LIMNOLOGICKÉ NOVINY

LIMNOLOGICAL NEWS

Číslo 2	Říjen 2020	ISSN 1212-2920

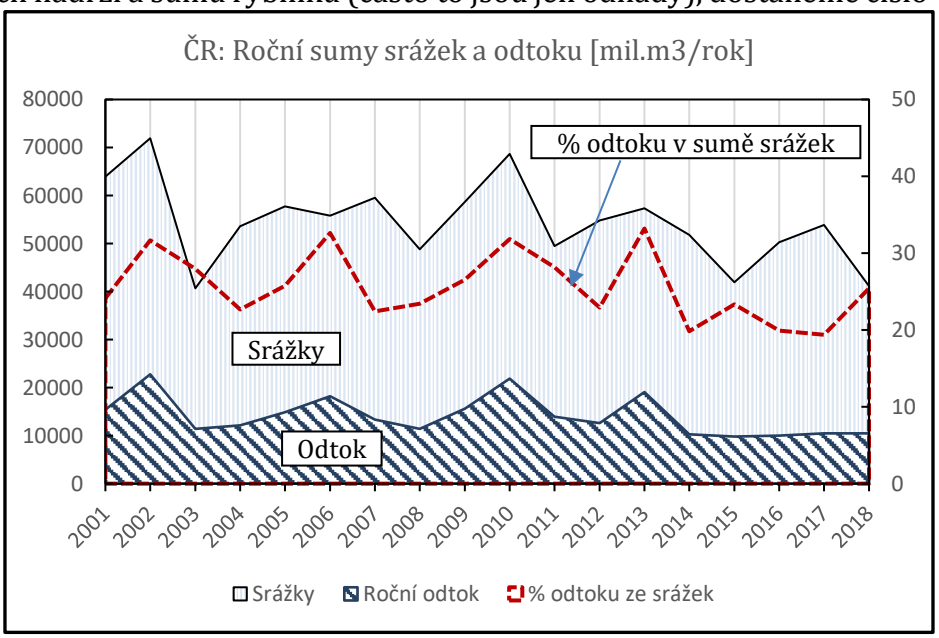
Jak jsme na tom s vodou (jak to vidí JKF)

Josef K. Fuksa

Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, v. v. i., Praha

I ten nejzarytější hydrobiolog asi občas vystrčí nos zpod hladiny na své oblíbené lokalitě a podívá se odkud kam a proč to směřuje/proudí, a proč jinak než předloni, nebo dokonce zamlada. Dovolil bych si proto několik seniorských poznámek k obecné situaci s vodou na naší „střeše Evropy“. Pokud to někdo dočte až do konce a pak se rozhodne, že je to jinak a začne diskutovat, budu potěšen.

Obecná moudra: Všecka naše voda musí nejdříve napršet – to měří srážkoměrná síť ČHMÚ. Taktéž se solidně měří to, co odteče řekami, měrných profilů stačí několik – Hřensko, Lanžhot, Pohansko, Bohumín, Hrádek nad Nisou a ještě nějaké drobnosti. Roční bilance srážky/odtok od roku 2000 (data z ročenek) jsou na obr. 1. Samozřejmě jde o roční sumy, realita je jiná každý den a noc a můžeme různě propočítávat časové posuny, ale meziroční rozdíly nejsou nijak dramatické. Vidíme, že od nás standardně odtéká pod 30 % naměřených úhrnů srážek. Můžeme k tomu přidat jedno až dvě procenta na odtok podzemních vod (na jižní Moravě), ale to je celá bilance. Když se dále podíváme do ročenek, zjistíme, že kolem 5 % ročního odtoku projde systémem pitná/odpadní voda. A když posčítáme objemy registrovaných nádrží a sumu rybníků (často to jsou jen odhady), dostaneme číslo kolem 30 % sumy průměrného ročního odtoku – to už je ale číslo statické a do naší úvahy by muselo být korigováno na doby zdržení. Dosti omezenou částí tohoto objemu (nelze je jednoduše vypustit!!) se dá regulovat roční průběh odtoku (viz Vltava živená v létě Orlíkem), ale musí se to během roku zase doplnit. První otázka tedy je „Kde je ta voda?“ (Voli jí vypili 5 %, ale vrátili ji, páni „na hřbitově zakopáni“ nevadí, protože jev je cyklický). Určitě ji nenaměříme ve srážkoměrech třikrát, ani ji nevyvezeme v potravinách. Ročenky ten 70 % rozdíl suše



Obr. 1: Roční sumy srážek a odtoku z území ČR (mil m³/rok). Tečkovaná čára: procento odtoku ve srážkách (pravá stupnice). Zdroj dat: Ročenky životního prostředí ČR.

komentují jako evapotranspiraci. Tedy v položkách jako půdní voda, rosa, mlha, voda v biomase, stroj regulující klima denním cyklem odparu a kondenzace atd.

Hezky ten problém popisuje koncept zelené a modré vody [1]. Modrá je ta část srážek, která dosáhne hladiny podzemní vody, jezera nebo vodního toku a vydá se na cestu k moři. To je ta voda pro limnology, biotop pro vodní organizmy, a také fenomén formující krajinu, pohánějící mlýny a hydroelektrárny a šumící v legendách a písních coby Vodýš. Zelená voda je podíl, který „po dopadu" cirkuluje v atmosféře, půdě, biomase atd. Tady je problém – nedá se ani pořádně vidět, natož měřit, zpoplatnit atd. A proto problémy s vodou řeší standardní způsob vodohospodaření útokem na tu modrou. Ta je veřejným statkem, nebo (ve vodovodních systémech apod.) i vlastnictvím, je předmětem vodního a dalších zákonů a vyhlášek, které samozřejmě regulují především její užívání. Vrcholem je stále Rámcová směrnice pro vodní politiku ES (2000/60/EC) [2], která vodu chytře chrání jako dlouhodobý zdroj a do našeho národního práva se výrazně promítá. Problém je ovšem v tom, že přesunování modré vody zpět do režimu zelené (např. zavlažování) samozřejmě dále snižuje odtékající podíl. V řadě států jsou spory horňáků a dolňáků o vodu na pokraji války, nejen v dějepise, a obecně to vypadá, že nebude lépe ani v Evropě. Tak bychom měli šetřit i tu zelenou vodou, nejen proto, že tvoří většinový podíl, ale proto, že tam jsou rezervy. Jde to? Zajisté, ale musí se chtít. Problémy se zelenou vodou jsou v její neviditelnosti a relativní nepostižitelnosti a v tom, že patří do sektoru zemědělství, protože její režim je kontrolován hospodařením na pozemcích či „v krajině", samozřejmě včetně lesů a smrkových plantáží. A úředně tedy do rezortu zemědělství, kam dnes patří i klasické vodní hospodářství, v jednotě je prostě síla. Selský rozum praví, že naše zemědělství je a bude závislé na srážkách, protože vegetační sezóna je jednoduše daná zeměpisnou šířkou. Různé sofistikované zásobní a zavlažovací systémy mohou fungovat jen někde (zelinářství, sady) a zkušenosti z tradičně suchých slunečných krajin jsou výborné pro inspiraci k technickým detailům, ale pěstování obilovin, brambor apod. obecně nevyřeší.

Když se vrátíme k osudu srážkové vody – kolik z ní se dostane do půdy a „zdrží se", kolik se rychle odpaří a kolik rychle odteče, vidíme dnes všichni problém ve stavu zemědělské půdy (snížená schopnost absorbovat vodu, eroze apod.) a také v postupující klimatické změně – vyšší teplota vzduchu vede k vyššímu odparu a transportu vody „pryč" a k pozdějšímu vypadávání zpět z atmosféry jako srážky. Navíc je tu efekt rozsáhlých ploch (střechy, velké lány), které se ohřívají a podporují proudění horkého vzduchu do velkých výšek a stahují také vlhký vzduch z okolí. A tak dále. A s teplotou roste i výpar z hladiny nádrží, čili snižuje se efektivita „skladování vody". (Metodik výpočtu odparu je hodně, v létě ale můžeme počítat s hodnotami až k 10 mm/den.) Proto je zásadní otázka, kterou by měl vždycky položit stát jako zásadní zadavatel projektů na šetření vodou, ochranu životního prostředí atd.*: Ušetřím své peníze za vodu pro svůj byznys, nebo šetřím vodu obecně, na úrovni povodí atd.* Zatím funguje spíš to první, mj. proto, že je to ve všech směrech jednodušší. Ale musí tu pak být pojistka proti zneužití ve smyslu Jevonsova paradoxu – ušetřené peníze nesmí „subjekt" jednoduše investovat do rozšíření svého byznysu, tj. spotřebovat stejné nebo i větší množství vody „účelněji", za stejné peníze. Tím k obecné úspoře vody nedojde, efekt je spíše opačný. A je nutno vždy provést mezisektorové posouzení zisků a ztrát – široké a poctivé, nejen v zájmové oblasti žadatele/investora/příjemce benefitů. Grafton [3] shrnuje zásady efektivního hospodaření s vodou pro závlahy (modrou i zelenou) v pěti úrovních, lze je použít i obecně:

1. Budget musí být sestaven na úrovni povodí, ne na úrovni obce, zemědělské jednotky, firmy apod.
2. Ušetření nákladů na spotřebě (vody) nesmí být důvodem k rozšíření spotřeby.
3. Je nutno zavést podrobná měření všech toků a rizik.
4. Celkovou spotřebu regulovat rozumnou dotační politikou, ne nezávisle pro jednotlivé skupiny spotřebitelů/uživatelů.
5. Zavést do systému „odpovědi" veřejnosti a tlak na změny chování příjemců podpor (zemědělců apod.).

A pak tu máme „literu i ducha“ všeobecně známé Rámcové směrnice (2000/60/EC) – ochranu vodních (a na vodě závislých) ekosystémů jako dlouhodobých zdrojů, která toto (už v roce 2000) rozvedla i do politických, sociologických a ekonomických požadavků. I v ní už můžeme pochopit, že Vodýš umí na lučinách jen ve spolupráci s Borýšem ve skalinách či v krajině.

Vraťme se k naší limnologické modré vodě. Jakost našich řek se v období 1985-2000 významně zlepšila, hodnoty „klasických“ ukazatelů jako CHSK a BSK dnes dokonce mají na dolních tocích tendenci k sezónním cyklům podle primární produkce (obr. 2). Příčinou je výstavba a rekonstrukce ČOV a také zánik některých znečišťovatelů. Obecný problém je stále eutrofizace, protože i když čistírenské procesy odstraňují fosfor s účinností k 90 %, výsledné koncentrace jsou stále vysoké. ČOV také dnes odstraňují z odpadních vod významné podíly dusíku a vypouštějí jej povětšině jako stabilní dusičnan. Amoniakální dusík dávno zmizel, vyskytuje se jen občas přímo pod čistírnami, ale je v řece rychle nitrifikován na dusičnan. Koncentrace $N\text{-}NH_4$ v Hřensku v sedmdesátých letech by vyžadovaly k nitrifikaci kvanta kyslíku srovnatelná s tehdejším BSK5. V řekách ovšem dnes tečou koncentrace dusičnanového dusíku na úrovni 3-5 mg/l, což je zásadní problém pro eutrofizaci oceánů. Jakkoliv je nutno vypouštění dusíku z ČOV stále snižovat, podílí se dnes na výsledných koncentracích $N\text{-}NO_3$ v řekách jen cca 25 procenty, podstatný přísun přichází „z krajiny“, z hospodaření. Budoucnost?: Fosfor se pomalu stává strategickou surovinou a jeho vypouštění lze technicky kontrolovat, pro dusičnan ale vypadá situace na dlouhé roky stabilně.

Objevily se ovšem nové položky v seznamu znečištění. Zčásti je odkryl pokles těch klasických, zčásti se objevily na trhu nově, a denně přicházejí do oběhu nové produkty. Rezidua DDT a PCB apod. nacházíme v řekách stále, koncentrace rtuti obecně poklesly pod citlivost standardních metod (takže o rtuti vlastně nic nevíme), ale problém je spíše v komunálních ČOV, protože průmyslové lze kontrolovat a přinutit producenty aby zvýšené náklady na čištění odpadních vod zahrnuli do ceny výrobků. (To ovšem žene výroby do Číny apod.) ČHMÚ dokumentuje historickou i čerstvou zátěž podzemních vod různými pesticidy ze zemědělství a vidíme také jejich periodický výskyt v řekách podle termínů „agrochemických zásahů“. Pro komunální ČOV jsou zásadní látky z kategorie PPCP (Pharmaceuticals and Personal Care Products), které prošly domácnostmi a jejich obyvateli a skončily v domácích odpadních vodách. Jejich spektrum stále roste, jednak proto, že do oběhu přicházejí stále nové, jednak proto, že se stále zlepšují analytické metody (10 let staré „koncentrace“ mohou znamenat něco jiného, než odezva stejné látky stanovená dnes). Řada farmak je vysoce rezistentních (když přežila v našich útrobách, tak zvládnou i klasickou ČOV) a přicházejí třeba do Prahy i přes Orlík a Slapy. Před lety veřejnost vzrušovaly hlavně endokrinní disruptory typu hormonů, dnes jsou podstatné disruptory typu např. bisfenolů („slabší“, ale hojně se vyskytující), a mezi nalézanými látkami se dnes vyskytují významné podíly různých „psychofarmak“ – u nás především karbamazepin, gabapentin, venlafaxin, tramadol. Uvážíme-li, že zdrojem je jasně ČOV a řeka pak farmaka vede dále krajinou, je ohrožení např. podzemních vod v nivě silné už dnes, pro vodárenské nádrže je otázkou času. Jedna cesta je posílit technologie úpravy pitné vody, to si ovšem mohou dovolit jen velké úpravny a princip problému to neřeší. A pak je tu dnešní problém „sucho“. Čistírny odpadních vod fungují celý rok celkem stejně, ovšem vypouštějí do proměnlivých toků (průtok, teplota vody atd.). Za dlouhodobého sucha tak může být jejich vliv na tok zásadní, i když splňují všechny dnešní limity – další důvod proč přehodnotit přístupy k hodnocení jejich významnosti. A pak tu máme různé projekty k dalšímu využití řek všeho druhu, malé i obrovské až pyramidální – pro ně je nutno předem provést solidní zhodnocení podle pěti bodů uvedených výše.

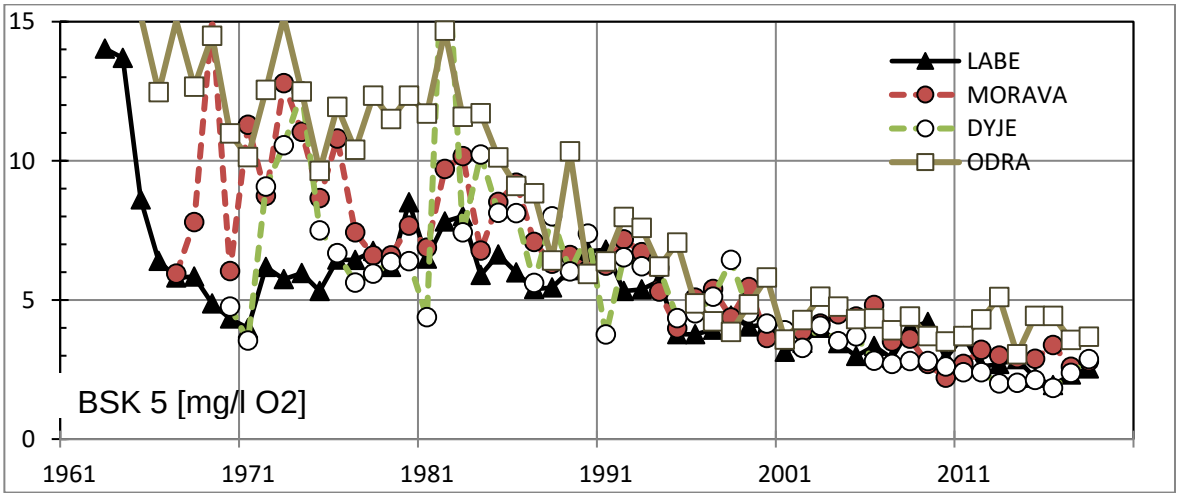
Obecně platí, že bodové zdroje znečištění lze technicky zvládnout, byť ne hned, a ne bez významných dopadů na ceny vodného a stočného a možná i některého zboží. Na technologie odstranění farmak a dalších specifických polutantů z odpadních vod si ještě počkáme – ale musíme je chtít a podporovat jejich vývoj. Pro nebodové zdroje tohle neplatí a pro jejich kontrolu jsou nutná rozsáhlá systémová opatření, která jsou v rukou MZe a až po něm také MŽP a osvícených organizací i jednotlivců. (Instituce tím nekrititizujeme ani nechválíme!) Docela se to podobá možnostem kontroly a ochrany „množství“ zelené a modré vody, popsané v první části. V téhle situaci jsou stejně tak naši sousedé a řešení je v systémových změnách hodnocení priorit, zaměřených na budoucnost,

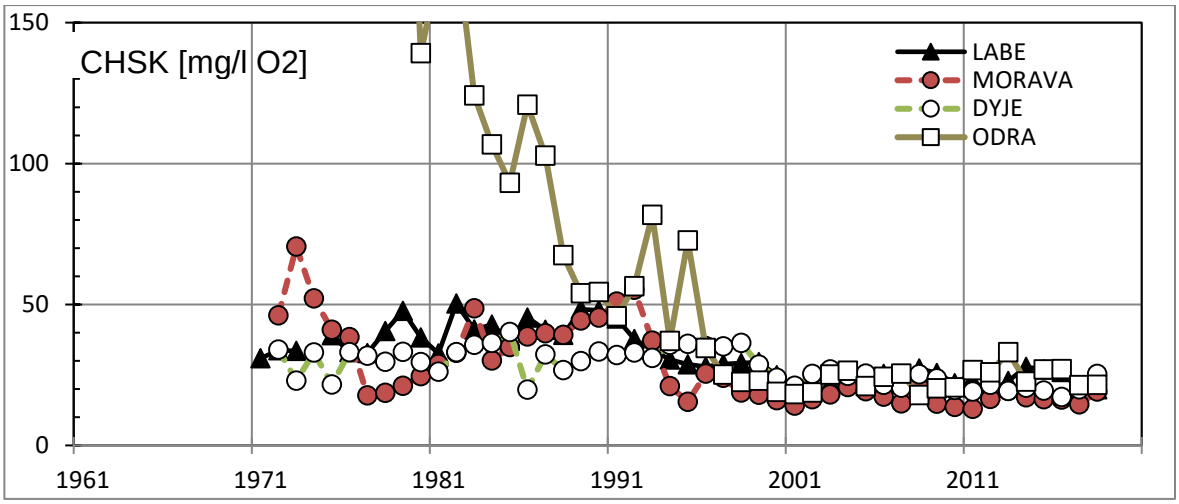
na tu vzdálenější než čtyři roky. Ale ne až za obzor, který jak známo vždycky zmizí, když se k němu přiblížíme. Na to jsme přece přišli už když jsme byli malí, jen nezapomenout.

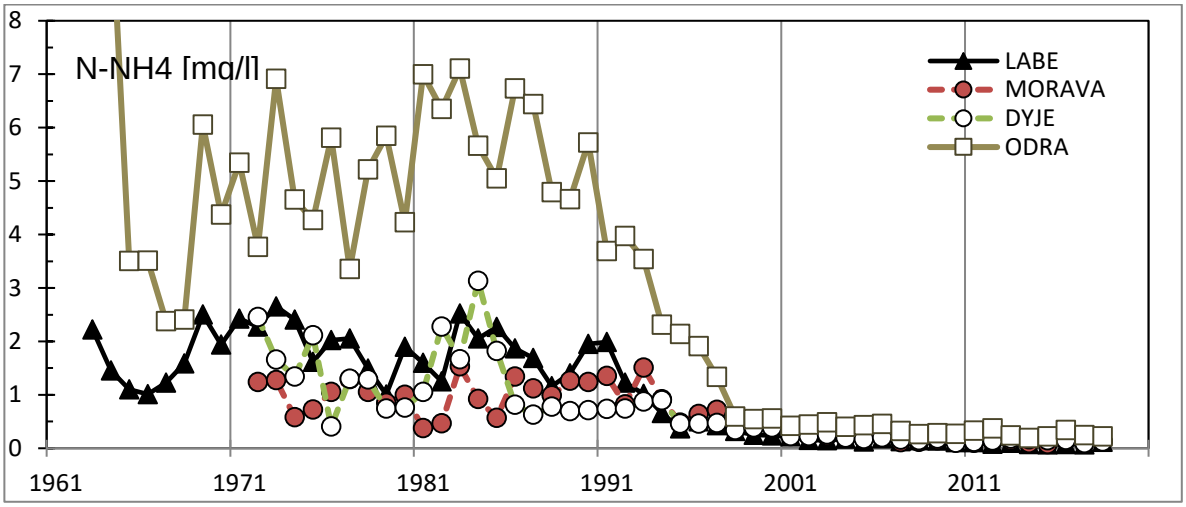
Josef K. Fuksa, VÚV TGM, Praha, 13. května 2020

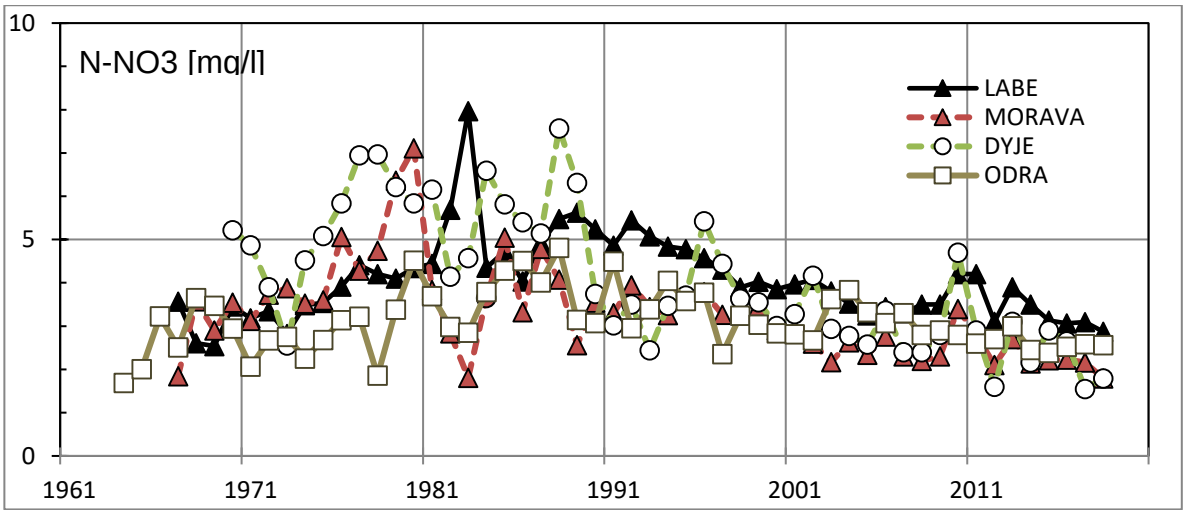
Literatura:

1. Falkenmark, M. and J. Rockström (2006): The New Blue and Green Water Paradigm: Breaking New Ground for Water Resources Planning and Management. Journal of Water Resources Planning and Management 132(3): 129-132.
2. Směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady z 23. října 2000 ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. Aktualizovaný pracovní překlad s anglickým originálem. Úplné znění, zahrnující text Přílohy X. (Rozhodnutí č. 2455/2001/ES Evropského parlamentu a Rady ze dne 20. listopadu 2001 ustavující seznam prioritních látek v oblasti vodní politiky a pozměňující směrnici 200/60/ES). Praha, Ministerstvo životního prostředí, odbor ochrany vod, srpen 2003, 98 s.
3. Grafton, R. Q., et al. (2018): The paradox of irrigation efficiency. Science 361(6404): 748-750.







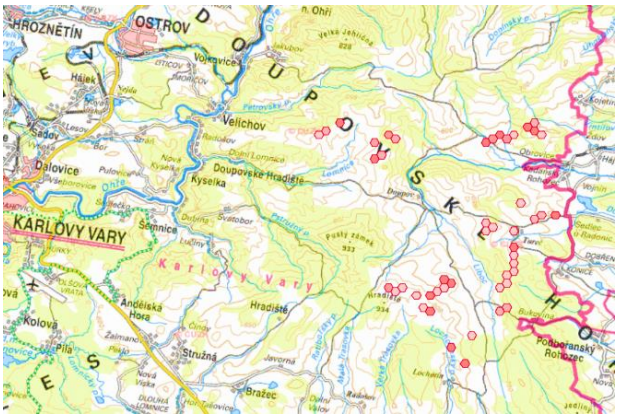


Obr. 2-5: Roční průměry hodnot BSK 5 a CHSK a koncentrací amonného a dusičnanového dusíku v uzávěrných profilech hlavních povodí ČR.

Vojenský újezd Hradiště – ráj velkých lupenonožců

Veronika Sacherová (text i foto)
Katedra ekologie, Přírodovědecká fakulta UK Praha

Podle mnoha pozorování obývají velcí lupenonožci dočasné vody na území vojenských cvičišť s velkou oblibou. Začali se sem rozšiřovat pravděpodobně od samotného vzniku újezdů po druhé světové válce, i když větší průzkumy byly prováděny až po roce 1989. Vojenský újezd Hradiště, respektive Doupovské hory, byly naposledy důkladně prozkoumány v letech 2005 až 2011 (Matějů a Zavadil, 2012), i když podle nálezové databáze AOPK (současný stav viz mapka) jsou navštěvovány každý rok (nejčastěji kolegové P. Jiskra, J. Matějů, V. Melichar, J. Rolková, P. Tájek, V. Zavadil a další).



Lokality, které lupenonožcům vyhovují nejvíce, jsou ty, které jsou pravidelně projížděny vojenskou technikou (nebo technikou Vojenských lesů a statků) a jsou tudíž bez vegetace a dostatečně hluboké, takže se v nich lépe zadržuje dešťová voda. Autoři studie z roku 2012 upozorňují na dva možné scénáře zániku vhodných lokalit – přerušení používání cest nebo jejich vyrovnání zahrnutím prohlubní. V první variantě tůně rychle zarůstají, s čímž souvisí změna společenstva, která většinou vede k vymizení lupenonožců. V druhé variantě pak lokality úplně zaniknou. Jaký je tedy stav lokalit – většinou louží na cestách – v současné době? Ubývají lokality nebo se objevují nové? Je žábronožka letní (*Branchipus schaefferi*) zastoupena méně než listonoh letní (*Triops cancriformis*), jak vyplývá z nálezové databáze i minulých publikací?

V letech 2019 a 2020 jsem v rámci projektu AOPK sledovala výskyt velkých lupenonožců na území Doupovských hor (Foto 1). Návštěvy proběhly v obou letech v červenci až září, snahou bylo navštívit lokality dřívějších nálezů i prozkoumat nová místa. Zejména v prvním roce však byla řada míst přes velkou snahu v době návštěvy bez vody. Za oba roky jsem nalezla celkem 16 lokalit s populací žábronožky a 8 lokalit s listonohy. Nálezy většinou kopírovaly místa, kde byl daný druh nalezen v minulosti, ale v několika případech jsem žábronožky nalezla v místě, ze kterého byli dříve zaznamenáni jen listonozi nebo nic. Kdybychom brali v úvahu jen má pozorování, závěr by byl takový, že žábronožky jsou v Doupovských horách běžnější než listonozi. Stejně jako u ostatních druhů velkých lupenonožců tedy určitě platí, že soubor podmínek k líhnutí je komplexní a není naplněn každou sezónu a při každém zalití louže/tůně. Pro pravdivou představu bychom museli všechny lokality navštěvovat například ve dvoutýdenních intervalech po celou vegetační sezónu. Důkaz přítomnosti druhu tak někdy najdeme jen v podobě vysušených těl na povrchu dna vyschlé louže (Foto 2). Je tedy nicméně možné, že žábronožky jsou v Doupově rozšířené více, než se zdá, což je pro tento druh určitě dobrá zpráva, a už příliš nezáleží na tom, zda je to díky jinému načasování odběrů nebo většímu rozšíření druhu oproti minulosti.

Pravdou nicméně zůstává, že lokality v újezdu zanikají. Dvě z cest, na nichž bylo v minulosti popsáno mnoho louží s lupenonožci, úplně změnily charakter. Cesta kolem dopadové plochy střelnice Mětikalov zhruba v úseku od vrcholu Nad Zunou po Seč je nyní upravena na 10 m širokou hladkou cestu a žádná tůň se na ní nenachází. Naopak cesta, která z jihu zprava obchází vrchol Dubina směrem na Tureč, je nepoužívaná a zcela zarostlá, v tůních bylo bohaté společenstvo bezobratlých včetně velkých predátorů, jako jsou larvy brouků, a lokality tak pro lupenonožce už nebyly vhodné. Na druhou stranu byli lupenonožci nově nalezeni na cestě u Kloboukového vrchu nebo u Kameniště, takže je vidět, že opravdu stačí, aby se vojenská technika po cestách pohybovala, a cysty lupenonožců se na nová místa dostanou. V tůňkách, které se nacházely zcela mimo cesty, jsem navíc nikdy lupenonožce nenašla.

Nejideálnější lokality se tedy nachází na cestách, kde cvičení probíhají často, jako je například cesta v blízkosti Turče (Foto 3), kde jsou prohlubně (ač se to z fotografie nezdá) opravdu hluboké. Důkazem úspěšného přenosu vajíček lupenonožců na kolech a pásech je jejich výskyt v loužích na několika výše položených místech, mezi nejkrásnější bezesporu patří Doupovské Strážiště (719 m n. m.) (Foto 4), a dále jsem nově nalezla velmi bohatou populaci žábronožek v loužích pod vrcholem Mlýnský vrch nad Lochotínem – poněkud překvapivě, jelikož louže byly zatravněné a cesta není zřejmě moc používaná. I když jsou některé cesty upravovány a lokality tak zanikají, prostoru je v Doupovských horách pořád ještě dost a pro podporu rozšíření daných druhů by stačilo (jak již píšou minulí autoři), kdyby byly v rámci cvičení projížděny i méně používané cesty.

Výlety do Doupovských hor jsou v každém případě pro terénního biologa pastvou pro oči i pro uši, která je mu legálně dopřána jen zřídka (Foto 5). Vojenský újezd Hradiště ale svoji činnost v žádné dohlédnutelné budoucnosti ukončovat nebude, což je pro nás i tamní přírodu příznivá zpráva.

Literatura:

Jan Matějů & Vít Zavadil, 2012. Současné rozšíření listonoha letního (*Triops cancriformis*) a žábronožky letní (*Branchipus schaefferi*) v Doupovských horách (Crustacea: Branchiopoda). SBORNÍK MUZEA KARLOVARSKÉHO KRAJE 20: 231 - 240

Foto 1: V blízkosti Pekelného vrchu; **Foto 2**: Vysušení listonozi na dně louže;
Foto 3: Velké prohlubně na tankové cestě blízko Turče;
Foto 4: Tůně na vrcholu Doupovského Strážiště; **Foto 5**: Krása Doupovských hor.

Statement of World Aquatic Scientific Societies on the Need to Take Urgent Action Against Human-Caused Climate Change, Based on Scientific Evidence

Milí kolegové,

ČLS se přihlásila k prohlášení, které společně připravily společnosti sdružené pod EFFS (European Federation for Freshwater Sciences), jejímž je členem. Text tohoto prohlášení naleznete také na našich webových stránkách, kde je prohlášení doplněné o citace publikací, které byly podkladem pro jednotlivé body. *- redakce -*

Water is the most important natural resource on Earth as it is vital for life. Aquatic ecosystems, freshwater or marine, provide multiple benefits to human society, such as provisioning of oxygen, food, drinking water, genetic resources; regulation of atmospheric composition and climate; water purification; storm buffering; mitigation of floods/droughts; recreation areas, and other purposes. Our existence and well-being depend on the health and well-functioning of aquatic ecosystems. People naturally distribute around water - approximately 40% of the world's population lives within 100 km (62 mi) of a coast.[1]

The world's aquatic resources are now under their greatest threat in human history. Human-caused climate change is accelerating the degradation of aquatic ecosystems and services they provide. Aquatic ecosystems are among the most affected worldwide, e.g. in case of freshwater ecosystems, a biodiversity decline of 83% was recorded only between 1970 – 2014, while up to 90% of coral reefs will disappear by mid-century, if the current trends continue.[2]

We, the world's aquatic scientists, spend our lives studying these systems. We see exceptional and disturbing changes in the world's aquatic ecosystems due to climate change and believe we must continue to share peer-reviewed scientific findings with the public and policy makers to emphasize the seriousness of this threat, and the need for immediate action. For the first time, the assessment of global risks conducted by the World Economic Forum, ranked the impact of "climate action failure", "biodiversity loss" and "water crisis" among the top 5 risks over the next decade.[3] In recent years, migration has increased and geopolitical tensions have been exacerbated: between 2008 and 2016, over 20 million people per year have been forced to move due to extreme weather events, while according to the UN, in 2017 water was a major conflict factor in 45 countries.[3] These negative effects are expected to increase under current climatic trends. For example, in the United States, the climate-related economic damage is estimated to reach 10% of the gross domestic product (GDP) by the end of the century.[3] In Europe, the minimum cost of not adapting to climate change is estimated at €100 billion per year in 2020 and €250 billion in 2050.[4]

Experts in environmental, social and economic fields collectively point towards a severe environmental and humanitarian crisis, with repercussions at a global level unless worldwide concerted climate actions are implemented urgently.

This document summarizes key scientific findings highlighting the effect of climate changes on aquatic ecosystems. These findings provide evidence of what effects are currently happening, and why world policy makers and all of humankind need to act jointly and launch concerted actions now if they wish to mitigate these impacts.

The Challenge

- Thousands of peer-reviewed studies by scientists from authoritative institutions worldwide have documented evidence for climate effects on aquatic systems that are already occurring and are extensive.[5]

- Many globally-respected sources including the American Geophysical Union,[6] National Academies of Science from dozens of countries,[7] the Intergovernmental Panel on Climate Change,[8] and the 4th U.S. National Climate Assessment[9] support findings that increased atmospheric concentrations of greenhouse gases from fossil fuels (i.e., emissions) and deforestation are driving current climate change.
- Many of these changes are and will be irreversible. They will continue to worsen if we persist on our current trajectory.[10]
- Impacts already occurring range from increased frequency, intensification and severity of droughts, heat waves, floods, wildfires, and storms; melting glaciers; destabilization of major ice sheets; shifting ocean currents, rising sea level; ocean acidification and deoxygenation; shifts in species ranges including expansion of alien-invasive species; aquatic plant and wildlife disease outbreaks, mass coral bleaching events and more, with a mounting toll on vulnerable ecosystems, human societies and local and global economies.[11]
- These events are precursors of even more damages to fisheries, biodiversity and human society at-large.[12]
- Delaying action to stop underlying causes of climate change will increase the economic, environmental and societal consequences.[13]
- If humanity wishes to avoid calamitous consequences for our aquatic ecosystems and humans that depend on them, the time to curb greenhouse gas emissions, sequester greenhouse gasses and adapt to an already changing climate is now.[14] Intelligent, rapid movement toward such goals will provide great benefits to aquatic ecosystems and the humans that depend on them.
- Rapid global response and large-scale actions are possible if public and government commitment exists.[15]

The Evidence: Effects on Marine Resources

- Shifts in species composition, behavior, abundance and biomass production are now occurring.[16]
- Lobster,[17] cod,[18] mackerel,[19] coral reef fishes,[20] and other species important to fisheries[21] are either moving poleward, to deeper waters or declining[22]
- Coastal ecosystems are being transformed, degraded or lost either largely[23] or in part due to climate change including seagrass meadows,[24] mangroves,[25] coral reefs,[26] and kelp forests.[27]
- Effects of altered species compositions are affecting entire ecosystems.[28]
- Carbon emissions cause global ocean acidification, which is affecting the survival of organisms, especially shellfish and accelerating coral reef erosion.[29]
- Rising frequency and intensity of marine heatwaves has been documented and is projected to continue.[30]
- Reductions in global ocean dissolved oxygen concentrations have occurred over the last five decades.[31]
- Climate change is interacting with other stressors such as excess nutrient input,[32] overharvesting,[33] and novel species interactions[34] to further suppress marine ecosystems.
- Climate change is linked to emerging and re-emerging disease outbreaks in marine wildlife and plant species.[35]
- Global production of marine animals continues to decrease and shifts in species composition will increase unless greenhouse gas emissions are reduced.[36]
- Seabirds are recognized as indicators of long-term environmental change: Nearly three out of four of the world's seabirds have disappeared since 1950, and over half the remaining species face substantial threats.[37] In North America alone, two thirds (389/604) of bird species, which

includes waterbirds, are moderately or highly vulnerable to climate change under a 3°C scenario.[38]

The Evidence: Effects on Freshwater Resources

- Freshwater ecosystems are among the most threatened on earth.[39]
- Freshwater ecosystems cover less than 1% of the planet's surface but support one-third of vertebrate species and 10% of all species.[40]
- The capacity of all freshwater ecosystems to adapt is relatively low given the nature of freshwater systems and the scale of impacts of climate change.[41]
- Climate change is altering abundance, predator-prey dynamics, expansion of invasive species, growth, recruitment of species and novel species interactions leading to declines in the number and diversity of freshwater aquatic organisms.[42]
- Increased frequency, intensity and length of drought is affecting the amount and quality of freshwater available for both aquatic ecosystems and humans.[43]
- Climate change impacts on flow regimes, including both increased droughts and low flow periods, and increased flooding impact native species with narrow ranges of flow requirements and allow expansion of alien-invasive species that affect recreational and commercial harvest of fishes and clog waterways.[44]
- Geographic ranges of many plants and animals have moved poleward and to higher altitudes while alien-invasive species expand with the increasingly warm conditions.[45] Unlike marine systems, pathways to other habitats are often blocked, leading to localized extinctions.[46]
- Temporal shifts in seasonal cues such as spring runoff or monsoon seasons affect spawning success of fish, resulting in poor survival.[47]
- Higher incidence of wildfires is affecting aquatic systems by making watersheds more susceptible to flooding and by reducing water quality, especially with post-fire ash and sediment deposition.[48]
- Wetlands capacity for carbon storage and mitigation of climate change are being damaged by changes linked to climate shifts, and other components of global change, such as increased land development and fires.[49]
- Higher temperatures and precipitation runoff have increased harmful algae blooms, which can hurt fish, mammals, birds and even humans.[50]
- Climate change may act synergistically with nutrients to magnify eutrophication and further degrade water quality and ecosystem services, including affecting drinking water.[51]
- Organisms dependent on snow melt and glacial streams are declining or shifting their distribution.[52]
- Release of heavy metals such as mercury, currently stored in glaciers and the permafrost is projected to further affect freshwater organisms.[53]
- Climate change is linked to emerging and re-emerging disease outbreaks in freshwater wildlife and plant species.[54]
- These seemingly diverse and small-scale changes combine to create multiple, cumulatively stressful challenges to aquatic species.[55]

The Evidence: Effects on World Society Dependent on Aquatic Resources.

- Clean and sufficient water is needed by all life-forms.
- Fisheries provide quality protein sources not easily replaced by terrestrial sources. According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations, fish accounts for 17% of animal protein consumed globally, fishing and aquaculture directly employ almost 60 million

people, and global trade in fish products has reached USD $152 billion per year, with 54% originating in developing countries.[56]

- In the short-term, new fisheries are appearing in some newly formed ice-free areas[57]; however, overall fisheries catch is projected to decline related to increasing declines in water quality and primary production as a result of climate change, with corresponding effects on food security.[58] Ocean warming and changes in primary productivity are related to changes in many fish stocks. Fish population reestablishment has declined 3% per decade and maximum catch potential declined 4.1% over the 20th century.[59] Water temperature increases due to climate change are projected to exceed the tolerance limits of 10-60% of freshwater and marine species by 2100 depending on the amount of greenhouse gas emissions allowed.[60]
- Climate change impacts on aquatic ecosystems are affecting incomes, food security, key cultural dimensions and livelihoods of resource dependent communities.[61]
- Species shifts are affecting traditional fisheries from the tropics to the polar regions through reduced access to fish stocks, fishing areas and loss of local knowledge.[62]
- Climate change compounds the impact of other practices such as pollution, overfishing and unsustainable coastal development. These combined impacts are projected to drive many small-scale fisheries and economies out of existence.[63]
- Warming of waters affects seafood safety through elevated bioaccumulation of heavy metals and pollutants and an increased prevalence of waterborne pathogens affecting both human and animal health.[64]
- Tourism and tourist sites are being affected in many areas that are dependent on local ecosystems. Sustainable diving, snorkeling, angling, marine mammal and bird watching, and other recreational activities and businesses depend on maintenance of healthy aquatic resources.[65]
- Climate change degrades coastal ecosystems such as mangroves, seagrasses, marshes, peatlands and coral reefs that provide services to humans such as protecting coasts from erosion, storms, and flooding, providing key wildlife habitat and sequestering carbon.[66]
- Climate change damages riparian ecosystems that provide services to humans such as protecting streams from flooding, intercepting pollutants, reducing erosion, providing shade and wildlife habitat, sequestering carbon and storing water during high flow events.[67]
- Climate change contributes to harming wetlands, which provide many of the same services to humans as stated above. Wetlands play a critical role in carbon storage and sequestration. In particular, peatlands, despite occupying on 3% of the land surface, store *twice* as much carbon as the world's forests.[68]
- The level of impacts will be governed by the level of protective limits our nations place on future emissions combined with riparian and coastal zoning, and changes in fisheries management practices.[69]

The Needed Responses

- We assert that rapid action is necessary to drastically curb release of greenhouse gas emissions; and to remove and store CO_2 from the atmosphere to prevent the most calamitous consequences of human-caused climate change to marine and freshwater ecosystems on which all humankind depends.
- Global and national targets are necessary to protect and restore carbon dense ecosystems, such as peat, seagrasses and other wetlands to sequester carbon, prevent greenhouse gas emissions and reduce the impacts of climate change.

- Governments, the public, industry, academia and all other sectors of society must prioritize actions and act in a concerted way to halt human-caused climate change if they are to prevent dire consequences.
- A rapid transition towards energy sources and other products and services that do not release greenhouse gases, and research and policies that favor an efficient transition to a low carbon world is required to slow the degradation of aquatic systems as above. Such a transition could be accomplished by all governments by immediately acting on advice of specialists in green energy technology, carbon sequestration, marketing, education, socioeconomic principles and related disciplines.
- Robust adaptation measures; identification and easing of other environmental stressors that act synergistically with climate change; additional resources for data collection, mapping and research to better understand potential impacts and to arm natural resources agencies with the tools to mitigate these impacts; are essential to better understand and plan for changes in aquatic ecosystems.
- Done intelligently, movement to curtail human-caused climate change can result in advanced, novel technologies; strong economies; healthier aquatic ecosystems, greater food security, and human well-being.

It is time to acknowledge the urgent need to act to address climate change. Delaying action to control greenhouse gas emissions is not an option if humankind wishes to conserve the aquatic resources and environmental safety of the world.

LIMNOLOGICKÉ NOVINY, č. 2/2020 ISSN 1212-2920
© Česká limnologická společnost, z.s. reg. č. MK ČR E 10186
Členský zpravodaj České limnologické společnosti, vychází čtyřikrát ročně s finanční podporou Akademie věd ČR prostřednictvím Rady vědeckých společností České republiky. Roční předplatné je pro členy ČLS zahrnuto v členském příspěvku (300,– Kč; studenti a senioři 100,– Kč; status studenta zaniká v kalendářním roce následujícím po dovršení 26 let; status seniora vzniká v roce následujícím po dovršení 65 let), pro nečleny činí 100,– Kč. Zájemci o členství mohou získat přihlášky v sídle ČLS a na http://www.limnospol.cz/cz. Číslo účtu ČLS je **280754359/0800**, **trojmístný variabilní symbol** je pro každého člena **specifický**; lze ho nalézt **v profilu člena na www.limnospol.cz**, případně jej lze ověřit u matrikáře, hospodáře, tajemníka či v redakci. Evidenci předplatitelů LimNo vede výbor ČLS.

Vydavatel:	*Redakce a administrace:*
Česká limnologická společnost, z.s. Viničná 1594/7, CZ-128 00 Praha 2 *tel.:* 221 951 899 *e-mail:* info@limnospol.cz http://www.limnospol.cz/cz číslo účtu: 280754359/0800	Přírodovědecká fakulta UK Katedra ekologie Viničná 7, 128 44 Praha 2 Odpovědná redaktorka: dr. Veronika Sacherová *tel.:* 221 951 809; *e-mail:* vsach@natur.cuni.cz