

# Hodnocení migrační průchodnosti Rolavy a odhad dopadů její obnovy na rybí společenstva

**EDUARD BOUŠE, MIROSLAV BARANKIEWICZ, PETR VLAŠÁNEK, HANA NOVÁKOVÁ, TOMÁŠ DANĚK**

**Klíčová slova:** revitalizace – fragmentace – ichtyofauna – biodiverzita – povodí Ohře – rybí přechody

## ABSTRAKT

Studie se zabývá vlivem fragmentace říční sítě na populace reofilních druhů ryb v povodí Rolavy a Ohře, přičemž klade důraz na hodnocení migrační průchodnosti a efektivitu revitalizačních opatření. Na základě analýzy pasportizace vodních toků vykazuje Rolava vysokou míru antropogenního narušení; z identifikovaných 41 příčných objektů představuje více než polovina kritickou překážku s výškou nad 0,6 m, kterou většina původních druhů ryb nedokáže překonat. Ichtyologickými odlovy realizovanými v letech 2022–2025 bylo prokázáno, že zatímco úsek pod klíčovou bariérou v Rybářích hostí druhově bohaté společenstvo včetně zvláště chráněných druhů, jako je vranka obecná či mihule potoční, izolované úseky nad jezem vykazují pokles diversity a nárůst nepůvodních druhů. Radiotelemetrický monitoring migrací pstruha obecného přes revitalizované stupně v Nové Roli potvrdil vysokou funkčnost rybích přechodů (úspěšnost 88–100 %) a schopnost ryb využívat obnovené kontinuum vodního toku, což doprovázel i zvýšený výskyt plůdku pstruha obecného, ačkoli svou roli mohly sehrát i specifické podmínky daného roku. Ze závěrů práce vyplývá, že zprůchodnění zbývajících kritických bariér v Karlových Varech je nezbytným krokem pro rekolonizaci toku původní ichtyofaunou a dlouhodobou udržitelnost populací, které v současnosti nedokážou efektivně stabilizovat ani intenzivní umělé vysazování.

## ÚVOD

Říční prostředí bylo v minulosti dynamickým systémem s přirozeným mean-drováním a vysokou členitostí koryt. S rostoucím antropogenním tlakem však došlo k tomu, že celosvětově je až 95 % vodních ekosystémů přímo ovlivněno nebo intenzivně využíváno člověkem [1], což z nich činí jedny z nejvíce degradovaných biotopů vůbec [2, 3]. Tato transformace – zahrnující např. napřimování koryt, zatrubňování, výstavbu jezů a stupňů atd. – mnohdy proměnila dříve členité vodní toky v uniformní kanály bez vazby na nivu. Zároveň došlo ke zhoršení kvality struktury a funkce vodních ekosystémů (ekologického stavu). Evropská agentura pro životní prostředí uvádí, že špatný ekologický stav se týká více než poloviny evropských řek [4]. Nejinak je tomu i v České republice (ČR), kde byl technickými úpravami narušen ekologický stav desítek tisíc kilometrů vodních toků [3].

Zásadním problémem říční sítě v ČR je její fragmentace. V současnosti jsou registrovány tisíce příčných staveb, přičemž více než 6 000 z nich přesahuje výšku 1 m a postrádá rybí přechod [5, 6]. Tyto bariéry zásadním způsobem

ovlivňují původní ekosystémy a mají značný dopad nejen na rybí společenstva [5, 7]. Ztráta vhodných trdlišť, úkrytů a fragmentace prostředí má značně negativní dopad u reofilních druhů ryb, kde vede ke snížení početnosti, biomasy i poklesu druhové rozmanitosti [8–10]. Nejvíce jsou však zasaženy populace diadromních druhů ryb, např. losos obecný (*Salmo salar*) nebo úhoř říční (*Anguilla anguilla*), které v rámci svého životního cyklu migrují za rozmnožováním mezi sladkovodním prostředím vodních toků a mořským prostředím. Tyto druhy jsou v současné době v ČR zcela závislé na umělém vysazování.

Rolava i Ohře prošla v minulosti intenzivními úpravami koryta, jež jsou úzce spjatá s průmyslovým rozvojem Krušnohoří, kdy nejstarší dřevěné a kamenné stupně vznikaly již od 16. století pro potřeby hamrů a mlýnů, zejména v okolí Nejdku. Významným dokladem o stavu řeky v 19. století jsou práce přírodovědce Antonína Friče, který prováděl rozsáhlý průzkum v povodí Ohře. Podle jeho zjištění sice na Ohři již v té době existovaly různé jezy, ale s výjimkou staveb na dolním toku v Terezíně a Doksanech byla Ohře pro migrující lososy stále neprůstupná [11].

Zásadní proměna obou vodních toků nastala v osmdesátých letech 19. století během zlatého věku industrializace, kdy se řeka Ohře i její přítok Rolava začaly systematicky využívat pro moderní městskou infrastrukturu a průmysl. Zatímco na Ohři v Karlových Varech město roku 1880 odkoupilo mlýn v Tuhnicích, aby zde o dva roky později zprovoznilo první vodárnu a vybudovalo Tuhnický jez, na Rolavě došlo v roce 1885 k založení průmyslového areálu v Rybářích pro potřeby Knollovy porcelánky, což s sebou neslo výstavbu dalších technických stupňů v korytě. U obou vodních toků se těmito zásahy migrační průstupnost významně zhoršila.

Při hodnocení migrační průstupnosti jsou zcela zásadními faktory počet, charakter a výška jednotlivých příčných bariér. Zatímco pstruh obecný (*Salmo trutta*) dokáže díky svým schopnostem překonat překážky do výšky přibližně 60 cm (za ideálních podmínek i 100 cm), pro většinu ostatních druhů našich ryb představuje již 50 cm vysoký stupeň prakticky nepřekonatelnou bariéru [7, 12]. Ještě citlivější jsou v tomto ohledu menší nebo bentické druhy, jako jsou střevle potoční (*Phoxinus phoxinus*) nebo vranka obecná (*Cottus gobio*). Pro tyto druhy ryb mohou být limitující i velmi nízké příčné objekty o výšce cca 5–10 cm [7, 12].

Existující příčné překážky lze zprůchodnit několika způsoby – mezi nejpoužívanější patří rybí přechody. Ty mají v českém prostředí dlouhou tradici – na Ohři u Terezína byly budovány již v roce 1885 za doby Antonína Friče [13]. Jejich efektivita je závislá na mnoha faktorech, jako jsou lokalizovatelnost vstupu pro ryby, rychlost proudění v přechodu, celkový spád, hloubka a rozměry vnitřních komor atd. [7]. Pokud tyto atributy neodpovídají biologickým nárokům a plačevým schopnostem konkrétních druhů, dochází k tzv. selektivní průstupnosti,

kdy překážka pro část rybí obsádky nadále zůstává bariérou [7, 12]. Zajištění volné migrace ryb by však mělo být prioritou, mimo jiné i z důvodu naplňování cílů Rámcové směrnice o vodách [14].

Tato práce si klade za cíl posoudit stav migrační průchodnosti toku Rolavy a porovnat běžně používané metodické přístupy. Nedílnou součástí stanovených cílů je predikce ekologických dopadů revitalizačních opatření, konkrétně odhad vlivu obnovení říčního kontinua na Rolavě a Ohři na proměnu druhového složení a biodiverzitu.

## MATERIÁL A METODIKA

### Lokalita

Zájmová lokalita se nachází v severní části Karlovarského kraje a je tvořena řekou Rolavou a na ni navazujícím úsekem Ohře. Rolava (délka 36,7 km, plocha povodí 137,3 km<sup>2</sup>) pramení v Krušných horách v nadmořské výšce 920,8 m n. m. Průměrný spád řeky se pohybuje okolo 1,5 %, nicméně ve střední části toku dosahuje i přes 2 %. Z důvodu protipovodňové ochrany intravilánu obcí (Nejdek, Nová Role, Karlovy Vary) bylo koryto v šedesátých a sedmdesátých letech 20. století technicky stabilizováno regulačními zdmi a náspy. Vysoký spád a antropogenní úpravy toku si vyžádaly instalaci příčných objektů (jezů a stupňů). Tyto bariéry snižují celkový spád, ale zároveň způsobují fragmentaci říční sítě a brání migraci ryb v podélném směru toku. V Karlových Varech se Rolava na 171,6 ř. km vlévá do Ohře, jejíž keltské jméno „Agara“ (v překladu „lososí řeka“) odkazuje na historický význam.

Podle klasifikace A. Friče [15, 16] patří Rolava díky vysokému spádu, prudkému toku a chladné, silně okysličené vodě do pásma pstruhového až lipanového. Naproti tomu Ohře představuje pásmo parrmové, pro které je typický mírnější sklon, pomalejší proudění a vyšší teplota vody s přirozeně nižším obsahem kyslíku. Zatímco Rolava je domovem pro chladnomilné lososovité ryby, pro Ohři jsou typické spíše druhy ryb preferující hlubší, teplejší a na živiny bohatší prostředí, např. společenstva *Barbus-Chondrostoma*.

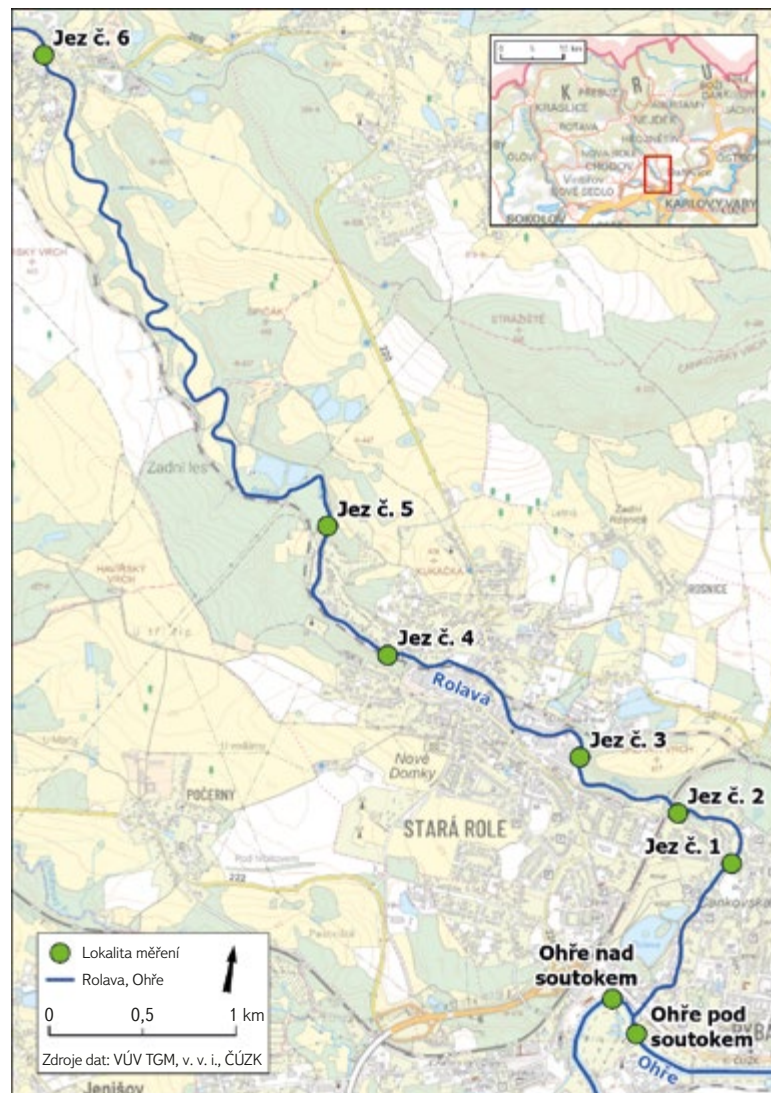
### Složení ichtyofauny

Pro stanovení vývoje ichtyofauny na Rolavě a přilehlém úseku Ohře byla zmapována dostupná odborná literatura a řada publikací. Vzhledem k jejich omezenému množství byly do hodnocení zahrnuty i hospodářské statistiky Českého rybářského svazu (ČRS; evidence úlovků a záznamy o zarybňování) na revírech Rolava 1A, Rolava 1B, Rolava 2 a Ohře 13 a 14. Přestože tato data mají svá omezení, mohou být klíčovým podkladem pro interpretaci vývoje ichtyofauny.

Jelikož historické prameny a statistiky většinou postrádají přesné údaje o početnosti či velikostní struktuře populací, byly tyto záznamy vyhodnocovány na kvalitativní úrovni (přítomnost/nepřítomnost druhu). To umožnilo vytvořit alespoň základní srovnávací rámec pro hodnocení dlouhodobých změn v druhové diverzitě sledovaného území.

Současný stav ichtyofauny byl stanoven na základě vlastního terénního monitoringu, který byl zaměřen na oblast dolního toku Rolavy (Nová Role – soutok s Ohří v Karlových Varech). Sledování zahrnovalo i bezprostřední okolí soutoku, jež je z hlediska migračního chování ryb zcela klíčové. Průzkum proběhl celkem na osmi lokalitách v termínech 18. a 19. května 2022, 27. června 2023, 17. a 18. dubna 2024 a 20. května 2025: šest z nich se nacházelo na Rolavě (100 m dlouhý úsek pod každou příčnou překážkou) a dvě lokality stejné délky na Ohři v oblasti soutoku (obr. 1).

Odlov ichtyofauny byl realizován pomocí elektrického agregátu v souladu s platnou legislativou ČR. Při vlastním odběru vzorků byla zvolena kontinuální metoda odlovu „brodění“, kterou detailně popisuje např. [2]. Kodlovu poslouží



Obr. 1. Geografické rozmístění osmi sledovaných lokalit na dolním toku Rolavy a v přilehlém úseku Ohře

Fig. 1. Geographical distribution of eight monitored sites on the lower reaches of the Rolava river and the adjacent reach of the Ohře river

zádový benzinový elektrický agregát ELT 60 – IIH (300–500 V, impuls DC, Hans Grassl GmbH Schönau am Königssee), vybavený dvoumetrovou lovnou tyčí s kruhovou anodou o průměru 30 cm a velikostí ok 4 mm. Každý úsek byl 2x po sobě proloven a k hrazení úseku sloužila příčná překážka ve vodním toku, kde byl odlov ukončen. Všechny ulovené ryby byly následně druhově determinovány. U každého jedince byla změřena standardní délka (SL – Standard Length) a celková délka (TL – Total Length) s přesností na 1 mm.

### Hodnocení migrační prostupnosti

Pro komplexní posouzení migrační prostupnosti na toku Rolavy bylo využito několik metodických přístupů. Hodnocení bylo nejprve provedeno na základě dat z Pasportizace vodních toků, dále pomocí biologického monitoringu s využitím radiové telemetrie a jako poslední podklad pro posouzení migrační prostupnosti posloužily samotné odlovy ryb realizované pod každou z překážek.

V první fázi byla pro analýzu použita data z mapování vodních toků a mokřadů – Pasportizace vodních toků [17], kde je u překážky uvedena její

výška a informace ohledně přítomnosti či absence rybiho přechodu. Následně byly překážky nacházející se v úseku soutok Ohře – Nová Role ještě posouzeny samotnými posuzovateli.

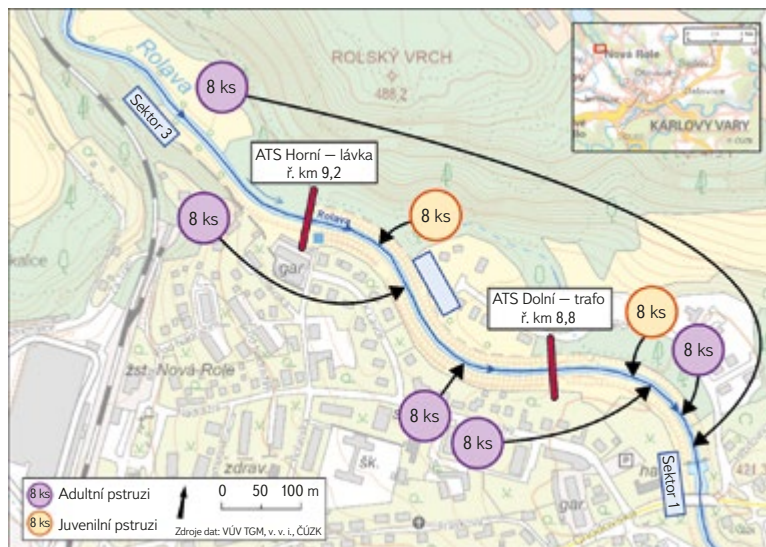
V navazující fázi byl pomocí radiové telemetrie v období od 30. září 2021 do 11. října 2022 realizován biologický monitoring migrace ryb na dvou revitalizovaných stupních toku Rolavy (ř. km 8,8 a 9,2) v obci Nová Role. Celkem bylo označeno 56 jedinců pstruha obecného. Dle metodiky pro hodnocení rybních přechodů [18] je u malých vodních toků v pstruhovém pásmu při telemetrickém sledování doporučen monitoring 1–2 indikátorových druhů. Vzhledem k předchozím zjištěním [19] se však v dotčeném úseku toku vyskytuje v dostatečném množství a odpovídající velikosti pouze pstruh obecný. Adultní jedinci ( $n = 40$ ) byli opatřeni vysílači NTF-6-2 (Lotek, Newmarket, Kanada) a juvenilní jedinci ( $n = 16$ ) vysílači NTF-5-2 (Lotek, Newmarket, Kanada). Vysílače byly naprogramovány na frekvencích 138,30 MHz a 138,42 MHz s periodou pulzů 5,0–5,5 s. Ryby byly získány elektrolovem přímo na sledované lokalitě dne 29. září 2021. Pro stimulaci migrace proti proudu byla část značených jedinců přesunuta do jiného sektoru, čímž byl s využitím tzv. homing efektu (snahy o návrat do původního domovského okrsku) testován potenciál pro překonání bariéry (více viz obr. 2).

Sledování pohybu ryb a determinace úspěšnosti překonání překážek probíhalo kombinací dvou metod radiotelemetrie. Pro zjištění aktuální pozice jedinců v úsecích nad a pod sledovanými stupni byla v pravidelných měsíčních intervalech využívána mobilní telemetrie SRX 800 (Lotek, Newmarket, Kanada) a GPS lokátor 60CSx (Garmin, Kansas, USA). To umožnilo detailní mapování pohybu ryb v celém sledovaném úseku toku. Kontinuální záznam migrace přes revitalizované úseky zajišťovala automatická stacionární telemetrie ATS – Lotek SRX 800D a SRX DL (Lotek, Newmarket, Kanada). Tyto stanice byly osazeny dvěma anténami směřujícími do podjezí a nadjezí, což umožnilo přesnou detekci průchodu ryb sledovaným stupněm.

Při hodnocení funkčnosti rybiho přechodu byly sledovány dva parametry: úspěšnost tratě (poměr počtu ryb, jež dokázaly celou trasu přechodu proplout, vůči těm, které do něj pouze vpluly) a celková migrační úspěšnost (poměr úspěšných migrantů k počtu všech značených ryb). Počet značených ryb byl korigován celkovým koeficientem  $K = 0,17$ , který v sobě zahrnuje ztrátovost vysílačů, mortalitu ryb i přesnost detekce ATS systémů [18]. Do analýzy migrační úspěšnosti byli zahrnuti všichni jedinci detekovaní pod bariérou, a to jak ryby vysazené, tak jedinci, kteří přirozeně přimigrovali po i proti proudu. V rámci monitoringu byl rovněž sledován směr a načasování migračního chování.

Získaná data byla následně statisticky vyhodnocena. Rozdíly v úspěšnosti překonání dolního a horního stupně byly porovnávány pomocí Fisherova exaktního testu [20]. Pro posouzení rozdílů v rychlosti přesunu mezi jednotlivými ročními obdobími byla použita analýza rozptylu pro opakovaná měření (Repeated Measures ANOVA) [20], resp. lineární smíšený model (LMM) [21]. Pro následné vzájemné porovnání jednotlivých období mezi sebou (post-hoc analýza) pak posloužily párové t-testy s Bonferroniho korekcí hladiny významnosti [20].

Posledním klíčovým přístupem pro stanovení migrační prostupnosti bylo využití dat o současné struktuře rybiho společenstva. Ta byla hodnocena na základě druhového složení (srovnání úseků nad a pod jednotlivými překážkami). Vstupní data tvořily standardizované abundance (CPUE; ks/100 m) pro 23 druhů ryb z 32 odlovů (osm lokalit v letech 2022–2025). Pro analýzu společenstva byla použita netransformovaná data o abundanci ryb. Cílem studie bylo zachovat plný vliv kvantitativní dominance klíčových reofilních druhů (zejména pstruha obecného a jelce tlouště) na strukturu společenstev v jednotlivých sektorech. Právě extrémní dominance pstruha v horních úsecích nad neprostupnými bariérami a naopak vyrovnanější struktura s vysokým zastoupením kaprovitých ryb v dolním úseku pod jezy představuje hlavní ekologický gradient v toku, který by transformace dat nežádoucím způsobem oslabila. Pro vizualizaci podobnosti společenstev mezi jednotlivými odlovy a sektory byla použita ordinace metodou NMDS (Non-metric Multidimensional Scaling) založená na Bray-Curtisově distanci [22]. Do ordinačního diagramu byly vyneseny 95% konfidenční elipsy pro jednotlivé sektory a pozice významných druhů.



Obr. 2. Schéma rozdělení lokality a vysazení ryb v rámci jednotlivých sektorů na řece Rolavě; šipky značí, zda ryby byly vypuštěny do stejného sektoru řeky, kde byly odloveny, či přemístěny do jiného sektoru za účelem podpory migrací značených jedinců přes migrační bariéry proti proudu (homing efekt)

Fig. 2. Division of the study area into sectors and the release of fish within individual sectors of the Rolava river; arrows indicate whether fish were released into the same sector in which they were captured or translocated to a different sector to encourage upstream migration of tagged individuals across migration barriers (homing effect)

Statistická významnost rozdílů v druhovém složení mezi lokalitami a sektory byla testována permutační multivariátní analýzou rozptylu (PERMANOVA) s nastavením 999 permutací. K identifikaci druhů, které se nejvíce podílely na výsledné odlišnosti mezi úseky, byla použita analýza SIMPER (Similarity Percentages) [23]. Všechny statistické analýzy byly provedeny v programu R Core Team [24].

## VÝSLEDKY

### Složení ichtyofauny

Historické záznamy z 19. století uvádějí v zájmovém území výskyt 20 druhů ryb [25], resp. 28 druhů ryb dle Howorky [26]. V těchto nejstarších přehledech figurují téměř výhradně naše původní druhy ryb, přičemž v záznamech z 19. století zcela chybí zmínka o výskytu pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*), který byl přítom do Rolavy prokazatelně vysazován už v roce 1887 [27]. Práce pocházející z konce 20. století [28] již v povodí zaznamenaly celkem 37 druhů. Z našich původních druhů se ve výčtu nově objevuje candát obecný (*Sander lucioperca*) a jelec jesen (*Leuciscus idus*), nicméně mezi nově zaznamenanými taxony výrazně převažují nepůvodní druhy, jako jsou siven americký (*Salvelinus fontinalis*), sumeček americký (*Ameiurus nebulosus*), okounek pstruhový (*Micropterus salmoides*), tolstolobik bílý (*Hypophthalmichthys molitrix*), tolstolobec pestrý (*Hypophthalmichthys nobilis*) a v povodí Ohře nepůvodní ostroretka stěhovavá (*Chondrostoma nasus*).

Nejvyšší druhovou diverzitu v této oblasti uvádějí Matějů a Holub [29], v jejichž práci je zmiňován výskyt až 43 druhů ryb. Ve výčtu se nově objevují nepůvodní druhy jako jeseter sibiřský (*Acipenser baerii*) a invazní slunečnice pestrá (*Lepomis gibbosus*), ale také naše původní druhy ryb, konkrétně karas obecný (*Carassius carassius*) a slunka obecná (*Leucaspis delineatus*). Z bližšího popisu lokálních nálezu těchto autorů však vyplývá, že u těchto nově uvedených druhů jde většinou o soukromé rybníky nebo izolované tůně a jejich výskyt v Rolavě a Ohři je velmi vzácný. Cenné informace o výskytu některých druhů přinášejí

Tab. 1. Výskyt druhů ryb v povodí Ohře v oblasti Karlových Varů

Tab. 1. Occurrence of fish species in the Ohře River basin in the Karlovy Vary area

|                            | Český název          | Latinský název                     | Glückselig [25] | Howorka [26] | Flasar a Flasarová [28] | Matějů a Hulub [29] | ČRS (2010–2024) | VÚV TGM (2022–2025) | Ochrana, hodnocení |
|----------------------------|----------------------|------------------------------------|-----------------|--------------|-------------------------|---------------------|-----------------|---------------------|--------------------|
| Pstruhové a lipanové pásmo | Lipan podhorní       | <i>Thymallus thymallus</i>         | x               | x            | x                       | x                   | x               | x                   | EVL, VU            |
|                            | Losos obecný         | <i>Salmo salar</i>                 |                 | x            | x*                      |                     |                 |                     | EVL, CR            |
|                            | Mihule potoční       | <i>Lampetra planeri</i>            | x               | x            | x                       | x                   |                 | x                   | KO, EVL, VU        |
|                            | Mník jednovousý      | <i>Lota lota</i>                   | x               | x            | x                       | x                   | x               | x                   | O, NT              |
|                            | Mřenka mramorovaná   | <i>Barbatula barbatula</i>         | x               | x            | x                       | x                   |                 | x                   |                    |
|                            | Ouklejška pruhovaná  | <i>Alburnoides bipunctatus</i>     |                 | x            | x                       |                     |                 |                     | SO, VU             |
|                            | Pstruh duhový        | <i>Oncorhynchus mykiss</i>         |                 |              | x                       | x                   | x               | x                   | BL                 |
|                            | Pstruh obecný        | <i>Salmo trutta</i>                | x               | x            | x                       | x                   | x               | x                   |                    |
|                            | Úhoř říční           | <i>Anguilla anguilla</i>           | x               | x            | x                       | x                   | x               |                     | EW                 |
|                            | Siven americký       | <i>Salvelinus fontinalis</i>       |                 |              | x                       | x                   | x               |                     | BL                 |
|                            | Střevle potoční      | <i>Phoxinus phoxinus</i>           |                 | x            | x                       | x                   |                 | x                   | O, VU              |
|                            | Vranka obecná        | <i>Cottus gobio</i>                | x               | x            | x                       | x                   |                 | x                   | O, EVL, NT         |
| Parmové pásmo              | Bolen dravý          | <i>Aspius aspius</i>               |                 | x            | x                       | x                   | x               |                     | EVL                |
|                            | Cejn velký           | <i>Abramis brama</i>               | x               | x            | x                       | x                   | x               |                     |                    |
|                            | Cejnek malý          | <i>Blicca bjoerkna</i>             |                 | x            | x                       | x                   |                 |                     |                    |
|                            | Hrouzek obecný       | <i>Gobio gobio</i>                 |                 | x            | x                       | x                   |                 | x                   |                    |
|                            | Jelec jesen          | <i>Leuciscus idus</i>              | x               |              | x                       | x                   | x               | x                   | O, NT              |
|                            | Jelec proudník       | <i>Leuciscus leuciscus</i>         |                 | x            | x                       | x                   |                 | x                   |                    |
|                            | Jelec tloušť         | <i>Squalius cephalus</i>           |                 | x            | x                       | x                   | x               | x                   |                    |
|                            | Ježdík obecný        | <i>Gymnocephalus cernuus</i>       |                 | x            | x                       | x                   |                 |                     |                    |
|                            | Kapr obecný          | <i>Cyprinus carpio</i>             | x               | x            | x                       | x                   | x               | x                   |                    |
|                            | Okoun říční          | <i>Perca fluviatilis</i>           | x               | x            | x                       | x                   | x               | x                   |                    |
|                            | Ostroretka stěhovavá | <i>Chondrostoma nasus</i>          |                 |              | x                       | x                   | x               |                     | VU                 |
|                            | Ouklejš obecná       | <i>Alburnus alburnus</i>           | x               | x            | x                       | x                   |                 | x                   |                    |
|                            | Parma obecná         | <i>Barbus barbus</i>               | x               | x            | x                       | x                   | x               | x                   | EVL, NT            |
|                            | Perlín ostrobřichý   | <i>Scardinius erythrophthalmus</i> | x               | x            | x                       | x                   |                 |                     |                    |
|                            | Plotice obecná       | <i>Rutilus rutilus</i>             | x               | x            | x                       | x                   |                 | x                   |                    |
|                            | Podoustev říční      | <i>Vimba vimba</i>                 |                 | x            | x                       | x                   | x               |                     | VU                 |
|                            | Štika obecná         | <i>Esox lucius</i>                 | x               | x            | x                       | x                   | x               | x                   |                    |

|               | Český název         | Latinský název                     | Hodnocení migrační průchodnosti |              |                         |                     |                 |                     |                    |
|---------------|---------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------|-------------------------|---------------------|-----------------|---------------------|--------------------|
|               |                     |                                    | Glückselig [25]                 | Howorka [26] | Flasar a Flasarová [28] | Matějů a Hulub [29] | ČRS (2010–2024) | VÚV TGM (2022–2025) | Ochrana, hodnocení |
| Čejnové pásmo | Amur bílý           | <i>Ctenopharyngodon idella</i>     |                                 |              |                         | x                   | x               |                     | BL                 |
|               | Candát obecný       | <i>Sander lucioperca</i>           | x                               |              | x                       | x                   | x               | x                   |                    |
|               | Jeseter sibiřský    | <i>Acipenser baerii</i>            |                                 |              |                         | x                   |                 |                     | WL                 |
|               | Karas obecný        | <i>Carassius carassius</i>         | x                               | x            | x                       | x                   |                 |                     | CR                 |
|               | Karas stříbřitý     | <i>Carassius gibelio</i>           |                                 |              |                         | x                   | x               | x                   | BL+                |
|               | Koljuška tříostná   | <i>Gasterosteus aculeatus</i>      |                                 |              |                         | x                   |                 | x                   | WL                 |
|               | Lín obecný          | <i>Tinca tinca</i>                 | x                               | x            | x                       | x                   | x               | x                   |                    |
|               | Okounek pstruhový   | <i>Micropterus salmoides</i>       |                                 |              | x                       |                     |                 |                     | BL                 |
|               | Piskoř pruhovaný    | <i>Misgurnus fossilis</i>          | x                               | x            |                         | x                   |                 |                     | O, EVL, EN         |
|               | Síh sp.             | <i>Coregonus</i> sp.               |                                 |              |                         | x                   | x               |                     | WL                 |
|               | Slunečnice pestrá   | <i>Lepomis gibbosus</i>            |                                 |              |                         | x                   |                 |                     | IN, BL+            |
|               | Slunka obecná       | <i>Leucaspis delineatus</i>        |                                 |              | x                       | x                   |                 |                     | CR                 |
|               | Střevlička východní | <i>Pseudorasbora parva</i>         |                                 |              |                         | x                   |                 | x                   | IN, BL+            |
|               | Sumec velký         | <i>Silurus glanis</i>              |                                 |              |                         | x                   | x               |                     |                    |
|               | Sumeček americký    | <i>Ameiurus nebulosus</i>          |                                 |              | x                       | x                   |                 |                     | GL                 |
|               | Tolstolobec pestrý  | <i>Hypophthalmichthys nobilis</i>  |                                 |              | x                       | x                   |                 |                     | BL                 |
|               | Tolstolobik bílý    | <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> |                                 |              | x                       | x                   | x               |                     | BL                 |

Vysvětlivky: **ČRS** – data od Českého rybářského svazu, **VÚV TGM** – odlovy v letech 2022–2025, **\*** – historický záznam; **EVL** – evropsky významný druh; **O/SO/KO** – ohrožený / silně ohrožený / kriticky ohrožený druh (dle vyhlášky č. 395/1992 Sb.); **EW/CR/EN/VU/VU+/NT** – Červený seznam ČR (vymřelý ve volné přírodě / kriticky ohrožený / ohrožený / zranitelný / zranitelný, v povodí nepůvodní / téměř ohrožený); **IN** – invazivní druh (dle unijního seznamu); **BL/BL+/GL/WL** – klasifikace nepůvodních druhů (black list – šířen člověkem / black list+ – šířící se spontánně / grey list – nepůvodní, tolerován / watch list – sledovaný, možný výskyt). Legend: **ČRS** – data provided by the Czech Anglers Union; **VÚV TGM** – fish sampling/surveys conducted between 2022 and 2025; **\*** – historical record; **EVL** – Species of Community Interest (Natura 2000 species); **O/SO/KO** – threatened / highly threatened / critically threatened species (pursuant to Decree No. 395/1992 Coll.); **EW/CR/EN/VU/VU+/NT** – Red List of the Czech Republic (extinct in the wild / critically endangered / endangered / vulnerable / vulnerable, non-native to the basin / near threatened); **IN** – invasive species (on the Union list); **BL/BL+/GL/WL** – classification of non-native species (**black list** – human-dispersed / **black list+** – spontaneously spreading / **grey list** – non-native, tolerated / **watch list** – monitored, potential occurrence).

záznamy sportovních rybářů. Z analýzy úlovků a vysazování rybářského svazu je v Ohři a na Rolavě běžně loveno 23 druhů ryb. Nicméně ve statistikách jsou zastoupeny primárně druhy s hospodářským nebo sportovním významem a zcela chybějí údaje o menších druzích, jako jsou např. vranka obecná (*Cottus gobio*), mřenka mramorovaná (*Barbatula barbatula*), střevle potoční (*Phoxinus phoxinus*) atd.

V rámci našeho monitoringu, který probíhal v letech 2022–2025, byla zjištěna přítomnost 23 druhů ryb. Detailní přehled o výskytu druhů v jednotlivých studiích je v tab. 1.

### Hodnocení migrační průchodnosti

Na základě analýzy Pasportizace vodních toků [17] a následného vlastního terénního posouzení sledovaného úseku (od soutoku s Ohří po Novou Roli) vykazuje říční síť Rolavy a Ohře vysokou míru antropogenní fragmentace. Celkem bylo na Rolavě identifikováno 41 příčných objektů (jezů, stupňů, skluzů atd.), které narušují její podélnou kontinuitu. Detailní analýza ukázala, že 25 z těchto bariér dosahuje výškového rozdílu nad 0,6 m. V současné době je pouze osm z těchto objektů (32 %) opatřeno rybím přechodem.



Obr. 3. Současný stav pevného jezu s pohyblivou tabulí v Rybářích na ř. km 1,1 (foto: E. Bouše)

Fig. 3. Current condition of the fixed weir with a movable gate in Rybáře at river km 1.1 (photo: E. Bouše)



Obr. 4. Jez ve Staré Roli na ř. km 4,6 – konstrukce z balvanů zalitých betonem (foto: E. Bouše)

Fig. 4. Weir in Stará Role at river km 4.6, constructed of boulders embedded in concrete (photo: E. Bouše)



Obr. 5. Jez v Karlových Varech na ř. km 1,5 – příklad migrační překážky s narušenou konstrukcí (foto: E. Bouše)

Fig. 5. Weir in Karlovy Vary at river km 1.5 – an example of a migration barrier with a damaged structure (photo: E. Bouše)

Hlavními migračními překážkami v námi sledovaném úseku jsou dva velké jezy v Karlových Varech, jež postrádají rybí přechody. Prvním je jez č. 1 – Rybáře (ř. km 1,1), který představuje nejproblematictější bod z hlediska kontinuity, neboť izoluje celou Rolavu od řeky Ohře. Konstrukčně jde o pevný jez s nasazenou pohyblivou tabulí o výšce přesahující 1,5 m (více viz obr. 3). Druhou migrační překážkou je jez nacházející se ve Staré Roli (ř. km 4,6). Tento kolmý stupeň s výškou přesahující 1,5 m je tvořen velkými balvany, které jsou prolité betonem (obr. 4).

Mimo tyto dvě hlavní bariéry se na území Karlových Varů nacházejí další tři menší příčné objekty s výškovým rozdílem hladin 0,2–0,3 m. Stavebně-technický stav těchto tří objektů je v současné době částečně narušen (lokální erozi tělesa či chybějící betonovou výplní), viz obr. 5.

Na úsek nad jezem ve Staré Roli (ř. km 4,6) navazuje část toku, kde v roce 2020 proběhla revitalizace dvou stupňů v Nové Roli. V rámci těchto úprav došlo ke zprostupnění jezů na ř. km 8,8 a 9,2, na což následně navázala také revitalizace jezu na ř. km 8,4. Z původních neprostupných migračních překážek, jež svou výškou přesahovaly 1,5 m, byly vytvořeny rybí přechody ve formě skluzů (obr. 6).



Obr. 6. Revitalizovaný jez na ř. km 9,2 v Nové Roli (foto: E. Bouše)  
Fig. 6. Restored weir in Nová Role at river km 9.2 (photo: E. Bouše)

Tato úprava tří stupňů v Nové Roli zprůchodnila přibližně 10 km toku. Navazující monitoring pomocí radiové telemetrie následně potvrdil úspěšnost průchodu ryb tímto úsekem. Úspěšnost průchodu samotnými rybími přechody dosahovala hodnot 88–100 %, zatímco celková migrační úspěšnost se pohybovala v rozmezí 66–90 % (tab. 2).

Tab. 2. Kvantitativní vyhodnocení úspěšnosti rybích přechodů na Rolavě  
Tab. 2. Quantitative assessment of fish-pass efficiency on the Rolava river

| Profil rybiho přechodu | Úspěšnost tratě RP | Celková migrační úspěšnost |              |        |
|------------------------|--------------------|----------------------------|--------------|--------|
|                        |                    | Juvenilní ryby             | Adultní ryby | Celkem |
| Dolní RP – Trafo       | 100%               | 67%                        | 95%          | 90%    |
| Horní RP – Lávka       | 88%                | 10%                        | 82%          | 66%    |

Z celkového souboru 40 značených dospělých pstruhů prokazatelně překonalo spodní jez 16 a horní jez 14 jedinců. U skupiny 16 juvenilních pstruhů byla

zaznamenána migrace u pěti jedinců přes spodní jez, přičemž jeden úspěšně zdolal i jez horní. Statistická analýza však nepotvrdila rozdíl v prostupnosti obou sledovaných jezů pro dospělé ani juvenilní jedince ( $p = 0,4669$ ).

Nejvyšší aktivita byla u ryb zaznamenána do 14 dnů od vypuštění, a to u obou věkových kategorií ( $t = 13,531$ ,  $p < 0,001$ ), přičemž v tomto období převládal pohyb primárně proti proudu. U dospělců tento směr pohybu úzce souvisel s výrazným „homing“ efektem, tedy snahou o návrat do původního teritoria. Tento efekt se ukázal jako klíčový motivační faktor, neboť dospělí pstruzi přemístění pod bariéry vykazovali celkovou úspěšnost návratu v rozmezí 75–100 %. Konkrétní míra úspěchu byla přímo ovlivněna vzdáleností, kdy ryby přemístěné o dva sektory níže dosahovaly 75% úspěšnosti, zatímco u jedinců přemístěných o jeden sektor byla úspěšnost návratu 100%. Naproti tomu ryby vypuštěné přímo v místě odlovu zůstávaly ve svém sektoru.

Z hlediska sezonality byly nejvýraznější přesuny zaznamenány na podzim, zatímco nejnižší aktivita byla v létě. Podzimní migrace se signifikantně lišila od jarní ( $t = 4,405$ ,  $p < 0,001$ ), letní ( $t = 5,375$ ,  $p < 0,001$ ) i zimní aktivity ( $t = -4,126$ ,  $p < 0,001$ ). Vysoká míra úspěšnosti návratu a schopnost juvenilních ryb překonat obě bariéry potvrzují, že oba jezy jsou prostupné. Pohyb v daném úseku tak závisí primárně na aktuální motivaci ryb.

Další možností posouzení migrační průchodnosti byly odlovy ryb realizované pod jednotlivými překážkami. Tento ichtyologický průzkum umožnil detailně vyhodnotit druhovou a velikostní strukturu rybích společenstev v profilech bezprostředně pod jednotlivými bariérami. Srovnání druhového složení a abundance ichtyofauny na těchto lokalitách prokázaly statisticky průkazné rozdíly ( $F = 8,7939$ ;  $p < 0,001$ ). Tyto významné odlišnosti v distribuci společenstev se projeví jak mezi hlavním tokem Ohře, tak mezi izolovanými jezovými stupni. Analýza SIMPER ukázala, že k těmto rozdílům přispělo především pět druhů ryb, které společně vysvětlují přes 81 % celkové variability v datech. Největší podíl na odlišnosti společenstev měl pstruh obecný (35,0 %), následován jelcem tloušťem (16,9 %), vrankou obecnou (15,2 %), mřenkou mramorovanou (8,2 %) a hrouzkem obecným (6,3 %). Průměrné relativní zastoupení jednotlivých druhů v % ( $\pm$  směrodatná odchylka) je podrobně shrnuto v tab. 3.

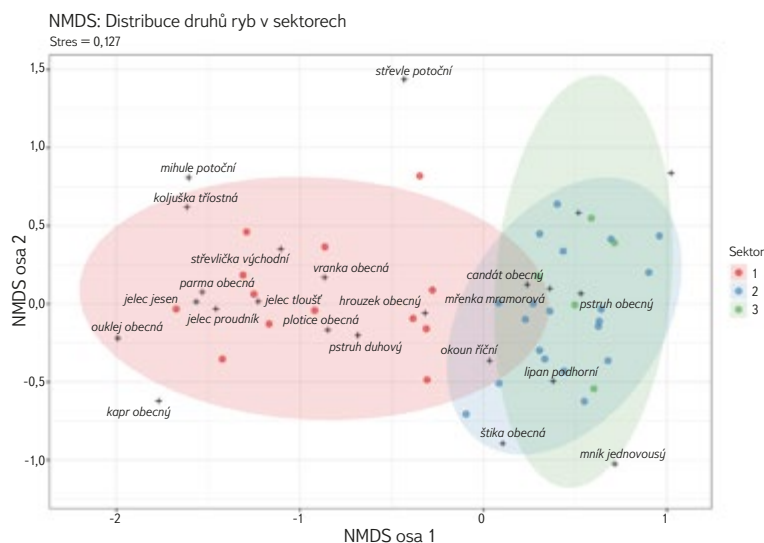
Profily Ohře (Pod/Nad soutokem) vykazovaly vysokou druhovou diverzitu. Dominoval zde jelec tloušť (*Squalius cephalus*) ( $30,3 \pm 16,3$  %, resp.  $38,9 \pm 6,2$  %) společně s vrankou obecnou (*Cottus gobio*) ( $24,9 \pm 16,5$  %, resp.  $18,3 \pm 5$  %) a jelcem proudníkem (*Leuciscus leuciscus*). Na těchto dvou lokalitách se jako na jediné v celém sledovaném úseku vyskytovala parma obecná (*Barbus barbus*), přičemž na profilu Ohře nad soutokem byl potvrzen také ojedinělý výskyt kriticky ohrožené mihule potoční (*Lampetra planeri*) ( $0,2 \pm 0,3$  %).

Směrem proti proudu Rolavy byl patrný pokles diverzity reofilních druhů kaprovitých ryb doprovázený nástupem lososovitých druhů. Jez č. 1 – Rybáře představoval přechodovou zónu, kde stále dominovala vranka obecná ( $39,1 \pm 12,7$  %), avšak projevoval se zde již významný podíl pstruha obecného ( $27,9 \pm 11,2$  %) a mřenky mramorované ( $12,7 \pm 6,8$  %). Pouze na této lokalitě byla zaznamenána střevle potoční ( $0,3 \pm 0,6$  %). Na profilech jezů č. 2 až č. 6 již společenstvu zcela dominoval pstruh obecný, jehož průměrný relativní podíl postupně narůstal od hodnoty  $56,2 \pm 9,6$  % (jez č. 2) až po maximum  $81,1 \pm 10,7$  % (jez č. 6). Stabílní složku společenstva tvořila mřenka mramorovaná s maximem na jezu č. 2 ( $20,3 \pm 4$  %). Významné zastoupení vykazoval také lipan podhorní (*Thymallus thymallus*) (zejména na jezech č. 2 a č. 3), jehož procentuální podíl však na nejvyšších stupních prudce klesal.

Na vybraných jezových profilech byl indikován ojedinělý výskyt eurytopních druhů, konkrétně candáta obecného (jezy č. 3 a 5), karase stříbřitého (jezy č. 4 a 6) a lína obecného (*Tinca tinca*) (většina jezových stupňů). Jejich průměrné zastoupení však v žádném případě nepřesáhlo hodnotu 1,4 % a bylo doprovázeno vysokou směrodatnou odchylkou, což ukazuje na jejich náhodný výskyt v daných úsecích. Štika obecná (*Esox lucius*) byla detekována výhradně na jezu č. 3. Tato zjištěná distribuce a celková struktura rybích společenstev na jednotlivých lokalitách byly dále vyhodnoceny pomocí vícerozměrné statistické

Tab. 3. Relativní zastoupení ichthyofauny na jednotlivých úsecích v rámci čtyř let, vyjádřené v % a doplněné o směrodatnou odchylku  
 Tab. 3. Relative abundance of ichthyofauna in individual river sections over a 4-year period, expressed in % ± standard deviation

| Název česky         | Název latinsky                | Ohře – pod soutokem | Ohře – nad soutokem | Jez č. 1    | Jez č. 2    | Jez č. 3   | Jez č. 4    | Jez č. 5   | Jez č. 6    |
|---------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|
| Candát obecný       | <i>Sander lucioperca</i>      |                     |                     |             |             | 0,2 ± 0,4  |             | 0,2 ± 0,4  |             |
| Hrouzek obecný      | <i>Gobio gobio</i>            | 9 ± 11,4            | 10 ± 3,5            | 2,5 ± 2,4   | 7,8 ± 10,8  | 5 ± 4,6    |             | 2,1 ± 2,4  | 0,3 ± 0,4   |
| Jelec jesen         | <i>Leuciscus idus</i>         | 2 ± 1,5             | 5,3 ± 5             |             |             |            |             |            |             |
| Jelec proudník      | <i>Leuciscus leuciscus</i>    | 11,9 ± 16           | 9,1 ± 9,1           | 1,4 ± 2,4   |             | 0,2 ± 0,4  |             |            |             |
| Jelec tloušť        | <i>Squalius cephalus</i>      | 30,3 ± 16,3         | 38,9 ± 6,2          | 7,3 ± 8,3   |             |            |             |            |             |
| Kapr obecný         | <i>Cyprinus carpio</i>        |                     | 0,1 ± 0,1           |             |             |            |             |            |             |
| Karas stříbřitý     | <i>Carassius gibelio</i>      |                     |                     |             |             |            | 0,4 ± 0,7   |            | 0,2 ± 0,3   |
| Koljuška tříostná   | <i>Gasterosteus aculeatus</i> |                     | 1,1 ± 1,1           |             |             |            |             |            |             |
| Lín obecný          | <i>Tinca tinca</i>            |                     |                     | 0,4 ± 0,7   | 1,4 ± 2,4   | 0,6 ± 1    |             | 1,2 ± 1    | 1 ± 0,4     |
| Lipan podhorní      | <i>Thymallus thymallus</i>    | 0,7 ± 0,8           | 0,1 ± 0,1           | 5,9 ± 6,8   | 13,6 ± 13,4 | 12 ± 9,1   | 9,5 ± 12,6  | 0,6 ± 0,6  | 2,3 ± 3,3   |
| Mihule potoční      | <i>Lampetra planeri</i>       |                     | 0,2 ± 0,3           |             |             |            |             |            |             |
| Mník jednovousý     | <i>Lota lota</i>              |                     |                     |             | 0,4 ± 0,7   |            |             |            | 0,1 ± 0,2   |
| Mřenka mramorovaná  | <i>Barbatula barbatula</i>    | 2,8 ± 2             | 7 ± 1,3             | 12,7 ± 6,8  | 20,3 ± 4    | 12,3 ± 2,3 | 18,6 ± 14,4 | 16,1 ± 7,2 | 14 ± 10,5   |
| Okoun říční         | <i>Perca fluviatilis</i>      | 0,2 ± 0,3           | 0,6 ± 0,9           | 1 ± 1,2     |             | 6 ± 4,2    |             |            | 0,8 ± 0,5   |
| Ouklej obecná       | <i>Alburnus alburnus</i>      | 0,8 ± 1,1           | 0,1 ± 0,1           |             |             |            |             |            |             |
| Parma obecná        | <i>Barbus barbus</i>          | 5,3 ± 2,1           | 2,2 ± 1,1           |             |             |            |             |            |             |
| Plotice obecná      | <i>Rutilus rutilus</i>        | 0,9 ± 1,1           | 3 ± 2,5             |             | 0,3 ± 0,5   | 0,6 ± 0,7  |             |            | 0,3 ± 0,4   |
| Pstruh duhový       | <i>Oncorhynchus mykiss</i>    | 0,6 ± 0,9           |                     | 0,4 ± 0,6   |             |            |             |            |             |
| Pstruh obecný       | <i>Salmo trutta</i>           | 4,9 ± 5,7           | 0,9 ± 0,8           | 27,9 ± 11,2 | 56,2 ± 9,6  | 62,4 ± 2,6 | 71,5 ± 12,2 | 79,8 ± 8,5 | 81,1 ± 10,7 |
| Střevle potoční     | <i>Phoxinus phoxinus</i>      |                     |                     | 0,3 ± 0,6   |             |            |             |            |             |
| Střevlička východní | <i>Pseudorasbora parva</i>    | 5,5 ± 5,5           | 3 ± 2,2             | 1 ± 1,1     |             | 0,6 ± 1    |             |            |             |
| Štika obecná        | <i>Esox lucius</i>            |                     |                     |             |             | 0,2 ± 0,3  |             |            |             |
| Vranka obecná       | <i>Cottus gobio</i>           | 24,9 ± 16,5         | 18,3 ± 5            | 39,1 ± 12,7 |             |            |             |            |             |



Obr. 7. NMDS ordinační diagram podobnosti druhového složení ichtyofauny na sledovaných lokalitách (Sektor 1–3); hodnota stresu = 0,127

Fig. 7. NMDS ordination plot showing similarity in the species composition of ichthyofauna at the monitored sites (Sectors 1–3); stress = 0.127

analýzy. Výsledná ordinační analýza NMDS (obr. 7) vykazuje hodnotu stresu 0,127, což indikuje velmi dobrou reprezentativnost dat ve dvourozměrném prostoru a umožňuje jejich spolehlivou interpretaci.

Ordinační diagram potvrzuje výraznou separaci Sektoru 1 (pod jezem č. 1 v části Karlovy Vary – Rybáře) od úseků situovaných nad touto bariérou. Zatímco červená elipsa jasně vymezuje unikátní společenstvo Sektoru 1 (lokalita Ohře Pod/Nad soutokem a jez č. 1) s charakteristickým výskytem chráněných reofilních druhů, jako jsou mihule potoční, vranka obecná či jelec jesen, Sektor 2 (jezy č. 2–5) a Sektor 3 (jez č. 6) vykazují vysokou druhovou podobnost a značný prostorový překryv. V pravé části grafu jsou patrné druhy indikující splachy z okolních stojatých vod (např. lín obecný, karas stříbřitý), které nad bariérami doplňují jinak druhově chudší reofilní obsádku.

## DISKUZE

### Složení ichtyofauny

Při interpretaci dlouhodobého vývoje ichtyofauny je nutné zohlednit metodické limity a specifika jednotlivých informačních zdrojů, které přímo vysvětlují odlišnosti v celkových počtech zjištěných druhů. Relativně nízký počet 20 druhů zaznamenaný v první polovině 19. století [25] byl nepochybně ovlivněn tehdejší úrovní taxonomie, kdy se v literatuře běžně nerozlišovaly některé blízké příbuzné taxony, jako např. cejn velký (*Abramis brama*) a cejn malý (*Blicca bjoerkna*) [28]. Celková druhová bohatost v minulosti tak byla velmi pravděpodobně vyšší, než uvádějí tehdejší prameny.

Nížší druhovou bohatost vykazují také statistiky ČRS. Rybářská evidence je primárně zatížena zájmem o hospodářsky a sportovně atraktivní druhy, což vysvětluje, proč v nich zcela chybějí údaje o drobných druzích, jako jsou např. vranka obecná, mřenka mramorovaná nebo střevele potoční. I přes toto zkreslení však rybářské statistiky představují vysoce hodnotný datový zdroj, který efektivně doplňuje selektivitu odlovů elektrickým agregátem. Ta se projevuje především u mobilnějších druhů ryb, jako jsou např. kapr obecný (*Cyprinus carpio*), tolstolobik bílý, bolen dravý (*Leuciscus aspius*) atd., nebo u druhů žijících v hlubších partiích vodních toků, např. sumec velký (*Silurus glanis*), kde bývá jejich početnost výrazně podhodnocena. Potvrzují to i výsledky našeho monitoringu,

kde tyto druhy ve výčtu chybějí, přičemž se v dané lokalitě prokazatelně vyskytují. V těchto případech jsou záznamy o úlovcích sportovních rybářů a statistiky o vysazování ryb ze strany ČRS nenahraditelným indikátorem reálné přítomnosti těchto taxonů ve vodním toku a poskytují důležitý kontext pro rozlišení přirozené reprodukce od populací závislých na umělém doplňování.

Nížší druhová diverzita v rámci naší studie je patrně dána kombinací menšího územního rozsahu a zvolené metodiky. Na rozdíl od studie [29], která zahrnuje jak vlastní terénní průzkumy, tak výsledky z databáze Agentury ochrany přírody a krajiny ČR (AOPK ČR) za dlouhá časová období, jsme my využili pouze vlastní terénní průzkum za pomoci elektrického agregátu. Práce [29] navíc zahrnovala i specifické izolované biotopy, jako jsou soukromé chovné rybníky a tůňe. Druhy jako jeseter sibiřský (*Acipenser baeri*) či slunka obecná (*Leucaspis delineatus*) jsou vázány právě na tato stanoviště a do samotného tekoucího koryta Ohře či Rolavy pronikají pouze raritně (např. při výlovech).

Dlouhodobý vývoj společenstva je úzce spojen s rostoucí četností výskytu nepůvodních druhů ryb, která je v zájmovém území jasně patrná od 20. století. Zatímco v historických přehledech z 19. století byl výskyt cizích druhů prakticky nulový a říční společenstvo bylo tvořeno výhradně našimi původními druhy, v současnosti se četnost výskytu nepůvodních taxonů výrazně zvýšila a představují již stálou složku druhové bohatosti povodí. Tento vzestupný trend byl zpočátku podporován záměrnými introdukcemi hospodářsky a sportovně atraktivních druhů (např. amur, tolstolobici, siven či pstruh duhový), jejichž populace jsou v toku dodnes udržovány umělým vysazováním ze strany ČRS. Vedle těchto managementových zásahů však moderní data vykazují také stoupající četnost spontánně se šířících invazních taxonů z tzv. černé listiny (jako je karas stříbřitý, střevečka východní či slunečnice pestrá). Postupná proměna druhového spektra od čistě původního společenstva k systému se stále běžnějším výskytem alochtonních druhů tak jasně demonstruje dlouhodobý antropogenní tlak a změny v charakteru celého říčního habitatu.

### Hodnocení migrační průchodnosti

Vysoká míra fragmentace Rolavy představuje zásadní limit pro fungování říčního ekosystému. Na toku o celkové délce pouhých 37 km se v současnosti nachází celkem 41 překážek. Výškový rozdíl nad 0,6 m je obecně považován za kritickou mez, kterou většina našich původních druhů ryb nedokáže překonat. Na Rolavě je přitom 25 z těchto bariér vyšších než 0,6 m, což už znamená kritickou míru neprostupnosti pro většinu migrujících ryb. Tuto nepříznivou situaci dále umocňuje fakt, že pouze osm z těchto vysokých překážek je v současné době opatřeno rybím přechodem.

I přes zjevnou potřebu řešení této fragmentace je však při návrhu konkrétních revitalizačních opatření nutné vzít v úvahu socioekonomické limity. Z tohoto důvodu musíme jezy č. 1 – Rybáře (ř. km 1,1) a č. 5 – Stará Role (ř. km 4,6) klasifikovat jako překážky, jejichž úplné odstranění není v současné době možné. Oba objekty totiž stabilizují spádové poměry a zajišťují vzdutí hladiny pro provoz malých vodních elektráren (MVE), přičemž jez Rybáře navíc slouží jako klíčový zdroj užitkové vody pro místní koupaliště. Úplná obnova říčního kontinua formou odstranění těchto těles proto není reálná. Podélnou průchodnost dolního toku Rolavy je však možné řešit technickými zásahy, jež se pro obě lokality v nejbližší době plánují.

Konkrétně u jezu č. 1 v Rybářích se předpokládá vybudování rybního přechodu bazénového typu s balvanitými překážkami. Situován bude na pravém břehu v těsné blízkosti MVE. Toto umístění je optimální, neboť migrující ryby budou k přechodu přirozeně lákány silným vábícím proudem odcházejícím z turbín elektrárny. Na tuto přestavbu by měla následně navazovat i úprava jezu č. 5 ve Staré Roli. Plánovaná přeměna jeho kolmého betonového stupně na balvanitý skluz vytvoří drsné dno s dostatečnou hloubkou vody, což umožní bezpečnou migraci širokého spektru vodních organismů.

Naopak zbývající tři menší překážky, které se nacházejí v úseku mezi oběma velkými objekty, nepředstavují vzhledem ke své výšce ( $< 0,3$  m) limit pro reofilní druhy s dobrou skokanskou a plaveckou schopností, jako je pstruh obecný potoční či lipan podhorní. Navíc díky jejich částečně narušenému technickému stavu vznikají v tělese těchto překážek proudové stíny, lokální kaverny a zóny s nižší rychlostí vody. Lze tedy předpokládat, že za běžných vodních stavů jsou tyto stupně migračně průchodné i pro druhy ryb s omezenou plaveckou schopností (vranka obecná, střevle potoční atd.). Skutečnou míru migrační průchodnosti těchto menších poškozených objektů však bude nutné v budoucnu potvrdit další navazující studií. Z hlediska prioritizace nápravných opatření na Rolavě je proto smysluplné soustředit se primárně na zprostřednění obou hlavních karlovarských jezů (č. 1 a č. 5), které v současnosti představují absolutní migrační překážku.

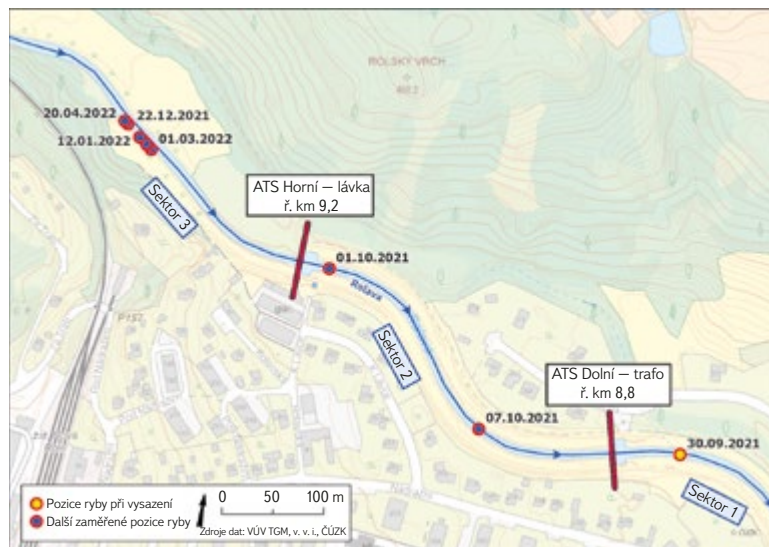
## Porovnání metod – radiová telemetrie vs. odlovy pod překážkou

Hodnocení migrační propustnosti vodních toků je základním pilířem pro pochopení vlivu fragmentace říční sítě na rybí společenstva a jejich biodiverzitu. Tento princip je úzce provázán s požadavky Rámcové směrnice o vodách [14], která sice nevyžaduje aktivní monitoring propustnosti jednotlivých překážek, ale ukládá povinnost hodnotit podélnou kontinuitu vodního útvaru jako celku. Spojitost říční sítě zde figuruje jako klíčová podpůrná složka pro stanovení ekologického stavu vodních útvarů. Volba správné metodiky pro posouzení této propustnosti je proto zásadní pro získání validních dat, jež umožní efektivní návrh nápravných opatření či výstavbu funkčních rybích přechodů v souladu s evropskými standardy. Následující analýza porovnává telemetrické sledování a ichtyologické odlovy jako dva přístupy, které se liší mírou detailu, nároky na realizaci i interpretačními riziky.

Telemetrie představuje vysoce přesný nástroj pro detailní analýzu chování jednotlivců. Umožňuje identifikovat konkrétní bariéry, jež rybu zastavily, relativně přesně zdokumentovat čas potřebný k překonání migrační překážky a korelovat tuto aktivitu s okamžitými podmínkami prostředí, jako jsou teplota či průtok. Z pohledu konektivity habitatů poskytuje telemetrie unikátní data o dynamice přesunů mezi klíčovými stanovišti. V rámci naší studie se díky telemetrickému sledování podařilo potvrdit migrační průchodnost u dvou zprostředněných překážek na ř. km 8,8 a 9,2, přičemž data jasně prokázala, že tyto rybí přechody jsou schopni úspěšně překonat jak dospělí, tak i juvenilní jedinci pstruha obecného. Telemetrie nám navíc umožnila přesně detekovat rychlost tohoto pohybu a ukázala, že návrat do domovského teritoria probíhal většinou ihned po vysazení, případně do několika dní od vypuštění (obr. 8). Telemetrie umožnila detailně sledovat migrační chování v širším časovém kontextu v rámci celého roku. Ačkoli nejvyšší frekvence přesunů byla zaznamenána krátce po vysazení, kontinuální celoroční monitoring poskytl zásadní data o tom, zda pstruzi aktivně využívají i zbývající části toku během celého roku. To potvrzuje schopnost ryb aktivně využívat různé části toku v závislosti na sezónních potřebách, což by bez kontinuálního sledování nebylo možné detekovat.

Mimo sledování těchto plošných přesunů však telemetrie umožňuje také detailní mapování lokálního pohybu jedinců, což pomáhá detekovat, které konkrétní části vodního toku jsou pro ryby atraktivní. Možnost kontinuálně sledovat výskyt ryb v daném místě dovoluje přesně identifikovat mikrohabitáty, které ryby s oblibou využívají. Tyto poznatky představují jednu z klíčových odpovědí pro budoucí management a nápravná opatření. Poskytují totiž neocenitelné podklady pro optimální návrh revitalizací vodních toků – zejména pak v silně modifikovaných úsecích v intravilánu obcí, kde je správné prostorové uspořádání koryta a úkrytových možností pro udržení rybích společenstev zásadní.

Nevýhodou telemetrie je však vysoká finanční náročnost, nutnost chirurgického zákroku a především váhový limit. Hmotnost vysílačky by totiž v ideálním



Obr. 8. Pozice pstruha obecného ID 17 – Adult, migrace jedince odloveného v sektoru 3 a vysazeného do sektoru 1 zpět do původního domovského okrsku v sektoru 3 (homing); v září vypuštěn v sektoru 1, v říjnu zaznamenáván v sektoru 2, od listopadu již zpět v sektoru 3

Fig. 8. Movement of adult brown trout ID 17 following translocation from Sector 3 to Sector 1 and subsequent homing: released in Sector 1 in September, detected in Sector 2 in October, and returned to its original home range in Sector 3 by November

případě neměla přesáhnout 2 % hmotnosti ryby. Ačkoli nejmenší dostupné vysílačky na trhu váží přibližně 0,24 g, což teoreticky umožňuje značit jedince o minimální hmotnosti 12 g, životnost jejich baterie se v takovém případě pohybuje v řádu pouhých několika dní. Pro dlouhodobý monitoring ryb, jež navíc nepatří mezi vysoce mobilní druhy, je takto krátká doba zcela nedostačující. Telemetrie proto ze své podstaty není schopna spolehlivě potvrdit, zda je úsek migračně průchodný pro drobnější druhy ryb, jako jsou vranky, střevle či mřenky, u nichž je dlouhodobé sledování touto metodou nereálné. Z toho důvodu je nezbytné pro hodnocení konektivity u menších druhů využít jiné monitorovací metody, které dokážou určit překonatelnost bariér. Klíčovou roli zde mohou hrát pravidelné ichtyologické odlovy nad a pod překážkou, které nám na základě přítomnosti či absence těchto drobných druhů poskytují zásadní informaci o tom, zda byly ryby schopny skrze danou překážku reálně projít.

Navíc ichtyologické odlovy pod a nad překážkou nabízejí širší ekologický vhled za nižší náklady. Umožňují identifikovat bariéry na základě prezence či absence konkrétních taxonů, detekovat invazní druhy a analyzovat věkovou či velikostní strukturu populací. V rámci našeho monitoringu jsme touto metodou identifikovali celkem 23 druhů ryb a mihulí. Zaznamenali jsme jak chráněné a ekologicky hodnotné druhy (vranka obecná, střevle potoční, mník jednovousý, jelec jesen a mihule potoční), tak i nepůvodní či invazní taxony (karas stříbřitý, koljuška tříostná, pstruh duhový a střevlička východní). Tyto záznamy slouží jako cenný podklad pro návrh budoucích nápravných opatření k ochraně ohrožených druhů a zároveň umožňují stanovit riziko šíření nepůvodních druhů v povodí.

Detailní hodnocení velikostní struktury nám navíc umožnilo určit aktuální stav jednotlivých populací a ověřit, zda se v zájmovém území přirozeně rozmnožují. Úspěšná přirozená reprodukce byla na Rolavě potvrzena u pstruha obecného, mřenky mramorované a vranky obecné. Na řece Ohři bylo přirozené rozmnožování prokázáno mimo jiné u všech tří druhů jeliců (tloušť, jesen, proudník), parmy obecné, plotice obecné, koljušky tříostné a střevličky východní.

Mezi hlavní limity odlovů patří častější přímý zásah do prostředí vodního toku a riziko zranění ryb během odlovu/manipulace, jež bývá frekventovanější u větších jedinců; ve vzácných případech může dojít i k úmrtí. Úspěšnost a selektivita

odlovů elektřinou je navíc vysoce závislá na mnoha faktorech prostředí, jako jsou vodivost vody, šířka a hloubka koryta, členitost, rychlost proudění či charakter dnového substrátu. Odlovy postrádají kontinuální záznam o pohybu konkrétních jedinců v čase, a poskytují tak pouze statický obraz v momentě vzorkování; nelze tudíž určit, zda ryba v minulosti danou překážku překonala a pak se vrátila zpět do svého původního okrsku. V neposlední řadě je nutné zdůraznit, že vypovídací hodnota odlovů může být výrazně zkreslena v revírech s umělým vysazováním ryb, kde přítomnost jedinců z obsádek často maskuje skutečnou (ne)propustnost vodního toku pro daný druh.

Obě sledované metody migrací ryb mají tedy své specifické přednosti a omezení. Nicméně právě v kombinaci ichtyologických odlovů s rádiovou telemetrií, která doplňuje chybějící individuální a časový detail, získáváme komplexní a robustní nástroj pro objektivní hodnocení říční konektivity a funkčnosti vodních ekosystémů. Získaná data o distribuci a početnosti jednotlivých druhů poskytují přímé indikace o tom, které překážky fungují jako selektivní filtry a pro které taxony či velikostní skupiny jsou zcela neprostupné. Výsledky terénních odlovů tak klíčovým způsobem doplňují telemetrická data a odhalují reálný, dlouhodobý dopad bariér na přirozenou strukturu rybí populace v dotčených úsecích Rolavy.

## Predikce budoucího vývoje ichtyofauny v Rolavě

Obnovení podélné kontinuity toku a opětovné napojení Rolavy na Ohři představuje zásadní ekologický impuls, který patrně ovlivní budoucí složení místní ichtyofauny. Zároveň bude zajímavé sledovat, jakým způsobem na toto obnovené spojení zareaguje přirozená reprodukce lososovitých ryb, což je klíčový předpoklad pro zvrácení negativního trendu vývoje jejich populací [5].

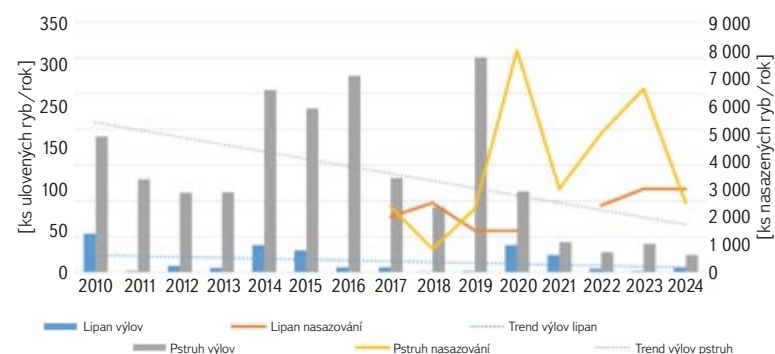
První část predikce se opírá o plánované stavební úpravy na Rolavě, konkrétně o zprůchodnění dvou klíčových migračních bariér. V lokalitě Stará Role bude současný jez č. 5 nahrazen balvanitým skluzem, avšak naprosto zásadním krokem bude zprůchodnění jezu č. 1 v Rybářích výstavbou rybího přechodu [30]. Tento jez v současnosti tvoří pro ryby nepřekonatelnou překážku. Jeho zprůchodnění obnoví migrační trasu z řeky Ohře, což by mělo vést k rekolonizaci Rolavy původními druhy, jako jsou vranka obecná, střevle potoční a mihule potoční. Tyto ekologicky náročné druhy vyžadují vysoce kvalitní, čistou vodu a běžně se vyskytují až v horních partiích pstruhového pásma; lze proto očekávat, že postupně rekolonizují celou délku toku Rolavy až po nejbližší další neprostupnou překážku. Mihule potoční však bude v tomto šíření limitována výskytem klidových zón s jemnými bahnitými sedimenty, v nichž její larvy (minohy) tráví první roky svého života. Do Rolavy by se mohl vrátit i mník jednovousý (*Lota lota*), který je také typickým zástupcem pstruhového pásma a je pravidelně vysazován Českým rybářským svazem do Ohře v Karlových Varech. Zprůchodněná Rolava by pro něj měla opět představovat typický domov a ideální stanoviště.

Co se týče hrouzka obecného (*Gobio gobio*) a reofilních kaprovitých ryb, jako jsou jelec proudník a jelec tlušť, lze očekávat, že se jejich výskyt bude počátku soustřeďovat spíše na dolní část toku Rolavy. Nicméně probíhající klimatická změna, která do našich řek přináší oteplování vody a nižší množství srážek, by mohla tuto ekologickou hranici postupně posouvat výše směrem proti proudu (k horním úsekům), což těmto druhům v budoucnu umožní kolonizovat i doposud chladnější podhorské partie. Naopak rozvoj nepůvodních druhů ryb, jako jsou koljuška tříostná (*Gasterosteus aculeatus*), karas stříbřitý či střevlička východní (*Pseudorasbora parva*), není v širším měřítku očekáván. Vzhledem k biologickým nárokům těchto limnofilních taxonů lze předpokládat, že by po zprůchodnění dolních bariér mohly potenciálně proniknout pouze do nejnižšího, antropogenně modifikovaného úseku v intravilánu Karlových Varů.

Druhá část predikce je zaměřena na vývoj populací lososovitých druhů ryb a opírá se o vlastní ichtyologické průzkumy realizované na Rolavě v letech

2022–2025. Tyto průzkumy probíhaly převážně na přelomu jara a léta, přičemž na Rolavě a Ohři bylo provedeno celkem 32 kontrolních odlovů. V posledním roce řešení projektu jsme v horní části úseku u jezu č. 5 a 6 zaznamenali výrazný nárůst abundance plůdku pstruha obecného, která dosahovala desítek až stovek kusů na 100 metrů toku. U odlovených jedinců dosahovala délka přibližně 30 mm. Dle zarybňovacího plánu vysazuje ČRS do revíru Rolava 1A běžně ročka či násadu pstruha, jejíž délka dosahuje minimálně 100 mm. Vzhledem k tomuto výraznému rozdílu ve velikosti je zcela zjevné, že nalezení jedinci pocházejí z přirozeného výtěru. Tento výsledek představuje výrazný kontrast k předchozím letům, kdy zde nebyl plůdek detekován vůbec, případně byl zaznamenán pouze v minimálním množství [19].

Vzhledem k ojedinělosti tohoto nálezu není v současné chvíli zcela jasné, zda se na vysoké početnosti plůdku primárně podílelo zprůchodnění jezu na ř. km 8,8 a 9,2, nebo zda šlo o vliv specifických podmínek daného roku. Pro potvrzení trvalého přínosu zprůchodnění bude nezbytné provést v dané lokalitě další monitoring stavu ichtyofauny. Nicméně i tak jde o zásadní indikátor potenciálu toku pro přirozenou reprodukci. Právě její podpora se jeví jako klíčová metoda pro dosažení stabilní a věkově strukturované populace. Z dat ČRS (obr. 9) je patrný dlouhodobě klesající trend úlovků pstruha obecného i lipana podhorního, a to navzdory intenzivnímu umělému vysazování, které tento propad nedokáže efektivně kompenzovat. Přestože přesné záznamy o zarybňování jsou k dispozici až od roku 2017, dle ústního sdělení technika územního svazu Ing. H. Dorta probíhalo vysazování i v dřívějších letech v objemech přibližně 1 500 ks lipana a 2 000 ks pstruha ročně. Příčiny tohoto negativního vývoje jsou komplexní; zahrnují predáční tlak, nelegální lov i celkovou degradaci biotopů, což je jev pozorovatelný u většiny pstruhových revírů v ČR. Zprůchodnění toku je jeden z nezbytných předpokladů pro záchranu místních populací, musí však jít ruku v ruce s řešením ostatních environmentálních tlaků.



Obr. 9. Statistika ulovených a nasazených ryb v jednotlivých letech u pstruha potočního (*Salmo trutta m. fario*) a lipana podhorního (*Thymallus thymallus*) na revíru Rolava 1A (zdroj dat: Západočeský územní svaz ČRS)

Fig. 9. Annual catch and stocking data for brown trout (*Salmo trutta m. fario*) and grayling (*Thymallus thymallus*) in Rolava 1A angling district (data source: West Bohemian Territorial Union of the Czech Anglers Union [ČRS])

## ZÁVĚR

Řeka Rolava se v posledních letech stává klíčovým dějištěm v úsilí o obnovu říční kontinuity v Karlovarském kraji. Hlavním cílem je zajištění migrační průchodnosti, což je zásadní faktor pro stabilitu populací reofilních druhů ryb. Revitalizace vodních toků přímo navazuje na historický odkaz přírodovědce Antonína Friče, jenž již ve druhé polovině 19. století definoval potřebu volných migračních cest v českých povodích.

Kombinace neprostupných stupňů v dolním i horním toku vytváří z Rolavy sérii izolovaných úseků, což zásadně degraduje ekologický potenciál celého

povodí, znemožňuje rybám využívat jejich přirozené migrační trasy a brání naplnění legislativních požadavků na biologickou integritu vodních ekosystémů. Odstraňování bariér na Rolavě tak otevírá cestu k obnově celého říčního ekosystému a návratu mnoha ohrožených a vzácných druhů a k vytvoření přírodě blízkých společenstev nejen ryb.

Analýza vývoje ichtyofauny ukazuje zajímavý trend: celkový počet zjištěných druhů v rámci našeho monitoringu (23 druhů) zůstává velmi podobný historickým záznamům z 19. století, jež uváděly 20 až 28 druhů. Došlo však k zásadnímu posunu ve složení společenstva. Vlivem extrémní fragmentace vodního toku, kterou způsobuje 41 příčných překážek, z Rolavy vymizely některé původní citlivé druhy. Ty byly v průběhu let nahrazeny druhy nepůvodními či invazními, jež jsou k degradaci prostředí odolnější.

Že je cesta obnovy migrační prostupnosti technicky i biologicky realizovatelná, potvrdila úspěšná revitalizace tří stupňů v Nové Roli v roce 2020. Použitá radiová telemetrie jednoznačně prokázala, že vybudované rybí přechody jsou přinejmenším pro pstruha obecného plně funkční a umožňují přirozený pohyb ryb ve vodním toku. Vysoká úspěšnost překonávání již revitalizovaných úseků tak dává velmi pozitivní výhled pro plánované zprůchodnění kritických bariér v Rybářích a Staré Roli, což je nezbytný předpoklad pro dlouhodobou udržitelnost místní ichtyofauny.

Výsledky monitoringu v letech 2022–2025, zejména z posledního roku sledování, naznačují význam a značný rozsah přirozené reprodukce na Rolavě. Zatímco v předchozích letech byl výskyt plůdku pstruha obecného minimální, aktuální data potvrzují schopnost tohoto vodního toku poskytovat vhodné podmínky pro úspěšný přirozený výtěr.

Tato zjištění jsou o to významnější v kontextu obecného klesajícího trendu v početnosti reofilních druhů ryb, který v posledních letech nedokáže efektivně kompenzovat ani intenzivní umělé vysazování. To se projevuje i v revíru Rolava 1A klesajícími úlovky pstruha a lipana. Ukazuje se, že pokud je rybám dán prostor v podobě migrační prostupnosti, je přirozená reprodukce nejen možná, ale stává se jedním z hlavních nástrojů pro udržení stabilní a věkově strukturované populace.

## Poděkování

Tento výstup vznikl za finanční podpory projektu č. SS02030027 „Vodní systémy a vodní hospodářství v ČR v podmínkách změny klimatu (Centrum Voda)“ v rámci programu Technologické agentury ČR Prostedí pro život.

Autoři děkují státnímu podniku Povodí Ohře za poskytnutí cenných podkladových materiálů. Poděkování patří také Českému rybářskému svazu – Západočeskému územnímu svazu, jmenovitě Ing. Hynku Dortovi, a kolegům Patriku Slaninovi a Vítu Břicháčkovi za pomoc při odlovech. V neposlední řadě autoři děkují Ing. Jiřímu Musilovi, Ph.D., a MVDr. Janě Kvičerové, Ph.D., za odbornou pomoc a spolupráci.

## Literatura

- [1] RONI, P., HANSON, K., BEECHIE, T. Global Review of the Physical and Biological Effectiveness of Stream Habitat Rehabilitation Techniques. *North American Journal of Fisheries Management*. 2008, 28(3), s. 856–890. Dostupné z: <https://doi.org/10.1577/M06-169.1>
- [2] RANDÁK, T., SLAVÍK, O., KUBEČKA, J. et al. *Rybářství ve volných vodách*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Fakulta rybářství a ochrany vod, 2013. 434 s. ISBN 978-80-87437-49-0.
- [3] JUST, T. *Ekologicky orientovaná zpráva vodních toků v oblasti péče o jejich morfologický stav. Metodika AOPK ČR*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2016. 83 s.
- [4] EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. *Climate Change, Impacts and Vulnerability in Europe 2012: An Indicator-Based Report*. Copenhagen, 2012. 300 s. ISBN 978-92-9213-346-7.
- [5] MUSIL, J., HORKÝ, P., SLAVÍK, O., ZBOŘIL, A., HORKÁ, P. The Response of the Young of the Year Fish to River Obstacles: Functional and Numerical Linkages between Dams, Weirs, Fish Habitat Guilds and Biotic Integrity across Large Spatial Scale. *Ecological Indicators*. 2012, 23, s. 634–640. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.05.018>

[6] VOGL, Z. et al. *Koncepce zprůchodnění říční sítě ČR, aktualizace 2020*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2020. 28 s.

[7] SLAVÍK, O., VANČURA, Z. et al. *Migrace ryb, rybí přechody a způsob jejich testování. Metodický postup pro návrh, realizaci a možnosti testování funkce rybích přechodů pro žadatele OPŽP*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2012. 139 s. ISBN 978-80-7212-580-7. Dostupné z: [https://mzp.gov.cz/system/files/2024-12/OAZK-Migrace\\_ryb\\_rybi\\_prechody\\_a\\_zpusob\\_jejich\\_testovani.pdf](https://mzp.gov.cz/system/files/2024-12/OAZK-Migrace_ryb_rybi_prechody_a_zpusob_jejich_testovani.pdf)

[8] FRIČ, A. *Losos labský. Biologická a anatomická studie*. Praha: A. Frič, 1894. 103 s.

[9] PILCHER, M. W., COPP, G. H., SZOMOLAI, A. A Comparison of Adjacent Natural and Channelised Stretches of a Lowland River. *Biologia*. 2004, 59(5), s. 669–673.

[10] WEBER, A., WOLTER, C. Habitat Rehabilitation for Juvenile Fish in Urban Waterways: A Case Study from Berlin, Germany. *Journal of Applied Ichthyology*. 2016, 33(1), s. 136–143. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jai.13212>

[11] FRIČ, A. Třetí zpráva o biologických a anatomických zkoumáních na lososu labském. *Vesmír*. 1887, 16(13), s. 153–154. Dostupné z: <https://kramerius.lib.cas.cz/view/uuid:4dcdcfef3-5625-11e1-1726-001143e3f55c?page=uuid:4dcdcf9a-5625-11e1-1726-001143e3f55c>

[12] LUSK, S., HARTVICH, P., LOJKÁSEK, B. *Migrace ryb a migrační prostupnost vodních toků*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, 2014. ISBN 978-80-87437-77-3.

[13] MILOTOVÁ, N. Řeka Ohře ve světle vědeckých a praktických rybářských aktivit Antonína Friče realizovaných v rámci záchranné akce na zvýšení populace lososa obecného (*Salmo salar*) v řekách na území Čech v poslední třetině 19. století. *Journal of the National Museum (Prague). Natural History Series*. 2023. 192(1), s. 21–42. Dostupné z: <https://doi.org/10.37520/jnmpnhs.2023.003>

[14] *Směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady z 23. října 2000 ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky*. 2000.

[15] FRIČ, A. *Rybářská mapa království Českého*. Praha: A. Frič, 1888. Dostupná z: <https://ndk.cz/view/uuid:e7855980-1a31-11df-82f8-000b925259?page=uuid:f52e3e8f-3147-46a9-9414-08d352c3078d>

[16] FRIČ, A. *Vysvětlivky ku Rybářské mapě Čech*. Praha: A. Frič, 1888. 8 s. Dostupné z: <https://ndk.cz/view/uuid:e7855980-1a31-11df-82f8-000b925259?page=uuid:f52e3e8f-3147-46a9-9414-08d352c3078>

[17] AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČR. *Pasportizace vodních toků*. Praha: AOPK ČR, 2025. [citováno 2026-01-23]. Dostupné z: <https://aopk.gov.cz/pasportizace-vodnich-toku>

[18] MUSIL, J., MAREK, P., BARANKIEWICZ, M. *Biologické hodnocení rybích přechodů. Metodika AOPK ČR*. Praha: AOPK ČR, 2020. 39 s. ISBN 978-80-7620-052-4.

[19] JANDA, P. *Hydrobiologický a ichtyologický průzkum. VT Rolava - revitalizace 2 stupňů v Nové Roli*. 2018.

[20] LEPS, J. *Biostatistika*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Přírodovědecká fakulta, 2006.

[21] ZUUR, A. F., IENO, E. N., WALKER, N., SAVELIEV, A. A., SMITH, G. M. *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R*. New York: Springer New York, 2009.

[22] BRAY, J. R., CURTIS, J. T. An Ordination of the Upland Forest Communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*. 1957, 27(4), s. 325–349. Dostupné z: <https://doi.org/10.2307/1942268>

[23] CLARKE, K. R. Non-Parametric Multivariate Analyses of Changes in Community Structure. *Australian Journal of Ecology*. 1993, 18(1), s. 117–143. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x>

[24] R CORE TEAM. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2026. Dostupné z: <https://www.r-project.org/>

[25] GLÜCKSELIG, A. M. *Der Elbogner Kreis des Königreich Böhmen. In medizinisch, naturhistorischer und statistischer Hinsicht geschildert*. Carlsbad: Gebrüder Franke, 1842. 218 s.

[26] HOWORKA, F. W. Die Fische und Fischerei-Verhältnisse des Egergebietes. In: *Programm des Kommunal-Obergymnasiums in Kaaden. Veröffentlicht am Schlusse des Schuljahres*. Kaaden: Heinrich Meyer, 1888. 40 s.

[27] Činnost rybářského spolku v Karlových Varech. Zprávy rybářské. *Vesmír*. 1887, 16(6), s. 70. Dostupné z: <https://kramerius.lib.cas.cz/view/uuid:4dcdcfef3-5625-11e1-1726-001143e3f55c?page=uuid:4dcdcf47-5625-11e1-1726-001143e3f55c>

[28] FLASAR, I., FLASAROVÁ, M. *O rybách řeky Ohře*. Monografické studie Krajského muzea v Teplicích, sv. 21. Teplice: Krajské muzeum Teplice a Povodí Ohře Chomutov, 1981. 91, [4] s.

[29] MATĚJŮ, J., HOLUB, M. *Ryby a mihule Karlovarského kraje*. Karlovy Vary: Karlovarský kraj, 2019. 134 s. ISBN 978-80-88017-35-6.

[30] POVODÍ OHŘE, s. p. *Plán dílčího povodí Ohře, dolního Labe a ostatních přítoků Labe*. 2025. Dostupné z: [https://www.poh.cz/plan-dilciho-povodi-ohre-dolního-labe-a-ostatních-přítoku-labe/ds-1163](https://www.poh.cz/plan-dilciho-povodi-ohre-dolního-labe-a-ostatnich-přítoku-labe/ds-1163)

## Autoři

### Mgr. Eduard Bouše

✉ eduard.bouse@vuv.cz

ORCID: 0000-0001-7762-0222

### Ing. Miroslav Barankiewicz

✉ miroslav.barankiewicz@vuv.cz

ORCID: 0000-0002-7829-4294

### RNDr. Petr Vlašánek, Ph.D.

✉ petr.vlasanek@vuv.cz

ORCID: 0009-0000-1244-9831

### Ing. Hana Nováková, Ph.D.

✉ hana.novakova@vuv.cz

ORCID: 0000-0002-5946-4796

### RNDr. Tomáš Daněk, Ph.D.

✉ tomas.danek@vuv.cz

ORCID: 0000-0002-7131-7625

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha (Česká republika)

Příspěvek prošel recenzním řízením.

DOI: 10.46555/VTEI.2026.07.001

ISSN 0322-8916/© 2026 Autoři. Tuto práci je kdokoli oprávněn šířit a využívat za podmínek licence CC BY-NC 4.0



Hrouzek obecný (*Gobio gobio*), typický zástupce ryb z proudných úseků s písčitým či štěrkovým dnem (foto: M. Barankiewicz)

Gudgeon (*Gobio gobio*), a typical representative of fish from fast-flowing sections with sandy or gravelly bottoms (photo: M. Barankiewicz)

## ASSESSMENT OF FISH PASSAGE IN THE ROLAVA RIVER AND ESTIMATED EFFECTS OF ITS RESTORATION ON FISH COMMUNITIES

**BOUŠE, E.; BARANKIEWICZ, M.; VLAŠÁNEK, P.; NOVÁKOVÁ, H.; DANĚK, T.**

T. G. Masaryk Water Research Institute, Prague (Czech Republic)

**Keywords:** restoration – fragmentation – ichthyofauna – biodiversity – Ohře River basin – fish passes

The study examines the impact of river network fragmentation on rheophilic fish populations in the Rolava and Ohře river basins, with an emphasis on assessing migratory connectivity and the effectiveness of revitalization measures. Based on a river inventory analysis, the Rolava River exhibits a high degree of anthropogenic disturbance; of the 41 identified transverse structures, more than half represent a critical barrier with a height exceeding 0.6 m, which most native fish species are unable to overcome. Ichthyological surveys conducted between 2022 and 2025 demonstrated that while the section below the key barrier in Rybáře hosts a species-rich community, including specially protected species such as the European bullhead (*Cottus gobio*) and the European brook lamprey (*Lampetra planeri*), isolated sections above the weir show a decline in diversity and an increase in non-native species. Radiotelemetry monitoring of brown trout (*Salmo trutta*) migrations across revitalized sills in Nová Role confirmed the high functionality of fish passes (88–100 % success rate) and the ability of fish to utilize the restored river continuum, a finding further supported by the observed increase in the natural reproduction of brown trout. The study concludes that restoring connectivity at the remaining critical barriers in Karlovy Vary is an essential step for the recolonization of the watercourse by native ichthyofauna and the long-term sustainability of populations, which currently cannot be effectively stabilized even through intensive artificial stocking.



Měření uloveného pstruha potočního (*Salmo trutta m. fario*) při terénním průzkumu rybí obsádky (foto: E. Bouše)

Measurement of a captured brown trout (*Salmo trutta m. fario*) during a field fish stock survey (photo: E. Bouše)



Mřenka mramorovaná (*Barbatula barbatula*), nenápadný, ale významný obyvatel dna našich pstruhových a lipanových toků (foto: E. Bouše)  
 Stone loach (*Barbatula barbatula*), an inconspicuous yet significant bottom-dweller of our trout and grayling streams (photo: E. Bouše)



Pstruh potoční (*Salmo trutta m. fario*) – ikona čistých, chladných a dobře okysličených vod (foto: M. Barankiewicz)  
 Brown trout (*Salmo trutta m. fario*) – an iconic species of clean, cold, and well-oxygenated waters (photo: M. Barankiewicz)



Mihule potoční (*Lampetra planeri*) – vzácný a přísně chráněný živočich, který je citlivým ukazatelem čistoty vody a přirozeného stavu řeky (foto: M. Barankiewicz)  
 Brook lamprey (*Lampetra planeri*) – a rare and strictly protected species that is a sensitive indicator of water purity and the natural state of the river (photo: M. Barankiewicz)