 0,8. Tato hodnota je potvrzena přiblížením výpočtové hodnoty roční výroby s hodnotou uvedenou na stránkách provozovatele pro rok 2016, která činila 89,7 GWh.

Realizace rybího přechodu

Parametry stávající elektrárny jsou stejné jako při výpočtu roční výroby stávajícího stavu. Průtok rybím přechodem je v rozmezí $2,2 - 4,1 m^3/s$. Velikost průtoku rybího přechodu je na základě konsumpční křivky RP závislá na úrovni hladiny v nadjezí.

Realizace rybího přechodu s přídavným lákavým proudem**Realizace rybího přechodu a přídavného lákavého proudu, který je realizován pomocí potrubí s odběrem v nadjezí**

Parametry stávající elektrárny jsou stejné jako při výpočtu roční výroby stávajícího stavu. Průtok rybím přechodem se pohybuje v rozmezí 2,2 – 4,1 m³/s. Průtok rybím přechodem je na základě konsumpční křivky RP závislý na úrovni hladiny v nadjezí. Velikost lákavého proudu závisí na průtoku v řece na základě následujících pravidel:

- při průtocích v řece do 50 m³/s je velikost lákavého proudu 0 m³/s
- při průtocích v řece od 50 do 300 m³/s je lineární průběh velikosti lákavého proudu od 0 do 20 m³/s (při průtoku v řece 300 m³/s je dosaženo maximální velikosti lákavého proudu 20 m³/s)
- při průtocích v řece nad 300 m³/s je velikost lákavého proudu 20 m³/s

Realizace rybího přechodu a přídavného lákavého proudu, který je realizován pomocí nové malé vodní elektrárny

Parametry výpočtu jsou shodné jako u předchozí varianty včetně velikosti přídavného lákavého proudu. Rozdíl oproti předchozí variantě spočívá ve využití přídavného lákavého proudu, který je z nadjezí vypouštěn do podjezí malou vodní elektrárnou sloužící k výrobě energie.

Pro výpočet výroby této nové elektrárny byla použita turbína firmy Mavel a.s. typu KA 1800 K4. Jedná se o přímoproudou kaplanovu BULB turbínu s velikostí oběžného kola 1,8 m. Maximální výkon na svorkách generátoru činí při spádu 7,5 m a průtoku 20 m³/s 1250 kW. Vzhledem k nátoku do potrubního přivaděče a předpokládanému uklidňovacímu objektem za elektrárnou je čistý spád navrhované elektrárny snížen oproti hrubému spádu na lokalitě o 0,4 m.

V prostorově stísněném staveništi je nutné uvažovat i nezanedbatelným požadavkem pro umístění objektu elektrárny, přívodního a odpadního potrubí DN 3600. Návrh a realizace elektrárny a rybího přechodu musí být vzájemně koordinovány a respektovat vzájemná omezení.

Základní parametry nové turbíny pro převod lákavého proudu:

Kaplanova BULB turbína s úhlovou převodovkou

Velikost oběžného kola: 1,8 m

Počet lopatek oběžného kola: 4

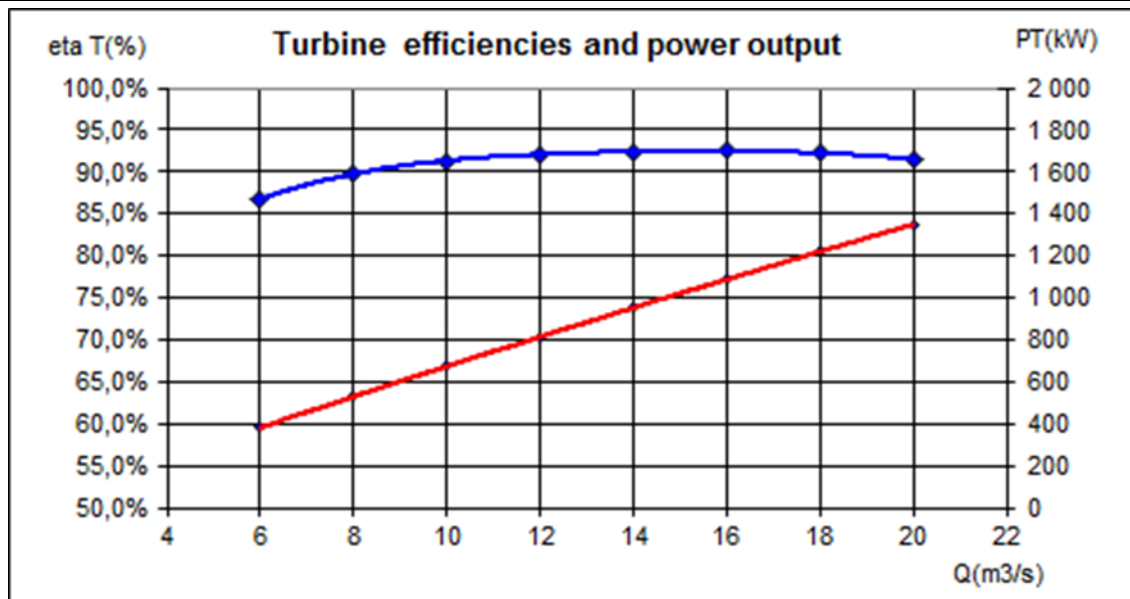
Maximální průtok turbínou: 20 m³/s

Minimální průtok turbínou: 4 m³/s

Maximální výkon turbíny: 1345 kW

<http://www.mavel.cz/>

Účinnost turbíny je určena na základě údajů předaných výrobcem turbíny firmou Mavel a.s.:



Obr. 68: Účinnost turbíny je pro střední spád 7,5 m

- účinnost převodovky je uvažovaná v celém rozsahu 0,98
- účinnost generátoru je uvažována na základě výkonu od 0,86 do 0,93

Dalším důležitým parametrem je výstupní rychlost na konci savky (1,5m/s). Pro využití jako přídavný lákavý proud u vstupu z RP je nutné dosáhnout optimálně rychlosti 1 m/s a laminárního proudění. Proto je nutné vytvořit uklidňovací prostor min. 5 m dlouhý, který se bude nálevkovitě rozšiřovat a budou v něm vloženy prvky pro eliminaci turbulencí.

Realizace rybího přechodu a přídavného lákavého proudu pomocí venturiho trubic

Parametry stávající elektrárny jsou stejné jako při výpočtu roční výroby stávajícího stavu. Průtok rybím přechodem je v rozmezí 2,2 – 4,1 m³/s. Velikost průtoku je na základě konsumpční křivky RP závislá na úrovni hladiny v nadjezí. Velikost přídavného lákavého proudu závisí na průtoku v řece na základě následujících pravidel:

- při průtocích v řece do 50 m³/s je velikost přídavného lákavého proudu 0 m³/s
- při průtocích v řece od 50 do 300 m³/s je lineární průběh velikosti přídavného lákavého proudu od 0 do 20 m³/s (při průtoku v řece 300 m³/s je dosaženo maximální velikosti přídavného lákavého proudu 20 m³/s)
- při průtocích v řece nad 300 m³/s je velikost přídavného lákavého proudu 20 m³/s

Vzhledem k použití Venturiho trubic je z nadjezí odebíráno pouze 10 % průtoku přídavného lákavého proudu. Zbývajících 90% lákavého proudu je nasáváno z podjezí pod elektrárnou.

5.2.4. Ekonomické vyhodnocení vlivu jednotlivých opatření na stávající elektrárnu

Výroba stávající elektrárny za hydrologické roky 2011, 2014, 2015 a průměrný rok pro prezentované varianty opatření je souhrnně uvedena v následující tabulce. Tabulka obsahuje ztrátu výroby za hydrologický rok pro jednotlivé varianty opatření v porovnání se stávajícím stavem. V posledních

řádcích je ztráta výroby přepočtena na ztrátu v mil. Kč. Rozdíly v údajích pro jednotlivé roky jsou způsobeny tím, zda se jedná o suchý nebo vodný rok.

Tab. 36: Souhrn vyhodnocení vlivu jednotlivých opatření na stávající elektrárnu

		Stávající stav	Realizace RP	Realizace RP + LP	Realizace RP + LP + VE2	Realizace RP + LP
	Hydrologie	$Q_{VE}=300\text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{RP}=1,1\text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{VE}=300\text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{RP}=2,2 - 4,1\text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{VE}=300\text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{RP}=2,2 - 4,1\text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{LP}=20\text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{VE}=300\text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{RP}=2,2 - 4,1\text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{LP}=20\text{ m}^3/\text{s}$ (turbínou)	$Q_{VE}=300\text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{RP}=2,2 - 4,1\text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{LP}=2\text{ m}^3/\text{s}$ (venturiho t.)
Výroba za hydr. rok [GWh]	2015	83,7	82,5	79,3	83,2	82,2
	2014	96,0	94,8	90,6	96,0	94,4
	2011	108,3	107,5	103,9	110,6	107,2
	čhmu	96,5	95,6	93,1	98,7	95,4
Ztráta výroby oproti stávajícímu stavu [%]	2015		1,4	5,3	0,6	1,8
	2014		1,2	5,6	0,0	1,7
	2011		0,7	4,1	-2,1	1,0
	čhmu		0,9	3,5	-2,2	1,2
ztráta v mil. Kč (2,5 Kč/kWh)	2015		2,94	11,15	1,34	3,73
	2011		1,98	11,01	-5,80	2,82

Z tabulky je zřejmé, že realizací nového rybího přechodu bude výroba stávající elektrárny snížena v průměru o cca 0,8 %. V případě realizace rybího přechodu a lákavého proudu bude roční výroba elektrárny snížena o cca 4,7 %. V případě realizace lákavého proudu pomocí venturiho trubice je roční výroba snížena o cca 1,5 %. Jako ekonomicky nejvýhodnější řešení se ukazuje řešení lákavého proudu pomocí malé vodní elektrárny, kdy je roční výroba navýšena průměrně o 1,5 %. Toto navýšení je způsobeno tím, že malá vodní elektrárna při průtocích v řece nad $300\text{ m}^3/\text{s}$, které jsou na lokalitě 120 dní v roce, zpracovává dosud nevyužitý průtok.

Návratnost nové malé vodní elektrárny

Pro určení návratnosti byla u firmy Mavel a.s. poptána cena technologického vybavení vodní elektrárny a činí 23 mil Kč. Cena stavební části je vzhledem k rozměrům strojovny a ceně technologie odhadnuta na 25 mil Kč. Cena přívodního ocelového potrubí o délce 100 m a průměru 3,6 m je odhadována na 10 mil. Kč.

Celková předpokládaná cena za výstavbu malé vodní elektrárny je **57 mil. Kč**.

V tabulce níže je vypočítána teoretická návratnost elektrárny pro hydrologické roky 2011, 2014, 2015 a průměrný rok. Z tabulky vyplývá, že předpokládaná návratnost je 5 roků, v případě vodných let pouze 4 roky.

Tab. 37: Ekonomická návratnost

	Roční výroba	Roční zisk	Návratnost VE2
	[GWh]	[mil. Kč]	[let]
2015	3,92	9,80	5,8
2014	5,43	13,58	4,2
2011	6,72	16,80	3,4
čhmu	5,55	13,86	4,1

Závěrem lze doporučit v případě splnění požadavku na realizaci lákavého proudu je z ekonomického hlediska nejvýhodnější varianta s realizací lákavého proudu pomocí malé vodní elektrárny. Vzhledem k vysokému hydroenergetickému potenciálu lokality je návratnost investice velmi krátká i v případě, kdyby došlo k navýšení předpokládaných nákladů. Toto řešení také nejméně snižuje a při vodních rocích dokonce navyšuje celkovou roční výrobu celé lokality.

Druhé řešení s nejmenším ekonomickým dopadem na lokalitu je realizace lákavého proudu pomocí Venturiho trubic. Otázkou jsou počáteční náklady a náklady na údržbu.

6. ZÁVĚR, DOPORUČENÍ DALŠÍHO POSTUPU

Závěrem je nutné opět konstatovat nutnost řešení tohoto klíčového objektu na řece Labi. V případě úspěšné realizace dojde k odstranění první příčné překážky od ústí do Severního moře a napojení migračně prostupného úseku v délce téměř 800 km.

Pro splnění cílů studie proveditelnosti byly navrženy a vyhodnoceny varianty řešení migrační prostupnost vodního díla Střekov. Návrh a stavba rybího přechodu je vždy individuální záležitostí, která musí respektovat požadavky vyplývající z limitů konkrétní lokality. Pro jednotlivé řešené lokality byly na základě rešerše podkladů, referenčních staveb a projednání stanoveny následující závěry a doporučení.

6.1. Doporučení výsledné varianty

Nejvhodnější a doporučovanou variantou řešení je soubor opatření, které řeší dílčí požadavky migračního zprůchodnění takto velkého vodního díla. V rámci výběru nejvhodnější byla zohledněna i ostatní kritéria viz tab. Do hodnocení bylo zahrnuto řešení z pohledu komfortu poproudové a protiproudové migrace, nutnosti zásahů do konstrukce památkové chráněného vodního díla, ovlivnění průchodu velkých vod s ohledem na protipovodňovou ochranu dotčených obcí a také kolize se sítěmi dopravní a technické infrastruktury a z toho vyplývajících přeložek apod. Těmito kritériím byly přiřazeny váhy, které vyjadřují číselně význam těchto kritérií (resp. důležitost kritérií z hlediska hodnotitele). Čím je kritérium významnější, tím je váha větší. Dále byla pro všechny varianty jednotlivá kritéria číselně ohodnocena 1-5 (známka jako ve škole).

Tab. 38: Multikriteriální analýza pro výběr výsledné varianty

Var.	Protiproudová migrace	Poproudová migrace	Konstrukce jezu a pam. ochrana	Velké vody a PPO	Sítě a ost. limity
Váha kritéria	1	1	0,9	0,9	0,5
1	3	1	4	5	2
2	1	2	1	1	5
3	2	1	3	1	2

Vybudování dvoušterbinového technického RP ve variantě vedení trasy obtokovým kanálem po levém břehu mimo budovu VE - **varianta 2**.

Hlavními pozitivními stránkami této varianty je zajištění vhodných a konstantních hydraulických podmínek v celé navržené trase, minimální zásah do konstrukce a stability jezu, funkce VE a plavby, a dále relativně technicky jednoduché provádění např. formou montovaných prefabrikovaných dílců.

Negativní stránkou jsou vyvolané investice ve formě nutných přeložek inženýrských sítí jako jsou vodovod, kanalizace, el. vedení, trafostanice, sdělovací kabely a především železniční vlečka.

Tato studie proveditelnosti bude projednána s dotčenými orgány, vlastníky a správci infrastruktury za účelem zjištění předběžných stanovisek. V případě nedosažení dohody je jako druhá nejvhodnější varianta návrhu RP varianta 3.

Vybudování opatření na vstupu do RP je nezbytné pro správnou funkci celého objektu především vzhledem k protiproudovým migrantům. Jako nejvhodnější řešení je zvoleno vybudování přívodního potrubí z nadjezí, které zajistí proměnlivou vydatnost řízenou aktuálním průtokem v řece a současně vhodnou rychlost a směr výstupního proudu u vstupního okna do RP. Pro minimalizaci ztrát na výrobě vodní elektrárny je navrženo umístit na přívodní potrubí turbínu, která minimalizuje ztráty případně i zvýší objem výroby elektrické energie. Nezbytnou součástí tohoto opatření je i vybudování disipační komory, která bude zajišťovat vhodné parametry výstupního proudu při různých průtokových stavech.

Poslední skupinou opatření je zajištění **poproudové migrace**. Opatření spočívají především v zamezení vstupu do prostoru turbín pomocí kombinace mechanických zábran (hydraulicky vhodné jemné česle) a behaviorální clony. Dalším bodem je podchycení a odvedení migrujících jedinců sběrnou dnovou galerií bezpečným koridorem do podjezí. Posledním bodem této skupiny je vytvoření bezpečného koridoru jezovým objektem. V případě realizace varianty 2 RP je výhodné obnovit historický rybí přechod, který bude upraven vhodnými dělicími prvky (štěrbínové přepážky). Další výhodou obnovy historického RP je možná alternativní cesta pro vybrané protiproudové migranty. Do této skupiny lze zahrnout i výměnu technologie turbíny, která je však finančně velmi náročná a bez dalších analýz ji nelze doporučit jako efektivní.

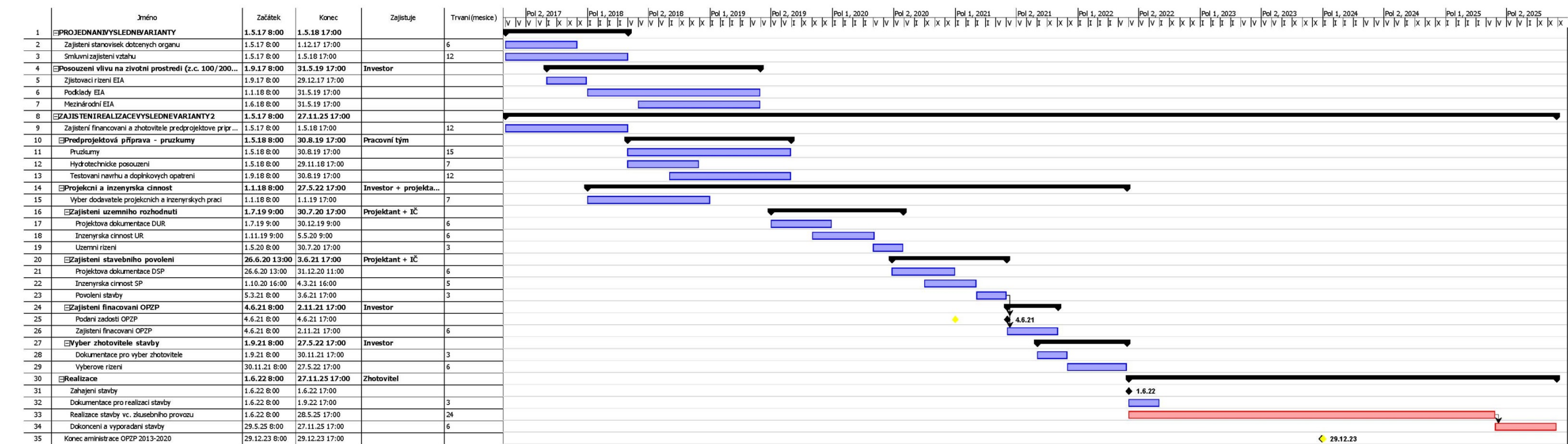
6.2. Návrh dalšího postupu

Další postup vedoucí k úspěšné realizaci navržených opatření lze shrnout do následujících obecných bodů:

- Předprojektová příprava, jejímž výsledkem bude podrobné prověření a stanovení všech parametrů jednotlivých skupin opatření
- Projektová příprava
- Zajištění povolení stavby
- Zajištění financování
- Výběr vhodného zhotovitele se zkušenostmi v daném oboru
- Vlastní realizace stavby
- Prověření funkce realizované stavby – zkušební provoz
- Uvedení do plného provozu s jasně definovanými podmínkami pro údržbu manipulaci a souběh všech zájmů v dané lokalitě – zpracování a schválení manipulačního a provozního řádu vodního díla



6.2.1. Harmonogram prací



7. SEZNAM ZKRATEK

AOPK ČR	Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČHP	Číslo hydrologického pořadí
ČOV	Čistírna odpadních vod
ČR	Česká republika
ČRS	Český rybářský svaz
DSP	Dokumentace pro stavební povolení
DUR	Dokumentace k územnímu rozhodnutí
ES	Evropské společenství
EU	Evropská unie
CHKO	Chráněná krajinná oblast
ID	Identifikátor objektu
ISYPO	Informační systém povodí – základní databáze jevů na vodních tocích podniků Povodí
KN	Katastr nemovitostí
Koncepce MŽP	Koncepce zprůchodnění říční sítě ČR
KÚ	Katastrální území
LB	Levý břeh
Lmg	limnigraf
LV	List vlastnictví
MKOL	Mezinárodní komise pro ochranu Labe
MO ČRS	Místní organizace Českého rybářského svazu
MŘ	Manipulační řád
MVE	Malá vodní elektrárna
MZe	Ministerstvo zemědělství
MZP	Minimální zůstatkový průtok, stanovený v povolení k NPV pro odběr MVE
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
Název jevu	Název objektu v informačním systému
NPR	Národní přírodní rezervace
NPV	Povolení k nakládání s povrchovými vodami za účelem výroby elektrické energie
OPŽP	Operační program Životní prostředí
ORP	Obec s rozšířenou působností
PARC.ČÍSLO	Parcelní číslo
PB	Pravý břeh
PB PPO	Přírodě blízká protipovodňová opatření

PD	Projektová dokumentace
PHP	Plán hlavních povodí
PK	Pozemkový katastr
PLA	Povodí Labe, státní podnik
POP	Plány oblasti povodí
PPO	Protipovodňová ochrana
PVL	Povodí Vltavy, státní podnik
Q ₂₇₀	Průtok, který je dosažen nebo překročen 270 dní v roce
Q ₃₅₅	Průtok, který je dosažen nebo překročen 355 dní v roce
Q _{max}	Maximální odběr (hltnost) turbín v m ³ /s
Q _{min}	Nejmenší možný odběr MVE
RP	Rybí přechod
RSV	Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES (Rámcová směrnice o vodách)
RVT	Revitalizační opatření
Ř.KM	Říční kilometr
SJM	Společné jmění manželské
ST.Ú.	Místně příslušný stavební úřad
STŘ.DÉLKA	Střední délka příčné překážky v m
ÚTVAR POV	Útvar povrchových vod
VE	Vodní elektrárna
VD	Vodní dílo
VN	Vodní nádrž
VRV	Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.
VÚV	Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce
X JTSK	Polohopis objektu - souřadnice X v systému S-JTSK
Y JTSK	Polohopis objektu - souřadnice Y v systému S-JTSK

8. SEZNAM PODKLADŮ

- AZ Consult, s.r.o., Pasportizace Staré a Nové vaňovské drenáže, 2011
- Adam B. (ed.) et al, Merkblatt DWA-M 509, Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung, 2014
- Armstrong G.S., Aprahamian M.W., Fewings A.G., Gough P.J., Reader N.A., Varallo P.V., Environment Agency Fish Pass Manual, Document, Guidance Notes On The Legislation, Selection and Approval Of Fish Passes In England And Wales, GEHO 0910 BTBP-E-E v 2.2, 2010.
- Birklen P., Marek P., Musil J., Koncepce zprůchodnění říční sítě ČR, aktualizace 2014, Ministerstvo životního prostředí, 2014
- Birklen P. (ed.) a kol., Standardy péče o přírodu a krajinu, Voda v krajině, Řada B, Rybí přechody, AOPK ČR, SPPK B02 006, 2014
- Baruš V., Oliva O., a kol, Fauna ČR a SR, Mihulovci a ryby (1), Academia, ISSN 0430 – 120 X, 1995
- ENVISYSTEM, s.r.o., Dokumentace skutečného provedení RP Střekov, 2002
- HBH Projekt, spol. s r.o., Ekopontis, s.r.o., WELL Consulting, s.r.o., Dokumentace vlivů záměru na životní prostředí dle § 8 zákona č. 100/2001 Sb. Plavební stupeň Děčín, 2016
- Jonsson B., Jonsson N., Ecology of Atlantic Salmon and Brown Trout, Habitata as a Template for life Histories, ISBN 978-94-007-1188-4, Springer, 2011
- Ministerstvo zemědělství, Technická norma TNV 75 2321 „Zprůchodňování migračních bariér rybími přechody“, 2011
- Musil J., a kol., Environmentální rizika provozu malých vodních elektráren ve vazbě na poproudovou migraci ryb a nápravná řešení, TB010MZP065, 2016
- Nyqvista D., Nilssona P.A., Alenäs I. Elghagena, J., Hebrande M., Karlssona S., Kläppea S., Callesa O., Upstream and downstream passage of migrating adult Atlantic salmon: Remedial measures improve passage performance at a hydropower dam, Ecological Engineering, Volume 102, May 2017, Pages 331–343
- Povodí Labe, státní podnik, Manipulační řád pro vodní dílo Střekov /Masarykovo zdymadlo/ na Labi, ř.km 767,679, 2012
- Prchalová M., Slavík O., Bartoš L., Patterns of cyprinid migration through a fishway in relation to light, water temperature and fish circling behaviour, Intl. J. River Basin Management Vol. 4, No. 3 2006, pp. 213–218
- Prchalová M., Vetešník L., Slavík O., Migrations of juvenile and subadult fish through a fishpass during late summer and fall, Folia Zool. – 55(2): 162–166, 2006
- Prchalová M., Horký P., Slavík O., Vetešník L., Halačka K.: Fish occurrence in the fishpass on the lowland section of the River Elbe, Czech Republic, with respect to water temperature, water flow and fish size, Folia Zool. – 60 (2): 104–114 ,2011
- Riebe C., Sklar L.S., Overstreet B.T., Wooster J.K., Optimal Reproduction in Salmon Spawning Substrates Linked to Grain Size and Fish Length, University of Wyoming, Wyoming Scholars Repository, Geology and Geophysics Faculty Publications, 2014

- Schmutz S. (ed.) et al., Grundlagen für einen österreichischen Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen, Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft - Abt. VII/1, 2011
- Schmutz S et al., Leitfaden zum Bau von Fishaufstiegshilfen, BOKU Wien, 2012
- Schmutz S., Mielach C. (eds.), et al, Measures for ensuring fish migration at transversal structures, Technical paper, ICPDR, 2014
- Slavík O. a kol., Testování účinnosti rybího přechodu ve Střekově na řece Labi, 2003
- Slavík O. a kol., Monitoring funkce RP Střekov, Závěrečná zpráva k roku 2004, 2004
- Slavík O. a kol., Testování rekonstruovaného rybího přechodu na VD Střekov, závěrečná zpráva úkolu, MŽP, 2004
- Slavík O., Vančura Z. a kol., Metodický postup na zlepšení migrační průchodnosti příčných překážek ve vodních tocích ČR, příručka pro žadatele OPŽP, 2012
- Slavík O, Vančura Z. a kol., ENVISYSTEM, s.r.o., Zlepšení migrační prostupnosti VD Střekov - rybí přechody, Studie proveditelnosti, 2008
- Vigneux E., Larinier M., ed., Fishways: biological basis, design criteria and monitoring, BFPP, ISBN 92-5-104665-4, 2002
- Vostradovský J., Zdymadlo ve Střekově a rybí přechod, časopis Rybářství 1995, str. 212 – 213
- Wasser Wirtschaft, 4/2012
- Well Consulting, s.r.o., Rešerše a expertní vyhodnocení možností řešení problematiky poproudé migrace v souvislosti s eliminací mortality rybí fauny na malé vodní elektrárně v rámci záměru Plavební stupeň Děčín, včetně projekčního zpracování vhodného řešení a jeho modelového ověření“, 2012

9. ČLENĚNÍ STUDIE

A. Souhrnná a technická zpráva

B. Dokladová část

1. Podklady

- 1.1. Hydrologická data (2012)
- 1.2. Evidenční list limnigrafické stanice Ústí nad Labem
- 1.3. Povolení nakládání s vodami - Jez Střekov (2002)
- 1.4. Povolení nakládání s vodami - VE Střekov (2011)

2. Projednání

- 2.1. 1. KD v Krásné Lípě ze 15.11.2016
- 2.2. 2. KD v Krásné Lípě ze 8.12.2016
- 2.3. Jednání PLa – Hradec Králové ze 13.12.2016
- 2.4. 3. KD VRV a.s. ze 16.1.2017
- 2.5. Jednání komise pro rybí přechody 17.1.2017
- 2.6. Jednání komise pro rybí přechody 2.3.2017
- 2.7. Závěrečný KD v VRV a.s. ze 21.3.2017 (doplněno po odevzdání studie)
- 2.8. Jednání PLA – Hrade Králové 27.3.2017 (doplněno po odevzdání studie)
- 2.9. Jednání NPU Ústí nad Labem 13.4.2017 (doplněno po odevzdání studie)
- 2.10. Jednání –dotčené instituce - Ústí nad Labem 18.4.2017 (doplněno po odevzdání studie)

C. Výkresová část

1. Stávající stav

- | | |
|--|---------|
| 1.1. Celková situace VD Střekov | 1:500 |
| 1.2. Stávající stav VD Střekov - řezy | 1:500 |
| 1.3. Podélný řez - stávající RP | |
| 1.3.1.Podélný řez - stávající RP – 1. část | 1:100 |
| 1.3.2.Podélný řez - stávající RP – 2. část | 1:100 |
| 1.3.3.Podélný řez - stávající RP – 3. část | 1:100 |
| 1.4. Příčné řezy - stávající RP | |
| 1.4.1.Příčné řezy - stávající RP – 1. část | 1:100 |
| 1.4.2.Příčné řezy - stávající RP – 2. část | 1:100 |
| 1.4.3.Příčné řezy - stávající RP – 3. část | 1:100 |
| 1.5. Výchozí schéma pro návrh | 1:1 000 |

2. Návrh

- | | |
|---|----------|
| 2.1. Situační výkres širších vztahů | 1:50 000 |
| 2.2. Celkový situační výkres | 1:5 000 |
| 2.3. Situace na podkladu ortofotomapy – varianta 1 | 1:2 000 |
| 2.4. Situace na podkladu ortofotomapy – varianta 2 | 1:2 000 |
| 2.5. Situace na podkladu ortofotomapy – varianta 3 | 1:2 000 |
| 2.6. Katastrální a koordinační situace – varianta 1 | 1:1 000 |
| 2.7. Katastrální a koordinační situace – varianta 2 | 1:1 000 |
| 2.8. Katastrální a koordinační situace – varianta 3 | 1:1 000 |
| 2.9. Podrobná situace – varianta 1 | 1:250 |

2.10. Podrobná situace – varianta 2	
2.10.1. Podrobná situace – varianta 2 - 1.část	1:250
2.10.2. Podrobná situace – varianta 2 - 2.část	1:250
2.11. Podrobná situace – varianta 3	
2.11.1. Podrobná situace – varianta 3 - 1.část	1:250
2.11.2. Podrobná situace – varianta 3 - 2.část	1:250
2.12. Dispozice konstrukce rybího přechodu – varianta 1	1:250
2.13. Detail přepážky rybího přechodu – varianta 1	1:50
2.14. Podélné řezy opěrnými zdmi – varianta 1	1:500
2.15. Detail vtoku do rybího přechodu – varianta 1	1:100
2.16. Detail přepážky rybího přechodu – varianta 2	1:50
2.17. Detail přepážky rybího přechodu – varianta 3	1:50
2.18. Souhrnná situace řešených variant na ortofotomapě	1:1 000

D. Přílohy

1. Hydrotechnické posouzení
2. 3D numerická simulace proudění v rybím přechodu
3. Expert opinion - Univ. Prof. DI Dr. Stefan Schmutz

E. Použité podklady

V elektronické verzi studie proveditelnosti jsou uvedeny následující vybrané použité podklady:

1. Slavík, Testování účinnosti rybího přechodu na Sřekově, 2003
2. Slavík, Monitoring funkce RP Střekov, Závěrečná zpráva k roku 2004
3. Slavík, Migrations of juvenile and subadult fish through a fishpass during late summer and fall, 2006
4. Envisystem, s.r.o., Zlepšení plavebních podmínek na Labi v úseku Ústí nad Labem – státní hranice ČR/SRN – zlepšení migrační prostupnosti VD Střekov, 2008
5. Wasser Wirtschaft, 4/2012
6. Hartvich, Výsledky monitoringu v dvoušterbinovém rybím přechodu na stupni Geesthacht
7. Vostradovský J., Zdymadlo ve Střekově a rybí přechod, časopis Rybářství 1995, str. 212 – 213
8. MKOL, Ryby v Labi, 1996
9. WellConsulting, s.r.o., Rešerše a expertní vyhodnocení možností řešení problematiky poproudě migrace v souvislosti s eliminací mortality rybí fauny na malé vodní elektrárně v rámci záměru Plavební stupeň Děčín, včetně projekčního zpracování vhodného řešení a jeho modelového ověření