

Vliv špičkování na přítomnost, vývoj a mortalitu jiker a přirozenou reprodukci bolena dravého v lokalitě hlavního přítoku do nádrže Švihov (řeka Želivka).

D. Bartoň, V. Váchová a M. Šmejkal.

České Budějovice, červen 2025

BIOLOGICKÉ CENTRUM AV ČR, v.v.i.
HYDROBIOLOGICKÝ ÚSTAV

Na Sádkách 7

České Budějovice 370 05

tel.: +420 387 775 881

fax: +420 385 310 248

email: hbu@hbu.cas.cz

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



Zpráva ke Smlouvě o dílo mezi:

Objednatel: Česká republika – Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky

Číslo spisu: S/05422/SOPK/25 Číslo jednací:05422/SOPK/25

Zhotovitel: Biologické centrum AV ČR, v.v.i., Hydrobiologický ústav

Číslo smlouvy zhotovitele: 3100/7664

Název díla: Vliv špičkování na přítomnost, vývoj a mortalitu jiker a přirozenou reprodukci bolena dravého v lokalitě hlavního přítoku do nádrže Švihov (řeka Želivka).

1 Úvod

Bolen dravý (*Leuciscus aspius*) je v dospělosti rybožravá ryba z čeledi Leuciscidae, příbuzný tedy našim jelcům, ale například i ostroretce a podoustvi. Podobně jako mnoho jeho příbuzných, bolen dravý je reofilní ryba. To znamená, že pro rozmnožování vyhledává tekoucí vodu. Reofilní ryby často nesetrvávají v rychle proudící vodě celý rok, ale za vhodnými proudnými úseky migrují proti proudu k výtěru a později se opět vrací. Tyto migrace mohou být dlouhé desítky i stovky kilometrů a člověkem vybudované překážky jako jsou jezy a přehrady jim tuto migraci znemožňují. Proto je také zaznamenán velký úbytek reofilních ryb nejen v našich vodách (Deinet et al., 2020).

Po vzniku vodního díla Švihov se v nádrži uchytila původní populace bolena dravého, a právě kvůli úbytku nebo zániku jiných populací této ryby v Evropě se lokalita dostala na seznam Natura 2000 (lokalita CZ0214016 – Želivka). Tato populace bolena dravého je předmětem ochrany evropského významu. Statut lokalit chráněných seznamem Natura 2000 (lokalita CZ0214016 – Želivka; Lusk, 2004) si přehrada získala díky tomu, že hostí evropsky cenné organismy a je vhodným prostředím pro existenci jejich populací, a jedním z těchto organismů je právě bolen dravý. Mezi lokality Natura 2000 se dostala geneticky původní populace ve vzniklé přehradní nádrži velmi dařilo a skýtala jedinečné podmínky k životu a reprodukci bolena. Nicméně během založení této chráněné lokality nebyly známy některé skutečnosti, které přinesl výzkum reprodukce bolena dravého posledních let.

Populace je dlouhodobě monitorována Hydrobiologickým ústavem, Biologického centra AV ČR spolu se státním podnikem Povodí Vltavy i Agenturou ochrany přírody a krajiny České republiky. Velikost populace činí přibližně 2 až 3 tisíce dospělých jedinců, a to jen s malými meziročními výkyvy. Dlouhodobý monitoring ukazuje, že k úspěšnému přirozenému výtěru v nádrži Švihov prakticky nedochází, výjimkou mohou být pouze období velmi nízké hladiny (Bartoň et al. 2025–v přípravě) a doplněk pochází z umělého výtěru (Blabolil et al., 2020). Umělý výtěr, byť z místních ryb, vede ke snížení genetické diverzity populace (Araki & Schmid, 2010; Laikre et al., 2010), což zvyšuje riziko genetické degradace a vede k řadě problémům, včetně vyšší náchylnosti k onemocněním či snížené odolnosti vůči změnám prostředí (Frankham, 2005). Současný stav vysazování bolena dravého v nádrži Švihov již vede k postupné genetické degradaci populace (TJ02000012, TAČR ZETA 2 - Závěrečná zpráva.).

Bolen k výtěru vyhledává relativně mělkou a rychle proudící vodu s kamenitým substrátem. Jikry vypouští volně do proudu, které klesají a přilepují se k substrátu. Jikry

litofilních reofilů ale také pronikají hlouběji do substrátu (do tzv. intersticiálních prostor), které jsou klíčové pro vývoj jiker i larev (Nagel et al., 2020). V případě nádrže Švihov, dospělci vstupující do tření migrují od března z nádrže do hlavního přítoku – řeky Želivky. Zde se pak nahromadí mnoho jedinců na jednom místě, a to pod první příčnou překážkou na toku, kterou je jez bývalého mlýna (Bělský mlýn u obce Líska). Nahromaděné jikry na malém prostoru jsou zde velmi náchylné k znehodnocení vnějšími vlivy. Jedním ze zásadních vlivů, které jikry znehodnocuje je provoz slalomového kanálu dále proti proudu pod nádrží Trnávka. Během provozu ovlivňuje kanál trdliště krátkodobým, ale pro jikry devastujícím nárustem průtoku. Špičkování během vývoje jiker se zdá být hlavním, ale ne jediným problémem. Během jara dochází k plnění přehradní nádrže a zvedání hladiny, což má za následek i postupné zvedání hladiny nad vyvíjejícími se jikrami a snižování rychlosti proudění nad nimi. To umožňuje snadnější dostupnost jiker oportunistickým predátorům jiker. Jedním z predátorů jiker je například ouklej obecná, která navíc využívá odlepování jiker z podkladu během zvýšených průtoků (Šmejkal et al., 2018). Cejn velký je schopen vyžít i jikry přilepené na kamenech a vzhledem k jeho početnosti v nádrží je schopen zdecimovat bolení trdliště, pokud k tomu dostane příležitost.

Velikost populace bolena dravého v nádrží Švihov je odhadnuta na přibližně 2000–3000 dospělých jedinců a je meziročně víceméně stálá. Dospělé ryby vstupující do reprodukce migrují do ústí hlavního přítoku (řeka Želivka) během jara (březen a duben). Bolení k výtěru potřebují kamenitý substrát a proud $10\text{--}50\text{ cm.s}^{-1}$. Jikry potřebují ke zdárnému vývoji překonat přilepené na substrátu přibližně 20 dní do vykolení váčkového plůdku (Bartoň et al., 2021). Ve vodní nádrží Švihov je populace bolenů každoročně a dlouhodobě podporována umělým výtěrem bolenů, kteří jsou chyceni v jarním období a plůdek je sádkově vychován, dokud není vypuštěn v pozdním letním období do nádrže (obvykle první polovina září) (Blabolil et al., 2020). Tento přístup dle posledních poznatků zajišťuje jejich přežití na lokalitě, neboť přirozený výtěr je ovlivňován negativními faktory, zejména fluktuacemi průtoku hlavního přítoku (tzv. špičkováním) a predací jiker kaprovitými rybami (Šmejkal et al., 2017a; Bartoň et al., 2022).

Slalomový kanál pod přehradní nádrží Trnávka, který je v provozu několikrát za sezónu výtěru a vývoje jiker bolenů dravých, vypouští dvakrát denně po dobu jedné hodiny přibližně čtyř až šesti násobně vyšší průtoky než po zbytek dne. Na trdliště tak přichází silná průtoková vlna s frekvencí přibližně dvakrát až třikrát týdně a zabraňuje vývoji jiker (Bartoň et al., 2021).

V případě želivského trdliště vysoké denní průtoky vedou ke spláchnutí jiker nakladených v nočních hodinách (kdy jsou průtoky nejnižší a tření bolenů dosahuje nejvyšší aktivity; Šmejkal et al., 2018) a přímo tak zabráňují úspěšné reprodukci bolenů, respektive přežití vytřených jiker. Jikry sedimentované na dně nádrže dle našich experimentálních dat umírají.

Úkolem průzkumu, který je předmětem této zakázky, bylo monitorovat tření bolenů snímky jiker a zhodnotit vliv kolísání průtoků (špičkování) na osud výtěru bolena dravého v roce 2025.

2 Metodika

Ke sledování aktivity tření jsou v lokalitě používány anténové systémy pro pasivní telemetrii, které umožňují sledování pohybu označených bolenů. Průzkum třecího hejna byl zahájen 19. 3. 2025 instalací tří anténových bran (Oregon HDX RFID PIT-tag single-reader systém) na přítoku vodní nádrže Švihov u Bělského mlýna a monitoring byl ukončen 15. 5. 2025.

Odlov bolenů probíhal pomocí elektrolovné lodi vybavené motorovým agregátem vyrábějící pulzní proud (EL 65 II GL DC, Hans Grassel, Schöna am Königsee, Německo, 13 kW, 300/600 V). U každého uloveného bolena byla zaznamenána standardní délka (délka těla bez ocasní ploutve), celková délka, hmotnost a pohlaví. Každý ulovený jedinec byl uspán pomocí anestetika MS-222. Poté mu byly odebrány tři šupiny 5 cm nad břišní ploutví, na jejichž místě byl proveden 4 mm dlouhý řez pro implantaci individuální značky PIT-tag dle metodiky značení kaprovitých ryb (Skov et al., 2005; Šmejkal et al., 2019). Po zotavení z anestetik byli boleni šetrně vypuštěni v blízkosti jejich ulovení. U značených zpětně ulovených ryb byl zaznamenán individuální kód PIT-tagu pomocí ruční čtečky a bolen nebyl znovu značen.

Početnost jiker na trdlišti byla monitorována pomocí 20 snímacích čtverců (30×30 cm) v intervalu po cca 5 dnech, nebo v závislosti na špičkování. 10 čtverců bylo umístěno do hlavního třecího místa bolenů, tedy pod jezem v místě, kde byla nainstalována protišpičkovácí bariéra a 10 do druhého ramena řeky (oddělené ostrovem). Čtverce byly rozmístěny vždy z levého „L“ a pravého „P“ břehu a označeny čísly 1–5 směrem proti proudu. Hlavní trdliště bylo označeno jako „A“ a hlavní koryto „B“ (Obrázek 1). Navíc bylo v hlavním třecím místě bolenů umístěno 5 dlaždic (40×40 cm), které umožnily po vyzvednutí snímání jiker před špičkou a po špičce nehledě na zakalenou vodu. Protišpičkovácí bariéra (deflektor proudu) byla instalována 2. 4. 2025, aby snížila následky špičkování.

3 Výsledky

Podle anténových záznamů i početnosti jiker na trdlišti, probíhalo letos hlavní tření od začátku do poloviny dubna. Celkem bylo při jarním monitoringu dospělců bolena dravého při 16 odlovech elektrickým agregátem (od 22. 3. do 28. 4.) zjištěno 405 jedinců vyskytujících se v blízkosti trdliště. Z tohoto počtu bylo 207 samců a 184 samic (14 nedospělých, nebo pohlavně neurčitelných jedinců). Počet značených jedinců z předchozích let činil 157 jedinců, z čehož bylo 94 samců a 62 samic. Na základě poměru ulovených značených a neznačených jedinců byl proveden odhad populace pro tento rok. Odhad populace třetího hejna bolena dravého v EVL Želivka tak činí pro letošní rok 452 samců a 504 samic.

Velikostní složení ulovených jedinců při letošních odlovech bylo porovnatelné s předchozími roky sledování třetího hejna. Tření se účastní převážně jedinci od délky těla 40 cm, největší jedinci lehce přesahují 60 cm.

Monitoring jiker pomocí kamerových snímků ukázal, že naprostá většina jiker byla vytřena v bočním řečišti – obvyklém hlavním místě tření (Obrázek 2). Jikry byly přítomny na trdlišti od 1. 4. a následně 3. 4. došlo k první špičce, při které se potvrdila předchozí studie, že protišpičkovací bariéra – deflektor proudu je schopna část jiker zachránit před stržením (Bartoň et al., 2023). Opakované špičky, ke kterým došlo dále 7., 8., 15., a 22. 4., měly ničivý dopad a jejich početnost už jen klesala a 22. 4. už nebyly žádné jikry přítomny až do konce sledování, ač by se v té době ještě měly v závislosti na teplotě vyvíjet (Obrázek 3). Za dané teploty je odhadovaná doba vývoje 20 cca dní (Targonska et al., 2008). Špičkování dále způsobuje výrazné zakalení vody, které jikry poškodí – udusí (Obrázek 4). To se projevilo zplesnivěním odumřelých jiker, což se po 9.4. ukázalo na většině snímcích. Stejný výsledek ukázalo i bezprostřední snímkování pomocí dlaždic (Obrázek 5). První špičku přečkala velká část jiker, avšak po následující špičce jejich množství na dlaždicích výrazně pokleslo. V důsledku špičkování, které působilo nejen mechanickým odtržením jiker, ale i zvýšením množství unášeného kalu, postupně došlo k jejich odumírání, zaplísnění, a nakonec k úplné ztrátě ze všech dlaždic.

Průtoky během špičky jsou vyneseny v hydrografech na třech stanicích nad sledovanou lokalitou (Obrázek 6–8). Špička se mírně roztáhne mezi jejím vznikem a dopadem na trdliště bolenů, ale maximální průtok je obdobný jako v měrné stanici Tukleky, což potvrdilo i ruční měření nad lokalitou (SonTek Flowtracker2 – Tabulka 1).

4 Diskuse

Dlouhodobě sbíraná data jednoznačně ukazují (od roku 2019), že přirozené rozmnožování bolena dravého v nádrži Švihov není schopné zajistit dlouhodobé udržení populace bez externí podpory. Tato závislost na pravidelném umělém vysazování poukazuje na zásadní problémy v reprodukčním cyklu, přičemž za hlavní limitující faktor lze považovat hydrologické špičkování – tedy nárazové zvyšování průtoku v důsledku provozu slalomového kanálu.

K tomuto špičkování dochází typicky v jarním období, kdy probíhá tření. Prudké změny průtoku v krátkém čase vedou k mechanickému poškození jiker – ty jsou odtrhávány ze substrátu, unášeny proudem, zaneseny kalem, což vede k jejich úhynu. V době, kdy by jikry potřebovaly stabilní prostředí, dochází k opakovaným hydrologickým výkyvům, které reprodukční úspěšnost dramaticky snižují až znemožňují.

Predace jiker kaprovitými druhy (např. cejn, ouklej) sice rovněž hraje roli, ale její dopad je sekundární ve srovnání s destruktivním vlivem hydrologického špičkování. Zvláště kritické je období konce třetí sezóny, kdy už jikry nejsou schopny kompenzovat opakované poruchy prostředí, a dochází k jejich masivnímu úhynu.

Z hlediska genetické diverzity populace je přirozená reprodukce nenahraditelná. Umělý výtěr, ač prováděný z místních ryb, se zpravidla omezuje jen na několik desítek jedinců, jejichž potěr je následně odchováván v oddělených rybnících bez vzájemného míchání. Výsledkem je, že při vysazování může být celá kohorta založena na potomstvu několika málo rodičů, což vede ke snížení genetické rozmanitosti populace – zejména pokud není tento efekt kompenzován úspěšným přirozeným výtěrem (Araki & Schmid, 2010).

Z tohoto pohledu je stabilní a nenarušené prostředí v období tření zásadní podmínkou nejen pro udržení početnosti, ale především pro zachování genetického zdraví populace bolena dravého v nádrži Švihov. Pokud bude i nadále docházet k hydrologickému špičkování v kritické době tření, přirozená reprodukce zůstane nadále marginální a populace bude trvale závislá na umělé podpoře. V posledních dvou letech to navíc vypadá, že tento proces snižuje i početnost třetího hejna. Odhad početnosti v letech 2024 a 2025 je poloviční proti předchozím rokům v dlouhodobém sledování.

5 Závěr

Výsledky této zprávy potvrzují výsledky naší předchozí studie (Bartoň et al., 2021), kdy provoz slalomového kanálu v období tření bolena je neslučitelný s jeho úspěšným přirozeným rozmnožováním, respektive přežitím jiker. Špičkování nepochybně způsobilo postupnou ztrátu

naprosté většiny, ne-li všech, jiker vytřených v přítoku nádrže. Lze předpokládat, že letošní doplněk z přirozeného výtěru bude nulový.

Během rozmnožování bolenů v nádrži Švihov dochází ke každoročním antropogenním vlivům ovlivňujícím až zamezujícím přirozené rozmnožování. Švihovská populace bolena dravého se tedy dle všech indicií zdá být uměle udržována díky umělému výtěru a zarybňovacímu plánu státního podniku, Povodí Vltavy. Každoroční doplnění populace v poměrně rozsáhlém měřítku sice zajišťuje přítomnost druhu v nádrži, ale zároveň snižuje jeho genetickou variabilitu, což bude mít závažné následky, jako jsou vyšší náchylnosti k onemocněním. Přirozenou reprodukci a přirozenou selekci v ranných stádiích vývoje by tedy bylo záhodno obnovit, neboť se jedná o lokalitu řazenou do soustavy chráněných území NATURA 2000. Trdliště bolenů je prostorově omezeno a při zastavení špičkování navrhujeme možnost zprůchodnění jezu (či jezů) po případné studii dopadů na tok nad nádrží. K tomuto řešení se doporučuje přistoupit co nejdříve.

Doporučení pro zajištění úspěšného přirozeného výtěru a udržení stabilní populace bolena dravého

- Omezení špičkování z nádrže Trnávka: Na základě předchozí studie vlivu špičkování (Bartoň et al., 2021) i toho sledování, doporučujeme omezit provoz vodního slalomového kanálu v období rozmnožování, vývoje jiker a rozplavávání plůdku bolena (cca od 20. března do 31. května). Doba ochrany je doporučena podle obvyklého načasování tření bolena dravého na této lokalitě (Šmejkal et al., 2017b, 2023) závislého na teplotě, ale i dalších environmentálních faktorech a na době embryonálního vývoje (Targonska et al., 2008). Plůdek i po vykulení setrvává v substrátu, kde je náchylný k zanesení kalem (Nagel et al., 2020). Vysoké průtoky způsobují strhávání jiker do prudkých proudů, kde se stávají snadnou kořistí predátorů (zejména oukleje obecné), nebo sedimentují v nevhodných podmínkách pro další vývoj. Navíc je v době špičkování výrazně zvýšen zákal vody, což vede k usmrcení jiker či embryí jejich zadušením.
- Za předpokladu omezení špičkování doporučujeme odstranění jezů nad trdlištěm. Pro toto opatření však upozorňujeme na potřebu studie vlivu na další organismy. Předchozí úprava řečiště popsaná ve studii (Bartoň et al., 2023) spolu s instalací deflektoru proudu měla jen omezený a krátkodobý efekt. Zprůchodnění by zvětšilo plochu trdliště, která by pak nemusela být tak prostorově omezená a náchylná k vnějším přirozeným vlivům.
- Omezení zásahů v době tření: V období rozmnožování je zásadní nevykonávat žádné zásahy ve vodním toku přímo na trdlišti ani v jeho bezprostředním okolí. Zejména pohyb těžké techniky může způsobit výrazný zákal, který ohrožuje vývoj jiker a čerstvě vylíhlého plůdku.
- Zajištění genetické integrity populace: Vzhledem k závislosti bolena na umělém výtěru je nezbytné, aby byl genetický materiál odebírán výhradně z populace nádrže Švihov. Tím se minimalizuje riziko zavlečení cizího genofondu, který by mohl být méně adaptovaný na místní podmínky a narušit genetickou stabilitu populace.

- Optimalizace umělého výtěru: Současné počty bolenů využívaných k umělému výtěru nepředstavují ohrožení stabilní populace, naopak přispívají k jejímu udržení vzhledem k nízké až nulové přirozené reprodukci. Je však vhodné maximálně navýšit počet jedinců zařazených do výtěru, aby se zachovala co nejširší genetická variabilita. Je třeba si však uvědomit, že i přes tato opatření umělý výtěr z dlouhodobého hlediska nenahrazuje přirozenou selekci a snižování genetické diverzity zůstává zásadním rizikem. Monitoring ukazuje, že mortalita bolenů použitých k výtěru není vyšší než u ryb označených a navracených zpět do nádrže.
- Ochrana trdliště před pytláctvím: Trdliště by měla být v období tření aktivně chráněna. I když bolen v této době nepřijímá potravu, může agresivně reagovat na podněty ve vodním sloupci (např. umělé nástrahy) a stává se snadným cílem pytláků. Zvýšený dohled a prevence nelegálního rybolovu jsou tedy na místě.

Poděkování

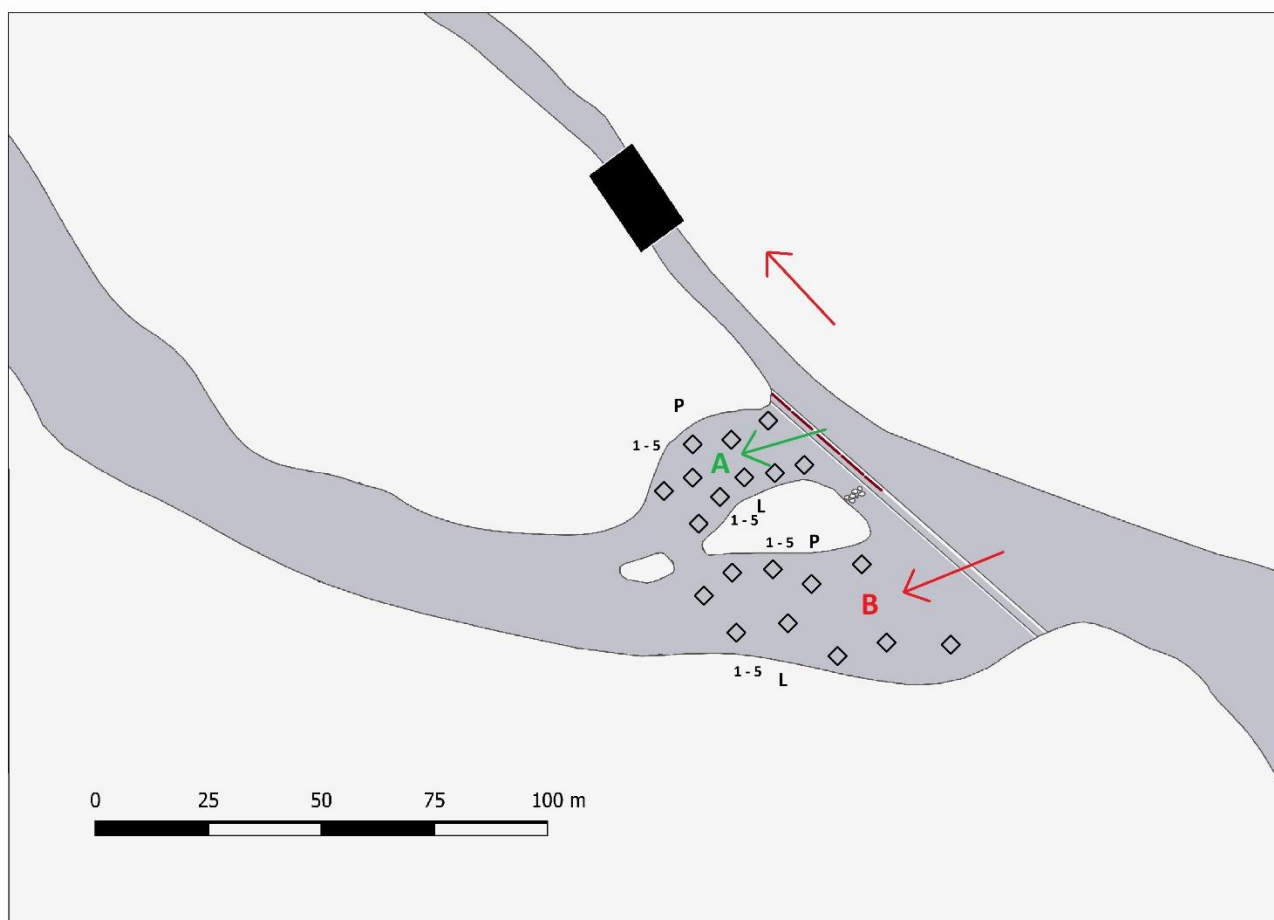
Závěrem děkujeme Agentuře ochrany přírody a krajiny České republiky a Povodí Vltavy, státnímu podniku, za umožnění průzkumu, poskytnutá data o průtocích a vstřícné jednání a kraji Vysočina za umožnění a podporu průzkumu evropsky významné lokality bolena dravého.

Literatura

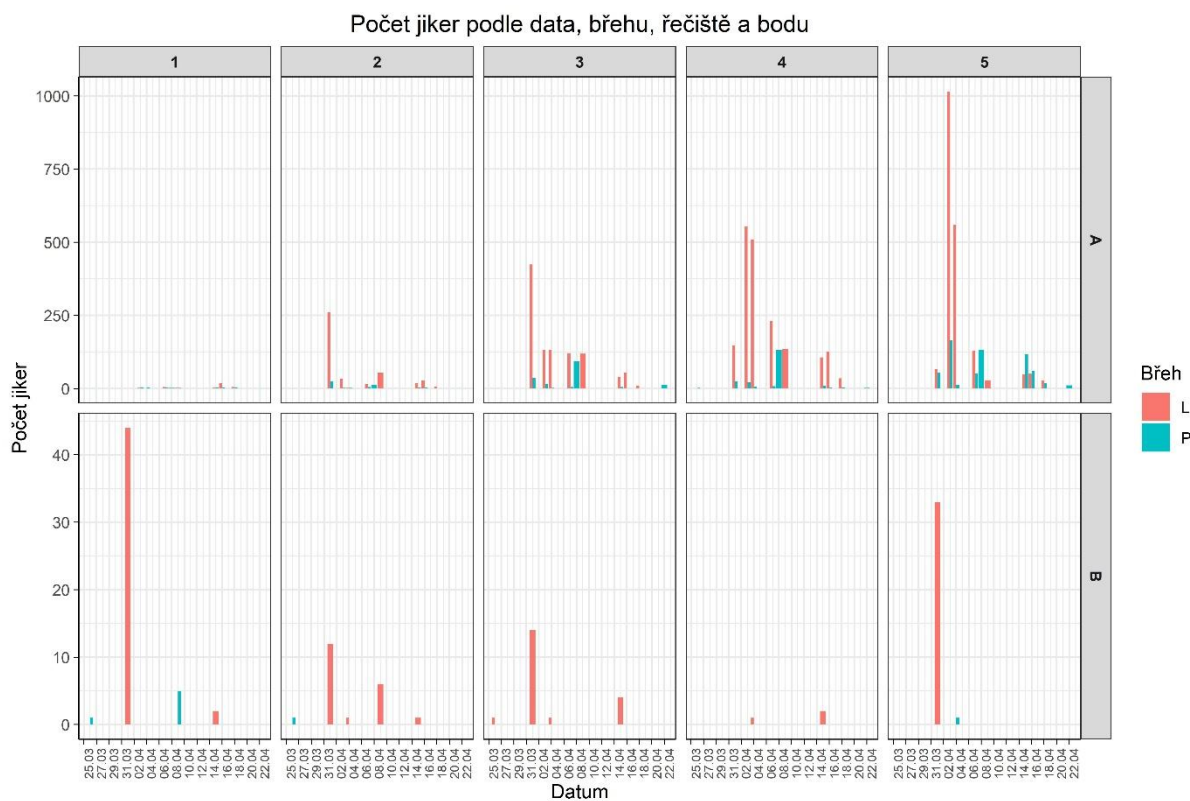
- Araki, H., & Schmid, C., 2010. Is hatchery stocking a help or harm?: Evidence, limitations and future directions in ecological and genetic surveys. *Aquaculture* 308: S2–S11.
- Bartoň, D., Blabolil, P., Sajdlová, Z., Vejřík, L., Souza, A. T., Kubečka, J., & Šmejkal, M., 2021. Effects of hydropeaking on the attached eggs of a rheophilic cyprinid species. *Ecohydrology* 14: e2280.
- Bartoň, D., Brabec, M., Sajdlová, Z., Souza, A. T., Duras, J., Kortan, D., Blabolil, P., Vejřík, L., Kubečka, J., & Šmejkal, M., 2022. Hydropeaking causes spatial shifts in a reproducing rheophilic fish. *Science of The Total Environment* 806: 150649.
- Bartoň, D., Sajdlová, Z., Kolařík, T., Kubečka, J., Duras, J., Kortan, D., & Šmejkal, M., 2023. Use of a flow deflector to protect rheophilic fish spawning grounds during hydropeaking. *River Research and Applications* 39: 561–569.
- Bartoň, D., Brabec, M., Sajdlová, Z., Blabolil, P., Kubečka, J., & Šmejkal, M., 2025 (in prep.). Human-altered rivers amplify the predation risk for rheophilic fish eggs. *Ecohydrology* (in review).
- Blabolil, P., Bartoň, D., Halačka, K., Kočvara, L., Kolařík, T., Kubečka, J., Šmejkal, M., & Peterka, J., 2020. The fate of 0+ asp (*Leuciscus aspius*) after being stocked in a reservoir. *Biologia* 75: 989–996.
- Deinet, S., Scott-Gatty, K., Rotton, H., Twardek, W. M., Marconi, V., McRae, L., Baumgartner, L. J., Brink, K., Claussen, J. E., Cooke, S. J., Darwall, W., Eriksson, B. K., Garcia de Leaniz, C., Hogan, Z., Royte, J., Silva, L. G. M., Thieme, M. L., Tickner, D., Waldman, J., ... Berkhuysen, A., 2020. The Living Planet Index (LPI) for migratory freshwater fish: Technical Report. World Fish Migration Foundation.
- Frankham, R., 2005. Genetics and extinction. *Biological Conservation* 126(2): 131–140.
- Laikre, L., Schwartz, M. K., Waples, R. S., Ryman, N., & The GeM Working Group, 2010. Compromising genetic diversity in the wild: unmonitored large-scale release of plants and animals. *Science* 330(6007): 312–313.
- Lusk, S., Hanel, L., & Lusková, V., 2004. Red List of the ichthyofauna of the Czech Republic: Development and present status. *Folia Zoologica* 53: 215–226.
- Nagel, C., Mueller, M., Pander, J., & Geist, J., 2020. Making up the bed: Gravel cleaning as a contribution to nase (*Chondrostoma nasus* L.) spawning and recruitment success. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 30: 2269–2283.

- Skov, C., Brodersen, J., Bronmark, C., Hansson, L.-A., Hertonsen, P., & Nilsson, P. A., 2005. Evaluation of PIT-tagging in cyprinids. *Journal of Fish Biology* 67: 1195–1201.
- Šmejkal, M., Baran, R., Blabolil, P., Vejřík, L., Prchalová, M., Bartoň, D., Mrkvička, T., & Kubečka, J., 2017a. Early life-history predator-prey reversal in two cyprinid fishes. *Scientific Reports* 7: 6924.
- Šmejkal, M., Ricard, D., Vejřík, L., Mrkvička, T., Vebrová, L., Baran, R., ... & Kubečka, J., 2017b. Seasonal and daily protandry in a cyprinid fish. *Scientific Reports* 7: 4737.
- Šmejkal, M., Blabolil, P., Bartoň, D., Duras, J., Vejřík, L., Sajdlová, Z., Kočvara, L., & Kubečka, J., 2019. Sex-specific probability of PIT tag retention in a cyprinid fish. *Fisheries Research* 219: 105322.
- Šmejkal, M., Souza, A. T., Blabolil, P., Bartoň, D., Sajdlová, Z., Vejřík, L., & Kubečka, J., 2018. Nocturnal spawning as a way to avoid egg exposure to diurnal predators. *Scientific Reports* 8: 15377.
- Šmejkal, M., Bartoň, D., Blabolil, P., Kolařík, T., Kubečka, J., Sajdlová, Z., ... & Brabec, M., 2023. Diverse environmental cues drive the size of reproductive aggregation in a rheophilic fish. *Movement Ecology* 11: 16.
- Targonska, K., Zarski, D., & Kucharczyk, D., 2008. A review of the artificial reproduction of asp, *Aspius aspius* (L.), and nase, *Chondrostoma nasus* (L.). *Archives of Polish Fisheries* 16: 341–354.
- TACR ZETA 2, 2019–2021. Zvýšení přirozeného reprodukčního potenciálu rheofilních ryb na člověkem ovlivněných tocích, projekt TJ02000012. Závěrečná zpráva.

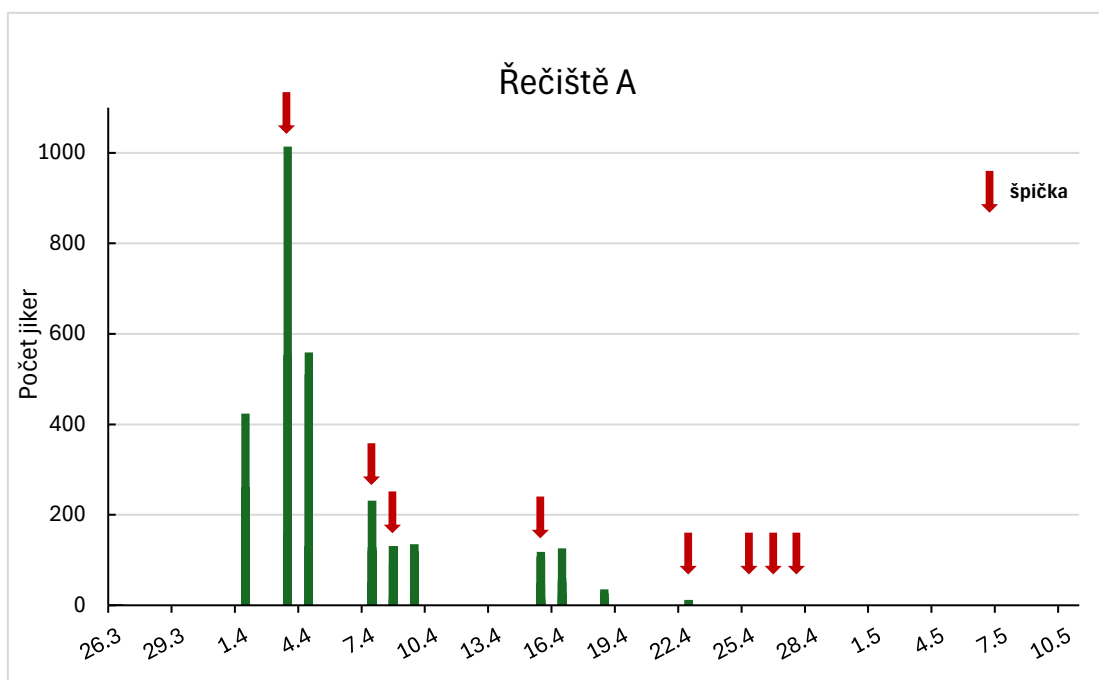
Obrazová příloha



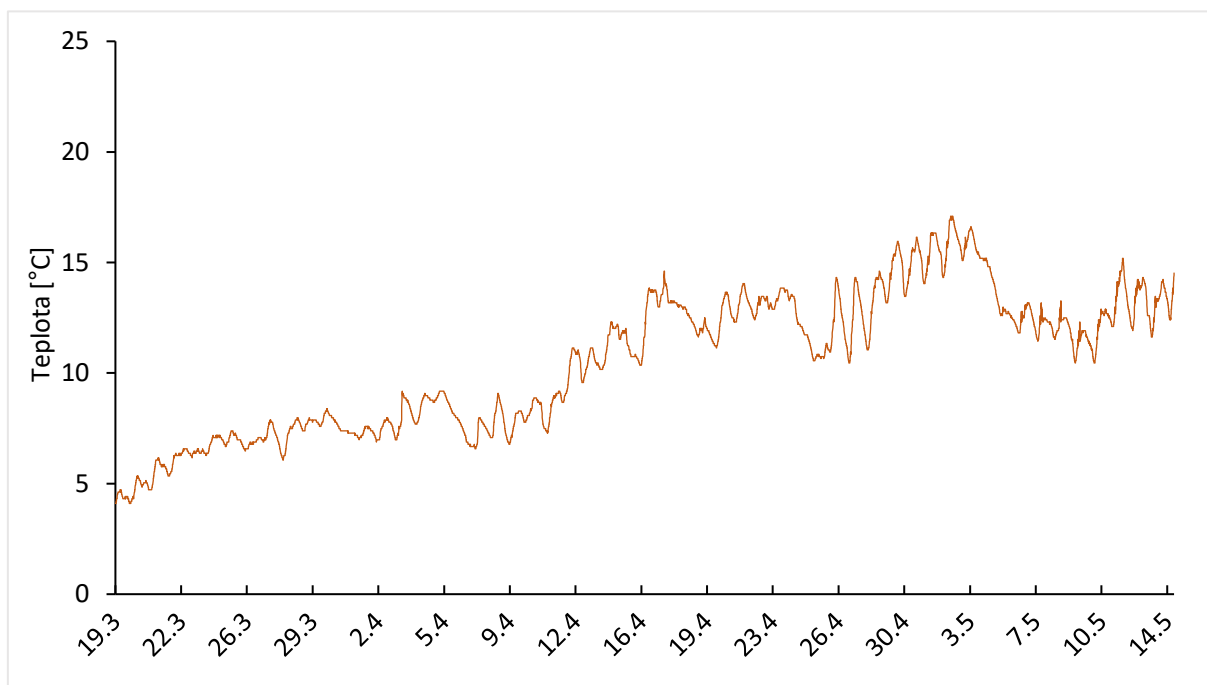
Obrázek 1: Umístění čtverců na pozorování jiker. Čtverce byli rozmístěny vždy z levého „L“ a pravého „P“ břehu a označeny čísla 1–5 směrem proti proudu. Trdliště (boční řečiště) bylo označeno jako „A“ a hlavní koryto „B“. V roce 2025 byla jako obvykle většina jiker vytřena pod jezem v bočním řečišti, a tedy pod protišpičkovací bariérou znázorněnou na jezu.



Obrázek 2a: Počet jiker ve sledovaných čtvercích. Po 22. 4. snímkování pokračovalo, ale nebyly už zaznamenány žádné přítomné jikry. Naprostá většina jiker byla deponována v trdlišti A, počty jiker v hlavním řečišti B jsou zanedbatelné.



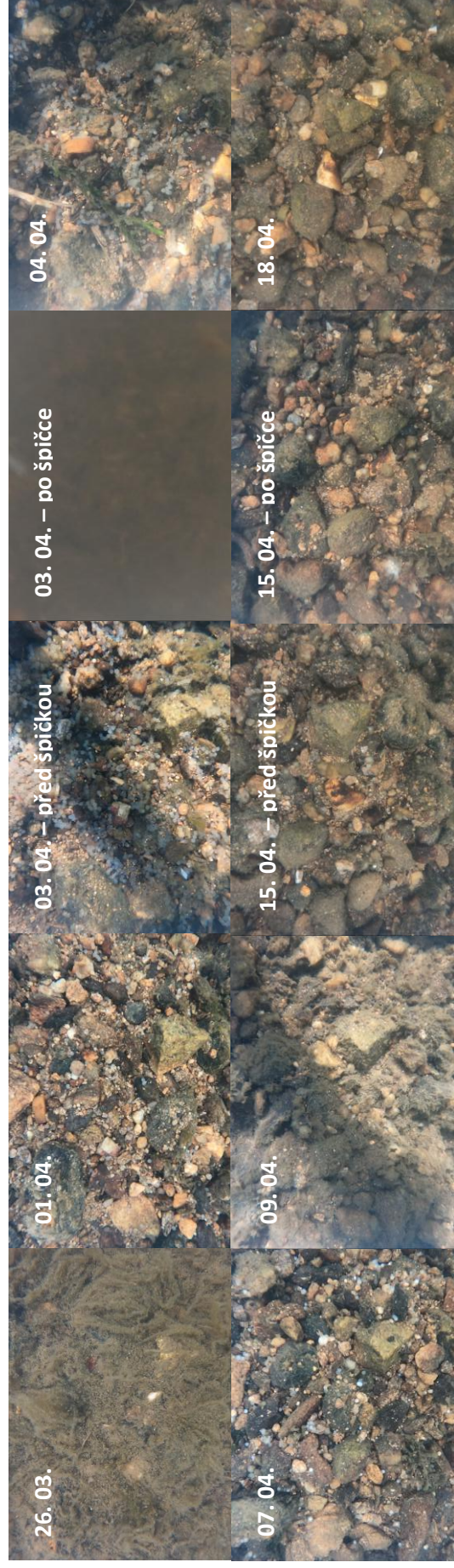
Obrázek 2b: Počet jiker ve sledovaných čtvercích – řečiště A. Po 22. 4. snímkování pokračovalo, ale nebyly už zaznamenány žádné přítomné jikry. Naprostá většina jiker byla deponována v trdlišti A, počty jiker v hlavním řečišti B jsou zanedbatelné. Červené šipky – špičkování.



Obrázek 3: Teplota vody v přítoku do nádrže Švihov – v místě tření bolena dravého.



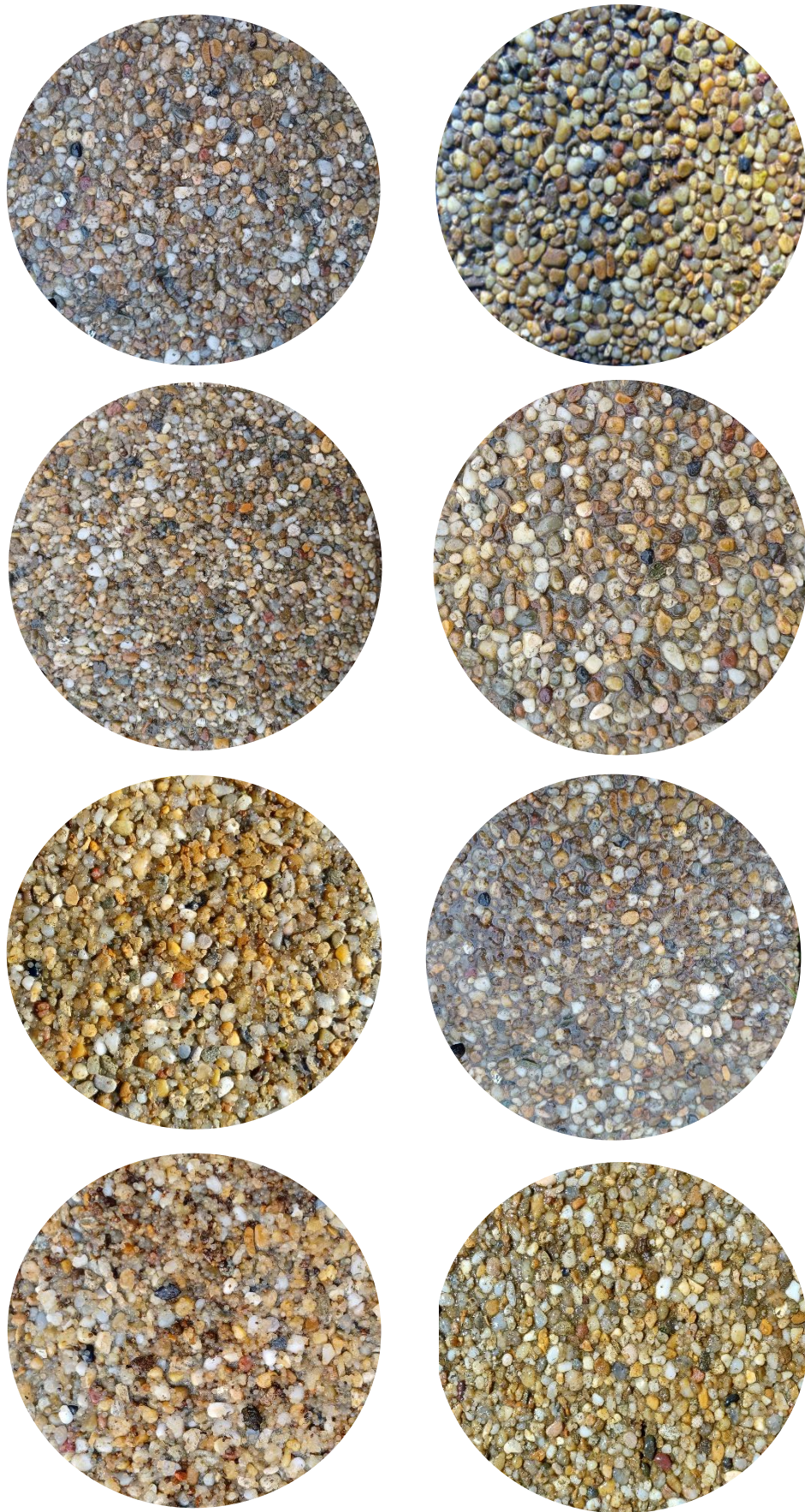
Obrázek 4a: Časosběrný záznam substrátu během špičkování, které způsobuje značné zakalení vody.



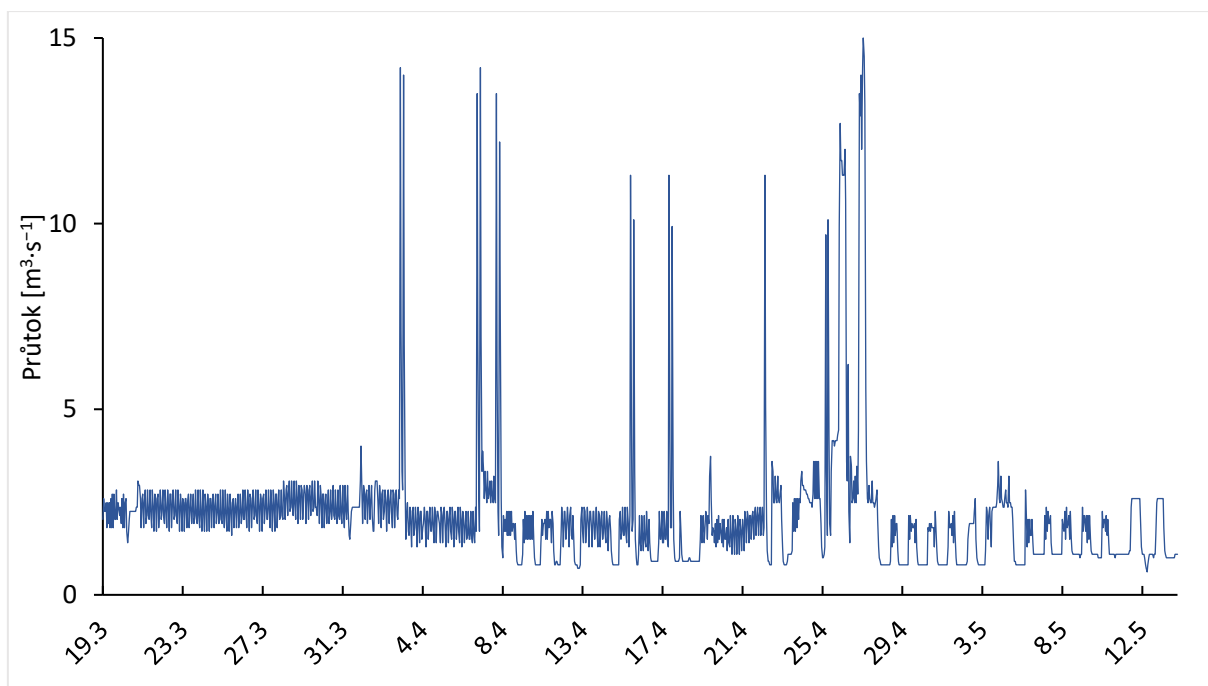
Obrázek 4b: Časosběrný záznam vývoje jiker – řečiště A, levý břeh, bod 5.



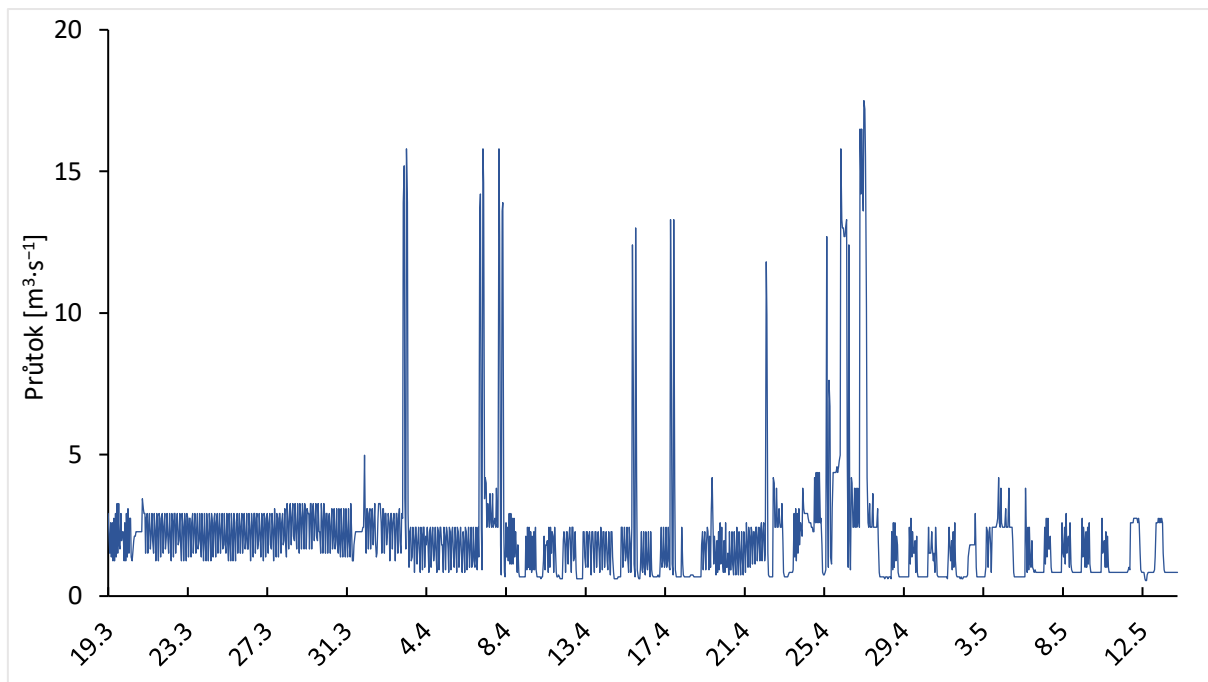
Obrázek 5a: Časoběrný záznam vývoje jiker na dlaždicích – řečiště A, bod 4.



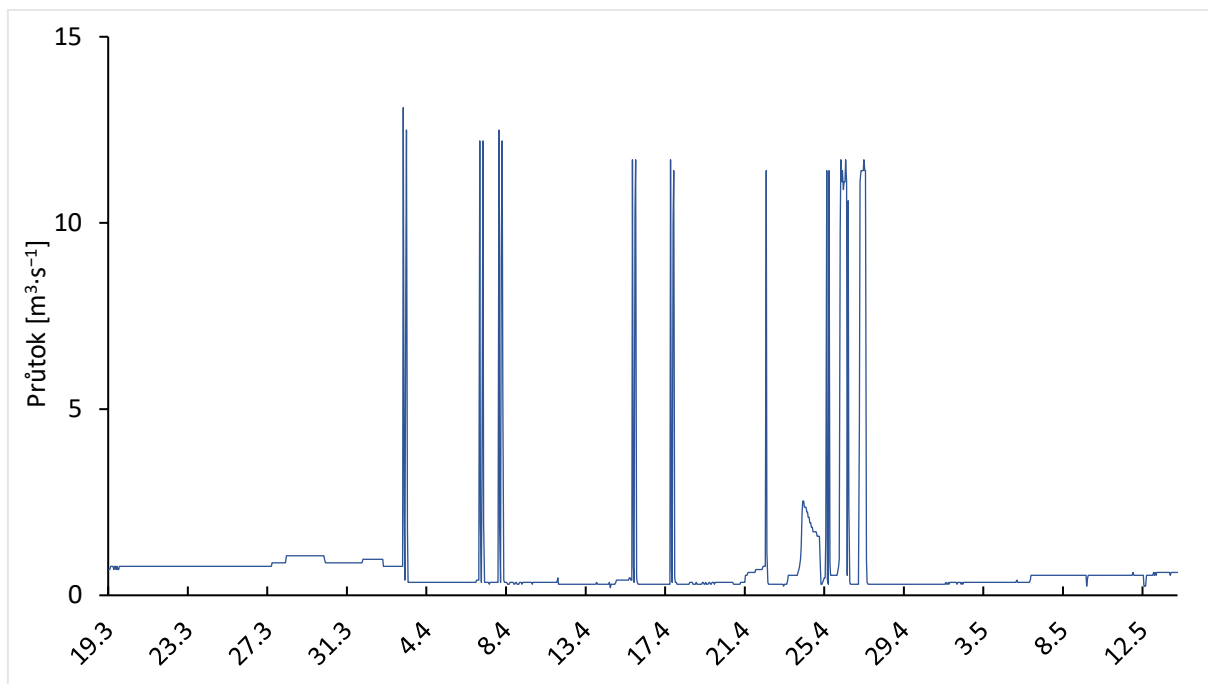
Obrázek 5b: Časosběrný záznam vývoje jiker na dlaždicích (detailní náhled) – řečiště A, bod 4.



Obrázek 6: Průtok v nejbližší měrné stanici Tukleky, který přímo dopadá na přítokovou část nádrže Švihov a na trdliště bolenů. (zdroj dat: chmi.cz)



Obrázek 7: Průtok řeky Želivky v měrné stanici Poříčí. (zdroj dat: chmi.cz)



Obrázek 8: Průtok řeky Třavy – levého přítoku Želivky a původce hlavního špičkování. Měrná stanice Trnávka. (zdroj dat: chmi.cz)

Tabulky

Tabulka 1: Porovnání měřených průtoků s vodoměrnou stanicí Tukleky 2. a 3.4. 2025

Datum	Průtok SonTek - Flowtracker2			Průtok stanice Tukleky		
	Lokalita	Čas měření	Naměřený průtok (m3)	Čas dotoku od st. Tukleky	Průtok na stanici Tukleky	Čas měření Tukleky
02.04.2025	Jez Tukleky (3)	17:00:00 - 17:20	2,8557	0:00	2,854	17:00
02.04.2025	most Miletín (5)	18:30 - 19:00	3,1664	1:15	2,48	18:00
03.04.2025	most Miletín (5)	13:30 - 14:00	10,2744	1:15	10,6	12:40