VRV | VODOHOSPODÁŘSKÝ ROZVOJ A VÝSTAVBA

KONFERENCE

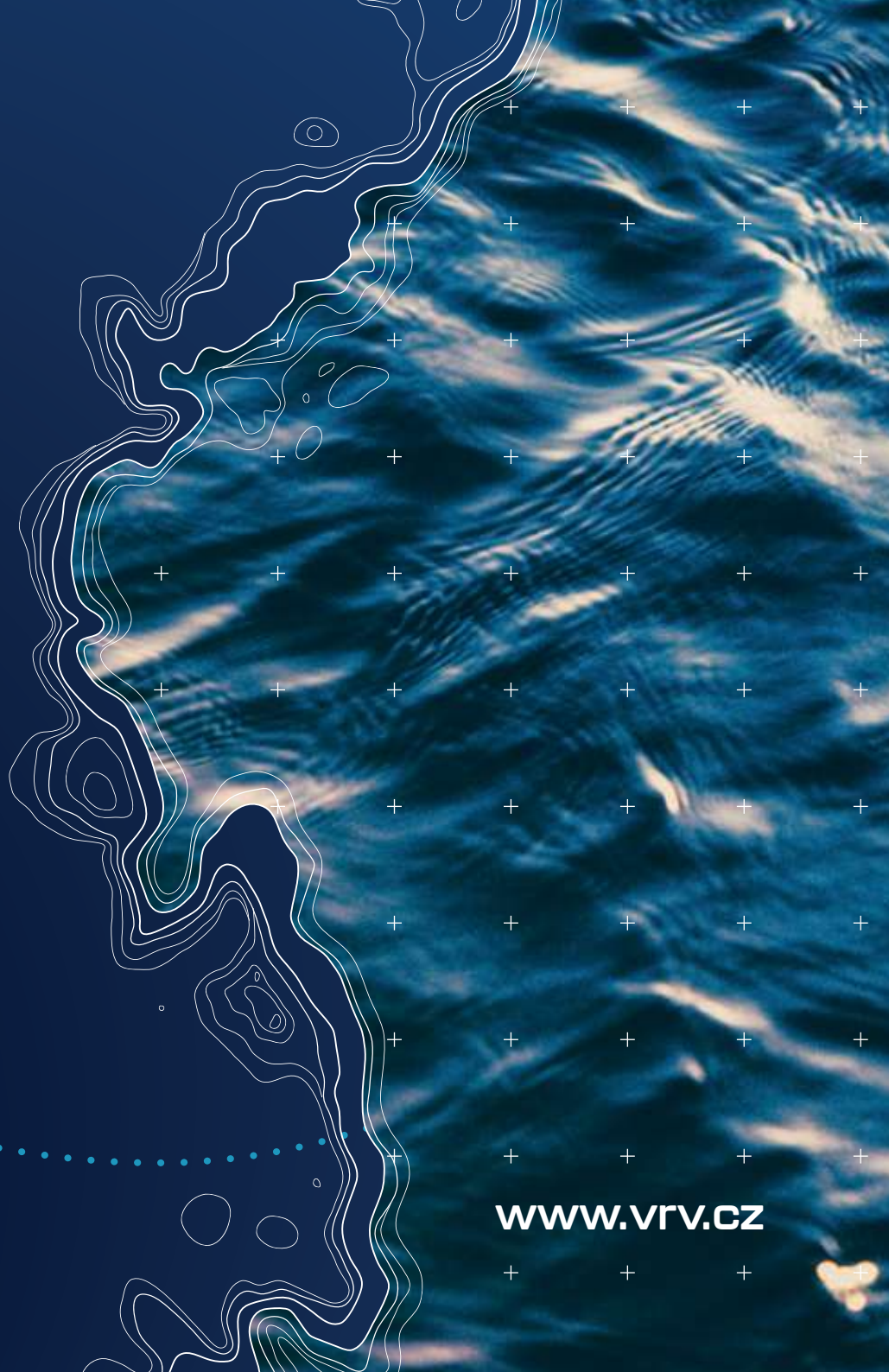
2026 VODNÍ TOKY

Sborník

24. - 25. 11. 2026

KONGRESCENTRUM ALDIS HRADEC KRÁLOVÉ

Proudem hlavních témat
z celého roku



www.vrv.cz

Obsah

Stará Podlužianka – návrat vody do zabudnutého koryta 3
Vodohospodářská krajinotvorná opatření z hlediska zadržování vody v krajině 14
Otava má dva nové rybí přechody; Vrcovice a Mrskoš 16
Jakost povrchových vod pod čistírnami odpadních vod v období hydrologického sucha a její role při stanovování minimálních zůstatkových průtoků 17
Oživenie vodných tokov a chránených území v povodí dolnej žitavy - pokračovanie 21
Tvarové charakteristiky výmolu kolem pilíře kruhového průřezu 24
Protipovodňová ochrana obce Troubky – technické řešení a stav přípravy stavby 28
Analýza možností zlepšenia protipovodňovej ochrany Bratislavy 32
Vývoj kvality vod v době klimatické změny na Dyji: význam samočištění a morfologické rozmanitosti 36
Likvidace invazních druhů rostlin v rámci Povodí Vltavy, státní podnik: systematická ochrana vodních toků a krajiny 40
Kvalita vody přítoků do CHKO Soutok v období sucha 42
Péče o břehové porosty – zajištění bezpečnosti z pohledu správce vodního toku 46
Šumavské toky po období acidifikace: stav rybích společenstev a doporučení pro rybářský management 48
Odra – posouzení maximální kapacity ochranných hrází v Ostravě 52
Zkušenosti s přípravou a realizací opatření na odstranění povodňových škod na vodních tocích Bělá a Staříč 54
Diskuze k rozvolňování koryt vodních toků v městských tratích 57
Průběh hydrologického sucha 2026 v digitálním dvojčeti dyje a svratky: predikce a modelování adaptačních opatření 62

Stará Podlužianka – návrat vody do zabudnutého koryta

Ing. Erik Harman, Ing. Slavomíra Kubíková, RNDr. Vladimír Druga

Slovenský vodohospodársky podnik, štátny podnik

Povodie Hrona, odštepný závod, Banská Bystrica
email: erik.harman@svp.sk

Abstrakt

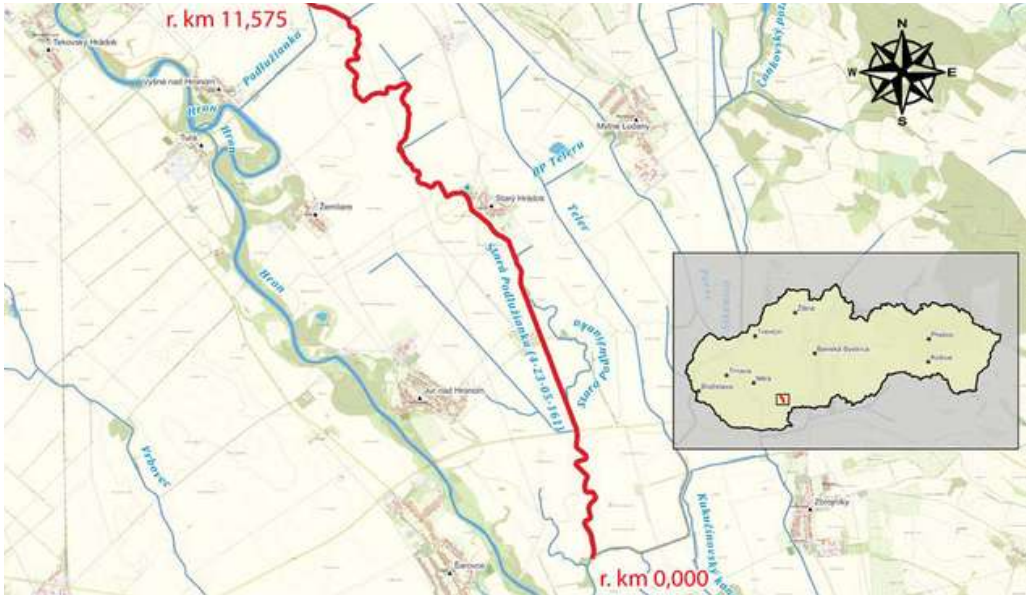
Príspevok predstavuje revitalizáciu 11,575 km dlhého pôvodného koryta vodného toku Starej Podlužianky, ktoré po výstavbe odľahčovacieho kanála a zhoršení funkčnosti rozdeľovacích objektov strácalo zavodnenie. Revitalizačné opatrenia boli zamerané na sfunkčnenie stavidiel, rozdelenie nízkych prietokov, selektívne odstránenie prekážok v hornom úseku koryta a doplnenie brehových porastov. Na základe výsledkov z terénnych obhliadok došlo k úprave revitalizačných opatrení v projektovej dokumentácii a následne počas realizácie aj k úpravám priamo v teréne. Po zrealizovaných revitalizačných opatreniach bolo viditeľné zavodnenie pôvodného koryta Starej Podlužianky v celej dĺžke, aj počas obdobia s deficitom zrážok.

Kľúčové slová: revitalizácia vodného toku, rozdelenie prietoku, stavidlá, hydromorfológia, adaptívne riadenie

Úvod

Revitalizácia vodného toku nemusí vždy znamenať obnovenie pôvodného tvaru koryta alebo odstránenie rozsiahleho technického opevnenia. V niektorých prípadoch je rozhodujúcim opatrením obnovenie prietokového režimu v koryte, ktoré zostalo v krajine zachované, ale v dôsledku historických zásahov prestalo plniť svoje pôvodné hydrologické a ekologické funkcie. Takýmto príkladom je vodný tok Stará Podlužianka južne od Levíc.

Stará Podlužianka je útvar povrchovej vody SKR0153, vymedzený ako prirodzený vodný útvar. Vodný plán Slovenska ho uvádza v priemernom ekologickom stave s nízkou spoľahlivosťou hodnotenia [1]. Revitalizačný projekt riešil pôvodné koryto v dĺžke 11,575 km od rozdeľovacieho objektu pod Levicami po ústie do vodného toku Sikenica. Cieľom bolo obnoviť súvislé prúdenie vody v pôvodnom koryte pri zachovaní prevádzkovej a povodňovej funkcie odľahčovacieho kanála a iniciovať obnovu biokoridoru v intenzívne využívanej poľnohospodárskej krajine.



Obr. 1. Poloha a priebeh Starej Podlužianky od rozdeľovacieho objektu po ústie do Sikenice. Zdroj: SVP, š. p.; ÚGKK SR, ZBGIS®. Mapové spracovanie: Ing. Erik Harman.

Východiskový stav

Podlužianka sa za mestskou časťou Levice-Géňa rozdeľuje na dve vetvy. Odľahčovací kanál, vybudovaný v roku 1953 v súvislosti s ČOV Levice, odvádza vodu kratšou trasou do vodného toku Hron. Pôvodné koryto pokračuje juhovýchodne cez poľnohospodársku krajinu, výrazne meandruje pri Starom Hrádku a ústi do vodného toku Sikenica [2]. Rozdelenie prietokov zabezpečovali stavidlá, ktorých technický stav sa postupne zhoršil. Spolu so zanesenými vtokovými profilmi vytvorili stav, pri ktorom väčšina vody odtekala odľahčovacím kanálom, zatiaľ čo pôvodné koryto počas období s deficitom zrážok lokálne vysychalo.

Hydrologické údaje SHMÚ pre profil Podlužianky v r. km 2,02 nad stavidlovými objektmi poukazujú na výrazný rozdiel medzi priemernými a nízkymi prietokmi. Dlhodobý priemerný prietok dosahuje 0,265 $m^3.s^{-1}$, kým Q_{364} predstavuje iba 0,006 $m^3.s^{-1}$ [3]. Pri nízkych prietokoch je preto rozhodujúci spôsob rozdelenia vody medzi 11,575 km dlhé pôvodné koryto a približne 2 km dlhý odľahčovací kanál.

Terénna obhliadka a bodové geodetické zameranie v júli 2025 potvrdili, že problém nespočíval iba v stavidlách. V približne 1,5 km pod stavidlovým objektom sa nachádzali lokálne vyvýšené miesta, nánosy sedimentu a zátarasy z konárov a padnutých kmeňov. Niektoré úseky boli suché, inde sa udržiavala stojatá alebo iba pomaly prúdiaca voda. Jemné sedimenty prekryli pôvodný štrkový substrát a oslabili hydromorfologickú aj migračnú funkciu toku. Zachované meandre a drevinové brehové porasty však predstavovali dobrý základ pre revitalizačné opatrenia.



Obr. 2. Pôvodný stav rozdeľovacieho objektu – nefunkčné stavidlo na vtoku do Starej Podlužianky a sedimentmi zanesený vtok. Foto: Ing. Slavomíra Kubíková, 11. 11. 2025.spracovanie: Ing. Erik Harman.

Návrh a realizácia opatrení

Riešenie vychádzalo z princípu, že pri nízkych prietokoch má väčšia časť prietoku gravitačne smerovať do dlhšieho pôvodného koryta. Odľahčovací kanál však musel zostať zavodnený a pri zvýšených prietokoch naďalej plniť svoju prevádzkovú a povodňovú funkciu. Nešlo preto o jeho odstavenie, ale o zmenu geometrie a ovládateľnosti rozdelenia prietoku.

Na stavidlovom objekte sa sanovali poškodené betónové časti, opravili manipulačné mechanizmy a do dvoch krajných haťových polí na vtoku do Starej Podlužianky sa osadili nové vretenové uzávery. Všetky polia sa tak stali ovládateľnými. Kamennými zahádzkami sa v oboch vetvách vytvorili zúžené nízkoprietokové kynety. Kyneta smerujúca do Starej Podlužianky má šírku približne 2 m a hĺbku 0,40 m; v smere odľahčovacieho kanála bola vytvorená kyneta široká 1,0 až 1,3 m a hlboká približne 0,30 až 0,40 m [4].

Súčasťou zásahu bolo aj selektívne prečistenie približne 1,5 km Starej Podlužianky od stavidlového objektu. Menšie kráčajúce rýpadlo odstránilo iba lokálne nánosy a zátarasy brániace prúdeniu. Nevytváral sa pravidelný technický profil, plošne sa neupravovali svahy a zachovala sa brehová vegetácia, členité brehy, hlbočiny aj mŕtve drevo, pokiaľ netvorilo prekážku v prietoku [5]. V nezatienených úsekoch sa vysadilo 720 vŕbových odrezkov a doplnkové sadenice pôvodných druhov drevín pri stavidlových objektoch. Realizácia prebiehala v rokoch 2025–2026 a bola financovaná z Plánu obnovy a odolnosti Slovenskej republiky, Komponentu 5 – Adaptácia na zmenu klímy.



Obr. 3. Úprava rozdeľovacieho objektu a formovanie nízkoprietokových kyniet kamennými zahádzkami. Foto: SVP, š. p., 22. 4. 2026.

Terénne overenie a korekcia riešenia

Prvé kontroly v januári a marci 2026 ukázali, že samotná rekonštrukcia objektu ešte nezabezpečila požadovaný účinok. Voda naďalej prúdila najmä do odľahčovacieho kanála a prítok do pôvodného koryta zadržiaval zátaras z konárov. Po jeho odstránení sa odkryli ďalšie výškové a sedimentačné prekážky v približne 1,5 km od stavidlového objektu. Na základe doplňujúceho zamerania sa preto spresnil rozsah selektívneho čistenia a korigovala sa geometria kamenného usmernenia.



Obr. 4. Sprietočnené meandrujúce koryto Starej Podlužianky počas záverečnej kontroly po období s výrazným deficitom zrážok.
Foto: RNDr. Vladimír Druga, 1. 7. 2026.

Priečny profil do odľahčovacieho kanála sa ešte viac zúžil kameňmi s väčšou frakciou a vtok do Starej Podlužianky sa upravil tak, aby sa obmedzilo usadzovanie jemných sedimentov a zvýšila rýchlosť prúdenia. Kontrola za účasti ekologického dozoru z 21. apríla 2026 už potvrdila výrazné prúdenie cez upravený vtok aj cez nadväzujúce pôvodné lesné koryto Starej Podlužianky [6]. Realizácia tak mala charakter adaptívneho procesu - návrh bol priebežne overovaný v teréne a korigovaný podľa skutočnej reakcie toku.

Prvé výsledky

Záverečná kontrola ekologického dozoru 1. júla 2026 sa uskutočnila po približne štyroch mesiacoch s výrazným deficitom zrážok. Napriek suchým podmienkam bola Stará Podlužianka súvislo zavodnená v celom 11,575 km pôvodnom koryte. V každom kontrolovanom profile bolo pozorované prúdenie. V hornom a strednom úseku dosahovala voda prevažne hĺbku 0,40 až 0,50 m, v dolnom úseku približne 0,30 m [6].íTerénne pozorovanie potvrdilo smerovanie väčšej časti nízkeho prietoku do pôvodného koryta Starej Podlužianky, pričom čiastočný prietok zostal zachovaný aj v odľahčovacom kanáli. V Starej Podlužianke sa striedali pokojné nížinné úseky so zúženými čerivými miestami. Prúdenie lokálne odkrývalo štrkové dno a v strednej a dolnej časti sa prejavil odnos dlhodobo uložených jemných sedimentov. Voda bola pri kontrole vizuálne priehľadná, bez zápachu a bez predchádzajúceho rozsiahleho pokryvu žaburinkou. Zaznamenaný bol aj výskyt rýb vo vtokovom a dolnom úseku pod obcou Starý Hrádok. Ide o priaznivé prvé pozorovania, nie o úplné hodnotenie ekologického alebo chemického stavu.



Obr. 5. Stav Starej Podlužianky približne 250 m za stavidlom. Foto: Ing. Erik Harman
a) Stav pred revit. opatreniami, 18.03.2026 b) Stav po revit. opatreniach 22.04.2026

Poznatky pre ďalšiu prevádzku

Revitalizácia Starej Podlužianky ukázala, že o výsledku obnovy dlhého pôvodného koryta môže rozhodnúť krátky kritický úsek pri vtoku. Sfunkčnenie stavidiel bolo nevyhnutné, ale účinok sa prejavil až po odstránení lokálnych výškových a sedimentačných prekážok a po korekcii vtokových profilov. Pri podobných projektoch je preto vhodné počítať so skúšobnou prevádzkou, terénnym overením a možnosťou menších úprav po uvedení objektov do prevádzky.



Obr. 6. Revitalizačné opatrenia a sfunkčnené stavidlové objekty. Foto: Ing. Erik Harman, 19.08.2026.

Prevádzkový režim stavidlových objektov musí reagovať na aktuálne hydrologické podmienky. Pri nízkych prietokoch má podporovať pôvodné koryto, ale zároveň zachovať zavodnenie odľahčovacieho kanála. Pri zvýšených prietokoch možno vhodnou manipuláciou podporiť korytotvorné procesy a odnos zvyšných jemných sedimentov bez opakovaného plošného bagrovania. Konkrétne nastavenie sa má spresňovať podľa meraní prietoku, vývoja sedimentácie a bezpečnostných požiadaviek.

Nie všetky opatrenia dosiahli konečný stav. Časť sadeníc a vŕbových odrezkov počas suchého a horúceho obdobia vyschla, pravdepodobne v dôsledku nevhodného termínu výsadby alebo umiestnenia príliš vysoko nad hladinu podzemnej vody. Potrebná je náhradná výsadba vo vhodnejšom období. Ďalší monitoring sa má zamerať na rozdelenie prietoku, migračnú priechodnosť, opätovné zanášanie vtoku, stabilitu kamenných prvkov, vývoj dnového substrátu, ujatie výsadieb a reakciu vodných spoločenstiev.

Použité podklady

[1] MINISTERSTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA SLOVENSKEJ REPUBLIKY. 2022. Vodný plán Slovenska – aktualizácia 2021. Plán manažmentu správneho územia povodia Dunaja na roky 2022 – 2027. Bratislava: MŽP SR.

[2] HARMAN, E., KUŠNIRÁKOVÁ, I. a KORONCZI, V. 2026. Revitalizácia Starej Podlužianky r. km 0,000 – 11,575. Štúdia. Banská Bystrica: Slovenský vodohospodársky podnik, štátny podnik, Povodie Hrona, odštepný závod. 52 s.

[3] SLOVENSKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. 2025. Hydrologické údaje vodného toku Podlužianka v r. km 2,02. Objednávka č. O332025-26028 z 31. 7. 2025.

[4] KUBÍKOVÁ, S. 2026. Levice – revitalizácia Starej Podlužianky r. km 0,000 – 11,575. Projekt skutočného vyhotovenia, archívne číslo 768-2025-LV-SV. Banská Bystrica: Slovenský vodohospodársky podnik, štátny podnik, Povodie Hrona, odštepný závod.

[5] HOLUBOVÁ, K., ŠKRINÁR, A., MIŠÍKOVÁ ELEXOVÁ, E., ČIAMPOR, F., BALÁŽI, P., KUBALA, M. a MRAVCOVÁ, K. 2023. Metodická príručka postupov pre revitalizácie vodných tokov. Bratislava: Výskumný ústav vodného hospodárstva. 128 s.

[6] DRUGA, V. 2026. Sprietočnenie Starej Podlužianky – čiastková správa ekologického dozoru stavby. Záverečné zhodnotenie a odporúčania. 16. 7. 2026. 31 s.

Vodohospodářská krajinotvorná opatření z hlediska zadržování vody v krajině

Ing. Tomáš Just

Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky (AOPK ČR)

Regionální pracoviště Střední Čechy, Podbabská 2582/30, 160 00 Praha 6
email: tomas.just@aopk.gov.cz

Krajinotvorné programy resortu životního prostředí (dříve Program revitalizace říčních sytémů PRŘS, dále dílčí směry Operačního programu Životní prostředí – OPŽP, Národního programu životní prostředí – NPŽP, Program péče o krajinu – PPK, již ukončený Program obnovy přirozených funkcí krajiny – POPFK a podobné) podporovaly a podporují vedle jiných také opatření, týkající se vodních prvků krajiny. Současně s příspěním k ekologické obnově, spočívající hlavně v rehabilitaci vodních a mokřadních ekosystémů, zdevastovaných hospodařením v krajině, nevhodným nakládáním s vodními toky a nivami a podobnými vlivy, předpokládá se u těchto opatření alespoň dílčí vliv na vodní režim krajiny. Tedy zejména přispění ke schopnosti zadržování vody v krajině běžného (akumulace) a povodňového (retence).

Bylo by ovšem vhodné poněkud uspořádat pohledy na možnosti různých opatření a uvést na pravou míru jejich možné přeceňování nebo naopak nedoceňování v různých aspektech jejich působení. Přitom je jasné, že opatření, zahrnovaná pod jeden název, mohou nabývat v různých podmínách rozmanitých podob a mohou se lišit svými efekty. Nelze se vyhnout tomu, že efekty různých opatření závisejí na vhodnosti a kvalitě jejich návrhu a provedení, v kterýchžto ohledech nemusejí být všechna opatření zcela vydařená.

Tůně

jsou primárně navrhovány jako vodní biotopy, ku podpoře biodiverzity. Jejich přínosy k zadržení vody v krajině jsou vzhledem k realizovaným objemům velmi skromné, zřetelně lokální, v rámci povodí nepatrné. Generelně není vhodné tůně prezentovat jako opatření, která by významněji přispívala k podpoře zadržení vody. Tůně nejsou ani opatřeními, která by vodu zadržovala efektivně z hlediska pořizovacích nákladů – obvykle celý objem tůní je vytvářen nákladným hloubením. Na velkých nákladech se podílí také další zacházení s vytěženými zeminami, které může působit i různé další problémy. Uložením v okolí tůně se může tento prostor nějak znehodnocovat, vyvážení jinam znamená další růst nákladů.

Podle místa a způsobu provedení mohou tůně poněkud modifikovat místní vodní poměry. Některé mohou do jisté míry odvodňovat svoje bezprostřední okolí (tůně se zahloubeným odtokem), jiné mohou naopak vytvářet jakýsi zádržný prostor zčásti vysazený nad úroveň okolního – svažitého – terénu. Obecně však bývají tyto vlivy výrazně lokální a nevelkého rozsahu. Nutno uvést na pravou míru laické představy, že i základní typ tůně, jáma vyhloubená v rovném terénu, bez zahloubeného odtoku, může nějak odvodňovat svoje okolí. Taková tůň pouze otvírá „okno“ do prostředí mělké podzemní vody, ze kterého ovšem odebírá pouze vodu odpařovanou z hladiny. Jinak se v takové tůni žádná voda neztrácí (kromě případů, kdy by se při hloubení tůně prorazil méně propustný strop hlubších zvodní).

Jistěže se z hladiny tůní odpařuje voda, sotva však lze tvrdit, že by se zrovna z hladin tůní odpařovala nějak intenzivněji než z hladin jiných vodních prvků nebo z vegetačních povrchů. V posledních letech lze obviňování tůní kvůli ztrátám vody výparem občas slyšet, obvykle v kontextu jednostranného vzývání výstavby nádrží – a s ním někdy spojeného – vcelku hloupého a zbytečného - podceňování až dehonestování plošných krajinotvorných opatření. Takové komentáře však v souvislostech krajiny a povodí vyznívají jako účelové až demagogické – přinejmenším pokud



Obr. 1 Tůně jsou navrhovány především k podpoře biodiverzity. Jejich přínos k zadržování vody v území je lokální, v rámci povodí okrajový.

jejich původci jedním dechem neupozorňují na ztráty vody výparem z hladin rybníků a jiných nádrží, proti jejichž rozloze je plocha tůní, které jsou vytvářeny jako krajinotvorná opatření, nepatrná.

I v prostředí AOPK ČR probíhají diskuse, nakolik či zda vůbec podporovat vytváření tůní, které se odchylují od tradičního vzoru jámy vyhloubené v rovném terénu a nabývají některých prvků malých vodních nádrží. Hlavně jde o tůně vytvářené ve svazích nebo v sevřených údolních profilech, jaké se neobejdou bez obvodového valu, jaký se typologicky blíží hrázi. Bohužel není jednoduché nastavit jednotné podmínky dotačních podpor tak, aby umožňovaly dokonale citlivé posuzování jednotlivých případů, včetně zohlednění vhodnosti a efektivnosti jejich provedení. V některých případech je obtížné s pomocí předepsaných kriterií přijatelnosti odepřít podporu třeba objektům, které jsou prezentovány jako tůně (tu je směrodatné, jak je označují povolující správní orgány), ale fakticky jde až o rybníky, kvůli jednoduššímu správnímu projednání a větší míře dotační podpory prezentované jako tůně.

Tady narážíme na obecný problém dnešních dotačních programů. V časech Programu revitalizace říčních systémů byly projekty, ucházející se o dotační podporu, projednávány při živých jednáních tzv. regionálních poradních sborů. V těchto kolegiích odborníků, zastupujících úřady, správce vodních toků a jiné, kam byli zváni investoři a projektanti změrů, byl prostor i pro posuzování projektů z hlediska jejich vhodnosti a efektivnosti, a tím k jejich kultivaci směrem k optimu. V roce 2007 byl tento program nahrazen evropským OPŽP, projednávání v poradních sborech bylo poměrně záhadně označeno za subjektivní a zrušeno. Byl zaveden „objektivizovaný" systém hodnocení, kdy jeden úředník odklikává, zda je posuzovaný projekt „přijatelný" podle jistého souboru jednotně a často značně toporně formulovaných kriterií. Našedlý pojem „přijatelnost" je vlastně dost výstižný – posuzovaný projekt již nemusí být pro dané místo ten nejvhodnější, nejefektivnější. Stačí, aby nevybočoval z některého z kriterií přijatelnosti. Předběžné konzultace projektů s pracovišti AOPK ČR nebo SFŽP jsou čistě dobrovolnou záležitostí – a jakmile je žádost o dotaci podána, je posuzována metodou ANO x NE. Dále pak lze napravovat již jen formální nedostatky podání.

Mokřady

Jako mokřad se může označovat ledacos – a nikoho asi nemrzí, že ani v právní oblasti, ani v podmínkách dotačních programů není hledáno nějaké zřetelné rozhraní mezi tůněmi a mokřady. Za mokřad se může pokládat soustava tůní; může být vcelku na libosti, zda nějakou větší vodní plochu, která není nádrží, označovat jako tůň, nebo jako mokřad. Podstatný problém našeho dosavadního krajinotvorného podporování mokřadů je v tom, že pokud již někde má ke zřizování mokřadu docházet, nejspíše jde o objekt budovaný stejně jako tůně, tedy hloubením. Vytváření takového objektu je nákladné, počítaje v to opět problém zacházení s vytěženou zeminou. I když hloubený „mokřad" bude zadržovat větší objem vody a vytvářet větší hladinovou plochu proti „tůni", nejspíše opět půjde o formu zadržení vody z technických a nákladových hledisek málo efektivní. Co se týče případných ztrát vody z mokřadů výparem, je to podobné jako u tůní – v krajinném měřítku jsme zatím mokřadů vyhloubili velmi málo proti rozloze rybníků a velkých nádrží, tedy podíl mokřadů na celkových ztrátách vody výparem z vodních hladin zůstává skromný. (Pomineme-li otázku, z jakých hledisek je vlastně špatně, že se voda odněkud odpařuje.)

Pokud bychom chtěli vytvářet mokřady výrazně efektivněji, nejspíš bychom se měli učit od bobrů, jak zřizovat co nejrozsáhlejší plošné zátopy terénu s co nejmenšími výdaji prostředků, materiálů a energií. Tedy mokřady na principu mělkého plošného vzdutí vody, vytvářeného pokud možno jednoduchými, nejlépe přírodě blízkými vzdouvacími prvky. Aniž bychom museli zakolísat před skutečností, že z právního hlediska by některé takové mokřady byly pokládány za malé vodní nádrže. Jakkoliv bobří hráze nebývají ani absolutní, ani trvalou migrační překážkou, jejich napodobování se nabízí v první řadě pro menší vodní toky, nevýznamné z hlediska migrací vodních živočichů.

A neměli bychom opomíjet, což se bohužel děje, formu zamokření, jaká je či byla v našich podmínkách běžná, dá se říci základní, a velmi efektivní – přirozené zamokření niv, projevující se existencí obyčejných „mokrých luk". Tady se dostaneme ke dvěma závažným tématům, kterým budou dále věnovány samostatné body – k eliminaci nežádoucích technických odvodnění a k rehabilitaci koryt, která byla technickými úpravami nadměrně zahloubena. Jestliže umělým odvodněním nepoškozená nivní louka představuje „mokřad zadarmo" (možná i proto si jí neumíme vážit), rušení odvodňovacích zařízení a revitalizace koryt vodních toků bohužel nejsou k mání ani zadarmo, ani lacino.



Obr. 2 Ani mokřad, vytvořený hloubením, není vzhledem k velkým nákladům efektivním opatřením k zadržování vody v území. Lze však očekávat velké přínosy ekologické.

„Ekologické“ malé vodní nádrže

Zjednodušeně jim zde budeme říkat tak, jak se jim říká běžně – rybníky. Beztak původní ušlechtilá idea malých vodních nádrží, zřizovaných primárně ku podpoře biodiverzity, ve většině případů končí na zarybnění a z tohoto důvodu systémově příliš nefunguje. To ovšem bylo jasné už poměrně brzy po tom, co někdejší Program revitalizace říčních systémů našel v dotování výstavby, obnovy nebo rekonstrukcí rybníků zástupnou náplň – v situaci, kdy se do skutečných revitalizací nejen nikdo nehrnul, ale ani se ještě pořádně nevědělo, co si pod pojmem revitalizace představovat. (Dneska jsme o kousek dál, aspoň už víme, jak mohou revitalizace vypadat.) Program byl vděčen za to, že může disponovat dílčím dotačním titulem, o jaký je opravdu zájem. O rybníky vždycky zájem byl – na rozdíl třeba od mokřadů a podobných věcí jsou obecně pokládány za hodnotu, hlavně protože se v nich dají chovat ryby, a ty se dají pojídat nebo prodávat.

S touto pragmatickou motivací krajinotvorné programy dotují rybníky dosud. Ovšem vedle podpory biodiverzity, se kterou to není u rybníků obecně slavné, je třeba hledat i jiné jejich přínosy, a to hlavně v oblasti vodohospodářské. I hovoří se o přínosech rybníků k boji se suchem nebo k boji s povodněmi, přičemž míra nadšení pro ten který aspekt se může měnit podle toho roku převládající povahy počasí. Takto by se ke stavění rybníků rádi uchylovali i politici všech úrovní, kteří se chtějí před voličstvem něčím prokázat, ale pochopí, že velkou přehradu v časovém rámci volebního období sotva postaví.

Je ale třeba podívat se realisticky na možné vodohospodářské efekty rybníků. Tedy rybníků, jaké jsme v dnešní době obvykle schopni v naší krajině stavět. Ve vztahu k suchu hraje roli akumulační kapacita nádrže, která může představovat zásobu vody pro nějaké účely, včetně dnes občas vzpomínaného vypouštění k nadlepšování poměrů v následujícím vodním toku. Tu je třeba říct, že voda akumulovaná v rybniční nádrži představuje v krajinném měřítku výrazně pasívní zásobu vody - oproti aktivní zásobě vody akumulované v ploše povodí hlavně v podobě mělké podzemní vody. Pokud má být zásoba vody v nádrži aktivována zužitkováním pro nějaký účel formou odběru, musí k tomu existovat nějaká infrastruktura, která navíc musí být ekonomicky provozovatelná. Nadlepšovací vypouštění v suchých obdobích je ve velikostním formátu běžných rybníků málo pravděpodobnou záležitostí. Tu by se naráželo nejen na objemové limity možností miniaturizace postupů hospodaření s vodou v nádržích, ale také na limity kvalitativní.....k jejichž řešení obvyklé jen hydrotechnicky pojaté studie na podobná témata ani nedospívají (vizme třeba záměry výstavby nádrží pro nadlepšovací vypouštění na Rakovnicku). Tedy na otázky, co by vlastně z takových nádrží v suchém a horkém létě teklo a nakolik by to bylo z hlediska kvality použitelné třeba udržování přijatelných ekologických poměrů ve vodním toku, pro nějaké účelové odběry nebo pro ředění odtoků vyčištěných vod z čistíren odpadních vod. A co by vypouštění v suchém a teplém období způsobovalo v samotných nádržích.

Dnes ještě běžně budovatelné rybniční nádrže se příliš neosvědčí ani z hlediska povodňové retence. Co do absolutních velikostí objemů, takové nádrže mohou v rámci povodí příznivě ovlivnit spíše jen malé povodně. A v řadě situací by nákladné postavení rybníka znamenalo, že bezpečná retenční kapacita dané plochy by se zmenšila proti výchozí situaci prosté nivní louky, nezatížené žádnou stavební investicí. (V nádrži vymezuje bezpečný retenční prostor maximálně přípustná úroveň hladiny vody; pokud by hladina stoupala výše, vyvstávala by hrozba přelití a destrukce hráze. Naproti tomu v prosté nivní louce může – dynamické - povodňové vzdutí stoupat prakticky neomezeně vysoko, aniž by tím vznikalo riziko, že se přelije a potom protrhne nějaká hráz. Ovšem tato přirozená dynamická retence v nivní louce je oproti pasívní retenci v nádrži prakticky zadarmo, snad za cenu shnilé jedné úrody píce....což v nás asi zase vyvolává pocit, že si jí nemusíme vážit.)

I když běžné průtočné rybniční nádrže nemohou významněji ovlivňovat větší povodně, jaké by v rámci povodí mohlo být objektivně potřebné tlumit, často mohou jistou měrou tlumit povodně malé. A to nemusí být přínosem. Následující vodní tok přichází o ekologicky potřebné „aktivační průtokové koště“. Jarní průplach orientačně na úrovni jednoleté vody je pro aktivaci povrchů koryta, tvarové a hydraulické členitosti a nabídky stanovišť pro vodní biotu prospěšný. Potoky strádají, pokud jsou vlivem rybníků o tyto průplachy připravovány. A samozřejmě strádají také nárazovým vynášením bahna, bez jakého se i při nejlepší snaze těžko obejde jak odbahňování, tak běžné vypouštění rybníků.

Boční nádrže, oddělené od průběžného vodního toku dělící hrází, nemusejí mít prakticky žádnou retenční kapacitu (o povodňových poldrech zde nehovoříme), zato mohou místně významně omezovat povodňovou průtočnou kapacitu údolí. Takové seškrcení průtočného profilu může být z hlediska poměrů v povodí příznivé, pokud podporuje využití výše ležícího nezastavěného území k tlumivému povodňovému rozlivu. Pokud ovšem území nad seškrcením není tak zcela nezastavěné, může nastávat situace, jaku lze zahrnout pod správci vodních toků tolik obávaný pojem „zhoršení průtokových poměrů“.

Nelze přehlédnout, že nádrže rybničních typů vydatně fungují v zemědělské krajině také jako zachycovače erodovaných zemin - a odbahňování představuje zásadní nákladovou položku i prakticky všech rekonstrukcí rybníků, dotovaných v rámci „ekologických“ programů. Původní představy „ekologického“ dotování předpokládaly, že malé vodní nádrže budou podporovány hlavně v rámci podstatně širšeji koncipovaných projektů, jejichž významnou součástí bude zlepšování odtokových poměrů a omezování eroze v plochách povodí. Bohužel i tyto představy zůstaly v podstatě jen zbožnými přáními. Až na okrajové výjimky „rybniční“ projekty zahrnují hlavně samotné nádrže, v lepších případech jsou ozdobeny několika tůněmi nebo nepříliš významným kouskem revitalizace potoka. Ale na nějaké zlepšování poměrů v ploše povodí obvyklý stavebník rybníka prostě a jednoduše nedosáhne ani pozemkově, ani nákladově. Bylo by celkem logické, pokud se takové věci mají dotovat, kdyby také odstraňování důsledků zemědělsky působené eroze dotoval resort zemědělství.

Obecně budí pochybnosti, zda vůbec mají být malé vodní nádrže v rámci krajinotvorných programů resortu životního prostředí podporovány. Snad kromě jednotlivých zvláštních případů se zaručeným ekologickým potenciálem (např. některé nádrže ve zvláště chráněných územích, v dispozici subjektů, garantujících specifické programy na podporu biodverzity). Výrazná převaha skutečných přínosů, jaké mohou přinášet výstavba, obnova nebo rekonstrukce nádrží rybničních typů, má blíže k působnosti resortu zemědělství. Jistě by nebylo nereálné očekávat, že by tento vlivný resort byl schopen takovéto nádrže podporovat s tím, že by k tomu stanovil alespoň jakési základní ekologické podmínky stran morfologie zátopových prostor a rozsahu litorálů, aby takto dotované nádrže byly co do přínosů srovnatelné s nádržemi dosud dotovanými v rámci krajinotvorných programů resortu životního prostředí.



Obr. 3 Malé vodní nádrže rybničních typů bývají jako opatření k akumulaci i retenci vody značně přeceňovány, přínosy pro bidoverzitu bývají eliminovány vlivem zarybnění. Negativní vlivy na vodní tok bývají opomíjeny.

Revitalizace vodních toků

Technické úpravy vodních toků narušily vodní režim krajiny hlavně ve třech aspektech:

- nadměrně zahloubená upravená koryta umožňují fungování do nich ústících plošných odvodňovacích zařízení a sama o sobě nevhodně a do značné míry zbytečně odvodňují navazující zeminové prostředí;
- tvarově výrazně zjednodušená upravená koryta běžně akumulují významně méně vody oproti korytům přirozeným (tento aspekt je v objemové bilanci povodí málo významný, ale z hlediska ekologie vodních toků podstatný);
- geometrizovaná, nepřirozeně zahloubená a kapacitní koryta upravených vodních toků rychleji provádějí velké průtoky, oddalují a oslabují jejich tlumivý rozliv do okolního terénu, což ve srovnání s koryty přirozenými podporuje vyšší kulminační úrovně povodňových průtoků a jejich koncentraci.

Vhodně provedená revitalizace by měla řešit všechny tyto aspekty. To mimo jiné znamená, že v rámci revitalizace nestačí obnovovat půdorysnou členitost koryta (obvykle navozením zákrutovitosti), ale také řešit jeho nadměrné zahloubení nebo lépe řečeno zaklesnutí běžných úrovní hladin vody proti okolnímu terénu (i v korytě s hladinou vody téměř v úrovni terénu mohou být ve dně hluboké tůně; v tomto ohledu může být zavádějící používat pojmy hluboké nebo mělké koryto).

Nahlíženo kvalitativně, lze revitalizace, tedy ty správně prováděné, pokládat za opatření významně přínosná pro vodní režim krajiny. Bohužel kvantitativně jsou v měřítku krajiny jejich dopady skromné – v celé republice jsou ročně prováděny jednotky, nanejvýš desítky kilometrů věrohodných revitalizací spíše drobných vodních toků. Takto zůstávají revitalizace sice lokálně prakticky prospěšnými, metodicky i „politicky“ velmi důležitými opatřeními (pokud správa vodních toků někde vkládá prostředky do byť jen ojedinělých revitalizací, poněkud, byť ne zcela spolehlivě se tím zmenšuje riziko, že „o údolí dál“ bude provádět nějaké zásahy opačného směru), ale spíše jen v rozsahu lokálních ukázek či pilotních projektů.

Kupodivu: Prakticky od začátku fungování Programu revitalizace říčních systémů v roce 1992 nebyl rozsah prováděných revitalizací limitován množstvím disponibilních finančních prostředků. Naopak, tento i následující podobné programy musely a musejí hledat pro umístění svých prostředků náhradní až zástupné příležitosti, jak bylo zmíněno již v souvislosti s dotováním rybníků. Hlavní roli při zlepšování stavu vodních toků by nejspíš měli hrát jejich správci, mezi nimi pak nejvýznamnější jsou ti státní. Jako hlavní důvod, proč tito správci nerevitalizují vodní toky alespoň v rozsahu, jaký by umožňovaly existující finanční zdroje, bývá uváděna administrativní náročnost



Obr. 4 Vhodně, efektivně provedená revitalizace kdysi technicky upraveného vodního toku vytváří podmínky pro to, aby byl celý nivní prostor optimálně využit pro přirozenou jak akumulaci, tak pro povodňovou retenci vody.

a obtížná dostupnost pozemků, potřebných pro rehabilitaci nejen samotných koryt, ale pokud možno i navazujících říčních pásů. Problém však zřejmě spočívá již v tom, nakolik vůbec jsou tito správci v současné době motivováni k opatřením, zlepšujícím morfologii vodních toků – ze strany svého zřizovatale a potažmo státu. Reálná situace bohužel naznačuje, že pro zřizovatele ani pro stát zatím zlepšování morfologie vodních toků nepředstavuje prioritu, což nutno vnímat jako projev nedostatečného chápání souvislostí mezi stavem vodních toků a celkovým vodním režimem krajiny. Zřejmě se budeme muset ještě nějakou dobu učit ze sucha, z povodní a souvisejících problémů.

Tady se mimoděk chce naše dnešní revitalizační tempo srovnávat s nasazením, s jakým byly v minulosti prováděny technické zásahy do vodního režimu krajiny, které dnes vnímáme jako degradační až devastující – a toto srovnání dopadne pro naše dnešní počínání žalostně.

Ne zcela dobře zvládaným aspektem revitalizací, a s tím souvisí i jejich dosažitelný rozsah, je jejich efektivnost. Ta je jednou ze stránek kvality zpracování – a bohužel někdy vzniká dojem, že za nejkvalitnější má být pokládáno to, co je nejkomplikovanější a nejdražší. Pokud již se revitalizační projekty objevují, některé jako by vzešly ze soutěže, kdo to navrhne nejtopornější a nejdražší. (Snad zde můžeme opomenout občas se vyskytující projekty nebo studie, které jako by vznikly přímo se snahou prokázat neprůchodnost nějakého rámcového záměru – zlými jazyky označované jako „studie neproveditelnosti“).

Administrativní a právní prostředí, poměry ve vlastnictví pozemků atp. dneska moc nepřejí jednoduchým řešením. Některé problémy si ale ztěžují sami ti, kteří případné revitalizace zadávají a navrhují. Ještě i současné generace stavebních vodohospodářů (autor je jedním z nich) si mohou částečně oprávněně stěžovat na to, že je školy dobře nepřipravily v oblasti moderních trendů nakládání s vodními toky. Stále přežívají jednostranné inklinace k přístupům z éry technických úprav toků, neznalost morfologie přirozených vodních toků, nepochopení a nedůvěra k dynamické stabilitě koryt, tíhnutí k uměle vytvářené statické stabilitě, nepochopení předností přizpůsobivých netuhých konstrukcí. Kormutlivou zátěží může být nedostatečná schopnost či ochota rozlišovat úseky vodních toků různé povahy (hlavně rozlišovat úseky ve volné krajině a v zastavěných územích), jejich různé podmínky a potřeby, s tím pak související tendence neselektivně všude uplatňovat staré úpravářské přístupy. Výrazně nepřipraveni se někteří vodohospodáři setkávají s ekologickými tématy, jako je biotopní nabídka vodního toku. Již zadávání revitalizačních projektů pak může být ovlivněno různými svazujícími úzkostmi – obavami z jakési pohromy, jaká by mohla nastat, pokud by koryto nebylo dostatečným opevněním uvedeno do stavu statické stability. Běžné jsou obavy ze „zhoršení průtokových poměrů“, k jakému by mělo dojít, pokud by se zmenšila průtočná kapacita koryta – ty se projevují jako nepříjemná zátěž mimo jiné v situacích, kdy nahrazení nepřirozeně kapacitního koryta korytem o přirozeně malé kapacitě vy mělo náležet k samotné podstatě revitalizace. Takto existují i významné revitalizační stavby, které třeba rámcově vnímáme jako vydařené, jejichž efektivnost však byla citelně zmenšena vlivem této zátěže - známe hydromorfologicky podivné situace, kdy „kanál“ uprostřed nezastavěných luk, disponující kapacitou zhruba na úrovni Q5, byl v rámci revitalizace nahrazován přírodě blízkým korytem – které však nesmělo mít kapacitu menší. (Mohlo to být řešeno korytem složeného průřezu, kde ty „správné revitalizační tvary a rozměry“ měla až kyneta pro běžné průtoky, vložená do podstatně většího „povodňového“ koryta.) Známe například studii odtokových poměrů, která navrhovala vzorovou revitalizaci říčky uprostřed polí, spolehlivě mimo dosah nějakého zastavěného území, spočívající v tom, že geometrizované koryto o kapacitě na úrovni cca Q20 mělo být nahrazeno korytem přirozeněji tvarovaným, ovšem o kapacitě na úrovni Q50. Tato absurdita byla vysvětlována tím, že hlavním cílem studie je navrhovat posílení protipovodňové ochrany v rámci povodí – a činovníci zadávajícího krajského úřadu si prostě pod zlepšením protipovodňové ochrany nedovedou představit nic jiného než zvětšení kapacity koryt, tedy když už nemá dojít na stavění nějakých hrází nebo stěn. Činovníci spíše političtí nemuseli být odborně obeznalí, pak ale bylo chybou do případu zapojených kvalifikovaných vodohospodářů, že jim věc dostatečně nevysvětlili.

Podpora renaturací vodních toků

I kdyby revitalizace byly prováděny velmi efektivně a byly pro ně využívány veškeré disponibilní finanční prostředky, stále by to bylo velmi málo v poměru k desítkám tisíc kilometrů dříve upravených vodních toků – z nichž by dneska několik desítek procent bylo potřeba vrátit zpět do alespoň částečně přírodě bližšího stavu. Tu se dostáváme k tématu správného zacházení s procesy samovolných renaturací upravených vodních toků – ve kterých se skrývá obecně největší potenciál zlepšování morfologie a ekologie vodních toků. Obecně se teprve učíme nalézat správné přístupy k renaturačním procesům, vidět a využívat jejich pozitiv, tupohlavě neničit jejich produkty bez toho, že bychom přemýšleli o různosti úseků vodních toků, o jejich různých možnostech a potřebách.



Obr. 5 Základní prvek podpory renaturace kdysi technicky upraveného vodního toku – přírodě blízký dnový pas z kameniva. Jednoduchý, nenápadný a poměrně laciný záhozový prvek koryto vertikálně stabilizuje a dle potřeby a místních možností vyzvedává běžné úrovně hladiny vody, dříve nadměrně snížené proti okolnímu terénu.

Na renaturaci dříve upravených vodních toků se podílí komplikovaný soubor přirozených činitelů – rozpad opevnění, vymílání, zanášení a zarůstání koryt, zavzdouvání koryt říčním dřevem nebo bobřími hrázemi a jiné. Z hlediska akumulace a retence vody v území jsou podstatné ty dílčí procesy, které mohou omezovat nepříznivé vlivy napřímení a nadměrného zahloubení koryt na odtok vody. Tedy zejména procesy, napravující nadměrné zahloubení koryt. Ovšem v tomto ohledu jsou renaturační procesy zatíženy nejistotou, plynoucí z toho, že u koryta, které jednou bylo nějakým nevhodným zásahem nadměrně zahloubeno (a zkapacitněno), existuje značná pravděpodobnost, že další jeho samovolný vývoj se bude ubírat spíše nežádoucím směrem dalšího zahlubování – tedy že procesy zanášení a zarůstání koryta, jeho zapadávání dřevem atp. nepřeváží nad vertikální erozí koryta, působenou rychlostmi, resp. unášecími silami proudění za korytotvorných průtoků. (Jako něco téměř zázračného objevuje se v naší době renaturační činitel bobr evropský, jehož hráze jsou velmi účinným prostředkem právě nápravy nadměrného zahloubení koryt.)

Zejména v těchto souvislostech vystupuje do popředí téma ještě aktivnějších přístupů k renaturačním procesům, totiž téma jejich vhodné podpory a usměrňování. Zřejmě nejpotřebnějším způsobem, jak renaturacím pomáhat, až se tomu jednou naučíme, budou právě opatření zaměřená k vertikální stabilizaci koryt a k vyzdvihávání nadměrně zaklesnutých hladin vody. Obecně se tu neuplatní ani tak souvislé změlčování koryta zasypáváním dna atp., jako spíše vkládání sledů přírodě blízkých vzdouvacích prvků. V této pozici se osvědčují různé přírodě blízké struktury typu sledů dnových pasů nebo výhonů z kameniva nebo říčního dřeva.

Současné krajinotvorné programy obsahují dílčí tituly, umožňující dotovat opatření k podpoře renaturačních procesů. Těch je však dosud využíváno jen okrajově. Vedle obecných důvodů malého zájmu o zlepšování morfologie vodních toků, které byly uváděny v souvislosti s revitalizacemi, u renaturací hraje ještě větší roli dosud nedostatečné zažití tohoto pojmu mezi vodohospodáři, pochopení jejich potenciálu a odpoutání se od jednostranných představ renaturací jako poškozování vodohospodářského majetku.

Přitom se lze domnívat, že podpora renaturací koryt je z hlediska nejen podpory biodiverzity, ale také vodního režimu krajiny mnohem smysluplnější než zejména dotování výstavby rybníků.

Omezování nežádoucích účinků odvodnění

Snad se lze domnívat, že tento obecně velmi potřebný typ vodohospodářských krajinotvorných opatření se u nás začíná probouzet, jakkoliv dosud prováděné jednotlivé „pilotní ukázky" tohoto druhu jsou nepatrného rozsahu v porovnání s obrovskými rozlohami v minulosti provedených a dosud značnou měrou fungujících odvodnění, z nichž velkou část dnes vnímáme jako vodohospodářskou zátěž krajiny. V poměru k rozsahu této zátěže by měla být opatření omezující funkce nepotřebných trubkových nebo příkopových odvodnění prováděna v rozsahu významně větším proti dosavadním poměrům. Nakolik zřejmě nelze očekávat, že by vlastníci pozemků takové zásahy prováděli na vlastní náklady, měla by být i přiměřeně dotována. Tu však lze diskutovat o tom, zda by tato oblast podpor neměla spočívat spíše na resortu zemědělství, vzhledem k tomu, že odvodnění vznikala a nadále fungují hlavně v souvislosti se zemědělským a lesnickým využíváním krajiny.



Obr. 6 Omezování funkce lesních odvodňovacích příkopů. Tesařsky zhotovované přehrážky jsou překryty zeminovými zásypy, mezi nimi byly ponechány biotopní tůně. V nekomplikovaných lesních terénech by ovšem bylo vhodné ověřovat jednodušší a levnější postupy, spočívající v prostém vyplňování příkopů hutněnou zeminou.



Obr. 7 Přerušování trubních odvodnění není jednoduché ani laciné. Podstatnějších zlepšení zadržení vody v krajině se však bez těchto postupů nedosáhne.

Průkopnickou oblastí v oboru eliminace nežádoucích odvodnění je bezpochyby národní park Šumava, kde se tento obor rozvinul již před řadou let počínaje revitalizacemi rašelinišť. V současné době se projekty eliminace příkopových odvodnění objevují v působnosti podniků spravujících státní lesy (LČR a VLS). Eliminace trubkových drenáží v zemědělských plochách zatím figurují spíše v jednotlivých speciálních projektech, motivovaných zájmy ochrany přírody (zlepšování vodního režimu některých zvláště chráněných území atp.).

Akumulace mělké podzemní vody, získatelná eliminací nežádoucích odvodnění, nebude laciná a objemově bude moci sotva soutěžit se zadržováním vody v nádržích. Z kvalitativního hlediska však bude významná (a zadržováním vody v nádržích nezastupitelná), neboť mělká podzemní voda, na rozdíl od vody akumulované v nádržích, představuje nenahraditelnou zásobu přirozeně dostupnou přírodním a kulturním porostům a rozptýleným vodním zdrojům v krajině. Lze předpokládat, že při rostoucích problémech se suchem se právě eliminace nežádoucích odvodnění projeví jako výrazně žádoucí a potřebná aktivita. Předpokládejme, že tento vývoj si vynutí i výrazná zjednodušení v oblasti administrativního ukončování právní a majetkové existence starých odvodňovacích zařízení.

Jistěže i v této oblasti je třeba vážně se zabývat otázkami způsobů a efektivnosti provádění, aby tyto potřebné činnosti nebyly dušeny tím, že se také stanou polem pro získávání nepřiměřeného příjmu v rámci jednotlivých překombinovaných, silně předražených a ve výsledku málo efektivních projektů. Zvažovat by se měly například vhodné způsoby eliminace lesních odvodňovacích příkopů. Mezi pracovníky ochrany přírody se těší velké podpoře zahrazování příkopů, jehož základem jsou různé aplikace dřevěných, tesařsky zhotovovaných přehrážek. Tedy objektů poměrně pracných a nákladných. Tyto přehrážky jsou beze sporu velmi vhodné do horských rašelinišť, kde se tato technologie také vyvinula, nebo do příkopů větších podélných sklonů a v terénech, kam se těžko dostávají stavební stroje. Nutno však zvažovat, nakolik v jednodušších lesních terénech, v menších sklonech, v prostředí běžných zemin, v místech dobře dostupných pro techniku nelze uplatňovat postupy jednodušší a lacinější, v zásadě jen vyplňování příkopů zhutněnou zeminou. (Zužitkování terén hyzdících valů, které kdysi vznikly při hloubení příkopů, může být jedním z doprovodných přínosů.)

Orientační porovnání stavebně-nákladové efektivnosti akumulace vody v tůních, v rybničních nádržích a v mokřadech, napodobujících mokřady vytvářené bobry

Tůň:
Předpokládejme střední hloubku vody v tůni 0,6 metru, tedy běžnou akumulaci vody 0,6 m^3/m^2. Uznatelné náklady vytváření tůní podle tzv. NOO - Nákladů obvyklých opatření resortu životního prostředí (prakticky dotační sazebník) v roce 2026 činí 363 Kč/m^2 – pro nejjednodušší typ tůně, kde se vytěžená zemina nevyváží mimo lokalitu stavby. Takto budou vycházet uznatelné pořizovací náklady akumulačního prostoru tůně 605 Kč/m^3.

Malá vodní nádrž („rybník"):
Předpokládejme nádrž v rámci nyní podporovaných krajinotvorných opatření již ne vysloveně malou – o ploše 1 hektar. A předpokládejme, při požadované dostatečné rozloze litorálů, běžnou střední hloubku vody 1,2 m. Uznatelné náklady výstavby takovéto nádrže činí dle NOO 5,47 mil. Kč. (Výpočet zde nerozvádíme, je poněkud složitější. Se zvětšováním plochy rybníka by se uznatelné měrné náklady zmenšovaly.) Potom uznatelné pořizovací náklady prostoru běžného nadržení vycházejí v hodnotě 456 Kč/m^3.

Přiznejme nádrži ještě přítomnost retenčního prostoru – uvažujme obvyklou hloubku 0,8 m, tedy celkovou výpočtovou střední hloubku 2 metry. Takto uznatelné pořizovací náklady prostoru celkového nadržení vycházejí 274 Kč/m^3.

Pro srovnání – bobří mokřad
Při vědomí možné velké rozmanitosti bobřích projevů vyjděme z jednoho poměrně dobře popsaného konkrétního případu, dokumentujícího možnosti vodohospodářsky zdatných hlodavců při vytváření mokřadů: Bobři řadu let působili (a snad i nadále působí) v nepříliš zdařile revitalizovaném korytě Lukovského potoka v zátopové ploše povodňové retenční nádrže Žichlínek u Lanškrouna. Doložen je stav z roku 2023, kdy bobři jednou hrází, vhodně postavenou v nadměrně zahloubeném korytě potoka, vytvořili rozlitinu o ploše cca 3,9 ha - měřeno v dronovém snímku. (Pokud by takto velký mokřad vytvořil člověk, mohl by na to v rámci krajintovorných programů, podle NOO, odvozených pro mokřady vytvářené hloubením, obdržet dotaci ve výši 14,16 milionu Kč. Tento aspekt je pozoruhodný, ale v daných souvislostech nás přímo nezajímá.) Uvažujme v daném mokřadu velmi umírněně střední hloubku akumulované vody 0,1 m. To dává v ploše mokřadu



Obr. 8 Jedna bobří hráz v korytě Lukovského potoka vytvořila v zátopové ploše retenční nádrže Žichlínek několikahektarový mokřad.

běžně akumulovaný objem vody 3. 900 m³. (Povodňový retenční prostor nebudeme brát v úvahu, o ten se v tomto případě nezasloužili bobři, ale Povodí Moravy s.p., jako investor povodňové nádrže.) Dále si představujme, že by takovýto mokřad nevytvářela originální bobří hráz, ale člověkem postavená přírodě blízká napodobenina bobří hráze. Kolik by podle NOO mohly činit uznatelné náklady takového objektu? Zkusme použít sazby pro vytváření dřevěných a zeminou obsypávaných přehrážek, doporučovaných pro obnovu rašelinišť a jiných nevhodně odvodněných ploch. Volíme nejvyšší kvalitu, položku NOO VE02f „Přehrážka z hranolů nebo kulatiny seříznuté shora a zezdola na sraz tak, aby na sebe díly těsně nasedaly“ (2.600,- Kč/m²) a velkoryse uvažujme půdorysnou plochu těchto přehrážek 20 m² – což by v korytě Lukovského potoka bohatě umožňovalo vytvořit sestavu dvou takových přehrážek za sebou – uznatelné náklady 52.000,- Kč. Dřevěné přehrážky budou doplněny hutněnými zeminovými zásypy (položka VE02e – 210,- Kč/m²). Uvažujme opět značně velkoryse plochu zásypu 40 m² – to dává uznatelný náklad 8.400,- Kč. Takto vycházejí celkové uznatelné náklady přehrážkového objektu, který by měl být obdobou bobří hráze, 60.400,- Kč. Vztaženo k výše uváděnému objemu vody, zadržovanému bobřím mokřadem – dle NOO uznatelné měrné náklady pořízení této akumulace vycházejí v hodnotě 15,50 Kč/m³.

Tyto úvahy jsou samozřejmě zjednodušeny mimo jiné tím, že se zabývají jenom pořizovacími stavebními náklady a neberou v potaz cenu potřebných pozemkových ploch. Na druhou stranu neberou vedle objemové akumulace v potaz další funkce pojednávaných objektů, včetně tzv. funkcí ekosystémových – ve kterých by nejspíš bobří mokřad také zřetelně vynikal. V dané kalkulaci nás nemusí trápit, že vzdouvací působení bobří hráze nemusí být trvalé, že když bobři z nějakého důvodu přestanou o hráz pečovat, ta degraduje. Nechceme se zabývat variantou výstavby nějakého betonového vzdouvacího objektu, zde uvažovaný stavební ekvivalent bobří hráze můžeme pokládat za relativně trvanlivý.

I při velmi hrubých zjednodušeních výše předváděné odvození naznačuje, že zadržování vody v hloubených tůních a v rybnících je dosti nákladné, zatímco zadržování vody v mokřadech, jaké by byly budovány „bobří metodou“ přírodě blízkého zavzdouvání terénu, může být mnohem efektivnější.

Shrnutí

Tůně jsou navrhovány především jako vodní biotopy, k podpoře biodiverzity, jako takové mají mezi krajinotvornými opatřeními své místo. Jako objekty k zadržování vody v území jsou tůně významově okrajové, z hlediska pořizovacích nákladů výrazně neefektivní.

Takovéto hodnocení postihuje také mokřady vytvářené hloubením. Nakolik mají být mokřady podporovány, bylo by vhodné hledat a podporovat výrazně efektivnější způsoby jejich vytváření. Velmi podnětným příkladem tu je zahrazování nadměrně zahloubených koryt a vytváření mokřadních rozlivů působením bobřích hrází, které se jeví velmi efektivním v aspektech vodohospodářských i ekologických. Lze předpokládat, že vhodně pojednané napodobování bobřího hrázování jednoduchými stavebními objekty by bylo výrazně efektivní z hlediska pořizovacích nákladů.

Malé vodní nádrže (rybníky) jsou obecně značně přeceňovány co do možností jak akumulace, tak retence vody. Rybniční nádrže, jaké lze v dnešní době převážně budovat, mohou mít v těchto aspektech účinky v podstatě nevýznamené. Některé nádrže mohou i zhoršovat podmínky průběhu povodní. Nákladově je vytváření zádržných objemů MVN o něco efektivnější než v případě hloubených tůní a mokřadů, ve srovnání s „bobřími mokřady“ jsou však i nádrže velmi nákladné, tedy málo efektivní. Možné negativní dopady zřizování a provozování takových nádrží, související s biologickými poměry v samotných nádržích a v jimi ovlivněných vodních tocích, jsou často opomíjeny. Vzhledem k převažující iluzornosti představ o MVN jako nástrojích podpory biodiverzity lze vyjádřit pochybnosti o tom, zda by programy resortu ŽP měly dále MVN podporovat.

Revitalizace technicky upravených vodních toků, pokud vhodně řeší nadměrné zahloubení koryt, jsou mezi podporovanými krajinotvornými opatřeními potenciálně účinným prostředkem podpory zadržování vody v krajině. Tento potenciál se ale v dnešní době neuplatňuje vzhledem k nepatrnému rozsahu prováděných revitalizací. Na rehabilitaci dříve technicky upravených vodních toků cestou revitalizací, ale zvláště pak využívání a podpory renaturačních procesů, je třeba pracovat v mnohem větším rozsahu než v současnosti, kdy se tyto aktivity nalézají spíše na okraji zájmu sektoru správy vodních toků. V zájmu dosahování přiměřených efektů zadržení vody v krajině je třeba řešit zejména aspekt nadměrného zahloubení technicky upravených koryt. Oproti dosavadnímu stavu je třeba hledat podstatně efektivnější přístupy k provádění revitalizačních opatření a podpory renaturací, které umožní těmito aktivitami postihovat významnější části sítě vodních toků.

Eliminace plošných odvodnění není organizačně jednoduchá ani laciná. Přesto je nanejvýš žádoucí usilovat o rozvoj této aktivity. Bez eliminace velkého rozsahu dříve ralizovaných plošných odvodnění zemědělských a lesních ploch, prováděné v rámci komplexu opatření ku zlepšení vodohospodářských vlastností ploch v povodích, lze významnějších zlepšení v oblasti zadržování vody v krajině těžko dosáhnout. Ovšem nosnou roli v této oblasti by měl hrát resort zemědělství, v jehož působnosti odvodňovací zařízení vznikla a nadále fungují.



Obr.9 Část „bobří mokřadu“ v zátopě retenční nádrže Žichlínek v roce 2023. Chceme-li vytvářet mokřady efektivně, měli bychom si brát příklad z toho, jak pracují bobři. (Foto Jakub Stodola)

Otava má dva nové rybí přechody; Vrcovice a Mrskoš

Ing. Pavel Maňák, Ing. Stanislav Krbec

Povodí Vltavy, státní podnik

Výstavba nových rybích přechodů je dlouhodobá záležitost

Investiční činnost státního podniku Povodí Vltavy zahrnuje široké spektrum stavebních projektů. Samostatnou kategorii představují rybí přechody, které jsou již řadu let postupně budovány v říčních profilech, kde historická výstavba jezových objektů omezila přirozenou migraci ryb. Nejnovější z těchto staveb v povodí Vltavy byly vybudovány v rámci komplexní rekonstrukce jezů na řece Otavě. Jedná se o samostatné stavební objekty záměrů „Otava ř. km 19,2 - rekonstrukce jezu Vrcovice" a „Otava, Horažďovice – úpravy jezu Mrskoš ř.km 72,285".

Otava ř. km 19,2 - rekonstrukce jezu Vrcovice

Předmětem stavby byla kompletní rekonstrukce jezu s výstavbou nového rybího přechodu. Stavba zahrnovala rekonstrukci pevného jezu pražského typu, obnovu vorové propusti, vybudování dvou sjezdových ramp pro manipulaci se sportovními loděmi a údržbu koryta i výstavbu nového rybího přechodu. Charakteristický půdorysný tvar jezu připomínající písmeno „V" byl při rekonstrukci zachován.



Obr. 1: SO 02 Rybí přechod (zdroj: Facebook, příspěvek ve veřejné skupině)

Významným nedostatkem původního vodního díla byla úplná absence rybího přechodu. Nový rybí přechod je proto navržen jako samostatný stavební objekt situovaný na ostrově mezi odpadem od MVE a vlastním tokem Otavy. Jeho umístění vychází z doporučení Agentury ochrany přírody a krajiny ČR – Komise pro rybí přechody (KRP) a respektuje stávající uspořádání vodního díla. Trasa rybího přechodu je vedena přes ostrov mezi MVE a korytem řeky s výstupem v pravobřežním zavázání jezu, což si vyžádalo částečné zkrácení pravého jezového pole.

Jedná se o technický štěrbinový rybí přechod, jehož výstavba si vyžádala rozsáhlé zemní práce s hloubkou výkopu až 4,85 m. Rybí přechod je navržen jako betonový žlab šířky 2,50 m s betonovými přepážkami, podélným sklonem dna 4,54 % a štěrbinami o šířce 0,43 m. Délka jednotlivých tůní činí 1,8 m a spád na každé přepážce 0,09 m.



Obr. 2 Ani mokřad, vytvořený hloubením, není vzhledem k velkým nákladům efektivním opatřením k zadržování vody v území. Lze však očekávat velké přínosy ekologické.

Součástí rybího přechodu jsou drážky pro provizorní hrazení a regulační uzávěr, které umožňují budoucí instalaci zařízení pro monitoring migrace ryb. Ve dně jsou osazeny kameny a prostor mezi nimi je vyplněn hrubým štěrkem simulujícím přirozený dnový substrát. U vstupu i výstupu byly vybudovány ocelové provozní lávky.

Otava, Horažďovice – úpravy jezu Mrskoš ř.km 72,285

Jez Mrskoš na řece Otavě v Horažďovicích má historii dlouhou více než 650 let. V éře rozmachu vodní turistiky se kvůli nebezpečnému vodnímu válci stal jedním z nejrizikovějších jezů v České republice. Současně představoval zcela neprostupnou migrační bariéru pro ryby. Z tohoto důvodu přistoupil státní podnik Povodí Vltavy ke komplexní rekonstrukci tohoto vodního díla. Stavba zahrnovala obnovu pevného jezového tělesa, výstavbu sportovní propusti, štěrkové propusti s pohyblivým uzávěrem a nového rybího přechodu.

Rybí přechod byl navržen jako technický štěrbinový s cílem obnovit migrační prostupnost toku pro široké spektrum místní ichtyofauny. Jeho výsledná podoba vznikla na základě doporučení KRP. Vstup do rybího přechodu je situován do klidového pásma vývaru pod jezem, zatímco výstup je orientován šikmo k proudnici v horní vodě. Umístění přechodu v sousedství sportovní propusti současně podporuje vznik vábícího proudu, který zvyšuje pravděpodobnost nalezení vstupu migrujícími rybami i při nízkých průtocích.

Rybí přechod tvoří železobetonový štěrbinový skluz o světlé šířce 2,2 m s podélným sklonem 2,9 %.



Obr. 3: IO 03 Rybí přechod



Obr. 4: jez Mrskoš před zahájením rekonstrukce a vybudováním rybího přechodu

Šířka štěrbin je 0,40 m a maximální spád na jednotlivých přepážkách nepřesahuje 0,10 m. Dno je upraveno vrstvou štěrku doplněnou solitérními balvany, které vytvářejí přirozenější podmínky pro pohyb ryb. Součástí stavby je rovněž vábící potrubí s několika výtoky podél vstupní části přechodu, které přivádí vodu z nadjezí a zesiluje orientační proud pro migrující ryby. Přechod je vybaven provozními lávkami, údržbovou plošinou a možností provizorního hrazení při provozních zásazích.

Závěr

Oba rybí přechody byly dokončeny, kolaudovány a uvedeny do provozu v letošním roce. V následujících letech bude jejich funkčnost ověřována biologickým monitoringem, který poskytne informace o skutečném využívání rybími společenstvy. Oba projekty byly spolufinancovány z prostředků Národního programu Životní prostředí. Přestože byly oba rybí přechody navrženy pro odlišné místní podmínky, jejich společným cílem bylo obnovení migrační prostupnosti řeky Otavy při zachování všech požadovaných funkcí vodních děl.

Jakost povrchových vod pod čistírnami odpadních vod v období hydrologického sucha a její role při stanovování minimálních zůstatkových průtoků

Magdalena Nesládková
Povodí Vltavy, státní podnik
email: magdalena.nesladkova@pvl.cz

Libuše Barešová
Český hydrometeorologický ústav
email: libuse.baresova@chmi.cz

Úvod

Během přípravy Plánu pro zvládání sucha a stavu nedostatku vody pro území ČR (dále jen Plán pro sucho ČR) [1], který byl pořízen v roce 2024 v souladu s § 87b zákona 254/2001 Sb. o vodách (vodní zákon), byl kromě jiného vypracován seznam nejvýznamnějších vypouštění odpadních vod z komunálních čistíren a průmyslových podniků. Jedná se o vypouštění, která mohou významně negativně ovlivnit jakost povrchových vod v recipientech během stavu nedostatku vody.

Jak se ukázalo v právě uplynulém hydrologickém roce 2026, kdy bylo zaznamenáno jedno z nejzávažnějších období sucha na území ČR, otázka zajištění přijatelné jakosti povrchové vody pod významnými zdroji vypouštění odpadních vod i v podmínkách mimořádného hydrologického sucha zasluhuje další pozornost a její dopracování je nezbytné nejen pro potřeby aktualizace výše uvedeného Plánu pro sucho ČR, ale i v souvislosti s dosud nevydaným nařízením vlády pro stanovení minimálních zůstatkových průtoků (podle § 36 odst. 3 vodního zákona). Zapracováním hlediska přijatelné jakosti povrchové vody do metodiky stanovení minimálního zůstatkového průtoku by se tento institut přiblížil konceptu tzv. ekologického průtoku (tzv. „e-flow“) [2].

V příspěvku je zhodnocen vliv významných komunálních čistíren odpadních vod (ČOV) na jakost povrchových vod v obdobích hydrologického sucha. Dále bylo s pomocí statistické metody prověřeno, zda by bylo možné vybrané ukazatele jakosti využít jako doplňkové kritérium při stanovování minimálních zůstatkových průtoků v případech vodních útvarů zatížených významným vypouštěním odpadních vod.

Metodika

Pro analýzy bylo aktuálně vybráno 17 ČOV, které jsou uvedeny v přílohách Plánu pro sucho ČR. Vybrané lokality z celé ČR jsou zobrazeny na obrázku 1. Ke každé ČOV byl přiřazen nejbližší monitorovací profil jakosti vody pod a nad výustí a nejbližší vodoměrná stanice s dostatečnými rozsahy dat. Alternativně byly průměrné denní průtoky v profilu vypouštění odvozeny s využitím hydrologické analogie. Bylo provedeno zhodnocení změn fyzikálně-chemických ukazatelů v profilech nad a pod výustěmi ČOV.

V navazující fázi výzkumu byla pozornost zaměřena na závislost mezi hodnotami ukazatele jakosti a aktuálním průtokem ve vodním toku s cílem prozkoumat, zda by bylo možné odvozovat potřebné minimální zůstatkové průtoky v říční síti tak, aby vybraný ukazatel jakosti vody s přijatelnou pravděpodobností splňoval zvolenou limitní hodnotu požadovanou platnou legislativou. Testovanými fyzikálně-chemickými parametry byly ukazatele používané pro hodnocení ekologického stavu vodních toků podle Rámcové směrnice o vodách (sloučeniny dusíku a fosforu, kyslíkové poměry, pH), a dále vodivost, rozpuštěné a nerozpuštěné látky, soli (chloridy a sírany), celkový uhlík, specifické parametry AOX a EDTA a termotolerantní koliformní bakterie. Limitní koncentrace, které je potřeba splňovat, nejsou stanoveny pro všechny ukazatele, anebo se tyto limity v platných předpisech liší (typově specifické hodnoty pro ukazatele dobrého ekologického stavu vodních útvarů podle požadavků Rámcové směrnice o vodách z příslušné metodiky Ministerstva životního prostředí ČR [4] vs. hodnoty přípustného znečištění v příloze č. 3 k nařízení vlády č. 401/2015 Sb.).



Obr. 1 Mapa ČOV zahrnutých do analýz. Velikost kolečka je úměrná objemu vypouštěných odpadních vod.

Pro analýzu byla vybrána data z období let 2014–2024. Jedná se o období, které v sobě zahrnuje suché období let 2015–2019 a rovněž období na vodu bohatší 2020–2024.

Vzhledem ke skutečnosti, že jakost povrchové vody je ve své podstatě náhodná proměnná, byl minimální průtok ve vodním toku nezbytný k udržení přijatelné jakosti vody kvantifikován pomocí pravděpodobnostního přístupu – s využitím tzv. logistické regrese. Logistická regrese převádí kombinaci vstupních proměnných na pravděpodobnost, že nastane určitá binární událost. V tomto případě z hodnoty logaritmu průměrného denního průtoku v den sledování jakosti povrchové vody model odhaduje pravděpodobnost, s jakou bude překročena určitá limitní hodnota koncentrace ukazatele jakosti.

Každé hodnotě ukazatele jakosti tak byl nejprve přiřazen průměrný denní průtok ze stejného dne, kdy probíhal odběr vzorku, následně byl spočten jeho logaritmus (vysvětlující proměnná). Hodnoty ukazatele jakosti byly převedeny na binární proměnnou, která je rovna 1 v případě, že hodnota je větší než zvolený limit, nebo je rovna nule, když je hodnota ukazatele nižší než stanovený limit (vysvětlovaná proměnná). Parametry modelu logistické regrese byly odvozovány numericky metodou maximální věrohodnosti [5].

Výsledky

Výsledky potvrzují předpoklad, že v profilech sledování jakosti povrchové vody pod vypouštěním komunálních odpadních vod zpravidla dochází ke zvýšení hodnot fyzikálně-chemických ukazatelů. Tento trend se projevuje zejména u ukazatelů celkový fosfor, chloridy, vodivost, rozpuštěné látky, ale i počet kolonií koliformních bakterií. Rozdíly v koncentracích amoniakálního dusíku prokazují sezónní chování. V letní polovině roku dochází k rychlejší biologické oxidaci (nitrifikaci) na dusičnany, a rozdíly v koncentracích nad a pod vypouštěními jsou proto nižší než v zimní polovině roku. Naproti tomu ukazatel dusičnanového dusíku v profilech pod čistírnami dosahuje vyšších hodnot zpravidla během vegetační sezóny. V případě rozpuštěného kyslíku není rozdíl ročních mediánů mezi profily nad a pod výpustěmi zpravidla výrazný. Zásadní je ale jeho sezónní dynamika, kdy v letních měsících může dosahovat velmi nízkých hodnot.

Z hlediska závislosti sledovaných ukazatelů jakosti povrchové vody na velikosti průtoku ve vodním toku v profilech pod čistírnami odpadních vod je možné rozdělit ukazatele do tří skupin:

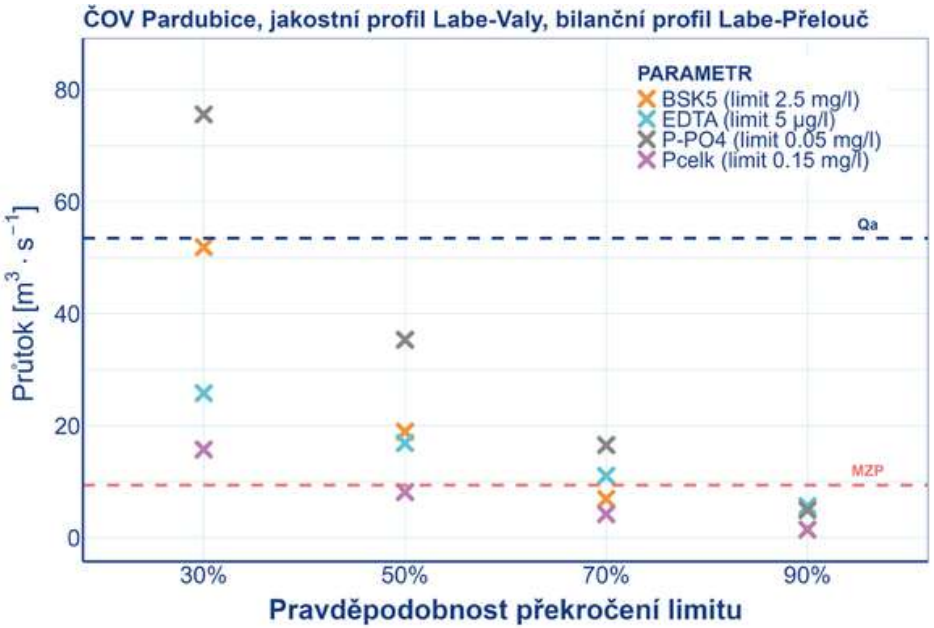
- ukazatele, jejichž koncentrace zpravidla roste s rostoucím průtokem – tzv. obohacení (např. dusičnanový dusík, rozpuštěný kyslík, nerozpuštěné látky),
- ukazatele, jejichž koncentrace zpravidla klesá s rostoucím průtokem – tzv. ředění (např. EDTA, vodivost, rozpuštěné soli, fosforečnanový fosfor, celkový fosfor),
- ukazatele, u kterých se závislost na průtoku neprokázala (pH, AOX, CHSKCr), příp. je nejednoznačná (BSK_5, $N\text{-}NH_4$).

Statistická významnost modelu logistické regrese pro vybrané parametry pro všechny hodnocené lokality je uvedena v tabulce 1. Mezi parametry s prokazatelnou závislostí na průtoku, a tím s nejčastěji statisticky významnými výsledky logistické regrese (zelené buňky v tabulce 1) patří fosforečnanový a celkový fosfor. U biochemické spotřeby kyslíku a amoniakálního dusíku se potvrdilo jejich nejednoznačné chování, a proto byla převážná část regresních vztahů statisticky nevýznamných. Závislost rozpuštěných látek, včetně chloridů, na průtoku, je přesvědčivá, nicméně jejich hodnoty jsou většinou pod limitem z nařízení vlády č. 401/2015 Sb. přílohy 3, tabulky 1a, a proto nemůže být logistická regrese provedena (chybí případy, kdy jsou hodnoty nad limitem).

	$N\text{-}NH_4$	P_{celk}	EDTA	$P\text{-}PO_4$	Chloridy	Rozpuštěné látky	BSK_5
limit	*0.15 mg/l*	*0.15 mg/l*	*5 µg/l*	*0.05 mg/l*	*65 mg/l*	*750 mg/l*	*2.5 mg/l*
ČOV Trutnov	NS	C,M,S	NA	C	< 40	<300	NS
ČOV Hradec Králové	NS	C,M,S	NS	C,M,S	< 40	<350	NS
ČOV Pardubice	S	C,M,S	C,M,S	C,M,S	<50	<400	C,S
ČOV Liberec	NS	C,M	NA	C,M	C,M,S	<450	OPAK
ČOV Ústí nad Labem	NS	NS	NA	C,M	<70	<425	OPAK
ÚČOV Praha	C,M,S	C, S	NA	NS	NA	NA	C,S
ČOV Kralupy n/Vlt	NS	C	C,S	C,M	<45	<350	NS
ČOV České Budějovice	NS	NS	C,S	NS	<20	<200	NS
ČOV Plzeň	C, S	NS	C,S	C,M,S	<50	<300	NS
ČOV Karlovy Vary	NS	NS	NA	M	<60	<550	OPAK
ČOV Teplice	OPAK	C,M	NS	NS	C,M	C,M	OPAK
ČOV Ostrava	NS	C,M,S	NA	C,S	C,M,S	C,S	S
ČOV Olomouc	NS	S	C	C,M,S	<55	<325	NS
ČOV Prostějov	M	C,M	NS	C,M	C,M,S	C,S	NS
ČOV Zlín	NS	C,M,S	NS	NS	C	<700	NS
ČOV Otrokovice	NS	NS	NS	M	<60	<400	C,M,S
ČOV Brno	C,M,S	C,M	NS	C,M	C,M,S	<500	NS

Tab. 1 Výsledky vyhodnocení logistické regrese pro vybrané fyzikálně-chemické parametry a průtoky v lokalitách pod vybranými ČOV (NS – není významná, NA – data nejsou k dispozici, OPAK – opačný trend, C – počítáno z celého období 2014-2024, M – počítáno z „mokrého" období 2019-2024, S – počítáno ze „suchého" období 2014-2018, < hodnota – všechny hodnoty pod limitem).

Na obrázku 2 je prezentován výsledek využití modelem odvozené rovnice logistické regrese (na datech z období 2014-2024) ke zpětnému odvození hodnoty průtoku, při kterém bude limit ukazatele jakosti překročen se stanovenou pravděpodobností – na příkladu profilu ČOV Pardubice. V grafu je znázorněna hodnota dlouhodobého ročního průtoku Q_a v bilančním profilu Přelouč na Labi a rovněž hodnota minimálního zůstatkového průtoku stanovená pro účely vodohospodářské bilance pro tento bilanční profil, který se nachází pod profilem vypouštění z ČOV Pardubice. V legendě u grafu na obrázku 2 jsou uvedeny limitní hodnoty vybraných ukazatelů. Z grafu je patrno, že čím nižší je požadovaná pravděpodobnost překročení limitu, tím vyšší je odhadovaný potřebný průtok pro splnění takového požadavku. Realistický požadavek 50% pravděpodobnosti splnění limitu by v případě parametrů BSK_5, EDTA a především $P\text{-}PO_4$ vedl k odhadu vyššího požadovaného minimálního průtoku v profilu pod vypouštěním z ČOV, než je stávající hodnota minimálního zůstatkového průtoku odvozeného pomocí hydrologické metody.



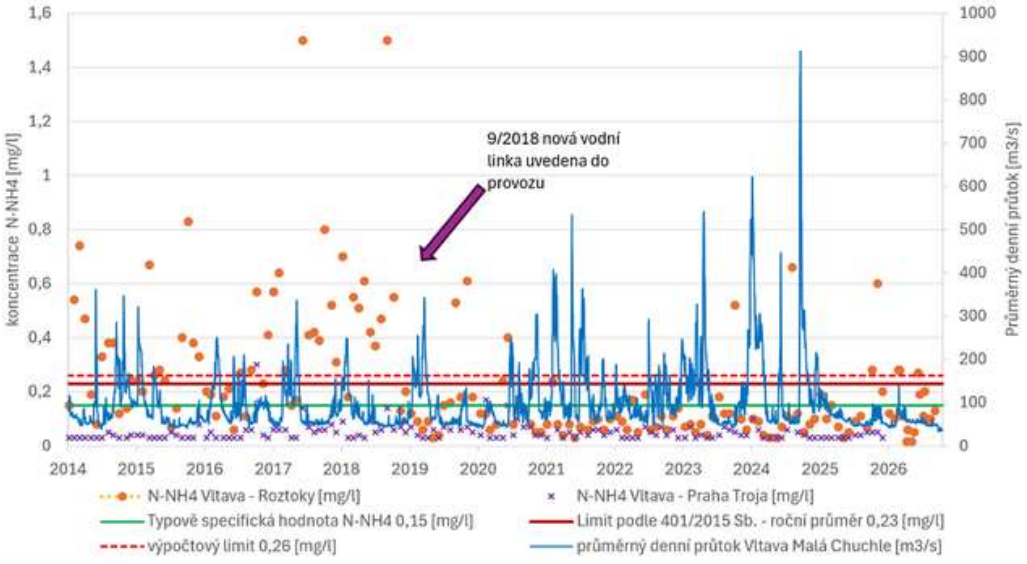
Obr. 2 Predikované hodnoty průtoků (osa y) nutných pro splnění limitů z NV 41/2015 Sb. nebo cílů dobrého ekologického stavu (BSK5, P-PO_4) s danou pravděpodobností (osa x) s použitím čtyř různých chemických parametrů (MZP – minimální zůstatkový průtok, Q_a – dlouhodobý průměrný roční průtok)

Pilotní lokalita – profil jakosti povrchové vody pod Ústřední čistírnou v Praze

Na příkladu profilu pod vypouštěním z Ústřední čistírny odpadních vod v Praze (dále jen „ÚČOV") je možné doložit význam infrastrukturních opatření na technologii čištění odpadních vod pro zlepšení jakosti povrchové vody v recipientu v podmínkách hydrologického sucha. V tomto profilu byla vyhodnocena statisticky významná závislost hodnoty ukazatele amoniakálního dusíku na průtoku. Ukazatel amoniakálního dusíku velmi dobře indikuje výskyt nedostatečně čištěných komunálních odpadních vod a při jeho vyšších koncentracích mohou vzniknout toxické podmínky pro život ryb [6].

ÚČOV představuje největší soustředěný zdroj komunálních vod v ČR (viz obr. 1). Vypouští průměrně přibližně 3,5 m³/s odpadních vod do významného vodního toku Vltava s průměrným ročním průtokem v profilu pod vypouštěním v hodnoceném období 2014–2024 přibližně 106 m³/s. V září 2018 byla zprovozněna nová vodní linka, která doplnila stávající vodní linku, což mělo významný pozitivní dopad na jakost povrchové vody pod tímto vypouštěním zejména v ukazateli amoniakální dusík (obr.3).

Pro odvození parametrů regresního modelu byl limit pro ukazatel amoniakálního dusíku nejprve stanoven tak, aby korespondoval s hodnotou uvedenou nařízením vlády č. 401/2015 Sb. v příloze 3, tabulka 1a. Při hodnocení celého období 2014–2024 odpovídala padesátiprocentní pravděpodobnosti překročení limitní koncentrace hodnota průtoku přibližně 56 $m^3 \cdot s^{-1}$. Při využití pouze dat z období před uvedením nové vodní linky do provozu (2014–2018) činila odpovídající hodnota přibližně 88 $m^3 \cdot s^{-1}$. Po roce 2018 došlo ke zlepšení jakosti vody natolik výraznému, že statisticky průkazné výsledky bylo možné získat při použití přísnější limitní koncentrace 0,15 $mg \cdot l^{-1}$ odpovídající požadavku na dobrý ekologický potenciál útvaru povrchových vod. V tomto případě odpovídala padesátiprocentní pravděpodobnosti překročení limitu hodnota průtoku přibližně 51 $m^3 \cdot s^{-1}$.



Obr. 3 Zaznamenané hodnoty ukazatele amoniakálního dusíku ve Vltavě v profilu Praha – Troja (nad vypouštěním z ÚČOV fialovou barvou), v profilu Roztoky (pod vypouštěním z ÚČOV oranžovou barvou) v souvislosti se zaznamenanými průměrnými denními průtoky v profilu Vltava Malá Chuchle v období 2014–2026. V září 2018 byl zahájen zkušební provoz nové vodní linky ÚČOV. Pro graf byla využita rovněž data z mimořádného monitoringu jakosti povrchové vody, který byl zahájen v roce 2026 v souvislosti s probíhající rekonstrukcí na stávající vodní lince ÚČOV.

Diskuze a závěry

V souladu s [3] analýzy potvrdily různé chování vybraných fyzikálně-chemických parametrů v závislosti na průtokových podmínkách ve vodních tocích. Nejvíce statisticky významných výsledků bylo získáno pro fosforečnanový a celkový fosfor, které také patří mezi nejproblematičtější parametry s ohledem na jejich významnou úlohu v eutrofizaci vod.

Prezentovaná metoda využívající pravděpodobnostní přístup založený na logistické regresi představuje možný nástroj pro stanovení minimálního zůstatkového průtoku s ohledem na jakost vody. Umožňuje propojit hydrologické a jakostní informace a vyjádřit míru rizika překročení zvolených limitů pomocí snadno interpretovatelných pravděpodobností. Přestože se jedná o pilotní výsledky, naznačují potenciál pro postupné sbližování současného českého konceptu minimálního

zůstatkového průtoku s evropským konceptem ekologických průtoků podle směrného dokumentu č. 31 [2].

Výsledky naznačují, že zohlednění jakosti vody při stanovování minimálních zůstatkových průtoků má největší význam v profilech pod významnými zdroji znečištění, kde průtok přímo ovlivňuje míru naředění vypouštěných odpadních vod. V těchto lokalitách lze očekávat nejsilnější vazbu mezi hydrologickými podmínkami a plněním environmentálních cílů stanovených pro útvary povrchových vod. Vztah mezi průtokem a koncentracemi jednotlivých ukazatelů je nicméně ovlivňován řadou místních faktorů, zejména velikostí a charakterem vypouštění, hydromorfologií toku, teplotou vody a sezónní dynamikou biologických procesů. Výsledky jednotlivých lokalit proto nelze jednoduše zobecňovat na celou říční síť.

Za perspektivní lze považovat strukturovaný přístup, kdy jsou nejprve identifikovány profily s významným vlivem vypouštěných odpadních vod a kdy jsou pro ně využita hydrologická, jakostní i emisní data ke stanovení požadovaných průtokových podmínek. V ostatních částech povodí by pak následně bylo možné využít jednodušší hydrologické postupy při respektování průtokových požadavků stanovených v těchto prioritních profilech. Zvláštní pozornost ovšem budou vyžadovat i menší vodní toky (recipienty), do kterých zaúsťují vypouštění z větších ČOV.

Příklad ÚČOV Praha současně ukazuje, že technická opatření realizovaná přímo u zdroje znečištění mohou mít na výslednou jakost vody během sucha větší vliv než samotné zvýšení průtoků v recipientu. Uvedení nové vodní linky do provozu v roce 2018 vedlo k výraznému snížení koncentrací amoniakálního dusíku v profilu Vltava-Roztoky a ke zlepšení pravděpodobnosti splnění stanovených limitů i při nízkých průtocích. Tento výsledek podporuje princip, že ochrana jakosti vod během sucha by měla být založena především na snižování emisí znečištění u zdroje a teprve následně na řešení průtokových poměrů v tocích. Navíc je zřejmé, že možnost nadlepšení průtoku z vodní nádrže nebo nádrží s dostatečnou akumulací je privilegiem pouze některých vodních toků.

Poděkování:

Výzkum je podpořen projektem TAČR PERUN (SS02030040). Pro analýzy byly použity údaje z informačního systému ČHMÚ ARROW, kde jsou shromažďovány výsledky situačního a provozního monitoringu povrchových vod prováděného státními podniky Povodí.

Použité podklady:

[1] Plán pro zvládání sucha a stavu nedostatku vody pro území České republiky, dostupný online: https://heis.vuv.cz/data/webmap/datovesady/projekty/plansuchocr/default.asp?lobd=d&

[2] European Commission (2015): Guidance Document No. 31. Ecological Flows in the Implementation of the Water Framework Directive. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Technical Report 2015-086.

[3] Semerádová, S. Vliv hydrologické situace na jakost vod – možnosti hodnocení. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace, 2026, roč. 68, č. 4, str. 32–41. ISSN 0322-8916.

[4] Rosendorf, P. a kol., Metodika hodnocení všeobecných fyzikálně-chemických složek ekologického stavu útvarů povrchových vod, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2011. Dostupné online: https://mzp.gov.cz/system/files/2024-11/OOV-Metodika_FYZ-CHEM-20130129.pdf

[5] Helsel, D.R., Hirsch, R.M., Ryberg, K.R., Archfield, S.A., Gilroy, E.J. (2020). Statistical Methods in Water Resources. U.S. Geological Survey Techniques and Methods, Book 4, Chapter A3, 458 p. https://doi.org/10.3133/tm4A3

[6] Spurný P. a kol., Hydrobiologie a rybářství, Mendelova univerzita v Brně, Fakulta agronomická, 2015.

[7] Barešová, L., Nesládková, M., Svoboda, V., and Kodeš, V.: The behaviour of physicochemical parameters in watercourses downstream of WWTPs under reduced flows, EGU General Assembly 2026, Vienna, Austria, 3–8 May 2026, EGU26-11125, https://doi.org/10.5194/egusphere-egu26-11125, 2026.

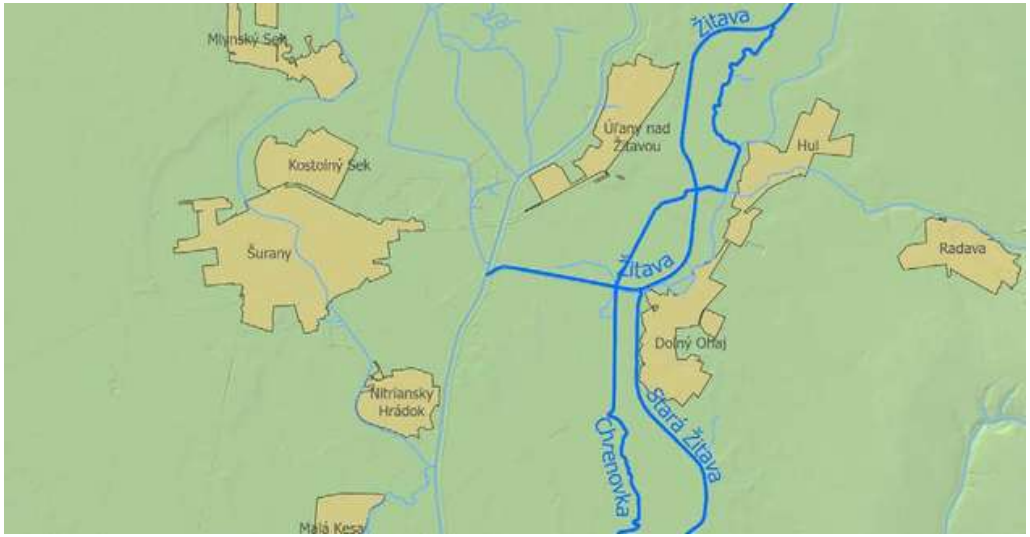
Oživenie vodných tokov a chránených území v povodí dolnej žitavy - pokračovanie

Ing. Mária Ďurigová, PhD., Ing. Andrej Šille
Slovenský vodohospodársky podniky, štátny podnik

Úvod

Revitalizácia vodných tokov predstavuje významný nástroj na obnovu prirodzených hydrologických a ekologických procesov v krajine. Okrem zlepšenia ekologického stavu vodných tokov prispieva aj k posilneniu adaptačných opatrení na zmenu klímy, podpore retencie vody v území, ochrane biodiverzity a optimalizácii protipovodňovej ochrany. V minuloročnom článku na konferencii Vodní toky 2025 bola opísaná koncepcia revitalizácie dolného úseku rieky Žitava, zameraná na obnovu vodného režimu čiastočne odstavených vodných tokov a riečnych ramien v Podunajskej nížine (Obr. 1). Zahŕňa revitalizáciu tokov Žitava, Chrenovka a Stará Žitava, ako aj modernizáciu vodohospodárskych objektov ovplyvňujúcich distribúciu prietokov v území.

Navrhované opatrenia vychádzajú z potreby reagovať na aktuálne aj budúce výzvy hospodárenia s vodou v povodí. Ich cieľom je dosiahnuť lepšie využitie vodných zdrojov, zvýšenie ekologickej kontinuity tokov, zlepšenie hydromorfologických podmienok a súčasne zachovať alebo zlepšiť existujúcu úroveň protipovodňovej ochrany. Príspevok sumarizuje realizovanú revitalizáciu toku Chrenovka, spriechodnenie migračných bariér na Žitave a predstavuje pripravovanú revitalizáciu Starej Žitavy.



Obr. 1: Lokalita dolnej Žitavy, Chrenovky a Starej Žitavy

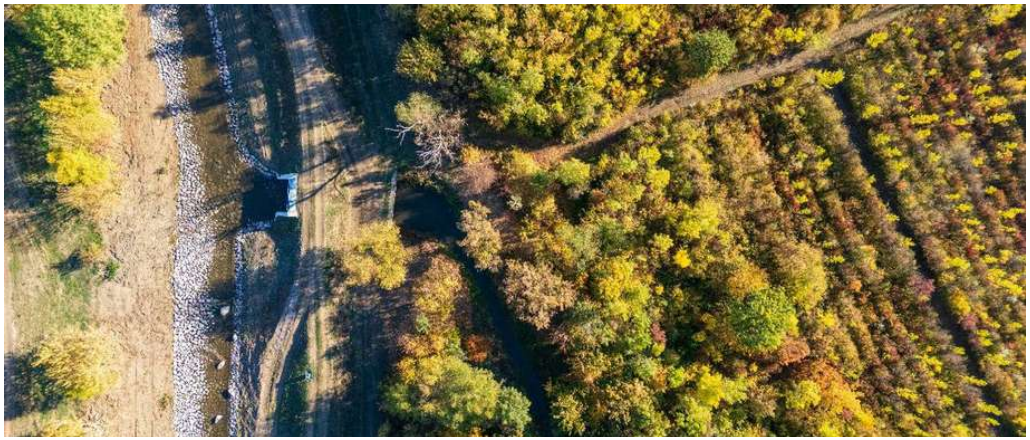
Revitalizácia Chrenovky

Tok Chrenovka predstavuje významný ekologický koridor v dolnej časti povodia Žitavy. Približne 13 km toku prechádza chránenými územiami PP Potok Chrenovka a PP Meander Chrenovky. Dlhodobým problémom územia bolo obmedzené zavodňovanie toku, migračná nepriechodnosť technických objektov a zhoršené hydromorfologické podmienky v niektorých úsekoch toku (Obr. 2). V lete 2026 bola zrealizovaná prvá etapa revitalizácie dolnej Žitavy. Cieľom projektu bolo zlepšenie vodného režimu toku (Obr. 5 a 6), obnovenie migračnej kontinuity a čiastočná rekonštrukcia vodohospodárskych objektov.

Hlavným opatrením prvej etapy bolo prebudovanie rozdeľovacieho objektu, ktorý zabezpečuje prerozdelenie prietokov medzi Žitavou a Chrenovkou. Pôvodné technické riešenie už nedokázalo spoľahlivo zabezpečovať požadovanú funkciu, naviac sezónne predstavovalo migračnú bariéru pre vodné organizmy (Obr. 3). Pôvodná hať na toku Žitava v rkm 6,9, zabezpečujúca vzdutie hladiny a zavodňovanie Chrenovky, bola nahradená celokorytovým sklzom. Sklz bol navrhnutý a vybudovaný s miernejším sklonom nivelety dna nad odberným objektom do Chrenovky a prúdnica toku bola presmerovaná bližšie k odberným potrubiam. Tým sa dosiahol spoľahlivejší prívod vody do Chrenovky aj pri nízkych vodných stavoch. Projekt zahŕňal aj úpravy a opravy betónových plôch a zariadení odberného objektu (Obr. 4). Aplikované riešenie zároveň umožňuje celoročnú migračnú priechodnosť a nezhoršuje miestnu úroveň protipovodňovej ochrany.



Obr. 2: Rozdeľovací objekt pred revitalizáciou - hať pred odstránením, lichobežníkové symetrické koryto



Obr. 3: Rozdeľovací objekt po revitalizácii – odstránená hať, novovybudovaný sklz



Obr. 4a: Rozdeľovací objekt pred rekonštrukciou.



Obr. 4b: Rozdeľovací objekt po rekonštrukcii.



Obr. 5: Koryto Chrenovky pred revitalizáciou



Obr. 6: Koryto Chrenovky po revitalizácii

Súčasťou projektu bolo aj spriechodnenie panelového brodu v rkm 6,6 (Obr. 7). Úpravou objektu sa odstránila ďalšia prekážka brániaca migrácii vodných organizmov (Obr. 8). Realizované opatrenia vytvorili podmienky na spriechodnenie približne 7,2 km vodného toku. Najbližšia migračná bariéra po prúde rieky je rozdeľovací objekt v Dolnom Ohaji – 2,05 rkm a najbližšia bariéra proti prúdu je hať Malá Maňa - 9,25 rkm, ktorá tvorí migračnú bariéru iba sezónne.



Obr. 7: Panelový brod tvoriaci migračnú bariéru



Obr. 8: Panelový brod so sklzom

V rámci revitalizácie sa realizovalo aj prečistenie približne prvého kilometra toku Chrenovka. Odstránením nánosov a vegetačných prekážok došlo zároveň k obnoveniu prietočnosti koryta a zlepšeniu hydraulických pomerov. Opatrenie súčasne podporuje prirodzený transport sedimentov a znižuje riziko lokálnych vzdutí.

Revitalizácia zahŕňala aj rekonštrukciu objektu v mieste križovania toku Chrenovka s tokom Liska. Cieľom bolo zabezpečiť jeho spoľahlivú funkciu a priaznivejšie hydraulické podmienky počas prevádzky. Rekonštruovali sa rozdeľovacie objekty, ktoré regulujú prietok do Chrenovky a mlynského náhonu. Súčasťou projektu bola výsadba pôvodných druhov drevín v rkm 15,2 – 16,7, kde bolo nedostatočné zatienenie vodného toku. Vysadené boli javor poľný (22 ks), jaseň úzkolistý (27 ks), dub letný (15 ks) a brest hrabolistý (17 ks). Výsadba prispeje k zlepšeniu mikroklimatických podmienok, stabilizácii brehov a zvýšeniu ekologickej hodnoty územia.

Celkové investičné náklady projektu predstavovali približne 400 tisíc EUR. Realizácia sa uskutočnila v období od mája 2026 do júla 2026. Projekt revitalizácie Chrenovky bol financovaný zo zdrojov EÚ vďaka Plánu obnovy a odolnosti SR.

Pripravovaná revitalizácia Starej Žitavy

Na realizovanú revitalizáciu Chrenovky nadväzuje pripravovaný projekt revitalizácie Starej Žitavy. Cieľom projektu je zabezpečiť stabilné zavodnenie pôvodnej trasy toku a zlepšiť vodný režim územia pri zohľadnení ochrany prírody, hospodárenia s vodou a protipovodňovej ochrany. Príprava projektu bude založená na podrobnom odbornom hodnotení územia a využití moderných nástrojov modelovania.

Súčasťou projektu bude vypracovanie hydrologického modelu so scenármi zmeny klímy, hydraulického modelu, štúdie podzemných vôd, hodnotenia dopadov klimatickej zmeny a rozhodovacieho systému (DSS) na podporu výberu optimálnych riešení. Osobitná pozornosť sa bude venovať vzťahu medzi povrchovými a podzemnými vodami a posúdeniu budúcich scenárov vývoja vodného režimu v území.

Kľúčovým technickým opatrením bude modernizácia vodohospodárskeho uzla v Dolnom Ohaji. Navrhované riešenie zahŕňa odstránenie existujúcej hate, výstavbu nového sklzu zabezpečujúceho migračnú priechodnosť, rekonštrukciu odberného objektu, zvýšenie kapacity privádzania vody do Starej Žitavy. Realizáciou opatrení sa vytvoria podmienky na obnovu vodného režimu približne 34 km Starej Žitavy a nadväzujúcich úsekov. Opatrenie má značne zlepšiť aj protipovodňovú ochranu, pretože modernizácia rozdeľovacieho objektu umožní zvýšenie prietoku do Starej Žitavy aj počas povodňových stavov.

Projekt bude financovaný z programu Zelená transformácia podporeného z Nórskych fondov. Predpokladaná hodnota projektu je 3,5 mil. EUR. Doba realizácie sa odhaduje na 42 mesiacov.

Záver

Revitalizácia dolnej Žitavy predstavuje príklad komplexného prístupu k obnove vodných tokov v intenzívne využívanej poľnohospodárskej krajine. Revitalizácia Chrenovky preukázala, že modernizácia vodohospodárskych objektov sa môže úspešne kombinovať so zlepšením ekologického stavu vodných tokov a obnovou migračnej kontinuity.

Pripravovaný projekt revitalizácie Starej Žitavy predstavuje ďalší krok smerom ku komplexnej obnove vodného režimu v dolnej časti povodia Žitavy. Významným prvkom projektu je využitie hydrologického modelovania s využitím scenárov zmeny klímy a hydraulického modelovania pri návrhu optimálnych riešení. Navrhované opatrenia prispejú k zlepšeniu adaptácie územia na zmenu klímy, podpore biodiverzity, zvýšeniu ekologickej stability krajiny a k efektívnejšiemu hospodáreniu s vodou. Súčasne vytvárajú predpoklad pre pokračovanie ďalších revitalizačných aktivít v povodí Žitavy, vrátane obnovy ďalších historických ramien a modernizácie súvisiacich vodohospodárskych objektov.

Použité podklady:

Ďurigová, M a kol., 2025: Oživenie vodných tokov a chránených území v povodí dolnej Žitavy. Zborník str. 123, konferencia Vodní toky 2025.

Just, T., a kol., 2005: Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění před povodněmi, Hořovice 2005

Holubová, K., a kol., 2023: Metodická príručka postupov pre revitalizácie vodných tokov, Výskumný ústav vodného hospodárstva, Bratislava 2023

Tvarové charakteristiky výmolu kolem pilíře kruhového průřezu

Veronika Chrástová, Zbyněk Zachoval
Slovenský vodohospodársky podniky, štátny podnik

Abstrakt

Příspěvek popisuje z měření stanovené a v bezrozměrové podobě vyjádřené tvarové charakteristiky výmolu kolem svislého pilíře vyjádřené v závislosti na hodnotě bezrozměrového smykového napětí. Data pro stanovení tvarových charakteristik byla měřena na fyzikálním modelu pilíře s kruhovým průřezem o průměru 50 mm umístěného v laboratorním žlabu za rovnoměrného proudění bez i s transportem dnových splavenin.

Klíčová slova: výmol, pilíř, experimentální výzkum

Úvod

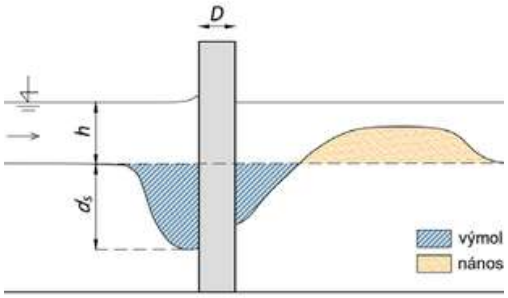
Popis lokálního výmolu okolo svislých pilířů s kruhovým průřezem je dlouhodobě studován. Mezi nejvýznamnější publikace v dané oblasti patří [1][2][3][4][5][6][7][8][9][10][11][12][13].

Výmol je způsoben obtékáním proudící vody kolem pilíře. Charakter obtékání vody je závislý na hodnotě Reynoldsova čísla, Froudova čísla, blízkosti dna a tvaru pilíře a dna. Proud vody se při nárazu do pilíře rozdělí na dva proudy, které se poproudně opět spojí. Při malých hodnotách Reynoldsova čísla dochází ke vzniku plíživého obtékání bez vzniku vírů, při větších pak ke vzniku vírů a úplavu. Pilíře ve vodních tocích za velkých průtoků, kdy vznikají výmoly, jsou obtékány při velkých hodnotách Reynoldsova čísla. V uvedeném případě a v dostatečné vzdálenosti ode dna má obtékání především dvojrozměrný charakter. Při rozdělení proudu dojde na návodní straně pilíře ke vzniku svislé linie stagnace proudu. Při spojení proudů poproudně za pilířem pak dojde ke vzniku vírů se svislou osou nebo úplavu. V blízkosti dna je charakter obtékání trojrozměrný. Vlivem setrvačnosti proudu a tření o dno a pilíř se v patě pilíře vytvoří podkovovitý vír. Podkovovitý vír je hlavní příčinou vzniku výmolu kolem pilíře. Rotace proudu podkovovitého víru ve výmolu ve svislé rovině protiproudně před pilířem způsobuje proudění na návodní stěně pilíře sestupné, při dně protiproudní a na svahu výmolu vzestupné. Podkovovitý vír zapříčiní vznos jednotlivých částic z povrchu výmolu, které jsou následně obtékajícím proudem na hranici podkovovitého víru transportovány poproudně dále. S postupným rozpadem podkovovitého víru se částice usazují. V oblasti poproudně za pilířem vysávají částice z povrchu víry se svislou osou.

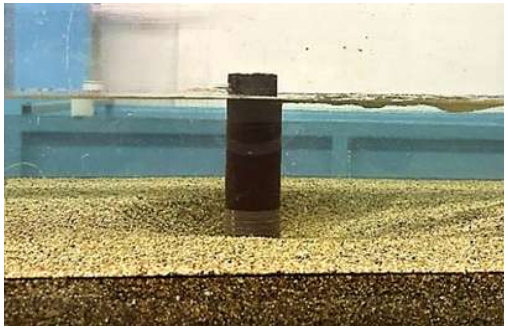
Cíl a metoda řešení

Cílem bylo popsat tvarové charakteristiky výmolu, zejména hloubku výmolu d_s vztaženou k průměru pilíře D, vznikajícího kolem pilíře kruhového průřezu v závislosti na hodnotě bezrozměrového smykového napětí τ* (Shieldsův parametr):
$d_s/D=f(\tau^*)$.

(1) Výmol je možné popsat různými rozměrovými i bezrozměrovými tvarovými charakteristikami sloužícími k určitým účelům. Z rozměrových charakteristik se nejčastěji používá hloubka výmolu d_s (z důvodu návrhu hloubky založení pilíře), která je hlavním předmětem tohoto příspěvku (Obr. 1). Bezrozměrové charakteristiky se pak používají pro zobecnění popisu a jsou podkladem pro stanovení rozměrových charakteristik v konkrétních případech.



Obr. 1: Schéma tvarových charakteristik.



Obr. 1b: Výmol kolem pilíře na modelu.

Velikost a tvar výmolu ovlivňuje množství veličin [10]. Lze je rozčlenit do několika základních kategorií: veličiny popisující proudění vody v blízkosti dna (bez pilíře) jsou třecí rychlost u_*, hustota ρ, kinematická viskozita ν a tíhové zrychlení g; veličiny popisující částice jsou střední velikost částic d_{50}, hustota částic ρ_s a součinitel vytřídění částic σ_d a veličina popisující geometrii pilíře je jeho průměr D. Při použití rozměrové analýzy na první dvě skupiny veličin z nich lze vyjádřit Reynoldsovo číslo, jež nemá vliv při plně turbulentním proudění na tvar podkovovitého víru [4][11], a tedy ani na velikost výmolu, součinitel vytřídění, který je při vzniku výmolu neměnný, a tudíž je pouze omezujícím kritériem platnosti, a bezrozměrové smykové napětí [8]

$$\tau^* = \frac{u_*^2}{g \cdot d_{50}} \cdot \frac{\rho}{\rho_S - \rho} = \frac{\tau}{(\rho_S - \rho) \cdot g \cdot d_{50}},$$

(2) kde τ je smykové napětí na dně. Smykové napětí na dně při rovnoměrném proudění lze vypočítat z měřitelných charakteristik proudu

$$\tau = \rho \cdot g \cdot h \cdot i,$$

(3) kde h je hloubka a i je sklon čáry energie (hladiny, dna). Po dosazení pak platí:

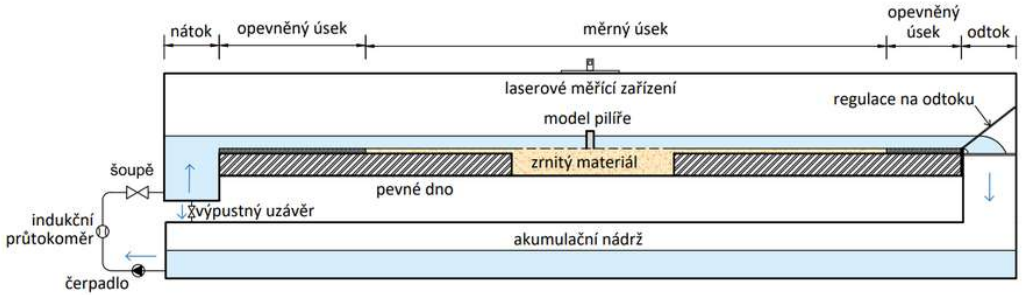
$$\tau^* = \frac{\rho \cdot h \cdot i}{(\rho_s - \rho) \cdot d_{50}}.$$

(4) Poslední skupina veličin pak určuje vztažnou veličinu, tedy bezrozměrové vyjádření hloubky výmolu d_s/D a omezující neměnné geometrické kritérium d_{50}/D.

Vzájemnou závislost mezi d_s/D a τ^* je nejvhodnější stanovit pomocí experimentálního výzkumu.

Experimentální výzkum

Experimentální výzkum byl prováděn v Laboratoři vodohospodářského výzkumu Ústavu vodních staveb Fakulty stavební Vysokého učení technického v Brně. Měření probíhalo v hydraulickém žlabu s bočními stěnami z polymetylmetakrylátu o šířce B=0.505 „m“ a aktivní délce 6 m s pohyblivým dnem. Voda o hustotě ρ=998 kg/m³ byla do žlabu přiváděna čerpacím systémem s měřením průtoku pomocí kalibrovaného elektromagnetického indukčního průtokoměru DN100 (Ela, MQI 99 - SN). V místě nátoku vody byl z hrubozrnného materiálu vytvořen opevněný úsek zajišťující rovnoměrné proudění do měrného úseku žlabu. Měrný úsek tvořila 0.120 m silná vrstva nesoudržného materiálu se střední velikostí částic d_{50}=1.5“ mm“ , hustotou ρ_s=2650 kg/m^3 a součinitelem vytřídění částic σ_d=1.33. Následoval opět opevněný úsek s hrubozrnným materiálem před stabilizačním prahem dna. Bezprostředně za stabilizačním prahem dna byl umístěn hradlový hladinový uzávěr sloužící k regulaci úrovně hladiny. Samotný odtok byl vybaven jemným sítem, které umožňovalo zachycení transportovaných částic. Schéma experimentálního zařízení je na Obr. 2.



Obr. 2 Schéma experimentálního zařízení

Model pilíře kruhového průřezu o průměru D=0.050“ m“ a výšce 0.120“ m“ nad úrovní pohyblivého dna byl umístěn v podélné rovině symetrie žlabu tak, aby byla splněna podmínka eliminace vlivu stěn [11]. Model pilíře byl opatřen stupnicí s dělením po 5 mm, která sloužila k průběžnému odečtu hloubky výmolu v průběhu experimentu. Ke zaměření úrovně dna kolem pilíře byl použit bodový laser (Bosch, GLM 50-25 G) s dělením po 0.5 mm (přesnost ±1.5 mm), který byl umístěn na polohovatelném zařízení (Obr. 2).

Měření

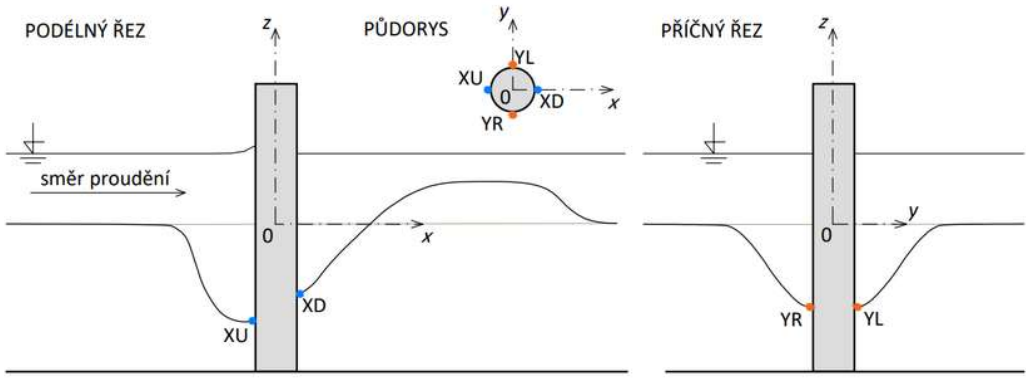
Před zahájením měření bylo pohyblivé dno vyrovnáno do počáteční úrovně a nastaven sklon žlabu zajišťující rovnoměrné proudění s požadovanou hloubkou h = 0.100 m. Horní okrajovou podmínkou byl průtok vody a průtok částic splavenin a dolní okrajovou podmínku byla úroveň hladiny na odtoku ze žlabu.

V rámci experimentálního výzkumu bylo provedeno celkem 7 měření s hodnotami bezrozměrového smykového napětí τ^* v rozsahu 0.01–0.04, přičemž měření byla provedena v kroku po 0.005. Příslušná hodnota bezrozměrového smykového napětí byla dána nastavením sklonu dna i v rozsahu 0.00025–0.00099 a průtokem v rozsahu 0.0110–0.0215 m³/s. Ostatní vstupní veličiny zůstaly neměnné.

Doba zatěžování byla stanovena pro počátek pohybu částic, kdy vznikne největší výmol. Počátek pohybu částic nastal při τ^*=0.030 a k ustálení hloubky výmolu došlo po 4 h.

Pro měření úrovně dna byl zaveden souřadný systém s počátkem umístěným v průsečíku svislé osy pilíře s rovinou počátečního dna. Kladná osa x směřovala poproudně, osa y příčně a osa z svisle vzhůru. Během experimentu byla měřena hloubka výmolu kolem pilíře ve čtyřech svislicích odpovídajících kvadrantům průřezu pilíře. Úroveň dna pak popisovaly body označené XU, XD, YL, YR, což byly průsečíky uvedených svislic s povrchem dna. Umístění bodů je vyznačeno na Obr. 3.

Po ukončení experimentu, tedy po opadnutí hladiny vody, byla změřena úroveň dna v okolí pilíře. Měřeno bylo v kroku po 0.020 m jak v ose x (protiproudně U i poproudně D), tak v ose y (nalevo L i napravo R), aby bylo možné vykreslit jak podélný, tak také příčný profil výmolu.



Obr. 3 Schématické vyznačení měřených bodů

Vyhodnocení

Změřené hodnoty hloubky výmolu d_s pro body XU, XD, YR a YL byly uspořádány do tabulky a seřazeny podle odpovídající hodnoty bezrozměrového smykového napětí τ^*. Následně byla vyhodnocena maximální hodnota hloubky výmolu v ose x, tedy $d_{s,x,max}$, a v ose y, tedy $d_{s,y,max}$.

Maximální celková hodnota z nich byla poté $d_{s,max}$.

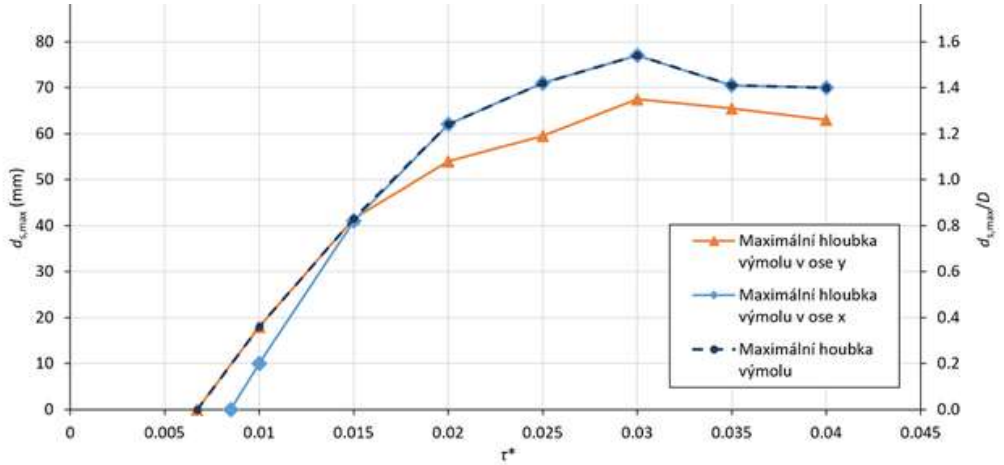
Ze zaměřených hodnot úrovně dna pomocí bodového laseru byl vykreslen příčný a podélný profil vytvořeného výmolu a nánosu. Pro porovnání jednotlivých měření mezi sebou byly poté průběhy dna pro jednotlivé hodnoty bezrozměrového smykového napětí τ* skresleny do jednoho příčného a podélného profilu.

Výsledky

Hodnoty hloubky výmolu na povrchu pilíře a jejich maximum v rozměrové i bezrozměrové podobě uvádí hodnotově Tab. 3. a graficky Obr. 4.

τ*	Osa *x*				Osa *y*				$d_{s,max}$ (mm)	$d_{s,max}/D$
	d_s (mm)		$d_{s,x,max}$ (mm)	$d_{s,x,max}/D$	d_s (mm)		$d_{s,y,max}$ (mm)	$d_{s,y,max}/D$		
	XU	XD			YL	YR				
0.010	10.0	-6.0	10.0	0.20	18.0	18.0	18.0	0.36	18.0	0.36
0.015	41.0	23.0	41.0	0.82	41.5	41.0	41.5	0.83	41.5	0.83
0.020	62.0	37.5	62.0	1.24	54.0	54.0	54.0	1.08	62.0	1.24
0.025	71.0	45.0	71.0	1.42	59.5	59.5	59.5	1.19	71.0	1.42
0.030	77.0	50.0	77.0	1.54	67.5	67.5	67.5	1.35	77.0	1.54
0.035	70.5	45.5	70.5	1.41	65.5	65.5	65.5	1.31	70.5	1.41

Tab. 3 Změřené a vypočítané hodnoty

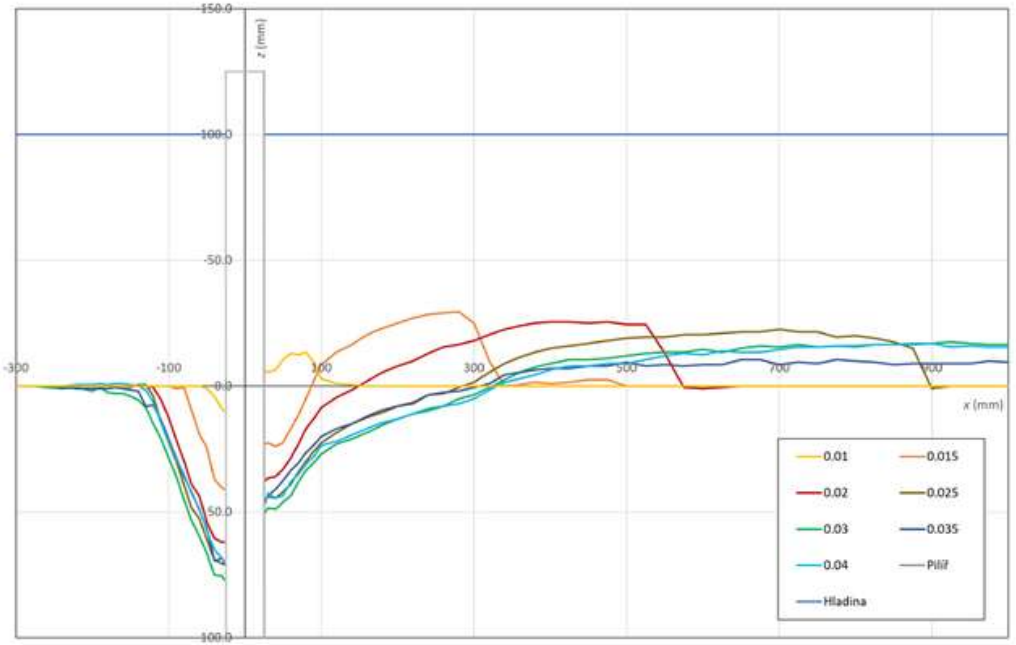


Obr. 4 Graf závislosti rozměrově a bezrozměrově vyjádřené hloubky výmolu na bezrozměrovém smykovém napětí

Z uvedených výsledků lze pozorovat, že do hodnoty τ*=0.015 se hlubší výmol vytváří po stranách pilíře (v bodech YR a YL). Při dalším zvětšování hodnoty bezrozměrového smykového napětí je výmol nejhlubší v bodě XU.

Úplného maxima hloubky výmolu je dosaženo při τ*=0.030. Za těchto podmínek byla naměřena maximální hloubka výmolu d_s=77.0 mm, což odpovídá bezrozměrovému vyjádření $d_{s,max}/D$ =1.54.

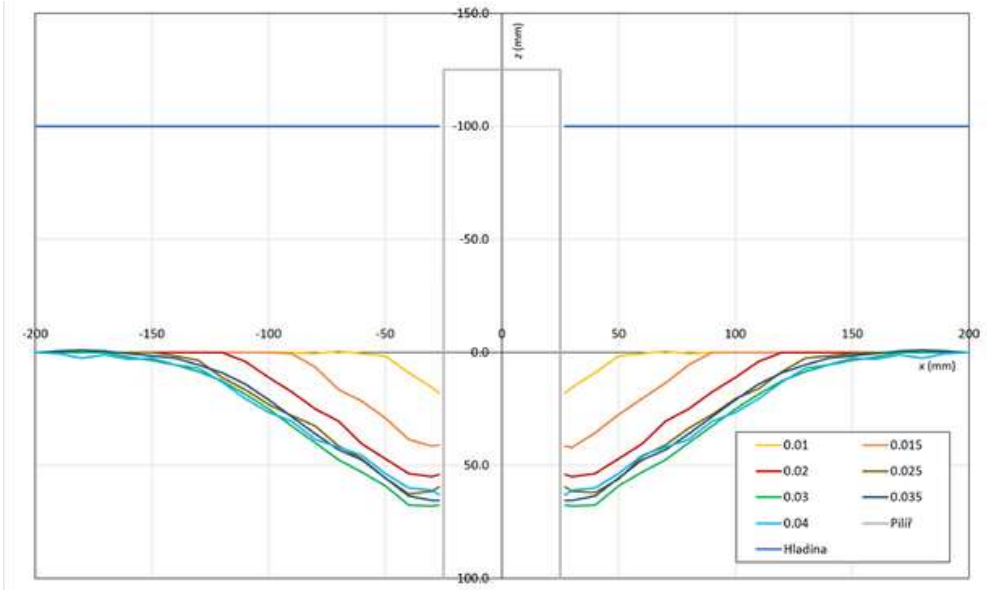
Hodnoty hloubky výmolu d_s z měření úrovně dna po 4 h v závislosti na hodnotě τ* byly zpracovány do podoby podélného (Obr. 5) a příčného profilu (Obr. 6).



Obr. 5 Podélný profil výmolu pro různé hodnoty bezrozměrového smykového napětí uvedené v legendě

Z podélného profilu je viditelné, že pro všechny hodnoty bezrozměrového smykového napětí se tvoří v místě před pilířem (bráno ve směru toku) větší výmol než v místě za pilířem. Pro τ*=0.010 se za pilířem výmol netvoří, naopak dochází k usazování transportovaných částic a k tvorbě nánosu přímo u paty pilíře. Se zvětšující se hodnotou τ* se postupně zvětšuje hloubka výmolu. Tento trend se vyskytuje pouze do hodnoty τ*=0.030 (počátek pohybu částic), při které výmol dosahuje svého maxima. Při dalším zvětšování hodnoty bezrozměrového smykového napětí byly naměřeny menší hodnoty hloubky výmolu vlivem zanášení výmolu přitékajícími částicemi [3].

Z příčného profilu lze pozorovat, že maximální výmol nastává také při hodnotě τ*=0.030. Při porovnání s podélným profilem výše je zřejmé, že hloubka výmolu pro τ*=0.010 je výrazně větší po bocích pilíře (příčně na směr proudění) než v místě před ním. Při hodnotě τ*=0.015 je hloubka výmolu v bodech XU, YR a YL velmi podobná. Při dalším zvětšení bezrozměrového smykového napětí je již hloubka výmolu po bocích pilíře znatelně menší, něž v místě před ním.



Obr. 6 Příčný profil výmolu pro různé hodnoty bezrozměrového smykového napětí uvedené v legendě

Shrnutí a závěr

Příspěvek se věnoval stanovení tvarových charakteristik lokálního výmolu v okolí svislého pilíře kruhového průřezu v závislosti na bezrozměrovém smykovém napětí τ^*. Experimentální výzkum byl zaměřen na určení maximální hloubky výmolu $d_{s,"max"}$ na modelu pilíře o průměru D=50" mm" při ustáleném rovnoměrném proudění s i bez transportu splavenin. V rámci výzkumu bylo vyhodnoceno celkem 7 variant měření s hodnotami bezrozměrového smykového napětí v rozmezí τ^*=0.010 až 0.040. Výsledné tvary výmolů byly po 4 h zaměřeny a vyhodnoceny v rozměrové i bezrozměrové podobě. Měření potvrdila, že k největšímu vymílání dochází vlivem podkovovitého víru na návodní straně a po stranách pilíře, nános pak vzniká za pilířem. Měření nově prokázala, že při hodnotě bezrozměrového smykového napětí τ^*=0.015 dochází ke změně polohy největší hloubky výmolu okolo pilíře, kdy při menších hodnotách než 0.015 je maximum hloubky výmolu po stranách pilíře a při větších hodnotách než 0.015 je před pilířem.

Absolutní i relativní maximum hloubky výmolu v celém rozsahu hodnot bezrozměrového smykového napětí bylo zaznamenáno na návodní straně pilíře při hodnotě τ^*=0.030, tedy na počátku pohybu částic, kde dosáhlo hodnoty $d_{s,"max"}$=77.0" mm" , což odpovídá $d_{s,"max"}$/D=1.54. Při dalším zvětšení bezrozměrového smykového napětí došlo k mírnému zmenšení hloubky výmolu, což poukazuje na zanášení výmolu přitékajícími částicemi. Naměřená data a stanovené bezrozměrové závislosti slouží jako vhodný podklad pro zobecnění popisu výmolu v inženýrské praxi.

Poděkování

Příspěvek byl vytvořen za podpory projektu FAST-S-26-9009 Analýza obtékání staveb při povodňových průtocích.

Použité podklady:

ARNESON, L. A.; ZEVENBERGEN, L. W.; LAGASSE, P. F.; CLOPPER, P. E. Evaluating Scour at Bridges. vol.5 .Washington, D.C.: Federal Highway Administration, 2012.

BARRIE, A.; WANG, C.; LIANG, F.; QI, W. G. Experimental investigation on the mechanism of local scour around a cylindrical coastal pile foundation considering sloping bed conditions. Ocean Engineering, 2024, vol. 312.

BREUSERS, H. N. C.; NICOLLET, G.; SHEN, H. W. Local Scour Around Cylindrical Piers. Journal of Hydraulic Research, 1977, vol. 15, no. 3, s. 211–252.

CHETHEER, M. A.; ALYOUNIS, M.; KHASSAF, S. I. Experimental Study of Local Scour around Different Pile Group Arrangements. EJSMT, 2026, vol. 2, no. 3, s. 8–21.

DAS, S.; DAS, R.; MAZUMDAR, A. Circulation and geometry of scour hole around circular pier. Journal of Engineering Mechanics, 2014, vol. 140, no. 11.

ETTEMA, R.; MELVILLE, B. W.; BARKDOLL, B. Scale effect in pier-scour experiments. Journal of Hydraulic Engineering, 1998, vol. 124, no. 6, s. 639–642. ISSN 0733-942

FAEL, C.; LANÇA, R.; CARDOSO, A. Effect of pier shape and pier alignment on the equilibrium scour depth at single piers. International Journal of Sediment Research, 2016, vol. 31, no. 3, s. 244–250. ISSN 1001-6279.

GARCÍA, M. H. Sedimentation Engineering: Processes, Measurements, Modeling, and Practice. Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 2008. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice, No. 110. ISBN 978-0-7844-0814-8.

KHAN, M.; TUFAIL, M.; AJMAL, M.; HAQ, Z.; KIM, T.-W. Experimental Analysis of the Scour Pattern Modeling of Scour Depth Around Bridge Piers. Arabian Journal for Science and Engineering, 2017, vol. 42, no. 10, s. 4111–4130.

MELVILLE, B. W. Local scour depths at bridge foundations: New Zealand methodology. Hydraulic Engineering Repository (HENRY). Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau, 2002.

MELVILLE, B. W.; COLEMAN, S. E. Bridge scour. Highlands Ranch: Water Resources Publications, 2000. ISBN 1-887201-18-1.

MELVILLE, B. W.; RAUDKIVI, A. J. Flow characteristics in local scour at bridge piers. Journal of Hydraulic Research, 1977, vol. 15, no. 4, s. 373–380. DOI: 10.1080/00221687709499641.

VIJAYASREE, B. A.; ELDHO, T. I.; MAZUMDER, B. S.; AHMAD, N. Influence of bridge pier shape on flow field and scour geometry. International Journal of River Basin Management, 2019, vol. 17, no. 1, s. 109–129.

Protipovodňová ochrana obce Troubky – technické řešení a stav přípravy stavby

Ing. Jaroslav Hetmánek

Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.

ÚVOD

Obec Troubky ležící u soutoku řek Moravy a Bečvy patří mezi sídla nejvíce poznamenaná katastrofální povodní na řece Bečvě v roce 1997. Tehdejší povodeň způsobila ztráty na lidských životech, rozsáhlé škody na majetku a zásadně ovlivnila další rozvoj obce. Další významná povodeň proběhla v roce 2010, kdy byla obec znovu zatopena. Při povodni v roce 2024 chybělo pár centimetrů, aby voda opět natekla do Troubek. Hlavní příčinou zranitelnosti obce je její poloha v terénní depresi přibližně tři metry pod úrovní místa vybřežení řeky Bečvy, odkud dochází při průtocích od Q_{10} k postupnému zaplavování zastavěného území.



Obr. č.1 Umístění obce Troubky

Projektová příprava protipovodňové ochrany obce Troubky započala téměř okamžitě po povodni 1997, ale postupně ztroskotávala z různých důvodů (nesouhlasy vlastníků, hledání optimální varianty, nesoulad s územním plánem).

Na základě dlouhodobé potřeby zvýšení ochrany obyvatel a majetku bylo v roce 2023 podepsáno memorandum o spolupráci mezi obcí Troubky, Povodím Moravy a Olomouckým krajem a v roce 2024 byla započata příprava projektové dokumentace pro povolení stavby jejímž zpracovatelem je Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.

Byl zpracován návrh komplexního systému protipovodňové ochrany (PPO), jehož cílem je zabezpečit obec proti povodni odpovídající rozsahu události z roku 1997. Charakteristickým rysem navrženého řešení je kombinace klasických zemních hrází, mobilního hrazení, železobetonových konstrukcí a rozsáhlého systému podzemního těsnění.

Projekt PPO Troubky představuje mimořádně zajímavý příklad vodohospodářského díla, kde návrh ochrany nebyl určován pouze hydrologickými a hydraulickými podmínkami, ale zásadním způsobem také geologickými a hydrogeologickými poměry území. Právě vysoká propustnost štěrkopískového kolektoru a riziko hydraulického prolomení podloží významně ovlivnily celkovou koncepci opatření.

PODKLADY A PRŮZKUMNÉ PRÁCE

Návrh PPO vycházel z rozsáhlého souboru průzkumných a analytických prací. Bylo provedeno podrobné geodetické zaměření zájmového území, terénní průzkum, inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum, biologický a dendrologický průzkum, pasportizace objektů a studní a numerické modelování proudění podzemní vody. Součástí podkladů byly rovněž hydrotechnické výpočty zpracované v rámci projektu Vodního díla Skalička a navazující hydraulické modely toku Bečvy.

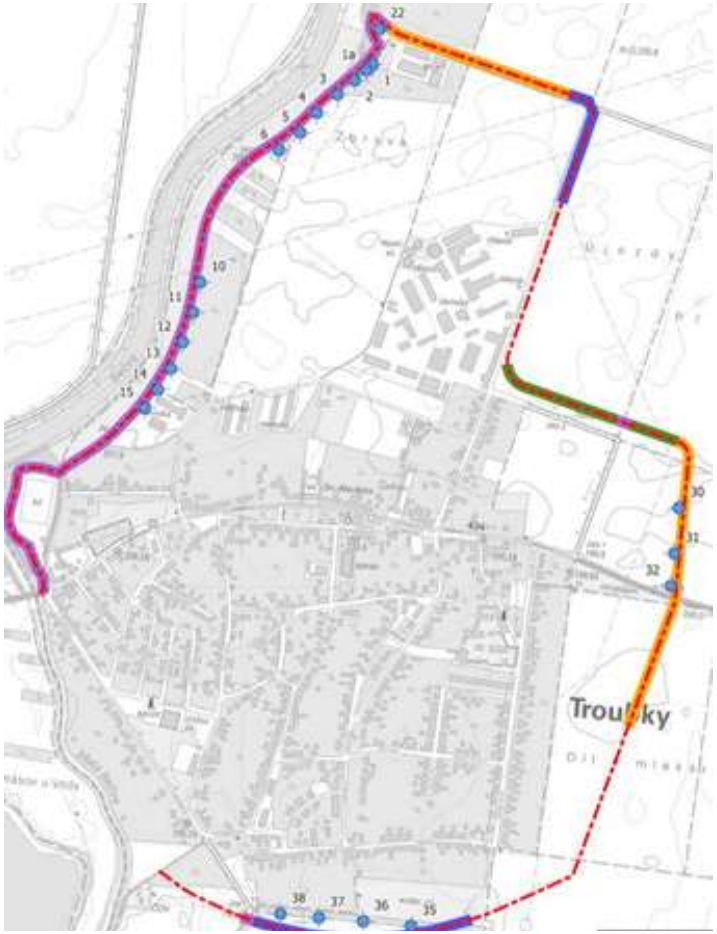
Geotechnický průzkum zahrnoval realizaci 34 vrtů o celkové délce přes 500 běžných metrů. Bylo potvrzeno, že rozhodující část podloží tvoří fluviální štěrkopísky a písky s vysokou průlinovou propustností. Mocnost těchto sedimentů dosahuje v některých částech území až několika desítek metrů. Koeficient filtrace se pohybuje v řádu 10^{-5} až 10^{-3} $m \cdot s^{-1}$, což vytváří podmínky pro intenzivní podzemní proudění při povodňovém zatížení.

Z hydrogeologického hlediska se ukázalo, že samotné navýšení terénu zemní hrází by nebylo dostatečné. Numerický model proudění podzemních vod prokázal vznik nebezpečných piezometrických tlaků na chráněné straně hrází a riziko hydraulického prolomení krycích vrstev. Výsledky modelu proto vedly k návrhu systému podzemních těsnicích stěn a odlehčovacích protivztlakových studní.

Hydraulické modelování bylo provedeno na dvourozměrném numerickém modelu zahrnujícím scénáře povodní Q_5 až Q_{500} a rovněž návrhovou povodeň roku 1997 s průtokem 950 $m^3 \cdot s^{-1}$. Model zahrnul souběžné působení povodňových stavů na Bečvě i Moravě a umožnil stanovení nových návrhových hladin pro jednotlivé úseky ochranného systému.

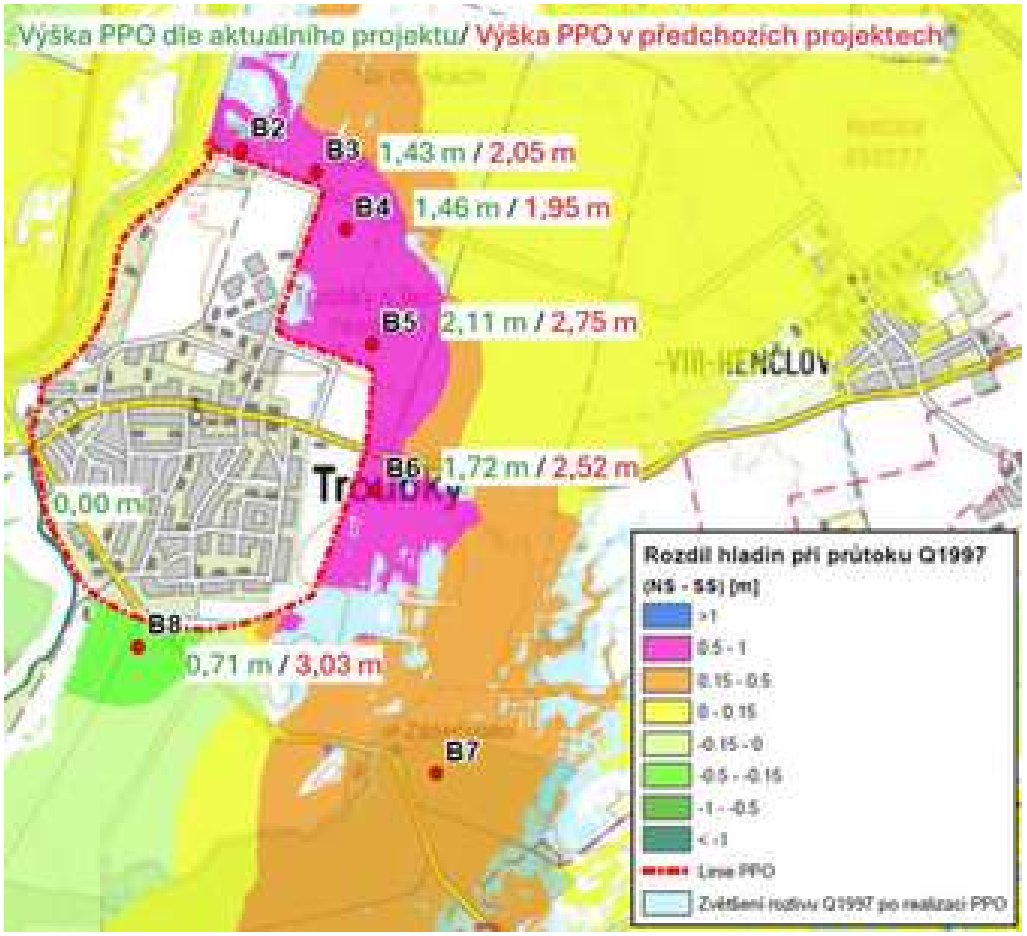
V předchozí projektové dokumentaci (PD) DUR (AQUATIS a.s.) z roku 2017 se vycházelo z HT

výpočtů provedených pseudo-dvojrozměrným prouděním v toku a inundaci, které provedlo Povodí Moravy v roce 2011. Tato PD navrhovala ochranu Troubek kompletním prstencovým ohrázováním na úroveň Q_{100} s převýšením +85 cm.



Obr. č.2 Umístění protivztlakových studní a podzemních těsnících stěn různých hloubek

Aktualizací těchto HT výpočtů 2D numerickým modelem provedeným novějším softwarem na podkladu podrobnějších dat zaměření terénu, který lépe postihuje proudění vody v inundačním území, došlo k celkovému snížení úrovně koruny PPO a dokonce k vynechání linie PPO podél Malé Bečvy. Navzdory tomu, že aktuální zpracovaná PD uvažuje s vyšší mírou ochrany Troubek na úroveň Q_{1997} + 30 až 50 cm bezpečnostní převýšení se započtením ovlivnění hladin nedaleké řeky Moravy.

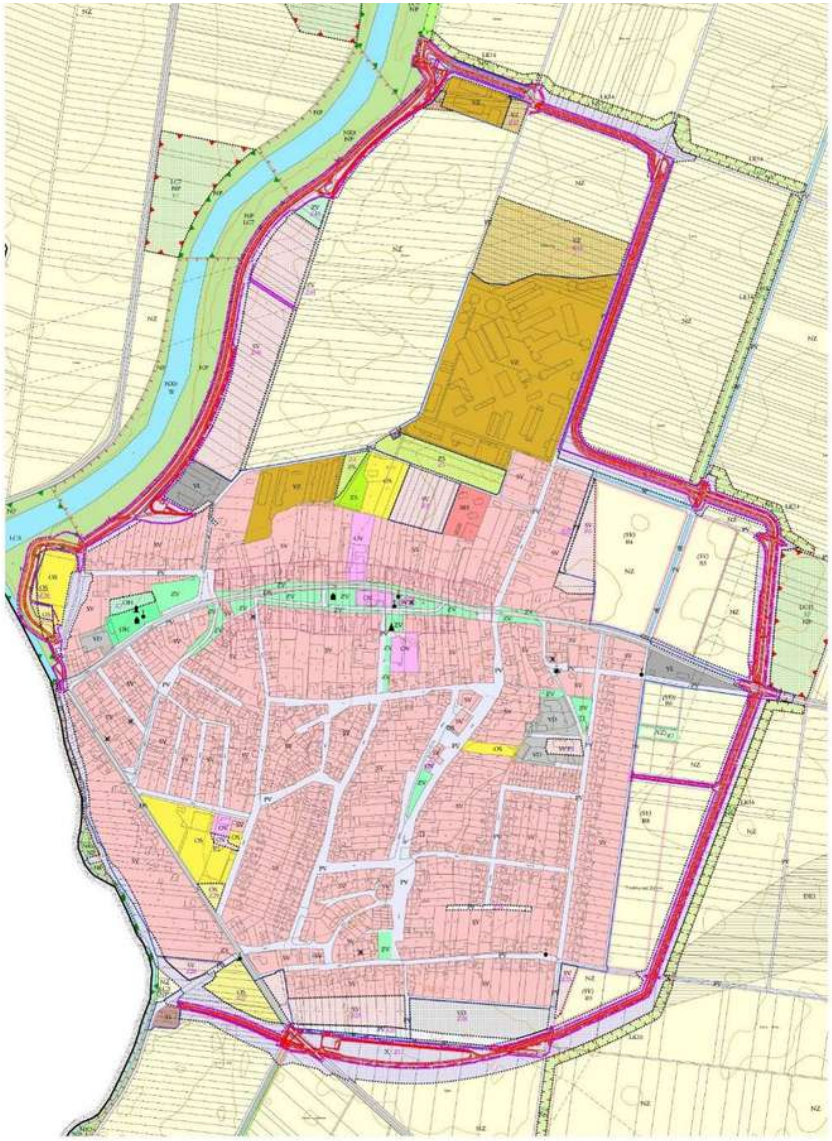


Obr. č.3 Znázornění snížení výšek PPO podél její linie

Biologický průzkum identifikoval výskyt zvláště chráněných druhů organismů, zejména bobra evropského, ještěrky obecné a čmeláků. Součástí projektu se proto stala opatření spočívající v biologickém dozoru, monitoringu lokalit a případných záchranných transferech chráněných druhů. Současně byl proveden dendrologický průzkum, který evidoval 477 stromů a 114 ploch keřových porostů.

TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

Navržený systém PPO vytváří neuzavřený prstenec kolem zastavěného území obce. Celková délka ochranné linie činí 5,532 km a zahrnuje kombinaci zemních hrází, železobetonových zdí a mobilního hrazení. Základním prvkem jsou zemní hráze s šířkou koruny 4 m, doplněné obslužnými komunikacemi pro následný provoz a údržbu.



Obr. č.4 Linie PPO na podkladu územního plánu

Úsek podél řeky Bečvy využívá stávající levobřežní hráz, která bude navýšena a doplněna podzemní těsnící stěnou. Nově budované hráze pak pokračují severním, východním a jižním obvodem obce. V místech křížení se silnicemi a komunikačními tahy byly navrženy převážně přejezdy koruny PPO a v menší míře mobilní protipovodňové prvky umožňující zachování dopravní obslužnosti při běžném provozu.



Obr. č.5 a 6 Vizualizace křížení PPO se silnicí II/434 na Přerov

Zásadní součástí návrhu je ochrana proti proudění podzemních vod. V převážné části trasy budou realizovány tenkostěnné vibrované jílocementové stěny sahající do hloubek až 15 pod terénem. V technologicky složitějších místech, jako jsou prostupy inženýrských sítí, mobilní hrazení nebo stavidlové objekty, budou použity převrtávané pilotové stěny a prvky tryskové injektáže.

Numerické modelování současně prokázalo potřebu aktivního odlehčování piezometrických tlaků na vzdušné straně hrází. Z tohoto důvodu bylo navrženo celkem 21 protivztlakových studní hloubky 20 m. Studny budou napojeny na síť odvodňovacích kanalizací a povedou vodu do čerpacích jímek rozmístěných podél ochranné linie.

K odvádění průsakových a vnitřních vod slouží čtyři čerpací jímky a samostatné zařízení pro čerpání převážně povrchových vod z meliorační svodnice. Celkový systém je vybaven mobilními čerpadly s dieselovými agregáty. Nejvýkonnější čerpací stanice umožňuje přečerpávání až 1500 $l \cdot s^{-1}$. Tím je zajištěno bezpečné odvádění vod zachycených uvnitř chráněného prostoru během povodňové události.

Nedílnou součástí PPO jsou stavidlové objekty na meliorační svodnici a uzávěr na odběrném zařízení závlahového systému. Tyto objekty umožní během povodně uzavřít potenciální průtočné cesty skrz ochrannou linii a zabránit průniku vody do chráněného území.

V rámci realizace bude provedeno také přeložení dotčených inženýrských sítí, úpravy melioračních systémů, výstavba obslužných komunikací a náhradní vegetační výsadby. Kácení 182 stromů a přibližně 9 500 m² keřových porostů bude kompenzováno výsadbou 260 nových stromů a 60 keřů.

PŘEDPOKLÁDANÝ HARMONOGRAM PRACÍ



Obr. č.4 Linie PPO na podkladu územního plánu

ZÁVĚR

Projekt PPO Troubky představuje komplexní protipovodňové opatření reagující na mimořádně komplikované podmínky území. Návrh kombinuje tradiční ochranu pomocí zemních hrází s moderními metodami podzemního těsnění a aktivního řízení průsakových vod. Klíčovým přínosem projektu je skutečnost, že řeší nejen povrchový rozliv povodně, ale také rizika vyplývající z proudění podzemních vod v propustném štěrkopískovém prostředí.

Realizací ochranného systému bude obec zabezpečena proti povodni odpovídající rozsahu katastrofální události roku 1997 při současném zachování funkčnosti melioračních systémů, dopravní infrastruktury i stávajících vodohospodářských zařízení. Projekt zároveň vytváří předpoklady pro dlouhodobě udržitelnou ochranu obyvatel, majetku a veřejné infrastruktury obce Troubky před následky extrémních povodní.

Analýza možností zlepšenia protipovodňovej ochrany Bratislavy

Ing. Adam Janík, PhD., Ing. Ján Dobiaš
Slovenský vodohospodársky podnik, š.p.

Podnikové riaditeľstvo, Karloveská 2, 841 04 Bratislava – mestská časť Karlova Ves
email: adam.janik@svp.sk, jan.dobias@svp.sk

Úvod

Mesto Bratislava sa rozvíja na oboch brehoch rieky Dunaj. Dunaj je významný európsky veľtok, ktorý je zároveň vodnou cestou medzinárodného významu. Protipovodňová ochrana (PPO) a úprava toku Dunaja v Bratislave majú bohatú históriu. Posledná výrazná investícia do ochrany mesta pred povodňami sa udiala v roku 2010, kedy sa pôvodná úroveň ochrany okolitého územia na povodňový prietok Q_{100} zvýšila na ochranu pred povodňovým prietokom Q_{1000}. V centre mesta sa jednalo o vybudovanie systému protipovodňových ochranných múrikov s podzemnými tesniacimi stenami, na ktoré je možné osadiť mobilné hradenie. V okrajových častiach mesta sa ochrana budovala na úroveň prietoku Q_{100} s využitím ochranných múrikov a hrádzí. Napriek vybudovanému systému ochrany sa ukazuje, že vodohospodári v blízkej budúcnosti budú musieť reagovať na nové skutočnosti, ktoré menia nároky na úroveň a spôsob zabezpečenia ochrany územia pred povodňovými situáciami.

Hlavným dôvodom je zmena návrhových povodňových prietokov. Pri výstavbe vodného diela Gabčíkovo v 80-tych rokoch bol prietok Q_{100} stanovený na hodnotu 10 600 $m^3.s^{-1}$. V súčasnosti je táto hodnota, prehodnotená po povodni v roku 2013, až na 11 200 $m^3.s^{-1}$. Pracovníci SHMÚ v roku 2022 vypracovali štúdiu s názvom „Odhad vplyvu klimatickej zmeny na návrhové storočné prietoky s využitím dát služby Copernicus Climate Change Service". Podľa tejto štúdie prognóza pre povodie Dunaja na obdobie rokov 2011 – 2100 predpokladá nárast kulminačných povodňových prietokov (Q_{100}) o 18 % oproti súčasnosti, čo predstavuje zvýšenie prietoku o ďalších približne 2 000 $m^3.s^{-1}$.

Ďalším faktorom, ktorý komplikuje zabezpečenie protipovodňovej ochrany sú samotné výpočty úrovní hladiny počas návrhových prietokov. Systém stanovenia návrhových hladín si za posledné dekády prešiel výraznými zmenami. V porovnaní s minulosťou dnes disponujeme veľmi presnými dátami ako napr. podrobná batymetria dna koryta, letecké laserové snímkovanie, podrobné dáta o využití krajiny. Oproti minulosti tiež disponujeme výkonnejšou výpočtovou technikou, presnejšími a podrobnejšími modelovacími programami. Ak k tomu pridáme rôzne metodické prístupy zhotoviteľov modelu, dostávame v krátkych časových úsekoch modely s výrazne rozdielnymi úrovňami hladín pri rovnakých vstupných prietokoch.

Nemalým problémom je tiež zvyšujúce sa tempo usadzovania sedimentov v Dunaji. Tok sedimentov je pre rieku prirodzený, avšak v posledných rokoch je zrejme umocnený budovaním revitalizačných opatrení na Dunaji a Morave. Odstraňovaním brehových opevnení dochádza k zvýšenému toku sedimentov v rieke až do momentu, kým sa systém prirodzene neustáli. Keďže Bratislava sa nachádza v dosahu vzdutia vodného diela Gabčíkovo, dochádza v predmetnej oblasti k ich postupnému usadzovaniu. To má negatívny efekt na kapacitu koryta, čo potvrdzujú aj povodne z posledných rokov, ktoré majú v porovnaní s minulosťou tendenciu dosahovať vyššie hladiny pri nižších prietokoch.

Tieto popísané faktory majú negatívny vplyv na úroveň protipovodňovej ochrany a vytvárajú tlak na obnovenie zabezpečenia na návrhovú úroveň. Neustále navyšovanie hrádzí, múrikov a mobilného hradenia však nie je udržateľný spôsob zabezpečenia PPO. Preto odborníci hľadajú aj iné možnosti, ako dosiahnuť zlepšenie bez navýšenia líniových prvkov ochrany, ktoré majú potenciál byť zároveň aj prírode blízkymi opatreniami.

Súčasný stav protipovodňovej ochrany

Napriek rozšírenému tvrdeniu o ochrane Bratislavy pred 1000-ročnou vodou, táto úroveň ochrany nie je zabezpečená na celom jej území. Okrajové mestské časti Devínska Nová Ves a Devín majú PPO vybudovanú na úroveň Q_{100} + 0,5 m bezpečnostné prevýšenie. Na nábreží Dunaja medzi mostami Lanfranconi a SNP je PPO vybudovaná len čiastočne a vo veľkých úsekoch chýba. Kapacita koryta v tomto úseku je dostatočná a k vybreženiu pri povodňových situáciách tu doposiaľ neprišlo. Ďalšou zaujímavou ochrannou líniou je hrádza Petržalka – Wolfsthal, ktorá sa nachádza z veľkej časti na území Rakúska. Jej úroveň ochrany je v súčasnosti na prietok cca Q_{100}. Táto hrádza dĺžky 4,44 km je zaujímavá tým, že bola budovaná za čias Československa na území Rakúska a financovala ju Československá republika. Kolaudovaná bola v roku 1990 a jej účelom je primárne ochrana Bratislavy.

Projekty prinášajúce zlepšenie protipovodňovej ochrany

Okrem vybudovania chýbajúcej ochrannej línie medzi mostom Lanfranconi a mostom SNP a navýšením ochrannej hrádze Petržalka - Wolfsthal sú v poslednom období navrhované projekty, ktorých cieľom je nielen samotné zlepšenie protipovodňovej ochrany Bratislavy, ale aj zlepšenie ekologického stavu Dunaja. Odborníci predkladajú a v niektorých prípadoch už aj projektujú riešenia využívajúce pôvodné záplavové územia Dunaja a sprietočnenie jeho pôvodných ramien. Jedná sa o skĺbenie lokálneho zníženia úrovne hladiny pri extrémnych prietokoch s obnovou pôvodných

biotopov a lokálnou obnovou pôvodných brehov na vybraných miestach.

Samotné koryto Dunaja je značne regulované do formy jednotného plavebného koryta s napriamenou trasou na viacerých úsekoch a so silne opevnenými brehmi. Trasu koryta nemožno z dôvodu zachovania plavby a existujúcej urbanizácie meniť. Obnovou brehov do prírodnej a prírode blízkej podoby na vhodných miestach je možné lokálne zvýšiť kapacitu koryta rieky. Na takéto typy opatrení je už vypracovaná projektová dokumentácia s názvom „Revitalizácia toku Dunaj v úseku medzi Devínom a Čunovom (rkm 1871,5 až rkm 1855,9)".

Revitalizácia Ovsišťského ramena rieky Dunaj

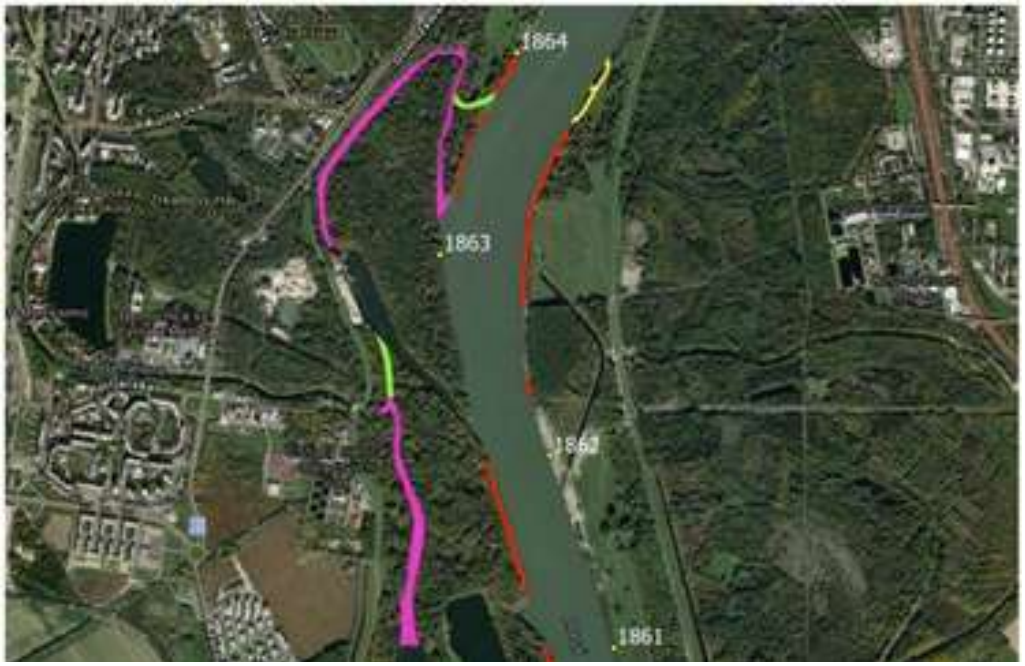
Z pôvodného Ovsištského ramena, v dnešnom chránenom území Soví les, sa zachoval niekoľko sto metrov dlhý relikt v jeho dolnej časti, spojený s korytom Dunaja. Počas výstavby Prístavného mosta bola priamo v ramene vybudovaná betonárka a po dokončení výstavby rameno už nebolo obnovené. Jeho horná časť bola čiastočne zasypaná stavebným odpadom zo starej Petržalky. Pôvodná dolná časť ramena a spojenie s Dunajom boli zničené pri rozširovaní koryta. Táto séria devastačných poškodení ramena realizovaná v minulosti je vzhľadom na jeho polohu v chránenom území v blízkosti centra hlavného mesta neakceptovateľná. Existuje silný verejný záujem na využívaní okolia vodného toku s cieľom zabezpečiť obnovu ramena.

V súčasnosti je hotová projektová dokumentácia obnovy celého Ovsišťského ramena v jeho historickej trase z roku 1950, nachádzajúca sa v dnešnom chránenom území Soví Les. Navrhnuté je plné sprietočnenie ramena a obnova vtoku do ramena z Dunaja pod mostom Apollo. V lokalite Lida sa uvažuje s vytvorením plážovej lagúny prepojenej na vtok do Ovsišťského ramena. Sprietočnenie celého ramena má podľa vypracovaného hydrodynamického modelu navyše priaznivý účinok na zníženie povodňovej hladiny až o 11 cm na kritickom úseku centra Bratislavy.



Obr. 1: Obnova Ovsišťského ramena rieky Dunaj v celej pôvodnej trase s vtokom cez plážovú lagúnu.

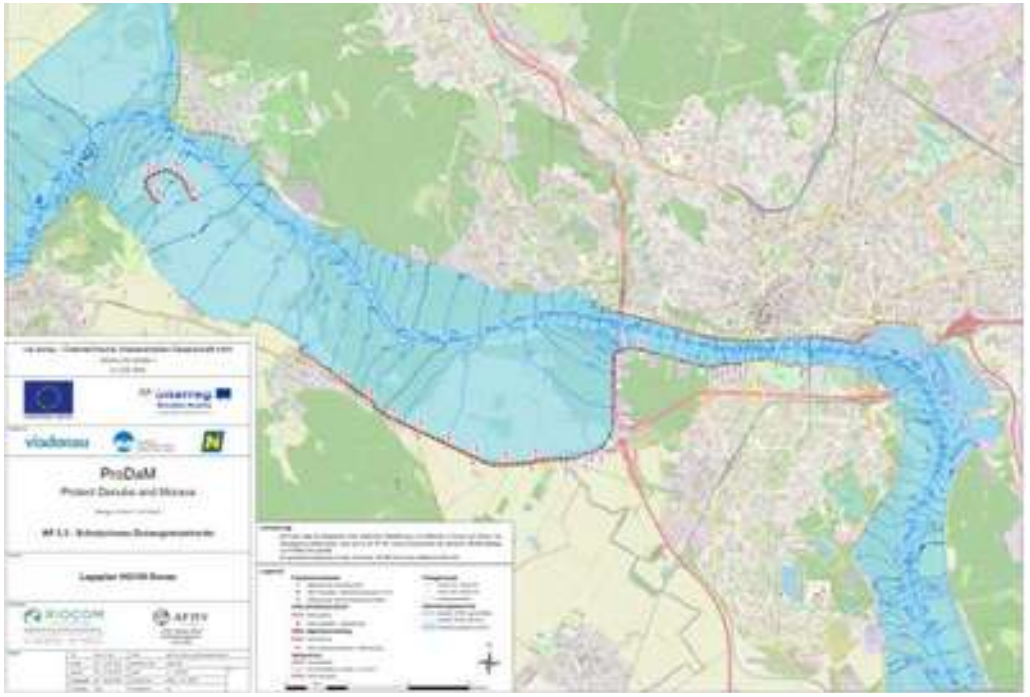
Starý háj, Starohájske a Jarovské rameno



Obr. 2: Návrh opatrení v oblasti Starý háj a Micherova zátoka rkm 1861 - 1864: obnova brehu (červená), Starohájske (na severe) a Jarovské rameno (na juhu, obe ružová), vtok a prepojenie Starohájskeho a Jarovského ramena (zelená), pozdĺžne ostrovy (žltá).

Starohájske rameno v chránenom území Starý háj je z veľkej časti zachované. V jeho dolnej časti je vybudovaný prevádzkový prístav SVP, slúžiaci na vykladanie štrkopiesku. Rameno je prepojené s Dunajom z dolnej strany cez tento prístav. Spojenie s Dunajom z hornej strany je prerušenéa rameno je čiastočne zanesené sedimentami. Starohájske rameno bolo pôvodne prepojené s Jarovským ramenom, avšak toto prepojenie, ako aj spojenie Jarovského ramena s Dunajom z hornej strany bolo prerušené. V dolnej časti Jarovského ramena sú umiestnené hausbóty v neprimeranom množstve. Zámerom je sprietočnenie Starohájskeho a Jarovského ramena a obnovenie ich laterálnej konektivity s Dunajom, ako aj obnovenie vzájomnej riečnej spojitosti týchto dvoch ramien.

V spracovanej projektovej dokumentácii je navrhnutá obnova vtoku do Starohájskeho ramena z hlavného koryta Dunaja približne v historickom mieste z 50-tych rokov minulého storočia. Súčasťou je odstránenie nánosov sedimentov a prehĺbenie Starohájskeho ramena ako aj v trase existujúceho úzkeho prepojenia s hl. korytom Dunaja na rkm 1863,3 a nahradenie dvojice existujúcich priepustov premostením. Taktiež sa počíta s obnovou prepojenia Starohájskeho a Jarovského ramena približne v pôvodnej trase.



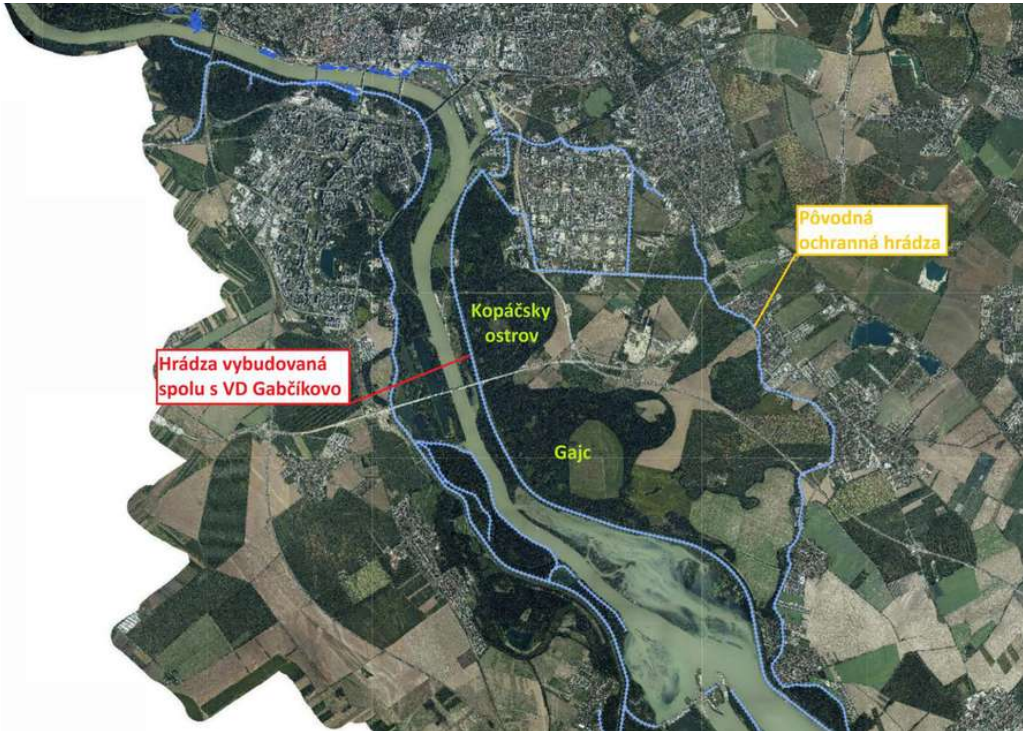
Obr. 3: Mapa povodňových hladín a rozliv pri prietoku Q_{100} z projektu ProDaM.

Revitalizácia Ovsišťského ramena rieky Dunaj

Pečniansky les, nachádzajúci sa na pravom brehu Dunaja, bol dôležitou súčasťou aktívneho inundačného územia toku, od ktorého bol oddelený prisunutím protipovodňovej hrádze ku korytu. K tejto zmene došlo v rámci výstavby mosta Lanfranconi a nadväzných ciest. Z vodohospodárskeho hľadiska sa pri povodňových situáciách ukazuje tento krok ako chybný. Má nepriaznivé dôsledky pre protipovodňovú ochranu územia Bratislavy a pre využívanie zdrojov pitnej vody, ktorých výdatnosť sa výrazne znížila. Výstavba diaľničného obchvatu nerešpektovala trasu významného ramena Pečňa, ktoré bolo v minulosti využívané aj na rekreáciu. Rameno bolo touto výstavbou prakticky zničené. V pôvodnom inundačnom území ostali zvyšky po bývalých ramenách v podobe niekoľkých znížení terénu. Žiadúce je aspoň čiastočné obnovenie prepojenia tohto pôvodného inundačného územia s Dunajom. V rámci Plánu obnovy a odolnosti Slovenska sa v chránenom území Pečniansky les navrhuje obnova brehov. Obnova pôvodného inundačného územia sa z dôvodu veľkých technických komplikácii nenavrhuje, tieto možnosti bude potrebné detailne preskúmať v budúcnosti. Jednou z možností je vytvorenie retenčného priestoru v Pečnianskom lese a jeho riadené napúšťanie nápustným objektom. Tento návrh je však len vo fáze ideového zámeru.

Využitie pôvodného inundačného územia Dunaja v lokalitách Kopáč a Gajc

Spolu s výstavbou vodného diela Gabčíkovo bola vybudovaná nová línia protipovodňovej ochrany (ochranná hrádza), ktorá odrezala pôvodné inundačné územie v oblasti prírodných rezervácií Kopáčsky ostrov a Gajc v južnej časti Bratislavy. Výstavbou boli taktiež odrezané viaceré ramená v tomto území, najznámejšie z nich je Biskupické rameno. V súčasnosti prebiehajú analýzy ako využiť toto inundačné územie Dunaja s veľkým potenciálom na zníženie úrovne povodňovej hladiny v Bratislave. V strategickom dokumente „Plán manažmentu povodňového rizika v čiastkovom povodí Dunaj" sa s touto lokalitou ráta ako s územím vhodným na umelú transformáciu povodňovej vlny, ktoré bude riadene napúšťané pre dosiahnutie transformácie povodňovej vlny. Existujú však aj ambicióznejšie plány, ktoré navrhujú trvalý odsun línie protipovodňovej ochrany v rôznych variantoch ďalej do územia pôvodnej inundácie Dunaja. Tento návrh je vo fáze ideového zámeru. Matematický model preukazuje potenciálne zníženie hladiny v centre Bratislavy až o niekoľko desiatok centimetrov, v závislosti od zvoleného riešenia rozšírenia inundácie.



Obr. 4: Pôvodné inundačné územie Dunaja v oblasti PR Kopáčsky ostrov a Gajc.

Záver

Mesto Bratislava má vybudovaný kvalitný a spoľahlivý systém protipovodňovej ochrany vo forme ochranných múrikov, hrádzí a mobilného hradenia. Napriek tomu disponuje viacerými možnosťami, ako zlepšiť úroveň protipovodňovej ochrany prírode blízkymi opatreniami. Medzi tieto opatrenia patria odstránenie brehového opevnenia - obnova pôvodných brehov, obnova ramien, odsunutie ochranných hrádzí ďalej od rieky a tiež využívanie pôvodného inundačného územia riadeným napúšťaním počas povodne. Tieto opatrenia sa líšia svojim vplyvom na zlepšenie protipovodňovej ochrany a väčšinou majú lokálny vplyv. Ak by však boli zrealizované všetky, ich synergický efekt by bol z hľadiska ochrany výrazne pozitívny. Dokazuje to aj matematický model, ktorým bolo preukázané, že navrhovaná obnova ramien bude mať vplyv na zníženie priebehu povodňovej hladiny Q_{100} v centre Bratislavy. Pomerne výrazný účinok má obnova a sprietočnenie celého Ovsišťského ramena, pričom zníženie povodňovej hladiny dosiahne 12 až 15 cm medzi mostom Apollo a Starým mostom, pri Starom moste 11 cm, na vodočte Bratislava 10 cm a v dolnej časti Karloveského ramena ešte 5 cm. Navrhovaná obnova brehov a ramien nebude mať nepriaznivý vplyv na plavebné hĺbky ani pri celoročnom prepojení ramien s korytom Dunaja. Vďaka vzdutej hladine bude úbytok prietoku do ramien pri nízkom plavebnom prietoku prakticky zanedbateľný a plavebné hĺbky dostatočné. Rýchlosť prúdenia na zvolených miestach pre obnovou prírodnej formy brehov umožňuje realizovať navrhnuté revitalizačné opatrenia a zároveň zachovať stabilitu koryta.

Použité podklady

Revitalizácia úseku Dunaja medzi rkm 1871,5 a 1855,9. Expertná štúdia pre Plán obnovy a odolnosti Slovenska. Metropolitný inštitút Bratislavy.

Rozšírená analýza protipovodňovej ochrany Dunaja a zabezpečenia náhradnej plavby pre staré koryto Dunaja počas odstávky VD Gabčíkovo a určenie potreby mechanizácie pre údržbu toku. SVP, š.p. PR, júl 2026

Interreg SK-AT projekt ProDaM – Protect Danube and Morava.

Analýza protipovodňovej ochrany rieky Dunaj a možnosti jej udržateľnosti. Ing. Ján Dobiaš, oddelenie Plánovania manažmentu povodí Dunaja, SSVP, š.p.

Posúdenie vplyvu úprav v prístave Pálenisko na povodňovú hladinu Dunaja, Vodaniq, jún 2026.

Vývoj kvality vod v době klimatické změny na Dyji: význam samočištění a morfologické rozmanitosti

Jakub Borovec
Biologické centrum AV ČR
v. v. i., Branišovská 31, České Budějovice
email: jakub.borovec@bc.cas.cz

Dušan Kosour
Povodí Moravy, s. p.
Dřevařská 11, Brno
email: kosour@pmo.cz

Souhrn

Zlepšování kvality povrchových vod je zpravidla spojováno se snižováním vnějšího přísunu živin a dalších znečišťujících látek. Vedle toho však o úspěch významně rozhoduje schopnost říčních a nádržových ekosystémů látky zadržovat, transformovat a v případě dusíku také trvale odstraňovat. Příspěvek rozvíjí koncept, že při nižších průtocích může delší hydraulická doba kontaktu zvýšit relativní retenci živin, přestože jejich koncentrace ve vodě může být vyšší, což nutně nemusí vést k nežádoucím průvodním jevům, pakliže je dosaženo limitace růstu biomasy. Naopak samotné navyšování průtoků vede k ředění, ale nemusí zajistit pokles koncentrací pod hranice spojené s eutrofizací a může zkracovat čas dostupný pro biogeochemické procesy a tím zhoršovat samočištění a podporovat rozvoj řas a sinic. Na příkladech Dyje jsou diskutovány změny kyslíkového režimu, orientační rychlosti denitrifikace a sezónní mobilizace fosforu. Za zásadní opatření vedle redukce emisí považujeme obnovu morfologicky pestrých říčních koryt a přítokových, zejména mělkých částí nádrží. Jde o koncepční interpretaci, jejíž kvantitativní platnost je nutné ověřit bilančním monitoringem doplněným o modelování a cíleným sběrem morfologických charakteristik toků.

Klíčová slova: Dyje; samočištění; retence živin; průtok; doba zdržení; denitrifikace; fosfor; revitalizace; toky, nádrže.

Úvod

Snižování znečištění na vstupu do vodních toků, zejména z komunálních odpadních vod a plošných zdrojů, zůstává nezbytným předpokladem ochrany vod. Samo o sobě však nemusí postačovat k dosažení dobrého ekologického stavu: část živin přichází difúzně, významnou roli hrají bodové zdroje, část je dlouhodobě akumulována v sedimentech a reakce ekosystému závisí na jeho prostorové struktuře. Přirozená říční síť přitom není pouhým transportním systémem; probíhá v ní intenzivní zpracování a zadržování živin (Peterson et al., 2001; Alexander et al., 2000).

Klimatická změna mění průtokový a teplotní režim. Je proto účelné odlišit koncentraci látky ve vodě, její hmotnostní tok a skutečnou schopnost ekosystému tuto látku zadržet či odstranit. Zvláštní význam má kontakt proudící vody s biologicky aktivními povrchy, sedimentem, makrofyty a mělkými litorálními oblastmi.

Koncentrace, zatížení a hydraulická doba kontaktu

Hmotnostní tok látky lze vyjádřit jako $L = Q \times C$; při Q [m³/s] a C [mg/l] platí L [kg/den] = 86,4 × Q × C. Ředění přidanou vodou s nízkou koncentrací snižuje C, nikoliv nutně celkový přítok látky L (Tabulka 1). Současně při přibližně stejné geometrii koryta vyšší průtok zpravidla zvyšuje rychlost proudění a zkracuje dobu dotoku. V nádrži je hrubým ukazatelem hydraulické doby zdržení poměr objemu a průtoku $\tau = V/Q$; skutečná distribuce dob zdržení je však prostorově proměnlivá (Obr. 1).

Modelový stav	Q (m³/s)	C (mg/l)	L (kg/den)
Nižší průtok	2	0,20	34,6
Vyšší průtok	4	0,10	34,6

Tab. 1. Ilustrativní příklad stejného hmotnostního zatížení při rozdílných průtocích a koncentracích; nejde o naměřené hodnoty na Dyji.

Pokud odstranění látky přibližně odpovídá kinetice prvního řádu, pak podíl odstraněný za dobu kontaktu τ lze schematicky vyjádřit $R = 1 - \exp(-k\tau)$. Delší kontakt může tedy zvýšit relativní retenci. Tento vztah je pouze ilustrativní: efektivní rychlost k se mění s teplotou, koncentrací, dostupností kyslíku, organického uhlíku a aktivního povrchu. Za ideální stav lze považovat morfologicky silně heterogenní systém, kdy každý z procesů „si najde své místo“. Vyšší retence při nízkém průtoku proto není univerzálním pravidlem. Při extrémním suchu a nevhodné morfologii mohou převládnout hypoxie, přehřívání, koncentrace toxických látek nebo uvolňování fosforu ze sedimentů.

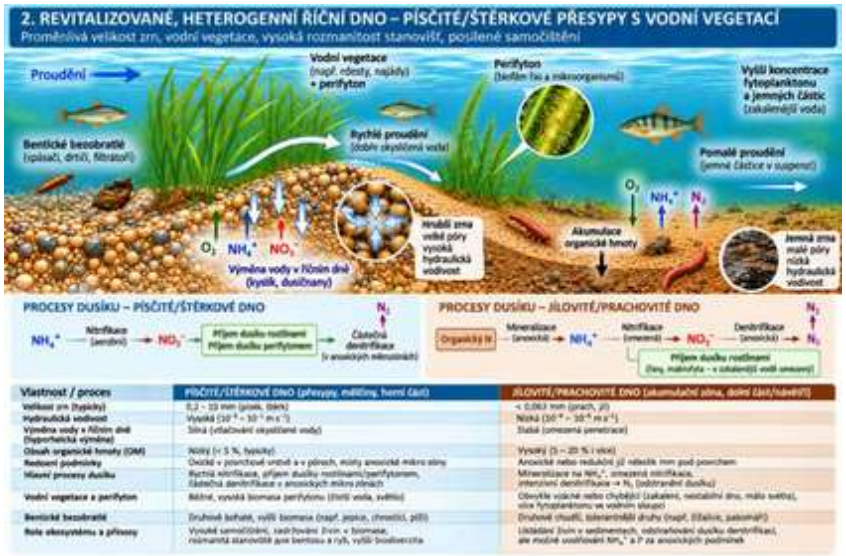


Obr. 1. Schéma vztahů mezi průtokem, koncentrací a látkovým zatížením (podle prezentace autorů).

Samočisticí procesy a morfologická rozmanitost

Retence není jediný proces. Sedimentace a sorpce mohou látky dočasně zadržet, příjem makrofyty a perifytonem je převádí do biomasy a mikrobiální transformace mění chemické formy živin. Zatímco nitrifikace oxiduje amonný dusík na dusičnany, denitrifikace může při vhodných redoxních podmínkách odstranit reaktivní dusík jako plynný N_2. Význam biologických procesů v tocích potvrzují experimenty s příjmem živin i rozsáhlé studie denitrifikace (Peterson et al., 2001; Mulholland et al., 2008).

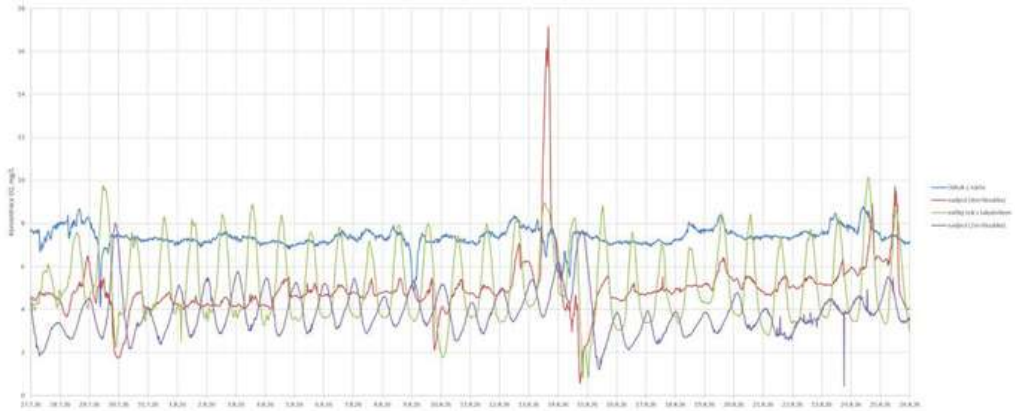
Homogenizovaná koryta obvykle omezují střídání proudových poměrů, sedimentárních částí a ploch s vegeatcí. Morfologická heterogenita naopak podporuje kombinaci oxických a anoxických mikroprostředí, hyporheickou výměnu a různě dlouhé kontaktní dráhy. Účinek však závisí na propustnosti sedimentu a hydraulických gradientech; samotné zvětšení povrchu nezaručuje vyšší odstranění živin (Obr.2).



Obr. 2. Koncepční srovnání prostředí říčního dna s různými podmínkami pro samočištění (podle prezentace autorů).

Příklady z Dyje: kyslík, dusík a fosfor

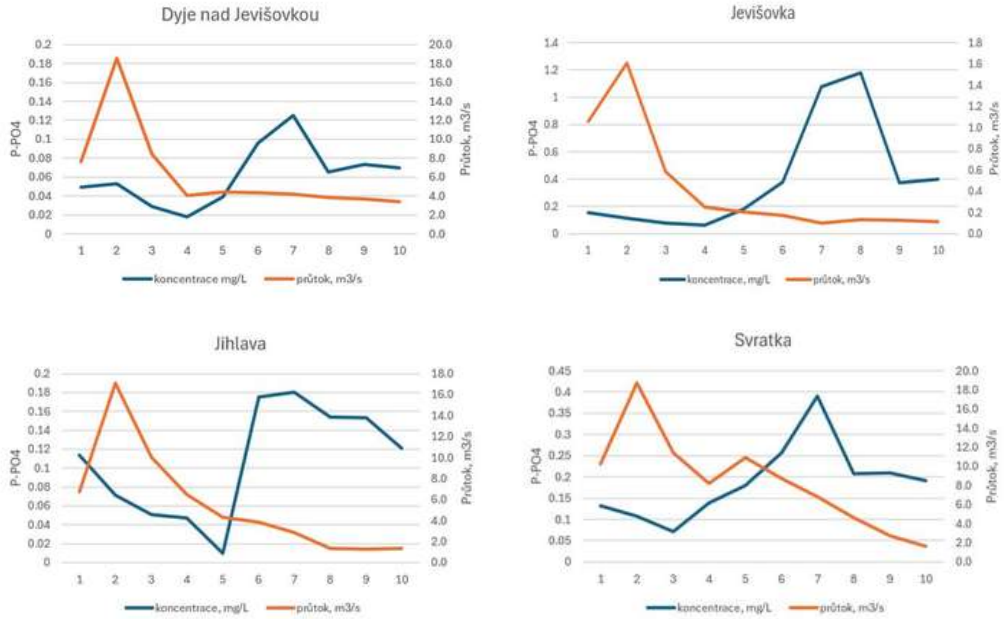
Časové průběhy rozpuštěného kyslíku prezentované pro Dyji ukazují odlišný metabolický režim na odtoku z nádrže, v nadjezích a v mělkém úseku s vegetací (Obr. 3). Zatímco v některých úsecích převažují projevy respirace, mělké prostředí s makrofyty vykazuje výraznější denní fotosyntetickou produkci. Samotná koncentrace kyslíku ovšem není přímým měřením celkové produkce ani čisté retence živin; její interpretace vyžaduje zohlednění teploty, reaerace a transportního zpoždění.



Obr. 3. Kyslíkový režim různých morfologických úseků Dyje; původní graf z prezentace autorů.

Z dat za posledních 10 let byla vypočítána rychlost denitrifikace v rozsahu 0,1–0,2 g N/m²/den. Jedná se o extrémně vysoké rychlosti, za které jsou pravděpodobně zodpovědné časté resuspenze sedimentů, dostatek uhlíku a dobrá výměna vody nad sedimenty. Při výměrové ploše 1 ha se jedná o 1–2 kg N/den (1-2 tuny/Střední nádrž/den). Biologicky aktivní plocha je však vyšší (a zatím neznámá) a proto nelze jednoduše rychlost reakcí přenášet mezi jednotlivými lokalitami.

Fosfor je ještě komplikovanější: během počátku vegetační sezóny může dojít k poklesu rozpuštěných fosforečnanů v důsledku ředění nebo biologického příjmu, zatímco později se může ukázat jejich významný nárůst díky snížení průtoků a jejich zakoncentrování v tocích (Obr. 4.) nebo díky uvolňování ze sedimentů v nádržích pravděpodobně díky vyšší teplotě a pH. Takový vývoj ukazuje, že dočasná retence a dlouhodobé čisté odstranění nejsou totéž. Vnitřní zatížení může být zvlášť důležité v mělkých oblastech, kde se kombinují sedimentace, resuspenze, vysoká teplota a sezónní změny podmínek (Søndergaard et al., 2003). Zároveň tyto zóny skýtají značný potenciál pro transformaci živin do vyšších pater potravní pyramidy neboli znepřístupnění pro řasy a sinice.



Obr. 4. Průběhy koncentrací P-PO_4 a průtoků v přítocích do VD Nové Mlýny v roce 2026.

Důsledky pro revitalizace toků a přítokových částí nádrží

Podpora samočištění má být rovnocenným doplňkem omezování vnějšího zatížení, nikoliv jeho náhradou. V tocích lze usilovat o střídání mělkých a hlubších úseků, proudných a klidných stanovišť, štěrkových lavic, okrajů a lavic s vegetací a hydraulicky propojených sedimentů (Tabulka 2). V přítokových částech nádrží mohou vhodně navržené mělké členité zóny zachycovat částice, vytvářet aktivní plochy pro mikroorganismy a makrofyta a prodlužovat kontaktní dráhu vody.

Opatření / prostředí	Očekávaný přínos	Riziko nebo podmínka
Mělké členité zóny s vegetací	Příjem živin, biofilm, sedimentace	Noční deficit O_2, sezónní rozklad biomasy
Štěrkové lavice a hyporeál	Výměna vody, nitrifikace, kontaktní plocha	Zanášení a nedostatečná hydraulická výměna
Jemnozrnné klidové zóny	Sedimentace, možná denitrifikace	Uvolňování P při nepříznivém redox
Snížení vnějšího přísunu	Menší hmotnostní zatížení ekosystému	Zpožděná odezva kvůli vnitřním zásobám

Tab. 2. Potenciální funkce a omezení vybraných opatření. Účinky jsou podmíněné místní hydrologií a sedimentárními poměry.

Pro hodnocení efektu revitalizací doporučujeme měřit současně průtoky a koncentrace na vstupu a výstupu, sezónní bilance N a P, rozpuštěný kyslík a teplotu, strukturu sedimentu, rychlosti vybraných procesů a rozsah aktivních vegetací osídlených ploch. V nádržích je nutné oddělit čistou retenci od přechodné akumulace a vnitřního uvolňování. Klasické modely zatížení a odezvy nádrží (Vollenweider, 1976; OECD, 1982) poskytují důležitý rámec, avšak pro prostorově heterogenní litorální a přítokové oblasti je nezbytné je doplnit procesním přístupem.

Závěr

Samočisticí schopnost toků a mělkých částí nádrží představuje významnou, často nedostatečně využívanou součást vodohospodářských opatření. Nižší průtok může za příznivých podmínek prodloužit kontakt vody s reaktivním prostředím a zvýšit relativní retenci živin; vyšší průtok může naopak snížit jejich koncentraci ředěním, aniž by snížil celkové zatížení nebo zabránil eutrofním projevům. Ani jedna strategie není sama o sobě univerzálně vhodná. Rozhodující je společně posuzovat hydrologii, látkovou bilanci, sezónní kyslíkový režim a vnitřní zásoby živin. Obnova morfologické rozmanitosti koryt a přítokových částí nádrží může posílit samočištění, pokud bude navržena s ohledem na místní procesy a doložena měřením.

Použité podklady

Alexander, R. B., Smith, R. A., Schwarz, G. E. (2000): Effect of stream channel size on the delivery of nitrogen to the Gulf of Mexico. Nature 403, 758–761.

Mulholland, P. J. et al. (2008): Stream denitrification across biomes and its response to anthropogenic nitrate loading. Nature 452, 202–205.

OECD (1982): Eutrophication of Waters: Monitoring, Assessment and Control. OECD, Paris.
Peterson, B. J. et al. (2001): Control of nitrogen export from watersheds by headwater streams. Science 292, 86–90.

Søndergaard, M., Jensen, J. P., Jeppesen, E. (2003): Role of sediment and internal loading of phosphorus in shallow lakes. Hydrobiologia 506–509, 135–145.

Vollenweider, R. A. (1976): Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia 33, 53–83.

Likvidace invazních druhů rostlin v rámci Povodí Vltavy, státní podnik: systematická ochrana vodních toků a krajiny

Ing. Blanka Pařezová

Povodí Vltavy, státní podnik, nevykonává pouze správu vodních děl a vodních toků, ale dlouhodobě se podílí také na ochraně přírody a péči o krajinu. Jednou z významných oblastí této činnosti je regulace invazních nepůvodních druhů rostlin. Ty představují závažnou hrozbu pro přirozené ekosystémy vodních toků, břehové porosty i okolní krajinu. Vytlačují původní vegetaci, mění charakter ekosystémů, snižují biologickou rozmanitost a v některých případech mohou negativně ovlivňovat také stabilitu břehů.

V souvislosti s nedávnými změnami legislativy v oblasti ochrany přírody bylo třeba zvýšit úsilí věnované monitoringu a likvidaci invazních druhů. Evropské nařízení o prevenci a regulaci invazních nepůvodních druhů a navazující česká legislativa ukládají povinnost bránit jejich dalšímu šíření a u vybraných druhů zajistit jejich regulaci nebo eradikaci.

Pro tuto činnost vydala Agentura ochrany přírody a krajiny ČR standard péče o přírodu a krajinu Likvidace vybraných invazních druhů rostlin (vč. následné péče o lokality) (SPPK D02 007:2023). Standard stanovuje doporučené technologické postupy směřující k dlouhodobému omezení nebo odstranění těchto druhů, včetně následné péče o zasažené lokality.

Konkrétní zásahy jsou plánovány podle biologie jednotlivých druhů, charakteru a umístění stanoviště a s ohledem na ochranu okolní přírody. Používají se mechanické, cílené chemické nebo kombinované metody. Nedílnou součástí je následný několikaletý monitoring a opakovaná kontrola lokalit, protože jednorázový zásah ve většině případů nestačí.

Projekty zaměřené na zásahy proti invazním druhům jsou finančně podporovány z Operačního programu Životní prostředí 2021–2027. Zdroje z operačních programů pro tento rok jsou však již vyčerpány, a další opatření proti invazním druhům proto musí být prozatím zajišťována z vlastních zdrojů podniku.

Křídlatka

Jedním z aktuálně realizovaných opatření financovaných z dotačních prostředků je projekt zaměřený na likvidaci invazní křídlatky (Reynoutria sp.). Projekt zahrnuje lokality v povodí Berounky a Rakovnického, Všenorského a Tuchlovického potoka. Celková plocha zásahu činí téměř 1,4 hektaru a realizace je rozložena do let 2026–2029.

Každoročně proběhnou dvě etapy chemických zásahů formou přímé aplikace herbicidu Roundup Biaktiv na listy a lodyhy v koncentraci přibližně 8 %. Na vlastní realizaci naváže pětiletá doba udržitelnosti s pravidelným monitoringem a opakovaným ošetřováním nových výhonů. Přímá aplikace herbicidu je v podmínkách řešených lokalit používána jako účinný způsob potlačení tohoto invazního druhu.

Křídlatky se rozmnožují téměř výhradně vegetativně. Vytvářejí husté zapojené porosty, které omezují růst ostatních druhů, a dokážou regenerovat i z velmi malých úlomků oddenků či nadzemních částí. Právě tato schopnost je zásadní pro jejich další šíření.

Z tohoto důvodu je nevhodné porosty bez dalších opatření sekat nebo mulčovat. Drobné úlomky rostlin totiž mohou založit nové porosty. Významnou roli při šíření křídlatky hrají také vodní toky, které mohou části oddenků a lodyh přenášet na další lokality. Proto je důležité zasahovat systematicky v celém řešeném území a současně průběžně vyhledávat nově vznikající ohniska výskytu.

Bolševník velkolepý

Dalším významným invazním druhem, který se vyskytuje zejména v povodí Berounky, je bolševník velkolepý (Heracleum mantegazzianum). Na rozdíl od křídlatky se rozmnožuje především generativně, tedy semeny. Jedna rostlina může vytvořit obvykle 20 až 30 tisíc semen, přičemž značná část z nich zůstává v půdě životaschopná i po dobu sedmi let. Při plánování zásahů je proto nutné počítat s dlouhodobým managementem lokalit, který může trvat přibližně 10 až 15 let.

Na větší vzdálenosti se semena šíří vodou, prostřednictvím zvířat i lidskou činností. Bolševník zároveň představuje zdravotní riziko. Ve svých zelených částech obsahuje fototoxické furanokumariny, které mohou při kontaktu s pokožkou a následném působení slunečního záření způsobit její vážné poškození podobné popáleninám.

Bolševník je odstraňován kombinací chemických a mechanických metod. Základním opatřením je přímá aplikace herbicidu Roundup Biaktiv na listy a stvol v koncentraci přibližně 8 %, a to v rané fázi růstu před kvetením. Pokud rostlina přesto vykvete, je nutné květenství v navazující etapě bezpečně odstranit tak, aby nedošlo k dozrání a následnému rozšíření semen. Tento postup je v současnosti s dobrými výsledky uplatňován například na Rakovnicku na ploše téměř 16 hektarů. Zásahy jsou zde financovány z vlastních zdrojů podniku.



Obrázek 1: Bolševník velkolepý

Pajasan žláznatý

Dalším řešeným invazním druhem je pajasan žláznatý (Ailanthus altissima). Po mechanickém poškození je schopný velmi intenzivně zmlazovat, a samotné pokácení stromu tak může vést k dalšímu šíření výmladků.

Používaný postup proto spočívá nejprve v cílené aplikaci herbicidu přímo do kmene. Do něj se vyvrtají aplikační otvory pod úhlem přibližně 45° do hloubky asi 2 cm. Otvory jsou rozmístěny po obvodu kmene zhruba v pěticentimetrových rozestupech a bezprostředně po vyvrtání je do nich aplikován herbicid Roundup Biaktiv v koncentraci přibližně 75 %.

Aplikace probíhá na začátku podzimu, kdy dřevina přesouvá asimiláty do kořenového systému. Spolu s nimi se do kořenů dostává také účinná látka herbicidu. Strom je následně monitorován a teprve po odumření pokácen.

Invazní druhy jako dlouhodobý problém

Popsané druhy představují pouze část problému. Na území ve správě státního podniku Povodí Vltavy se vyskytuje řada dalších invazních druhů rostlin i živočichů, například netýkavka žláznatá, nutrie říční, rak mramorovaný nebo rak signální. S pokračující změnou klimatu lze navíc očekávat šíření dalších nepůvodních druhů, kterým budou zdejší přírodní podmínky stále více vyhovovat.

Úspěšné řešení proto nemůže spočívat pouze v samotné likvidaci jednotlivých ohnisek. Stejně důležitá je osvěta veřejnosti, spolupráce vlastníků okolních pozemků a dlouhodobá podpora ze strany státu, ať už finanční, nebo prostřednictvím srozumitelného legislativního rámce. Bez koordinovaného postupu se totiž mohou invazní druhy z neošetřených pozemků opakovaně vracet na lokality, kde, již byla provedena nákladná opatření.

Monitoring a zásahy proti invazním druhům zároveň znamenají pro provozní pracovníky v terénu nové povinnosti nad rámec jejich běžné agendy. Jejich práce však bude mít dlouhodobý smysl pouze tehdy, pokud se do řešení zapojí také vlastníci okolních pozemků, stát poskytne odpovídající podporu a veřejnost bude vědět, proč je třeba problém invazních druhů řešit. Jinak hrozí, že se i přes vynaložené úsilí a prostředky bude problém stále vracet a z boje proti invazním druhům se skutečně stane boj s větrnými mlýny.

Kvalita vody přítoků do CHKO Soutok v období sucha

Petra Oppeltová, Ernestýna Matys
Mendelu

Ondřej Berka, Marie Kotyzová
AOPK ČR

Abstrakt

Od jara 2026 probíhá monitoring vybraných drobných vodních toků a výustí z vybraných ČOV přitékajících do CHKO Soutok, realizovaný Mendelovou univerzitou v Brně ve spolupráci s AOPK ČR, Správou CHKO Soutok. Monitoring doplňuje pravidelná sledování realizovaná Povodím Moravy, s.p. a zaměřuje se na dosud méně sledované lokality. Hodnoceny jsou především koncentrace fosforu a dusíku. Monitoring probíhá od jara do podzimu, což je na území Soutoku většinou obdobím mimořádně nízkých průtoků, kdy některé drobné vodní toky ani nebylo možné vzorkovat z důvodu jejich úplného vyschnutí. Průběžné výsledky ukazují, že na některých lokalitách dochází k výraznému překročení koncentrací fosforu nad limity přípustného znečištění povrchových vod podle NV č. 401/2015 Sb., v platném znění. Součástí studie je také vliv vod vypouštěných z ČOV na průtokový režim drobných toků, zejména poměr průtoku v recipientu k množství vypouštěných vod z ČOV. Výsledky poukazují na význam zahuštění monitorovací sítě pro identifikaci lokálních zdrojů znečištění a posouzení jejich vlivu na vodní ekosystémy v CHKO Soutok.

Klíčová slova: CHKO Soutok, kvalita vody, čistírny odpadních vod, fosfor, dusík, hydrologické sucho, drobné vodní toky.

Úvod

Chráněná krajinná oblast Soutok s rozlohou 125 km^2 byla vyhlášena v roce 2025 a reprezentuje cenné území nivních ekosystémů řek Moravy a Dyje. Její vodní režim je ovlivňován nejen hydrologickými změnami, ale také antropogenními vlivy v povodí drobných vodních toků. Vodní režim nivních ekosystémů je zásadním předpokladem jejich ekologické stability a biodiverzity. Oblast soutoku Moravy a Dyje je charakteristická rozsáhlými lužními lesy, mokřady a dalšími stanovišti závislými na vodě. Současně se zde projevují změny hydrologického režimu, včetně častějšího výskytu období s nízkými průtoky a vysycháním drobných vodních toků.

Jedním z faktorů ovlivňujících kvalitu vody jsou bodové zdroje znečištění, zejména vypouštění přečištěných odpadních vod z komunálních čistíren. Za běžných hydrologických podmínek dochází k jejich ředění vodou v recipientu. Při nízkých průtocích se však poměr mezi množstvím vypouštěné vody a přirozeným průtokem toku může výrazně změnit. V krajním případě může odtok z ČOV představovat významnou část průtoku nebo jediný zdroj vody v jinak vyschlém korytě. Na tento kritický stav, kdy v suchých obdobích tvoří voda vypouštěná z ČOV dominantní část průtoku českých a moravských řek, dlouhodobě upozorňují hydrobiologové a vodohospodáři (Fuksa, 2020; Povodí Moravy, 2026), kteří zdůrazňují, že absence ředění vede k masivní eutrofizaci toků a ukládání živin do sedimentů.

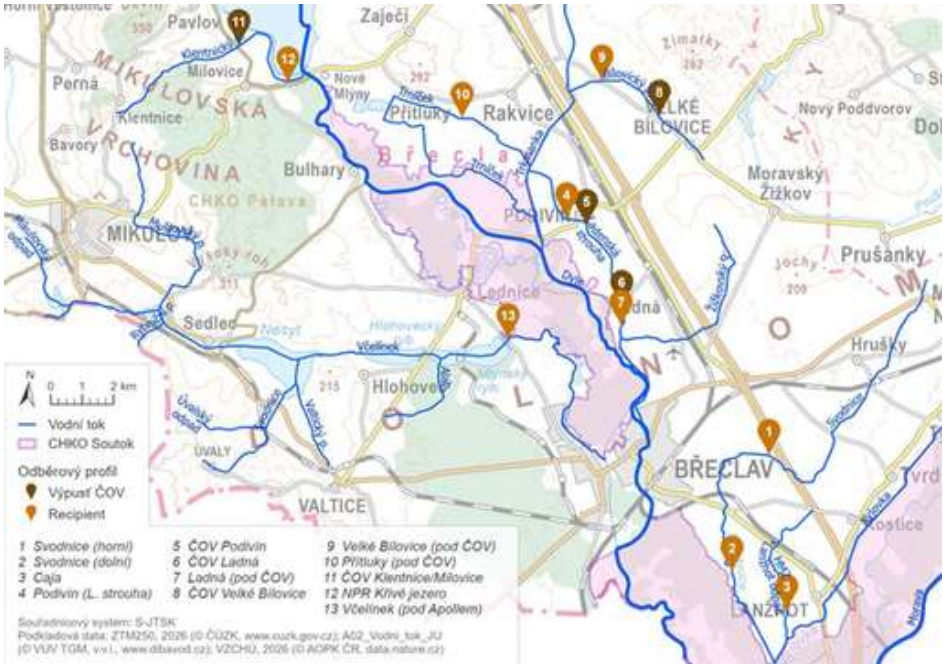
Zvýšené koncentrace živin, zejména dusíku a fosforu, podporují eutrofizační procesy ve vodním prostředí. Přítomnost organických látek současně zvyšuje spotřebu rozpuštěného kyslíku v důsledku jejich mikrobiálního rozkladu. Kombinace vysokých teplot, nízkých průtoků a zvýšeného přísunu živin a organických látek tak může vést ke zhoršení kyslíkových poměrů, negativně ovlivnit vodní biotu a narušit ekologické funkce nivních ekosystémů.

Cílem příspěvku je prezentovat výsledky orientačního monitoringu vybraných drobných vodních toků a odtoků z ČOV ovlivňující CHKO Soutok a diskutovat jejich význam v kontextu omezené ředicí kapacity recipientů během suchého období.

Materiál a metody

Monitoring kvality vody byl zahájen na jaře 2026 ve spolupráci MENDELU a AOPK ČR, správy CHKO Soutok. Tento monitoring cílil na vybrané drobné vodní toky a profily v blízkosti vyústění ČOV (Obr. 1), čímž na těchto specifických místech doplnil velmi rozsáhlé plošné sledování, které standardně provádí státní podnik Povodí Moravy. Vzorkování proběhlo zatím ve třech termínech: 20. dubna, 23. června a 20. srpna 2026. Vzhledem k charakteru a časovému rozsahu monitoringu jsou výsledky hodnoceny především jako orientační srovnání lokalit a termínů. Tři odběrové kampaně neumožňují plně popsat dlouhodobou proměnlivost jakosti vody ani jednoznačně určit původ látek.

V terénu byly sledovány základní fyzikálně-chemické ukazatele: teplota vody, koncentrace rozpuštěného kyslíku, elektrická vodivost a pH. Laboratorní analýzy realizované v laboratoři MENDELU zahrnovaly stanovení CHSK, celkový dusík, dusičnanový dusík a celkový fosfor.



Obr. 1: Vybrané profily pro monitoring 2026

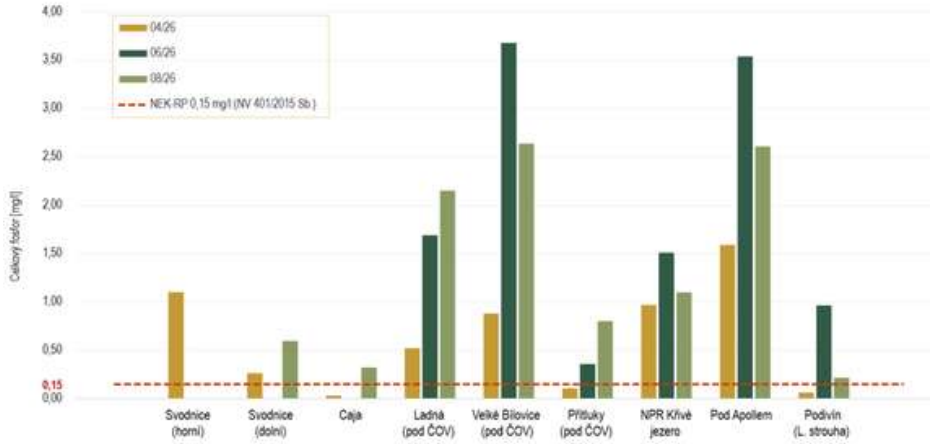
Výsledky a diskuse

Výsledky monitoringu ukázaly značnou prostorovou i časovou proměnlivost sledovaných ukazatelů. Výrazné rozdíly byly zaznamenány mezi jednotlivými toky, odtoky z ČOV a profily pod jejich vyústěním.

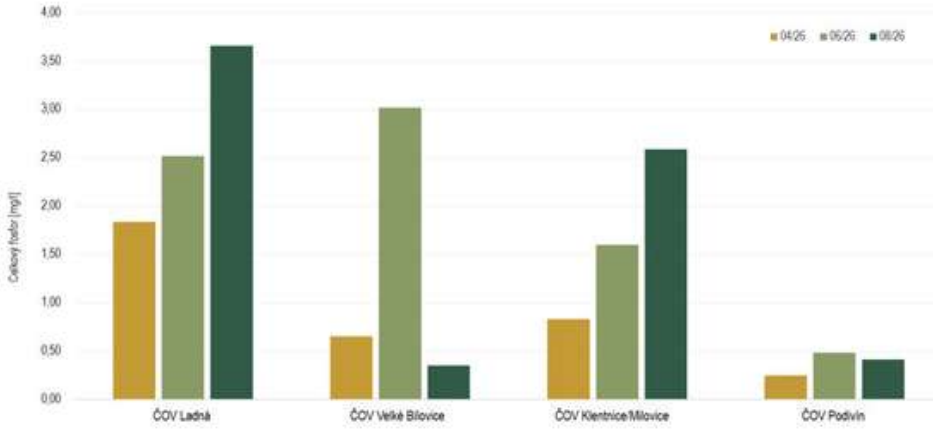
Celkový fosfor představuje nejkritičtější faktor jakosti vod. Téměř na všech profilech dochází v letních měsících k mnohonásobnému překročení limitu environmentálního standardu NEK 0,15 mg/l (Obr. 2). Koncentrace celkového fosforu na odtocích jednotlivých ČOV (Obr. 3) vykazovaly výrazné prostorové i časové rozdíly a ukazují na potenciální význam komunálních odpadních vod jako zdroje fosforu v některých sledovaných lokalitách. Z hlediska ochrany vod v CHKO Soutok je důležité věnovat pozornost zejména čistírnám s opakovaně zvýšenými koncentracemi fosforu, které mohou představovat významný zdroj živin pro vodní prostředí.

Hodnoty CHSK na téměř všech sledovaných vodních tocích v letním období překračovaly limity NEK 26 mg/l (Obr. 4). Vyšší koncentrace dusičnanového dusíku zaznamenané v jarním období na většině sledovaných toků odpovídají sezónní dynamice dusíku v zemědělsky využívané krajině. Nejvyšší koncentrace 23 mg/l $N\text{-}NO_3^-$ byla v dubnu naměřena na profilu Caja a může souviset s intenzivní mobilizací dusíku v zemědělsky využívaném povodí, potenciálně v návaznosti na jarní aplikaci dusíkatých hnojiv.

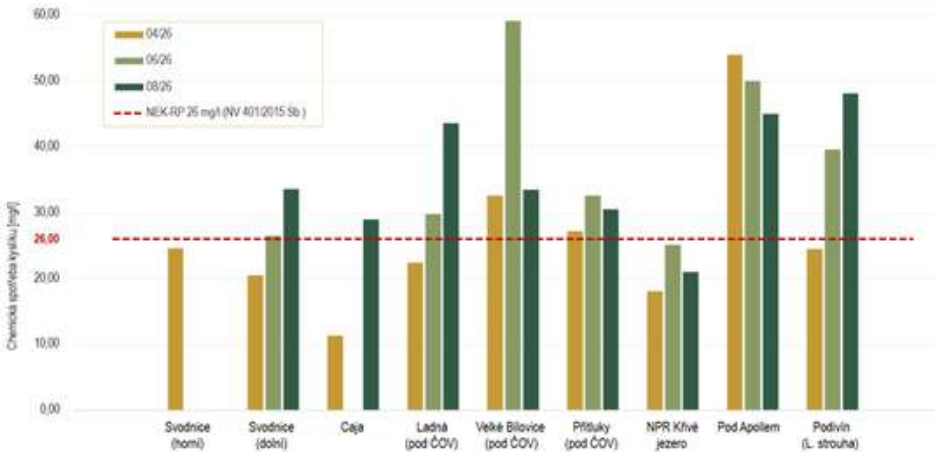
Hodnoty nasycení kyslíkem v letních měsících významně poklesly na většině profilů. Nejzávažnější situace nastala na profilech Svodnice, Přítluky, V. Bílovice a Pod Apolonem, kde srpnové hodnoty poklesly na 1-2 mg/l (Obr. 5). Takto hluboká hypoxie představuje akutní riziko pro biotu a může vést k vymírání ryb a makrozoobentosu. Tyto hodnoty jsou typickým projevem intenzivního kyslíkového biorytmu v eutrofizovaných vodách (Tromboni et al., 2022; Baxa et al., 2020). Ve stejné době byla naopak u Podivína v Ladenské strouze v době odpoledního odběru naměřena koncentrace rozpuštěného kyslíku 15 $mg \cdot l^{-1}$, přičemž teplota byla vody 29 °C. Tento stav lze přičíst intenzivní primární produkci a vysoké fotosyntetické aktivitě fytoplanktonu, která je typická pro silně eutrofní vodní ekosystémy.



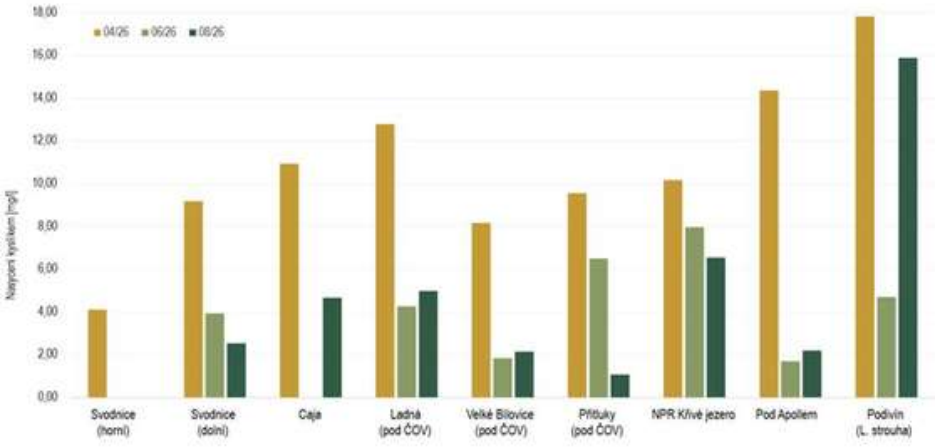
Obr. 2: Koncentrace celkového fosforu ve sledovaných vodních tocích



Obr. 3: Koncentrace celkového fosforu na výustích ze sledovaných ČOV

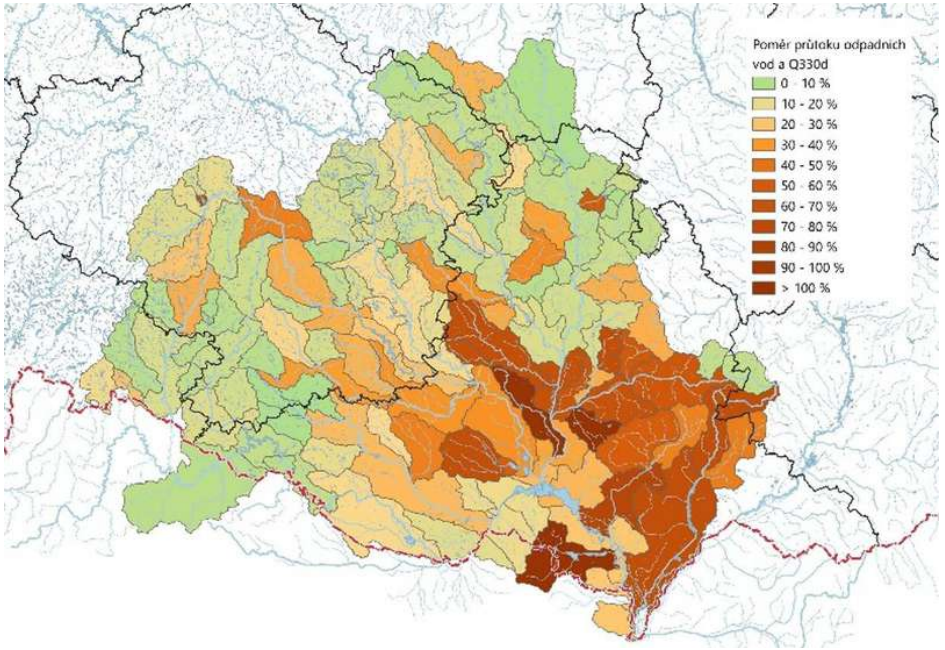


Obr. 4: Hodnoty CHSK ve sledovaných vodních tocích



Obr. 5: Nasycení kyslíkem ve sledovaných vodních tocích

Důležitým zjištěním byly změny hydrologických podmínek během monitoringu. V červnu byla Svodnice v horním profilu a tok Caja bez vody; horní profil Svodnice byl vyschlý také v srpnu. Vysychání drobných toků omezuje jejich schopnost ředit přítoky a může vést k tomu, že odpadní vody představují významnou část celkového průtoku. V takových situacích nelze dopad vypouštění odpadních vod na kvalitu vody v recipientu hodnotit pouze na základě koncentrací znečišťujících látek na odtoku z ČOV, ale je nutné zohlednit také aktuální průtokové poměry. Zásadní je také poměr vypouštěného množství k aktuálnímu průtoku recipientu a výsledná expozice vodních organismů.



Obr. 6: Množství vypouštěných odpadních vod k průtoku Q_{330d} (zdroj dat PMO, s.p., zpracováno AOPK ČR, CHKO Soutok)

Prostorové hodnocení poměru množství vypouštěných odpadních vod k průtoku Q_{330d} ukazuje, že význam bodových zdrojů znečištění je nutné posuzovat v kontextu hydrologických podmínek jednotlivých povodí (Obr. 6). V povodích s vysokým poměrem těchto veličin může odtok z ČOV představovat významnou složku průtoku recipientu, a tím ovlivňovat výslednou kvalitu vody. Při dosažení ještě nižších průtoků, případně při úplném vyschnutí přirozeného koryta, se může relativní význam vypouštěných odpadních vod dále zvyšovat. V takových podmínkách nemusí být zajištěno ředění znečišťujících látek, které se obvykle předpokládá při hodnocení vypouštění do vodních toků. Pro území CHKO Soutok je proto důležité spojit údaje o množství vypouštěných vod s aktuálními průtoky, koncentracemi živin a ekologickou citlivostí recipientů.

Závěr

Orientační monitoring vybraných drobných vodních toků a odtoků z ČOV v okolí CHKO Soutok v roce 2026 prokázal výraznou proměnlivost kvality vody mezi lokalitami i odběrovými termíny. Na některých profilech byly zjištěny zvýšené koncentrace fosforu, dusíkatých a organických látek a současně nízké koncentrace rozpuštěného kyslíku. V letních měsících došlo také k úplnému vyschnutí některých sledovaných toků.

Výsledky upozorňují na potřebu hodnotit vypouštění odpadních vod v kontextu aktuálního hydrologického režimu. Při nízkých průtocích může být schopnost recipientu ředit vypouštěné vody výrazně

omezena a vliv bodových zdrojů na kvalitu vody tak může být významnější než za běžných průtokových podmínek. Pro spolehlivé posouzení tohoto vlivu je nutné doplnit monitoring o údaje o průtocích, množství vypouštěných vod a provozních parametrech ČOV.

Zhoršená kvalita vody v důsledku organického znečištění a nadměrného přísunu živin může významně ovlivňovat ekologický stav vodních ekosystémů. Zvýšená organická zátěž a eutrofizace mohou vést k úbytku citlivých druhů vodních organismů, zatímco druhy tolerantnější k těmto podmínkám, včetně některých nepůvodních a invazních druhů, mohou získávat konkurenční výhodu. Samotná morfologická obnova vodních toků, například prostřednictvím renaturací či obnovy mokřadů, proto nemusí zajistit obnovu biologické diverzity, pokud není současně dosaženo odpovídající kvality vody. Nezbytným předpokladem dlouhodobé obnovy vodních ekosystémů je také omezení přísunu živin, zejména fosforu, a snížení organického zatížení v celém povodí. Vzhledem k setrvačnosti živinové zátěže a možnému dlouhodobému přetrvávání jejích důsledků je důležité zahájit účinná opatření co nejdříve.

Z hlediska ochrany vodních ekosystémů CHKO Soutok je žádoucí pokračovat v monitoringu zejména v období letního sucha a při jeho vyhodnocování zohledňovat nejen koncentrace znečišťujících látek, ale také skutečné látkové toky a ekologické podmínky v recipientu. Prioritou by mělo být zejména omezení přísunu fosforu a organických látek z bodových i plošných zdrojů znečištění. Výsledky mohou sloužit jako podklad pro cílenější identifikaci problematických lokalit a pro diskusi o opatřeních ke snížení zatížení drobných vodních toků.

Použité podklady

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění pozdějších předpisů.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2024/3019 ze dne 27. listopadu 2024 o čištění městských odpadních vod.

FUKSA, J. 2020. Sucho a vliv čistíren odpadních vod na řeky. Vodní hospodářství. 2020, 70(5), 14–19. ISSN 0322-8231. Dostupné z: https://vodnihospodarstvi.cz/sucho-a%E2%80%AFvliv-cistiren-odpadnich-vod-na-reky/

POVODÍ MORAVY, 2026. Konference v Mikulově upozornila na stav kvality vod: odborníci volají po rychlejším omezení fosforu i lepším monitoringu [online]. 8. 6. 2026 [cit. 2026-10-31]. Tiskové zprávy. Dostupné z: https://pmo.cz/pro-media/tiskove-zpravy/konference-v-mikulove-upozornila-na-stav-kvality-vod-odbornici-volaji-po-rychlejsim-omezeni-fosforu-i-lepsim-monitoringu/

Baxa, m., Musil, M., Kummel, M., Hanzlík, P., Tesařová, B., Pechar, L., 2021. Dissolved oxygen deficits in a shallow eutrophic aquatic ecosystem (fishpond) – Sediment oxygen demand and water column respiration alternately drive the oxygen regime, Science of The Total Environment, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142647

Tromboni, F., Hotchkiss, E., Schechner, A., Dodds, W., Poulson, S., Chandra, S. (2022). High rates of daytime river metabolism are an underestimated contributor to global CO2 emissions. Communications Earth & Environment, 3(1), 295. DOI:10.1038/s43247-022-00607-2

Péče o břehové porosty – zajištění bezpečnosti z pohledu správce vodního toku

Martin Cidlinský

Klíčová slova
Břehové porosty – odstraňování padlých stromů – turisté na lodích a kolech – běžná údržba – funkce vodního toku.

Shrnutí

Každý hydrologický rok je pro vodohospodáře jiný. Přesto mají mnohdy hodně společného. Například problematiku břehových porostů. Vodní tok je ze zákona významný krajinný prvek (VKP), který požívá zvláštní ochrany i bez péče nás, vodohospodářů. Kromě zajištění funkcí vodního toku tak musíme ještě přispět ke kácení zdravých stromů, abychom měli dost papíru na legislativní procesy a méně času na výkony v terénu. Tam jde ale i o bezpečnost turistů, na vodě i na souši.

Úvod

Aktivní využívání volného času je stále více populární. A s tím samozřejmě souvisí i budování cyklostezek a značení cyklotras, rozvoj vodáckých kempů a dalších podpůrných služeb. Je zcela běžné, že cyklostezky jsou budovány kolem vodních toků. Tím se tyto dva světy propojují a mezi nimi stojí již jen ten břehový porost. O ten se musí dle Vyhlášky č. 178/2012 Sb. ve většině případů starat správce vodního toku. Povinnosti jsou jak technické – stabilita koryta, zajištění jeho kapacity..., tak ekologické a krajinářské. Vodní toky jsou nejen VKP ze zákona, ale mnohdy jsou rovněž součástí CHKO, soustavy NATURA 2000 a dalších území se zvláštní ochranou.

Každodenní činnost

Některé vodní toky si jen tak tečou krajinou, ale např. Ohře, která patří mezi naše nejkrásnější řeky, je velmi vyhledávána jak vodáky (včetně turistů na vodě), tak cyklisty. Její okolí je natolik členité a pestré, že nenechá nikoho chladným. Navíc je sjízdná celoročně, což není v posledních letech díky suchu na jiných řekách reálné. Pro správce toku to ovšem představuje velký problém. Stovky až tisíce lidí na lodích a kolech denně jsou permanentně v ohrožení břehovým porostem. Každý týden samovolně spadne několik stromů. Ve většině případů do koryta vodního toku. A to i přes neustálý dohled zaměstnanců správce vodního toku. A nejedná se jen o stromy napadené patogenem Phytophthora alni – chřadnutí olší nebo patogenem Hymenoscyphus fraxineus – chřadnutí jasanů. Mnohdy se jedná o zcela zdravé a někdy i mladé stromy, které zkrátka jednoho krásného dne padnou. Zatím se to obešlo bez újmy na zdraví nebo majetku, ale pokud by několikakubíkový strom padl na loď, jistě si umíte domyslet následky. Správce vodního toku následně padlý strom odstraní k nelibosti ochránců přírody. Ale pro bezpečné proplutí lodí jiná možnost není. Takový strom i při relativně malém průtoku může způsobit utonutí (Obrázek č. 1).



Obrázek č. 1 – padlý strom od pravého břehu do levého břehu Ohře

Ať žije ÚŘAD

Příprava každé akce, která se týká břehových porostů je poměrně zdlouhavá a náročná. Nejedná se totiž o exaktně stanovená pravidla, ale jde vždy o směs pocitů a názorů zúčastněných stran, které více či méně korespondují se zájmy či vzděláním osob, které jednotlivé strany zastupují. Dnes již nestačí pečovat o břehový porost v mimo vegetační době, ale mnohdy je vyžadován alespoň biologický průzkum (včetně zaměření na ptáky) a také chiropterologický průzkum (zaměřený na netopýry). A tak už nestačí zajistit budky pro hnízdění ptáků, ale také budky pro netopýry, broukoviště (problematika překážky v aktivní zóně záplavového území...). Aby byl správce v klidu, obstarává si od orgánů ochrany přírody (OOP) jednoznačné stanovisko, že zásah do břehového porostu nebude mít významný vliv na VKP, případně na předmět ochrany v příslušném území. Teprve pak oznámí místně příslušnému úřadu kácení dřevin. V rámci hladšího projednání se dnes již standardně na začátku přípravy probírky konají místní šetření s příslušnými orgány. Zájmem správce toku je odstranit všechny nemocné, suché a potenciálně nebezpečné stromy. Zájmem OOP bývá

zpravidla opak, neboť tyto stromy jsou cenným biotopem.

Správce vodního toku má možnost pokácet strom, který je bezprostředně nebezpečný, ale vzhledem ke zkušenostem tuto možnost nevyužívá. Opět se dostáváme do dojmů a pocitů zúčastněných a tedy názorových střetů, které může rozhodnout jen nezávislý soud.

Závěr

Není tolik konfliktních činností správce vodního toku jako je právě péče o břehové porosty. Balancování na ostří nože je při této činnosti trvalé a zodpovědnost má vždy jen a pouze správce vodního toku. Pokud by byla jasná pravidla, ušetřilo by to nemalé množství prostředků včetně času. Věřme, že i při této činnosti jednoho dne dojdeme na konec tunelu.

Šumavské toky po období acidifikace: stav rybích společenstev a doporučení pro rybářský management

RNDr. Martina Lisnerová, Ph.D.; RNDr. Ivan Fiala, Ph.D.; RNDr. Milan Muška, Ph.D.; Michal Tušer, Ph.D.; Mgr. Tomáš Jůza, Ph.D.
Biologické centrum AV ČR
v. v. i., Branišovská 31, České Budějovice

RNDr. Petr Blabolil, Ph.D.
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta, Branišovská 1760, 370 05 České Budějovice

Zbyněk Jančí, DiS.
Správa Národního parku Šumava
1.máje 260, 385 01 Vimperk

MSc. Rabea Klümpers
Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald
Freyunger Straße 2, 94481 Grafenau

Dr. Stephan Paintner
Fachberatung Für Fischerei
Bezirk Niederbayern, Am Lurzenhof 15, 84036 Landshut

Abstrakt

Pohoří Šumavy představuje jedno z klíčových území střední Evropy pro ochranu sladkovodních ekosystémů, které však byly v minulosti významně negativně ovlivněny acidifikací. V letech 2023–2025 byl realizován komplexní monitoring rybích společenstev na 251 lokalitách, kombinující ichtyologické průzkumy, analýzy environmentální DNA a genetické studie populací pstruha obecného. Výsledky prokázaly velmi dobrý stav ichtyofauny, dominanci pstruha obecného s pravidelnou přirozenou reprodukcí a vysokou genetickou diverzitu většiny populací. Analýzy eDNA potvrdily pouze lokální výskyt významných rybích patogenů a genetické studie odhalily výraznou diferenciaci populací mezi jednotlivými povodími, což dokládá existenci lokálně adaptovaných genetických linií. Studie doporučuje zaměření managementu především na podporu přirozené reprodukce, ochranu stanovišť, zachování migrační prostupnosti toků, ochranu geneticky cenných populací a prevenci šíření patogenů.

Úvod

Pohoří Šumava a navazující Bavorský les představují jedno z nejvýznamnějších území střední Evropy z hlediska ochrany sladkovodních ekosystémů. Rozsáhlá síť horských a podhorských toků, relativně nízká míra urbanizace a vysoký podíl chráněných území umožnily zachování řady přírodních procesů a cenných populací vodních organismů. Rybí společenstva zde zaujímají významné postavení nejen jako nedílná součást biodiverzity, ale také jako citlivé bioindikátory stavu vodního prostředí. Zvláštní význam má pstruh obecný (Salmo trutta), který představuje dominantní druh většiny šumavských toků, vrcholového predátora horských vod a zároveň nezbytného hostitele glochidií kriticky ohrožené perlorodky říční (Margaritifera margaritifera). Stav jeho populací proto odráží kvalitu prostředí i funkčnost celého vodního ekosystému.

Vodní prostředí Šumavy bylo během druhé poloviny 20. století významně ovlivněno atmosférickou depozicí acidifikačních látek. Dlouhodobé okyselování povrchových vod vedlo k narušení chemismu jezer a toků, úbytku bentických organismů i k výraznému snížení abundance nebo úplnému vymizení některých populací ryb. Po omezení emisí oxidů síry a dusíku došlo k postupnému zlepšování fyzikálně-chemických parametrů vod a následné biologické obnově postižených ekosystémů. Přesto však zůstává řada otázek týkajících se současného stavu rybích společenstev, jejich reprodukční úspěšnosti, genetické diverzity a dlouhodobé stability populací. Vedle historických vlivů jsou navíc šumavské toky vystaveny novým environmentálním tlakům, mezi něž patří klimatická změna, eutrofizace, hydromorfologické úpravy toků, šíření nepůvodních druhů a rostoucí tlak rybožravých predátorů.

V letech 2023–2025 byl proto realizován přeshraniční projekt Interreg Česko-Bavorsko „Živé klenoty pod vodní hladinou Šumavy“, jehož cílem bylo komplexně zhodnotit stav rybích společenstev na území Šumavy a Bavorského lesa. Projekt spojil standardní ichtyologický monitoring s moderními metodami molekulární biologie, včetně analýz environmentální DNA (eDNA), mitochondriální DNA a mikrosatelitních markerů. Hlavní pozornost byla věnována druhovému složení rybích společenstev, přirozené reprodukci pstruha obecného, výskytu významných rybích parazitů a genetické struktuře pstruha obecného populací v jednotlivých povodích. Cílem tohoto článku je shrnout hlavní poznatky získané během monitoringu a diskutovat jejich význam pro ochranu přírody, vodní hospodářství a budoucí rybářský management ve volných vodách Šumavy.

Metodika

Studie byla realizována na území Šumavy a Bavorského lesa, které společně tvoří jeden z nejrozsáhlejších a nejzachovalejších horských komplexů ve střední Evropě. Sledované lokality zahrnovaly povodí Blanice, Ilz, Mühl, Otavy, Řezné, Úhlavy, Vltavy a Volyňky. Kromě volných tekoucích vod byly do hodnocení zahrnuty také rybí líhně a vybrané stojaté vody včetně jejich přítoků a odtoků. Na všech lokalitách byly zaznamenávány základní morfologické charakteristiky toků a vybrané fyzikálně-chemické parametry prostředí.

Ichtyologický monitoring probíhal v letech 2023–2025 na celkem 251 lokalitách. K monitoringu byl využit standardizovaný odlov elektrickým agregátem. Odlovy byly prováděny jednorázově na vymezených úsecích toků za účelem zjištění druhového složení rybích společenstev, početnosti jednotlivých druhů a populační struktury dominantních taxonů. U všech ulovených jedinců byl určen druh, změřena délka a hmotnost. Po zpracování byly ryby vraceny zpět do místa odlovu. Získaná data byla následně využita k hodnocení druhové diverzity, dominance jednotlivých druhů a přítomnosti juvenilních ryb jako ukazatele přirozené reprodukce.

Součástí projektu byl monitoring rybích parazitů založený na analýze eDNA. Na jednotlivých lokalitách byly odebírány vzorky vody filtrací a vzorky sedimentů, které byly následně laboratorně zpracovány pomocí metod molekulární biologie. Celkem bylo analyzováno více než 600 vzorků pocházejících z volných vod, rybích líhní a stojatých vod. Analýzy byly zaměřeny především na detekci rybomorek (Myxozoa), včetně druhů významných z hlediska zdravotního stavu lososovitých ryb. Po izolaci DNA následovala amplifikace cílových úseků genomu a jejich sekvenování pomocí vysokokapacitních sekvenačních metod. Tento přístup umožnil neinvazivní detekci parazitů přímo z prostředí bez nutnosti manipulace s hostitelskými organismy a poskytl přehled o jejich rozšíření v rámci celého studovaného území.

Genetická diverzita populací pstruha obecného byla hodnocena na základě analýzy mitochondriální DNA a mikrosatelitních markerů. Vzorky byly získávány z odebraných malých částí ploutví nebo pomocí neinvazivních kožních stěrů. Mitochondriální DNA byla využita ke stanovení příslušnosti jednotlivých populací k atlantické nebo dunajské evoluční linii a k identifikaci historicky významných haplotypů. Současně bylo provedeno genotypování pomocí souboru polymorfních mikrosatelitních markerů, které umožnily hodnotit genetickou diverzitu, heterozygotnost, populační strukturu a míru genetické diferenciace mezi jednotlivými lokalitami a povodími. Do analýz byly zahrnuty jak přírodní populace, tak generační hejna a ryby pocházející z vybraných líhní.

Data získaná během monitoringu byla zpracována pomocí standardních statistických a bioinformatických metod. U rybích společenstev byly hodnoceny základní populační charakteristiky, druhová diverzita, dominance a frekvence výskytu jednotlivých druhů. Genetická data byla analyzována pomocí metod populační genetiky zaměřených na hodnocení genetické variability, heterozygotnosti, alelické bohatosti a genetické diferenciace mezi populacemi. K vizualizaci genetických vztahů byly využity metody hlavních komponent (PCoA) a analýzy populační struktury. Sekvenační data získaná z analýz eDNA byla bioinformaticky zpracována, taxonomicky přiřazena a využita k hodnocení výskytu jednotlivých skupin rybomorek v rámci studovaného území. Kombinace terénních dat, molekulárních metod a statistických analýz umožnila komplexně zhodnotit současný stav rybích společenstev, zdravotní rizika i genetickou strukturu populací pstruha obecného na území Šumavy a Bavorského lesa.

Výsledky

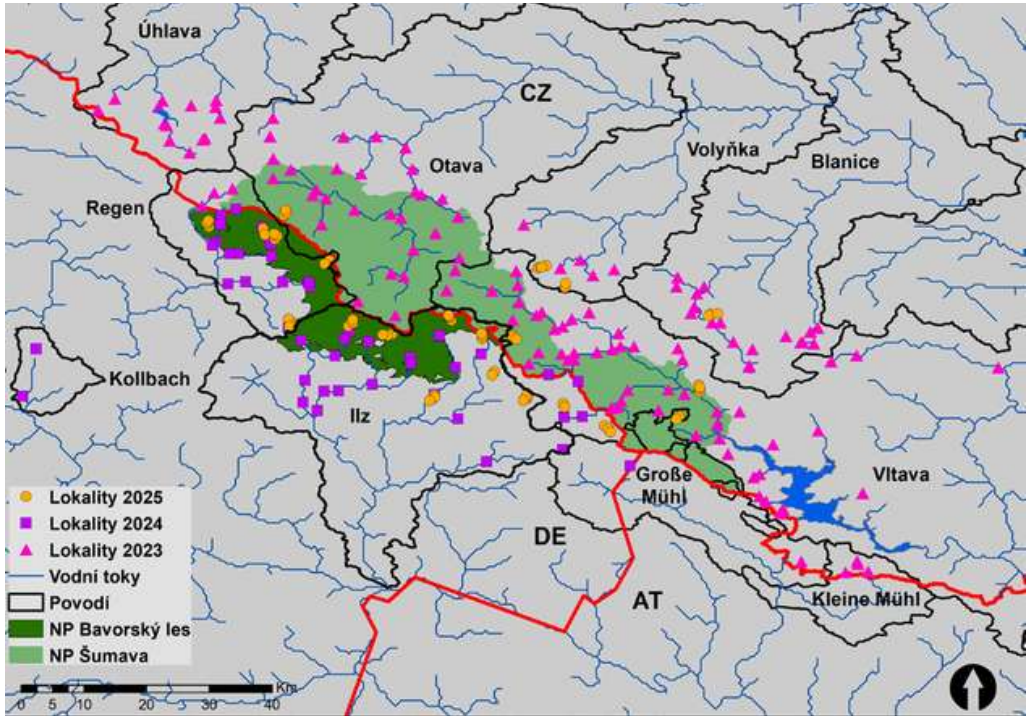
Sledované lokality zahrnovaly široké spektrum horských a podhorských toků na území Šumavy a Bavorského lesa v nadmořské výšce 319–1182 m n. m. Převládaly menší vodní toky s chladnou, dobře okysličenou vodou, nízkou vodivostí a převážně přírodě blízkým charakterem koryt. Většina lokalit si zachovala vhodné podmínky pro výskyt reofilních druhů ryb vázaných na proudné prostředí. Na části lokalit byly zaznamenány historické hydromorfologické úpravy související zejména s plavením dřeva a dalšími hospodářskými aktivitami, které vedly ke snížení strukturální rozmanitosti koryt. Přesto lze většinu sledovaných toků hodnotit jako ekologicky zachovalé ekosystémy s vysokou kvalitou prostředí a odpovídajícími podmínkami pro dlouhodobé přežívání původních druhů ryb.

Monitoring rybích společenstev potvrdil velmi dobrý stav ichtyofauny v zájmovém území. Ryby byly zaznamenány na 229 z celkových 251 sledovaných lokalit, přičemž absence ryb byla zpravidla spojena s přirozenými nebo umělými migračními bariérami, případně s extrémně malými či periodicky vysychajícími toky. Celkem bylo uloveno 16 370 jedinců ryb náležejících k 21 druhům a dalších 934 jedinců mihule potoční (Lampetra planeri). Dominantním druhem byl pstruh obecný, který tvořil více než 65 % všech ulovených jedinců a vyskytoval se prakticky na všech lokalitách s výskytem ryb. Významným zjištěním bylo pravidelné zastoupení juvenilních jedinců na většině lokalit, což potvrzuje úspěšně probíhající přirozenou reprodukci. Druhým nejpočetnějším druhem byla vranka obecná (Cottus gobio), která představovala více než pětinu všech ulovených ryb. Významný byl rovněž výskyt mihule potoční, zaznamenané na 52 lokalitách. Naopak nepůvodní druhy ryb, například pstruh duhový (Oncorhynchus mykiss), siven americký (Salvelinus fontinalis), slunečnice pestrá (Lepomis gibbosus) nebo střevlička východní (Pseudorasbora parva), byly zjištěny pouze ojediněle a tvořily zanedbatelnou složku rybích společenstev.

Analýzy environmentální DNA poskytly detailní přehled o výskytu rybích parazitů na území Šumavy a Bavorského lesa. Ve sledovaných vodních ekosystémech bylo detekováno široké spektrum rybomorek (Myxozoa), přičemž většina zaznamenaných druhů nepředstavovala významné riziko pro populace lososovitých ryb. Pozitivním zjištěním bylo, že centrální část Šumavy, zejména povodí Úhlavy a převážná část povodí Otavy, nevykazovala zvýšený výskyt nejvýznamnějších patogenů pstruha obecného. Naopak v některých částech povodí Vltavy, Studené Vltavy, Teplé Vltavy, Blanice a Křemžského potoka byly zaznamenány druhy s potenciálně závažnými dopady na lososovité

ryby. Mezi nejvýznamnější patřily Tetracapsuloides bryosalmonae, původce proliferativního onemocnění ledvin (PKD), a Myxobolus cerebralis, původce vrtohlavosti pstruhů. Výsledky současně potvrdily význam dodržování preventivních opatření při pohybu mezi lokalitami a manipulaci s rybami či terénním vybavením s cílem minimalizovat šíření patogenů mezi povodími.

Analýza mitochondriální DNA a mikrosatelitních markerů potvrdila vysokou genetickou diverzitu populací pstruha obecného v rámci studovaného území. Výsledky ukázaly, že genetická struktura populací je výrazně vázána na jednotlivá povodí a že populace si zachovávají vlastní genetickou identitu formovanou dlouhodobým evolučním vývojem. Mitochondriální DNA prokázala, že téměř všechny populace na české straně Šumavy náležejí k atlantické linii odpovídající úmoří Severního moře, zatímco lokality v povodí Mühl vykazovaly vysoký podíl původních dunajských haplotypů. Na bavorské straně byly identifikovány další lokality s významným zastoupením původní dunajské linie, které představují cenné genetické zdroje. Mikrosatelitové analýzy současně potvrdily výraznou genetickou diferenciaci mezi jednotlivými povodími i některými přítoky, což svědčí o existenci lokálně adaptovaných populací. Ve většině přírodních populací byla zjištěna středně vysoká až vysoká genetická variabilita a dobrá genetická kondice. Naopak některé izolované populace vykazovaly sníženou diverzitu, což zdůrazňuje význam zachování migrační prostupnosti toků a ochrany lokálních genetických zdrojů.



Obrázek č. 1 – padlý strom od pravého břehu do levého břehu Ohře

Praktická doporučení

Výsledky projektu poskytují důležité podklady pro budoucí ochranu a management populací pstruha obecného i dalších druhů ryb v šumavských tocích. Monitoring prokázal, že většina sledovaných populací vykazuje známky pravidelné přirozené reprodukce, vysokou početnost a v řadě případů také zachovalou genetickou diverzitu. Z tohoto pohledu by hlavním cílem rybářského managementu nemělo být navyšování početnosti ryb prostřednictvím plošného zarybňování, ale především udržení podmínek umožňujících úspěšné přirozené rozmnožování. Prioritní význam má ochrana reprodukčních lokalit, zachování vhodného substrátu pro výtěr, dostatečná kvalita vody a zajištění migrační prostupnosti toků. Významnou roli hraje rovněž omezení hydromorfologických zásahů vedoucích ke zjednodušování koryt a ztrátě úkrytových stanovišť. Zjištěná genetická diferenciace mezi jednotlivými povodími navíc ukazuje, že populace pstruha obecného představují lokálně adaptované celky, které by měly být spravovány odděleně. Jakékoliv zarybňování by proto mělo být prováděno pouze na základě znalosti genetického původu ryb a s využitím generačních hejn odpovídajících konkrétnímu povodí. Nevhodné přesuny ryb mezi povodími mohou vést ke genetické homogenizaci populací, ztrátě lokálních adaptací a snížení jejich dlouhodobé odolnosti vůči změnám prostředí. Současně je nezbytné věnovat pozornost dostatečnému počtu generačních ryb využívaných při umělé reprodukci, aby nedocházelo ke ztrátě genetické variability vlivem příbuzenského křížení. Výsledky monitoringu rybích parazitů dále potvrzují potřebu důsledného dodržování hygienických opatření při manipulaci s rybami, násadovým materiálem i terénním vybavením, zejména při přesunech mezi jednotlivými povodími nebo mezi volnými vodami a rybochovnými zařízeními. Praktická doporučení vyplývající z projektu lze shrnout do několika bodů: (1) podporovat přirozenou reprodukci před zarybňováním, (2) zachovávat průchodnost vodních toků a přirozený tok (např. ponechávat dřevo ve vodě), (3) chránit lokálně adaptované populace, (4) respektovat genetickou strukturu jednotlivých povodí, (5) minimalizovat šíření patogenů a (6) dlouhodobě pokračovat v monitoringu rybích společenstev pomocí kombinace klasických ichtyologických a moderních molekulárních metod. Takový přístup představuje nejefektivnější nástroj pro dlouhodobé zachování ekologické stability a biologické hodnoty šumavských vodních ekosystémů.

Výsledky projektu ukazují, že šumavské vody dnes patří mezi nejcennější sladkovodní ekosystémy střední Evropy a jejich ochrana vyžaduje dlouhodobou spolupráci vědců, správců chráněných území, rybářů i široké veřejnosti. Na šumavský projekt navazuje a rozšiřuje navazující 100787294 Oreaqua „Posílení původních vodních ekosystémů v oblasti Krušných hor" podpořená programem Interreg Česko-Sasko.

Poděkování

Děkujeme národním parkům Šumava a Bavorský les, Českému rybářskému svazu a správnímu obvodu Niederbayern za administrativní podporu. Děkujeme kolegům skupin FISHECU (www.fishecu.cz) a FROV (www.frov.jcu.cz) za pomoc při odběru vzorků v terénu.

Použité podklady

Blabolil, P., Tušer, M., Muška, M., Draštík, V., Bartoň, D., Novotný, J., Seifert, L., Klümpers, R., Jan-

čí, Z., Mokrý, J., Westermeier, T., Paintner, S., Vrba, J., Jůza, T. (2026) The Return of Natural Fish Communities in Bohemian Forest Watercourses After Acidification Recovery. Biologia. 81, 108.

Blabolil, P., Draštík, V., Hůda, J., Muška, M., Jůza, T., Peterka, J., Vrba, J., Kopáček, J. (2024) Brown trout natural colonisation as a sign of full lake recovery from acidification. Water Air and Soil Pollution 235, 723.

Blabolil, P., Draštík, V., Holubová, M., Hůda, J., Jůza, T., Muška, M., Vrba, J. (2024) Ichtyofauna v tocích historicky zasažených acidifikací pod Černým, Čertovým, Plešným a Prášilským jezerem. Silva Gabreta, 30: 121–140.

Blabolil P., Muška M., Paintner S., Tušer M., Jůza T. (2026) Spawning altitudinal shifts in sex ratio and morphology of brown trout in the Bohemian Forest. Journal of Vertebrate Biology 75, 26061.

Odra – posouzení maximální kapacity ochranných hrází v Ostravě

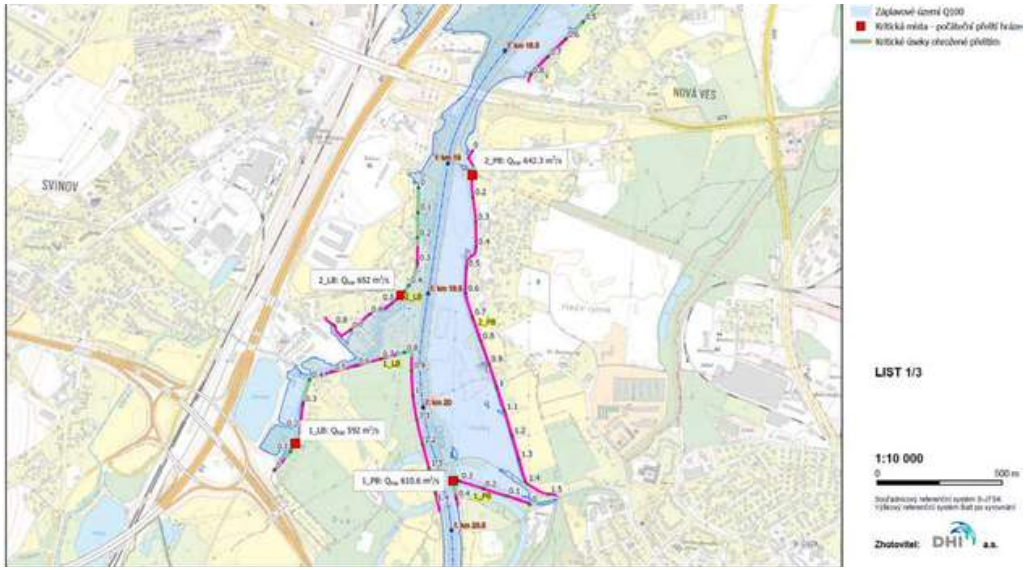
Ing. Jiří Biksadský

Povodí Odry, státní podnik

V reakci na katastrofální povodeň ze září roku 2024, kdy byl na mnoha vodních tocích výrazně překročen stoletý průtok, čímž došlo k přelití ochranných hrází a k zaplavení území za nimi, přistoupil náš podnik ke zpracování studií, které by daly odpověď na otázku, jaká je skutečná kapacita ohrázovaných úseků, včetně využití převýšení koruny hrází nad návrhovým průtokem.

Jako první byl vybrán k řešení zhruba desetikilometrový úsek řeky Odry přes město Ostravu v úseku od jezu Zábřeh po soutok s řekou Ostravicí.

Účelem této práce bylo pomocí 2D matematického modelu posoudit možnou maximální kapacitu soustavné úpravy řeky Odry v Ostravě a stanovit hodnoty průtoků v řece Odře, při kterých začne docházet k přelévání ochranných hrází.



Obrázek č. 1 – Přehledná situace řešeného úseku

Principem řešení bylo určení maximálního průtoku, při kterém dojde k prvnímu přelití hráze v nejnižším a tedy nejkritičtějším místě úseku. Následně bylo simulováno několik vyšších průtoků, při kterých dojde k postupnému přelévání také na dalších místech.

Studii vyhotovila pro náš státní podnik firma DHI a.s. v roce 2025. Byl vytvořen dvourozměrný numerický model toku v programu HEC-RAS v délce úseku a v rozsahu mezi posuzovanými hrázemi. Na základě měrných křivek (jez Zábřeh, jez Lhotka, jez Přívoz) a údajů o povodni 2024 byl model zkalibrován a následně byl proveden výpočet hladinových stavů s využitím aktuálních hydrologických údajů o N-letých vodách.

Výpočet byl několikrát zopakován, když se navyšovaly průtoky v korytě v rozmezí od stoletého průtoku, který všechny úseky ochranných hrází bezeškodně převedou, až do průtoku pětisetleté vody, kdy už dochází k přelévání všech ochranných hrází. Celkem bylo provedeno pět simulací.

OCHRANNÁ HRÁZ	Q_{KAP}	Q_{100}	Q_{100} + 0,25	Q_{100} + 0,50	Q_{100} + 0,75	Q_{500}
1_LB*	582 - 592	✓	×	×	×	×
		562 - 571	612 - 622	662 - 673	712 - 724	765 - 778
2_LB	652	✓	✓	×	×	×
		571	622	673	724	778
3_LB	759,7	×	×	×	×	×
		845	959,5	1074,1	1188,6	1310
1_PB	610,6	✓	×	×	×	×
		562	612	662	712	765
2_PB*	631,9 – 642,3	✓	✓	×	×	×
		562 - 571	612 - 622	662 - 673	712 - 724	765 - 778
3_PB	706	✓	✓	✓	×	×
		571	622	673	724	778
4_PB*	603 – 917	✓	×	×	×	×
		571 – 845	622 – 959,5	673 – 1074,1	724 – 1188,6	778 - 1310
5_PB	856,4	✓	×	×	×	×
		845	959,5	1074,1	1188,6	1310

** hráze se nacházejí v soutokových oblastech, u průtoku jsou uvedeny dvě hodnoty – části před soutokem a část pod soutokem*

Tab č. 1 – kapacita ochranných hrází

Pro každý počítaný stav se vyhodnotily úseky hrází a byla specifikována místa, kde již docházelo postupně k jejich přelévání. Hodnoceno bylo 8 úseků hrází o celkové délce 11 567 metrů.

Výsledky posouzení jsou prezentovány formou přehledné tabulky, podélného profilu a přehledné situace řešeného úseku. V tabulce jsou uvedeny řešené úseky hrází, jejich maximální kapacita a přehled, zda při počítaných stavech průtoků dojde k přelévání.

Nejvíce vypovídající a přehledné jsou situace v měřítku 1:10 000 se zvýrazněním kritických míst u ochranných hrází, kde nejdříve dochází k přelévání, včetně uvedení příslušného průtoku v řece Odře.

Tato práce nám poskytla informaci o tom, jaký maximální průtok by mohly ochranné hráze řeky Odry v Ostravě převést v případě extrémních průtoků převyšujících návrhový stoletý průtok. V případě opakování katastrofických povodní tak bude možnost efektivněji řídit vodohospodářskou soustavu, případně dávat přesnější informace složkám integrovaného záchranného systému. V současné době probíhá obdobná studie také pro upravený úsek řeky Opavy ve městě Opava.

Zkušenosti s přípravou a realizací opatření na odstranění povodňových škod na vodních tocích Bělá a Staříč

Ing. Jiří Konečný, Ing. Jiří Skalník, Bc. Radomír Doležel
Povodí Odry, státní podnik

Abstrakt
Jedním z nejvíce postižených vodních toků během povodní v září 2024 byla řeka Bělá a její levostranný přítok Staříč. Maximální průtoky za povodně dosahovaly úrovně 500-leté vody. Celkové škody způsobené povodní na obou tocích byly odhadnuty na 1,6 mld. Kč.

Úprava koryta vodních toků Bělá a Staříč během povodně splnila svůj účel do úrovně návrhového průtoku odpovídajícímu Q_{20} až Q_{50}. Po výrazném překročení návrhového průtoku byla stávající úprava v dalším průběhu katastrofální povodně z velké části v celé délce cca 40 km ve správě Povodí Odry zničena.

Ihned po opadnutí povodně byly státním podnikem Povodí Odry zajišťovány zabezpečovací práce na zajištění zprůtočnění koryta vodního toku, odklízení nahromaděného pláví a zajištění základní stability toku. Současně probíhaly prohlídky pro zjištění rozsahu povodňových škod na tocích a vodních dílech. Celková výše povodňových škod na vodních tocích Bělá a Staříč dosáhla na délce přibližně 40 km výše 1,6 mld. Kč.

Do postupů k odstranění povodňových škod hned v úvodu vstoupil rezort Ministerstva životního prostředí, který prostřednictvím Agentury ochrany přírody a krajiny (AOPK) předložil návrh na obnovu toků po povodni přírodě blízkým způsobem. Na základě mezirezortních dohod MŽP a MZe byla AOPK pověřena zajistit zpracování studie, podle které budou stanoveny parametry a postupy a metody odstraňován škod v intravilánech obcí a extravilánech. Studie AOPK se měla stát podkladem pro státní podnik Povodí Odry pro zpracování projektových dokumentaci a jejich administraci a následnou realizaci. V začátcích se podařilo sestavit „semaforovou" mapu, dle které byly oba toky rozděleny na úseky ponechané přirozenému vývoji, na úseky s provedením odstranění škod přírodě blízkým způsobem a úseky s kompletní obnovou vodních děl do původního stavu před povodní. Když se ani po uplynutí více jak půl roku nepodařilo AOPK vysoutěžit projektanta studijních prací, přistoupilo Povodí Odry k výběru zpracovatele projektových dokumetnací. Vzhledem k opravdu rozsáhlému projektu byla podána jediná nabídka od sdružení 3 firem – Aquatis, a.s., Šindlar s.r.o. a VRV a.s., se kterým byla v lednu 2026 uzavřena smlouva.

Vzhledem k tomu, že nebyla pro projektanta k dispozici žádná podkladní studie, bylo zadání pro návrh úpravy Bělé a Staříče nastaveno tak, aby splňovalo požadavky AOPK na přírodě blízký přístup, současně aby byla pokud možno zvýšena ochrana před povodněmi. Z hlediska přírodě blízkých opatření bude návrh úpravy Bělé a Staříče zohledňovat následující požadavky:

- v místech, kde povodeň změnila trasu toku, bude ponechán rozšířený průtočný profil, v ostatních úsecích bude koryto částečně rozšířeno s ponecháním vývoje kynety mezi opevněnými břehy a s možností vytváření tůní;
- dno toků bude diverzifikováno s ohledem na zabezpečení ekologické funkce vodního toku;
- podélný sklon bude mírně zvýšen. Poškozené spádové objekty budou odstraněny, u ponechaných spádových objektů bude zajištěna migrační prostupnost nebo budou nahrazeny balvanitými skluzy či dnovými prahy;
- v místech, kde nedochází k ohrožení zástavby a infrastruktury bude umožněn rozliv povodňových průtoků. Rozramenění koryta toků, které vzniká za povodně, nebude navrhováno.

Výraznou změnu doznaly hydrologické údaje Bělé a Staříče, které byly po povodni ze strany ČHMÚ zvýšeny až o 20%. Původně např. 100-leté průtoky jsou nově brány na úrovni 50-letých povodní.

Od počátku prací byly k projektu přizvány všechny dotčené obce a zástupci AOPK, se kterými jsou komunikovány zejména potřeby a priority obcí, technické možnosti a časové harmonogramy přípravy a následné realizace projektu a potřeby ochrany životního prostředí. Celý projekt byl rozdělen do 19 úseků, kterým byla přiřazena priorita přípravy. Postupně tak budou ze strany projektanta odevzdávány projektové dokumentace podle pořadí prioritních úseků. Předpokládáme, že v období od podzimu 2026 do poloviny roku 2028 obdržíme v pravidelných intervalech 19 dokumentací pro povolení záměru. Na jejich odevzdání naváže standardní projednání s úřady a povolovací proces. Tím, že stavby nejsou vedeny jako veřejně prospěšné, bude potřeba zajistit i majetkoprávní vypořádání dotčených pozemků. Snahou projektanta je v maximální míře využívat pozemky státu a obcí, soukromým pozemkům se ale nelze zcela vyhnout, zejména tam, kde dochází k rozšíření koryt toků nebo výstavbě nových protipovodňových prvků.

Relativní novinkou bylo zavedení datového prostředí CDE pro vedení celého projektu. Vzhledem k jeho rozsahu, množství dat a projektových dokumentací očekáváme vyšší přehlednost celé přípravy a dostupnost aktuálních dat pro všechny osoby zapojené do projektu.

Úroveň zajištění protipovodňové ochrany je řešena individuálně podle možností a kapacit jednotlivých úseků. Podstatou návrhu úpravy je, aby daný úsek měl ochranu vždy v celé délce stejnou, návrhový průtok odpovídá vždy minimálně hodnotě 20-letého průtoku, optimálně průtokům dosahujícím 50-leté povodně. Připomínáme, že po povodni došlo k navýšení hodnot n-letých průtoků, proto pokud se podaří pro úsek navrhnout ochranu na úroveň 50-leté povodně, odpovídá tento nový návrh protipovodňové ochrany obvykle 100-letému průtoku před povodní 2024.

Pro zajištění vyšší stability toku je projektantem počítána odolnost navržených opatření na tzv.

kontrolní povodeň, která je brána v řadě n-letých průtoků (20-ti,50-ti,100-leté) vždy o úroveň vyšší, než byl stanoven průtok návrhový.

Významná část povodňových škod a změn trasy toku měla původ v nedostatečných kapacitách mostů a lávek. Pro návrh nových lávek byly obcím předány požadavky na nová přemostění vč. podmínek na vymístění opěr mimo koryto toku, s konstrukcí o jednom mostním poli, se vzepětím mostovky. U stávajících mostů a lávek je snaha o zvýšení kapacity obnovením funkce inundačních otvorů, dále provedením úpravy toku a ochrany před povodněmi s výhledem budoucího zkapacitnění mostu.

V případě potřeby bude využita i možnost odstranění jednotlivých budov v blízkosti toků.

Jako negativní situaci vnímáme např. obnovování původních vzdouvacích konstrukcí na jezech (náplatků) pro energetické využití toku a snahy o opětovnou výstavbu v bezprostřední blízkosti toků či dokonce na místech, kde byly domy povodní zničeny.

Zajímavostí, která stojí za zmínku, byl přístup a snaha orgánů ochrany přírody, o vkládání revitalizačních prvků do stávajícího koryta, a to formou stanovení podmínek k minimalizaci negativních dopadů v řízení o výjimkách pro zvláště chrněné druhy živočichů. Zejména se jedná o vkládání solitérních balvanů o průměru větším než 0,8 m a kamenných agregací, tj. shluku 3 - 5 ks balvanů obdobného rozměru do koryta vodního toku jako úkryty pro vodní živočichy, a to poměrně ve značném množství (balvany 1ks/5m a agregace 1 ks/10m toku. V čem vidíme zásadní problém? Především v tom, že dle zpracovaných splaveninových studií se takovéto balvany přirozeně v Bělé a Staříči vůbec nevyskytují. Pokud jsou dnes v toku přítomné, jedná se převážně o lomový kámen z rozplaveného a poškozeného opevnění. K této problematice nechalo Povodí Odry zpracovat posudek v Laboratoři vodohospodářského výzkumu na Ústavu vodních staveb Fakulty stavební VUT v Brně. Z posudku vyplynulo doporučení samostatné velké balvany vůbec nepoužívat, nebo je významně zapustit či kotvit a stabilizovat úroveň dna. Vzhledem k tomu, že konkrétně na toku Bělá došlo převážně k zahloubení dna až na skalní podloží, se možnost zapuštění či kotvení balvanů jeví jako nereálná, naopak je vysoké riziko pohybu balvanů při další případné povodni. Při délce navrhované úpravy Bělé a Staříče cca 40 km by požadavek na vložení obrovského objemu balvanů do průtočného profilu výrazně zvýšil riziko výskytu nestabilních prvků, nehledě na vysoké investiční náklady za tyto „revitalizační" prvky.

Proti podmínkám rozhodnutí jsme podali odvolání, na následném jednání se zástupci orgánu ochrany přírody došlo ke konsensu ohledně množství a umístění balvanů v řešeném úseku. Obnova mj. řeší i postupné zvyšování dna až na původní úroveň zanášením štěrky, tudíž vložené balvany by se v budoucnu měly stát součástí dna. Dohodnuto bylo zejména nedoplňovat uměle nové balvany do toku, ale pokud je to možné, ponechat v toku balvany již usazené a zapojené do biotopu řeky.

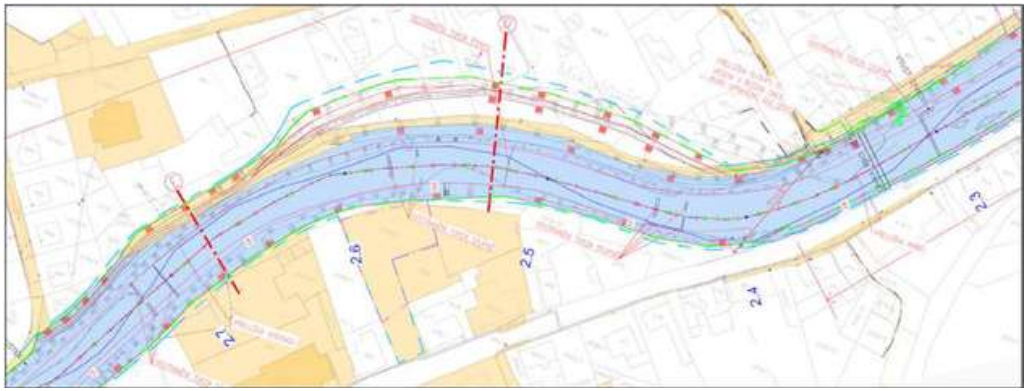
Celý projekt je pro státní podnik Povodí Odry velkou výzvou, zejména vyžaduje personální zajištění a zapojení řady odborů podniku. Vzhledem k délce projekční přípravy celého záměru, která je nyní nastavena i se zpracováním prováděcích dokumentací a povolovacími procesy do poloviny roku 2029, nás čeká náročná práce.

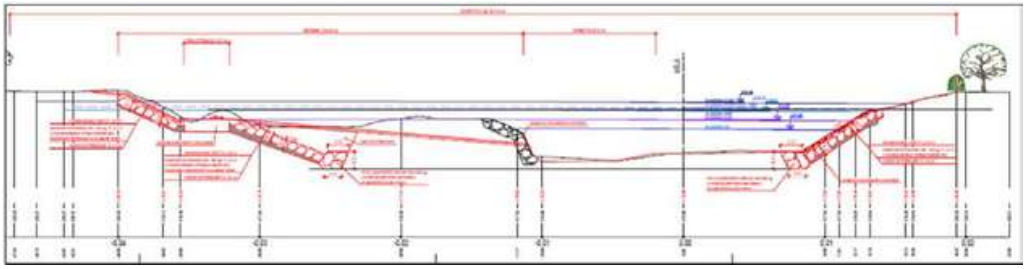


Obrázek č. 1 – Rozšíření koryta vodního toku Bělé v Mikulovicích v ř. km 2,4-2,7 (v místě došlo při povodni 2024 k rozšíření koryta na LB a destrukci původního opevnění). Snímek z 10/2024 v době zabezpečovacích prací po povodni.

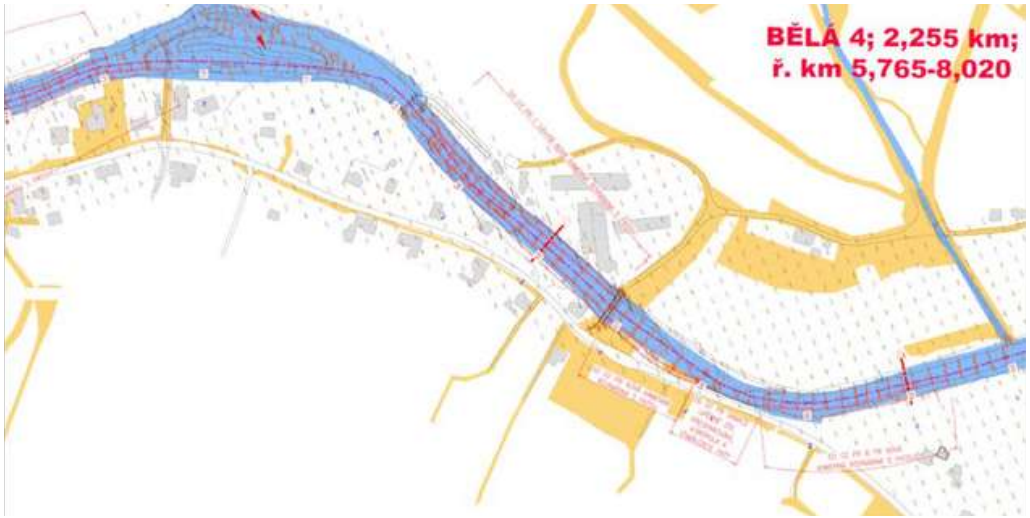


Obrázek č. 2 – Rozšíření koryta vodního toku Bělé v Mikulovicích v ř. km 2,4-2,7. Snímek z 3/2025 po dokončení zabezpečovacích prací.

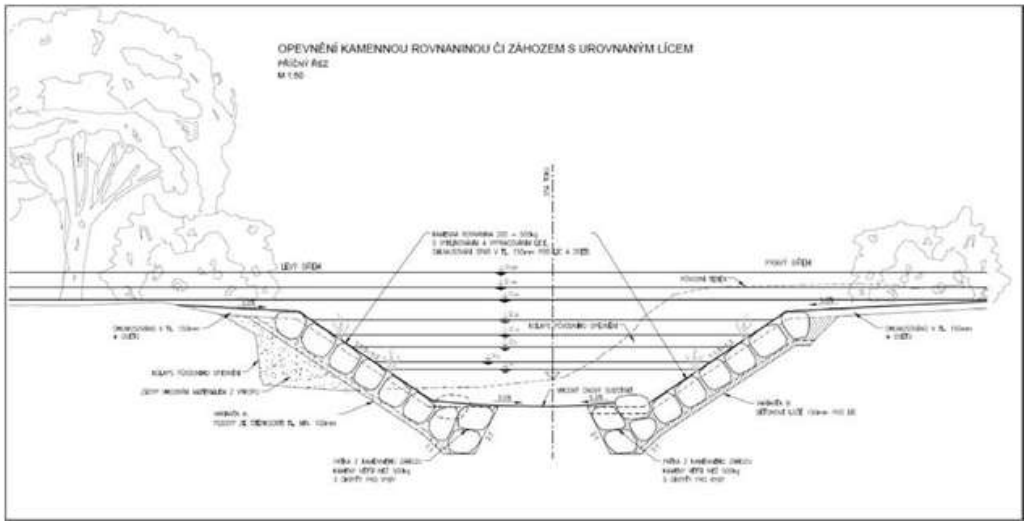




Obrázek č. 3 – Návrh úpravy koryta vodního toku Bělé v Mikulovicích v ř. km 2,4-2,7 (v místě došlo při povodni 2024 k rozšíření koryta na LB a destrukci původního opevnění)



Obrázek č. 4 – Návrh ponechání rozšíření koryta Bělé vytvořeného během povodní, Mikulovice, Široký Brod v ř. km 6,8-7,1



Obrázek č. 5 – Návrh opevnění koryta vodního toku - polozapuštěná a zapuštěná patka z lomového kamene. Kameny vyčnívající nad úrovní patky budou zajišťovat usměrnění proudění v korytě za běžných vodních stavů a zároveň poskytovat úkryty pro ryby a vodní živočichy.

Diskuze k rozvolňování koryt vodních toků v městských tratích

Prof. Ing. Jaromír Říha, DSc.
Ústav vodních staveb FAST VUT v Brně

V poslední době je snahou „otevírat" vodní toky v urbanizovaných územích. Cílem je obvykle rozvolnit a zpřírodnit vodní tok, zpřístupnit jej obyvatelům a zajistit kontinuitu pěších a cyklistických stezek. V řadě případů mají být úpravy spojeny se zvýšením míry ochrany území před povodněmi. Tyto významné stavby a rozsáhlé úpravy často opomíjejí základní hydraulická a vodohospodářská pravidla, současně přinášejí řadu otázek spojených s jejich budováním a také s jejich udržitelným provozem. V článku jsou diskutovány výše uvedené otázky, které jsou demonstrovány na příkladech, zaměřených především na území města Brna.

Klíčová slova: Vodní tok, ochrana před povodněmi, rozvolňování vodních toků

Úvod

Strategie biologické rozmanitosti EU [1] vyzývá k obnově sladkovodních ekosystémů a přirozených funkcí řek, např. odstraněním překonaných a nadbytečných ochranných hrází, obnovením původních inundačních území a jejich opětovným napojením na koryta řek. Nejen v souvislosti s uvedeným podkladem je v posledních letech snahou rozvolňovat vodní toky v urbanizovaných územích. Příkladem jsou úpravy Svratky a Svitavy v Brně, úpravy Moravy v Olomouci a dalších městech.

Úpravy toku bývají současně opatřeními na ochranu přilehlé zástavby před povodněmi, dalším cílem je umožnit obyvatelům přístup k vodnímu toku. Součástí bývají cyklostezky, stezky pro pěší, nová výsadba dřevin, restaurační a jiné služby, mnohdy také nová výstavba přilehlá k vodnímu toku. Uvedené zásahy jsou realizovány přímo v urbanizovaném území, obvykle za běžného provozu. Vzhledem k jejich rozsahu jde o nákladné investiční akce s cenou v řádu miliard Kč. Při jejich návrhu a realizaci lze kromě nesporných pozitiv pozorovat řadu problematických zásahů do vodních toků a jejich blízkého okolí:

- kácení stávajícího břehového porostu, velmi často zdravých vzrostlých stromů,
- výsadbu nové zeleně přímo do průtočného profilu vodního toku;
- výstavbu obytných objektů bezprostředně podél břehové hrany,
- nutnost masových přeložek sítí, zejména kmenových stok vedoucích podél vodních toků,
- několikaleté zatížení stávající urbanizované příbřežní zóny stavebními pracemi, hlukem, prachem, uzavírkami významných komunikací,
- snížení míry ochrany přilehlého území před povodněmi po dobu výstavby.

Uvedené úpravy na první pohled opomíjejí hydraulická a vodohospodářská pravidla a současně přinášejí řadu otázek spojených s jejich budováním a s jejich udržitelným provozem. V řadě případů již na první pohled při úpravách nedošlo ke zkapacitnění vodního toku, pod mostními profily jsou provedeny násypy pro cyklotrasy, apod. Výjimkou není ani umisťování staveb v aktivní zóně záplavového území.

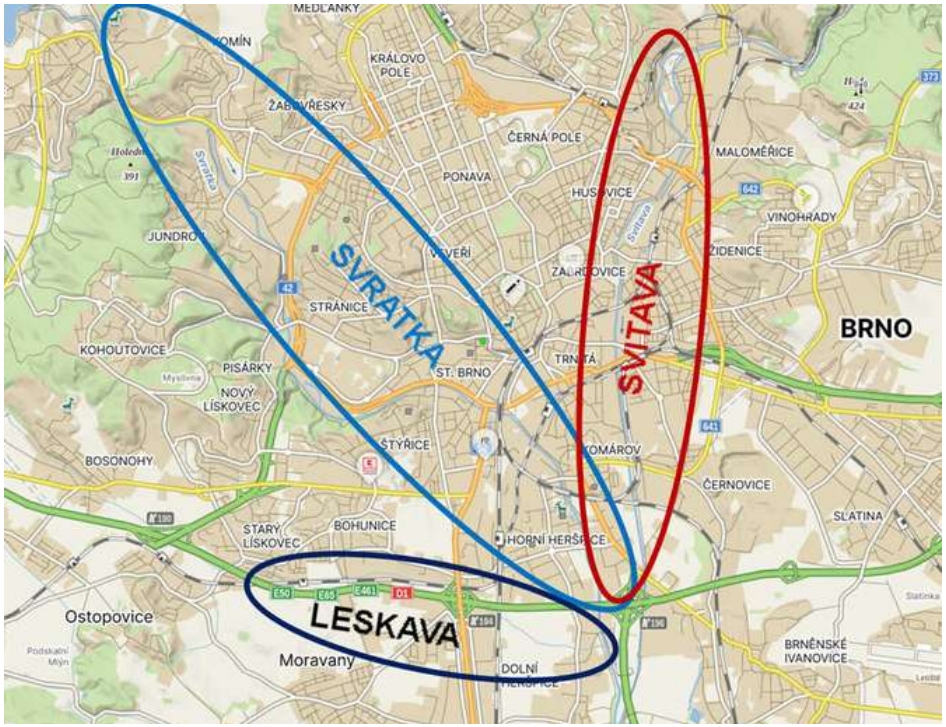
V článku jsou diskutovány výše uvedené otázky, které jsou demonstrovány na příkladech na území města Brna. Důraz je kladen na hydraulické aspekty úprav z pohledu proudění v upravených úsecích toků v průběhu povodně, tak z hlediska proudění podzemní vody a jejího vlivu na přilehlé území a okolní zástavbu, včetně nově navrhovaných budov.

Charakteristika lokality a návrh protipovodňových opatření

Zájmová lokalita se nachází na území města Brna podél vodních toků Svratky a Svitavy (obr. 1). Projekt Realizace protipovodňových opatření na území města Brna je strategickou investicí města Brno s cílem vybudovat systematickou ochranu před povodněmi na tocích Svratce, Svitavě a Leskavě. Nositelem projektu je Kancelář architekta města Brna, realizací byl pověřen investiční odbor Magistrátu města Brna. Jedním z argumentů pro realizaci projektu jsou stávající limity pro výstavbu v „rozvojových" lokalitách nacházejících se v záplavovém území. V nedávné době nebyla před účinky povodní ochráněna podstatná část stávající zástavby města, tj. okolo 24 tis. obyvatel a území o rozloze cca 10 km² [2].



Obr. 1: Etapy VII, VIII podél řeky Svratky a etapy XXI, XXII podél řeky Svitavy [2]



Obr. 2: Umístění lokality se schématickým vyznačením vodních toků

Předmětem diskuze jsou úseky realizovaných úprav podél Svratky v prostoru ulice Poříčí (etapy VII a VIII) a připravovaných etap XXI a XXII podél Svitavy v prostoru Zbrojovky (obr. 1 a 2).

Hydraulické aspekty

Obecně platí, že z hlediska kapacity toku jsou nevhodnými:

- objekty v průtočném profilu, které mají podpěrné a dělicí konstrukce, na nichž se mohou zachytávat plovoucí předměty,
- mostní objekty, u nichž není dodrženo požadované (normové) převýšení spodní hrany konstrukce nad hladinou stoletého průtoku,
- vegetace umístěná v průtočném profilu, která jednak tvoří překážku odtoku, jednak po jejím uvolnění může způsobit ucpání průtočného profilu v místech zúžení, v mostních profilech popř.
- na hranách jezových konstrukcí.

Rozvolnění a rozšíření vodního toku nemusí vždy přispět ke zlepšení jeho kapacity v upravovaném úseku. V dalším textu jsou uvedeny příklady diskutabilních singularit, zásahů a úprav koryta vodního toku z hlediska hydraulického, nicméně bez podrobnějšího komentáře hydraulických výpočtů.

Typickými překážkami odtoku jsou mostní pilíře v průtočném profilu. Pokud jsou pilíře ponechány bez úpravy rozměrů průtočného profilu, popř. pokud jsou v rámci úprav dokonce „zdrsněny“, např. ztužujícími prstenci (obr. 3), zcela jistě nedojde ke zlepšení kapacity toku ani v případě zvětšení průtočného profilu toku nad mostem.



Obr. 3: Pilíře v průtočném profilu toku opatřené v rámci realizace PPO ztužujícími prestenci

V rámci rozvolnění toku v městské trati bývá řešeno zajištění kontinuity pěších a cyklistických stezek. To často vede k vytvoření berem v mostním profilu a tím snížení kapacity mostního profilu. Na obr. 4 zobrazený most na ulici Heršpická je dlouhodobě uváděn na seznamu nekapacitních mostů na řece Svratce [3], [5] spolu s dalšími mosty, např. na ulicích Jundrovská, Vídeňská, Renneská a dalších. Normou požadované převýšení spodní hrany mostovky nad hladinou průtoku Q_{100} není zdaleka splněno.

Na konstrukcích mostů a jejich pilířů a také hradicích konstrukcích stavidel (např. níže ležícího jezu Přízřenice) se při zvýšených průtocích při povodních mohou zachytávat plovoucí předměty, např. větve, kmeny stromů, popř. spláchnuté předměty. Ty podstatně zužují průtočný profil a způsobují vzdutí nad kapacitně nevyhovujícími objekty. Rizikové jsou zejména úseky toku, kde by mohlo dojít k protržení ochranných hrází či zdí v případě jejich přelití. Toto nebezpečí se zvyšuje i v důsledku umělé výsadby dřevin přímo v průtočném profilu (obr. 5) a také v důsledku

možného ucpání uvolněnými vzrostlými dřevinami ve výše ležících úsecích toku masívně poškozenými činností přemnoženého bobra.

Ve snaze zpříjemnit pobyt lidí v pořiční zóně jsou v průtočném profilu toku osazovány četné překážky odtoku dále snižující kapacitu koryta. Byť jsou obyvateli oceňovány, jde o prvky z hydraulického pohledu nevhodné, jako např. ostré hrany, příčné prvky apod., u nichž lze při zvýšených průtocích očekávat povrchovou erozi, vymílání okolního materiálu a transport splavenin. Jde o (obr. 6):

- uměle vysázenou vegetaci v betonových „truhlících" přímo v průtočném profilu,
- mola umístěná v kynetě,
- pevně ukotvená zábradlí,
- ocelové lavičky,
- překážky ve dně ve tvaru umělých ostrůvků, apod.

Některé ocelové prvky (lavičky, zábradlí) lze v případě povodňového nebezpečí demontovat, což s údržbou uchycení vyžaduje další činnosti definované povodňovým plánem města.



Obr. 4a: Most Heršpická, vlevo profil před rozvolněním



Obr. 4b: Omezení profilu bermami po úpravě



Obr. 5: Vegetace uměle vysázená v průtočném profilu „rozvolněného" toku



Obr. 6: Překážky v průtočném profilu snižující kapacitu koryta

Objekty v aktivní zóně

Aktivní zóna záplavového území (AZZÚ) je podle vodního zákona [6] ta část záplavového území, kudy při povodni obvykle proudí nejvýznamnější množství vody a kde hrozí nejvyšší nebezpečí. Aktivní zóna mimo jiné zahrnuje vlastní koryto vodního toku v šířce vymezené břehovými čarami a území mezi břehovou čarou a protipovodňovým opatřením (ochrannou hrází či zdí). Vzhledem k vysokému riziku ohrožení životů a majetku platí v aktivní zóně přísný režim s minimem výjimek. V aktivní zóně nelze umisťovat nové stavby, včetně např. oplocení pozemků, které by bránilo průtoku. Výjimku mají pouze specifická vodní díla, protipovodňová opatření nebo nezbytná dopravní a technická infrastruktura. Současně se v aktivní zóně nesmí provádět úpravy terénu, které by jakkoliv zhoršovaly odtok povrchových vod.

Výše uvedeným požadavkům zcela jistě nevyhovuje budova kavárny umístěná v průtočném profilu, byť autoři uvádějí, že vznikla spolu, či snad jako součást protipovodňových opatření. V aktivní zóně přímo se předpokládá bar s výčepem, veřejná WC, venkovní výtah pro handicapované, atd.

Ochrana objektů před povodněmi má spočívat v mobilním hrazení osazeném v předpolí jednotlivých prostor.



Obr. 7 Objekt kavárny v aktivní zóně záplavového území

Problematika podzemní vody

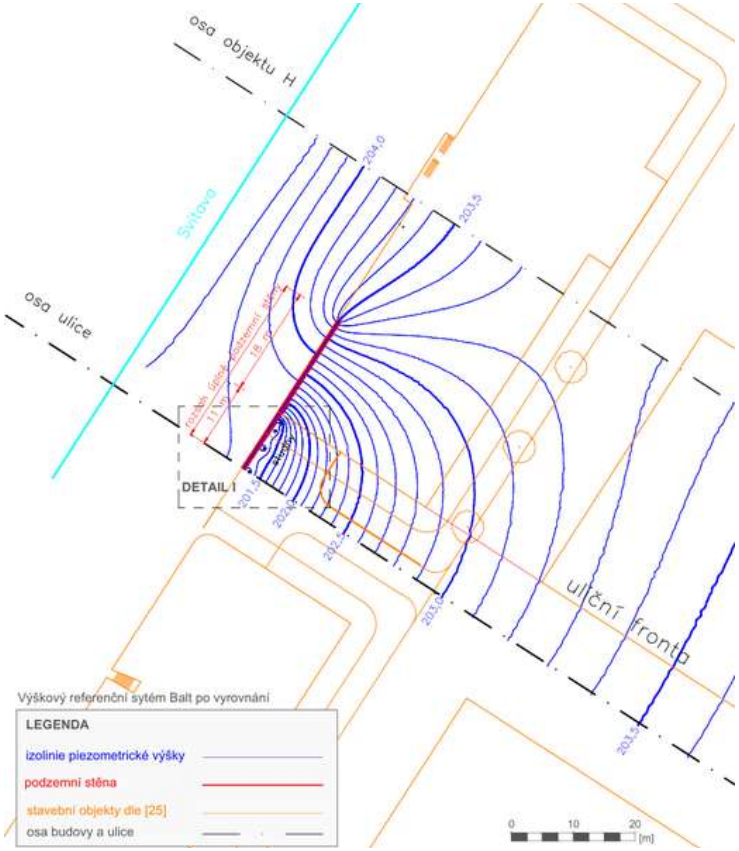
Rozšířením koryta toku a jeho přiblížením k okolní zástavbě dochází k rychlejšímu nástupu hladiny podzemní vody do chráněného území. Zvýšené pórové tlaky představují zvýšené zatížení základových spár zejména u hluboko založených budov, např. s podzemními garážemi. Jde jak o stávající objekty, tak o nově navržené budovy využívající nepropustné „bílé vany".

Tak například v rámci etapy XXI, XXII protipovodňové ochrany podél Svitavy má být v prostoru Nové Zbrojovky po odbagrování levého břehu Svitavy nová budova umístěná cca 20 m od břehové hrany kynety. Objekt opatřené „bílou vanou" mají být v záplavovém území Svitavy při Q100 s hloubkou vody cca 2,2 m při samotném objektu. Proluky mezi objekty mají být opatřeny mobilním hrazením výšky cca 2,6 m (včetně převýšení). Toto uspořádání vyvolá nutnost zřízení cca 60 m dlouhé podzemní stěny pod linií mobilního hrazení a v předpolí bílé vany budovy (ta nemá být protipovodňovým opatřením) s čerpáním prosáklé podzemní vody v množství jednotlivých desítek l/s při kulminaci hladiny ve Svitavě při Q100. Snížení hladiny podzemní vody za mobilním hrazením během povodňové epizody lze dosáhnout s využitím soustavy 7 odvodňovacích studní s volným výtokem do čerpací jímky při vzdušní patě linie mobilního hrazení (obr. 8). Studie [7] byla přitom vyhotovena až po konečném návrhu budov, kdy již nebyl dostatečný prostoru pro hledání vhodnější a efektivnějšího uspořádání budov i ve vazbě na návrh protipovodňových zdí.

Závěr

V článku jsou diskutovány některé kritické faktory rozvolňování vodních toků v urbanizovaných územích. Jde zejména o hydraulické aspekty fungování rozvolněného koryta při průchodu povodňových průtoků, otázky týkající se umístění budov podél vodního toku související s jeho „zpřístupněním" obyvatelům a také problematika podzemní vody a jejích účinků. Jde o stavby bezesporu příznivé z hlediska zpřístupnění vodního toku obyvatelům, jejich návrh a realizace v relativně stísněném prostoru zástavby města s sebou nicméně přináší některá úskalí.

Jak ukazují uvedené praktické příklady, deklarované zvýšení míry ochrany před povodněmi může být diskutabilní. Provedení hydraulických výpočtů bez uvážení nepříznivých jevů během povodní (transport plávi, ucpání kritických průtočných profilů) a správného zohlednění singularit provázejících návrh rozvolnění toku (mola, zábradlí, pilíře kolonády, ostrůvky, bermy) nemusí přiléhavě vystihnout průchod reálné povodně. Úpravy rovněž vyžadují větší rozsah prací při údržbě prostoru po povodni.



Obr. 8: Snížení hladiny podzemní vody za mobilním hrazením mezi domy – hydroizohypsy

Zkušenost ukazuje, že architektonické návrhy jsou mnohdy vyhotovovány bez znalosti vodohospodářské problematiky a bez účasti kvalifikovaných vodohospodářů, často pod tlakem požadavků developerských společností. Urbanistické řešení a architektonický návrh přitom musí respektovat vodohospodářské požadavky a hydraulické zákonitosti při proudění vody při povodních včetně souvisejících právních předpisů [6]. Vodohospodáři se často k urbanistickým a architektonickým návrhům dostávají pozdě, až po jejich zpracování a projednání. Zde může být příkladem dobré praxe protipovodňová ochrana Olomouce, na jejíž koncepci se kladně projevila zkušenost z minulých povodní, účast správce vodního toku a dalších vodohospodářských subjektů.

Poděkování

Článek vznikl za podpory projektu TAČR: SS07010401 Vodohospodářská analýza obnovy přirozených rozlivů a zvýšení transformačního účinku údolních niv.

Použité podklady

[1] EU Biodiversity Strategy for 2030. Barrier Removal for River Restoration. European Commission, B-1049 Luxembourg, 2021.

[2] Protipovodňová opatření na hlavních brněnských tocích. Voda v Brně. https://voda.brno.cz/projekty/protipovodnova-opatreni.

[3] Generel odvodnění města Brna – část Vodní toky. Sdružení firem Pöyry/DHI, 2009.

[4] Přírodě blízká POP a revitalizace údolní nivy hlavních brněnských toků. AQUATIS, a.s., 9/2015.

[5] Územní studie Vodní toky města Brna. AQUATIS, a.s., 12/2025.

[6] Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) v platném znění.

[7] Říha, J. a kol. Realizace protipovodňových opatření města Brna - etapy XXI, XXII - projektová dokumentace. Studie průsakových poměrů v linii PPO a v chráněném území. Studie pro Dopravoprojekt, Brno a.s., 8/2025.

Průběh hydrologického sucha 2026 v digitálním dvojčeti dyje a svratky: predikce a modelování adaptačních opatření

J. Bernsteinová, E. Zeman, M. Fischer, V. Rára, P. Tachecí, M. Trnka, (CzechGlobe) a A. Tůma (Povodí Moravy, s.p.)

Abstrakt

Povodí Dyje a Svratky náleží k nejzranitelnějším povodím z pohledu vlivu změn klimatu na vodní poměry a hydrologický režim. V reakci na klesající průměrné roční odtoky a prohlubující se extrémy hydrologického sucha, byl vyvinut pokročilý simulační nástroj – Digitální dvojče povodí (River Basin Digital Twin, RBDT). Technologie je založena na plně distribuovaném fyzikálně orientovaném modelu MIKE SHE, který umožňuje exaktní hodnocení dopadů klimatické změny (s využitím 26 globálních modelů CMIP6) a testování adaptačních opatření. Příspěvek analyzuje průběh sucha v roce 2026, posuzuje změny evapotranspirace a prostorová specifika těchto změn. Zvláštní pozornost je věnována simulaci vlivu komplexních opatření zadržení vody v krajině (hydrologicky optimální zemědělství) a zapojení vodohospodářských děl, včetně 3D modelů stávajících nádrží (Vír) a výhledových profilů nádrží podle generelu LAPV (Borovnice, Kuřimské Jestřebí) a zároveň zapojení dalších alternativních možností akumulace vody na povrchu nebo v podzemí, která přebytky odtoku umožní lépe distribuovat v čase a prostoru.

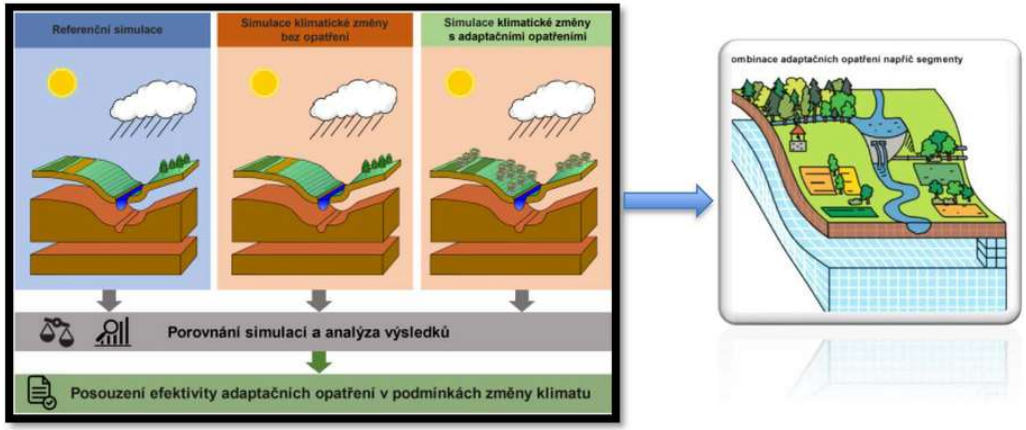
Úvod

Racionální hospodaření s vodními zdroji v České republice čelí v současnosti bezprecedentním výzvám plynoucím z probíhající změny klimatu a z ní pramenících rizik pro vodní bilanci. Zvláště povodí Dyje a na něj navázané pilotní povodí horní Svratky vykazují vysokou míru zranitelnosti. V posledních 20 letech zde dochází k signifikantnímu poklesu průměrných ročních odtoků z povodí, což je dáno vývojem růstu teplot vzduchu a stagnací srážkových úhrnů. Je proto nutné bezodkladně reagovat na prohlubující se nedostatek vody v krajině a především ve vodních tocích. Voda pro potřeby obyvatel byla sice zachována, ale zdroje se dostávají do režimu ohrožení. Aktuální vývoj hydrologického sucha v roce 2026 tento trend pouze podtrhuje a vyžaduje nasazení pokročilých nástrojů pro predikci a návrh adaptačních strategií a významnějších zásahů do existujících postupů a metodik integrovaného řízení povodí, které jsou zatím statické na základě povolení s nakládáním s vodami.

Spolehlivé hodnocení vlivu klimatické změny se neobejde bez simulačních nástrojů, které jsou zatíženy uceleným ansámblem klimatických scénářů spolehlivě pokrývajících interval prognostické nejistoty. Tradiční statické modely pro tyto interdisciplinární otázky mnohdy nedostačují. Inovativní odpovědí je nasazení technologie Digitálního dvojčete povodí (Digital Twin- DT), jež představuje virtuální repliku fyzického objektu fungující v reálném čase a propojující data z různých oborů (Data Science) s procesním modelováním. Hlavní výhodou tohoto nástroje je možnost virtuálně testovat změny v okrajových a stavebních podmínkách klíčových proměnných a následně analyzovat vliv plošné i liniové změny (adaptačních opatření strukturálních i nestrukturálních opatření), včetně vodohospodářských děl, bez rizika negativních vlivů na reálné prostředí.

Metodika a struktura Digitálního dvojčete

Základem vybudovaného digitálního dvojčete pro povodí Dyje a Svratky je integrovaný, plně distribuovaný a fyzikálně založený modelovací systém MIKE SHE (Obr. 1). Tento systém byl navržen k detailní simulaci komplexních hydrologických procesů napříč vodohospodářskými segmenty. Prostorová diskretizace modelu v regionálním měřítku využívá ortogonální síť s buňkou 500 × 500 m.



Obr. 1: Základní schéma práce s DT. Zleva: referenční stav, vliv KZ, vliv KZ a vybraného adaptačního opatření, vpravo kombinace adaptačních opatření

Vstup okrajových podmínek probíhá v denním kroku, avšak vnitřní simulační jádra pracují s jemnějším časovým dělením podle své dynamiky a výměna toků mezi jednotlivými moduly probíhá na základě adaptivních časových kroků podle aktuální dynamiky hydrologických procesů. Povrchový odtok je řešen dvoudimenzionální aproximací difuzní vlny, která je dynamicky provázána s prouděním v korytech. Koncentrovaný povrchový odtok je schematizován systémem povrchové drenáže. Procesy v nenasycené zóně popisuje jednodimenzionální Richardsova rovnice, jež zohledňuje i vliv proudění makropóry, zatímco nasycená zóna se řídí trojrozměrnou aproximací Boussinesqovy rovnice.

Těsné provázání jednotlivých modulů umožňuje modelovat obousměrnou interakci mezi zvodní a říční sítí, což je klíčové pro přesné postižení základního odtoku a břehové infiltrace. Hodnoty aktuální evapotranspirace se nejvíce blíží potenciálu v případě dostatku vody v půdě. Proto je proměnná aktuální evapotranspirace v modelu řešena komplexně, slučuje výpar z intercepce, obnažené půdy a transpiraci vegetace několika parametry (jako např. parametry indexu listové plochy – LAI, hloubka kořenění a Crop coefficient) a dalšími odvozenými metodami ze satelitních dat a z polních měření.

Modelová doména zahrnuje celkem 17 vodních nádrží, jejichž plně dynamická simulace využívá reálná manipulační pravidla převzatá přímo od správce povodí. Spolehlivost nástroje se opírá o měřená data z 52 limnigrafických stanic. Model byl kalibrován na hydrologicky standardním období 2000–2010 a validován na extrémní dekádě 2010–2020 (zahrnující historické sucho z let 2015–2018), přičemž finální běh vykázal hodnotu Nash-Sutcliffe koeficientu (NSE) > 0,5 u 78 % stanic a dobrou shodu hladin podzemní vody (RMSE) na 70 vrtech. Na Obr. 1 je uvedeno schéma scénářů. Referenční simulace je základem pro srovnání jak samotných výsledků vlivu klimatické změny, tak zahrnutí adaptačních opatření v budoucích scénářích oproti historickému stavu. V kombinaci adaptačních opatření je následně posuzován vliv klimatické změny na odtokové procesy v povodí a do jaké míry adaptační opatření může pomoci snížit nebo eliminovat negativní dopady.

Při samotném hodnocení scénářů se vždy uplatňuje princip porovnávání „model s modelem" (Base vs. Trendy). Záměrně nedochází k porovnávání výstupů modelu s měřenými daty v rámci predikcí, neboť reálná data (měsíční odběry, vypouštění) obsahují „šum", který by zkresloval hodnocení čistého vlivu zkoumaných adaptací či klimatické změny.

Klimatické scénáře a modelace sucha 2026

Pro detailní posouzení vývoje na konci 21. století byly využity klimatické projekce z globálních cirkulačních modelů (GCM) generace CMIP6, pokrývající čtyři scénáře socioekonomického vývoje (SSP1–2.6, SSP2–4.5, SSP3–7.0 a SSP5–8.5). Z třiceti modelů byla vybrána reprezentativní podmnožina 7 nejlépe fungujících modelů pro ČR. Celkový predikční ansámbl pro horizont roku 2050 (2035-2065) tvořilo 26 nezávislých modelových běhů. Vzhledem k hrubému prostorovému rozlišení globálních modelů byla data transformována metodou přímé modifikace (Advanced Delta Change, ADC), která integruje změny v průměrech i variabilitě.

Predikce sucha 2026 (Klimatické podmínky KP1-KP3)

Pro operativní zhodnocení rizika a závažnosti probíhajícího hydrologického sucha v roce 2026 byly v modelu vytvořeny tři specifické varianty simulací:

KP1:
Replikace klimatických vstupů z období 9/2026 – 8/2026 a jejich prodloužení do konce roku 2027.

KP2:
Replikace těchto deficitních vstupů (9/2026 – 8/2026) do příštích dvou let (do konce roku 2028), což simuluje prohlubující se víceleté sucho.

KP3:
Aplikace historických klimatických podmínek ze suché periody 2015–2018 na současný stav. Rok 2026 v této variantě představuje první rok sucha, a od 1. 9. 2026 do 31. 10. 2029 je na povodí aplikována přesná řada klimatických podmínek z období 1. 9. 2015 – 31. 10. 2018.

Prostorová specifika a vliv na odtokové poměry (Dyje a Svratka)

Zásadním dopadem změn klimatu je nárůst potenciální evapotranspirace (PET) a tím i aktuální evapotranspirace. Modely ukazují, jak zvýšená teplota podporuje kritický výpar z krajiny, což vede k odtokovému deficitu.

Výsledky ansámblu klimatických scénářů predikují do horizontu roku 2050 signifikantní pokles středních a nízkých průtoků na celém povodí řeky Dyje. Analýza čar překročení průměrných denních průtoků (P5 až P95) ukazuje výrazný úbytek v celém spektru průtoků, s výjimkou vyšších stavů u optimistických scénářů. Intenzita poklesu průtoků je zřetelně vyšší ve vysočinných oblastech, které jsou v současném stavu povětšinou dostatečně saturována vodou a představují zásadní zdrojnice povodí.

Právě prostorová diferenciace povodí je klíčovým výstupem modelu. Srovnání různých povodí (např. povodí Želivky a Dyje) jasně demonstruje odlišné odezvy na hydrologické sucho. V modelu byla identifikována zlomová hranice v nadmořské výšce 450 m n. m. Nad touto izočarou (typicky horní partie Svratky) dochází k razantním změnám vodní bilance a odtoku, zatímco pod touto hranicí (nížinné části povodí Dyje) jsou předpovídané transformace hydrologického režimu menší intenzity.

Významným faktorem je rovněž probíhající změna vegetačního pokryvu v rámci klimatické změny. Model v některých variantách exaktně zohledňuje transformaci krajiny – například vynucený ústup jehličnanů a nárůst listnatých porostů, což mění parametry evapotranspirace a zásadně ovlivňuje rozložení zimního a letního odtoku i celkovou retenci povodí.

Simulace adaptačních opatření: Krajina a vodní nádrže

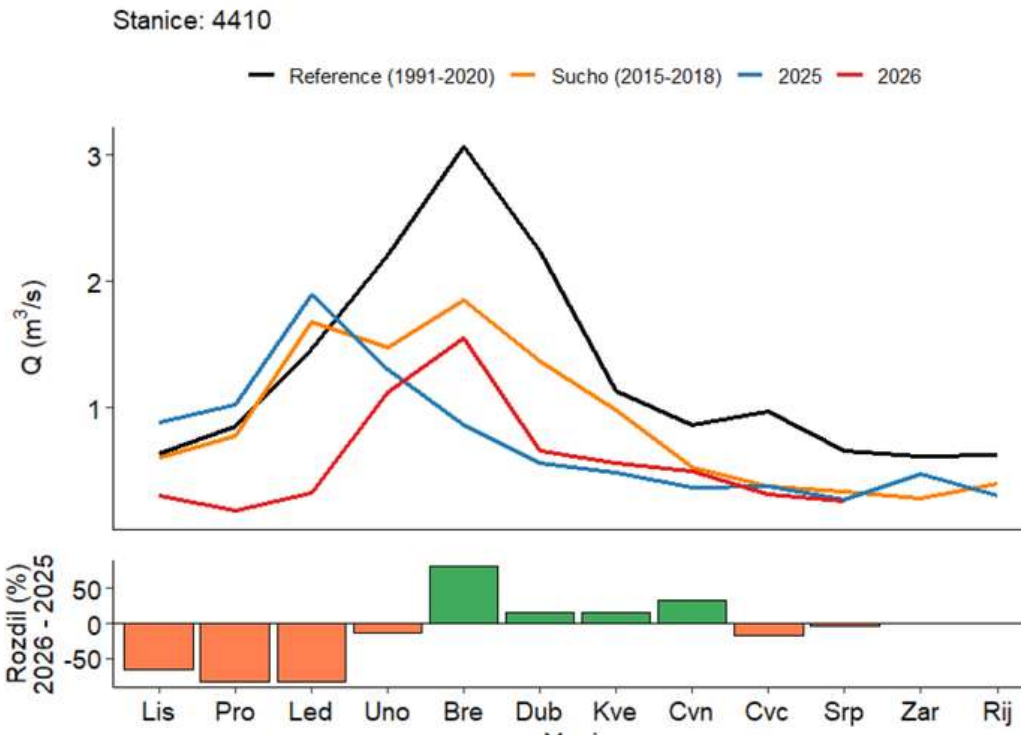
Pro zachování funkčních ekosystémů je nezbytné zaměřit se na komplexní podporu přirozené infiltrace. Izolované zásahy se v modelech ukázaly jako nedostatečně efektivní. Proto byl navržen komplexní přístup zvaný „hydrologicky optimální zemědělství". Tento koncept integruje bezorebné hospodaření, hloubkové kypření podorničí, aplikaci biouhlu, plošné mulčování a podporu půdní bioty. Součástí je i upřednostnění plodin s nižšími transpiračními nároky (např. proso).

V logice simulačního nástroje MIKE SHE to znamenalo translaci těchto fyzikálních změn do definice nových tvarů retenčních křivek, zvýšení nasycené hydraulické vodivosti, úpravy toku makropóry, navýšení Manningovy drsnosti a modifikace indexu listové plochy (LAI) a hloubky kořenové zóny. Modelové testy na povodí horní Svratky potvrdily, že toto opatření nezvýší absolutní objem dlouhodobého odtoku (Qa), ale prokazatelně zpomalí odtok z lokalit a nadlepšuje základní odtok v obdobích sucha. Digitální dvojče tak exaktně kvantifikuje tzv. paradox zelené a modré vody: zjednodušený předpoklad, že podpora vegetace automaticky posílí průtok v tocích (modrou vodu), je zavádějící, neboť hustší vegetace signifikantně zvyšuje evapotranspiraci.

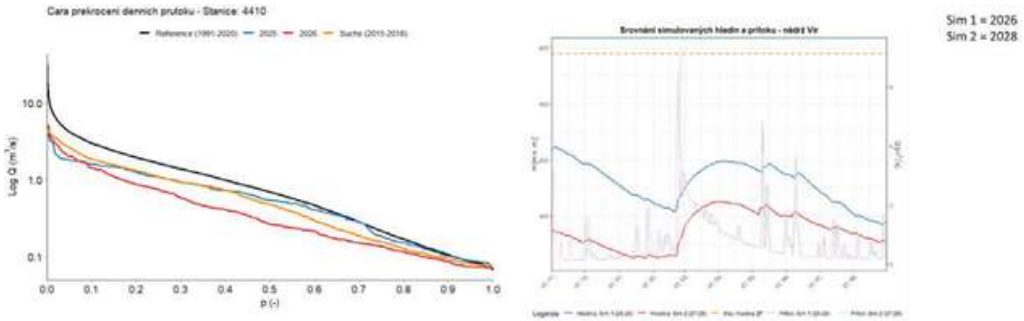
Vodohospodářské adaptace a role nádrží

Systémová adaptace se neobejde bez optimalizace a posílení infrastruktury vodních nádrží. Digitální dvojče integruje detailní 3D modely klíčových děl, jako je nádrž Vír (na Svratce) a Švihov (na Želivce), což umožňuje přesně sledovat teplotní stratifikaci a dynamiku proudění za extrémního sucha.

Vedle stávajících nádrží umožňuje model testovat predikci vlivu plánovaných vodohospodářských adaptací. Specificky byla provedena aplikace profilu uvažovaného vodního díla Borovnice. V první simulaci byl vliv VD Borovnice aplikován na současný stav (období 11/2025 – 8/2026), ve druhé simulaci pak na predikci dvouletého sucha definovanou scénářem KP2. Analýzy formátu výstupů, zaměřené primárně na měsíční chod bilance (přítok, odtok, vývoj hladiny), potvrdily stabilizační vliv nádrže na překlenutí deficitních období. Zcela analogickým způsobem nástroj umožňuje zhodnotit retenční a nadlepšovací potenciál dalších zvažovaných profilů v povodí, jako je například uvažovaná nádrž Kuřimské Jestřebí, jež by v systémech pod hranicí 460 m n. m. mohla představovat další kritický prvek transformace povodňových vln a dotování základních průtoků v obdobích prohlubujícího se klimatického sucha.



Obr. 2: Porovnání měsíčních průtoků ve stanici 4410 pro několik časových období a referenční období



Obr. 3: Vlevo čára překročení profilu 4410 pro různá období včetně hydrologického roku 2025 a 2026; Vpravo srovnání simulovaných hladin a přítoku v nádrži Vír I

Diskuze a Závěr

Hodnocení dopadů klimatické změny je spjato s kaskádou nejistot pramenících ze samotných klimatických scénářů, procesu modelování i parametrizace opatření. V kontextu této studie se naplno projevují benefity detailního fyzikálně založeného přístupu. Nelineární podstata vzájemně propojených hydrologických procesů vyvrací zjednodušené hypotézy o chování povodí. Prostorová redistribuce vody a interakce mezi retencí a evapotranspirací často generují neintuitivní výsledky, které by jednodušší koncepční modely nezachytily.

Technologie digitálního dvojčete (RBDT) se na povodí Dyje a Svratky ukázala jako robustní a plně operativní podpora pro krizové řízení. Vyhodnocení sucha roku 2026 napříč replikačními scénáři i aplikací historických extrémů z let 2015–2018 potvrdilo, že bez komplexní systémové adaptace – zahrnující jak změnu hospodaření na půdě (hydrologicky optimální zemědělství), tak aktivní zapojení stávajících (Vír) a budoucích (Borovnice, Kuřimské Jestřebí) vodních nádrží – dojde k dramatickému poklesu zabezpečenosti vodních zdrojů. Denní krok simulací navíc poskytuje ideální platformu pro strategické plánování a rozhodovací procesy managementu povodí.

Poděkování

Tento článek vznikl za podpory Národní agentury pro zemědělský výzkum (NAZV - QL25020021) a mezinárodního projektu PHISHES (PHysically-Based Integrated Soil HEalth Simulation Platform (Horizon Europe-101157438)).

Použité podklady

[1] BERNSTEINOVÁ, J., FISCHER, M., TACHECÍ, P., et al. Rivers in transition: 21st-century hydroclimate projections for the Thaya River Basin, Central Europe. Journal of Hydrology: Regional Studies. 2026, 65, s. 103375.

[2] CLARK, M. P., WILBY, R. L., GUTMANN, E. D., et al. Characterizing Uncertainty of the Hydrologic Impacts of Climate Change. Current Climate Change Reports. 2016, 2(2), s. 55–64.

[3] DHI. MIKE SHE [software]. Verze 2021.1. 2021. Dostupné z: https://www.dhigroup.com/.

[4] FISCHER, M., ZEMAN, E., BERNSTEINOVÁ, J., et al. Certifikovaná metodika. Brno: Ústav výzkumu globální změny AV ČR, 2023.

[5] IPCC, 2023. Climate Change 2023: Synthesis Report. IPCC, Geneva, Switzerland.

[6] JACKSON, R. B., JOBBÁGY, E. G., AVISSAR, R., et al. Trading water for carbon with biological carbon sinks. Science. 2005, 310(5756), s. 1944–1947.

[7] MEITNER, J., ŠTĚPÁNEK, P., SKALÁK, P., et al. Validation and Selection of a Representative Subset from the Ensemble of EURO-CORDEX Outputs. Atmosphere. 2023, 14(9), s. 1442.

[8] REFSGAARD, J. C., VAN DER SLUIJS, J. P., HØJBERG, A. L., VANROLLEGHEM, P. A. Uncertainty in the environmental modelling process. Environ. Model. Softw. 2007, 22(11), s. 1543–1556.

BGBAU

Razíme budoucnost pod zemí

- Mikrotunelování
- Horizontální řízené vrtání
- Šnekové vrtání
- Beranění ocelových chrániček
- Berstlining
- Pluhování
- Ražení protlačováním

www.bgbau.cz

V Zákopech 534/3, 142 00 Praha 4-Písnice

DIGITÁLNÍ VODA

TO JE NÁŠ SVĚT

3D MODELY VODNÍCH NÁDRŽÍ

Detailní simulace proudění, teplotní stratifikace a cirkulace vody v nádržích.
Posouzení šíření znečišťujících látek a vývoje jakosti vody pro optimalizaci provozu.
Návrh nápravných opatření pro omezení eutrofizace.
Modely množství vody jakožto nástroj pro optimalizaci opatření navržených v rámci procesu plánování v oblasti vod.

POVODNĚ

Povodňové modely - více jak 20 let úspěšné spolupráce při sestavování a provozování rozsáhlých povodňových modelů.
Povodňové plány a konzultace v oblasti povodní.
Lokální výstražné a varovné systémy.

ZMĚNY KLIMATU

Posouzení dopadu klimatických změn na vodní režim.
Návrh adaptačních opatření pro zmírnění dopadů projevů změny klimatu na oblast vodního hospodářství.

Digitalizujeme vodní hospodářství

JSME DHI

The expert in **WATER ENVIRONMENTS**

www.dhi.cz



EKO SYSTEM

» BEZPEČNÁ OCHRANA PROTI ZATOPENÍ, PROVĚŘENO POVODNĚMI

» CHRÁNÍ CELÁ ÚZEMÍ I JEDNOTLIVÉ OBJEKTY A BUDOVY

PROVÁDÍME

- návrhy a statická posouzení mobilních protipovodňových ochran
- konstrukční zpracování
- výrobu a montáž pevných dílů hrazení
- výrobu a zkušební postavení mobilních částí hrazení
- zaškolení personálu včetně doporučení pro skladování a manipulaci







DÁLE DODÁVÁME

- vodotěsné dveře
- vodotěsné kryty na míru
- ocelové konstrukce a svařence
- mobilní uzávěry kanálových výpustí

POUŽITÍ HRADIDLOVÝCH SYSTÉMŮ

- ochrana územních celků proti povodni
- ochrana budov a objektů
- kanalizační uzávěry
- uzávěry vodních děl









EKO - SYSTEM, s. r. o.
provozovna:
Senetářov 177, 679 06 Jedovnice
sídlo firmy:
Na Koupališti 10, 103 00 Praha10-Benice

tel.: +420 534 008 401-3, e-mail: info@eko-system.cz, www.eko-system.cz



VODNÍ STAVBY

Podzemní stavby.

Rekonstrukce a výstavba nových komunikací.

Výstavba vodovodů a kanalizací včetně likvidace havárií.

Bezvýkopové technologie při výstavbě inženýrských sítí a nízkotlaké injektáže.

chvs.cz





CHARVAT

Váš partner pro dodávky

KOMPLETNÍCH HYDRAULICKÝCH ŘEŠENÍ









HYDRAULICKÉ VÁLCE



HYDRAULICKÉ AGREGÁTY



HYDRAULICKÉ HADICE A KOMPONENTY



PRŮMYSLOVÉ KAPALINY



KONTEJNEROVÉ NÁSTAVBY



LETECKÉ PODVOZKY

ŠIROKÉ PRODUKTOVÉ PORTFOLIO

VLASTNÍ VÝROBNÍ TECHNOLOGIE

1 100+ ZAMĚSTNANCŮ

PŮSOBÍME V EVROPĚ I GLOBÁLNĚ

Vždy o krok vpředu!

LESOSTAVBY
FRÝDEK-MÍSTEK



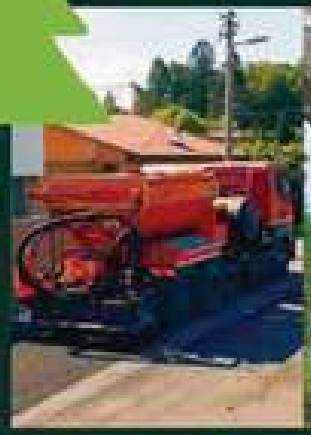
30 LET PRAXE V OBORU

Promo video

Kontakty

STAVEBNÍ DIVIZE

- Výstavba, rekultivace, oprava vodních toků
- Zemní a výkopovové práce
- Gabiony - opěrné stěny
- Výstavba a opravy zpevněných ploch a komunikací
- Výstavba a přeložky inženýrských sítí
- Kamenolomy a kamenické práce





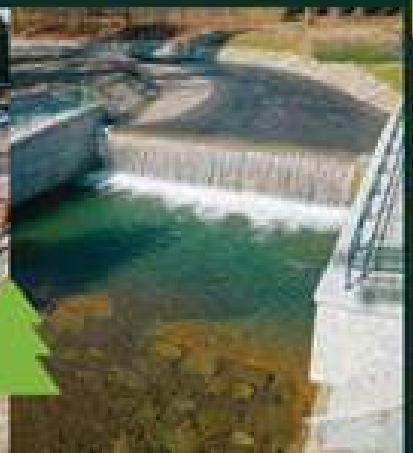














www.lesostavby.cz

Splňujeme ISO 9001 14001 45001


MANABAU
Inženýrské stavby
Strategické projekty
Pozemní stavby
manabau.cz





www.ohla-zs.cz

Progress Enablers







ŽS OHLA



POHL

Tradiční dodavatel
vodohospodářských staveb

www.pohl.cz

Stavíme s respektem k síle i plynulosti vody.

- V PORRu vnímáme odpovědné vodní hospodářství jako klíčový pilíř udržitelného stavebnictví.
- Při realizaci inženýrských staveb u vodních toků proto klademe důraz na inovativní technologie, které plně respektují hydrologické parametry a chrání říční ekosystémy.
- Spojujeme moderní stavitelství s šetrným managementem krajiny pro bezpečné a plynulé soužití infrastruktury s vodním živlem.





Naše řešení pro vodohospodářské stavby zajišťují propojení požadavků vodního hospodářství a ochrany přírody. Důraz klademe na adaptační opatření na změnu klimatu a propojení s architekturou v zastavěných územích, přičemž využíváme principy revitalizace vodních toků a krajiny.



SINDLAR

STAVBY VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ
A KRAJINNÉHO INŽENÝRSTVÍ







Jsme na trhu již 30 let!

Udržitelné projekty ve vodním hospodářství se STRABAG Water s.r.o.

STRABAG Water s.r.o.
Kačírkova 982/4
158 00 Praha 5 Jinonice

E-mail:
strabag.water.cz@strabag.com

Kontaktní osoby:
Ing. Jindřich Tautrman – jednatel společnosti
Ing. Přemysl Neumajer – obchodní vedoucí oblasti



STRABAG
WORK ON PROGRESS

Výrobní program naší společnosti zahrnuje zejména komplexní dodávky čistíren odpadních vod, úpravny pitné vody, vodovodní a kanalizační systémy, realizace projektů na vodních dílech, rekonstrukce plavebních komor, protipovodňová opatření a úpravy vodních toků.

Všechny projekty jsme schopni realizovat „na klíč“, tzn. stavební i technologickou část. Opíráme se o zkušený tým odborníků a také o široké know-how a výrobní kapacity koncernu STRABAG, jehož jsme součástí.

Stavíme na partnerském přístupu ke svým zákazníkům i dodavatelům a schopnosti přinášet kvalitní řešení za nejlepší dosažitelnou cenu.

ŠEVČÍK HYDRO

TECHNOLOGIE PRO VODNÍ DÍLA

VÝROBA • MONTÁŽ • OPRAVY





HRADIDLA | STAVIDLA | OVLÁDACÍ MECHANISMY | PLOVOUCÍ HRAZENÍ | ČISTÍCÍ STROJE | | JEZOVÉ KLAPKY | SEGMENTOVÉ UZÁVĚRY | ČESLE

KLAPKOVÉ UZÁVĚRY | KULOVÉ UZÁVĚRY | ROZSŘIKOVACÍ UZÁVĚRY | KUŽELOVÉ UZÁVĚRY | | ŠOUPÁTKA | JEHLOVÉ VENTILY | ZPĚTNÉ KLAPKY

www.sevcik-hydro.cz

ZAKLÁDÁNÍ STAVEB®



Definitivní uzávěr plavebního kanálu Praha-Troja, zajištění stavební jámy



Založení Dvoreckého mostu v Praze

Váš spolehlivý partner pro všechny typy staveb



Malá vodní elektrárna Klecany II, zajištění stavební jámy



Zabezpečení VD Orlík před účinky velkých vod, zajištění stavební jámy vtokového objektu a realizace inj. clony

ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, A. S., K JEZU 1, PRAHA 4-MODŘANY, WWW.ZAKLADANI.CZ

WAGU.
Vyrobeno pro náročné podmínky.

Hradítka WAGU pro odpadní vodu
DN 150-3000
Jedninečný modulární systém nabízí řešení projektů na míru. Ideální pro použití v kanalizační a čistírenské infrastruktuře, vodárenském průmyslu a při ochraně proti záplavám.

hawle

made for generations



V souladu s přírodou



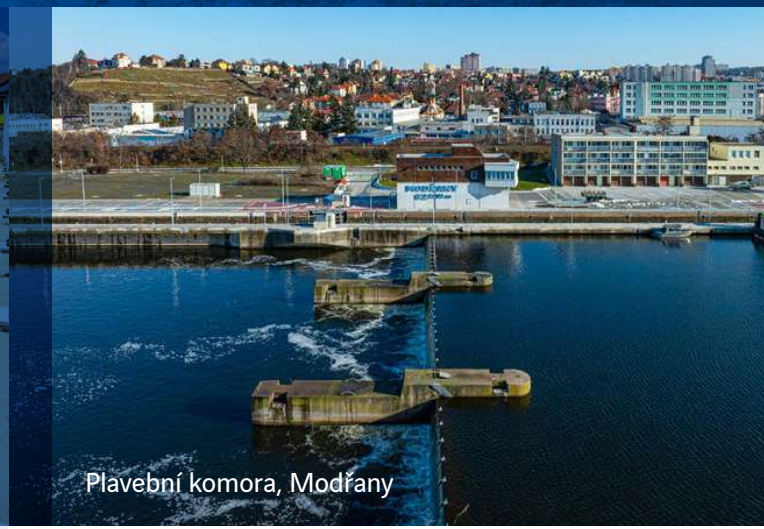
Čistírna odpadních vod,
Brandýs nad Labem

Dodáváme moderní a vysoce účinná řešení úpravy pitné vody a čištění odpadních vod, vodovodní a kanalizační systémy.

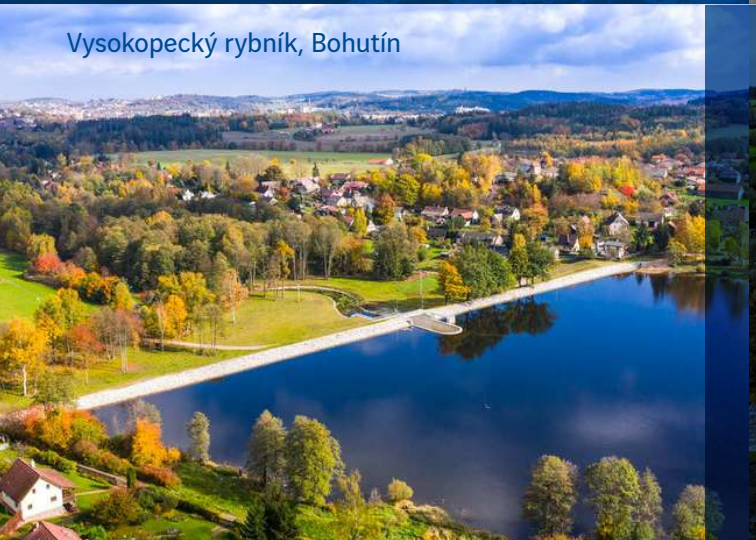
Rekonstruujeme a stavíme vodní díla, upravujeme toky a provádíme protipovodňová opatření.



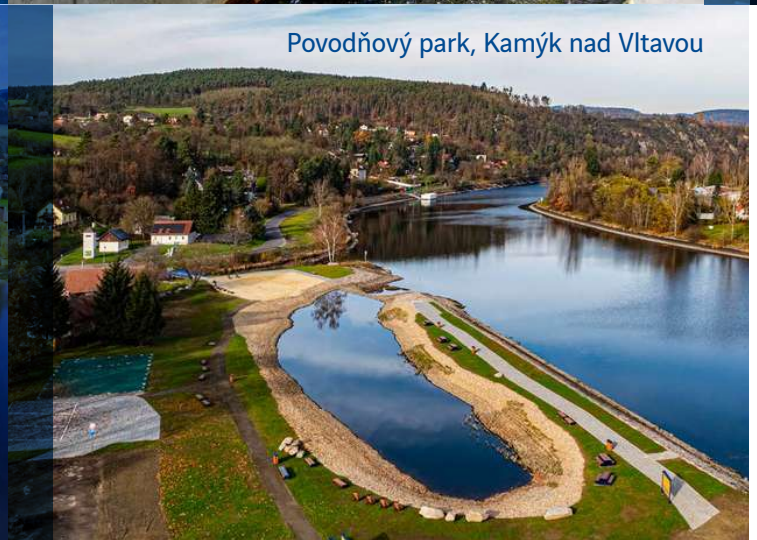
Dolní jez na Ohři, Kadaň



Plavební komora, Modřany



Vysokopecký rybník, Bohutín



Povodňový park, Kamýk nad Vltavou

Součást Skupiny | VINCI CONSTRUCTION

4CAD solution

LETECKÉ MAPOVÁNÍ · HYDROGRAFIE

Zaměřte terén ze vzduchu i dno pod hladinou



DRON · LETECKÉ MAPOVÁNÍ

CHCNAV X500

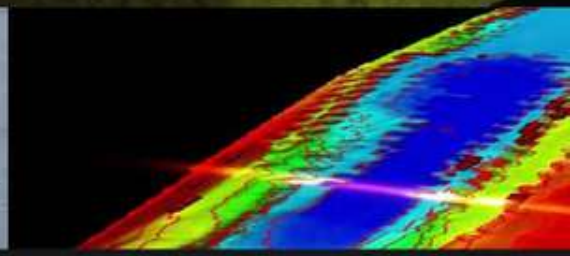
Kvadrokoptéra pro jednoho operátora, až tři užitné zátěže současně.

5 kg	58 min	20 km	IP55
NOSNOST	DOBA LETU	PŘENOS VIDEA	VÍTR 12 M/S

- AlphaPort: lidar i kamera na stejném závěsu, bez nářadí
- Hot-swap baterie, stanice BS10 až na šest kusů

Geodézie a mapování · Letecké LiDAR snímání · Fotogrammetrie · Inspekce





USV · MĚŘENÍ DNA

CHCNAV APACHE

Měřicí plavidla pro batymetrii, pět modelů od jednopaprskové lodi po APACHE 6.

0,1–200 m	±0,01 m	0,8 cm	10 h
HLOUBKA	PŘESNOST	POLOHA	VÝDRŽ

- Modely 3, 3 Pro, 4, 4 Pro a 6, nosnost 35 až 60 kg
- Volitelně multibeam, ADCP, sonda SVP i LiDAR

Bagrovací práce · Měření přístavů · Mosty a přehrady · Řeky a jezera

Co se změní oproti ručnímu měření

15 km²
zmapovaných na jednu misi dronu
DNES RUČNĚ
kóta po kótě, metr po metru

2 mil.
bodů za sekundu, mračno celé plochy
DNES RUČNĚ
jen vybrané kóty z náčrtu

±0,01 m
hloubky 0,1 až 200 m z břehu
DNES RUČNĚ
brodění nebo loď s posádkou

1 člověk
ovládá dron i loď, ovladač na 1 km
DNES RUČNĚ
několik lidí v provozu a ve vodě

4CAD solution s.r.o.
www.4-cad.cz · info@4-cad.cz · +420 735 084 982

AQUATIS

VODA. KRAJINA. INFRASTRUKTURA.

Navrhujeme řešení pro vodní hospodářství a životní prostředí.

VODA
Vodní nádrže a přehrady
Vodní elektrárny
Vodní cesty a plavba
Protipovodňová ochrana

KRAJINA
Vodní toky a revitalizace
Krajinné a vodohospodářské plánování

INFRASTRUKTURA
Vodárenství
Kanalizace a čistírny odpadních vod
Matematické modelování

Od prvních studií po komplexní projektovou dokumentaci.

AQUATIS a.s.
Projekční a inženýrská společnost pro vodní hospodářství a životní prostředí
www.aquatis.cz
info@aquatis.cz



Co kdyby bezpečnost nebyla jen slovo, ale závazek?

www.hsf.cz

hsf®
IT & SECURITY

VČASNÁ DETEKCE DRONŮ

VČASNÁ DETEKCE POŽÁRŮ

ANONYMNÍ MONITORING POHYBU

VČASNÁ DETEKCE ZBRANÍ, DROG A VÝBUŠNIN



MODEL ZAJIŠTĚNÉHO STRATEGICKÉHO OBJEKTU

MDP GEO

SPRÁVA VODNÍCH TOKŮ A VODNÍCH NÁDRŽÍ

Od zaměření až po digitální dvojče vodních toků a nádrží.

Kompletní digitální model, který výrazně zvyšuje kvalitu dat pro hydraulické modelování, projektování a rozhodování.

TECHNOLOGIE

- batymetrický letecký LIDAR pro měření do hloubky 2,5 m (30b/m²)
- letecký LiDAR pro měření vodního koridoru (100 b/m²)
- RGB kamera 120 Mpx Orthomozaika rozlišení 2,5 cm/px
- hydron vybavená singlebeam sonarem
- multibeam sonar (150b/m² do hloubky 200m)

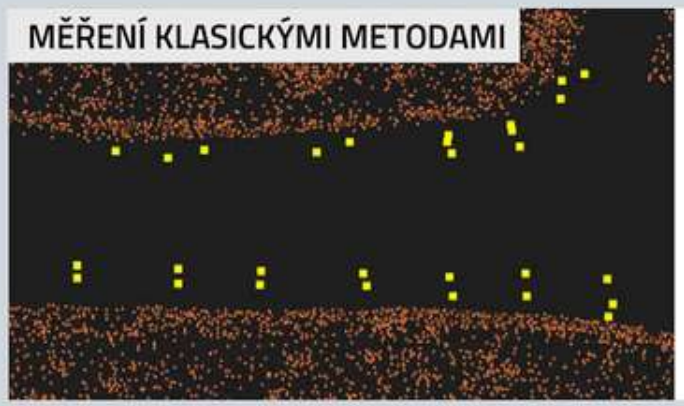
VÝSTUPY DIGITALIZACE

- přesné určení průtočného profilu koryta
- účelová 3D mapa
- identifikace sedimentace a zanášení
- výpočet skutečné kapacity nádrží
- podklad pro hydraulické modely
- výpočty rozlivů a povodňových rizik

PRAKTICKÉ VYUŽITÍ

- modelování povodní
- aktualizace záplavových území
- správa vodních toků a nádrží
- pasportizace a legislativa
- projektování a stavební řízení

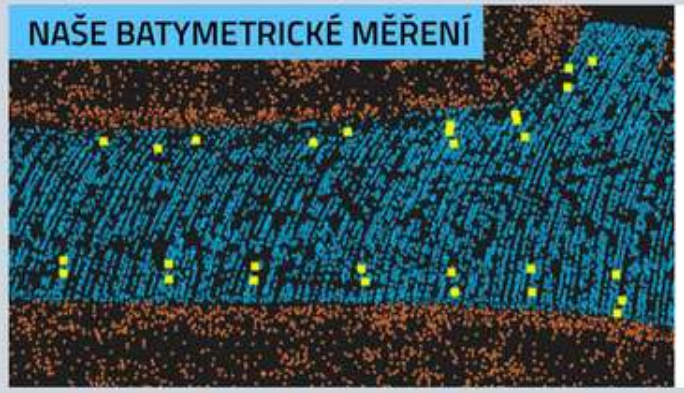




časově náročné

nebezpečné

s malým detailem



rychlé a bezpečné

neomezené pokrytí

velmi podrobné





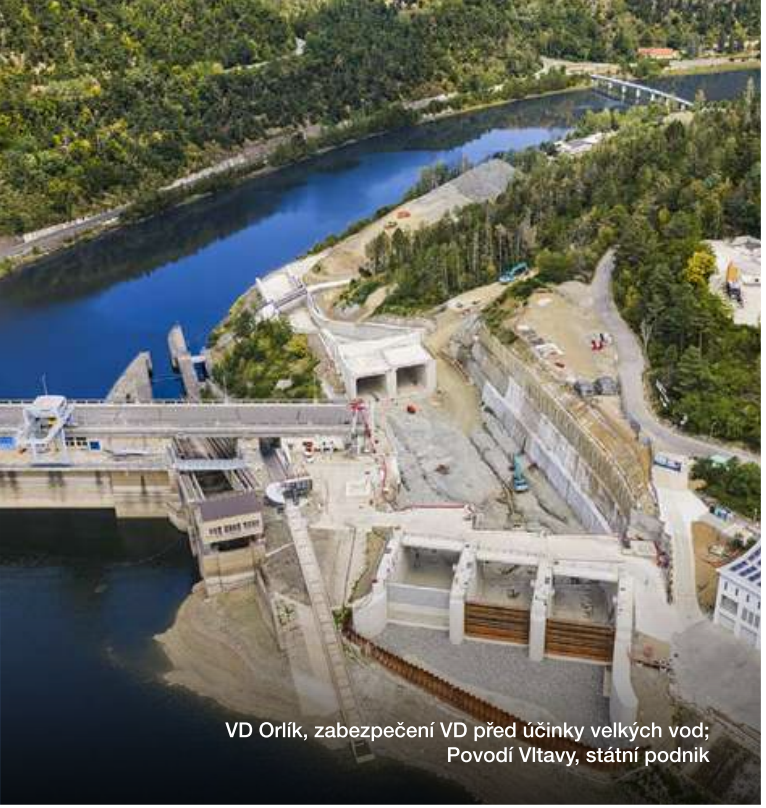




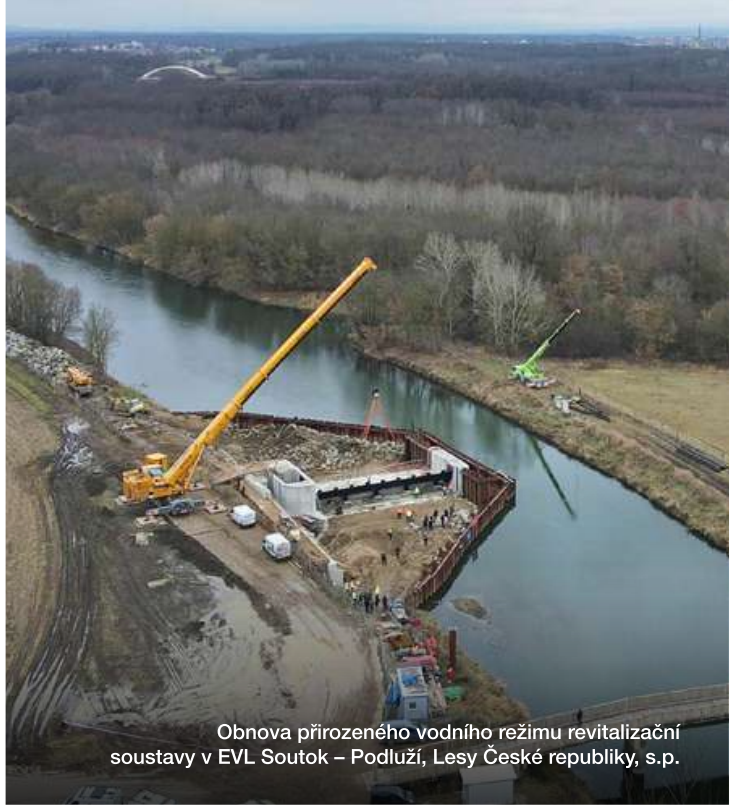
Domluvte si nezávaznou konzultaci nebo ukázku dat.

Kontaktujte nás!

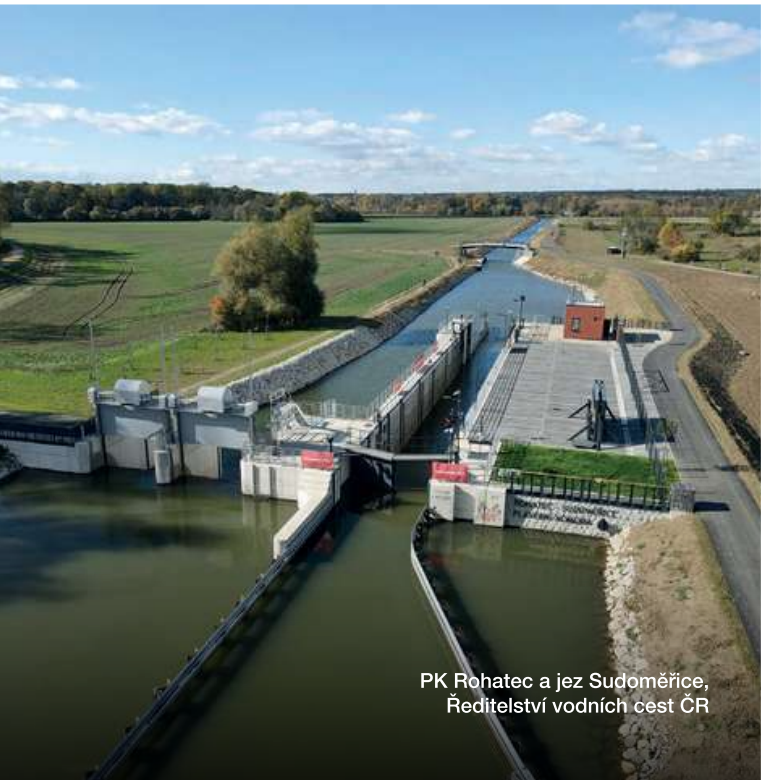
608 866 306
www.mdpgeo.cz



VD Orlík, zabezpečení VD před účinky velkých vod;
Povodí Vltavy, státní podnik



Obnova přirozeného vodního režimu revitalizační
soustavy v EVL Soutok – Podluží, Lesy České republiky, s.p.



PK Rohatec a jez Sudoměřice,
Ředitelství vodních cest ČR



MVE jez Rajhrad vč. rekonstrukce jezu a rybí přechod,
Povodí Moravy, s.p.

Ovládáme obor

Kvalita, přesnost a důslednost.
Společná koordinovaná práce lidí
desítek oborů a profesí.
Schopnost realizovat náročná zadání
a odvaha hledat nová řešení.
Je tohle umění? Možná ne.
Jen to dobře umíme.

metrostav CZ

www.metrostavcz.cz

Studentská unie ČVUT

Vodaři na ČVUT

Nově součástí SU ČVUT

JSME ZÁJMOVÝ KLUB STUDENTŮ A ABSOLVENTŮ

oboru Vodní hospodářství a vodní stavby

Vodařů je málo?!

Získejte talenty dříve

Nabídněte praxe, brigády a práci přímo studentům a absolventům.

Přiveďte do výuky praxi

Podporujte lidi, kteří v oboru budují svou budoucnost.

Co děláme?

Pořádáme studentské akce, přednášky z praxe, exkurze a máme platformu pro nabídky práce od zaměstnavatelů.

Podívejte se na naše akce

HydroSilvestr 31.10.
Den vody 22.3.

@vodarinacvut

PROTI SUCHU
i PROTI POVODNÍM

NOVÝ CELOREPUBLIKOVÝ PROGRAM LESŮ ČR

3 000 tůní, přehrážek, retenčních nádrží a dalších opatření pro zadržování vody v krajině **ZA 3 ROKY**

LESY ČR

#vracímevodulesu



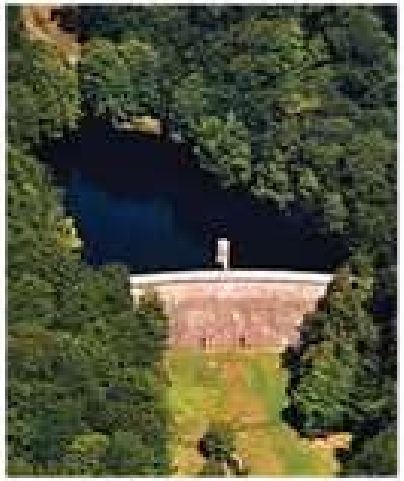


VODA, KTERÁ ZŮSTÁVÁ V KRAJINĚ

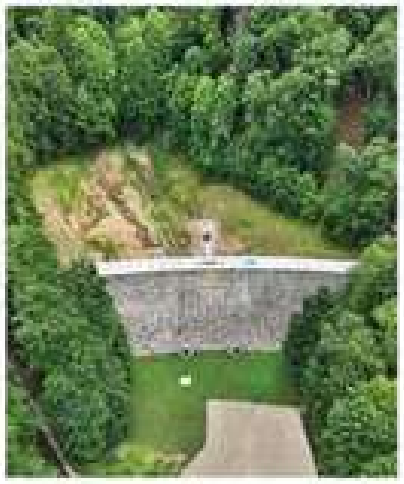
Když voda z krajiny rychle odteče, přichází sucho. Naši vodohospodáři proto vracejí vodním tokům přirozený charakter, budují vodní nádrže a přehrážky a pomáhají tak vodě zůstat tam, kde je potřeba.

Zadržování vody podporuje odolnost krajiny vůči suchu a současně přispívá k ochraně lidských životů a majetku před povodněmi.

V rámci programu VRACÍME VODU LESU od roku 2019 investovaly Lesy ČR 2,1 mld. Kč do opatření, která pomáhají krajině lépe hospodařit s vodou.







Rekonstrukce vodního díla Jezeří

Povodí Ohře

TERMÍN REALIZACE: srpen 2022 – červenec 2025
CENA REKONSTRUKCE: 82,9 mil. Kč bez DPH
ZHOTOVITEL: sdružení firem PORR, a. s., Eurovia CS, a. s., a SMP CZ, a. s., ze skupiny VINCI Construction CS

Akce byla spolufinancována z programu „Podpora prevence před povodněmi IV" (podprogram 129 364 „Podpora protipovodňových opatření s retencí").

Poskytovatelem podpory bylo Ministerstvo zemědělství. Výše poskytnuté dotace činila 56 899 390 Kč.

- jedná se o kulturní památku vystavěnou v letech 1902–1904
- nachází se v národní přírodní rezervaci Jezerka
- účelem vodního díla je záložní akumulace vody pro zásobení obyvatel pitnou vodou a ochrana povrchových dolů před povodněmi
- k celkové rekonstrukci jsme přistoupili na základě výsledků geotechnického a stavebně-technického průzkumu
- s ohledem na stáří a technický stav jsme se rozhodli opravit všechny dílčí konstrukce
- zajímavosti: restaurován byl erb Lobkowiczů na vzdušním líci, byla kompletně zbourána odběrná věž a na jejím vrcholu došlo k postupnému rozebrání věžičky, při kterém probíhla podrobná dokumentace a očíslování jednotlivých kamenů, které byly následně deponovány
  Po vybetonování nového věžového objektu byly kameny osazeny zpět na své místo. U některých kamenů byly zachovány původní omítky, chybějící části omítek byly doplněny do původní podoby. Práce byly konzultovány s Národním památkovým ústavem a byly prováděny odborným restaurátorem.

2022



2023



2024



www.poh.cz

Jez na Ohři (Kadaň - dolní) - rekonstrukce

TERMÍN STAVEBNÍ REALIZACE: duben 2024 – duben 2026
CENA REKONSTRUKCE: 83,3 mil. Kč bez DPH
INVESTOR: Povodí Ohře, státní podnik
ZHOTOVITEL: SMP Vodohospodářské stavby, a. s., ze skupiny VINCI Construction





Součástí rekonstrukce je projekt „Jez na Ohři (Kadaň – dolní) – rybí přechod“, spolufinancovaný Evropskou unií z Operačního programu Životní prostředí 2021–2027. Registrační číslo projektu: CZ.05.01.06/02/22_031/0002284.
Stavba zahrnovala kompletní rekonstrukci pevného jezu na řece Ohři v Kadani v ř. km 124,440, obnovu souvisejících objektů a vybudování rybího přechodu. Cílem bylo obnovit konstrukce vodního díla, zachovat jeho funkci vzdouvání vody a umožnit migraci ryb a mihulovců přes dosavadní příčnou překážku.

- *Obnova jezového tělesa: původní jez o délce 107,8 m byl odstraněn a nahrazen novou železobetonovou konstrukcí s kamenným obkladem. Zachování původního tvaru respektuje charakter místa pod historickým centrem Kadaně.*
- *Výstavba rybího přechodu: nový přechod o délce 56 m a šířce dna 3 m tvoří železobetonové koryto rozdělené balvanitými přepážkami na jednotlivé tůně. Prútočné štěrbiny a hrubozrnný dnový substrát vytvářejí podmínky pro překonání výškového rozdílu.*
- *Úpravy štěrkové propusti: součástí stavby byla obnova zdí a stupně propusti, výstavba nové části opěrné zdi a řešení stavidlového uzávěru.*
- *Obnova obslužného mostu: původní most na ostrůvek byl nahrazen novou železobetonovou konstrukcí umožňující přístup k rybímu přechodu.*
- *Související práce: provedeny byly úpravy podjezí, schodiště do vodního toku, vegetační a terénní úpravy. Pro pohyb stavební techniky sloužil dočasný most o délce 54 m a nosnosti 50 t.*
- *Zajímavost ze stavby: při záchranném archeologickém výzkumu byly odkryty pozůstatky někdejšího Steinkopfova mlýna, historické dřevěné konstrukce, keramika, zdobené kachle a zlatý špendlík.*
- *Ověření funkčnosti: po dokončení hlavních stavebních prací navazuje 25měsíční monitoring rybího přechodu, který ověří jeho využívání a účinnost pro migraci vodních živočichů.*

Obnovený jez zachovává charakter kadaňského nábřeží a nový rybí přechod propojuje život v řece nad a pod jezem.

Spolufinancováno Evropskou unií

Ministerstvo životního prostředí

Povodí Ohře

www.poh.cz

Ministerstvo zemědělství

POVODÍ LABE

Suchá nádrž Dědina, Mělčany

Připravovaná suchá retenční nádrž Dědina., Mělčany je veřejně prospěšnou stavbou, která zachytí až 3,1 mil. m^3 vody a bude zásadním prvkem protipovodňové ochrany pro obce ležící podél říčky Dědiny a Zlatého potoka, zejména obce Mělčany, Dobrušku a Pulice. Kladný vliv se projeví i dále po proudu v Českém Meziříčí a Třebechovicích pod Orebem, až po soutok s řekou Orlicí. Vystavěna bude přibližně tři kilometry proti proudu nad městem Dobruškou v katastrálním území obce Mělčany.

Záměr vybudování suché nádrže v Mělčanech je reakcí na katastrofální povodně na řece Dědině v roce 1998, kdy došlo dokonce k obětem na lidských životech. Následně byla započata příprava realizace víceúčelové nádrže zajišťující jak zdroj vody, tak i retenční a protipovodňovou funkci.

V roce 2002 došlo ke změně územního plánu. V rámci stanoviska na základě řízení EIA došlo v roce 2006 k představení dvou variant řešení, přičemž s ohledem na neudělení výjimek ze zákazů u zvláště chráněných druhů živočichů orgánem ochrany přírody pro variantu vodní nádrže se stálým nadržením došlo v roce 2009 ke změně technického řešení na suchou nádrž. Posléze byla, po další změně technického řešení sdruženého objektu, požadované ekologickými organizacemi, podána v roce 2014 žádost o územní rozhodnutí.

Územní rozhodnutí projekt obdržel v roce 2018, právní moci pak nabyl v roce 2019. Následně byla v roce 2020 podána žádost o stavební povolení, které bylo vydáno koncem září roku 2026 (dosud však nenabylo právní moci).

Předpoklad realizace je v letech 2027 až 2029.



Hlavní hráz a objekt pro převádění velkých vod s migračním prostupem



Vizualizace hráze za běžné situace



Vizualizace zaplnění retenčního prostoru při Q_{100}

ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY

Max. výška hráze od stávajícího terénu: 13,7 m
Délka hráze: 522 m
Délka hrany bezpečnostního přelivu: 15,1 m
Kóta hrany bezpečnostního přelivu: 307,66 m n. m.
Kóta koruny hráze: 310,20 m n. m.

Kóta hladiny při průchodu Q_{100}: 307,72 m n. m.
Objem vody ovladatelného prostoru: 3,13 mil. m^3
Zatopená plocha při plném retenčním objemu Q_{100}: 55 ha
Transformace povodně s průtokem Q_{100}: 21,5 m^3/s

Regulační uzávěry–segmenty 2× à 2,50 × 2,25 m
Migrační otvor: 6,50 × 1,50 m

Hlavní hráz je navržena jako zemní, homogenní, ze zhutněného materiálu z místních zdrojů. Retenční prostor suché nádrže se bude plnit při větším průtoku než je Q_5. Při dalším vzrůstání přítoku se bude zavírat stavidlo a sdružený objekt začne postupně regulovat uzávěrem na hodnotu neškodného odtoku 21,5 m^3/s.

Na západní straně je suchá nádrž ohraničena hrází včetně objektu pro převádění velkých vod, na jižní straně boční hrází s propustí na náhonu do Zlatého potoka.

Technické řešení minimalizuje dopady na vodní a vodu vázané ekosystémy, ryby a jiné vodní živočichy, včetně zvlášť chráněných druhů, které jsou předmětem ochrany Evropsky významné lokality a přírodní památky Dědina u Dobrušky. Hráz je zároveň podél toku zprůchodněna i pro terestrické živočichy. Součástí projektu je zřízení mokřadu a rybího přechodu na jezu nad Podbřezím, které umožní migraci vodních živočichů a podpoří tak ekologické vazby v krajině.

Předpokládané stavební náklady: 933,7 mil. Kč

POVODÍ VLTAVY



Vodohospodářské laboratoře Povodí Vltavy

Vodohospodářské laboratoře státního podniku Povodí Vltavy zajišťují komplexní služby v oblasti sledování a hodnocení kvality vodního prostředí. Díky dlouholetým zkušenostem, odbornému zázemí a moderním technologiím poskytují spolehlivé laboratorní služby zákazníkům z veřejného i soukromého sektoru.

NAŠE SLUŽBY

- Akreditované chemické, radiochemické, hydrobiologické a mikrobiologické rozbory vod.
- Analýzy povrchových, podzemních, pitných a odpadních vod.
- Rozbory sedimentů, plavenin, kalů a dalších složek životního prostředí.
- Stanovení fyzikálních a chemických ukazatelů, těžkých kovů, pesticidů, léčiv a dalších látek.
- Monitoring jakosti vodních toků a nádrží, včetně hodnocení biologických složek vodního prostředí.

ROZSÁHLÝ MONITORING VOD

V územní působnosti Povodí Vltavy pravidelně sledujeme:

- více než 350 vodních toků,
- 46 vodních nádrží,
- téměř 550 profilů sledování jakosti vody.

Monitoring probíhá nejčastěji v měsíčních intervalech a jeho rozsah se přizpůsobuje aktuálním podmínkám a potřebám ochrany vod.

HAVARIJNÍ POHOTOVOST 24/7

Podílíme se na řešení mimořádných situací, jako jsou povodně, sucho nebo havarijní úniky znečišťujících látek. Od srpna 2024 zajišťujeme nepřetržitou havarijní pohotovost s možností odběru vzorků vod, sedimentů a bioty 24 hodin denně, 7 dní v týdnu.
Výsledky našich analýz jsou důležitým podkladem pro hodnocení a ochranu vodního prostředí i odpovědné hospodaření s vodními zdroji.

KDE NÁS NAJDETE

Laboratorní činnost státního podniku Povodí Vltavy zajišťují tři pracoviště:

VH laboratoř Praha
Na Hutmance 5a, 158 00 Praha 5 – Jinonice,
Tel. 251 050 711

VH laboratoř Plzeň
Denisovo nábřeží 14, 301 00 Plzeň, Tel.: 377 307 383

VH laboratoř České Budějovice
E. Pittera 1, 370 01 České Budějovice, Tel.: 385 102 459

www.pvl.cz www.instagram.com/povodivltavy/ povodivltavy povodí Vltavy (@povodivltavy)

budimex

Budujeme infrastrukturu, která spojuje a chrání

Česká republika | Dopravní, vodohospodářské a ekologické stavby

Budimex je největší polská stavební společnost s více než 50letou historií a součást globální skupiny Ferrovial. Ve střední Evropě působí jako generální dodavatel klíčové infrastruktury a na českém trhu rozvíjí dopravní i vodohospodářské stavby.

Naše projekty v Česku

ZKUŠENOSTI, KTERÉ MĚNÍ REGIONY

D35 Litomyšl – Džbánov

Výstavba nového dálničního úseku, který posílí spojení napříč regionem.

D35 Úlibice

Nový obchvat přispěje k plynulejší a bezpečnější dopravě v okolí.

I/43 Lom – Černá Hora

Přeložka silnice I/43 rozvíjí kapacitu důležitého dopravního tahu.

I/43 Závist

Stoupací pruh zvýší plynulost a bezpečnost provozu na trase.

VODA A OCHRANA KRAJINY

Suchý poldr Kutřín

Významná vodohospodářská stavba dokládá naše odborné kapacity v protipovodňové ochraně a správě vodních toků.

NOVÝ MILNÍK

D35 formou PPP

Budimex je součástí konsorcia, které zvítězilo v soutěži na jeden z největších projektů českého dopravního stavitelství.



Do projektů přinášíme moderní inženýrské postupy, udržitelné technologie a důraz na kvalitu i ekologické standardy. Stavíme infrastrukturu, která podporuje dlouhodobý rozvoj a kvalitu života v regionech.

ZKUŠENOSTI

Více než 50 let ve stavebnictví

TECHNOLOGIE

Moderní inženýrské postupy

ODPOVĚDNOST

Udržitelnost a respekt k přírodě

SPOLUPRACUJÍCÍ ORGANIZACE





















Mgr. et Mgr. Pavlína Springerová, Ph.D.
Primátorka Hradce Králové



Ministerstvo zemědělství



Ministerstvo životního prostředí

MEDIÁLNÍ PARTNEŘI







Akademický partner







DIAMOND PARTNEŘI













GOLD PARNEŘI





SILVER PARTNEŘI



















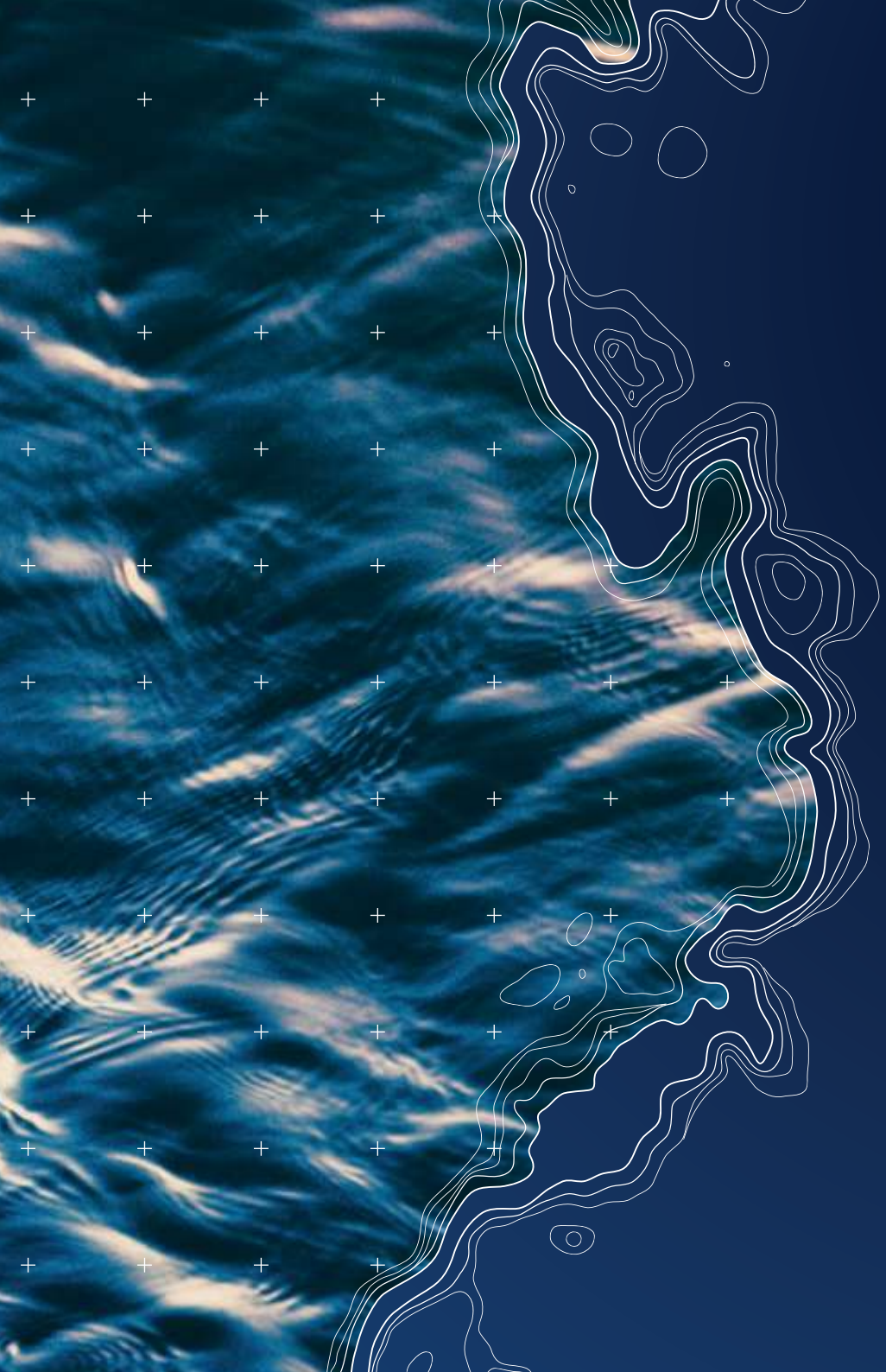












VRV | VODOHOSPODÁŘSKÝ ROZVOJ A VÝSTAVBA

Sborník

TĚŠÍME SE NA VÁS OPĚT PŘÍŠTÍ ROK

24. - 25. 11. 2026
V HRADCI KRÁLOVÉ