

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A
INVIROMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ



Výstavba rybích přechodů a vliv těchto staveb na
okolní prostředí

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Radek Roub, Ph.D.

Bakalant: Jana Fučíková

© 2022 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jana Fučíková

Územní technická a správní služba v životním prostředí

Název práce

Výstavba rybích přechodů a vliv těchto staveb na okolní prostředí

Název anglicky

Construction of fish passes and the impact of these structures on the environment

Cíle práce

- Podrobně popsat současný stav zájmového území výstavby rybích přechodů v Řevnicích z pohledu ekologického, geologického ale i technického.
- Popsat současný stav v rámci ekologie vycházející z ichtyologického průzkumu a průzkumu na výskyt měkkýšů.
- Částečně vyhodnotit biologický monitoring, který ještě trvá a bude dokončen až v roce 2023.
- Vyhodnotit měření zaměřených hladin na rybích přechodech a rychlostí v proudu ve vybraných štěrbinách po dokončení stavby.
- Vyhodnotit funkčnost navrhovaných a nově postavených rybích přechodů jak z technického hlediska, tak z hlediska náročnosti a účinnosti migrujících ryb.

Metodika

- Shromáždit veškerou dokumentaci popisující současný stav zájmového území a navrhovaného řešení.
- Prostudovat dokumentaci pro provádění stavby, dokumentaci skutečného provedení stavby, geologické a biologické průzkumy a jiné odborné zprávy vybraného projektu.
- Z těchto podkladů vyčíst informace o aktuálním stavu zájmového území, porozumět jim a podrobně je popsat tak, aby jim bylo porozuměno.
- Popsat problematiku zájmového území z technického hlediska výstavby rybích přechodů, problematiky zájmového území a blízkého ekosystému, ve kterém se stavba nachází.
- Sehnat průběžnou zprávu z biologického monitoringu realizovaných přechodů a měření hladin v obou dokončených rybích přechodech.
- Všechnu tuto dokumentaci shromáždit, důkladně prostudovat, porozumět projektu a vyhodnotit funkčnost těchto staveb z technického a ekologického hlediska s důrazem na migraci ryb.

Doporučený rozsah práce

cca 30 stran + přílohy

Klíčová slova

Berounka, řeka, Řevnice, migrace, biologický monitoring, funkčnost stavby, ryby, měření, hladina, průtok, návrh

Doporučené zdroje informací

- ČZU, Katedra zoologie a rybářství, O. Slavík, P. Horký, 2021: Průběžná zpráva z testování funkce rybích přechodů na jezu v Řevnicích, 4 s., „nepublikováno“. Dep.: Povodí Vltavy, státní podnik; ENVISYSTEM s.r.o.; ČZU, Katedra zoologie a rybářství.
- DŮM OCHRÁNCŮ PŘÍRODY – ZO CSOP 01/01, P. Stýblo, 2020: Biologický dozor – závěrečná zpráva za období 05/2019 – 04/2020, 2 s., „nepublikováno“. Dep.: Povodí Vltavy, státní podnik; ENVISYSTEM s.r.o.; Metrostav a.s., divize 6.
- ENVISYSTEM s.r.o., D. Bůžek, 2020: Zpráva ze zaměření hladin na rybích přechodech RP I a RP II a měření rychlostí v proudu ve vybraných štěrbínách, 20 s., 60 „nepublikováno“. Dep.: Povodí Vltavy, státní podnik; ENVISYSTEM s.r.o.; Metrostav a.s., divize 6.
- ENVISYSTEM s.r.o., 2018: DSP – Berounka ř. km 19.429 – jez Řevnice – výstavba rybího přechodu a vodácké propusti, D_1_1_2_Technická zpráva, 46 s., „nepublikováno“. Dep.: Povodí Vltavy, státní podnik; ENVISYSTEM s.r.o.; Metrostav a.s., divize 6.
- ENVISYSTEM s.r.o., 2020: DSPS – Berounka ř. km 19.429 – jez Řevnice – výstavba rybího přechodu a vodácké propusti, D_1_Technická zpráva_DSPS, 12 s., „nepublikováno“. Dep.: Povodí Vltavy, státní podnik; ENVISYSTEM s.r.o.; Metrostav a.s., divize 6.
- Fakulta rybářství Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, P. Hartvich, 2016: Rešerše provedených ichtyologických průzkumů se vztahem k toku Berounka v ř. km 19,43 jez Řevnice, 8 s., „nepublikováno“. Dep.: Povodí Vltavy, státní podnik; ENVISYSTEM s.r.o.; Metrostav a.s., divize 6, Fakulta rybářství Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.
- IGNES s.r.o., M. Soukup, 2017: Závěrečná zpráva o inženýrskogeologickém průzkumu, 27 s., „nepublikováno“. Dep.: Povodí Vltavy, státní podnik; ENVISYSTEM s.r.o.; Metrostav a.s., divize 6, IGNES s.r.o.
- JEKU s.r.o., B. Kučera, R. Dustor, P. Ježek, 2017: Berounka ř. km 19,429 jez Řevnice – výstavba rybího přechodu a vodácké propusti – Základní korozní průzkum, 24 s., Dep.: Povodí Vltavy, státní podnik; ENVISYSTEM s.r.o.; Metrostav a.s., divize 6, JEKU s.r.o.
- L. Beran, 2014: Průzkum vodních měkkýšů na místech stavebních úprav jezů Zadní Třebáň, Řevnice, Dolní Mokropsy, 10 s., „nepublikováno“. Dep.: Povodí Vltavy, státní podnik; ENVISYSTEM s.r.o.; Metrostav a.s., divize 6; L. Beran.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FZP

Vedoucí práce

Ing. Radek Roub, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 28. 3. 2022

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 28. 3. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 28. 03. 2022

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Výstavby rybích přechodů v Řevnicích a jejich vliv na okolní prostředí vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v rámci GDPR.

V Praze dne 31. 3. 2022

.....
(podpis a datum autora)

ABSTRAKT

Migrace ryb je v 21. století čím dál tím více řešená problematika v rámci ekologie. Cílem této práce je ověřit funkčnost navrhovaného projektu na řece Berounce v obci Řevnice jak z technického, tak ekologicky přínosného hlediska. Důležité bylo popsat provedení projektu a území, ve kterém se nachází. Po té vyhodnotit úspěšnost projektu z pohledu biologického monitoringu a funkčnosti dokončené stavby, která byla ověřena měřeními hladin a průtoků. Výsledky těchto měření, pak prokazatelně dokazují využívání této stavby a tím i ekologickou přínosnost v zájmové lokalitě. Ke zpracování těchto výsledků bylo nutno shromáždit veškerou dostupnou dokumentaci, prostudovat ji, popsat zájmovou problematiku a vyhodnotit stavbu a její přínosnost společnosti, což se díky provedeným měřením povedlo.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Berounka, řeka, Řevnice, migrace, biologický monitoring, funkčnost stavby, ryby, měření, hladina, průtok, návrh

ABSTRACT

Fish migration is an increasingly addressed issue in ecology in the 21st century. The purpose of this work is to verify the functionality of the proposed project on the river Berounka in the village Řevnice from both technical and ecologically beneficial point of view. It was important to describe the implementation of the project and the area in which it is located. Then evaluate the success of the project from biological monitoring perspective and functionality of completed structure, which was verified by measuring levels and flows. The results of these measurements empirically prove the usage of this structure and thus the ecological benefit in the locality of interest. To process these results, it was necessary to collect all available documentation, study it, describe the issue of interest and evaluate the construction and its benefits to society, which was successful thanks to the measurements.

KEYWORDS:

Berounka, river, Řevnice, migration, biological monitoring, functionality of the project, fish, measurement, surface, flow, proposal

Obsah

1. Úvod	1
2. Cíl bakalářské práce	2
3. Metodika	3
4. Charakteristika studijního území a rešerše	4
4.1 Identifikační údaje	4
4.2 Charakteristika popisovaného území.....	4
4.3 Geologie.....	6
4.4 Agresivita prostředí na beton a ocel	8
4.5 Zatřídění zeminy, hornin a základové poměry	9
4.6 Těžitelnost zeminy a pažení výkopů	10
4.7 Hydrologické poměry	11
5. Současný stav řešené problematiky	13
5.1 Rybí obsádka v korytě řeky	13
5.2 Měkkýši	16
5.3 Technické řešení stavby.....	19
5.3.1 Architektonické, dispoziční a materiálové řešení	20
5.3.2 Stavebně technické a konstrukční řešení.....	23
6. Výsledky	33
6.1 Technické řešení stavby.....	33
6.2 Měření hladin RP I a RP II a měření rychlostí v proudu.....	33
6.2.1 RP I.....	33
6.2.2 RP II	43
6.3 Biologický monitoring.....	52
7. Diskuze	57
8. Závěr a přínos práce	58
9. Přehled literatury a použitých zdrojů	59
10. Přílohy	67

1. Úvod

Rybí přechody jsou považovány jako vodní díla. Fungují jako součást dalších vodních děl jako jezy, přehrady a malé vodní elektrárny na vodním toku nebo jako samostatná konstrukce. Známe několik typů rybích přechodů. Dělí se zejména na bazénové, dnové přejeje a rampy a kartáčové a balvanité skluzy. Bazénové rybí přechody se dále dělí na obtoková koryta tzv. bypassy a štěrbinové rybí přechody. Stavějí se z různých materiálů. Většinou jsou zhotoveny kombinací přírodních materiálů jako třeba kámen v kombinaci s betonem a železobetonem. Výstavba rybích přechodů není v České republice běžnou záležitostí, avšak k dnešnímu dni je jich více než 400. Rybí přechody se u nás začaly stavět až po roce 1990 a stavějí se většinou na větších vodních tocích jako je Berounka, Blanice, Dřevnice, Dyje, Jizera, Labe, Lužnice, Morava, Nežárka, Odra, Ohře, Opava, Otava, Ploučnice, Sázava, Šlapanka, Tichá Orlice, Vltava a Vsetínská Bečva. Ani dnes zákon č. 254/2001 Sb., o vodách nenařizuje jejich výstavbu v rámci stavby nových nebo rekonstrukce stávajících vodních děl a jezů, jakožto příčné a výškové překážky ve směru po proudu i proti proudu pro ryby a další živočichy, kteří jsou vázáni na vodní tok. I když se výstavba rybích přechodů za posledních 10 let značně zvýšila, nefunguje bohužel napříč různými povodími. Tuto záležitost mají na starost správci toků povodí Vltavy, Ohře, Labe, Odry a Moravy. Někteří tito správci toků se na problém migrace ryb a živočichů soustředí, jiní však bohužel nikoliv. Migrace ryb a živočichů je tedy většinou jen místní či regionální. I tak je výstavba rybích přechodů velmi důležitá, kvůli alespoň částečné migraci ryb a živočichů a zvyšování diverzity a důležitosti ekosystému v blízkém okolí těchto staveb a samotných vodních toků. Velice pomáhá fakt, že v rámci Ministerstva životního prostředí lze získat dotace na projekty pomocí spolufinancování Evropskou unií potažmo Evropským fondem pro regionální rozvoj v rámci operačního programu Životní prostředí. Projekt na výstavbu rybích přechodů v Řevnicích, byl právě předmětem podpory v rámci dotace EU. Předmětem této dotace bylo zajištění migrační prostupnosti jezu na řece Berounce, která je zařazena mezi významné nadregionální migrační koridory. Na řece Berounce v Řevnicích byly díky této dotaci EU (100%) vybudovány dva rybí přechody. Součástí projektu je i provedení biologického monitoringu ryb a měření hladin v rybích přechodech po dokončení stavby. Z tohoto monitoringu a měření lze následně určit funkčnost rybích přechodů.

2. Cíl bakalářské práce

Cílem bakalářské práce je podrobně popsat současný stav zájmového území výstavby rybích přechodů v Řevnicích z pohledu ekologického, geologického, hydrogeologického ale i technického. Po podrobném uvedení čtenáře do současného stavu v zájmovém území, je cílem této práce detailně popsat výstavbu dvou rybích přechodů na levém a pravém břehu Berounky především z technického hlediska postupu prací a v druhé řadě popsat současný stav v rámci ekologie vycházející z ichtyologického průzkumu a průzkumu na výskyt měkkýšů. Posledním cílem této bakalářské práce je částečné vyhodnocení biologického monitoringu, který ještě trvá a bude dokončen až v roce 2023 a měření zaměřených hladin na rybích přechodek a rychlostí v proudu ve vybraných šterbinách po dokončení stavby. Cílem této práce je vyhodnocení funkčnosti navrhovaných a nově postavených rybích přechodů jak z technického hlediska, tak z hlediska náročnosti a účinnosti migrujících ryb.

3. Metodika

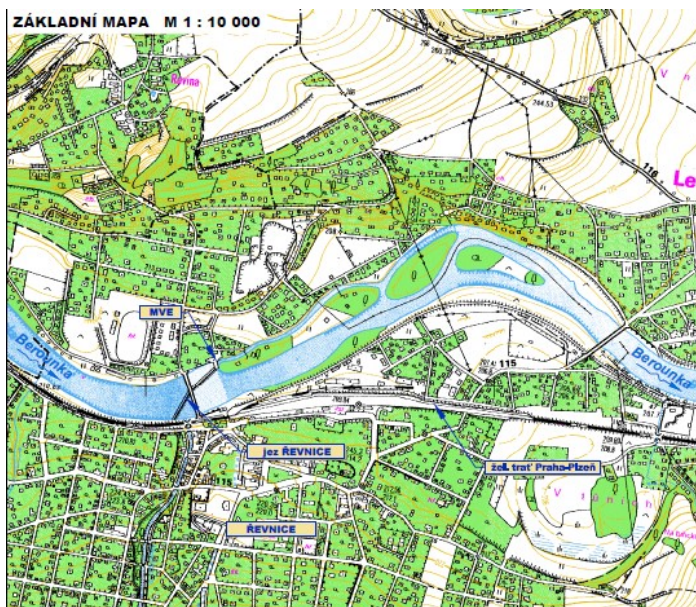
K vypracování této bakalářské práce bylo zapotřebí shromáždit veškerou dokumentaci popisující současný stav zájmového území a navrhovaného řešení plánované výstavby dvou rybích přechodů v Řevnicích na řece Berounce. Bylo nutno prostudovat dokumentaci pro provádění stavby, dokumentaci skutečného provedení stavby, geologické a biologické průzkumy a jiné odborné zprávy vybraného projektu. Z těchto podkladů vyčíst informace o aktuálním stavu zájmového území, porozumět jim a podrobně je popsat tak, aby jim bylo porozuměno. Tuto problematiku bylo nutno popsat zejména z technického hlediska výstavby rybích přechodů, problematiky zájmového území a blízkého ekosystému, ve kterém se stavba nachází. V poslední řadě bylo nutné sehnat průběžnou zprávu biologického monitoringu realizovaných přechodů a měření hladin v obou rybích dokončených přechodech. Všechnu tuto dokumentaci bylo potřeba shromáždit, důkladně prostudovat, porozumět projektu a vyhodnotit funkčnost těchto staveb z technického a ekologického hlediska s důrazem na migraci ryb.

4. Charakteristika studijního území a řešerše

4.1 Identifikační údaje

Oficiální název projektu je „Berounka ř. km 19,429 – jez Řevnice – výstavba rybího přechodu a vodácké propusti“. Stavba se nachází v k. ú. Řevnice (745 375) ve městě Řevnice, v okrese Praha-západ ležící zhruba 10 km na jihozápad od hlavního města Prahy na řece Berounce. Stavebníkem v tomto případě bylo Povodí Vltavy. Projektovou dokumentaci pro provedení stavby a dokumentaci skutečného provedení stavby, kterou zpracovala firma Envisystem, s.r.o.

Obrázek č. 1: Situace širších vztahů – Řevnice



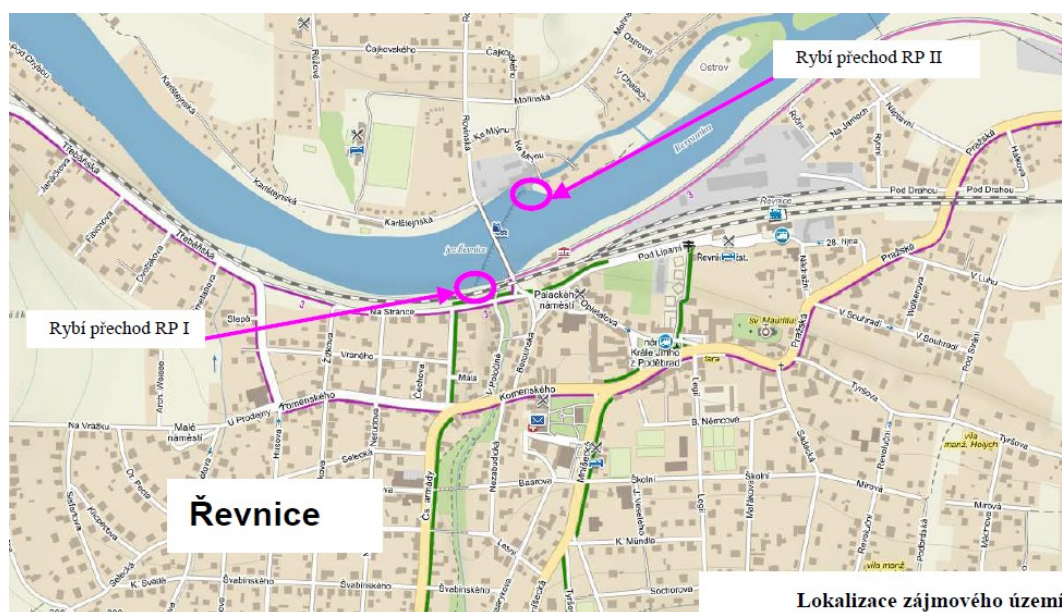
Zdroj: ENVISYSTEM s.r.o., 2018: Berounka ř. km 19.429 – jez Řevnice – výstavba rybího přechodu a vodácké propusti, C_1_Situace širších vztahů, 1 s., nepublikováno“. Dep.: Povodí Vltavy, státní podnik.

4.2 Charakteristika popisovaného území

Stavba se nachází v zastavěném území v intravilánu města Řevnice na dolním toku řeky Berounky o délce cca 100 m v ř. km 19,3-19,54 v podjezí a nadjezí. Koryto řeky je v zájmovém území částečně opevněné kamennou dlažbou. Stavba rybího přechodu RP I a rybího přechodu RP II se nachází na pravém a levém břehu

Berounka a spadá do aktivní zóny záplavového území. Jez, na kterém se stavba nachází, sloužil původně k účelům stabilizace dna a břehů nad jezem a pro energetické využití spádu – napájení náhonu mlýnu. V současné době je zde místo mlýnu malá vodní elektrárna. Konstrukce jezu je tvořena betonem a přelivná hrana je štěchovitá. Úplně původní konstrukce jezu byla historicky tvořena srubokamenem, časem rekonstruována betonovou přelivnou deskou. Pozičně je jez vůči břehům přímý, šikmý a mírně lomený.

Obrázek č. 2: Lokalizace zájmového území Řevnice



Zdroj: Závěrečná zpráva o inženýrskogeologickém průzkumu (Ing. Marek Soukup)

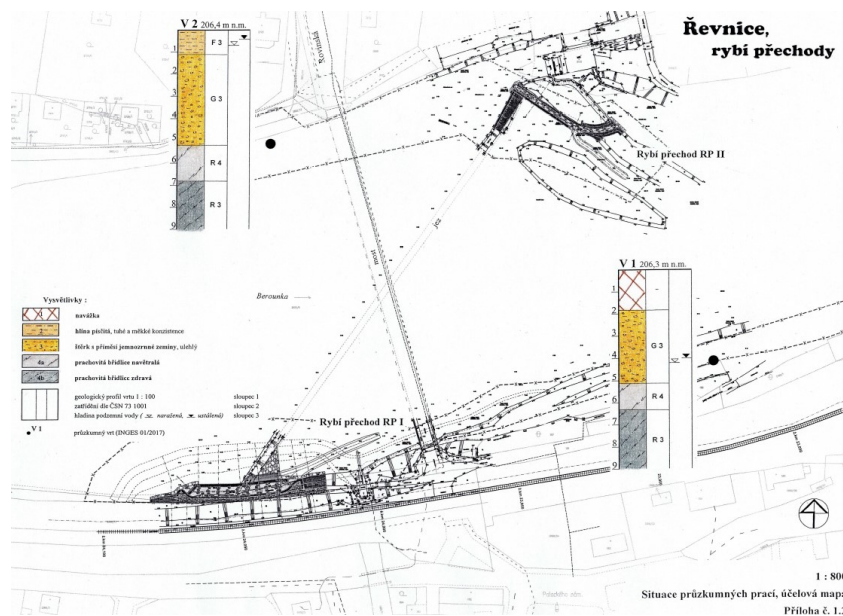
Řeka Berounka je zařazena mezi nadregionální prioritní koridor v mezinárodní oblasti povodí Vltavy. Popisované zájmové území je součástí neregistrovaného významného krajinného prvku (VKP) – vodní tok a údolní niva a územního systému ekologické stability – nadregionální biokoridor K56. Území se nachází na mimopstruhovém rybářském revíru Berounka 2 a přístupová cesta částečně zasahuje do ochranného pásma vodního zdroje II. stupně. Spadá pod General splavnění řeky Berounky z Prahy do Berounky pro I. třídu. Číslo hydrologického pořadí pro tok Berounku je 1-11-05-0400, plocha povodí je 8 688,13 km² a průměrný průtok činí 37,9 m³/s. Berounka se řadí dle vyhlášky č. 267/2005 Sb. jako významný vodní tok a dle novely č. 71/2003 Sb. se jedná o kaprovitou vodu. Oficiální účel stavby je

migrační zprůchodnění jezu pro vodáky a živočichy. Část projektu je věnována opravě levé části jezového tělesa a výstavba vodácké propusti na pravém břehu.

4.3 Geologie

V rámci geologického průzkumu pro potřeby stavby byly provedeny 2 jádrové vrty. Vrty byly označeny V1 (pro RP I) a V2 (pro RP II) a byly provedeny do hloubky 9,0 m jádrovým rotačním způsobem na sucho vrtnou soupravou HVS 4100/MAN úvodním profilem 220 mm a konečným profilem 175 mm.

Obrázek č. 3: Situace průzkumných prací vrtů V1 a V2



Zdroj: Závěrečná zpráva o inženýrskogeologickém průzkumu (Ing. Marek Soukup)

Z těchto vrtů byly odebrány zkušební vzorky zeminy pro stanovení hodnot indexových parametrů zemín a zařazení dle příslušných Českých Státních norem (ČSN). Z těchto vrtů se také odebraly vzorky podzemní vody pro stanovení agresivity na betonové konstrukce a ocel. Z jádrových vrtů bylo zjištěno, že v zájmovém území tvoří skalní podloží prachovité břidlice zahořanského souvrství svrchního ordoviku Barrandienu pražské pánve. Břidlice mají barvu šedočernou, jsou lehce slídnaté a tence deskovitě odlučné. U obou vrtů bylo v hloubce cca 5 m zjištěno skalní podloží z navětralých prachovitých břidlic s tenkou deskovitou odlučností. Se zvyšující hloubkou vrtů se míra zvětrání snižuje a od cca 6 až 7 metrů

jsou břidlice zdravé a deskovitě odlučné. Tyto skalní horniny jsou pokryty terasovými sedimenty Berounky. Jedná se o středně a hrubě ulehlé zrnité štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy hnědého a šedohnědého zabarvení. Frakce těchto štěrků se pohybuje od 2 cm do 10 cm s nahodilou přítomností valounů, jejichž velikost je větší než 20 cm. Podle historických záznamů prováděných vrtů v okolí byla maximální velikost valounů až 50 cm. Tyto štěrky jsou tzv. polymiktní. To znamená, že štěrkovitá frakce je tvořena valouny křemene a opracovanými úlomky hornin. Tato poloha byla zastížena v obou vrtech cca od 1 do 5 metrů. U vrtu V2 jsou štěrky překryté písčitou hlínou hnědého a tmavě hnědého zbarvení, shora tuhé konzistence a měkké konzistence od cca 0,3 m viz obrázek č. 4 Odebrané vzorky z vrtného jádra V1 a V2. Tloušťka hlinitého pokryvu je 1,1 m.

Obrázek č. 4: Odebrané vzorky z vrtného jádra V1 a V2



Zdroj: Závěrečná zpráva o inženýrskogeologickém průzkumu (Ing. Marek Soukup)

U vrtu V1 jsou štěrky překryté balvanitou a kamenitou navázkou. Tyto balvany dosahují frakce až 25 cm a objevují se zde i bloky křemenců. Mocnost navázky je u vrtu V1 1,8 m. U průzkumných vrtů pro zjištění přítomnosti podzemní vody bylo zjištěno, že u vrtu V1 byl přítok v hloubce 4,2 m pod terénem a cca po 30 minutách po odvrtání nastoupala podzemní voda do úrovně 3,96 m. Při realizaci vrtu V2 byla přítomnost hladiny podzemní vody zjištěna v hloubce 0,7 m pod terénem a po 30 minutách nastoupala na úroveň 0,36 m. V případě naší zájmové lokality je podzemní voda vázaná na průlinově propustný kolektor štěrků. Tento kolektor je zásobován infiltrací srážkových vod a povrchové vody z koryta řeky Berounky. Proto se bude hladina podzemní vody měnit v závislosti na stavu hladiny vody v řece Berounce. Nepropustnou část kolektoru vytvářejí již zmíněné prachovité břidlice skalního

podloží. Z historických průzkumů hydrodynamických zkoušek v údolní nivě Berounky lze přibližně uvažovat s koeficientem propustnosti (filtrace) $k_f = 6 \cdot 10^{-4}$ m/s a koeficientem průtočnosti (transmisivity) $T = 4,5 \cdot 10^{-3}$ m/s. Vydatnost podzemní vody v kolektoru pak dosahoval až 13 l/s při snížení hladiny o 2 m.

4.4 Agresivita prostředí na beton a ocel

Po odebrání vzorku a následujícím rozboru podzemní vody z vrtů V1 a V2 nebyly překročeny žádné ze sledovaných ukazatelů limitních hodnot pro slabě agresivní prostředí (XA1) dle ČSN EN 2006 agresivitu na beton. Podzemní voda dle rozborů nevykazuje agresivitu na beton (Tabulka č. 1).

Tabulka č. 1: Porovnání limitních hodnot odebraných vzorků V1 a V2 na agresivitu vůči betonu dle ČSN EN 2006

Stanovení	Vrt		Limity ČSN EN 206 - 1 pro slabě agresivní prostředí
	V 1	V 2	
sírany (mg/l)	170	47	≥ 200 a ≤ 600
pH	7,5	7,5	$\leq 6,5$ a $\geq 5,5$
CO ₂ agresivní (mg/l)	< 1,0	1,9	≥ 15 a ≤ 40
amonné ionty (mg/l)	0,37	0,54	≥ 15 a ≤ 30
hořčík (mg/l)	26	9,5	≥ 300 a ≤ 1000

Zdroj: Závěrečná zpráva o inženýrskogeologickém průzkumu (Ing. Marek Soukup)

Co se týká odebraných vzorků na agresivitu oceli, tak po porovnání s limitními hodnotami dle ČSN 03 8372 Zásady ochrany proti korozi neliniových zařízení uložených v zemi nebo ve vodě bylo zjištěno, že prostředí pro ocel má velmi vysokou agresivitu prostředí (stupeň agresivity IV) viz Tabulka č. 2.

Tabulka č. 2: Porovnání limitních hodnot odebraných vzorků V1 a V2 na agresivitu vůči oceli dle ČSN 03 8372

Stanovení	Vrt		Limity ČSN 03 8372 pro velmi vysokou agresivitu prostředí
	V 1	V 2	
pH	7,5	7,5	< 6,0
CO ₂ agresivní (mg/l)	< 1,0	1,9	5
Cl (mg/l)	110	34	> 300
měrná vodivost (μS/cm)	1000	490	> 430

Zdroj: Závěrečná zpráva o inženýrskogeologickém průzkumu (Ing. Marek Soukup)

4.5 Zatřídění zeminy, hornin a základové poměry

Na základě vizuálního určení a laboratorních rozborů lze zeminy a horniny rozřadit do geotechnických poloh představující vcelku homogenní část vrstveného profilu. Toto zařazení bylo provedeno dle dříve platné ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy a je totožné s platnou ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací. Poloha *1* navážka kamenitá: neklasifikováno; poloha *2* hlína písčitá, měkké a tuhé konzistence: F3, MS (hlína písčitá); poloha *3* štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy, ulehlý, středně a hrubě zrnitý: G3, G-F (štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy); poloha *4a* prachovitá břidlice navětralá: R4; poloha *4b* prachovitá břidlice zdravá: R3. Veškeré hodnoty jsou znázorněny v Tabulce č. 3.

Tabulka č. 3: Zatřídění odebraného vzorku V1 a V2 dle fyzikálně-mechanických a deformačních vlastností dle ČSN 73 1001

Poloha	ČSN 73 1001	γ_n [kN.m ⁻³]	$c_{(ef)}$ [kPa]	$\varphi_{(ef)}$ [°]	ν	σ_c [MPa]	E_{def} [MPa]	R_{dt} [kPa]
2	F 3, MS	18,0	8 - 16	24 - 29	0,35	-	2 - 5	100 ¹
3	G 3, G-F	21,0	0	28 - 33	0,25	-	80 - 90	450 ²
4a	R 4	23	30 - 40	20 - 28	0,25	5 - 15	50 - 60	400
4b	R 3	24	50 - 60	28 - 33	0,20	15 - 50	> 100	> 500

Zdroj: Závěrečná zpráva o inženýrskogeologickém průzkumu (Ing. Marek Soukup)

Dle dříve klasifikovaných poměrů je prostor pro provádění stavby klasifikován z hlediska plošného zakládání jako složitý, vzhledem k úrovni hladiny

vody, která neustále ovlivňuje způsob založení stavby a návrh konstrukce. Co se týká výskytu podzemní vody, tak její hladina se bude vyskytovat těsně pod úrovní či v úrovni povrchové vody a jejím kolektorem jsou štěrky polohy *3*. Hornina skalního podloží v cca 5 až 6 metrech pod terénem pak tvoří nepropustnou bázi kolektoru pro podzemní vodu a její hladina bude kolísat v závislosti na hladině povrchové vody v řece Berounce. Z tohoto důvodu je potřeba vzít při navrhování konstrukce rybích přechodů na vědomí, že část stavby bude pod úrovní hladiny vody a musí se tak uvažovat s působením vztlaku vody na stavbu. Základovou půdu tvoří štěrky polohy *3*, které jsou pro navrhovanou konstrukci dostatečně únosné.

4.6 Těžitelnost zeminy a pažení výkopů

Těžitelnost zemin se zařazuje na základě vizuálního hodnocení podle již dříve zmíněné ČSN 73 6133 a dle dříve platné ČSN 73 3050 a ceníku C800-2 B/01/III./2 resp. TP 76 příloha č. 1 Klasifikace hornin podle vrtatelnosti pro vrty pro piloty a pro rýhy pro podzemní stěny. V případě projektu stavby rybích přechodů v Řevnicích bylo zařazeno dle tabulky č. 4.

Tabulka č. 4: Zařazení zeminy dle provedených průzkumných vrtů V1 a V2 do tříd těžitelnosti

Zemina / hornina	Poloha	ČSN 73 6133	ČSN 73 3050	TP 76, př. č. 1
navážka	*1*	tř. II	tř. 3 - 4	II. - III. třída
hlína písčitá, tuhé a měkké konzistence	*2*	tř. I	tř. 2	I. třída
štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy, ulehlý	*3*	tř. I	tř. 3	II. třída
prachovitá břidlice navětralá	*4a*	tř. I	tř. 4	II. třída
prachovitá břidlice navětralá	*4b*	tř. II	tř. 5 - 6	III. třída

Zdroj: Závěrečná zpráva o inženýrskogeologickém průzkumu (Ing. Marek Soukup)

Z toho vyplývá, že při výkopových pracích v místě stavby rybích přechodů zhotovitel narazí cca 5 až 6 m pod úroveň terénu na horninu a zeminu lehce těžitelnou, třídy těžitelnosti I a II. Níže pod 6 m lze předpokládat výskyt hůře těžitelných zdravých prachových břidlic. Kvůli velké přítomnosti podzemní vody je

tedy potřeba zajistit výkop štětovnicemi. Zhotovitel si na místo použití štětovnic zvolil variantu záporového pažení z důvodů lepší manipulace stroje v blízkosti jímky a násypu.

4.7 Hydrologické poměry

Tyto poměry jsou na řece Berounce ovlivňovány manipulací na nádržích v povodí. Nejvíce Berounku ovlivňují VD Hracholusky na Mži ($Q_{\min} = 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$), VD Nýrsko na Úhlavě ($Q_{\min} = 0,36 \text{ m}^3/\text{s}$), VD České Údolí na Radbuze, VD Klabava na Klabavě ($Q_{\min} = 0,39 \text{ m}^3/\text{s}$) a VD Žlutice na Střele ($Q_{\min} = 0,22 \text{ m}^3/\text{s}$). Základní hydrologické údaje vypracoval ČHMÚ v roce 2015.

M – denní průtoky profil Řevnice, ČHMÚ (12/2015)

M [dny]	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355
												364
Q_M[m³/s]	86,6	57,3	43,7	34,9	29,0	24,5	21,1	18,8	16,9	14,8	12,2	8,78
												6,18

N – leté průtoky profil Řevnice, ČHMÚ (8/2015)

N [roky]	1	2	5	10	20	50	100
Q_N [m³/s]	297	434	647	831	1035	1327	1573

Morfologické poměry koryta Berounky (ř. km 11÷22)

řiční km	11,5	12,5	13,5	14,5	16,5	17,5	18,5	20,5	21,5	
průměr r										
šířka v březích-B (m)	76	80	82	80,5	86	75	63	77	79	77,6
střední hloubka (m)	2,5	3,4	2,9	3,1	2,5	2,2	2,0	2,7	3,0	2,7
max. hloubka (m)	3,3	4,3	3,8	4,2	4,0	3,4	2,9	5,0	4,0	3,9
podíl B/$\sqrt{Q1}$	4,4	4,6	4,8	4,7	5,0	4,3	3,7	4,5	4,6	4,5
délka toku / d. údolí	11km/10,35km = 1,06(stupeň vlnovitosti); sklon toku 0,1 %									

Výše uvedená tabulka uvádí hodnoty podílu $B/\sqrt{Q1} = 4,5$ dosahující velikosti, která je podle výzkumu „Hey a Torne“ adekvátní korytům se zatravněnými břehy, jen se zanedbatelným podílem stromů.

5. Současný stav řešené problematiky

5.1 Rybí obsádka v korytě řeky

Jez Řevnice v zájmovém území stavby spadá do rybářského revíru označený jako Berounka 2 a stará se o něj Územní svaz města Prahy Český rybářský svaz (ČRS). Tato obsádka spadá do cejnového až parmového pásma. Nad naší lokalitou Řevnic a ještě nad lokalitou jezu Karlštejn se v roce 2011 prováděly inventarizační ichtyologické průzkumy, které byly v rámci tohoto projektu poskytnuty ČRS Beroun. Z tohoto průzkumu bylo zjištěno, že se v této lokalitě nachází 19 druhů ryb s dominantními druhy jako: candát obecný, hořavka obecná, hrouzek obecný, jelec tloušť, ouklej obecná a plotice obecná. Ostatními druhy vyskytující se v této lokalitě byly: bolen dravý, cejn velký, cejnek malý, jelec jesen, jelec proudník, karas stříbrný, lín obecný, ostroretka stěhovavá, parma obecná, střevlička východní, sumec velký, štika obecná, úhoř říční.

Obrázek č. 5: Úhoři z Berounky



Zdroj: Rešerše provedených ichtyologických průzkumů se vztahem k toku Berounky v ř. km 19,43 jez Řevnice (doc. Ing. Petr Hartvich, CSc.)

Při ichtyologickém průzkumu chyběly zcela vzorky ryb ve velikosti 20 – 30 cm. Příčinou nedostatku malých ryb je zřejmě z důvodu velkého tlaku predátora, kterým se v těchto vodách předpokládá kormorán velký. Podle provedené rešerše

ichtyologických průzkumů na řece Berounce provedené panem doc. Ing. Petrem Hartvichem, CSc., 10/2016, řeka Berounka patří v zájmovém území na jezu Řevnice částečně do původní ichtyofauny mimoproudového společenstva parmového pásma. Druhou část ichtyofauny tvoří početnější a produkčně využitelnější část, kterou tvoří pravidelně vysazované dravé a nedravé ryby za účelem sportovního rybolovu. Druhům, které se zde vyskytují, vyhovují především úseky se stojatou vodou cejnového pásma nebo s vodou pomalu tekoucí. Dle již zmíněného průzkumu zůstává celkový počet druhů otevřený z důvodu možnosti migrace ryb z jiných přítoků, napojených rybníků a nádrží či z vysazování. Rešerše dále uvádí, že je potřeba poproudových i protiproudových migrací při početné druhové diverzitě Berounky vysoká v diurnálním i sezónním cyklu. V tomto případě pak i kaprovité ryby, je-li jim to umožněno, standardně migrují proti proudu řeky, až na vzdálenost několika kilometrů. V případě stavby jezu Řevnice se z důvodu délky 178 m musí realizovat rybí přechody dva. Migrace kaprovitých ryb je také velice podporována z důvodu navazujícího výskytu velkých mlžů jako: velevruba tupého, velevruba malířského a škeblí. V zájmovém úseku Berounky jsou následující sledované cílové druhy:

- Reofilní (proudofilní) druhy: parma, podoustev, ostroretka, jelec tloušť a proudník, bolen, amur bílý a pstruh obecný.
- Eurytopní (vyhovují proudivé i stojaté vody): štika, candát, úhoř, jelec jesen, plotice, cejnek, ouklej, karas stříbřitý, hrouzek obecný a hořavka.
- Limnofilní druhy (vázané na stojaté vody): cejn, lín, karas obecný a sumec.

Rychlost, kterou se pohybují ryby v našich vodách, je nanejvýše okolo 0,9 m/s. Nejvíce aktivní ryby k překonání úseku proudivého prostředí patří k reofilním a dravým eurytopním druhům. Kaprovité ryby spadající také do reofilního druhu jsou převážně demerzální. Což znamená, že se často pohybují nad zdrsněným dnem, kde využívají k svému pohybu sníženou rychlost proudění. Nejméně pohyblivé jsou ryby spadající do limnofilního druhu. Tyto druhy využívají zejména větší volný prostor s velkou a hloubkou stojatých vod a s pomalu tekoucí vodou v jezových zdržích, ve kterých se vyskytují. Jsou schopny silnější proudění vody překonat za předpokladu,

že je to nezbytně nutné. Z této rešerše vyplývá, že při návrhu rybích přechodů na jezu v Řevnicích a řece Berounce je zapotřebí projekt dimenzovat tak, aby i neméně mobilní limnofilní druhy byly schopny tyto rybí přechody překonat.

V projektové dokumentaci pro stavební povolení výstavby rybích přechodů v Řevnicích je samostatná příloha uvádějící povinný biologický monitoring, který se má na stavbě rybích přechodů po jeho dokončení provádět. V rámci testování rybích přechodů a jejich technické funkčnosti se důkladně zabývají metodické pokyny specifikací na místní podmínky v České republice, vydané Ministerstvem životního prostředí (Horky a kol., 2010; Horky a kol., 2013; Slavík a kol., 2012). Jestliže chceme, aby byly rybí přechody považovány za plně funkční, musí tyto stavby splňovat následující podmínky:

- Ryby by měly objektivně reagovat na faktory prostředí, které migraci rybími přechody ovlivňují. Nejdůležitějšími migračními faktory prostředí rybích přechodů jsou zejména teplota vody a průtok.
- Rybí přechody by měly projevovat odpovídající účinnost a být překonatelné pro dostatečné množství ryb, které migrují.
- Rybí přechody by neměly být svojí velikostí druhově selektivní.

Na základě výše uvedených podmínek byl z důvodu ověření funkčnosti navrhovaných rybích přechodů v Řevnicích zvolen systém biomonitringu, a to systém telemetrie s pasivními integrátory (PIT). Za pomoci této metody lze získat jasné údaje o existenci konkrétního jedince v daném místě trati rybího přechodu, kde je umístěna anténa. Tato anténa bývá umístěna na vstupu nebo výstupu RP. Odchycené ryby jsou opatřeny pasivními integrátory (značkami), které mají rozměr pouhých 12 x 2 mm a váží 0,09 g. Výhodou těchto mikro značek je, že se nimi dají označit velmi malé ryby s hmotností kolem 3 g (Navarro a kol., 2006). Tyto integrátory nejsou napájeny vlastní baterií, ale aktivují se při kontaktu se signálem, který je vysílán anténou a po té zašlou jedinečný kód zpět do antény. Anténa v tomto případě slouží jako čtecí zařízení, ze kterého jsou informace zaneseny do paměti přijímače. Výslednou informací v přijímači je pak výskyt ryby na určitém místě v konkrétním čase. Nevýhodou této metody je, že ryba s pasivním integrátorem, se

musí přiblížit k anténě přinejmenším na 30 cm. Tato forma ověřování není v případě RP příliš významná. Při používání této metody je důležité vlastní značení ryb. Při značení ryb je zapotřebí ryby odchytit v zájmovém říčním úseku. Lze je po té zvážit, změřit a odebrat jim šupiny. Z odebrané šupiny lze pak u jednotlivých jedinců zjistit rychlost růstu, stáří a materiál pro DNA analýzu. Tyto získané informace jsou velmi důležité z hlediska sledovaných migrujících populací či společenstev. Při této metodě testování za účelem zjištění funkčnosti RP je zapotřebí identifikace minimálně 300 kusů ryb. Těmto rybám budou aplikovány čipy pomocí jednorázových jehel, které minimalizují riziko možné infekce v průběhu značení. Snaha při značení bude zaměřena na poměr druhového zastoupení tak, aby reprezentoval rybí společenstvo na zájmové lokalitě se schopností druhů překonávat migrační překážky a snahu vstupovat do prostředí s větším prouděním vody. Odborný odlov ryb pro tuto metodu bude prováděn za pomoci elektrického agregátu, a to v celém profilu řeky Berounky pod jezem Řevnice. Čtečky pasivních integrátorů (antény) budou instalovány současně na výstupu obou rybích přechodů tak, aby bylo možné zjistit úspěšný průchod ryb celou trasou. Aby měl biologický monitoring smysl v rámci zjišťování technické funkčnosti RP musí být sledovány minimálně 3 období tahu ryb. To znamená sledovat buď 2 x jarní a 1 x podzimní nebo 1x jarní a 2x podzimní tah ryb. Všechna tato získaná data budou následně podrobena statistické analýze a spojená již s existujícími daty. Tato data jsou spojená s velikostní a druhovou selektivitou umístěním RP v příčném profilu a parametry prostředí, jako jsou průtok a teplota vody v zájmovém území a porovnáním účinnosti hlavního a vedlejšího RP. Konečným výsledkem tohoto měření bude závěrečná zpráva, která shrne veškeré výsledky monitoringu, a tak i funkčnosti obou RP.

5.2 Měkkýši

V rámci plánovaného projektu výstavby rybích přechodů byl uskutečněn i průzkum na výskyt vodních měkkýšů v Řevnicích a jeho blízkém okolí. Tento průzkum a vypracování zprávy realizoval pan RNDr. Luboš Beran, Ph.D. na základě požadavku ÚVR ČSOP v roce 2016. Provedení průzkumu se iniciovalo i z důvodu možnosti výskytu velkých mlžů. Někteří z nich patří mezi zvláště chráněné druhy. Tyto zvláště chráněné druhy uvádí vyhláška MŽP č. 395/1992 Sb. v platném znění.

Mezi tyto zvláště chráněné druhy, které se v dané lokalitě mohou vyskytovat, patří: velevrub malířský a škeble rybniční. V rámci průzkumu, který byl proveden v červnu roku 2016 pod všemi jezy a v zájmové lokalitě stavby i v jejím blízkém okolí (Zadní Třebáň, Řevnice, Černošice-Mokropsy) byl zjištěn výskyt 16 druhů vodních měkkýšů. Přesněji byl zjištěn výskyt 13 plžů a 3 mlžů. Nejvýznamnější nález, který byl v rámci průzkumu objeven je přítomnost terčovníku kýlnatého, který je zapsán v Červeném seznamu měkkýšů ČR a spadá pod druh ohrožený. Tento objev byl nalezen pouze v oblasti jezu Černošice-Mokropsy. Z téměř ohrožených druhů v řece Berounce byla nalezena uchatka široká a bahenka živorodá. Bahenka živorodá je ale v Berounce velice rozšířena. Dalším objeveným velkým mlžem, který jako jediný spadá do zvláště chráněných druhů, je velevrub malířský. Tento mlž byl nalezen především nad jezy v písčitobahnitém a bahnitém sedimentu zejména v Zadní Třebáni na levém břehu, v Řevnicích na pravém břehu a Dolních Mokropsech na pravém břehu. V zájmové lokalitě byly v rámci průzkumu objeveny i dva druhy nepůvodní. Jedním z nich je písečník novozélandský. Z názvu tohoto mlže je patrné, že pochází původem z Nového Zélandu. Druhým nepůvodním druhem je levohrotka ostrá, která pochází původem ze severní Ameriky. Oba tyto nepůvodní druhy se v České republice, v podobných lokalitách vyskytují naprosto běžně. Zpráva z tohoto průzkumu uvádí, že se nepotvrdila přítomnost ohrožené škebličky ploché a velevruba nadmutého. U velevruba nadmutého nelze jeho současný výskyt zcela vyloučit z důvodu jeho nálezů v roce 2001. Nález škebličky ploché byl naposledy v roce 2014, z tohoto důvodu je její výskyt vysoce pravděpodobný.

V rámci plánované realizace projektu bylo jednou z podmínek plnění investora, provádět průběžný biologický dohled během výstavby. Na tento biologický dohled byla objednána v rámci Agentury ochrany přírody a krajiny (AOPK) specializovaná organizace Dům ochránců přírody. Biologický dozor provedl spolu s dobrovolníky předseda organizace pan Ing. Petr Sýblo, který pak ke konci projektu vypracoval závěrečnou zprávu, bez které nebylo možné stavbu řádně dokončit a předat. Po předchozí domluvě si organizace v rámci harmonogramu prací určila, v jaké fázi výstavby chce biologický dozor provést. Nejprve došlo ze strany organizace k zaškolení všech přítomných pracovníků stavby. Zaškolení se týkalo především možnosti nálezů ohroženého zvířete, jak se v tomto případě chovat a

upozornění na neprodlené ohlášení tohoto nálezu na pohotovostní službu organizace. Organizace prováděla i mimo určené fáze výstavby pravidelné kontroly, a to 1x za měsíc. V rámci fází výstavby organizaci zajímaly zejména pracovní činnosti související s jímkováním a tím vysoušením části toku, vzniku nových hrází či nově vznikající odkryté plochy. Tyto nalezené živočichy pak přenášeli do bezpečnějších úseků toku. Při těchto průzkumech nebyly nalezeny žádné druhy, které by patřily mezi zvláště chráněné. Během jedné z fází výstavby, byly v květnu 2019 z vysoušených ploch pod jezem nalezeny a přeneseny do bezpečí: 1 kus vranky obecné a 5 ks škeble říční. Přítomnost velevrubů v tomto případě nebyla zjištěna. V červenci téhož roku pak organizace byla přítomna u vyčerpání jímky pro výstavbu RP II, kde před úplným odčerpáním vody našli a přemístili následující druhy ryb: lín obecný, sumec velký, úhoř říční, slunečnice pestrá, hrouzek obecný a plotice obecná. O tomto postupu byl vždy zapsán záznam do stavebního deníku zhotovitele. Během realizace stavby docházelo k pravidelným kontrolám ze strany organizace a za přítomnosti stavbyvedoucího firmy, která stavbu realizovala. Při těchto kontrolách docházelo ke společným obchůzkám staveniště a průzkumu lokalit, které byly rozšiřováním stavby dotčeny. K těmto kontrolám docházelo především v době hnízdění, kdy mohla být narušena hnízdiště ptáků jako: kachna divoká a konipas horský. Závěrem této zprávy bylo, že během realizace výstavby rybích přechodů v Řevnicích nedošlo k zásadním negativním ovlivnění populací vodních ani dalších jiných živočichů. K poslední kontrole na stavbě došlo v dubnu roku 2020.

Obrázek č. 6: Snímky pořízené Ing. Stýblem během biologického monitoringu



Zdroj: Biologický dozor – závěrečná zpráva z období 05/2019 – 04/2020 (Ing Petr Stýblo)

5.3 Technické řešení stavby

Stavba rybích přechodů se dělila na 2 stavební objekty. První stavební objekt se zabýval rybím přechodem RP I a skluzem pro vodáky na pravé straně jezů. Druhý stavební objekt byl zaměřen na rybí přechod RP II na protilehlém levém břehu jezů a opravu části jezového tělesa. Tyto dva objekty rybích přechodů byly dále rozděleny na 4 konkrétní. Bakalářská práce se zaměřuje konkrétně pouze na technické řešení rybích přechodů. Pro úplnost a lepší představu, jsou níže uvedeny všechny stavební objekty. Rozdělení na objekty:

SO 01 Rybí přechod RP I a skluz

SO 01.1 Rybí přechod RP I – bazénový rybí přechod – technický žlab s balvanitými přepážkami

SO 01.2 Skluz pro vodáky

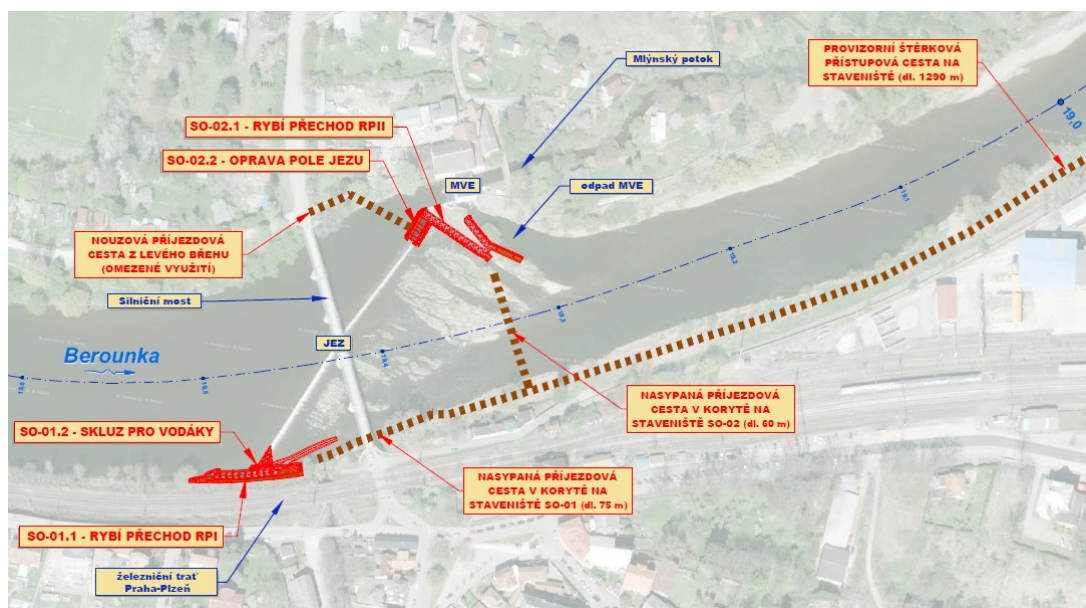
SO 02 Rybí přechod RP II a oprava levého pole jezu

SO 02.1 Rybí přechod RP II – bazénový rybí přechod – technický žlab

S betonovými přepážkami

SO 02.2 Oprava jezového pole

Obrázek č. 7: Situace širších vztahů stavby rybích přechodů



Zdroj: DSP_C_1_Situace širších vztahů - Envisystem s.r.o.

5.3.1 Architektonické, dispoziční a materiálové řešení

Oba rybí přechody byly umístěny do břehů řeky Berounky. Rybí přechody navazují na stávající pevný jez, který byl původně realizován z důvodu podélné stabilizace dna a využití hydroenergetického potenciálu řeky pomocí malé vodní elektrárny. Zmíněné funkce stávajícího jezu nebyly nijak stavbou rybích přechodů, rekonstrukcí části jezu a skluzu pro vodáky zasaženy.

V případě RP I na pravé straně jezu vede jeho trasa právě podél jezu a je částečně zasazena do břehu, a to 20 m do podjezí a 20 m do nadjezí. Žlab RP I je konstrukčně řešen jako železobetonový polorám, jehož koruna je umístěna těsně nad hladinou při průtoku Q_{30d} . Pohledové stěny na vnější straně RP I jsou obloženy lomovým kamenem konkrétně žulou. Koruna stěn je obložena hrubými kopáky, které

jsou také z žuly. Dalším žulovým prvkem rybího přechodu jsou kotvené kamenorezy uložené na oblém zhlaví dělicího pilíře na vstupu i výstupu RP. Celková délka žlabu rybího přechodu činí 38,2 m a světlá šířka je 3,6 m. Konstrukce RP je pevně zavázaná do břehů v nadjezí a podjezí, a to pomocí šikmých kotev vetknutých do skalnatého podloží a napnuté dle požadovaných parametrů. RP překonává spád jezu 1 m v generálním podélném sklonu cca 2,9 %. Tento rybí přechod je rozdělen balvany stavěných v jednotlivých řadách.

Obrázek č. 8: Foto pořízené dronem - RP I



Zdroj: Foto Ing. David Bůžek

Pravý břeh je pak v okolí RB upraven stupňovitými rovinami, které jsou také tvořeny balvany. Tyto rovnaniny jsou v nadjezí v délce cca 9,5 m a v podjezí cca 8,3 m.

Na pravé straně břehu u zmiňovaného RP I je vybudovaná skluz pro vodáky, která je vedena souběžně s rybím přechodem v podjezí, směrem k toku řeky Berounky. Skluz pro vodáky neboli „šlajсна“ je konstrukčně navržena jako železobetonová šikmá rampa o délce 11,6 m a šířce 2,25 m. Tato skluz je pak po celém povrchu obložena dubovými fošnami.

U rybího přechodu RP II je jeho trasa vedena na levém břehu v podjezí v prostoru dělicího ostrova mezi řekou a odpadním kanálem malé vodní elektrárny.

Trasa RP II není přímá jako u RP I na pravém břehu. Jeho trasa je jednou zalomená. Jeho první část zasahuje do jezu a vede dále do podjezí cca 40 m podél levého břehu, kde se po-té stáčí o 180° a dále pokračuje podél pravého břehu odpadního kanálu MVE v délce 23 m až k vyústění savek MVE, kde je RP II zaústěn. I v tomto případě je konstrukčně žlab RP II řešen jako ŽB polo-rám, akorát je lomený v délce 65 m s korunou umístěnou nad hladinu Q_{30d} . Pohledové stěny na vnější straně RP II jsou obloženy lomovými žulovými kameny, a to včetně koruny žlabu stejně jako u RP I. I v tomto případě jsou obě horní zhlaví zhotoveny z kotvených žulových kamenozřzů. Ve spodní části žlabu, která je vedená v odpadním kanále MVE, je konstrukce bez obkladu. Tato část konstrukce je tvořena pouze pohledovým betonem. Světlá šířka RP II je 1,8 m a překonává navrhovaný spád na malé vodní elektrárně 2,06 m v generálním podélném sklonu cca 3,1 %. U tohoto rybího přechodu je jeho trasa rozdělena betonovými přepážkami, které mají svislé štěrbinu šířky 0,3 m. Tyto štěrbinu vytvářejí bazénky o světlé délce 3 m s lokálním převýšením hladiny 0,10 m. Minimální hloubka vody musí činit 0,8 m.

Obrázek č. 9: Foto pořízené dronem - RP II



Zdroj: Foto Ing. David Bůžek

Na levém břehu u RP II se v rámci projektu opravovala část jezu v délce 15 m. Tato oprava zahrnovala novou železo-betonovou přelivnou hranu navýšenou na kótu 205,94 m n. m.

5.3.2 Stavebně technické a konstrukční řešení

SO 01.1 Rybí přechod RP I – hlavní

Rybí přechod byl navržen jako technický železo-betonový žlab s balvanitými přepážkami. ŽB konstrukce RP I je dělena na 3 dilatační bloky v délce od 11 do 15 m. Typ RP se uvádí dle literatury, jako štěrbínový, bazénového typu. Pro jeho umístění musela být odbourána část jezu, a to v délce cca 4,8 m. Do odbouraného prostoru byl žlab vložen. Mezi žlabem rybího přechodu a skluzí pro vodáky vznikne pracovní spára. Tato spára je těsněna extrudovaným polystyrenem a při povrchu zatmelena. Jak už bylo výše zmíněno v kapitole 5.3.1 Architektonického, dispozičního a materiálového řešení, koruna RP I je umístěna nad hladinu Q_{30d} . Pohledové stěny jsou obloženy žulovými kameny a obě oblé zhlaví dělicího pilíře jsou tvořeny z kotvených žulových kamenořezů. Pohledový beton byl v tomto případě použit pouze na části konstrukce, které nejsou viditelné a úzké pilířky hrazení. U každého RP by měly být na vstupu i výstupu drážky provizorního hrazení, není tomu jinak i v tomto případě. Drážky provizorního hrazení slouží především pro zatěsnění RP od okolní vody, z důvodu možnosti provedení oprav či čištění RP. Další možností využití drážek provizorního hrazení je za účelem osazení naváděcího koše bioscanneru, který umožňuje monitoring migrace ryb, který se v našem případě bude provádět a je v rámci tohoto projektu povinný. Žlab je zavázán do břehu v nadjezí i podjezí v délce 38,2 m, světlé šířce 3,6 m, překonávající spád jezu 1 m a v podélném sklonu 2,9 %. V horní části RP je nad dělicím pilířkem hrazení lávka (betonové přemostění) šířky 0,8 m. Přechod je ve své trase rozdělován balvanitými liniemi, které tvoří zaoblené kameny o velikosti 1 – 1,5 m a jsou uloženy do betonového lože v půdorysném pohledu do oblouku, který usměrňuje proudnici do středu miskovité kynety. Kameny jsou rozestavěny tak, aby mezi nimi vznikly mezery (štěrbiny), které mají celkovou šířku 0,95 m. Jedna z těchto štěrbin je vždy šířky 0,6 m, další jsou různorodě rozmístěné v šířkách od 0,2 až 0,15 m. Jednotlivé řady modelují kaskády tůní s místním návrhovým převýšením hladin 0,1 m na 3,5 m délky. Tůně mají světlou délku cca 2,5 m a navrhovaná hloubka vody se v těchto tůních pohybuje v rozmezí od 0,6 až 0,8 m. U balvanité linie je navrhovaná hloubka vody 0,6 m. Dno rybího přechodu je řešeno uložením místního kamenitého substrátu z řeky do betonu. Kamenitý substrát je uložen do rastru z balvanů a má frakci středního zrna, což

znamená 0,3 m. Toto „Drsné dno“ je zhotoveno i v profilu štěrbin balvanitých linií. U stěn těchto tůň RP jsou nahodile uloženy solitérní balvany tak, aby rozčlenily proud v počtu min 2 ks/tůň. Další neméně důležitou součástí stavby je plovoucí normá stěna tvořena kulatinou z modřínu, volně kotvená do žlabu RP. Tato normá stěna slouží k zachycování nežádoucích splavenin na výstupu z RP. Podél celé trasy břehové linie RP je na jeho koruně osazeno ocelové trubkové zábradlí ve výšce 1,1 m dle požadavku BOZP, se zajištěným vstupem (uzamykatelná vrátka šířky 1 m) na lávku. Stavba je opatřena komplexním plavebním značením. Nejdůležitější značkou je „zákaz proplutí“. Tato značka je zavěšená na ocelovém lanku nad výstup z RP. Další umístěnou značkou je přikázaný směr proplutí skluzí pro vodáky. V podjezí, v prostoru u vstupu do RP na jeho koruně za zábradlím ve výklenku železo-betonové zdi je umístěna stálá pamětní deska, která publikuje projekt, který byl financován v rámci Operačního programu životního prostředí (OPŽP) a EU. Tato deska je pevně usazena v solitérním balvanu přímo z řeky a je volně přístupná pro veřejnost. Během výstavby RP I bylo nedílnou součástí realizace v rámci zemních prací v podjezí upraveno dno balvanitou rovnaninou v rozsahu více jak 35 m od jezu. Tato úprava dna zajišťuje dostatečnou hloubku a stabilitu na vstupu a výstupu RP. Tímto byla vytvořena kyneta s mírným zahloubením o 0 až 0,3 m stávajícího dna na nově projektovanou šířku minimálně 2,5 m. Kyneta má především účel soustředění průtoku vody s uspokojivou hloubkou minimálně 0,5 m, a to hlavně za předpokladu nízkých vodních stavů. Břeh, který navazuje na stavbu RP v nadjezí (cca 25 m) i podjezí (cca 9,5 m) byl stabilizován stupňovitou rovnaninou z balvanů o minimálním středním zrnu 0,8 až 1 m. Rovnanina byla pak proštěrkovaná, vyklínovaná a uložena na filtrační štěrkové lože. Štěrkové lože je tvořeno frakcí štěrku 0 až 64 mm o tloušťce minimálně 0,2 m v nadjezí i podjezí. Povrch vzniklý za nábrežní zdí je opevněn kamenným záhozem frakce 0,3 m a oživen zatravněním na zválcované humózní vrstvě. V případě RP I byl použit mrazuvzdorný beton C30/37 – XA1, XF3, XC4, XM3, dle rozboru podzemní vody a dle ČSN EN 2006 agresivita na beton. Pro vyrovnání odtěženého povrchu podkladním betonem byl použit beton C 16/20. Dále byla použita výztuž 105 05 a kamenný žulový obklad. Proti účinkům podzemní vody je na rubu betonové konstrukce použit ochranný dvojnásobný asfaltový nátěr. Z důvodu blízkosti železniční tratě u RP I, je stavba chráněna proti bludným proudům, a to systémem pasivní primární ochrany betonových konstrukcí. Tato

ochrana zahrnuje složení a vlastnosti betonu, konstrukční opatření ve formě systému provařování výztuže za pomoci jednoho pomocného bodového svaru na jednom výztužném prvku. Způsob tohoto provařování se řídí TP 193 a TP 124. Další ochranou konstrukce proti bludným proudům je zachování krytí výztuže a to minimálně 50 mm na vnějších stěn, které jsou ve styku se zemínou. V tomto případě nebyla určena zásada ochrany proti účinkům bludných proudů na sekundární úrovni, ale na úrovni konstrukčního opatření. V rámci této úrovně opatření proti účinkům bludných proudů byla výztuž v železo-betonových konstrukcích provařena dle platných TP a ČSN a z obou RP byly realizovány v za provozu přístupných místech vývody z provařené výztuže, pro možnost měření vlivu bludných proudů.

System jímkování a pažení nebyl v rámci prováděcí dokumentace konkrétně určen, zhotovitel navrhl objednateli dle vlastních osvědčených technologických postupů. V rámci pažení stavební jámy pro RP I byl použit systém záporového pažení. Toto záporové pažení bylo kotveno předepnutými lanovými kotvami (Obrázek č. 10) až na dno skalnatého podloží pravého břehu. Záporů typu HEB140 byly umístěny po 1 m do vrtů délky 5 až 6 m. Kořeny zápor byly zalaty cementovou zálivkou. Do meziprostoru těchto zápor byla umístěna výdřeva (latě potřebných rozměrů), pro vytvoření pažící stěny a zde pak byly vyvrtány vrty pro instalaci kotev.

System kotvení byl proveden z lanových kotev z dvou pramenů průměru 15,7 mm, které byly umístěny po 2 m do předem připravených šikmých vrtů v úhlu 30°, délky 7 m a injektovány cementovou suspenzí. Tyto kotvy byly souběžně s postupem výstavby ŽB konstrukce RP I a jejich jednotlivých betonových bloků deaktivovány.

Obrázek č. 10: Napínání lanových kotev



Zdroj: Foto Jana Fučíková

Během jímkování bylo potřeba vybudovat čerpací jímky, ty byly tvořeny z nepropustného jílovo-hlinitého zemního materiálu. Líc jímky byl opevněn kamenem, kvůli možnosti ničivých účinků proudící vody. Po celou dobu výstavby byly z čerpací jímky odčerpávané prosáklé vody kalovým čerpadlem, zpět do koryta řeky.

SO 02.1 Rybí přechod RP II – vedlejší

Rybí přechod RP II byl navržen jako technický železo-betonový žlab tvořený ŽB přepážkami. Stavba RP II zasahuje do stávajícího tělesa jezu. Z tohoto důvodu musela být část jezu v délce přibližně 3,2 m odbourána a do vzniklého prostoru byl žlab vložen. Žlab RP II navazuje svou levou stěnou na stávající opěrnou zeď vtokového objektu malé vodní elektrárny. V těchto místech je přiznaná dilatační spára, která je těsněna vysoce pružnou těsnicí fólií a trvale plastickým PU tmelem. Svou pravou stěnou RP II přiléhá k opravené betonové konstrukci nově realizovaného jezu, kde opět vznikla dilatační spára těsněná stejným způsobem. Spodní část trasy RP II v prostorách odpadního kanálu MVE je umístěna v prostorách stávající betonové nábrežní zdi, kterou RP v délce přibližně 13 m svou konstrukcí nahradil. V tomto místě vznikla dilatační spára těsněná stejným způsobem

jako u styku RP II s opěrnou zdí vtokového objektu MVE. Pro pozvolné napojení dna rybního přechodu se dnem odpadního kanálu na vstupu do RP II byla provedena pozvolná rampa v délce 9 m, která vede podél zdi RP odpadním kanálem proti proudu ke vstupu do RP. Konstrukčně byla rampa realizovaná jako kamenná zeď prolitá betonem. Šířka koruny této kamenné zdi je 0,7 až 1,4 m a je tvořena tak jako u RP I a RP II „Drsným dnem“ tj. štěrk místního materiálu z řeky, kladený do betonu s nahodile vyčnívajícími kameny. I v tomto případě probíhala stavba pod ochranou zemních jímek v rámci navrženého systému jímkování zhotovitelem. Těleso jímky bylo zhotoveno z nepropustného jílovo-hlinitého materiálu a líc jímky byl opatřen kamenným opevněním kvůli účinkům proudící vody. Pro účely výstavby tohoto projektu byla snížena hladina v jezové zdrži a částečně zachováno omezené fungování MVE. Výstavba RP II musela být provedena tak, aby zajímkování odpadního kanálu MVE netrvalo déle než 3 měsíce dle stanoviska vlastníka MVE z důvodu prodělku na omezené výrobě elektřiny. Přístupová cesta k vytvořené jímce v rámci objektu SO 02.1 Rybní přechod RP II, musela být vedena napříč celým korytem řekou Berounka a to z pravého břehu směrem k levému. Cesta byla tvořena podobným materiálem jako jímky samotné, bez jílové složky zeminy. Těsnost materiálu v rámci přístupové cesty nebyla při jejím využití zásadní. Nezbytné bylo ovšem opevnění na návodní přítokové straně přístupové cesty z důvodu možnosti destruktivního účinku proudící vody. Součástí přístupové cesty bylo 8 kusů ocelového potrubí DN 800, délky přibližně 7 metrů, které zajišťovalo nepřerušovaný průtočný profil řeky Berounky (Obrázek č. 11).

Obrázek č. 11: Potrubí DN 800, které zajišťuje průtočný profil Berounky během výstavby



Zdroj: Foto Jana Fučíková

Žlab RP II je konstrukčně řešen jako železobetonový polo-rám celkové délky 65,7 m. Jeho koruna je umístěna nad hladinu vody při průtoku Q_{30d} . Konstrukce žlabu je rozdělena do 5 ti dilatačních bloků. I v tomto případě stejně jako u RP I jsou vnější pohledové stěny dilatačních bloků č. 1 až č. 3 obloženy žulovými lomovými kameny, které jsou ukládané do betonu tloušťky 30 mm s krystalizační přísadou. Zbylé dilatační bloky č. 4 a č. 5 jsou tvořeny pouze jako ŽB konstrukce z pohledového betonu. Obě horní oblá zhlaví na výstupu z RP II (Obrázek č. 12) jsou tvořena žulovými kamenořezy, tak jako u RP I.

Obrázek č. 12: Žulové kamenořezy horního zhlaví na výstupu z RP II



Zdroj: Foto Jana Fučíková

Prostor, který vznikl mezi konstrukcí RP II a stávající opěrnou zdí nátoky na MVE tzv. ostrov je odvodněn drenážním potrubím HDPE DN 150 (Obrázek č. 13).

Obrázek č. 13: Drenážní potrubí HDPE DN 150



Zdroj: Foto Jana Fučíková

a několika příčnými horizontálními drény HDPE DN 100 (Obrázek č. 14), které jsou zaústěny do spodní části žlabu RP II.

Obrázek č. 14: Příčné horizontální drény HDPE DN 100



Zdroj: Foto Jana Fučíková

Prostor ostrova je vyplněn kamennou rovnáninou (Obrázek č. 15), vyklínován a proštěrkován.

Obrázek č. 15: Ostrov vyplněný kamennou rovnáninou



Zdroj: Foto Jana Fučíková

U RP II jsou osazeny drážky provizorního hrazení pouze na výstupu z RP. Tyto drážky jsou opět využitelné pro osazení naváděcího koše bioscanneru, který umožňuje možnost budoucího monitorování migrace ryb. Generální podélný sklon RP II je 3,1 %, jeho světlá šířka činí 1,8 m a překonává spád jezu výšky 2,06 m. Samotná trasa žlabu je členěna jednotlivými betonovými přepážkami, které mají svislé štěrbinu šířky 0,3 m a vytvářejí tak bazénky o světlé délce 3 m, s minimální hloubkou vody 0,8 m a s lokálním návrhovým převýšením hladin 0,10 m. I v tomto případě je dno žlabu opatřeno místním kamenitým substrátem z řeky. Tento rastr je tvořen z balvanů střední frakce o zrně 0,3 m uložených do betonu. Již dříve zmíněný termín „Drsné dno“ je realizován i v profilu štěrbin betonových přepážek viz Obrázek č. 16.

Obrázek č. 16: Drsné dno v RP II



Zdroj: Foto Jana Fučíková

Součástí stavby je plovoucí norná stěna tvořena kulatinou z modřínu, volně kotvená do žlabu RP. Tato norná stěna slouží k zachycování nežádoucích splavenin na výstupu z RP. I zde je RP II opatřeno plavebním značením a to v nadjezí zákazovou značkou „zákaz proplutí“, která je osazena na ocelovém sloupku připevněným do koruny žlabu. Na levé straně břehu v rámci výstavby RP II projekt zahrnoval balvanitou úpravu dna v odpadním kanálu MVE, nadjezí i podjezí, které zaručí stabilitu a dostatečnou hloubku na vstupu a výstupu RP. Plynulé navázání nové ŽB konstrukce žlabu na stávající levý břeh bylo provedeno kamennou rovnaninou z kamenů do výšky 1,2 m, která byla uložena do filtračního lože ze štěrkopísku frakce 0 – 64 mm o tloušťce minimálně 0,2 m. Kamenná rovnanina byla zhotovena na geotextilii se zatížením 500 g/m². Po té byla opět prošterkována a vyklínována v délce 4 m. Na pravém břehu odpadního kanálu MVE se taktéž provedla kamenná rovnanina v délce 20 m se stejným technickým řešením. Povrchy obou kamenných záhozů se po dokončení oživily zatravněním na humózní vrstvě. I v případě RP II byl použit mrazuvzdorný beton C30/37 – XA1, XF3, XC4, XM3, dle rozboru podzemní vody a dle ČSN EN 2006 agresivitu na beton. Pro vyrovnání odtěženého povrchu podkladním betonem byl použit beton C 16/20. Dále byla použita výztuž 105 05 a kamenný žulový obklad stejně jako u RP I. Proti účinkům podzemní vody je na rubu betonové konstrukce použit ochranný dvojnásobný

asfaltový nátěr. Z důvodu blízkosti železniční tratě u RP I, je stavba RP II také chráněna proti bludným proudům a to systémem pasivní primární ochrany betonových konstrukcí. Tato ochrana zahrnuje složení a vlastnosti betonu, konstrukční opatření ve formě systému provařování výztuže za pomoci jednoho pomocného bodového svaru na jednom výztužném prvku. Způsob tohoto provařování se řídí TP 193 a TP 124. Další ochranou konstrukce proti bludným proudům je zachování krytí výztuže a to minimálně 50 mm na vnějších stěn, které jsou ve styku se zeminou. V tomto případě nebyla určena zásada ochrany proti účinkům bludných proudů na sekundární úrovni, ale na úrovni konstrukčního opatření. V rámci této úrovně opatření proti účinkům bludných proudů byla výztuž v ŽB konstrukcích provařena dle platných TP a ČSN a z obou RP byly realizovány za provozu přístupných místech vývody z provařené výztuže, pro možnost měření vlivu bludných proudů.

6. Výsledky

6.1 Technické řešení stavby

Výstavba obou rybích přechodů včetně přílehlých objektů trvala v období od 04/2019 do 06/2020. Během stavby nedošlo k zaplavení konstrukcí či jímek v rámci povodňové aktivity. Proto byla stavba realizovaná v tak krátkém období. Stavba byla řádně předaná investorovi k jeho provozování. Objem a rozsah jednotlivých prací činil:

Celkový objem výkopů	1 952 m ³
Celkový objem zásypů	646 m ³
Celkový objem rovnání	288 m ³
Celkový objem záhozů	241 m ³
Celkový objem bouracích prací	191 m ³
Celkový objem zdiva z lomového kamene	62 m ³
Celkový objem ŽB konstrukcí	777 m ³

6.2 Měření hladin RP I a RP II a měření rychlostí v proudu

Po dokončení výstavby obou rybích přechodů na řece Berounce bylo 04/2020 provedeno měření hodnot převýšení hladin na liniích RP I a přepážkách RP II. V rámci tohoto měření se měřily i bodové rychlosti proudění vody ve vybraných profilech na obou rybích přechodech. Toto měření upřesní funkčnost navržených a po-té realizovaných rybích přechodů.

6.2.1 RPI

- **zaměření hladin v tůních mezi liniemi**

Měřený průtok byl zjištěn 15,4 m³/s a výška hladiny v nadjezí u pravého břehu činila 206,03 m n. m. Byly naměřeny následující hodnoty, viz tabulka č. 5.

Tabulka č. 5: Naměřené hodnoty v tůních na RP I

balvan. linie č.	hladina v tůni nad linií (m n.m.)	rozdíl hladin (cm)
1	206,03	
2	205,92	11
3	205,82	10
4	205,74	5
5	205,69	5
6	205,62	7
7	205,56	6
8	205,51	5
9	205,47	4
10	205,42	5
podjezí	205,40	2

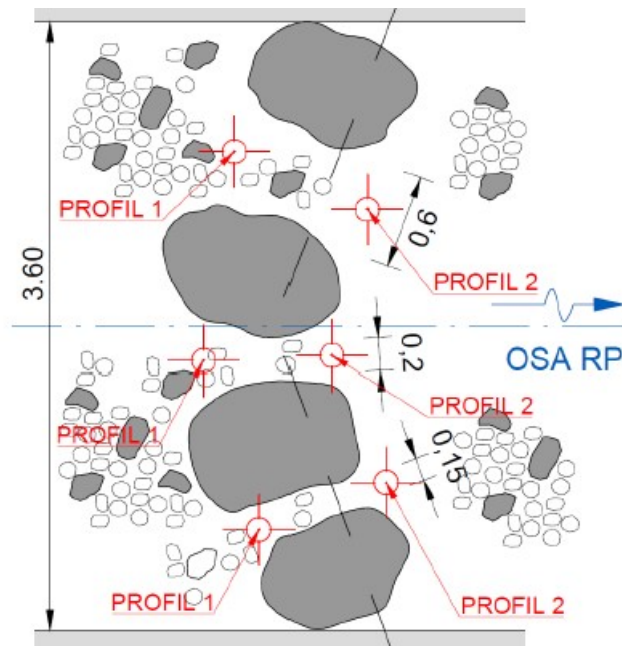
Zdroj: Zpráva ze zaměření hladin na rybích přechodech RP I a RP II a měření rychlostí v proudu ve vybraných štěrbinách (3. 4. 2020, Ing. David Bůžek)

Naměřené rozdíly hladiny mezi jednotlivými liniemi se pohybují v rozmezí od 5 do 11 cm. V době měření bylo výsledky ovlivněny větším průtokem v řece Berounce a ještě neodstraněným jímkováním stavby. To zapříčinilo, že ve spodní části žlabu byly naměřeny malé rozdíly hladin. Navrhovaný rozdíl hladin na linii byl 10 cm. Měřené hodnoty jsou v rámci odchylky (do 1 cm) odpovídající návrhu nebo nižší. Toto měření by mělo být realizováno i po kompletním odstranění jímek a za nižšího vodního stavu, kterého ho v době měření ovlivňovalo.

- Zaměření bodových rychlostí proudu v balvanitých liniích ve 2 profilech

Výška hladiny v nadjezí činila 206,03 m n. m. Měřený průtok byl zjištěn 15,4 m³/s digitálním přístrojem pro měření rychlosti proudu Greisinger GHM 3350 se snímačem rychlosti proudění ST S005. Toto měření probíhalo v místech dvou vybraných linií. Na výstupu z RP I (na nátoku) v 1. a 2. linii. Měření nebylo uskutečněno na vstupu z RP I (na výtoku) z důvodu ovlivnění hladinou spodní vody, protože tyto linie byly z části zatopené. V profilu 1 bylo měření prováděno přibližně 50 cm před nátokem na štěrbinu. V profilu 2 bylo měření prováděno pod štěrbinou v místě nejsilnějšího proudění (v přepadajícím paprsku). Ve zmíněných liniích bylo měřeno ve všech štěrbinách (šířka štěrbin 0,6; 0,2 a 0,15 m) a dvou profilech viz obrázek č. 17.

Obrázek č. 17: Umístění svislých os měření ve 2 profilech (1 a 2) a štěrbinách (šířky 0,6; 0,2 a 0,15 m)



Zdroj: Zpráva ze zaměření hladin na rybích přechodech RP I a RP II a měření rychlostí v proudu ve vybraných štěrbinách (3. 4. 2020, Ing. David Bůžek)

Obrázek č. 18: Měření bodových rychlostí proudu ve štěrbině RP I v druhé balvanité linii.

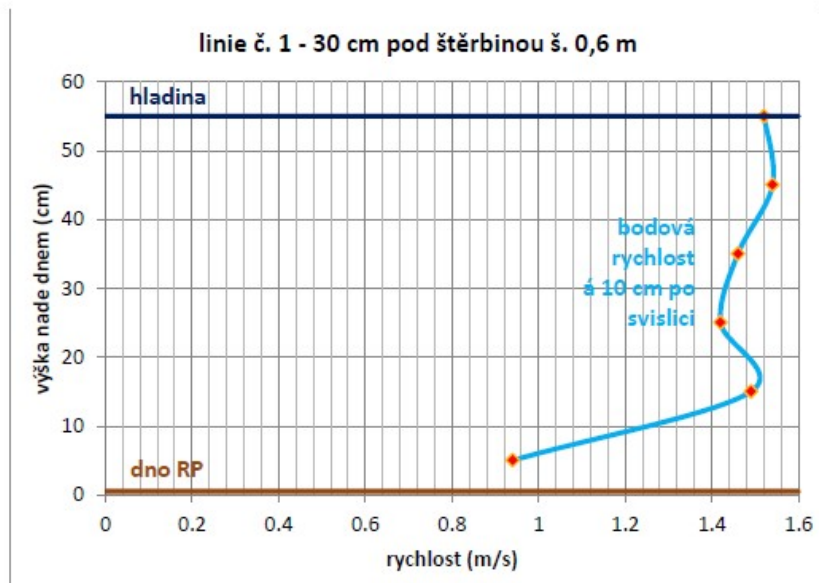
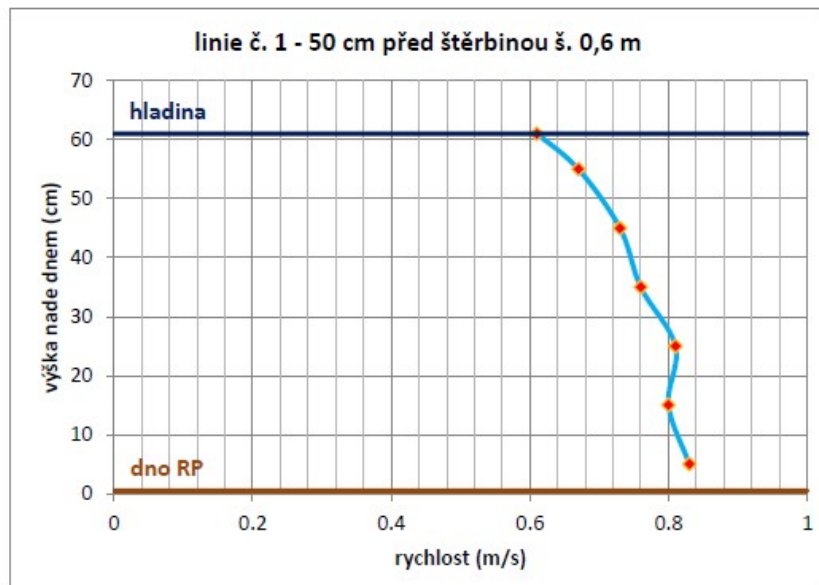


Zdroj: Zpráva ze zaměření hladin na rybích přechodech RP I a RP II a měření rychlostí v proudu ve vybraných štěrbinách (3. 4. 2020, Ing. David Bůžek)

Měření jsou vyhodnocena v grafech pod tímto textovým vyhodnocením

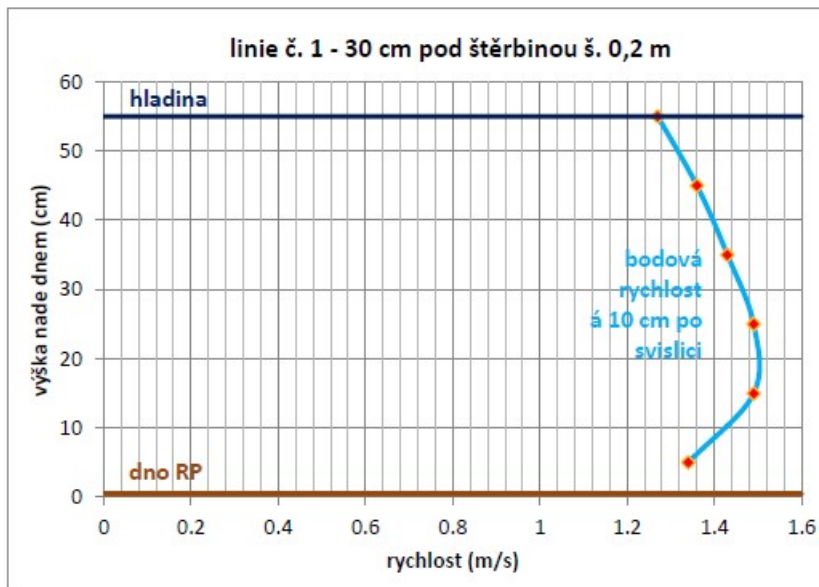
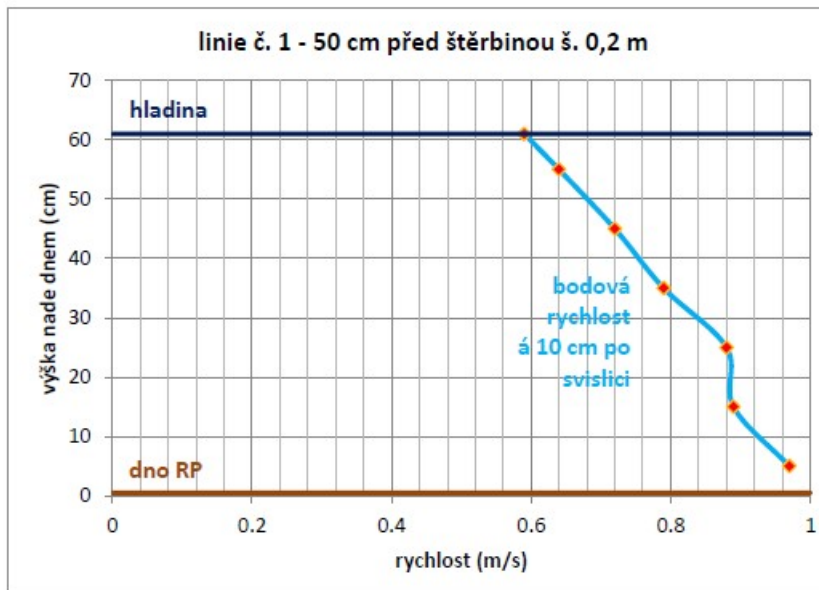
- Bodové rychlosti proudu přibližně 50 cm před štěrbinou se ve zvolených měřených liniích pohybovaly v rozmezí od 0,3 do 1,1 m/s. Průměrná svislicová rychlost dosahovala 0,65 m/s.
- Bodové rychlosti proudu přibližně 30 cm pod štěrbinou v přepadajícím paprsku se ve zvolených měřených liniích pohybovaly od 0,16 do 1,72 m/s. Průměrná hodnota svislicové rychlosti dosahovala 1,33 m/s.
- Maximální naměřená svislicová rychlost 1,57 m/s odpovídá převýšení hladin 12 cm. Této nejvyšší průměrné svislicové rychlosti bylo dosaženo u linie č. 2 pod štěrbinou šířky 0,2 m. U zbylých dvou štěrbin linie č. 2 bylo dosaženo průměrných svislicových rychlostí 0,96 a 1,41 m/s. Tyto svislicové rychlosti byly naměřeny 30 cm pod štěrbinou.
- Maximální naměřená bodová rychlost 1,72 m/s odpovídá převýšení hladiny 15 cm. Velké rychlosti nad 1,5 m/s jsou s největší pravděpodobností zapříčiněny trčícími kameny „Drsného dna“, kdy do výšky 0,2 m nade dnem jsou rychlosti proudu pouze do 0,5 m/s a ovlivňují tím proudění ve větších výškách.
- U linie č. 1 šířky 60 cm pod štěrbinou, č. 2 šířky 60 cm pod štěrbinou a linie č. 2 šířky 20 cm před štěrbinou je patrný vliv „Drsného dna“. Tento vliv zapříčiňuje to, že se u dna rychlosti blíží k nule, pravděpodobně tomu tak bude u všech linií. V tomto případě záleží pouze na umístění svislé osy měření.
- **Měřené hodnoty odpovídají navrhovaným parametrům rybiho přechodu RP I.**

Graf č. 1: Měřené hodnoty na balvanité linii č. 1 – 50 cm před štěrbinou šířky 0,6 m



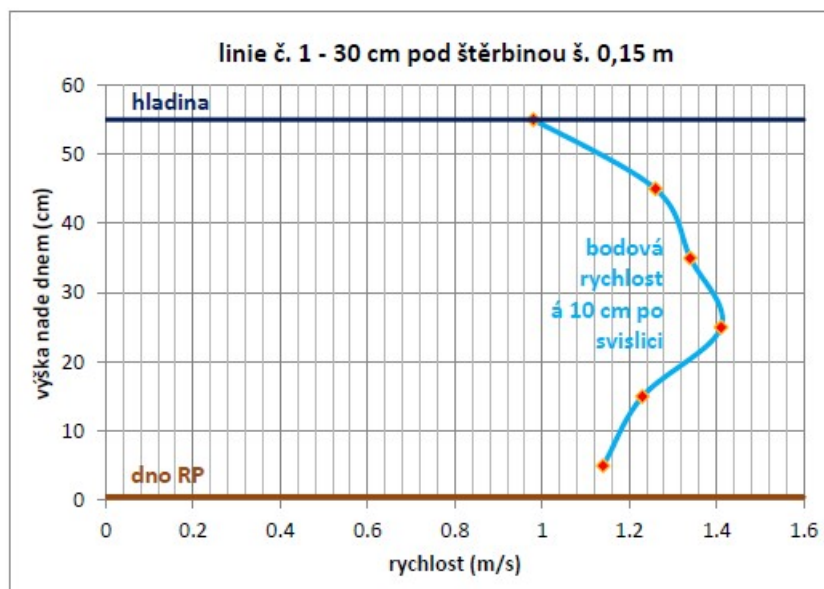
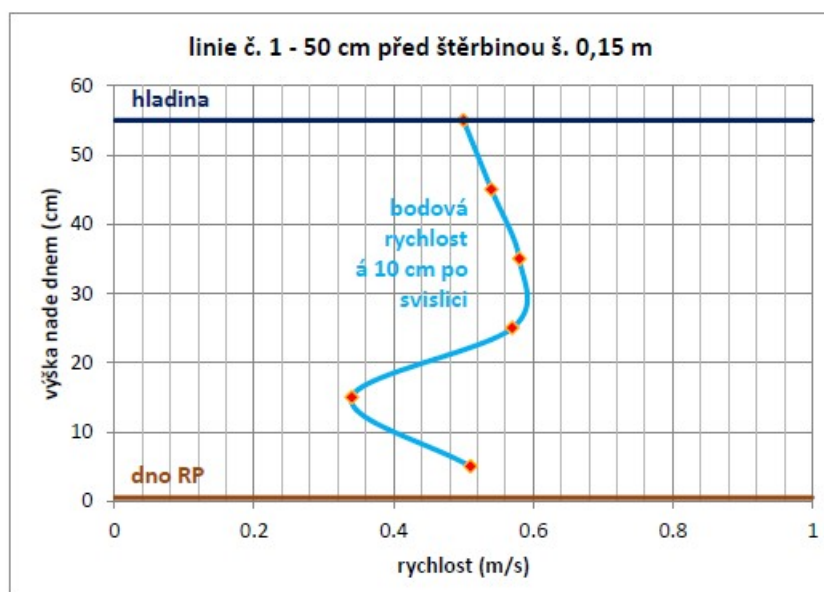
Zdroj: Zpráva ze zaměření hladin na rybích přechodech RP I a RP II a měření rychlostí v proudu ve vybraných štěrbinách (3. 4. 2020, Ing. David Bůžek)

Graf č. 2: Měřené hodnoty na balvanité linii č. 1 – 50 cm před štěrbinou šířky 0,2 m



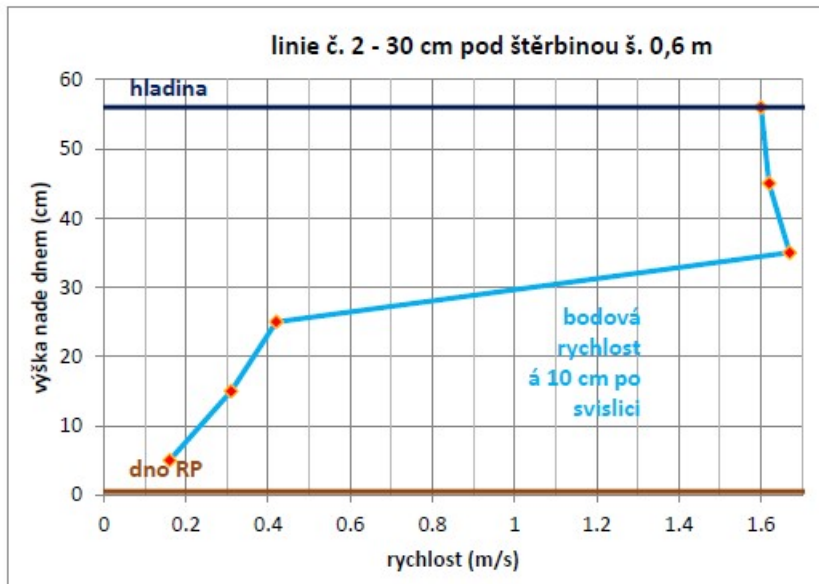
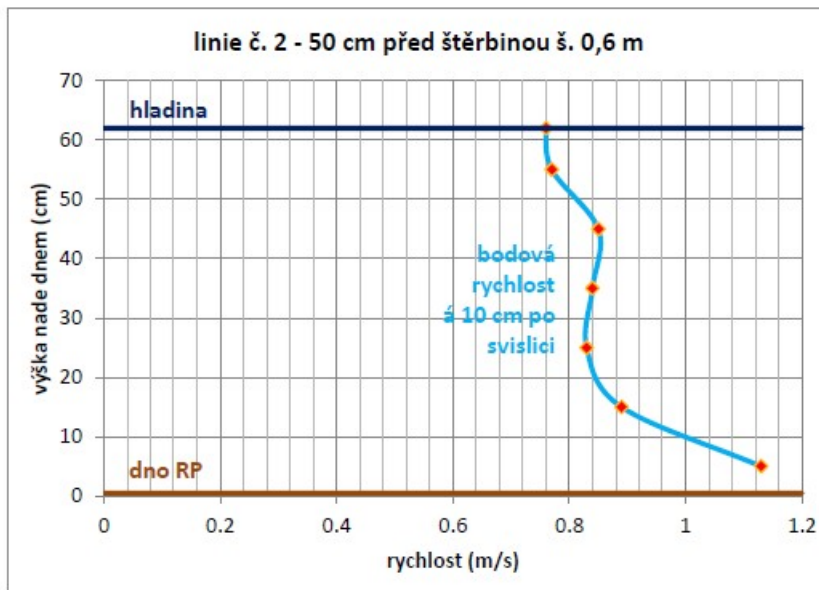
Zdroj: Zpráva ze zaměření hladin na rybích přechodech RP I a RP II a měření rychlostí v proudu ve vybraných štěrbinách (3. 4. 2020, Ing. David Bůžek)

Graf č. 3: Měřené hodnoty na balvanité linii č. 1 – 50 cm před štěrbinou šířky 0,15 m



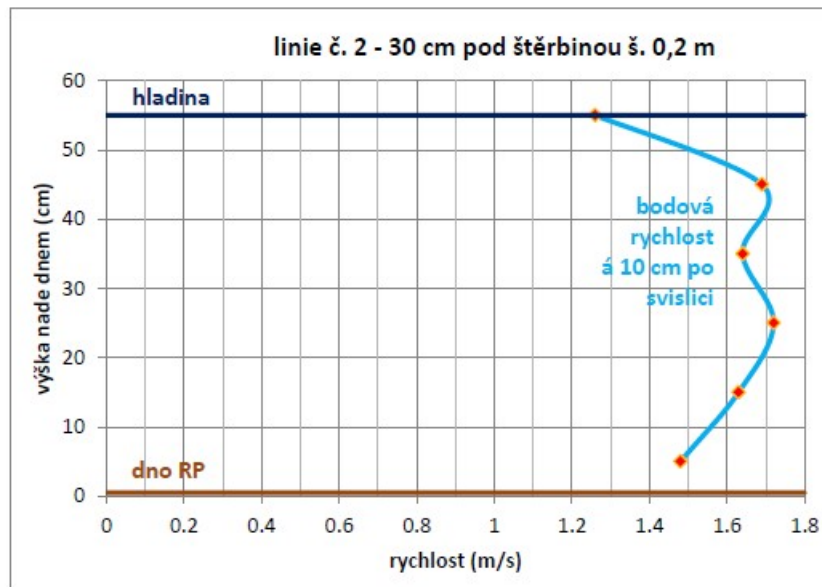
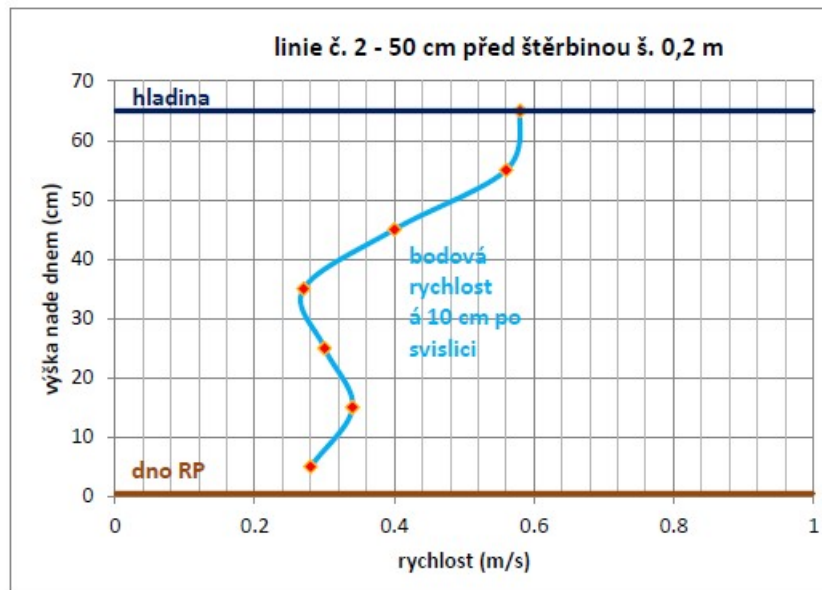
Zdroj: Zpráva ze zaměření hladin na rybích přechodech RP I a RP II a měření rychlostí v proudu ve vybraných štěrbinách (3. 4. 2020, Ing. David Bůžek)

Graf č. 4: Měřené hodnoty na balvanité linii č. 2 – 50 cm před štěrbinou šířky 0,6 m



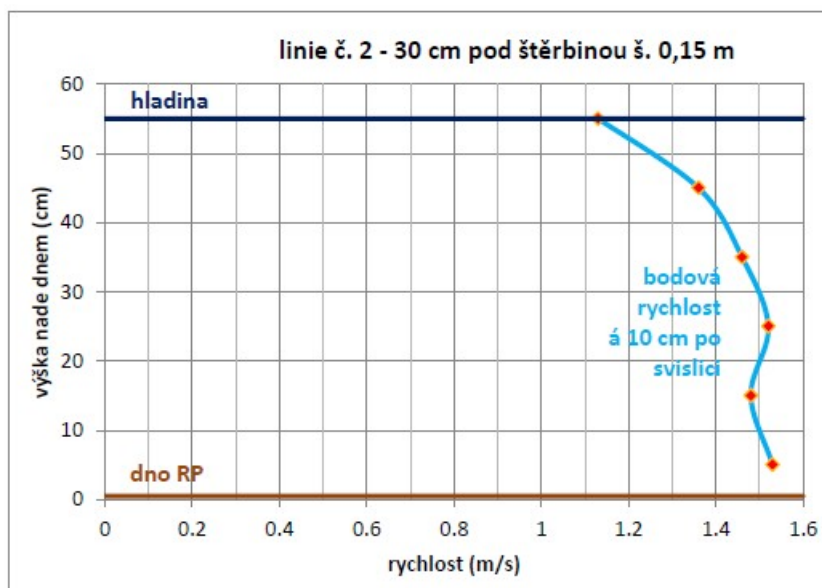
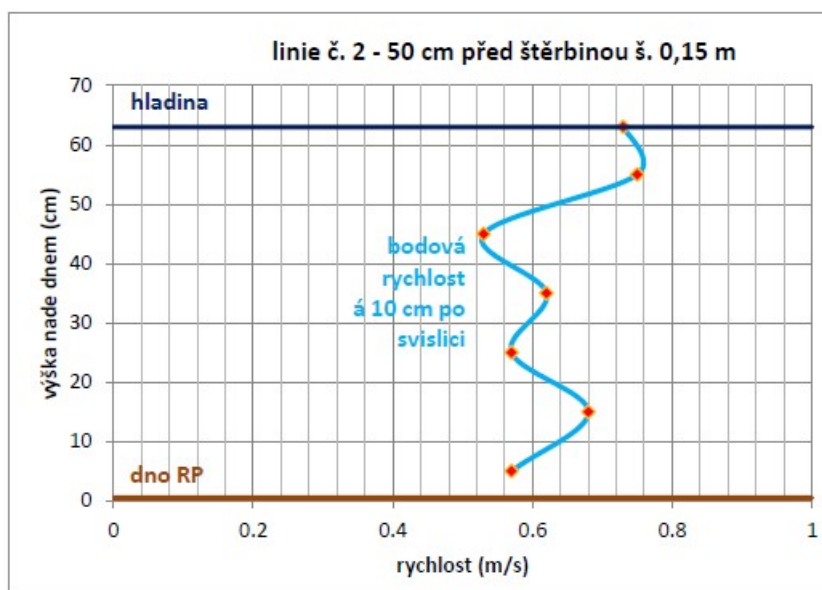
Zdroj: Zpráva ze zaměření hladin na rybích přechodech RP I a RP II a měření rychlostí v proudu ve vybraných štěrbinách (3. 4. 2020, Ing. David Bůžek)

Graf č. 5: Měřené hodnoty na balvanité linii č. 2 – 50 cm před štěrbinou šířky 0,2 m



Zdroj: Zpráva ze zaměření hladin na rybích přechodech RP I a RP II a měření rychlostí v proudu ve vybraných štěrbinách (3. 4. 2020, Ing. David Bůžek)

Graf č. 6: Měřené hodnoty na balvanité linii č. 2 – 50 cm před štěrbinou šířky 0,15 m



Zdroj: Zpráva ze zaměření hladin na rybích přechodech RP I a RP II a měření rychlostí v proudu ve vybraných štěrbinách (3. 4. 2020, Ing. David Bůžek)

6.2.2 RP II

- **Zaměření hladin v tůních mezi přepážkami**

Měřený průtok byl zjištěn 15,4 m³/s a výška hladiny v nadjezí činila u levého břehu 205,96 m n. m. Byly naměřeny následující hodnoty, viz tabulka č. 6.

Tabulka č. 6: Naměřené hodnoty v šterbinových přepážkách na RP II

šterbinová přepážka č.	hladina v tůni nad přepážkou (m n.m.)	rozdíl hladin (cm)
1	205,96	
2	205,85	11
3	205,74	11
4	205,63	11
5	205,52	11
6	205,40	12
7	205,29	11
8	205,18	11
9	205,07	11
10	204,96	11
11	204,85	11
12	204,74	11
13	204,63	11
14	204,52	11
15	204,41	11
16	204,30	11
17	204,20	10
18	204,11	9
19	204,01	10
20	203,90	11
odpadní kanál	203,77	13

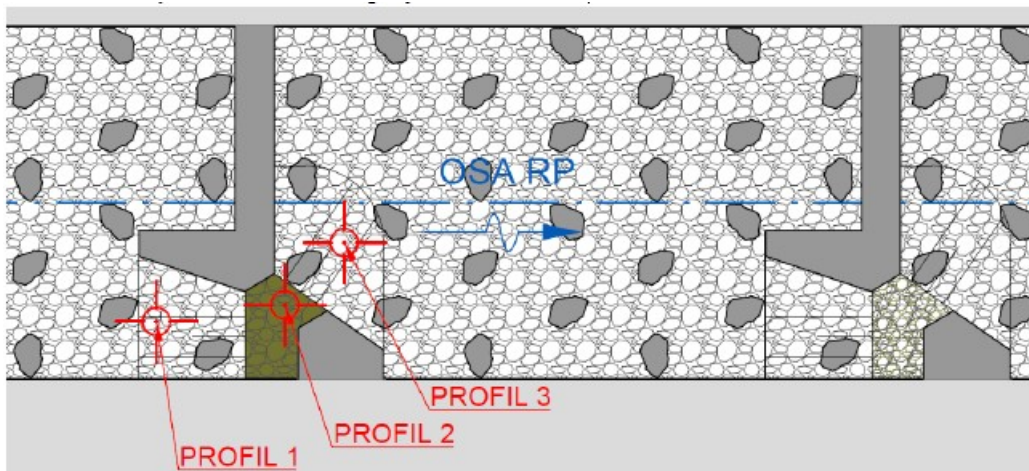
Zdroj: Zpráva ze zaměření hladin na rybích přechodech RP I a RP II a měření rychlostí v proudu ve vybraných šterbinách (3. 4. 2020, Ing. David Bůžek)

Naměřené rozdíly hladiny mezi jednotlivými přepážkami se pohybují v rozmezí od 9 do 12 cm. Vysoké převýšení na přepážce č. 20 je zapříčiněno nefunkční MVE v době měření. Navrhovaný rozdíl hladin na jednotlivých přepážkách je 11 cm. Měřené hodnoty tak s odchylkou do 1 cm odpovídají návrhu, nebo jsou nižší. Hladiny v RP II by měly být přeměřeny i za funkčním provozu MVE a za nižšího vodního stavu na toku řeky.

- **Zaměření bodových rychlostí proudu ve štěrbinách ve 3 profilech**

Výška hladiny v nadjezí na levém břehu činila 205,96 m n. m. Měřený průtok byl zjištěn 15,4 m³/s digitálním přístrojem pro měření rychlosti proudu Greisinger GHM 3350 se snímačem rychlosti proudění ST S005. Toto měření probíhalo v místech 5 ti vybraných přepážek. Na výstupu z RP II (na nátoku) v 1. a 2. přepážce a to místech oblouku na 13. a 14. přepážce a na vyústění do odpadního kanálu MVE na poslední přepážce č 20, která je vstupu do RP II. Měření bylo provedeno v 3 profilech. V profilu 1 bylo měření prováděno přibližně 40 cm před nátokem na štěrbinu. V profilu 2 bylo měření prováděno v ose štěrbiny a v profilu č. 3 bylo měření prováděno přibližně 20 cm pod štěrbinou v místě, kde bylo nevyšší proudění. Místo největšího proudění je v přepadajícím paprsku, viz obrázek č. 19.

Obrázek č. 19: Umístění svislých os měření ve 3 profilech (1, 2 a 3)



Zdroj: Zpráva ze zaměření hladin na rybích přechodech RP I a RP II a měření rychlostí v proudu ve vybraných štěrbinách (3. 4. 2020, Ing. David Bůžek)

Obrázek č. 20: Měření bodových rychlostí ve štěrbině RP II na první (výstup z RP) a poslední (vstup do RP) přepážce.



Zdroj: Zpráva ze zaměření hladin na rybích přechodech RP I a RP II a měření rychlostí v proudu ve vybraných štěrbinách (3. 4. 2020, Ing. David Bůžek)

Obrázek č. 21: Měření bodových rychlostí proudu ve štěrbině RP II na poslední přepážce (vstup do RP)

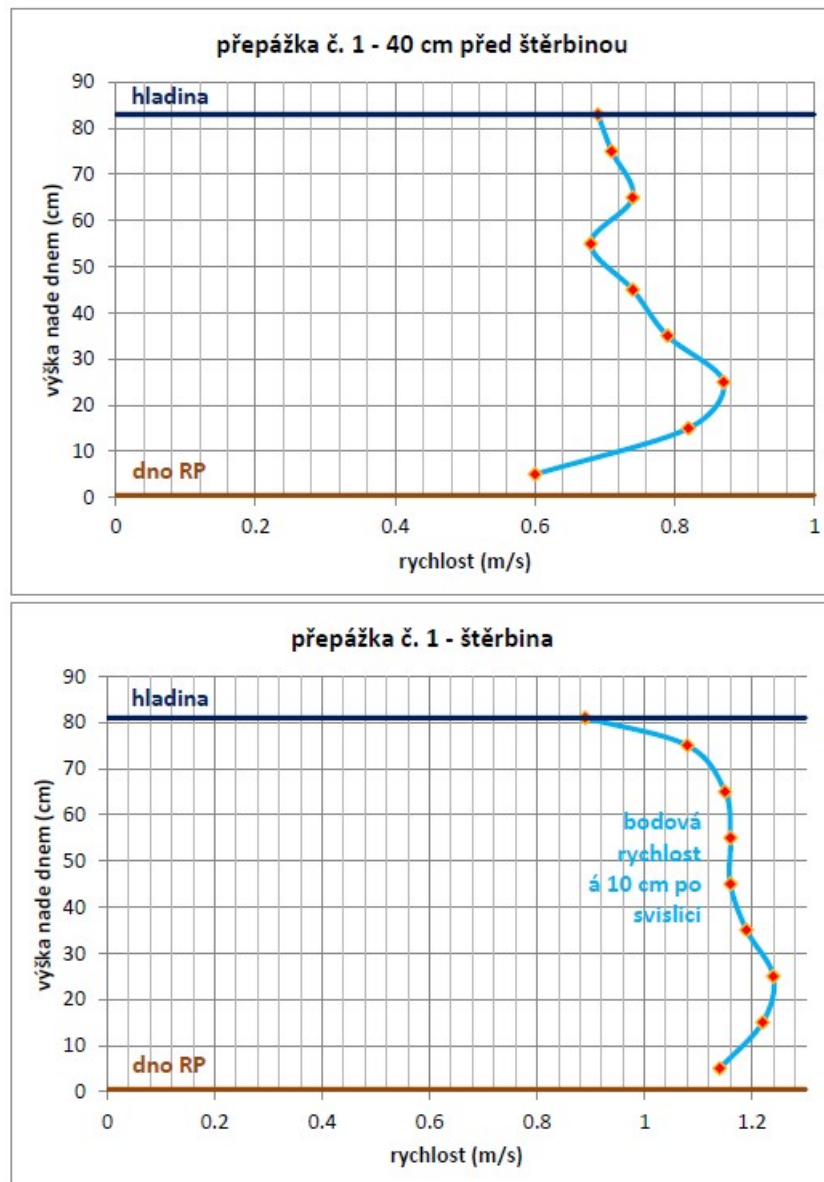


Zdroj: Zpráva ze zaměření hladin na rybích přechodech RP I a RP II a měření rychlostí v proudu ve vybraných štěrbinách (3. 4. 2020, Ing. David Bůžek)

Měření jsou vyhodnocena v grafech pod tímto textovým vyhodnocením.

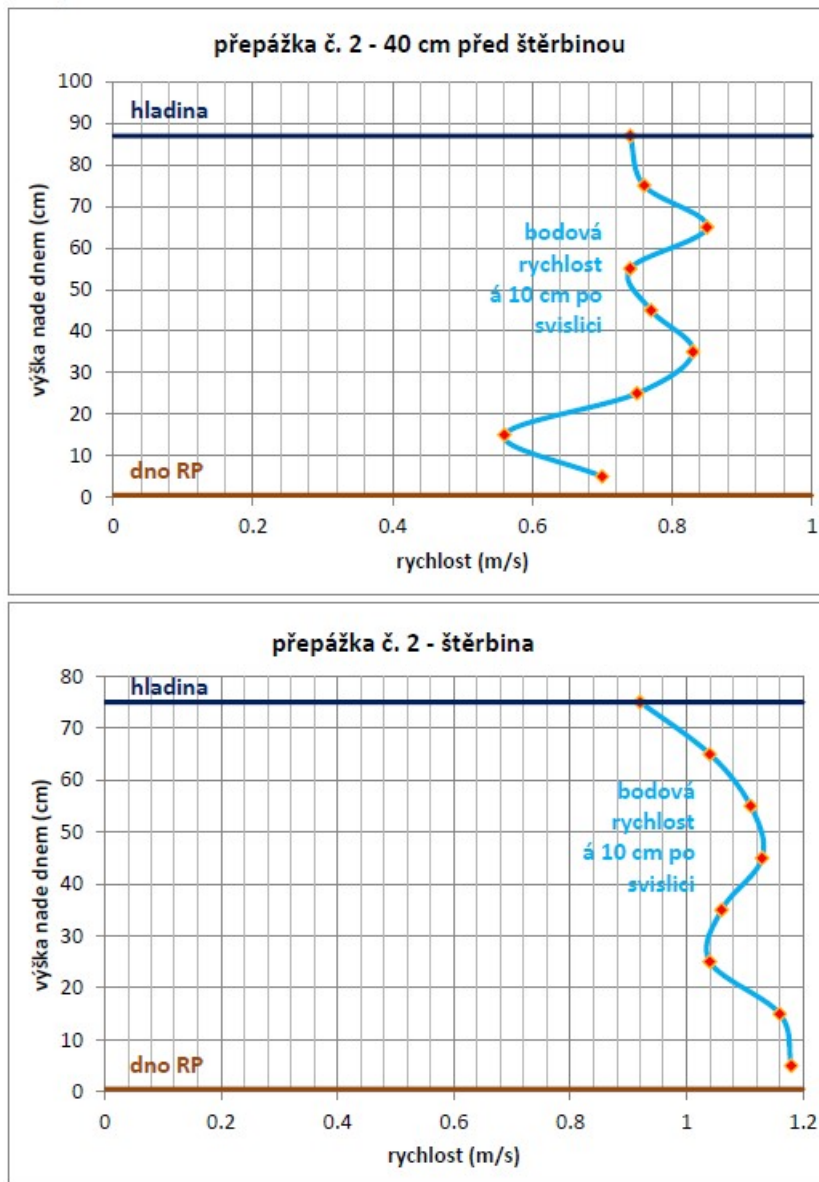
- Naměřené bodové rychlosti proudu přibližně 40 cm před šterbinou se ve vybraných měřených přepážkách pohybovaly od 0,14 do 0,9 m/s. Průměrná svislicová rychlost dosahovala 0,8 m/s.
- Naměřené bodové rychlosti proudu v ose šterbiny se ve vybraných měřených přepážkách pohybovala od 0,8 do 1,63 m/s. Průměrná svislicová rychlost dosahovala 1,1 m/s.
- Naměřené bodové rychlosti proudu přibližně 20 cm pod šterbinou v přepadajícím paprsku se ve vybraných měřených přepážkách pohybovaly od 1,16 do 1,54 m/s. Průměrná svislicová rychlost dosahovala 1,4 m/s.
- Maximální naměřená průměrná svislicová rychlost 1,4 m/s souhlasí s převýšením hladin 10 cm.
- Maximální naměřená bodová rychlost 1,54 m/s souhlasí s převýšením hladin 12 cm.
- V případě přepážky č. 14 je znatelný vliv kamenného „Drsného dna“, kde se rychlost u dna blíží k nule. Tento jev bude s největší pravděpodobností u všech přepážek. Závisí na umístění svislé osy měření.
- **Měřené hodnoty odpovídají navrhovaným parametrům rybího přechodu RP II.**

Graf č. 7: Měřené hodnoty na přepážce č. 1 - 40 cm před štěrbinou



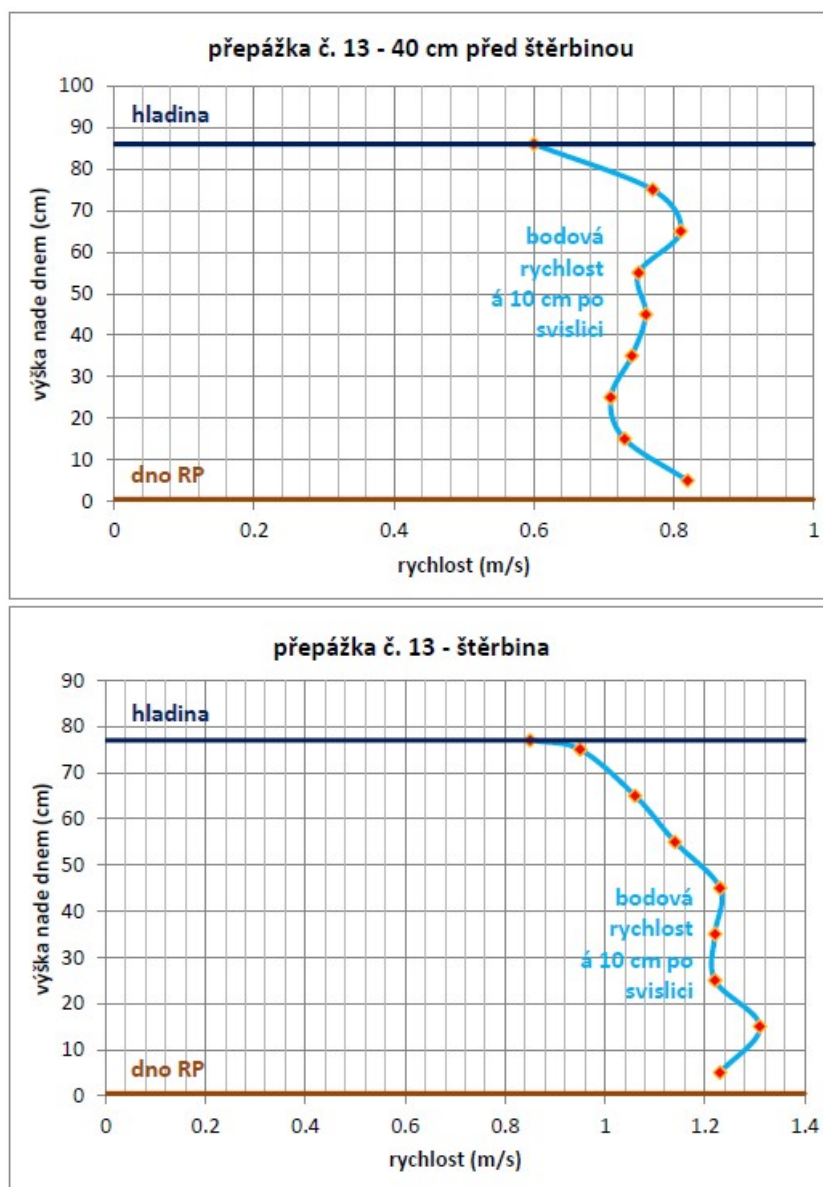
Zdroj: Zpráva ze zaměření hladin na rybích přechodech RP I a RP II a měření rychlostí v proudu ve vybraných štěrbinách (3. 4. 2020, Ing. David Bůžek)

Graf č. 8: Měřené hodnoty na přepážce č. 2 - 40 cm před šterbinou



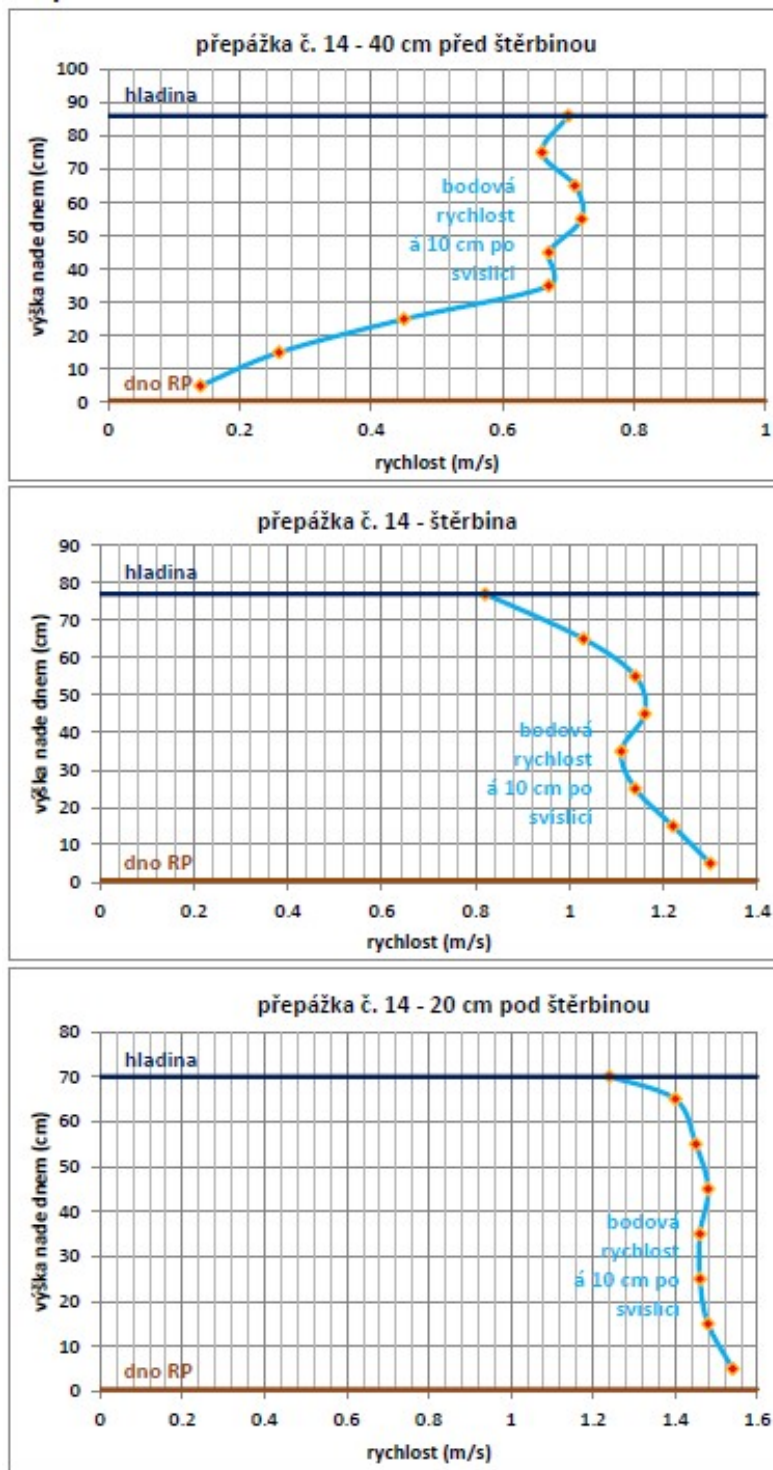
Zdroj: Zpráva ze zaměření hladin na rybích přechodech RP I a RP II a měření rychlostí v proudu ve vybraných šterbinách (3. 4. 2020, Ing. David Bůžek)

Graf č. 9: Měřené hodnoty na přepážce č. 13 - 40 cm před štěrbinou



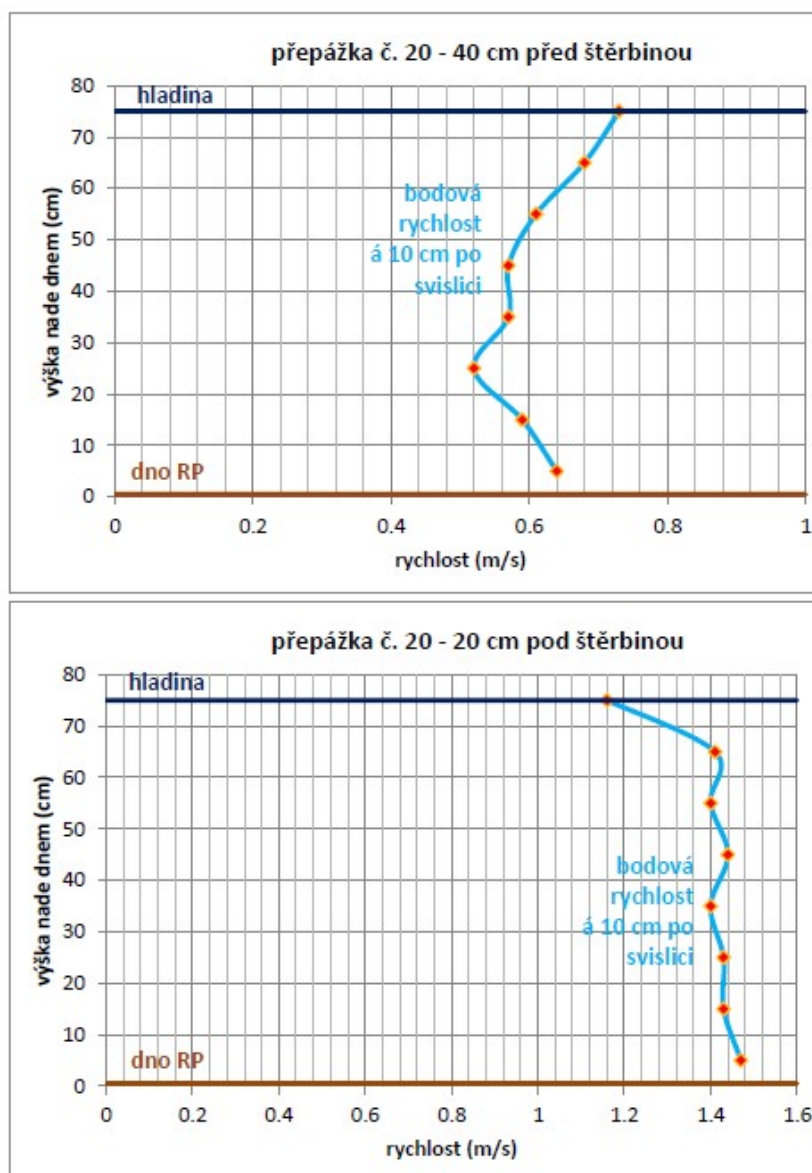
Zdroj: Zpráva ze zaměření hladin na rybích přechodech RP I a RP II a měření rychlostí v proudu ve vybraných štěrbinách (3. 4. 2020, Ing. David Bůžek)

Graf č. 10: Měřené hodnoty na přepážce č. 14 - 40 cm před štěrbinou



Zdroj: Zpráva ze zaměření hladin na rybích přechodech RP I a RP II a měření rychlostí v proudu ve vybraných štěrbinách (3. 4. 2020, Ing. David Bůžek)

Graf č. 11: Měřené hodnoty na přepážce č. 20 - 40 cm před štěrbinou



Zdroj: Zpráva ze zaměření hladin na rybích přechodech RP I a RP II a měření rychlostí v proudu ve vybraných štěrbinách (3. 4. 2020, Ing. David Bůžek)

6.3 Biologický monitoring

V rámci povinného biologického monitoringu, který byl uveden v projektové dokumentaci pro stavební povolení (viz kapitola 5.1 Rybí obsádka v korytě řeky) byla vypracovaná průběžná zpráva z testování funkce rybích přechodů na jezu v Řevnicích. Toto měření bylo uskutečněno 30. listopadu roku 2021. Průběžné testování bylo provedeno shodou okolností Českou zemědělskou univerzitou v Praze. Přesněji se tímto měřením zabývala katedra zoologie a rybářství. Průběžná zpráva byla zpracována prof. Mgr. Ondřejem Slavíkem, Ph.D. a doc. Ing. Pavlem Horkým, Ph.D. Zpráva uvádí, že měření migrace ryb bylo provedeno pomocí instalovaného bioskeneru a souběžně s ním i se sledováním systémem pasivních integrátorů (PIT). Fungování pasivních integrátorů (PIT) je podrobněji popsáno v kapitole 5.1 Rybí obsádka v korytě řeky. Rozdíl mezi bioskenerem a systémem pasivních integrátorů je takový, že zatímco bioskener snímá veškeré migrující ryby, které projdou daným úsekem po proudu či proti proudu, tak systém pasivních integrátorů sleduje pouze označené jedince, kteří jsou označeni individuálními elektronickými značkami. Instalace a kalibrace bioskeneru byla provedena v měsíci únor a březen roku 2021 viz obrázek č. 22.

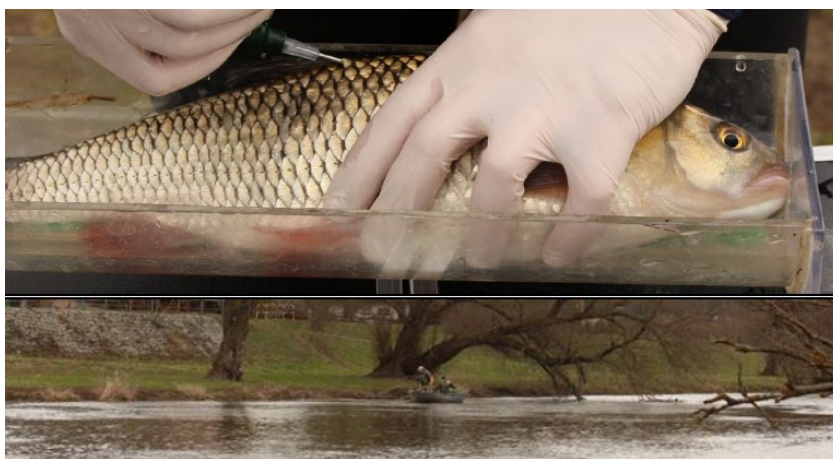
Obrázek č. 22: Instalace sledovacího zařízení



Zdroj: Průběžná zpráva z testování funkce rybích přechodů na jezu v Řevnicích (30. 11. 2021, prof. Mgr. Ondřej Slavík, Ph.D a doc. Ing. Pavel Horký, Ph.D.)

Od této instalace probíhá nepřetržitý monitoring. Požadavek investora, kterým byl v tomto případě Povodí Vltava státní podnik, bylo uskutečnit odborné odlovení v jarním a podzimním období za pomoci elektrického agregátu. Toto odlovení bylo řádně provedeno, viz obrázek č. 23. Na jaře se povedlo odlovit a označit více než 500 kusů ryb. Na podzim pak bylo odloveno a označeno kusů 150. Převážně byly odloveny a označeny druhy, které se běžně v tomto úseku pod jezem dle dřívějších průzkumů vyskytují. Mezi odlovenými druhy byly: bolen dravý, cejn velký, cejnek malý, hrouzek obecný, jelec jesen, jelec proudník, jelec tloušť, ostroretka stěhovavá, okoun říční, parma obecná a plotice obecná. Tyto odlovené druhy dosahovaly velikosti od 10 do 60 cm.

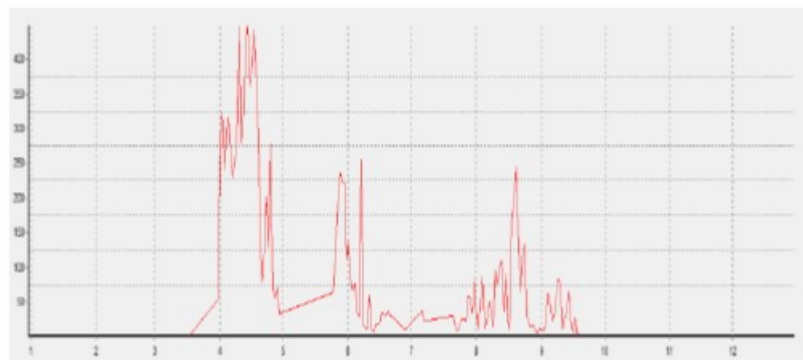
Obrázek č. 23: Odlov ryb a jejich značení pasivními integrátory (PIT)



Zdroj: Průběžná zpráva z testování funkce rybích přechodů na jezu v Řevnicích (30. 11. 2021, prof. Mgr. Ondřej Slavík, Ph.D a doc. Ing. Pavel Horký, Ph.D.)

Podle průběžné zprávy o monitoringu je prokázáno, že ryby vstupují do obou rybích přechodů. Tyto záznamy, které byly pořízeny na výstupu RP I a RP II potvrzují, že sledované ryby jsou schopny jejich celou trať úspěšně překonat. Oba monitorovací systémy přítomnost migrujících ryb potvrdily. Celkový počet migrujících ryb zaznamenaných v obou RP, které se pohybovaly proti proudu, bylo více než 10 000 kusů a u cca 8 000 migrujících ryb byl zaznamenán pohyb po proudu. Z těchto informací je zřejmé, že se místní populace ryb na užívání přechodů rychle adaptovala. Ve zprávě se uvádí, že ryby dle výsledků průzkumu využívají přechody i k běžnému chodu v rámci jejich domovského revíru. Tuto skutečnost pak potvrzují opakované záznamy ryb označených pomocí pasivních integrátorů. Konkrétním případem je záznam z pohybu označeného jelce tlouště, který během několika dnů vyjel jedním přechodem nahoru, druhým dolů a zase naopak. Používání přechodů migrujících ryb, nejen jedním směrem, je velmi důležitým ukazatelem. Dokládá to totiž, že překonávání těchto rybích přechodů není pro ryby energeticky náročné.

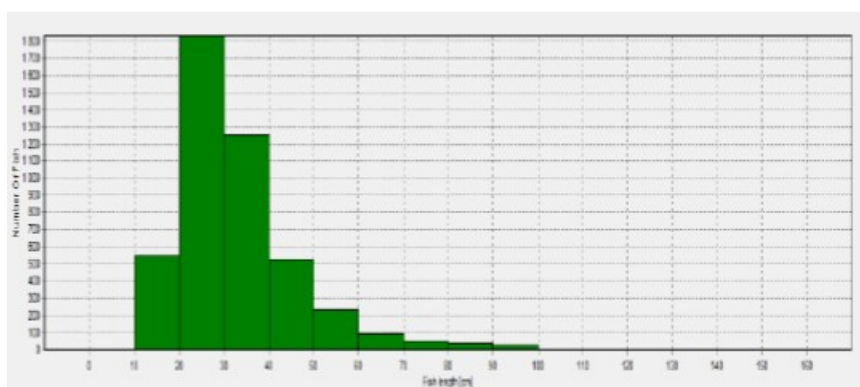
Obrázek č. 24: Schématické znázornění migrace proti proudu v průběhu sezony



Zdroj: Průběžná zpráva z testování funkce rybích přechodů na jezu v Řevnicích (30. 11. 2021, prof. Mgr. Ondřej Slavík, Ph.D a doc. Ing. Pavel Horký, Ph.D.)

Z tohoto průběžného měření můžeme předpokládat fakt, že rybí přechody nejsou selektivní druhově ani velikostně. Dokládá to histogram, který byl vytvořený na základě měření, viz Obrázek č. 25.

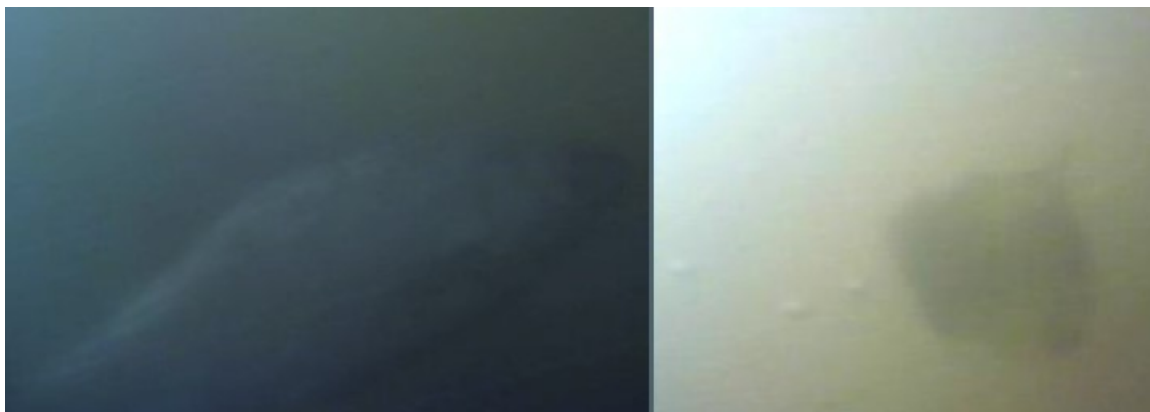
Obrázek č. 25: Histogram velikostí ryb migrujících proti proudu vody



Zdroj: Průběžná zpráva z testování funkce rybích přechodů na jezu v Řevnicích (30. 11. 2021, prof. Mgr. Ondřej Slavík, Ph.D a doc. Ing. Pavel Horký, Ph.D.)

V rybích přechodech byla prokazatelně zaznamenaná migrace parmy, tlouště, bolena, hrouzka, cejna a plotice. Z těchto zaznamenaných rybích druhů byli nejmenšími naměřenými jedinci o velikosti přibližně 10 cm a největší měřili přes 1 metr. Velikostně největší úlovek měřil dle bioskeneru 124 cm viz obrázek č. 25.

Obrázek č. 26: Záznam ryb migrujících rybími přechody



Zdroj: Průběžná zpráva z testování funkce rybích přechodů na jezu v Řevnicích (30. 11. 2021, prof. Mgr. Ondřej Slavík, Ph.D a doc. Ing. Pavel Horký, Ph.D.)

Nejčastější velikostní skupinou byla v rybím přechodu zaznamenaná skupina dosahující 20 až 40 cm. Toto zjištění potvrzuje velikostní složení dříve zjištěných společenstev ryb pod jezem.

Obrázek č. 27: Záznam ryb migrujících rybími přechody



Zdroj: Průběžná zpráva z testování funkce rybích přechodů na jezu v Řevnicích (30. 11. 2021, prof. Mgr. Ondřej Slavík, Ph.D a doc. Ing. Pavel Horký, Ph.D.)

7. Diskuze

Dle mého názoru, jakožto zástupce zhotovitele stavby obou rybích přechodů na jezu Řevnice, byl projekt pro provedení stavby velmi důkladně zpracován a vydán. Díky preciznímu a odbornému přístupu Ing. Davida Bůžka jakožto zástupce firmy Envisystem s.r.o., která dokumentaci pro realizaci stavby vypracovala. Projekt byl mimo kvality technického návrhu, která je v tomto případě realizace nepostradatelná, široce zaměřen na ekologickou diverzitu a s tím spojenou problematiku migrace ryb. S tímto nadšeným a precizním přístupem jsem se ještě ve své 5- ti leté praxi v rámci realizace vodních staveb v ČR nesetkala. Projekt byl na základě svého vydání doplněn zprávami z různých odvětví zabývající se ekologií, druhovou diverzitou, ale i podrobným rozbohem v rámci geologie. Geologie je dle mého názoru v mnoha projektech velmi podceňovaná a nedostatečná. Průzkumy, se kterými jsem se setkala u jiných staveb, byly většinou nedostatečné. Důvod tohoto zjištění mi byl většinou vysvětlován jako přílišná nákladnost podrobného geologického průzkumu. Což bohužel v konečném důsledku přináší pro zhotovitele značné problémy při realizaci stavby jak v technickém provedení, tak po finanční stránce. V rámci výstavby rybích přechodů v Řevnicích tomu tak ale nebylo. Jako důležitou součást projektu považuji měření hladin a průtoků na zrealizovaných rybích přechodech (u kterých jsem mohla být přítomna), které bylo následně vyhodnoceno a rybí přechody, tak byly prohlášeny jako funkční. Dále byl provedený povinný odborný biomonitoring Českou zemědělskou univerzitou v Praze, který považuji za velmi přínosný a nepostradatelný v rámci realizace těchto staveb zaměřených na ekologický přínos a migraci ryb. Z pohledu vlivu rybích přechodů na okolní prostředí považuji za velmi příznivé. Protože jsou stavěny kombinací přírodních materiálů (žulový kámen) s betonem, který má přirozenou barvu šedivou, působí z estetického hlediska na okolí velmi pěkně. Další příznivý vliv těchto staveb na okolní prostředí považuji ten, že v rámci prokázané migrace ryb biologickým monitoringem se zde zvýší výskyt i ostatních druhů živočichů, kteří jsou vázáni na vodní toky.

8. Závěr a přínos práce

1. Podle naměřených hodnot viz kapitola 6.2 Měření hladin RP I a RP II a měření bodových rychlostí v proudu ve vybraných tůních a šterbinách lze vyhodnotit fakt, že tyto naměřené geometrické hodnoty žlabů odpovídají navrhovaným parametrům dle platné prováděcí dokumentace pro provádění stavby. Rybí přechody je tak v rámci technického a stavebního provedení možné prohlásit jako funkční.
2. Díky výsledkům průběžné zprávy o biologickém monitoringu, která byla provedena na základě požadavku investora dne 30. 11. 2021 lze konstatovat, že ryby do obou testovaných přechodů vstupují a úspěšně překonávají jejich trať a to ve velmi hojném počtu. Ryby překonávají přechody jak po proudu, tak i proti proudu. Byl zjištěn pohyb ryb i v rámci revíru. Toto zjištění dokazuje, že překonání rybích přechodů je pro migrující ryby relativně energeticky nenáročné. Z kapitoly 6.3 Biologický monitoring vychází, že po provedeném biologickém průzkumu rybí přechody nejsou druhově ani velikostně selektivní. Z čehož vyplývá, že rybí přechody splňují podmínky funkčnosti stavby. Další měření budou prováděny ještě v tomto roce 2022 a v roce následujícím 2023 vždy v jarním a podzimním období. Z průběžných výsledků jsme schopni říci, že migrace rybích přechodů funguje a rybí přechody tak lze prohlásit za funkční.

9. Přehled literatury a použitých zdrojů

ČZU, Katedra zoologie a rybářství, O. Slavík, P. Horký, 2021: Průběžná zpráva z testování funkce rybích přechodů na jezu v Řevnicích, 4 s. „nepublikováno“. Dep.: Povodí Vltavy, státní podnik; ENVISYSTEM s.r.o.; ČZU, Katedra zoologie a rybářství.

DŮM OCHRÁNCŮ PŘÍRODY – ZO CSOP 01/01, P. Stýblo, 2020: Biologický dozor – závěrečná zpráva za období 05/2019 – 04/2020, 2 s., „nepublikováno“. Dep.: Povodí Vltavy, státní podnik; ENVISYSTEM s.r.o.; Metrostav a.s., divize 6.

ENVISYSTEM s.r.o., D. Bůžek, 2020: Zpráva ze zaměření hladin na rybích přechodech RP I a RP II a měření rychlostí v proudu ve vybraných šterbinách, 20 s., „nepublikováno“. Dep.: Povodí Vltavy, státní podnik; ENVISYSTEM s.r.o.; Metrostav a.s., divize 6.

ENVISYSTEM s.r.o., 2020: DSPS - Berounka ř. km 19.429 – jez Řevnice – výstavba rybiho přechodu a vodácké propusti, D_1_Technická zpráva_DSPTS, 12 s., „nepublikováno“. Dep.: Povodí Vltavy, státní podnik; ENVISYSTEM s.r.o.; Metrostav a.s., divize 6.

ENVISYSTEM s.r.o., 2018: Dokumentace pro stavební povolení - Berounka ř. km 19.429 – jez Řevnice – výstavba rybiho přechodu a vodácké propusti, Biologický monitoring, 2 s., „nepublikováno“. Dep.: Povodí Vltavy, státní podnik; ENVISYSTEM s.r.o.; Metrostav a.s., divize 6.

ENVISYSTEM s.r.o., 2018: DSP - Berounka ř. km 19.429 – jez Řevnice – výstavba rybiho přechodu a vodácké propusti, A_Průvodní zpráva_DPS, 17 s., „nepublikováno“. Dep.: Povodí Vltavy, státní podnik; ENVISYSTEM s.r.o.; Metrostav a.s., divize 6.

ENVISYSTEM s.r.o., 2018: DSP - Berounka ř. km 19.429 – jez Řevnice – výstavba rybiho přechodu a vodácké propusti, B_Souhrnná_TZ_DPS, 47 s., „nepublikováno“. Dep.: Povodí Vltavy, státní podnik; ENVISYSTEM s.r.o.; Metrostav a.s., divize 6.

ENVISYSTEM s.r.o., 2018: DSP - Berounka ř. km 19.429 – jez Řevnice – výstavba rybího přechodu a vodácké propusti, C_1_Situace širších vztahů, 1 s., „nepublikováno“. Dep.: Povodí Vltavy, státní podnik; ENVISYSTEM s.r.o.; Metrostav a.s., divize 6.

ENVISYSTEM s.r.o., 2018: DSP - Berounka ř. km 19.429 – jez Řevnice – výstavba rybího přechodu a vodácké propusti, D_1_1_2_Technická zpráva, 46 s., „nepublikováno“. Dep.: Povodí Vltavy, státní podnik; ENVISYSTEM s.r.o.; Metrostav a.s., divize 6.

Fakulta rybářství Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, P. Hartvich, 2016: Rešerše provedených ichtyologických průzkumů se vztahem k toku Berounka v ř. km 19,43 jez Řevnice, 8 s., „nepublikováno“. Dep.: Povodí Vltavy, státní podnik; ENVISYSTEM s.r.o.; Metrostav a.s., divize 6, Fakulta rybářství Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

IGNES s.r.o., M. Soukup, 2017: Závěrečná zpráva o inženýrskogeologickém průzkumu, 27 s., „nepublikováno“. Dep.: Povodí Vltavy, státní podnik; ENVISYSTEM s.r.o.; Metrostav a.s., divize 6, IGNES s.r.o.

JEKU s.r.o., B. Kučera, R. Dustor, P. Ježek, 2017: Berounka ř. km 19,429 jez Řevnice – výstavba rybího přechodu a vodácké propusti – Základní korozní průzkum, 24 s., Dep.: Povodí Vltavy, státní podnik; ENVISYSTEM s.r.o.; Metrostav a.s., divize 6, JEKU s.r.o.

L. Beran, 2014: Průzkum vodních měkkýšů na místech stavebních úprav jezů Zadní Třebáň, Řevnice, Dolní Mokropsy, 10 s., „nepublikováno“. Dep.: Povodí Vltavy, státní podnik; ENVISYSTEM s.r.o.; Metrostav a.s., divize 6; L. Beran.

- Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 62/1988 Sb., o geologických pracích ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 99/2004 Sb., o rybářství ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů ve znění pozdějších předpisů
- Zákon ČNR č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 167/2008 Sb. o předcházení ekologické újmě a o její nápravě a o změně některých zákonů ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) ve znění pozdějších předpisů
 - Vyhláška č. 590/2002 o technických požadavcích pro vodní díla (ve znění vyhlášky č. 367/2005 Sb.)
 - Vyhláška č. 471/2001 Sb. o technickobezpečnostním dohledu nad vodními díly (ve znění vyhlášky č. 255/2010 Sb.)
 - Nařízení vlády č. 71/2003 Sb., o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zajišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod (ve znění NV č. 169/2006 Sb.)
 - Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech ve znění pozdějších předpisů
 - Metodický pokyn č. 1/2010 č. j.: 37380/2010-15000 MŽP k technickobezpečnostnímu dohledu nad vodními díly
 - Metodický pokyn č. 24/99 odboru ochrany vod MŽP k posuzování bezpečnosti přehrad za povodní
 - Metodický pokyn č. 11/98 odboru ochrany vod MŽP k vegetaci na nízkých sypaných hrázích

- Metodický pokyn č.3/00 odboru ochrany vod Ministerstva životního prostředí pro stanovení účinku zvláštních povodní a jejich začlenění do povodňových plánů
- Zákon č. 266/1994 Sb. o dráhách ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích) ve znění pozdějších předpisů
 - Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb. ve znění vyhlášky š. 146/2004, 515/2006, 120/2011 Sb.)
- Zákon ČNR č. 388/1991 Sb., o Státním životním fondu životního prostředí České republiky ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 458/2000 Sb., energetický zákon ve znění pozdějších předpisů

ČSN ISO 80000 -1,2,3,4	Veličiny a jednotky. Všeobecné zásady
ČSN 01 3463	Výkresy inženýrských staveb – Výkresy kanalizace
ČSN 13 1022	Potrubí- Svařované a bezešvé trubky z oceli tř. 17 pro potrubí. Konstrukční požadavky
ČSN EN 1092-1	Příruby a přírubové spoje
ČSN 34 0350	Předpisy pro pohyblivé přívody a pro šňůrové vedení
ČSN 34 0350	Bezpečnostní požadavky na pohyblivé přívody a šňůrové vedení
ED.2	
ČSN EN 50110-1	Bezpečnostní předpisy pro obsluhu a práci na el. zařízeních
ČSN EN 50110-1	Obsluha a práce el. zařízeních
ED.2	
ČSN 34 7402	Pokyny pro používání nn kabelů a vodičů
ČSN 34 7409	System značení kabelů a vodičů
ČSN 42 0139	Tyče pro výztuž do betonu. Technické dodací předpisy
ČSN 42 5340	Pásy a pruhy z oceli tříd 10 a 11 válcované za tepla. Rozměry
ČSN 42 5512	Tyče kruhové pro výztuž do betonu. Rozměry
ČSN 46 5328	Ochrana přírody. Pozemky. Všeobecné požadavky na rekultivaci pozemkov

ČSN 46 5330	Ochrana přírody. Pozemky. Termíny a definice v oblasti rekultivacií pozemků
ČSN 46 5332	Ochrana přírody. Půdy. Požadavky na ochranu úrodné vrstvy půdy
ST SEV 5298-85	při zemných pracích
ČSN EN 12201-1	Plastové potrubní systémy pro rozvod vody – Polyethylen (PE) – Část 1: Všeobecně
ČSN EN 12201-2	Plastové potrubní systémy pro rozvod vody – Polyethylen (PE) – Část 2: Trubky
ČSN EN 12201-3	Plastové potrubní systémy pro rozvod vody – Polyethylen (PE) – Část 3: Tvarovky
ČSN EN 12201-5	Plastové potrubní systémy pro rozvod vody – Polyethylen (PE) – Část 5: Vhodnost použití systému
ČSN EN ISO	Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a
14689-1	zatržďování hornin – Část 1: Pojmenování a popis
ČSN 72 1006	Kontrola zhuštění zemin a sypanin
ČSN EN 13286-2	Nestmelené směsi a směsi stmetelné hydraulickými pojivy – Část 2: Zkušební metody pro stanovení laboratorní srovnávací objemové hmotnosti a vlhkosti – Proctorova zkouška
ČSN 72 1151	Zkoušení přírodního stavebního kamene. Základní ustanovení
ČSN EN 13 383-1 (ČSN 72 15 07)	Kámen pro vodní stavby – část 1. Specifikace
ČSN EN 13 386-2 (ČSN 72 15 07)	Kámen pro vodní stavby – část. 2. Zkušební metody
ČSN EN 12620	Kamenivo do betonu
ČSN EN 13139	Kamenivo do malty
ČSN EN 13242	Kamenivo pro nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy pro inženýrské stavby a pozemní komunikace
ČSN EN 13055-1	Pórovité kamenivo – Část 1: Pórovité kamenivo do betonu, malty a injektážní malty
ČSN EN 13450	Kamenivo pro kolejové lože

ČSN 72 1860	Kámen pro zdivo a stavební účely – společná ustanovení
ČSN EN 934-2	Přísady do betonu, malty a injektážní malty – Část 2: Přísady do betonu – Definice, požadavky, shoda, označování a značení štítkem
ČSN 73 0037	Zemní tlak na stavební konstrukce
ČSN 73 0081	Ochrana proti korózi v stavebnictve
ČSN 73 0202	Geometrická přesnost ve výstavbě. Základní ustanovení
ČSN 73 0205	Geometrická přesnost ve výstavbě. Navrhování geometrické přesnosti
ČSN 73 0210-1	Geometrická přesnost ve výstavbě. Podmínky provádění. Část 1: Přesnost osazení
ČSN 73 0210-2	Geometrická přesnost ve výstavbě. Podmínky provádění. Část 2: Monolitických betonových konstrukcí
ČSN 73 0212-1	Přesnost geometrických parametrů ve výstavbě. Kontrola přesnosti
ČSN 73 0420-1,2	Přesnost vytyčování stavebních objektů. Část 1: Základní ustanovení Část 2: Vytyčovací odchylky
ČSN P 73 0600	Hydroizolace staveb – Základní ustanovení
ČSN 73 0802	Požární bezpečnost staveb. Nevýrobní objekty
ČSN 73 0821 ED.2	Požární bezpečnost staveb. Požární odolnost stavebních konstrukcí
ČSN EN 1997-1	Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
ČSN EN 1997-2	Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 2: Průzkum a zkoušení zákl. půdy
ČSN EN 1996-1-1	Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce
ČSN 73 1200	Nazvoslovie o odbore betónu a betonárských prác
ČSN EN 1992-1-1	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN 73 1208	Navrhování betonových konstrukcí vodohospodářských objektů
ČSN EN 206-1	Beton, vlastnosti, výroba
ČSN ENV 13670	Provádění betonových konstrukcí
ČSN EN 12350-1	Zkoušení čerstvého betonu – Část 1: Odběr vzorků
ČSN EN 12390-2	Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 2: Výroba a ošetřování zkušebních těles pro zkoušky pevnosti
ČSN 73 1314	Zkušební metody pro stanovení vodního součinitele čerstvého betonu
ČSN EN 12390-7	Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 7: Objemová hmotnost ztvrdlého betonu
ČSN EN 12350-6	Zkoušení čerstvého betonu – Část 6: Objemové hmotnosti
ČSN EN 12390-1	Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 1: Tvar, rozměry a jiné požadavky na zkušební tělesa a formy
ČSN EN 12390-3	Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles
ČSN 73 1318	Stanovení pevnosti betonu v tahu
ČSN ISO 6784 (73 1319)	Beton. Stanovení statického modulu pružnosti v tlaku
ČSN 73 1322	Stanovení mrazuvzdornosti betonu
ČSN 73 1323	Stanovení hmotnosti složek betonu
ČSN 73 1326	Stanovení odolnosti povrchu cementového betonu proti působení vody a chemických rozmrazovacích látek
ČSN 73 1328	Stanovení soudržnosti oceli s betonem
ČSN EN 1008	Záměsová voda do betonu – Specifikace pro odběr vzorků, zkoušení a posouzení vhodnosti vody, včetně vody získané při recyklaci v betonárně, jako záměsové vody do betonu
ČSN 73 6133	Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací
ČSN 73 3251	Navrhování konstrukcí z kamene
ČSN 73 6006	Označování podzemných vedení výstražnými fóliami
ČSN 73 6110	Projektování místních komunikací
ČSN EN 1610	Provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení

ČSN EN 476	Všeobecné požadavky na stavební dílce stok a kanalizačních přípojek gravitačních systémů
ČSN EN 752	Odvodňovací systémy vně budov
ČSN 75 6909	Zkoušky vodotěsnosti stok a kanalizačních přípojek
ČSN 83 9021	Technologie vegetačních úprav v krajině – Rostlina a jejich výsadba
ČSN 83 9041	Technologie vegetačních úprav v krajině – Technicko-biologické způsoby stabilizace terénu – Stabilizace výsevy, výsadbami, konstrukcemi ze živých a neživých materiálů a stavebních prvků, kombinované konstrukce

10. Přílohy

- Obrázek č. 1: Situace širších vztahů - Řevnice
- Obrázek č. 2: Lokalizace zájmového území Řevnice
- Obrázek č. 3: Situace průzkumných prací vrtů V1 a V2
- Obrázek č. 4: Odebrané vzorky z vrtného jádra V1 a V2
- Obrázek č. 5: Úhoři z Berounky
- Obrázek č. 6: Snímky pořízené Ing. Stýblem během biologického monitoringu
- Obrázek č. 7: Situace širších vztahů stavby rybích přechodů
- Obrázek č. 8: Foto pořízené dronem - RP I
- Obrázek č. 9: Foto pořízené dronem - RP II
- Obrázek č. 10: Napínání lanových kotev
- Obrázek č. 11: Potrubí DN 800, které zajišťuje průtočný profil Berounky během výstavby
- Obrázek č. 12: Žulové kamenorezy horního zhlaví na výstupu z RP II
- Obrázek č. 13: Drenážní potrubí HDPE DN 150
- Obrázek č. 14: Příčné horizontální drény HDPE DN 100
- Obrázek č. 15: Ostrov vyplněný kamennou rovnaninou
- Obrázek č. 16: Drsné dno v RP II
- Obrázek č. 17: Umístění svislých os měření ve 2 profilech (1 a 2) a štěrbinách (šířky 0,6; 0,2 a 0,15 m)
- Obrázek č. 18: Měření bodových rychlostí proudu ve štěrbině RP I v druhé balvanité linii.
- Obrázek č. 19: Umístění svislých os měření ve 3 profilech (1, 2 a 3)
- Obrázek č. 20: Měření bodových rychlostí ve štěrbině RP II na první (výstup z RP) a poslední (vstup do RP) přepážce.
- Obrázek č. 21: Měření bodových rychlostí proudu ve štěrbině RP II na poslední přepážce (vstup do RP)
- Obrázek č. 22: Instalace sledovacího zařízení
- Obrázek č. 23: Odlov ryb a jejich značení pasivními integrátory (PIT)
- Obrázek č. 24: Schématické znázornění migrace proti proudu v průběhu sezony
- Obrázek č. 25: Histogram velikostí ryb migrujících proti proudu vody
- Obrázek č. 26: Záznam ryb migrujících rybími přechody
- Obrázek č. 27: Záznam ryb migrujících rybími přechody

Tabulka č. 1: Porovnání limitních hodnot odebraných vzorků V1 a V2 na agresivitu vůči betonu dle ČSN EN 2006

Tabulka č. 2: Porovnání limitních hodnot odebraných vzorků V1 a V2 na agresivitu vůči oceli dle ČSN 03 8372

Tabulka č. 3: Zatřídění odebraného vzorku V1 a V2 dle fyzikálně-mechanických a deformačních vlastností dle ČSN 73 1001

Tabulka č. 4: Zařazení zeminy dle provedených průzkumných vrtů V1 a V2 do tříd těžitelnosti

Tabulka č. 5: Naměřené hodnoty v tůních na RP I

Tabulka č. 6: Naměřené hodnoty v štěrbinových přepážkách na RP II

Graf č. 1: Měřené hodnoty na balvanité linii č. 1 – 50 cm před štěrbinou šířky 0,6 m

Graf č. 2: Měřené hodnoty na balvanité linii č. 1 – 50 cm před štěrbinou šířky 0,2 m

Graf č. 3: Měřené hodnoty na balvanité linii č. 1 – 50 cm před štěrbinou šířky 0,15 m

Graf č. 4: Měřené hodnoty na balvanité linii č. 2 – 50 cm před štěrbinou šířky 0,6 m

Graf č. 5: Měřené hodnoty na balvanité linii č. 2 – 50 cm před štěrbinou šířky 0,2 m

Graf č. 6: Měřené hodnoty na balvanité linii č. 2 – 50 cm před štěrbinou šířky 0,15 m

Graf č. 7: Měřené hodnoty na přepážce č. 1 - 40 cm před štěrbinou

Graf č. 8: Měřené hodnoty na přepážce č. 2 - 40 cm před štěrbinou

Graf č. 9: Měřené hodnoty na přepážce č. 13 - 40 cm před štěrbinou

Graf č. 10: Měřené hodnoty na přepážce č. 14 - 40 cm před štěrbinou

Graf č. 11: Měřené hodnoty na přepážce č. 20 - 40 cm před štěrbinou