

Makrozoobentos i fytoobentos krkonošských vodních toků

Správa Krkonošského národního parku (KRNAP) si nechala v letech 2020–23 zpracovat Analýzu stavu a návrhy opatření pro zajištění příznivého stavu vodních toků na území KRNAP a jeho ochranného pásma, do níž bylo zahrnuto 58 vybraných toků o celkové délce 442 km. Tato v podstatě vodohospodářská studie se skládala z řady dílčích analýz, jak v ploše povodí (vyhodnocení zásob vody, stanovení odtokových poměrů, retence vody v krajině, výpočet erozního smyvu a erozní ohroženosti pro zemědělský půdní fond, vyjádření hydrického potenciálu lesní půdy a stanovení odolnosti lesní půdy vůči těžebně-dopravní erozi), tak i přímo na vodních tocích (biologické hodnocení, hydromorfologická analýza, hydrotechnické posouzení stávajícího stavu, splaveninová analýza, rozbor zrnitosti, zhodnocení fragmentace a migrační propustnosti). Důvodem pro zadání studie je skutečnost, že Správa KRNAP převzala v 90. letech 20. století péči o všechny drobné vodní toky na území národního parku a částečně i na území jeho ochranného pásma; osově toky zůstaly ve správě Povodí Labe. Znamená to, že péče se nevztahuje pouze k ochraně přírody, ale že jako správce drobných vodních toků musí KRNAP plnit povinnosti dané vodním zákonem i z pohledu vodohospodářského. V tomto textu si blíže představíme výsledky aktuálního biologického hodnocení vodních toků, provedeného v rámci výše uvedené analýzy, v kontextu dřívějších průzkumů krkonošských toků.

Především po povodních r. 2013 se projevila nedostatek komplexních informací o technickém i ekologickém stavu vodních toků, které jsou zásadní jak pro výkon jejich správy a údržby, tak pro agendu ochrany přírody, hlavně s ohledem na specifickou a citlivost ekosystému horských vodních toků. Krkonošské toky charakterizuje prudký spád a nevyrovnaný podélný profil, v němž se střídají úseky s větším a menším sklonem. Pro horské toky obecně je typic-

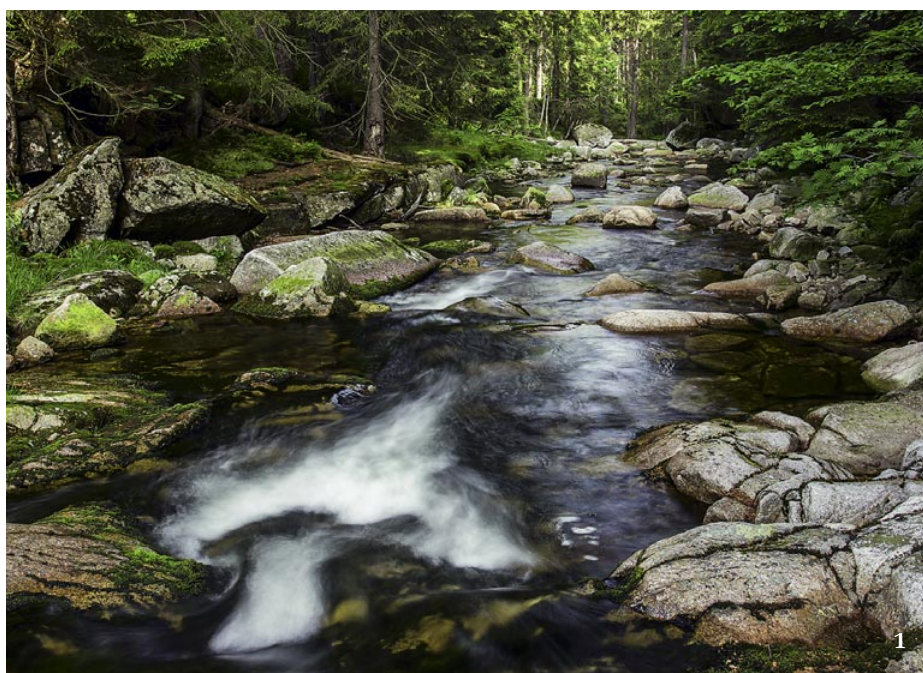
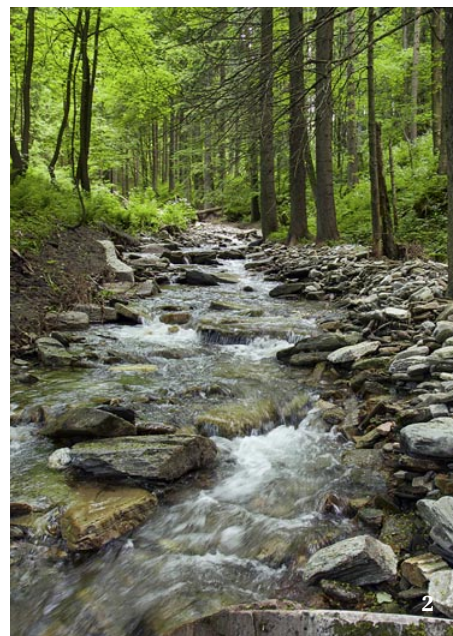
ká oligotrofie (nízká úživnost) a relativně vysoká přirozená acidifikace (okyselení, nízké pH), zejména u toků pramenících a tekoucích na vyvěřelých nebo metamorfovaných horninách s pomalým zvětráváním (např. žule). Na české straně Krkonoš tvoří říční síť přes 140 toků, které sytí osově řeky území – Jizeru, Jizerku, Labe, Malé Labe a Úpu. Na ně se většinou váže výskyt zvláště chráněných druhů, např. mihule potoční (*Lampetra planeri*) nebo střevle

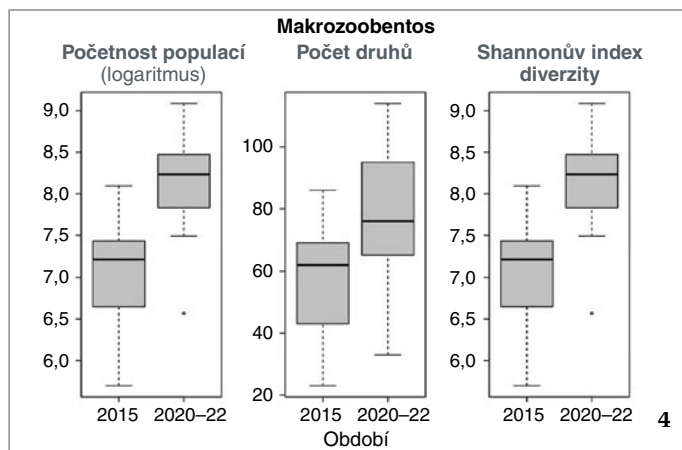
potoční (*Phoxinus phoxinus*), a předmětů ochrany evropsky významné lokality Krkonoše, tedy wranky obecné (*Cottus gobio*). V národním parku má říční síť rozsah asi 600 km, v ochranném pásmu asi 340 km.

Od 80. let do současnosti se většina provedených výzkumů snažila především zhodnotit vliv antropogenní acidifikace toků na jejich oživení. Krkonoše byly stejně jako okolní sudetská pohorí v 80. letech 20. století silně zasaženy acidifikací z průmyslových zón tzv. černého trojúhelníku, způsobenou spadem imisí hlavně síranu a oxidů dusíku. Vliv kyselých dešťů se nejviditelněji projevil plošným odumíráním smrkových lesů (Vávra 1982). Ani vliv na vodní toky však nezůstal veřejnosti utajen, projevil se naprostým vymizením rybí obsádky, došlo k devastaci především populací pstruha obecného (*Salmo trutta*) a wranky obecné. Historicky se rybí obsádka vyskytovala až do 1 200 m n. m. (Lohniský 1982), v 80. letech se nacházela pouze v nižších polohách Krkonoš v tocích dobře pufovaných (s vyrovnaným pH) odpadními vodami nebo vápnitým podloží. Acidifikace krkonošských toků začala slábnout koncem 90. let, a vodním společenstvům tak byla umožněna regenerace. V současnosti ještě ale stále dochází k vyplavování síranů ze znečištěné půdy do vodních toků (blíže seriál v Živě 2009, 2–4). Metodicky jasné a reprezentativní monitorovací schéma stavu vodních toků bylo bohužel nastaveno teprve od r. 2014. Zvláště v případě citlivých horských a podhorských

1 Mumlava na západním okraji Krkonoš je jedním z přirozeně nejkyselejších toků v území. Koryto je z většiny tvořeno žulovým skalním podloží, které se láme pouze do velkých bloků, netvoří se tedy sedimenty. To má za efekt nízkou pufrací schopnost.

2 Lysečinský potok na východním okraji Krkonoš je naopak díky poloze na krystalických břidlicích, které se dobře lámou a vytvářejí sedimenty, známý pro svou dobrou pufrací kapacitu a minimální acidifikaci. Na poměry Krkonoš se zde proto rozvinula výjimečná biodiverzita vodních bezobratlých.





oligotrofních ekosystémů je nutné k jejich hodnocení využít nejen sledování příslušných fyzikálně-chemických parametrů, ale také stavu společenstev vodních organismů. Fyzikálně-chemická měření poskytují přesnou, i když pouze bodovou informaci o stavu toku v místě a čase. Sledování společenstev organismů sice neposkytne exaktní hodnoty, ale lépe odráží dlouhodobý stav a vývoj v toku. Makrozoobentos (žijící u dna) se používá pro hodnocení ekologického stavu, jakosti vod i acidifikace. Např. larvy jepic (Ephemeroptera) mají vysoké nároky na množství rozpuštěného kyslíku ve vodě vzhledem ke způsobu dýchání vnějšími žábry, obývají zpravidla čisté a dobře okysličené vody a zároveň citlivě reagují na změny pH, neboť příliš nízké pH okolního prostředí jim způsobuje fyziologické změny a nekrózy na žaberním ústrojí. Larvy pošvatek (Plecoptera) jsou sice méně citlivé vůči okyselení než jepice, velmi ale reagují na změny obsahu kyslíku ve vodě, potažmo znečištění snadno rozložitelnými organickými látkami, na teplotu vody a přirozený hydrologický režim.

Historie výzkumu makrozoobentosu v Krkonoších

Informací o složení společenstev vodních bezobratlých z doby před i po založení národního parku v r. 1963 existuje pomálu. V r. 1975 vyšel v odborném periodiku Správy KRNAP Opera Corcontica článek Zdeňka Kolečky shrnující dosavadní entomologické průzkumy v Krkonoších. Co se týče vodních bezobratlých, je patrné, že nálezy a pozorování byly spíše náhodného charakteru. Na počátku 20. století provedl průzkum řádů jepic, pošvatek a také chrostíků (Trichoptera) František Klapálek – uvádí 13 druhů pošvatek, 67 druhů chrostíků, ale žádné druhy jepic. V r. 1962 pak E. Křelínová nasbírala na 37 lokalitách 46 druhů pošvatek. Za první cílenou a částečně i systematizovanou snahu zmapovat vodní bezobratlé lze považovat průzkum prováděný Otto Winklerem (1977) v letech 1954 a 1965 v západní a střední části Krkonoš. Na 19 lokalitách našel celkem 453 exemplářů pošvatek (27 druhů), 140 chrostíků (11 druhů), 7 jepic (1 druh) a 2 ploštice (1 druh). Výsledky vlastního výzkumu i těch předchozích vedly Winklera k úvahám, že pravděpodobně vlivem přirozené acidifikace je ephemerofauna Krkonoš extrémně chudá. V 80. letech vzhledem k potřebě zdokumentovat, popsat a zhodnotit vliv antropogenní acidifikace zahájili

pracovníci Správy KRNAP pod vedením Vladimíra Vávry podrobný hydrobiologický výzkum. Mezi lety 1979–86 proběhly stovky odběrů makrozoobentosu, na významnějších tocích se měly provádět odběry opakovaně v různých ročních obdobích, na každé zaznamenané vodoteči se uskutečnil aspoň jeden odběr. Bohužel, z odebraných vzorků byla bezprostředně vyhodnocena pouze fauna jepic (Vávra 1988). Podařilo se najít 27 druhů, čímž byla v zásadě vyvrácena dřívější Winklerova hypotéza. Předcházející chudé nálezy jepic byly způsobeny pravděpodobně nevhodnou metodikou sběru na malém počtu (nevhodných) lokalit. Nad 1 000 m nadmořské výšky totiž v Krkonoších nejsou dostatečné podmínky pro život jepic vzhledem k přirozené acidifikaci toků.

Výsledky prvního výzkumu řádů chrostíků, jepic a pošvatek s jasně definovanou metodikou byly publikovány až v tomto století (Špaček 2004). Během terénního průzkumu mezi lety 1995–2003 na 109 lokalitách napříč celými Krkonošemi zjistil Jan Špaček celkem 35 druhů jepic, 59 druhů pošvatek a 77 druhů chrostíků. Upozornil na řadu extrémních stanovišť, na něž jsou vázány specifické druhy, např. chrostík *Halesus rubricollis*, typický pro smáčené skalní stěny v Labském dole, nebo pošvatek *Leuctra nigra*, která je zase charakteristickým obyvatelům nárostů rašeliníků v Úpské a Velké studniční jámě. Konstatoval, že ve své práci nemohl při terénním průzkumu chrostíků pokrýt celou diverzitu habitatů a že zjištěných 77 druhů představuje pouze část druhové diverzity danou vybranými lokalitami průzkumu. S ohledem na rozlehlost a charakter Krkonoš odhadl celkovou diverzitu chrostíků na asi 120 druhů.

V r. 2014 Správa KRNAP iniciovala monitorování stavu vybraných reprezentativních toků, cílem bylo zhodnotit míru jejich antropogenní acidifikace (Špaček 2015). Šlo o první skutečně komplexní a systematický výzkum chemického stavu toků a společenstev vodních organismů – zoobentosu a fytoobentosu. Pro hodnocení acidifikace byla využita metodika Ulricha Braukmanna a Regyny Bliss (2004), přizpůsobená místním podmínkám. Na 25 reprezentativních profilech bylo nalezeno celkem 232 taxonů makrozoobentosu, z toho 17 druhů jepic, 37 druhů pošvatek a 45 druhů chrostíků. Podle očekávání nejnižší biodiverzita (asi 30 taxonů) byla zjištěna v silně acidifikovaných tocích (např.

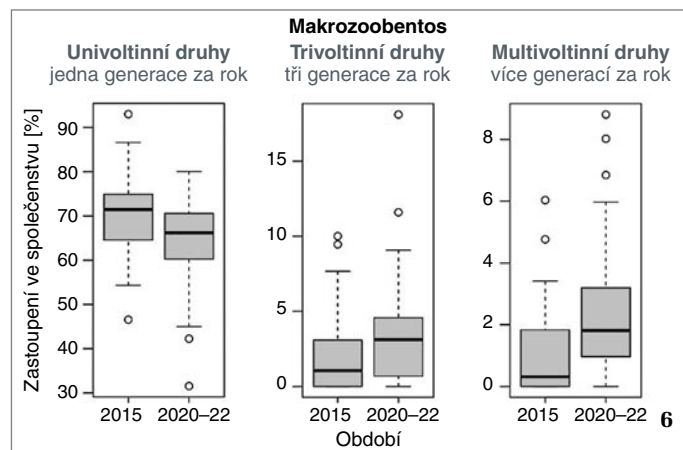
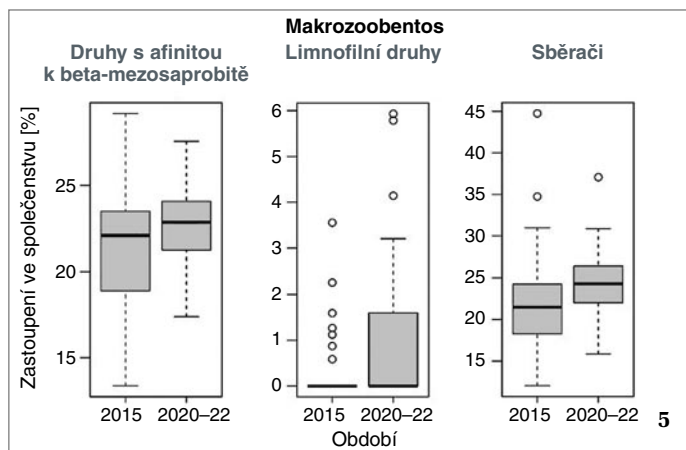
3 V Jizeře se i navzdory negativnímu ovlivnění jezy, derivačními kanály malých vodních elektráren a řadou výpustí obecních čistíren odpadních vod nacházejí významné populace některých zvláště chráněných druhů – mihule potoční (*Lampetra planeri*), střevle potoční (*Phoxinus phoxinus*) a vranky obecné (*Cottus gobio*). Foto K. Antošová (obr. 1–3)

4 Srovnání početnosti (abundance) a diverzity makrozoobentosu mezi lety 2015 a 2020–22. Na grafu můžeme vidět, jak v rámci monitorování v těchto obdobích narostl počet zjištěných jedinců i počet druhů a celková biodiverzita. Tento nárůst značí pozitivní vliv odeznívání acidifikace způsobené lidskou činností, zároveň je ale projevem nedostatečného poznání krkonošské fauny bezobratlých.

5 Hodnocení ekologických vlastností zjištěných druhů ve společenstvu makrozoobentosu ve stejném období. Srovnání zastoupení druhů s afinitou k beta-mezosaprobietě, limnofilních druhů a druhů, které se živí jako sběrači. Postupné nenápadné oteplování vodních toků se projevuje u druhů vyhledávajících limnofilní – teplejší vodní útvary. Nárůst sběračů a druhů s afinitou k beta-mezosaprobietě může být projevem postupné eutrofizace původně oligotrofních horských toků.

6 Srovnání zastoupení druhů s různým počtem generací během roku ve společenstvu makrozoobentosu ve výše uvedené letech – rostoucí početnost druhů s více generacemi za rok je umožněna oteplením studených horských toků. Rozdíly mezi obdobími jsou ve všech případech statisticky významné (obr. 4–6). Upraveno podle: D. Výravský a kol. (2023; obr. 4–6)

Černohorský potok, Mumlava – viz také dále a obr. 1, Zelený potok). Typicky v nich dominují pošvatek *Diura bicaudata* (obr. 15) a chrostík *Plectrocnemia conspersa* (obr. 9), naopak z jepic se vyskytují maximálně 2–3 druhy, měkkýši a korýši zcela chybějí. Vysoká druhová diverzita (kolem 78 taxonů) byla prokázána v neacidifikovaných a neutrálních tocích (např. Lysečinský potok – viz dále a obr. 2, Smrčinový potok, Jizerka). Charakteristická je přítomnost značného počtu druhů jepic, pošvatek a chrostíků, lze zde nalézt i k okyselení citlivé taxony, jako jsou jepice rodu *Rhithrogena* (obr. 14), pošvatky hlavatá



(*Dinocras cephalotes*) a *Perla marginata*, chrostíci čeledi Glossosomatidae, blešivec potoční (*Gammarus fossarum*), plž kamil mil říční (*Ancylus fluviatilis*) a ploštěnka potoční (*Dugesia gonocephala*). Nejvyšší diverzita (asi 88 taxonů) byla zjištěna v tocích v minulosti občasné acidifikovaných (např. Klínový a Kotelský potok). Na většině profilů se podle saprobního indexu (hodnoty 0,8 až 1,4 společenstva makrozoobentosu) potvrdila oligosaprobna krkonošských toků. Při historicky prvním průzkumu fytozobentosu bylo zaznamenáno celkem 71 druhů rozsivek a 48 druhů ostatních řas a sinic. Na všech profilech šlo pouze o dva druhy rozsivek *Diatoma mesodon* a *Achnanthydium pyrenaicum*. Dalšími široce rozšířenými druhy byly *Encyonema minutum*, *Fragilaria virescens* a *Psammothidium bioretii*. Naopak 13 druhů rozsivek a 22 druhů ostatních řas a sinic bylo zjištěno pouze v jediném odběru.

Biologické hodnocení vodních toků

Na monitoring z r. 2015 se podařilo navázat při Biologickém hodnocení vodních toků (Výravský a kol. 2023) v rámci výše zmíněného projektu Analýzy. Původní síť 25 profilů byla rozšířena na 65 profilů. V letech 2020–22 proběhl průzkum na 58 prioritních tocích, během něhož byly odebrány vzorky zoobentosu a fytozobentosu a sledovány fyzikálně-chemické ukazatele. U profilů studovaných již v r. 2015 bylo možné provést porovnání. Je ovšem nutné připomenout, že r. 2015 patřil ke srážkově chudším (800 – 1 000 mm srážek/rok), období 2020–22 bylo v normálu (za rok spadlo 1 000 – 1 600 mm srážek).

Makrozoobentos byl odbíráán podle národní metodiky Perla (Kokeš a Němejcová 2006). Bylo zjištěno 458 taxonů (oproti 232 taxonům v r. 2015), z nalezených druhů makrozoobentosu je 29 vedených v Červených seznamech ohrožených druhů České republiky, navíc byl nalezen jeden zvláště chráněný druh, číhalka pospolitá (*Atherix ibis*, dvoukřídlí – Diptera). Statistické vyhodnocení metodou rarefakce prokázalo, že mezi obdobími 2015 a 2020–22 došlo k signifikantnímu nárůstu počtu zachycených druhů, celkových abundancí (početnosti populací) i diverzity makrozoobentosu (obr. 4). Nárůst počtu taxonů není způsoben pouze navýšením počtu hodnocených profilů (z 25 na 65), ale spíše významným posunem ve složení společenstev makrozoobentosu (blíže v grafu na webové stránce Živý). Změna je dána dvě-

ma faktory, přičemž první spočívá v postupujícím mírném zvyšování organického znečištění. Je to nepřímo patrné z rostoucích podílů sběračů (živí se jemným organickým materiálem nebo detritem) a zároveň se to i přímo projevuje na úrovni saprobity (procentuální změny u druhů s afinitou k beta-mezosaprobítě, obr. 5). U zvýšené saprobity bývá problematické odlišit, co je způsobeno přímo eutrofizací a co odezdnávající acidifikací. Druhým faktorem je klimatická změna, konkrétně postupné oteplování tekoucích vod, což se odráží v navyšujícím se zastoupení limnofilních druhů (preferujících pomalu tekoucí teplejší vodu) ve společenstvu, a také nárůstem počtu druhů s více generacemi za rok (trivoltinních a multivoltinních, obr. 6).

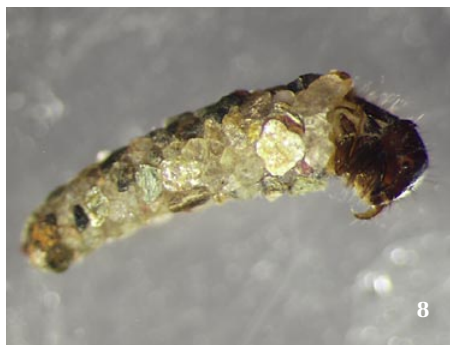
U všech indikátorových skupin (jepic, chrostíků a pošvatek) došlo jak ke zvýšení počtu druhů, tak jejich abundancí (viz graf na webu Živý). V případě jepic se mezi lety 2015 a 2020–22 až na výjimky (např. Lysečský potok) zvýšila druhová bohatost (celkem 40 druhů jepic) i početnost na jednotlivých lokalitách. Pozitivní je především rozšiřování typicky horských druhů *Rhythrogena hybrida* a *R. hercynia* (obr. 14) – tento rod z čeledi Heptageniidae (proudné jepice) je obecně považován za vysoce citlivý k pH. Byly nalezeny i některé druhy nové pro Krkonoše (*R. circumtatica*) a ČR (např. *R. austriaca*, *R. colmarsensis*), ale vzhledem k náročnosti determinace této skupiny to bude třeba potvrdit početnějším sběrem larev i dospělců. Společenstva vrcholových partií přetrvávají typicky druhově chudá, s dominantní acidofilní jepicí horskou (*Ameletus innopinatus*). Ostatní druhy, které výrazně zvýšily početnost, např. jepice předjarní (*Baetis rhodani*), *Ephemerella mucronata* nebo *Habroleptoides confusa*, jsou spíše širokovalentní (euryvalentní) a ubikvistní, tedy schopné využívat širší spektrum ekologických podmínek. Tyto druhy se šíří napříč celou Českou republikou (blíže projekt RIVER-CHANGE), poukazují tedy pravděpodobně na počínající homogenizaci společenstev.

Bylo nalezeno celkem 53 druhů pošvatek, nejhojněji se vyskytovali zástupci z druhové skupiny okolo *Leuctra inermis*. Bohužel nebyl prokázán výskyt vzácných horských druhů *L. rosinae*, *Arcynopteryx dichroa* nebo *Protonemura brevistyla* (Špaček 1999, Bojková a Špaček 2006). Pro potvrzení těchto druhů je však třeba provádět cílený faunistický průzkum. Naopak přítomnost vzácných horských a podhorských

druhů *Taeniopteryx hubaulti* a *L. major* v Krkonoších (Bojková a kol. 2013) průzkum na několika lokalitách doložil. Chrostíků bylo zaznamenáno 74 druhů.

Odběr fytozobentosu byl proveden podle národní Metodiky odběru a zpracování vzorků fytozobentosu tekoucích vod (Marvan a Heteša 2006). Vzorky pocházely z 25 profilů, zjištěno bylo 78 druhů rozsivek a 16 druhů ostatních řas a sinic (oproti 71 druhům rozsivek a 48 druhům ostatních řas a sinic v r. 2015). Mezi lety 2015 a 2020–22 tudíž došlo i k zásadnímu posunu ve složení společenstva fytozobentosu (blíže graf na webové stránce). Jako bohaté se ukázaly lokality Smrčinový potok (39 druhů rozsivek) a Labe pod soutokem s Medvědí potokem (37 druhů rozsivek a 10 druhů ostatních řas a sinic), naopak jako nejchudší Černohorský potok (10 druhů rozsivek). Rozsivka *Achnanthydium minutissimum* se nově vyskytovala na všech odběrných profilech, k široce rozšířeným patřilo dalších 6 druhů rozsivek, mezi nimi *Diatoma mesodon*, kdežto *A. pyrenaicum*, všudypřítomná v r. 2015, se již tolik neobjevovala. Na druhou stranu, 34 druhů rozsivek a 10 druhů ostatních řas bylo potvrzeno pouze na jedné lokalitě, z čehož se dá usuzovat na velkou diverzitu a odlišnost jednotlivých společenstev. Biodiverzitu konkrétních společenstev tvořily hlavně rozsivky, na biomasu ale většinou dominoval jeden druh vláknité řasy. Společenstva nárostových sinic a řas na většině sledovaných profilů jsou tvořena druhy typickými pro kyselé horské toky chudé na živiny (rody *Achnanthydium*, *Eunotia*, *Pinnularia* a *Psammothidium*). Díky tomu je celkový saprobní index těchto společenstev nízký až velmi nízký (1,0 a nižší), navzdory přítomnosti druhů s vysokým saprobním indexem (rozsivky rodů *Navicula*, *Nitzschia*, *Planothidium* a *Cocconeis pediculus*), které byly zaznamenány zatím jen v malých počtech, nicméně sama jejich přítomnost v horských tocích je alarmující a opět poukazuje na sílící eutrofizaci.

Co se týče hodnocení kvality povrchové vody, vzorkování neproběhlo v dostatečné četnosti a bylo provedeno pouze orientační určení kvality. Při srovnání dat v čase (viz graf na webu Živý) je patrné zvýšení amoniakálního dusíku a termotolerantních koliformních bakterií, které rovněž poukazují na plíživou eutrofizaci. Sice stále přetrvává pro horské toky typický poměr chemické a biochemické spotřeby kyslíku CHSKCr/BSK5, kdy ve vodě převažují těžko



rozložitelné organické látky (humínové – vzniklé rozkladem převážně rostlinných zbytků), zároveň ale mezi lety 2015 a 2020 až 2022 došlo k navýšení koncentrace lehce rozložitelných organických látek (typicky živočišného původu). Bylo zopakováno hodnocení acidity, mezi výsledky z let 2015 a 2020–22 nebyla zaznamenána žádná zásadní změna, většina profilů byla klasifikována do třídy II., tedy stav převážně neutrální až obecně mírně kyselý (2015: 21 z 25 profilů, 2020–22: 39 z 65 profilů). Spolu se snížením množství síranů ve všech povodích to svědčí o ustupující acidifikaci, kterou hlavně v povodí Labe a Jizery popsal J. Špaček (2015). V povodí Úpy byl zjištěn mírně vyšší obsah vápníku, což jen potvrdilo dřívější pozorování o vyšší kyselinové neutralizační kapacitě východokrkonoských toků.

Data shromážděná během monitoringu zoo- a fytobentosu a fyzikálně-chemických ukazatelů byla využita pro zhodnocení ekologického stavu povrchových vod, které má sloužit k identifikaci degradovaných úseků toků. Vše probíhalo podle schválených postupů (vycházejících z požadavků Rámcové směrnice o vodní politice EU). Na 25 profilech, kde bylo možné stav srovnat s r. 2015, nedošlo k zásadní změně. Na většině profilů je stav hodnocený jako dobrý (třída II.), v r. 2015 to bylo 14 z 25 profilů, v období 2020–22 pak 44 z 65 profilů. Mezi hodnocenými úseky se nevyskytuje žádný, který by spadl do kategorie poškozený (IV. třída) nebo zničený (V. třída). Výsledky v zásadě potvrdily, že v případě citlivých oligotrofních horských toků se na ekologické hodnocení není možné zcela spoléhat. Ne vždy totiž dokáže zaznamenat drobné zhoršení stavu třeba vlivem vypouštění odpadních vod, které ale může mít fatální dopad. Na území, jako je Krkonoský národní park, určitě nelze provádět hodnocení mechanicky, vždy musíme vzít v úvahu celkové podmínky a požadavky, bez ohledu na platné limity znečištění.

Zajímavé lokality

Mumlava teče na západě Krkonoš v oblasti přirozeně acidifikované. Společenstvo je zde proto extrémně chudé, s dominantními druhy charakteristickými pro silně okyselené toky Krkonoš, ale i Jizerských hor, tedy pošvatkou *Diura bicaudata* a chrostíkem *Plectrocnemia conspersa*. Díky geologické stavbě podloží, okolní vegetaci, charakteru pramenné oblasti a východo-západní orientaci umožňující zvýšenou depozici znečišťujících látek dosáhla antropogenní acidifikace před koncem 20. století extrémních hodnot (kolem pH 2). Nyní dochází ke zdánlivě pozitivnímu ovlivnění Mumlavy pod Harrachovem odpadními vodami, které vzhledem k jejich obvykle zásaditému charakteru do určité míry neutralizují acidifikaci. Na to reagují tolerantnější organismy a zvyšuje se diverzita druhů (ze 41 v profilu nad Harrachovem na 60 druhů pod čistírnou odpadních vod, ČOV). Avšak společenstvo, které zde takto vzniklo, nekoresponduje se společenstvem původním. Je to dobře vidět na příkladu jepic – na horním profilu byl nalezen druh jeden v nízké početnosti, na spodním profilu jich nalézáme 8 a některé i poměrně početné. Je tedy třeba mít na paměti, že jde o kombinované dvojí znečištění, pohybujeme se v oblasti velmi citlivých oligotrofních ekosystémů, kde již mírné zvýšení živinových poměrů může vést k výrazným negativním změnám v ekosystému. Vliv eutrofizace je dobře patrný na rozdílu mezi společenstvem fytobentosu v Mumlavě nad Harrachovem a pod harrachovskou ČOV. Až na některé široce rozšířené druhy nemají společenstva fytobentosu těchto profilů žádné společné druhy a dochází zde takřka ke kompletní obměně složení. Navíc se pod ČOV objevují i druhy se značně vysokým saprobním indexem.

Na východě národního parku teče Lysečinský potok, který je v oblasti Krkonoš zcela unikátní, především kvůli výjimečné biodiverzitě (87 taxonů). Přirozeně málo

acidifikovaný potok se díky specifickému geologickému podloží velmi dobře vyrovnal s obdobím antropogenní acidifikace. A to přesto, že byla v souvislosti s acidifikací odlesněna velká část jeho pramenné oblasti. Nejcennějším druhem je zde endemická jepice krkonosská (*Rhithrogena corcontica*). Na dolní části potoka, který protéká obcí Horní Lysečiny, lze již pozorovat ovlivnění mírně zvýšenou trofií. Podle profilu v obci by byl z hlediska běžného toku v této nadmořské výšce hodnocen jako dobře zachovalý, druhově pestrý ekosystém. Z pohledu porovnání s neovlivněným profilem výše proti proudu nad obcí je místní ekosystém ale silně poškozený.

Závěrem

Z výše uvedeného je patrné, že není možné jasně kvantifikovat vliv antropogenní acidifikace na oživení vodních toků v Krkonosích vzhledem k nedostatku předchozích dat. Zároveň ale můžeme konstatovat, že vodní toky se z acidifikace úspěšně zregenerovaly, i když ne vždy do stavu původního. Dá se předpokládat, že jak se bude rozšiřovat poznání bioty krkonosských vodních ekosystémů, bude dále narůstat počet známých druhů. Z prezentovaných výsledků ale také jasně vyplývá, že krkonosské toky a organismy na ně vázané budou čím dál více ovlivňovány dvěma faktory – oteplováním a eutrofizací. Globální negativní vliv na vodní ekosystémy představuje klimatická změna, která se projevuje jednak přímo rostoucí průměrnou teplotou vodních toků, jednak nepřímou změnou hydrologického režimu, dřívějším táním sněhu na jaře, častějšími oblevy v průběhu zimy a většími výkyvy v objemu srážek. Chladnomilná vodní biota může reagovat přesunem do větších nadmořských výšek – v horách ovšem brzy nebude mít kam ustupovat – nebo bude vytlačena druhy méně náročnými na podmínky. I když jde o globální příčinu, lze negativní vlivy aspoň částečně zmírnit i na lokální úrovni,



13



14



15

7 Číhalka *Ibisia marginata* (hnízdotvor-kovití – Athericidae, dvoukřídlí – Diptera). Její larva obývá podhorské a horské toky. Podmínkou je přítomnost listnatých stromů v břehové zóně, na listy kladou samice vajíčka. Dospělci i larvy jsou draví.

8 Larva chrostíka *Drusus chauvinianus* (dříve řazen do rodu *Anomalopterygella*; chrostíci – Trichoptera). Žije v podhorských a horských tocích po celé ČR.

9 Chrostík *Plectrocnemia conspersa* – larva. Velmi běžný druh prameništ a menších toků celé ČR. Nevadí mu ani silně acidifikované toky.

10 Larva chrostíka *Hydropsyche instabilis*. Běžný druh podhorských oblastí v celé republice

11 Chrostík *Potamophylax rotundipennis*, larva. V Krkonoších se vyskytuje pouze v nejnižších částech. Preferuje nížinné a pahorkatinné toky. Snáší i zvýšený obsah živin ve vodě.

12 Larva jepice *Baetis alpinus* (Ephemeroptera). Jeden z nejběžnějších druhů jepic horských potoků. Nesnáší ale acidifikované toky.

13 Jepice peřejová (*Epeorus assimilis*), larva. Běžný druh, který se vyskytuje především ve středně velkých tocích od nížin do hor. Zástupci tohoto rodu jsou zajímaví tím, že mají na zadečku jen dva štěty (podobně jako pošvatky), pro jepice bývají typické spíše tři štěty.

14 Jepice *Rhithrogena hercynia*, larva. Žije v čistých neacidifikovaných podhorských a horských tocích. V červeném seznamu NT – téměř ohrožený druh

15 Larva pošvatky *Diura bicaudata* (Plecoptera). Dravý druh, který se vyskytuje v menších tocích. V Krkonoších ho lze nalézt až do nadmořské výšky 1 400 m. Snáší silnou acidifikaci. Spolu s chrostíkem *P. conspersa* a jepicí *Siphonurus lacustris* zde tvoří hlavní složku společenstva silně acidifikovaných toků.

16 Pošvatka *Nemoura mortoni* – larva. Druh podhorských a horských toků po celé ČR

17 Vodule proudovka nepravidelná (*Torrenticolla anomala*). Vodní roztoč (Acariformes) žijící na dně horských a podhorských toků

18 Larva přísalky *Liponeura cinerascens* (přísalkovití – Blephariceridae, dvoukřídlí). Přední část těla larvy z břišní strany. Nejběžnější druh rodu. Larvy žijí v čistých neacidifikovaných tocích v silném proudu na horní straně kamenů. Přidrží se pomocí kruhovitých přísavek na břišní straně tělních článků. Jsou poměrně náročné na kvalitu vody a lokalit s jejich výskytem ubývá. Snímky J. Špačka, není-li uvedeno jinak



16



17

především snahou udržet stávající teplotní režim toků, tedy zbytečně nenarušovat místní mikroklima plošným odlesňováním zdrojnic a okolí vodních toků, které má za následek i erozi a nadměrný přísun jemnozrnného materiálu do toků. Neměnit teplotní režim výstavbou nádrží a jezů, kde se zpomalená voda lépe prohřívá a narušuje se chod splavenin a které zároveň přispívají k nepřirozené nadměrné akumulaci jemnozrnného materiálu. Zásadní vliv na hydrologický režim mají odběry vody zejména pro malé vodní elektrárny a za účelem zasněžování. Odebírání vody v důsledku přispívá i k prohřívání, přičemž kritická jsou jak letní období nízkých průtoků, vysokých teplot a výparu, tak začátky zimy, kdy při prvním vhodném ochlazení zahájí lyžařské areály provoz zasněžovacích zařízení, byť v povolených limitech. Ohrožené jsou zvláště drobnější toky s přirozeně nízkými průtoky.



18

Hlavním lokálním rizikem pro vodní toky je eutrofizace vlivem vypouštění odpadních vod, a to i po průchodu ČOV, které nezachytí např. množství fosforu, jenž se podílí na zvyšování úživnosti. V praxi je značně komplikované najít účinný způsob omezení tohoto negativního vlivu, vzhledem k tomu, že nelze regulovat vstup odpadních vod vcelku, pouze nastavovat limitní objemy a koncentrace pro jednotlivé zdroje, a není v zásadě možné určit, jaké zatížení je pro tok a jednotlivé druhy hraniční. Obecně se dá konstatovat, že horské a podhorské toky by měly splňovat xeno- až oligosaprobni parametry, tedy nepatrný až nízký obsah hnílobných látek, to znamená pro xenosaprobitu mezní hodnotu BSK₅ 1 mg/l (Sládeček a Tureček 1974; u xenosaprobity jde typicky o pramenité vývěry a horské bystřiny, u oligosaprobity např. o čisté pstruhové a lipanové horské bystřiny). Na takových lokalitách můžeme najít citlivé druhy vázané na xenosaprobitu, jako jsou jepice *Ameletus inopinatus* a *Baetis alpinus*. S ohledem na již nyní limitní hodnoty BSK₅ existuje riziko, že jakékoli i nepatrné zhoršení kvality vody může zapříčinit vymizení citlivého druhu z dané lokality. Správa KRNP se snaží rizika eliminovat především snahou přednostně vypouštět přečištěné odpadní vody do vod podzemních.

Vzhledem k uvedeným negativním vlivům není možné si informace o narůstající biodiverzitě vodních bezobratlých v krkonošských tocích vykládat tak, že tento vývoj bude jediný možný. Právě naopak, pokud se nám nepodaří negativní vlivy alespoň částečně omezit, je pravděpodobné, že antropogenní acidifikaci brzy vystřídá antropogenní eutrofizace.

Projekt Analýzy byl financován z Operačního programu Životní prostředí.

Použitou literaturu a doplňující grafy najdete na webové stránce Živy.