VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ T. G. MASARYKA
veřejná výzkumná instituce

CZ.07.1.02/0.0/0.0/16_023/0000118

VODA PRO PRAHU

aktivita č. 2:

Využití umělých a přírodních struktur pro revitalizace a zvýšení biologické a morfologické pestrosti pražských potoků

Mgr. Pavel Kožený a kol.

VERZE 1

ZADAVATEL: HLAVNÍ MĚSTO PRAHA

PRAHA, ČERVEN 2017

CZ.07.1.02/0.0/0.0/16_023/0000118

VODA PRO PRAHU, aktivita č. 2:

Využití umělých a přírodních struktur pro revitalizace a zvýšení biologické a morfologické pestrosti pražských potoků

Kožený, P. a kol.

Odborná zpráva 1. etapy

Praha, červen 2017 ***počet stran: 20***

Název a sídlo organizace:

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.
Podbabská 30, 160 00 Praha 6

Ředitel:

Mgr. Mark Rieder

Zadavatel:

Hlavní město Praha

Mariánské nám. 2, 110 01 Praha 1

Zástupce zadavatele:

Zahájení a ukončení úkolu:

leden 2017 – prosinec 2018

Místo uložení zprávy:

SVTI VÚV TGM, v.v.i.

Náměstek ředitele pro výzkumnou a odbornou činnost:

Ing. Petr Bouška, Ph.D.

Vedoucí odboru:

Mgr. Pavel Rosendorf

Hlavní řešitel aktivity:

Mgr. Pavel Kožený

Řešitelé:

Mgr. Tereza Beránková, Ph.D., Mgr. Eduard Bouše, Mgr. Daniel Fiala, Mgr. Hana Janovská, Ing. Jiří Musil, Ph.D., Ing. Jiří Picek, RNDr. Jitka Svobodová

Obsah

1. Úvod 4
2. Metodika 5
Výběr a popis lokalit 5
Metodika odběru vzorků pro stanovení vybraných fyzikálně-chemických a chemických ukazatelů .. 7
Metodika měření hydromorfologických parametrů toku 7
Metodika odběru vzorků makrozoobentosu 8
Odběr vzorků metodou Perla 8
Odběr habitatových vzorků Surberovým vzorkovačem 8
Astakologický průzkum 9
3. Výsledky 11
Chemická a fyzikálně chemická kavalita vody 11
Hydromorfologické charakteristiky experimentálních lokalit 11
Makrozoobentos 15
Astakologický průzkum 15
Šárecký potok 15
Říčanský potok 16
Rokytka 16
Radotínský potok 16
Dalejský potok 18
4. Diskuse a závěr 19
5. Literatura 20

1. Úvod

Projekt s názvem „VODA PRO PRAHU“ se zabývá několika oblastmi souvisejícími s vodou na území Prahy a vodními zdroji, které Hlavní město Praha využívá. Projekt je rozdělen do čtyř samostatných aktivit:

Cílem aktivity č. 1 je na příkladu vodních zdrojů, určených pro zásobování hlavního města Prahy pitnou vodu, kvantifikovat obsahy PPCP v celém procesu úpravy vody a nastavit mechanismy jejich kontroly při různých hydrologických situacích.

Cílem aktivity č. 2 je zlepšení ekologického stavu potoků na území Prahy pomocí zvýšení jejich tvarové členitosti a nabídky stanovišť pro vodní organismy.

Cílem aktivity č. 3 je vypracování podrobné studie odtokových poměrů v povodí VD Želivka - Švihov. Studie navazuje na řešení projektu Strategie ochrany před negativními dopady povodní a erozními jevy přírodě blízkými opatřeními v České republice.

Cílem aktivity č. 4 je stanovení a zhodnocení změny jakosti vody ve Vltavě během průtoku městem, včetně vlivů lokálních vodotečí, zdrojů znečištění a změny hydromorfologických charakteristik.

Tato zpráva poskytuje informace o postupu aktivity č. 2 „Využití umělých a přírodních struktur pro revitalizace a zvýšení biologické a morfologické pestrosti pražských potoků.“ Činnosti této aktivity se zaměřují na drobné vodní toky na území a ve správě hlavního města Prahy. Smyslem aktivity je zlepšení ekologického stavu potoků na území Prahy pomocí zvýšení jejich tvarové členitosti a nabídky stanovišť pro vodní organismy. Jako hlavní nástroj pro zlepšení morfologického stavu koryt potoků budou vyvíjeny a testovány objekty napodobující funkci přirozeného, tzv. říčního dřeva. Po ukončení projektu se předpokládá komerční využití jednotlivých typů objektů, které budou chráněny jako užitné vzory.

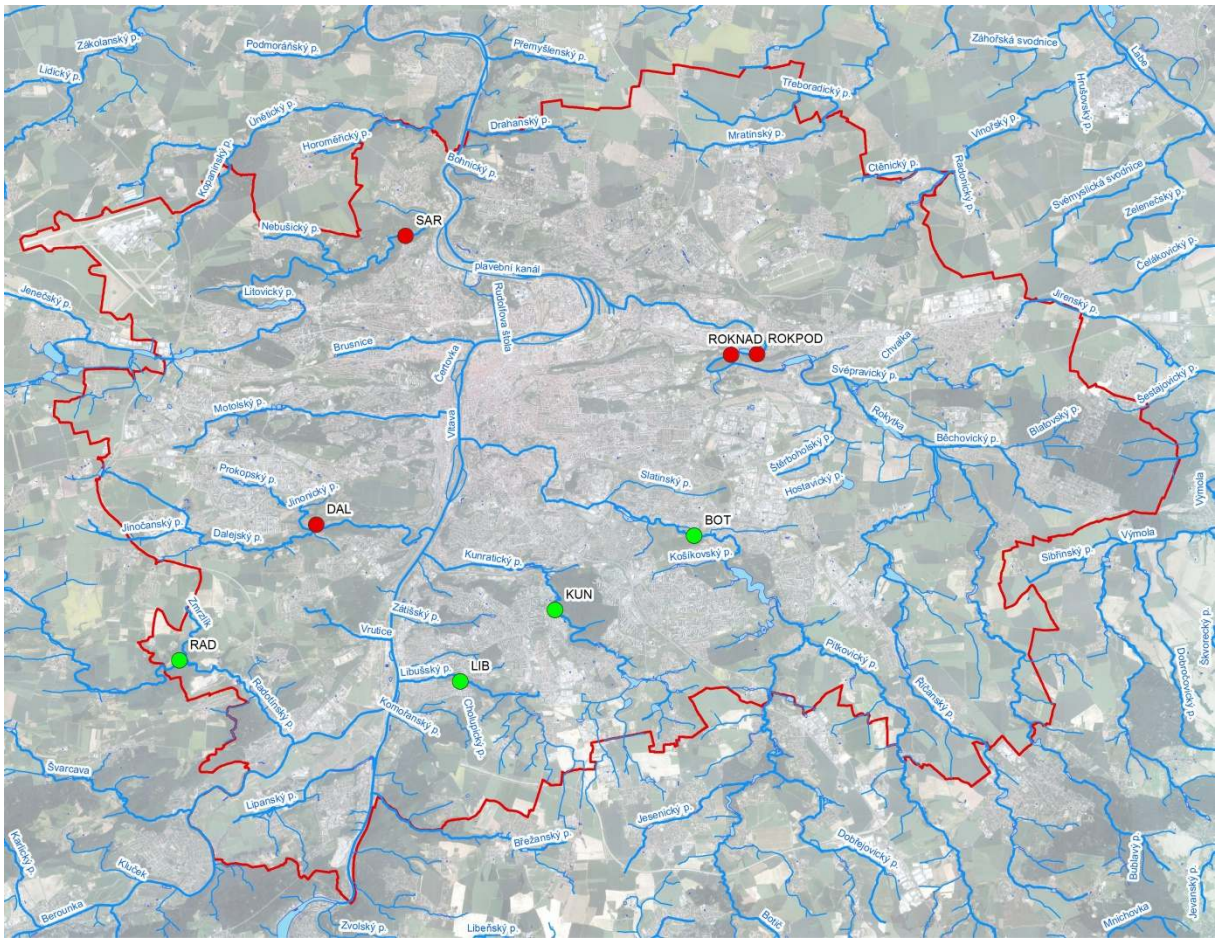
Termínem říční dřevo označujeme stromy a jejich části, které se přirozenými způsoby nebo činností člověka dostaly do koryta vodního toku a vstupují zde do interakce s vodním proudem (Máčka *et al.*, 2011). Říční dřevo ovlivňuje hydraulické podmínky v korytě, formuje jeho tvar a vytváří pestrou nabídku stanovišť pro vodní organismy (Gregory *et al.*, 2003). Je tedy nedílnou součástí přirozených koryt a jeho funkce se též využívá při revitalizacích a přírodě blízkých úpravách vodních toků (Siemens *et al.*, 2005).

Cílem první etapy rozvržené do první poloviny roku 2017 bylo provedení průzkumu potoků na území hlavního města Prahy a výběr lokalit pro další práci. Na větších potocích bylo započato vzorkování fyzikálně – chemických a biologických ukazatelů. Značná péče byla věnována výběru experimentálních lokalit, kam bude v následující etapě projektu vloženo říční dřevo. Kvůli posouzení efektu plánovaných opatření bylo stanoveno schéma biologického a hydromorfologického sledování těchto experimentálních lokalit. V neposlední řadě byly vytvořeny webové stránky projektu, kde budou průběžně zveřejňovány výsledky projektu (http://heis.vuv.cz/projekty/vodaproprahu-potoky).

2. Metodika

Výběr a popis lokalit

V předjarním období roku 2017 byl na území Prahy proveden terénní průzkum vodních toků 3. a vyššího řádu dle Strahlera. Na základě tohoto průzkumu byly vybrány úseky v relativně dobrém hydromorfologickém stavu na Radotínském, Libušském, Kunratickém potoce a Botiči. Dále byly ve spolupráci s pracovníky Odboru ochrany prostředí Magistrátu hl. m. Prahy vybrány čtyři lokality na Rokytce, Šáreckém a Dalejském potoce, které jsou určeny pro experimentální vložení objektů říčního dřeva (obr. 1 a 2). Většinou šlo o úseky vodních toků, kde proběhla v nedávné době revitalizace nebo úprava koryta. Rokytka nad Hořejším rybníkem a Šárecký potok na Žežulce jsou komplexně revitalizovanými koryty. Dalejský potok na místě bývalého klukovického koupaliště byl rozvolněn a získal široké štěrkové koryto. Rokytka pod Hořejším rybníkem je kamenivem opevněný zahloubený kapacitní vodní tok, kde však byla v rámci možností vytvořena balvanitá členitá peřej. Délka experimentálních lokalit je přibližně 100 metrů vodního toku.



Obr. 1. Vybrané odběrové lokality sedmi pražských potoků. Na všech označených lokalitách probíhá fyzikálně – chemický a biologický monitoring. Červeně označené lokality byly vybrány pro experimentální osazení objektů říčního dřeva.

Šárecký potok – Žežulka (SAR)

50.1180144N, 14.3804347E

Dalejský potok pod soutokem s Prokopským p. (DAL)

50.0393972N, 14.3604697E

Rokytka nad Hořejším rybníkem (ROKNAD)

50.0986914N, 14.5191278E

Rokytka pod Hořejším rybníkem (ROKPOD)

50.0997683N, 14.5296903E

Radotínský potok nad Maškovým mlýnem (RAD)

49.9990231N, 14.3123886E

Libušský potok nad areálem TJ Spartak Modřany (LIB)

50.0036781N, 14.4278953E

Kunratický potok u Thomayerovy nemocnice (KUN)

50.0257086N, 14.4620881E

Botič pod jezem Marcela (BOT)

50.0502953N, 14.5143053E

Obr. 2. Vybrané odběrové a experimentální lokality na pražských potocích.

Odběr vzorků pro stanovení vybraných fyzikálně-chemických a chemických ukazatelů

Na vybraných lokalitách pražských potoků bylo započato vzorkování chemických ukazatelů ($CHSK_{Cr}$, BSK_5, NL105, $N_{amon.}$, amonné ionty, $N\text{-}NO_3^-$, dusičnany, $N_{celk.}$, $P_{celk.}$, $P\text{-}PO_4^{3-}$, Ca, Mg) a měření fyzikálně chemických ukazatelů kvality vody (teplota vody, elektrická konduktivita, obsah rozp. kyslíku a pH). První vzorky byly odebrány v polovině května, tj. ve stejném období, kdy byly odebírány vzorky makrozoobentosu. Vzorky vody byly analyzovány ve Zkušební laboratoři technologií a složek životního prostředí VÚV TGM, v.v.i. Měření fyzikálně chemických parametrů bylo provedeno v terénu měřicím přístrojem HACH *HQ40d multi.* Vzorkování dále probíhá v měsíčních intervalech, kromě lokality na Libušském potoce, která je téměř shodná s umístěním profilu dlouhodobého monitoringu kvality vody zajišťovaného MHMP a bylo by zbytečné hodnotit stejný profil. Vzorky z tohoto odběrového místa budou dále odebírány pouze v období odběru biologických vzorků. Výsledky z ostatních odběrových míst budou doplňovat standartní data z dlouhodobého monitoringu kvality vody MHMP, protože leží převážně na středních úsecích sledovaných vodních toků, zatímco monitoring MHMP je zaměřen zejména na uzávěrové profily.

Měření hydromorfologických parametrů

Na všech čtyřech experimentálních lokalitách byly v první polovině června měřeny hydromorfologické parametry koryta. Každá experimentální lokalita byla rozdělena na dva úseky: experimentální a srovnávací. Srovnávací úsek toku je umístěný nad experimentálním a slouží k porovnání změn v korytě po realizaci opatření v experimentálním úseku. Měření před vložením objektů dřeva slouží k prověření, že se tyto dva úseky od sebe významně neliší. Vzhledem k relativně krátké délce úseků toku na experimentálních lokalitách studovaných v rámci projektu navazoval srovnávací úsek přímo na úsek experimentální. Za účelem porovnání stavu před a po vložení dřevní hmoty budou hydromorfologické parametry měřeny znovu na podzim 2017 a opět dvakrát v průběhu roku 2018.

Na experimentálním i srovnávacím úseku byly v transektech napříč tokem měřeny hloubky vody, rychlosti proudění pomocí hydrometrické vrtule (obr. 3, vlevo) a stanovován převládající dnový substrát. Rozlišovány byly balvany (nad 256 mm), kameny (64 –

256 mm), hrubý štěrk (16 – 64 mm), jemný štěrk (2-16 mm), písek (0,1 – 2 mm), jíl, bláto, CPOM, říční dřevo. Body měření na transektu byly od sebe vzdáleny přibližně 25 cm. Jednotlivé transekty byly od sebe vzdáleny přibližně na šířku koryta a byly voleny tak, aby postihly měnící se charakteristiky úseku. Na každém úseku bylo tímto způsobem změřeno minimálně 100 bodů. Dále byla v každém transektu měřena laserovým dálkoměrem šířka koryta v břehových hranách a aktuální šířka hladiny. Měření bylo provedeno za běžného průtoku odpovídajícího počátku léta, který nebyl ovlivněn srážkami.

Odběr vzorků makrozoobentosu

Odběr vzorků metodou Perla

Toky na území hlavního města Prahy třetího a vyššího řádu dle Strahlera jsou v obou letech trvání projektu vzorkovány českou národní metodou Perla (Kokeš 2006, Kokeš et Němejcová 2006, ČSN 75 7701) v jarní i podzimní vzorkovací sezóně za účelem vyhodnocení ekologického stavu těchto toků podle biologické složky makrozoobentos. Metoda vzorkování spočívá v proporcionálním odběru vzorků z habitatů dle jejich výskytu v odběrovém úseku toku. Používá se standartní metoda 3-minutového semikvantitativního mutihabitatového vzorkování s použitím ruční bentosové sítě s velikostí ok 0,5 mm. Dno před sítí je nohou nebo rukou rozrušováno do hloubky 5 – 10 cm a vodním proudem stržení jedinci makrozoobentosu jsou zachycováni v síti (obr. 3, uprostřed). Odebrané vzorky byly fixovány do 4% formaldehydu a převezeny do laboratoře ke zpracování. Touto metodou byly vzorkovány lokality: Radotínský potok - nad Maškovým mlýnem, Libušský potok – nad areálem TJ Spartak Modřany, Kunratický potok – u Thomayerovy nemocnice, Botič – pod jezem Marcela, Šárecký potok – Žežulka, Dalejský potok – pod ústím Prokopského potoka, Rokytka – pod Hořejším rybníkem a Rokytka – nad Hořejším rybníkem (Tab. 1).

Poslední čtyři jmenované lokality jsou lokalitami experimentálními, kde budou vkládány objekty napodobující říční dřevo za účelem zvýšení hydromorfologické pestrosti. Na těchto lokalitách byl odběr metodou Perla mírně upraven za účelem uchování informace o poměru vzorkovaných habitatů a společenstvu makrozoobentosu, které tyto habitaty osídluje. Standartní 3-minutový odběr metodou PERLA byl tedy proporcionálně rozdělen podle poměru přítomných habitatů v úseku toku a z vyskytujících se habitatů byl odebírán vzorek v adekvátním časovém měřítku, který je uchováván v samostatné vzorkovnici jako „dílčí vzorek PERLA“. Typicky byly takto z lokalit odebírány dílčí vzorky PERLA z habitatu riffle (peřej), z habitatu glide (proud) a z habitatu woody debris (akumulace dřeva). Habitat pool (tůň), který se v přirozených tocích běžně vyskytuje, nebyl na vzorkovaných úsecích v jarní sezóně 2017 vytvořen vůbec, nebo zabíral méně jak 5% plochy dna odběrového úseku, a proto nebyl do vzorkování zahrnut. Vzorek sloučený z výše uvedených tří dílčích vzorků představuje standartní vzorek PERLA a může být vyhodnocován standartní metodou hodnocení (Opatřilová et al. 2011).

Na každé lokalitě byly při odběru vzorku měřeny základní fyzikálně-chemické ukazatele (teplota vody, pH, vodivost, rozpuštěný kyslík a nasycení kyslíkem) a zaznamenány vybrané popisné údaje odběrového úseku podle standartního odběrového protokolu (složení substrátu, max. a min. hloubka a šířka toku, úpravy břehů a dna, vegetace břehové hrany, charakter okolí toku aj.)

Odběr habitatových vzorků Surberovým vzorkovačem

Na zájmových lokalitách byly navíc odebírány habitatové kvantitativní vzorky pro přesnější posouzení vlivu vložených objektů dřeva na společenstvo makrozoobentosu. Vzorkovací schéma odpovídá klasickému doporučovanému (Sundermann, 2011) schématu BACI (*Before-After-Control-Impact experiment*) používanému v mnoha obdobných zahraničních studiích (např. Brooks et al. 2004, Didderen et al. 2008, Pretty and Dobson, 2004, Lemly and Hildebrand, 2000). Vzorkuje se experimentální a srovnávací úsek toku, a to v jarní a

Obr. 3. Hydrometrická vrtule použitá pro měření rychlostí proudění (vlevo), odběr makrozoobentosu bentosovou sítí (uprostřed), odběr makrozoobentosu z habitatů Surberovým vzorkovačem (vpravo).

Tab. 1: Přehled vzorků PERLA odebraných v jarní sezóně 2017

Kód vzorku	Tok	Lokalita	Typ vzorku		
PR001	Radotínský potok	nad Maškovým mlýnem	PERLA		
PR002	Libušský potok	nad areálem TJ Spartak Modřany	PERLA		
PR003	Kunratický potok	u Thomayerovy nemocnice	PERLA		
PR004	Botič	pod jezem Marcela	PERLA		
PR005	Šárecký potok	Žežulka	Riffle - PERLA	Glide - PERLA	Wood – PERLA
PR006	Rokytka	pod Hořejším rybníkem	Riffle - PERLA	Glide - PERLA	Wood – PERLA
PR007	Dalejský potok	pod ústím Prokopského potoka	Riffle - PERLA	Glide - PERLA	Wood – PERLA
PR008	Rokytka	nad Hořejším rybníkem	Riffle - PERLA	Glide - PERLA	Wood – PERLA

podzimní sezóně před vložením objektů dřeva – první rok projektu a v jarní a podzimní sezóně po vložení dřeva – druhý rok projektu. Vzorkování před vložením objektů dřeva slouží k prověření, že se tyto dva úseky od sebe významně neliší, vzorkování po vložení objektů slouží k porovnání ovlivnění habitatů a společenstva makrozoobentosu. V úseku experimentálním i srovnávacím jsou z plochy 30 x 35 cm vymezené rámem Surberova vzorkovače odebírány vzorky makrozoobentosu rozrušováním dna do hloubky 5 – 10 cm před sběrnou sítí (orig. Surber, 1936)(obr. 3, vpravo). Z každého habitatu (riffle, glide, wood), vyskytujícího se na daném úseku toku jsou odebírány tři náhodně rozmístěné vzorky, ke každému vzorku je zaznamenávána hloubka, šířka toku v místě odběru vzorku a převládající substrát. V případě habitatu akumulace dřeva je ještě zaznamenán i charakter akumulace (od nánosu malých větviček a listí až po zachycený kmen stromu a o něj zachycené větvičky a listí). V celém srovnávacím úseku na lokalitě Šárecký potok - Žežulka, nebyl nalezen habitat akmulace dřeva, a proto z tohoto habitatu nebyly vzorky odebrány (viz Tab. 2).

Astakologický průzkum

Monitoring raků byl zahájen na začátku května. Během první etapy projektu byl průzkum proveden na Šáreckém potoce, Říčanském potoce, Rokytce, Dalejském potoce a na Radotínském potoce.

V případě mělkých potoků byly jejich úseky prohledávány ručně v místě potenciálních úkrytů. Vhodné úkryty raků jsou pod kameny, mrtvým dřevem, kořeny stromů a v norách v březích. Pokud se na vodním toku nacházely hlubší partie, které nelze prohledávat ručně, byly zde položeny vrše s návnadou (játra), které byly na lokalitách ponechány přes noc. Bližší popis použitých metod, charakteristik a rozsahu sledovaných úseků je uveden u každé lokality v části Výsledky.

Tab. 2: Přehled habitatových vzorků odebraných Surberovým vzorkovačem v jarní sezóně 2017.

Kód vzorku	tok	lokalita	úsek	habitat
PR005 SR1	Šárecký potok	Žežulka	experimentální	riffle
PR005 SR2	Šárecký potok	Žežulka	experimentální	riffle
PR005 SR3	Šárecký potok	Žežulka	experimentální	riffle
PR005 SG1	Šárecký potok	Žežulka	experimentální	glide
PR005 SG2	Šárecký potok	Žežulka	experimentální	glide
PR005 SG3	Šárecký potok	Žežulka	experimentální	glide
PR005 SW1	Šárecký potok	Žežulka	experimentální	wood
PR005 SW2	Šárecký potok	Žežulka	experimentální	wood
PR005 SW3	Šárecký potok	Žežulka	experimentální	wood
PR005 XSR1	Šárecký potok	Žežulka	srovnávací	riffle
PR005 XSR2	Šárecký potok	Žežulka	srovnávací	riffle
PR005 XSR3	Šárecký potok	Žežulka	srovnávací	riffle
PR005 XSG1	Šárecký potok	Žežulka	srovnávací	glide
PR005 XSG2	Šárecký potok	Žežulka	srovnávací	glide
PR005 XSG3	Šárecký potok	Žežulka	srovnávací	glide
PR006 SR1	Rokytka	Pod Hořejším rybníkem	experimentální	riffle
PR006 SR2	Rokytka	Pod Hořejším rybníkem	experimentální	riffle
PR006 SR3	Rokytka	Pod Hořejším rybníkem	experimentální	riffle
PR006 SG1	Rokytka	Pod Hořejším rybníkem	experimentální	glide
PR006 SG2	Rokytka	Pod Hořejším rybníkem	experimentální	glide
PR006 SG3	Rokytka	Pod Hořejším rybníkem	experimentální	glide
PR006 SW1	Rokytka	Pod Hořejším rybníkem	experimentální	wood
PR006 SW2	Rokytka	Pod Hořejším rybníkem	experimentální	wood
PR006 SW3	Rokytka	Pod Hořejším rybníkem	experimentální	wood
PR006 XSR1	Rokytka	Pod Hořejším rybníkem	srovnávací	riffle
PR006 XSR2	Rokytka	Pod Hořejším rybníkem	srovnávací	riffle
PR006 XSR3	Rokytka	Pod Hořejším rybníkem	srovnávací	riffle
PR006 XSG1	Rokytka	Pod Hořejším rybníkem	srovnávací	glide
PR006 XSG2	Rokytka	Pod Hořejším rybníkem	srovnávací	glide
PR006 XSG3	Rokytka	Pod Hořejším rybníkem	srovnávací	glide
PR006 XSW1	Rokytka	Pod Hořejším rybníkem	srovnávací	wood
PR006 XSW2	Rokytka	Pod Hořejším rybníkem	srovnávací	wood
PR006 XSW3	Rokytka	Pod Hořejším rybníkem	srovnávací	wood
PR007 SR1	Dalejský potok	Pod ústím Prokopského p.	experimentální	riffle
PR007 SR2	Dalejský potok	Pod ústím Prokopského p.	experimentální	riffle
PR007 SR3	Dalejský potok	Pod ústím Prokopského p.	experimentální	riffle
PR007 SG1	Dalejský potok	Pod ústím Prokopského p.	experimentální	glide
PR007 SG2	Dalejský potok	Pod ústím Prokopského p.	experimentální	glide
PR007 SG3	Dalejský potok	Pod ústím Prokopského p.	experimentální	glide
PR007 SW1	Dalejský potok	Pod ústím Prokopského p.	experimentální	wood
PR007 SW2	Dalejský potok	Pod ústím Prokopského p.	experimentální	wood
PR007 SW3	Dalejský potok	Pod ústím Prokopského p.	experimentální	wood
PR007 XSR1	Dalejský potok	Pod ústím Prokopského p.	srovnávací	riffle
PR007 XSR2	Dalejský potok	Pod ústím Prokopského p.	srovnávací	riffle
PR007 XSR3	Dalejský potok	Pod ústím Prokopského p.	srovnávací	riffle
PR007 XSG1	Dalejský potok	Pod ústím Prokopského p.	srovnávací	glide
PR007 XSG2	Dalejský potok	Pod ústím Prokopského p.	srovnávací	glide
PR007 XSG3	Dalejský potok	Pod ústím Prokopského p.	srovnávací	glide
PR007 XSW1	Dalejský potok	Pod ústím Prokopského p.	srovnávací	wood
PR007 XSW2	Dalejský potok	Pod ústím Prokopského p.	srovnávací	wood
PR007 XSW3	Dalejský potok	Pod ústím Prokopského p.	srovnávací	wood
PR008 SR1	Rokytka	Nad Hořejším rybníkem	experimentální	riffle
PR008 SR2	Rokytka	Nad Hořejším rybníkem	experimentální	riffle
PR008 SR3	Rokytka	Nad Hořejším rybníkem	experimentální	riffle
PR008 SG1	Rokytka	Nad Hořejším rybníkem	experimentální	glide
PR008 SG2	Rokytka	Nad Hořejším rybníkem	experimentální	glide
PR008 SG3	Rokytka	Nad Hořejším rybníkem	experimentální	glide
PR008 SW1	Rokytka	Nad Hořejším rybníkem	experimentální	wood
PR008 SW2	Rokytka	Nad Hořejším rybníkem	experimentální	wood
PR008 SW3	Rokytka	Nad Hořejším rybníkem	experimentální	wood
PR008 XSR1	Rokytka	Nad Hořejším rybníkem	srovnávací	riffle
PR008 XSR2	Rokytka	Nad Hořejším rybníkem	srovnávací	riffle
PR008 XSR3	Rokytka	Nad Hořejším rybníkem	srovnávací	riffle
PR008 XSG1	Rokytka	Nad Hořejším rybníkem	srovnávací	glide
PR008 XSG2	Rokytka	Nad Hořejším rybníkem	srovnávací	glide
PR006 XSG3	Rokytka	Nad Hořejším rybníkem	srovnávací	glide
PR006 XSW1	Rokytka	Nad Hořejším rybníkem	srovnávací	wood
PR006 XSW2	Rokytka	Nad Hořejším rybníkem	srovnávací	wood
PR006 XSW3	Rokytka	Nad Hořejším rybníkem	srovnávací	wood

3. Výsledky

Chemická a fyzikálně chemická kavalita vody

Vzorky vody pro chemický rozbor byly odebrány v květnu a červnu. Květnový odběr byl ovlivněn mírně zvýšenými průtoky po deštích, naopak v červnu byl odběr proveden při nízkých průtocích v bezdeštném období. Výsledky analýzy zobrazuje tabulka 3.

Dalejský a Radotínský potok, jejichž povodí leží v Barrandienu, se vyznačovaly vyšším obsahem vápenatých a hořečnatých iontů, což se projevuje též vyšším pH. V tomto smyslu má podobnou charakteristiku též Šárecký potok, který odvodňuje v horní části svého povodí zásadité jílovcové a prachovcové vrstvy. Přítomnost velkých nádrží v blízkosti odběrových profilů na Botiči (Hostivař) a Rokytce (Kyjský r.) se projevovala znatelně vyššími teplotami vody, než byly měřeny na ostatních potocích. Přítomností nádrží nad oběma zmíněnými profily lze též vysvětlit vyšší hodnoty BSK_5, které spolu s nízkými koncentracemi dusičnanů a fosforečnanů indikují vyplavování fytoplanktonu ze zmíněných nádrží. Znepokojivé byly vysoké koncentrace celkového fosforu na Radotínském potoce (1,8 – 2,2 mg/l), jehož naprostá většina byla tvořena fosforečnanem. Společně s poměrně vysokou koncentrací dusičnanů lze usuzovat, že jde o vliv silného komunálního znečištění. Jak je popsáno níže v kapitole o monitoringu raků, v podezření je patrně nefunkční čistírna odpadních vod v obci Nučice.

Hydromorfologické charakteristiky experimentálních lokalit

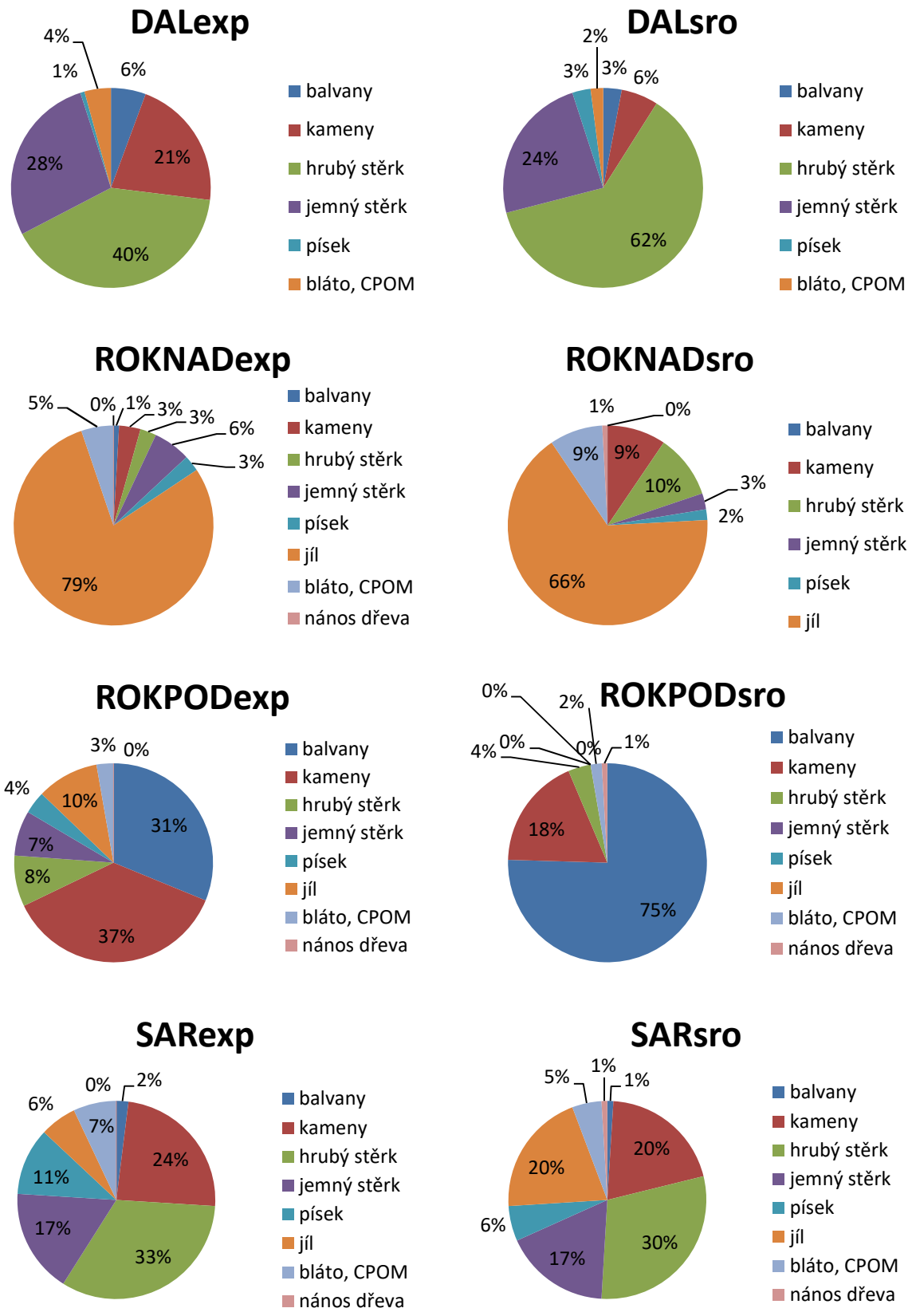
Jednotlivé experimentální lokality se velmi lišily složením dnových substrátů. Jak je vidět z obrázku 4, koryto Dalejského potoka bylo tvořeno převážně hrubým a jemným štěrkem. Koryto Rokytky nad Hořejším rybníkem zůstává převážně jílovité, jak bylo vytvořeno při revitalizaci v roce 2014. Korytotvornou činností zde dosud nevznikly náplavy štěrku, který by byl vhodným substrátem pro vodní bezobratlé. Kameny jsou zde rovněž vzácné. Naopak koryto Rokytky pod Hořejším rybníkem je stabilizováno kamenivem spadajícím do velikostní frakce kameny až balvany. Zatímco experimentální úsek ležící níže po proudu obsahuje i jemnější frakce sedimentu, stabilizované koryto výše proti proudu, kam zasahuje srovnávací úsek, je převážně balvanité. V revitalizovaném korytě Šáreckého potoka na Žežulce byly zastoupeny poměrně rovnoměrně frakce štěrku a kamenů, místně se vyskytovaly balvany a jílovité břehy. Přirozené říční dřevo se na lokalitách vyskytovalo pouze ojediněle s pokryvností nejvýše 1 %. Většinou šlo o akumulace naplavených větviček a větve zasahující ze břehu. Srovnávací a experimentální úseky se zastoupením dnových substrátů významně neliší s výjimkou lokality Rokytka pod Hořejším rybníkem, kde se projevuje vliv rozdílné úpravy horní části koryta.

Další charakteristiky experimentálních lokalit zobrazují krabicové grafy na obrázku 5. Jednotlivé lokality se opět mezi sebou liší, ale dvojice srovnávacího a experimentálního úseku v rámci jedné lokality mají hodnoty velmi podobné. Největší hloubky vodního sloupce byly měřeny na Rokytce v revitalizovaném korytě nad Hořejším rybníkem. Průměrná hloubka přesahovala 30 cm a maximální 70 cm, přičemž průběh hloubek v korytě byl poměrně uniformní, bez střídání hlubokých a mělčích úseků. Ještě větší hloubky byly zaznamenány ojediněle v balvanitém korytě Rokytky pod Hořejším rybníkem. Naopak nejmělčí byl Dalejský potok s průměrem pod 10 cm.

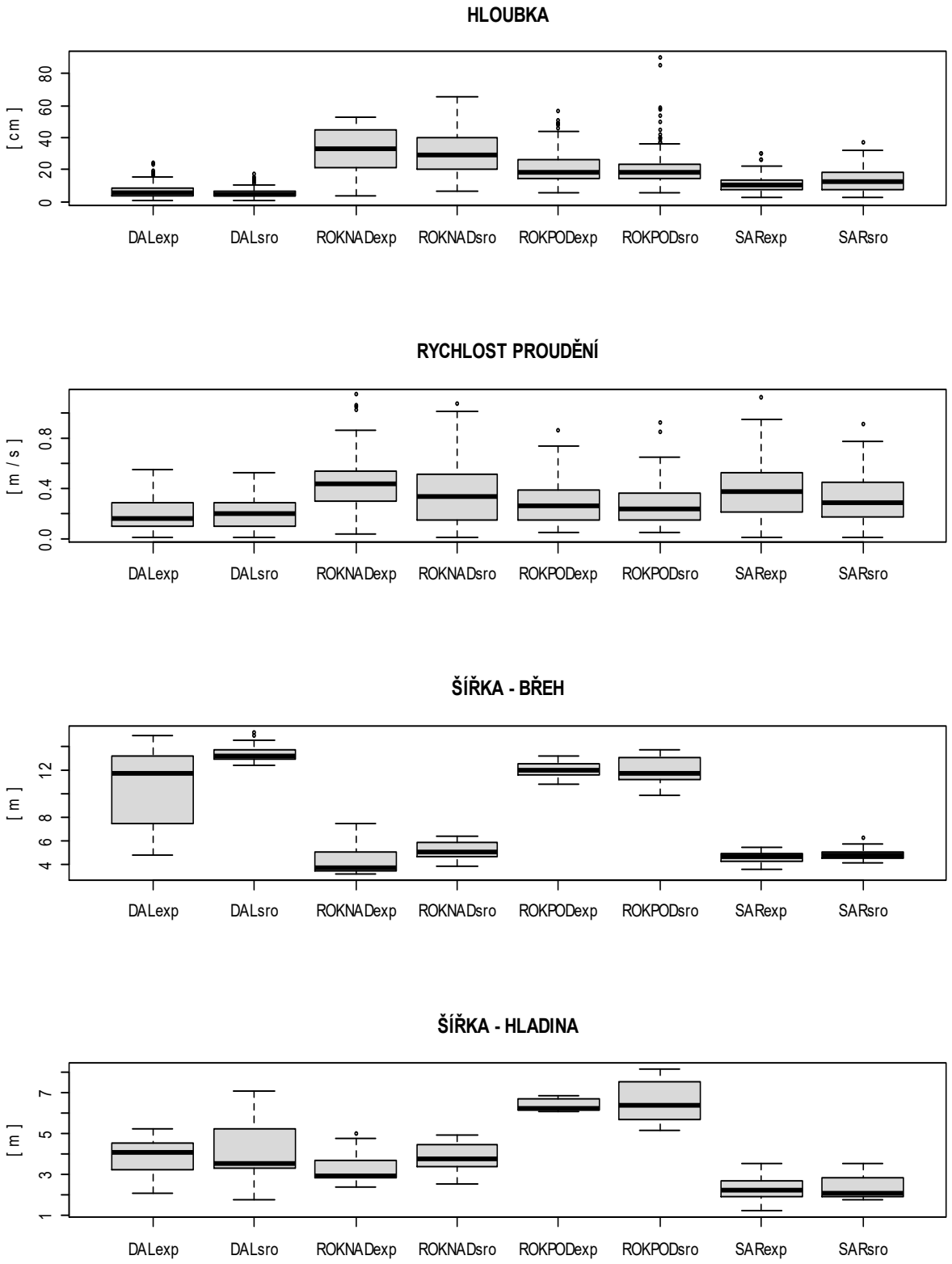
Rychlosti proudění se na jednotlivých lokalitách pohybovaly většinou mezi 15 a 45 cm/s. Maximálních hodnot kolem 1 m/s dosahovala v peřejích na Šáreckém potoce a především v rychle proudících úsecích Rokytky nad Hořejším rybníkem. Toto zjištění bylo poměrně překvapivé, protože touto rychlostí proudila voda po hladkém jílovitém korytě ve velkém

Tab. 3. Výsledky chemické analýzy a fyzikálně – chemických parametrů vody na lokalitách pražských potoků v květnu a červnu 2017.

	25.5.	15.6.	25.5.	15.6.	25.5.	15.6.	25.5.	25.5.	15.6.	25.5.	15.6.	25.5.	15.6.
	Šárecký potok		Dalejský potok		Radotínský potok		Libušský potok	Kunratický potok		Botič		Rokytka	
$CHSK_{Cr}$ (mg/l)	23,6	17,0	10,1	9,96	18,7	17,5	20,0	13,1	15,0	23,6	24,1	24,5	35,3
BSK_5 (mg/l)	3,83	1,54	1,30	0,905	1,93	1,28	4,21	1,45	1,32	5,27	3,92	2,64	5,81
NL105 (mg/l)	24	18	7,2	6,4	15	18	22	2,0	<2	14	11	17	27
$N_{amon.}$ (mg/l)	0,047	<0,039	<0,039	<0,039	0,053	<0,039	<0,039	0,088	0,040	0,197	0,503	0,325	0,145
Amonné ionty (mg/l)	0,061	<0,05	<0,05	<0,05	0,068	<0,05	<0,05	0,113	0,052	0,254	0,647	0,418	0,186
$N\text{-}NO_3^-$ (mg/l)	2,96	4,59	4,72	4,11	8,52	7,73	3,75	2,04	1,41	1,29	0,346	2,28	0,639
Dusičnany (mg/l)	13,1	20,3	20,9	18,2	37,7	34,2	16,6	9,01	6,24	5,69	1,53	10,1	2,83
$N_{celk.}$ (mg/l)	3,95	5,34	5,20	4,61	9,70	8,76	4,50	2,60	1,75	2,60	1,56	3,49	1,73
$P_{celk.}$ (mg/l)	0,251	0,337	0,478	0,503	1,80	2,22	0,175	0,239	0,367	0,171	0,301	0,324	0,381
$P\text{-}PO_4^{3-}$ (mg/l)	0,129	0,241	0,425	0,452	1,63	2,03	<0,025	0,200	0,330	<0,025	0,177	0,188	0,157
Ca (mg/l)	93,1	98,9	133	128	133	126	49,5	70,7	66,1	50,1	50,0	91,3	72,8
Mg (mg/l)	25,8	28,0	33,5	32,5	24,0	22,9	17,4	21,8	20,5	15,8	15,7	22,2	22,4
Chloridy (mg/l)	105,0	91,1	105,0	93,5	78,8	70,2	50,1	85,3	76,8	93,9	91	94,3	95,6
Sírany (mg/l)	130,0	112	174,0	163	116,0	106	76,1	101,0	86,2	87,7	81,4	155,0	147
teplota vody (°C)	13,8	14,8	13,4	14,9	13,4	14,9	13,9	13,8	16,5	16,6	20,6	19,3	23
konduktivita (µS/cm)	909	898	1131	1080	1001	941	538	735	689	655	652	898	845
pH	8,17	8,23	8,31	8,25	8,21	8,18	8,05	7,75	7,71	7,76	7,57	7,8	7,89
O2 (mg/l)	9,6	9,54	9,9	9,5	8,6	8,25	9	8,2	7,82	8,1	6,52	6,6	7,11
O2 nasycení (%)	93,5	95,3	95,4	95,6	83,4	83,3	94,1	80,1	81,4	83,2	74,1	72,3	84,1



Obr. 4. Zastoupení dnových substrátů na experimentálních (exp) a srovnávacích (sro) úsecích lokalit, kde bude vkládáno říční dřevo. Pro kódy lokalit viz obr. 1.



Obr. 5. Hydromorfologické charakteristiky experimentálních lokalit – dvojice z jedné lokality vždy zobrazují experimentální a srovnávací úsek. Krabicový diagram znázorňuje medián, 1-3 kvartil (krabička), maxima a minima (vousy), odlehlé hodnoty jsou zobrazeny kolečky. Pro kódy lokalit viz obr. 1.

rozsahu příčného profilu. Oproti tomu v peřejích ostatních potoků se vysoké rychlosti vyskytovaly jen místně v bezprostřední blízkosti tišin za kameny a nad kamenitým dnem.

Koryta jednotlivých experimentálních lokalit se velmi lišila šířkou v břehových hranách. Zde se ovšem projevuje rozdílná historie úprav koryt. Nejširší bylo koryto Dalejského potoka, který po úpravách na bývalém klukovickém koupališti protéká korytem širokým přes 12 metrů. Podobně širokým (ale zároveň výrazně zahloubeným) korytem protéká Rokytky pod Hořejším rybníkem. Oproti tomu nově vytvořená meandrující koryta Rokytky nad Hořejším rybníkem a Šáreckého potoka na Žežulce byla v břehových hranách široká kolem pěti metrů. Šířka aktuálně omočeného koryta (hladiny) byla největší na Rokytce pod Hořejším rybníkem (kolem 6 m). Na ostatních lokalitách kolísala převážně mezi 2 – 5 metry.

Makrozoobentos

Vzorky vodních bezobratlých jsou v současné době přebírány a tříděny do základních taxonomických skupin. Následně bude probíhat určování pokud možno do druhové úrovně. Výsledná data a jejich zhodnocení budou podle předpokladu k dispozici na podzim 2017.

I když byla použitá vzorkovací metoda primárně určena k zachycení drobných vodních bezobratlých, v síti byli nalezeni i zástupci velkých mlžů (obr. 6). V prvním případě šlo o mladého jedince škeble říční (*Anodonta anatina*) z lokality Rokytka pod Hořejším rybníkem, v druhém případě byla nalezena stará lastura velevruba nadmutého (*Unio tumidus*) na lokalitě Rokytka nad Hořejším rybníkem. Lastura dokládá historický výskyt tohoto mlže, přestože se zde v současné době již nevyskytuje (K. Douda, osobní sdělení).

Obr. 6. Mladý jedinec škeble říční (Anodonta anatina) z lokality Rokytka pod Hořejším rybníkem (vlevo) a stará lastura velevruba nadmutého (Unio tumidus) z lokality Rokytka nad Hořejším rybníkem.

Astakologický průzkum

Na počátku května byl proveden průzkum výskytu raků na Šáreckém potoce, Říčanském potoce, Rokytce, Dalejském potoce a na Radotínském potoce.

Šárecký potok

Šárecký potok byl monitorován od Nebušického potoka po soutok s Vltavou. Úseky byly nejdříve prohledávány ručně v místě potencionálních úkrytů. Vhodné úkryty raků jsou pod kameny, mrtvým dřevem, kořeny stromů a v norách v březích. **Na Šáreckém potoce bylo nalezeno celkem dostatek vhodných úkrytů, ale v žádném nebyli nalezeni raci**. V lednu roku 2015 byl v toku v úseku u Zlatnice nalezen rak bahenní (*Astacus leptodactylus*). Výskyt raka mimo úkryty a mimo tok v tomto období není obvyklý. Tento výskyt značí, že rak nebyl v

dobré kondici. Jednalo se o jedince pocházejícího nejspíš z některého rybníka, snad z nejblíže se nacházejícího rybníka u Dubového mlýna.

Na toku se vyskytují hlubší partie, které nelze prohledávat ručně. Na těchto vybraných úsecích byly položeny vrše s návnadou (játra), které byly na lokalitách ponechány přes noc. Ani do vrší se nepodařilo ulovit žádné raky.

Sledovaný úsek Šáreckého potoka prošel na několika místech revitalizací. Ačkoliv na několika úsecích má charakter meandrujícího potoka, patří spíše k upraveným, rychle proudícím tokům. V korytě chybí střídání rychle proudících a pomaleji tekoucích úseků s klidnými tišinami, které jsou pro výskyt raků nejvhodnější. Úkryty vhodné pro raky se nacházejí většinou v pomaleji tekoucích úsecích, pod kameny, dřevem nebo kořeny v břehových partiích, tedy v místech, kde při zvýšených průtocích nedochází k odplavování jak úkrytů, tak i vodních živočichů. V rychle proudících úsecích jsou raci často strženi proudem, a to i za běžných průtoků. Kameny, dřevo, kořeny i nory nesmí být zanesené jemným sedimentem, což v znečištěných tocích je těžko dosažitelné. Jakost vody v Šáreckém potoce není příliš dobrá a to ani po zprovoznění membránové ČOV v obci Hostivice.

Říčanský potok

Průzkum Říčanského potoka byl prováděn pod obcí Dubeč od Panské zahrady po proudu směrem k Litožnickým rybníkům. Po revitalizaci rybníka V Rohožníku, kde se v minulosti nacházel rak pruhovaný (*Orconectes limosus*) mohlo dojít k vyplavení některých jedinců z rybníka a jeho výskytu v povodí Říčanského potoka. Byl prověřen i rybník V Rohožníku. Průzkum byl ale prováděn jen v denní dobu, kdy pohyb raků mimo úkryty přes den potlačuje bohatá rybí obsádka.

Při průzkumu nebyl nalezen žádný rak ani v rybníku a ani v toku. Úsek potoka patří k rychle proudícím, které nejsou k životu raků vhodné. Pod Panskou zahradou se na potoce nacházejí i klidnější úseky, potok je ale příliš znečištěný komunálními odpady, takže pravděpodobně nevyhovuje ani invaznímu raku pruhovanému, který je méně citlivý ke znečištění než naši původní raci.

Rokytka

Astakologický průzkum na Rokytce byl proveden v úseku podél Hořejšího rybníka. K ručnímu prohledávání úkrytů byl vytipován jako nejvhodnější úsek u lávky přes Rokytku, v dolní části Hořejšího rybníka. V úseku je dno kamenité, kameny jsou ale často buď pevně usazené ve dně, nebo volně ložené v břehových partiích. Mnoho těchto kamenů je usazených v jemném, zahnívajícím sedimentu, který se zde usazuje díky znečištění, takže tyto úkryty nejsou pro raky jako úkryty příliš využitelné. **Při průzkumu nebyli nalezeni žádní raci.** Rokytka patří mezi silně znečištěné toky. Podle ústního sdělení (J. Patoka) bylo na Rokytce v úseku Podvinného mlýna nalezeno několik jedinců raka pruhovaného.

Během průzkumu lokality (19. 5. 2017), byla zaznamenána nepovolená výpusť z areálu skladišť, ze které vytékala kapalina světle modré barvy, neznámého původu. Vyústění bylo odvedeno do Hořejšího rybníka (obr. 7).

Radotínský potok

Na Radotínském potoce se v minulosti dlouhodobě vyskytoval rak kamenáč (*Austropotamobius torrentium*). Jeho výskyt začínal cca 1 km nad obcí Choteč a byl zaznamenán až nad Radotín, tedy v délce cca 5 km Radotínského potoka. V roce 2014 byla abundance 13 raků/100 vhodných úkrytů. Radotínský potok, vlivem mírného znečištění, patřil k tokům s nižší početností raků, ale populace byla stabilní. Při návštěvě toku (9. 6. 2017) byly prohledány úkryty na trvalé monitorovací ploše (Natura 2000) pod jezem u přítoku Zmrzlík. V úseku **nebyl nalezen žádný rak kamenáč**, proto v monitoringu bylo pokračováno i nad jezem. V tomto úseku bylo zaznamenáno, že voda v toku byla místy pokrytá pěnou a voda byla neprůhledná s nepřirozeně černou barvou. V monitoringu jsme pokračovali i na další

trvalé monitorovací ploše nad obcí Choteč. Ani zde **nebyl nalezen žádný rak kamenáč**. Dno toku bylo pokryté jemným černým sedimentem, který pokrýval všechny úkryty, včetně prázdných nor, které v tomto úseku sloužily jako úkryty pro raky. Po konzultaci s pracovníky státního podniku Povodí Vltavy, nám byla poskytnuta část čerstvě vyhotovené zprávy a fotodokumentace znečištění:

„...Radotínský potok v úseku od mostku v Tachlovicích ke Štičkově mlýnu – ř.km 12,13 – 13,43, nepravidelně, cca každých 14 dní se v potoce objevuje významné znečištění – viz. foto (obr. 7 uprostřed a vpravo), které je viditelné cca 0,5 dne a pak pomalu vymizí...“

Na základě těchto zjištění, byl pracovníky Povodí Vltavy s.p. proveden průzkum lokality a bylo vyhodnoceno, že zdrojem může být špatně fungující ČOV Nučice. Byly odebrány vzorky vody, které budou doplněny ještě odběrem vzorků při významném znečištění.

Lokalita bude dlouhodobě sledována, aby se ověřilo, zda některý z kriticky ohrožených raků kamenáčů opakované vypouštění značně znečištěných vod přežili.

Obr. 7. Vlevo: kapalina neznámého původu, která vytékala dne 19. 5. 2017 z areálu přiléhajícího k Hořejšímu rybníku na Rokytce. Uprostřed a vpravo: Radotínský potok v Tachlovicích (foto: Povodí Vltavy, s.p.).

Obr. 8. Rak bahenní (Astacus leptodactylus) nalezený na Dalejském potoce. V dosavadním průzkumu jde o jedinou lokalitu s výskytem raka na vodním toku na území Prahy.

Dalejský potok

Průzkum Dalejského potoka se uskutečnil od Holyně až pod Řeporyje. Potok má v tomto úseku charakter přírodního toku s velkým množstvím úkrytů pod kameny, mrtvým dřevem, pařezy a kořeny v břehových partiích. V potoce se nachází velké množství blešivců a chrostíků, kteří tvoří vhodnou potravu pro raky. Jakost vody pod Řeporyjemi je ale značně ovlivněná komunálním znečištěním z obce. **V úseku mezi Holyní a Řeporyjemi nebyli nalezeni žádní raci**, ačkoliv hydromorfologie a rychlost proudění toku odpovídá stanovištím pro původní raky. **Na nádrži na Dalejském potoce na začátku obce Řeporyje byl nalezen rak bahenní (*Astacus leptodactylus*)**(obr. 8). Lokalita je nedaleko skanzenu Řepora, kde se v rybníku a v nádržích rak bahenní rovněž nachází. Vodní tok v tomto místě ještě není ovlivněn komunálním znečištěním z obce.

4. Diskuse a závěr

Cílem první etapy projektu byl průzkum hydromorfologického stavu, jakosti vody a biologického oživení na drobných vodních tocích na území Prahy. Tento cíl byl splněn terénním průzkumem a vzorkováním na sedmi největších pražských potocích.

Druhým cílem etapy byl výběr experimentálních lokalit, kam bude v druhé polovině roku 2017 vloženo říční dřevo a provedeny úpravy ke zlepšení hydromorfologického stavu. Ve spolupráci s pracovníky Magistrátu hlavního města Prahy byly vybrány čtyři lokality. Většinou jde o úseky toků, které byly v nedávné minulosti revitalizovány nebo nově upraveny a vložení dřevní hmoty zlepší členitost jejich koryta. Experimentální lokality byly popsány hydromorfologicky, probíhá na nich sledování jakosti vody a byly odebrány vzorky makrozoobentosu. Na konci léta zde bude provedeno ještě hodnocení společenstev ryb.

Hydromorfologické měření prokázalo poměrně uniformní koryto dolní části revitalizace Rokytky nad Hořejším rybníkem. V korytě navíc chybí běžný dnový substrát (štěrk, kameny), který by sloužil jako stanoviště vodních bezobratlých. Na malou členitost koryta s nedostatkem tůní a úkrytů poukázal již L. Merta v loňské ichtyologické studii (Merta, 2016). V korytě byly navíc zjištěny poměrně vysoké rychlosti proudění, které v kombinaci s hladkým jílovitým dnem nejsou vhodné pro ryby ani pro vodní bezobratlé. Vložení objektů říčního dřeva množství úkrytů nepochybně zvýší a rozčlení i proudové pole. Není však jisté, nakolik eroze v okolí objektů pomůže přísunu štěrku do koryta. Břehy jsou převážně hlinité a hrubší částice se v nich vyskytují poměrně sporadicky, přísun štěrku z povodí je nedostatečný. Z tohoto důvodu by bylo vhodné zvážit doplnění revitalizovaného koryta o štěrk v podobě hromad nasypaných do erozních úseků koryta. Tímto způsobem se zlepšují podmínky v korytech drobných vodních toků např. v Německu (T. Just, osobní sdělení).

Na Dalejském potoce na místě bývalého klukovického koupaliště je značně široké štěrkové koryto, které představuje vhodné místo pro aplikaci objektů dřevní hmoty a demonstraci jejích účinků. V dolní části lokality se však bude třeba vypořádat se zbytky betonových panelů ponechaných pod štěrkovým dnem.

Kamenivem upravené koryto Rokytky pod Hořejším rybníkem je poměrně široké a vlivem většího spádu také poměrně mělké. Vložené říční dřevo by v tomto peřejnatém úseku mělo být kombinováno s modelováním lokálních tůní, které mohou sloužit jako refugium v období nízkých průtoků.

Revitalizované koryto Šáreckého potoka na Žežulce má vhodné složení dnových substrátů. Objekty říčního dřeva by zde měly být využity pro lokální omezení eroze a vznik tůní. V jinak mělkém korytě by tak měl vzniknout dostatek stanovišť a úkrytů vhodných pro ryby i vodní bezobratlé.

Monitoring kvality vody bohužel prokázal neuspokojivou kvalitu vody zejména v Rokytce a Botiči. Nejde o žádnou novinku. Vliv komunálního znečištění i nádrží v povodí dokládá i dlouhodobý monitoring prováděný MHMP (AQUATEST, 2016). Analýza vody v průběhu řešení projektu pravděpodobně pomůže stanovit, nakolik je její kvalita limitující pro vodní organismy ve srovnání se stanovištní nabídkou vodního toku.

Smutným výsledkem dosavadní práce je pravděpodobný zánik populace raka kamenáče na Radotínském potoce. Nepříliš početná, avšak stabilní populace zde byla hlášena po řadu let (v nálezové databázi AOPK). Nyní však, pravděpodobně vlivem havarijního stavu ČOV v povodí, nebyli nalezeni žádní jedinci. Dosud jediným vodním tokem s výskytem raka je Dalejský potok nad Řeporyjemi, kde byl nalezen rak bahenní (*Astacus leptodactylus*). Povzbudivé alespoň je, že na žádné ze zkoumaných lokalit nebyl zjištěn výskyt invazních druhů raků.

5. Literatura

Aquatest, a.s. (2016) Vypracování přehledu kvality vody a havárií na drobných vodních tocích a rybnících na území hl. města Prahy za období 2014-2015. Závěrečná zpráva za období 2014 - 2015. Magistrát hl. m. Prahy, Praha. 277s.

Brooks, A.P., Gehrke, P.C., Jansen, J.D. and Abbe, T.B. (2004). Experimental reintroduction of woody debris on the Williams river, NSW: Geomorphic and ecological responses. River. Res. Applic., 20: 513 – 536.

ČSN 75 7701 Jakost vod – Metodika odběru a zpracování vzorků makrozoobentosu tekoucích vod metodou PERLA. Český normalizační institut. 16 pp.

Didderen, K., Verdonschot, R.C.M. and Verdonschot, P.F.M. (2008). Addition of wood in streams: experiences from a lowland stream restoration project. 6 th European Conference on Ecological Restoration, Ghent, Belgium.

Gregory, S. V., Boyer, K. L., Gurnell, A. M.: The Ecology and Management of Wood in World Rivers. American Fisheries Society, Symposium 37. Bethesda, Maryland, 2003. 432 s.

Kokeš J. and Němejcová D. (2006): Metodika odběru a zpracování vzorků makrozoobentosu tekoucích vod metodu PERLA. VUV T.G.M., v.v.i., Metodika Ministerstva životního prostředí, www.mzp.cz, 10 pp.

Kokeš J., Zahrádková S., Němejcová D., Hodovský J., Jarkovský J. and Soldán T. (2006): The PERLA systém in the Czech republic: a multivariate approach for assessing the ecological status of running waters. Hydrobiologia, 566: 343 – 354.

Lemly, A.D. and Hildebrand, R.H. (2000): Influence of large woody debris on stream insect communities and benthic detritus. Hydrobiologia, 421: 179 – 185.

Máčka, Z., Krejčí, L., Gryc, V., Halas, P., Kolář, T., Kolářová, N., . . . Vavrčík, H.: Říční dřevo ve vodních tocích ČR. Nakladatelství Masarykovy univerzity. Brno, 2011. 107 s.

Merta, L. (2016) Ichtyologický průzkum revitalizovaných úseků Rokytky a Šáreckého potoka - závěrečná zpráva z průzkumů. Magistrát hl. m. Prahy, Olomouc. 13 s.

Opatřilová L., Kokeš J., Němejcová D., Syrovátka V., Zahrádková S., Maciak M. and Horký P. (2011): Metodika hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích (kategorie řeka) pomocí biologické složky makrozoobentos. VUV T.G.M., v.v.i., Metodika Ministerstva životního prostředí, www.mzp.cz, 24 pp.

Pretty, J.L. and Dobson, M. (2004): The response of macroinvertebrates to artificially enhanced detritus levels in plantation streams. Hydrology and earth systém Sciences, 8 (3): 550 - 559.

Siemens, M. V., Hanfland, S., Binder, W., Herrmann, M., Rehklau, W.: Totholz bringt Leben in Flüsse und Bäche. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft & Landesfischereiverband Bayern. München, 2005. 48 s.

Sundermann A., Antons C., Cron N., Lorenz A.W., Hering D. and Haase P. (2011): Hydromorphological restoration of running waters: effects on benthic invertebrate assemblages. Freshwater Biology, 56: 1689 - 1702.

Surber, E. W. (1936). Rainbow trout and bottom fauna production in one mile of stream. Transactions of the American Fisheries Society, vol. 66, p. 193-202.