

Znečištění vod – složka, která se stále vyvíjí

Znečištění – co to vlastně je? Za znečištění můžeme považovat jakoukoli antropogenní změnu kvalitativních vlastností systému, tedy obecně vnášení cizorodých látek, zvýšení koncentrací látek již přítomných, ale i změnu fyzikálních vlastností (zejména teploty). Může být přímé, nepřímo způsobené např. hospodařením v okolí vodního toku, nebo vyvolané kvantitativními změnami, tedy i antropogenními změnami průtokového režimu. Voda v přírodě není jen „H₂O“ sama o sobě, existuje hlavně jako složka různých systémů – řek, jezer, podzemní vody, vody v tělech organismů atd. Teprve přítomnost různých „látek“ ve vodě umožňuje, aby v ní mohl existovat život – otázka proto stojí, od jaké úrovně vlastně začneme uvažovat o znečištění. Každý organismus totiž mění prostředí kolem sebe, svým způsobem „znečišťuje“. Budeme se tedy zabývat znečištěním povrchových vod – to jsou u nás vodní toky a případně na nich postavené nádrže. A znečištění pojednáme jako antropogenní faktor – do jisté míry nezbytný, ale regulovatelný.



V České republice máme evidováno zhruba 76 tisíc km vodních toků, z toho je 15 536 km klasifikováno jako významné. Naprostá většina pramení na území ČR, zdrojem jejich vody jsou tedy srážky. Již jsme v Živě (2020, 5: 252–254) ukazovali, že jen 25–29 % celkových ročních úhrnů srážek odtéká řekami, pouhými čtyřmi profily – jde o Hřeňsko (Labe), Lanžhot (Morava), Pohansko (Dyje) a Bohumín (Odra; viz tab. na webové stránce Živy). Voda v řekách je chráněna legislativou a na síti měrných profilů monitorujeme její množství i kvalitu. Přes 70 % všech naměřených srážek ale cirkuluje lokálně a v přehledech je tento podíl souhrnně označován jako evapotranspirace. Na vod-

1 Ke každému řádnému městu patří historie a starý hrad na kopci a k tomu na nejnižším místě moderní čistírna odpadních vod. Výtok pražské Ústřední čistírny odpadních vod je od r. 2018 posílen novou vodní linkou, s výtokem proti proudu. Foto J. K. Fuksa

ních tocích v minulosti vznikly, a stále vznikají a zanikají, nádrže různé velikosti, typu a účelu, které se sice chovají jako „jezera“, ale jakožto umělé je zmíníme jen okrajově. Stejně tak pro jednoduchost pomíneme vody podzemní.

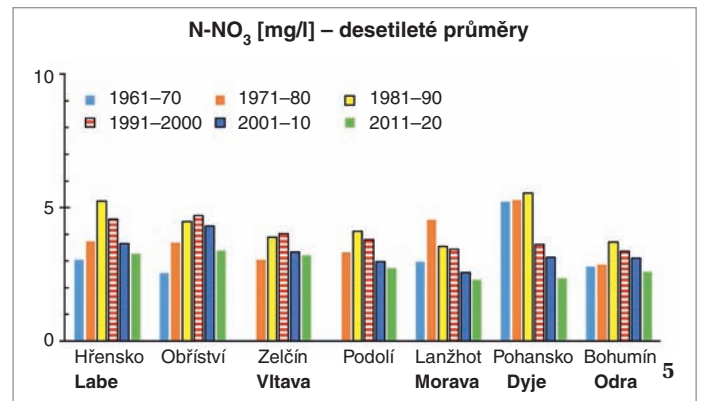
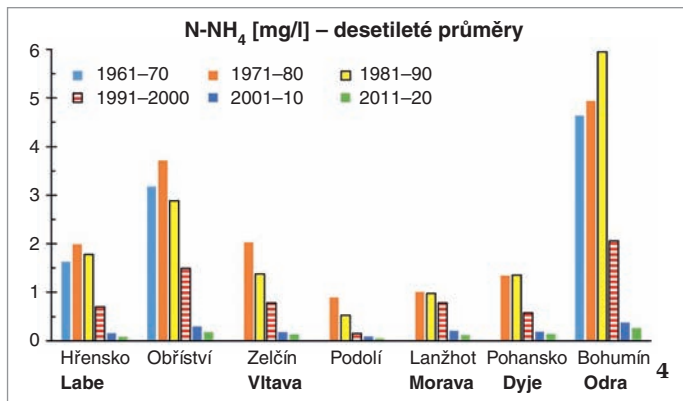
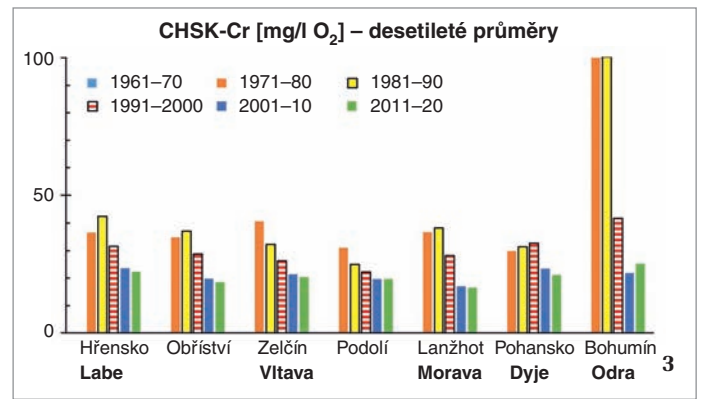
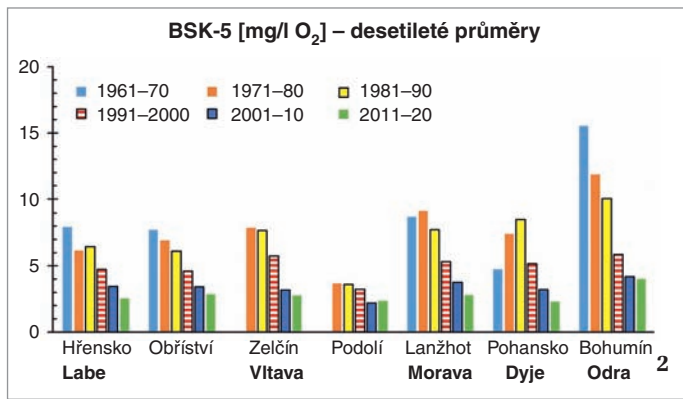
U jezer a nádrží předpokládáme, že základem potravních vztahů v ekosystému je primární produkce fytoplanktonu a pak

postupné využití organického uhlíku heterotrofními složkami – od bakterií po ryby, případně až po konzumenty ryb včetně jedlíků vánočních kaprů. Problém jejich znečištění je dnes eutrofizace, tedy nadměrný přísun minerálních živin (zejména sloučenin fosforu a dusíku), vedoucí k nežádoucí nadměrné primární produkci až k „vodním květům“ – nežádoucím kvůli ztrátě „krásy“ a rekreačních možností nebo kvůli reálným problémům s kolísáním obsahu kyslíku, úhyny ryb atd. Pokud však od jezer a nádrží očekáváme produkci ryb, musí primární produkce fungovat, protože bez živin by byl systém „hladový“. Podstatné je, že popsané procesy probíhají v nádrži, tedy ohraničené jednotce, do které můžeme zahrnout i umělé nádrže na tocích, mají-li dostatečně dlouhou dobu zdržení (u rybníků třeba na jednu sezonu).

U řek je situace jiná. Vodní toky představují otevřené nebo neohraničené systémy, zásobované z velké části organickým uhlíkem z primární produkce v okolních suchozemských ekosystémech. Je to ostatně součástí jejich základní funkce – odvádět přebytečnou srážkovou vodu zpět do oceánu a zároveň transportovat s proudem i terestrický materiál a vytvářet krajinu. Primární produkce v korytě je kontrolována také přísunem živin, ale především prouděním – významnější populace fytoplanktonu se mohou vytvořit až na dolním klidném toku. Naše řeky dnes nejsou zdrojem ryb pro obživu a významný přísun uhlíku z povodí je zaručen, tak by se mohlo zdát, že by klidně mohly být čisté i „hladové“. Vzpomeňme bájně dávné časy, kdy byly podle kronikářů křišťálové a oplývající rybami. Protože je vodní tok součástí krajiny, můžeme ho podle potřeby pojímat jako strukturu lineární (jen tloušťkou linií na mapě, případně sítí linií), nebo plošnou (plochu různě definované říční krajiny), vždy ale začínající někde u pramenů a končící v moři, nebo v poušti. Řeky komunikují s podzemní vodou v okolní říční krajině (blíže v článku na str. 258–260), kterou za tisíciletí vybudovaly a kterou dnes člověk velmi intenzivně mění. Většinou jí část vody odvádějí, někdy do ní přispívají – a pokud jsou znečištěné, může nastat problém.

Na horním toku jsou sice „potůčky“ ovlivněny podzemní vodou z pramene, ale záhy převáží povrchové vlivy – teplotní režim, přísun minerálních i organických látek z okolí, zejména rostlinného materiálu (spad, splachy atd.). Jak se tok postupně zvětšuje, obecně roste jeho stabilita (teplotní, průtoková, chemická atd.) a roste význam podélného transportu materiálu. V souvislostech se srážkami a hospodařením na pozemcích bývají na horních tocích často zjišťovány vyšší koncentrace různých složek znečištění než dále po proudu. S růstem toku se na něm objevují antropogenní dopady, zahrnující malé i velké hráze a nádrže, obce, města, plavební zařízení atd. To je spojeno se změnami morfologie koryta a nivy a také se změnami jakosti vody, našeho tématu.

Zdroje znečištění dělíme na dva zásadní typy. Bodové zdroje přivádějí znečištění v jednom místě, potrubím, stružkou apod., třeba odtok vody z čistírny odpadních vod. Důležité je, že produkce z bodových zdrojů je předvídatelná a relativně



stabilní, i když se může vyskytovat denní nebo týdenní cyklus. Nebodovými (plošnými) zdroji jsou v podstatě plochy, tedy louky, pole, lesy, dvorky, cesty atd. – obecně krajina. Proto se obtížně lokalizují, kvantifikují a předvídají. Produkce znečištění z plošných zdrojů je velmi nepravidelná a svázaná s ročním cyklem a momentálním počasím. Začíná to táním sněhu a pokračuje vegetačním cyklem a cyklem zemědělství včetně hnojení a aplikace různých postřiků, končícím sklizní, holými pozemky a pak zase sněhem. Za sucha tedy může být „produkce“ nebodových zdrojů znečištění nulová, zatímco u bodových zdrojů je podstatně stabilnější po celý rok. Ale vyskytují se i „hybridní“ situace. Městské kanalizace většinou sbírají a odvádějí i dešťovou vodu, takže jsou na nich postavena „odlehčení“, která náhle přebytky (obvykle při přívalových deštích) vypustí do toku bez čištění, aby ochránila město i vlastní čistírnu před zaplavením. U malých sídel na malých tocích mohou tyto epizody výrazně ovlivnit situaci v toku a zároveň zkreslit roční bilanci vypouštěného znečištění (blíže také článek na str. CXXXIV–CXXXVI kulové přílohy).

Historie znečišťování

Klasikou v „evropské“ kulturní historii je XXI. zpěv Illiady (text se ustálil někdy v 8. století př. n. l.), kde Achilles vraždí Trojany v řece Skamandros a říční bůh marně protestuje proti znečišťování krví a mrtvými těly a snaží se manipulovat s průtokem, aby tomu zabránil. Logistika „jak nakládat s komunálními odpady“ je zmíněna i ve starozákonní páté knize Mojžíšově (Deuteronomium 23/13, 14), rovněž z té doby.

Růst měst byl spojen s koncentrací odpadů do stok a později kanalizace, což spolu s vodovody vedlo k obrovskému pokroku v ochraně zdraví a ochraně obyvatelstva jako pracovní síly i spotřebitelů a k obec-

nému společenskému rozvoji. Znamenal také vznik bodových zdrojů znečištění a nutnost chránit řeky jako jeho příjemce. První moderní zákon byl zaveden ve Velké Británii r. 1876 pod názvem Rivers Pollution Prevention Act. Zakazoval znečišťovat řeku „i když je už třeba znečištěná“. V části II, sekci 3 praví (ve volném překladu), že „každá osoba, která způsobí nebo vědomě dovolí vypuštění či vnesení pevných nebo tekutých splašků do jakéhokoli toku, bude podle tohoto zákona považována za pachatele trestného činu.“ K podpoře zákona byla ustanovena příslušná Královská komise, která zpracovala příklady znečištění, jeho indikátory a metodiku sledování a shrnula vše ve zprávě (1915). Biologická spotřeba kyslíku (BSK-5, viz dále) se sice tehdy stanovovala „jen“ při 18 °C (nyní je to o dva stupně více), metodické přístupy ale platí dodnes.

První reálná, i dnes využitelná data o jakosti vody v českých řekách byla publikována v období kolem r. 1880, pro Vltavu byla spojena s hledáním zdroje pro pražský vodovod. Historii znečištění Labe zakládá souborná práce Franze Ullika z r. 1880, podávající roční cyklus jakosti vody v Děčíně s plně publikovanými výsledky každodenního sledování. Pro Vltavu jsou to data o ročním cyklu s měsíčním sledováním z r. 1913 v publikaci Ferdinanda Schulze (1915), která už reflektuje metodiky Královské komise. V této době (od r. 1906) již fungovala stará pražská čistírna v Bubenci a Schulze odebíral vzorky také „v Podbabě u přívozu“, tedy někde pod výtokem z čistírny.

Další systematický průzkum se kupodivu objevuje až v 60. letech 20. století, kdy se postupně rozvíjí celostátní monitorování jakosti vody v řekách, řízené a zveřejněné Československým hydrometeorologickým ústavem. ČHMÚ zpracovává data ze sledování množství i jakosti vod dodnes

2 až 6 Desetileté průměry ročních koncentrací hlavních ukazatelů znečištění v povodí Labe (měrný profil Hřensko, Obříství), Vltavy (Zelčín, Podolí), Moravy (Lanžhot), Dyje (Pohansko) a Odry (Bohumín; plochy povodí jsou uvedeny v tab. na webu Živý). Do r. 2007 jsou hodnoty počítány z měsíčních dat, dále jsou uvedeny průměrné koncentrace publikované v Hydrologických ročenkách. Pro desetiletí 1971–80 chybějí pro některé profily data za celých 10 let. Srovnatelné údaje pro celkový fosfor máme k dispozici až po r. 1991. BSK-5 – biochemická spotřeba kyslíku, CHSK-Cr – chemická spotřeba kyslíku, N-NH₄ – amoniakální dusík, N-NO₃ – dusičnanový dusík, P_{celk.} – celková koncentrace fosforu

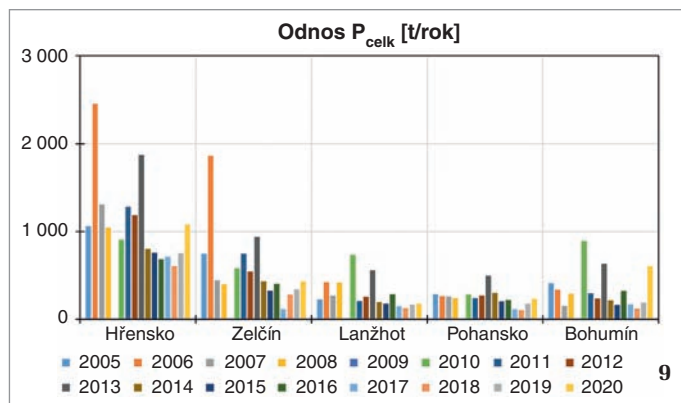
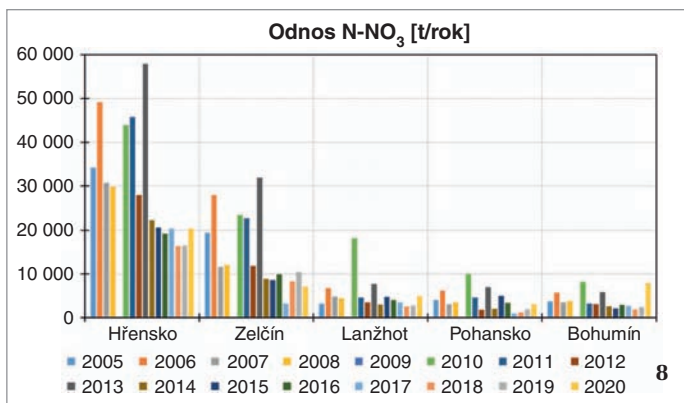
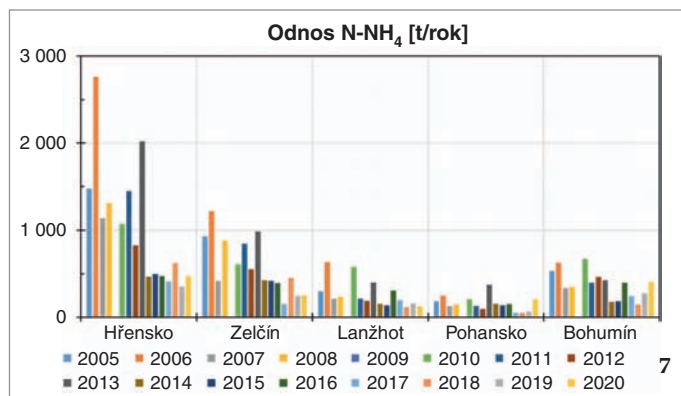
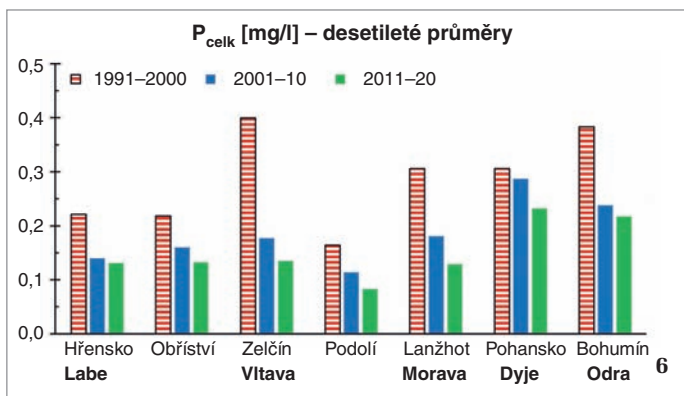
7 až 9 Roční látkové odnosy pro hlavní ukazatele znečištění na pěti měrných profilech v povodí Labe, Vltavy, Moravy, Dyje a Odry. Data z Hydrologické bilance ČR, pro r. 2009 nebyly odnosy publikovány.

a výsledky každoročně publikuje v Hydrologické ročence (od r. 1992) a Hydrologické bilanci množství a jakosti vody České republiky. Monitorování provádějí podle ČHMÚ správci toků – státní podniky Povodí (Povodí Labe, Vltavy, Ohře, Moravy a Odry).

Klasické složky znečištění vody a zdroje dat

Jako standardní měřítko znečištění se používají následující parametry:

- Chemická spotřeba kyslíku (CHSK-Cr) – spotřeba kyslíku na oxidaci veškerého organického uhlíku ve vzorku (koreluje s přímým stanovením organického uhlíku).
- Biochemická spotřeba kyslíku (BSK-5) – spotřeba kyslíku bakteriálním společenstvem ve vzorku inkubovaném pět dnů při 20 °C. Odpovídá obsahu degradovatelného organického uhlíku ve vzorku. Doba inku-



bace vzorků pět dnů je výsledek odhadu Královské komise, že průměrná britská řeka teče do moře právě tak dlouho.

● Amoniakální dusík ($N-NH_4$) – první minerální produkt degradace bílkovin čili organického znečištění. V řekách i čistírnách jej nitrifikující bakterie oxidují na dusičnan.

● Dusičnanový dusík ($N-NO_3$) – dusičnan je relativně stálý iont, přicházející z čistíren a především z polí (nebodových zdrojů). Před začátkem výroby dusíkatých hnojiv byl v evropských a amerických řekách celkem vzácný a jediná cesta k eliminaci dusičnanu je mikrobiální denitrifikace zpět na atmosférický dusík. K tomu jsou však třeba anoxické podmínky, které v dnešních čistých řekách nejsou běžné.

● Celkový fosfor (P_{celk}) – prvek, který ve vnitrozemských vodách obvykle limituje primární produkci. Jeho nadbytek (eutrofizace) vede k vysoké produkci biomasy sinic, řas a vodních rostlin, a v důsledku tedy ke snížení jakosti a využitelnosti vody v řekách i nádržích. Významným zdrojem fosforu jsou čistírný odpadní vod, které ho z velké části vypouštějí v rozpustné biologicky dostupné formě ($P-PO_4$), přímo podporující primární produkci fytoplanktonu.

Těchto pět hlavních charakteristik je monitorováno prakticky ve všech sledovaných profilech a objevuje se ve všech přehledech (hydrologických ročenkách, hydrologických bilancích apod.). Vlastní monitoring jakosti vody prováděný státními podniky Povodí ovšem sleduje na některých profilech v měsíčních intervalech mnohem rozsáhlejší soubor ukazatelů. Data ale nejsou od r. 2008 pro veřejnost přístupná (nyní se veřejnost nedostane už ani k datům z let 1995–2007) a správci povodí je uvolňují pouze na žádost a jen pro specifikovaná použití. Zde si jim dovolují poděkovat za ochotné poskytnuté údaje. Veřejně přístupné jsou pouze roční přehledy např.

v Hydrologických ročenkách, které neobsahují kompletní sady naměřených hodnot, ale uvádějí průměry vybraných ukazatelů pro vybrané profily a k tomu slovní popis situace. Výsledky jsou hodnoceny jen v rámci pěti tříd jakosti (podle národní normy ČSN 727221), nebo podle limitů Nařízení vlády 401/2015, takže výsledná informace neobsahuje konkrétní údaje a nemůžeme ji zde nijak použít.

V dalším textu se budeme zabývat vývojem jakosti vody v závěrných profilech hlavních řek ČR – Labe s Vltavou, Moravy, Dyje a Odry, odvodňujících přes 95 % našeho území. Data ze závěrných profilů jsou na rozdíl od dat z horních toků poměrně robustní a odrážejí situaci v celých povodích. Byla získána postupně ze starších tištěných ročenek ČHMÚ Jakost vody v tocích, od r. 2008 z elektronických ročenek ČHMÚ. Pozdější data pro Vltavu a Labe poskytli přímo jejich pořizovatelé – státní podniky Povodí Vltavy a Povodí Labe (prostřednictvím ČHMÚ). Pro ostatní toky po r. 2008 byly použity průměrné hodnoty publikované ve veřejných zdrojích – zejména Statistických ročenkách životního prostředí ČR.

Vývoj znečištění našich řek

Vývoj základních složek jakosti vody nebo ukazatelů znečištění je na obr. 2–6 zpracován pro hlavní profily, pro Labe jsou přidány hodnoty pro Labe a Vltavu nad jejich soutokem, v profilech Obříství a Zelčín. Grafy jsou zpracovány jako desetileté průměry – v prvním desetiletí ještě u některých profilů není plný počet měření a celkový fosfor je uváděn až od období 1991–2000, protože metody jeho stanovení nebyly předtím dostatečně kompatibilní. Na grafech vidíme významný pokles všech ukazatelů znečištění, a to i na Odře, zásadně zatížené znečištěním z průmyslu. Obdobně můžeme srovnávat vývoj Labe v profilu Obříství s četnými průmyslovými zdroji a Vltavu

(Zelčín), kde je zásadním zdrojem znečištění stále se zlepšující pražská Ústřední čistírna odpadních vod. Po konci socialismu došlo v období 1991–2000 k významnému zlepšení jakosti vody – všeobecnou revizí a modernizací čistíren odpadních vod a také zánikem řady zdrojů průmyslového znečištění. Pro dusík a fosfor můžeme situaci srovnat s historickými daty F. Ullika a F. Schulze (1880 a 1915).

Amoniakální dusík je obecně na nižší úrovni a objevuje se dnes jen občas blízko výtoků čistíren. V extrémních případech (při vysokém pH vlivem vysoké primární produkce se objevuje ve formě toxického amoniaku) ale zde stále může způsobit vážné problémy – otravy ryb. Dusičnan byl kolem r. 1900 ve vodě minoritní složkou, dnes je stálá koncentrace dusičnanového dusíku přes 3 mg/l běžná ve všech velkých řekách v celé Evropě. Čistírný odpadních vod dusík z „našich“ bílkovin oxidují až na dusičnan a i ten zčásti odstraňují denitrifikací, ale většina dusičnanu přichází do řek z nebodových zdrojů – kulturní krajiny, hnojené dusíkatými hnojivy vyrobenými „ze vzduchu“ slavnou syntézou Fritze Habera a Carla Bosche. Díky nim se ovšem lidstvo užívá a běžně se uvádí, že 40–60 % bílkovinného dusíku našich těl prošlo touto syntézou. Problém je v tom, že v oceánech dusík limituje fotosyntézu a jeho přísun řekami odpovídá eutrofizaci.

V řekách je limitujícím fosfor, který ve formě dostupné pro vodní primární producenty (přisedlé rostliny a řasy v horních tocích i pro fytoplankton v dolních tocích a nádržích) pochází především z čistíren odpadních vod. V nedávné době se sice podařilo snížit obsah fosforu u pracích prostředků od zavedených firem, ale zdrojů z domácností zůstává stále dost, např. tablety do myček nádob. Účinnost chemického srážení fosforu, zavedeného většinou větších čistíren, se standardně blíží 90 %,

výsledné koncentrace v řekách ale stále vysoce přesahují hodnoty limitující fotosyntézu. Eutrofizace je patrná i ve srovnání s historickými hodnotami a je nezbytné ji řešit významným snížením limitů pro vypouštění odpadní vody, tlakem na nové (a dražší) technologie atd. Fosfor se navíc postupně stává nedostatkovou komoditou a jeho recyklace z čistírenských kalů má budoucnost i jako možnost získání suroviny.

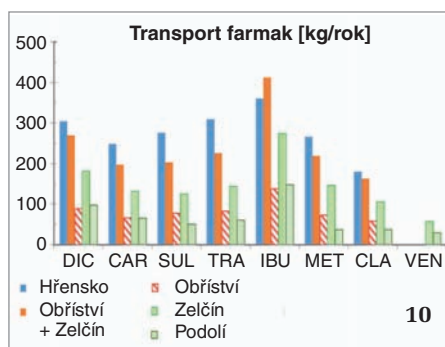
Pro reálné zatížení řek vypouštěním znečištění je však zásadní velikost řeky jako konečného příjemce (technici říkají recipientu) odpadních vod. K tomu je třeba znát látkové toky – odnosy z jednotlivých povodí. Pro každý rok a monitorovaný profil máme k dispozici data o jakosti vody a denním průtoku, ze kterých lze odnos (transport profilem) vypočítat. Při interpretaci dat ale musíme uvážit, že hodnoty koncentrací jsou relativně konzervativní a hlavní důvod kolísání jednotlivých hodnot odnosu vychází z kolísání denního průtoku. Pro podrobné výpočty narážíme na už zmíněnou limitovanou dostupnost dat o jakosti vody, ale pro období 2005–20 můžeme použít roční odnosy pro hlavní povodí publikované ČHMÚ v Hydrologické bilanci ČR. Z dat je patrné, že odnosy vybraných ukazatelů znečištění postupně klesají i v období po odeznění „velkého znečištění“ (obr. 7–9).

Vypouštění z čistíren odpadních vod je během roku celkem stále, zatímco průtoky, teplota vody a další podmínky v řece se během roku mění, takže se mění i reálná zátěž toku a jeho schopnost transformovat zbytkové znečištění. Za dlouhodobého sucha tak může znečištění vypouštěné v rámci současných legálních limitů vést k významnému poškození ekosystému i k problémům s vlastním užíváním vody. To je sice důvod k zásadnější reformě legislativy v oblasti ochrany vod, ale v mezích „klasického přístupu“ můžeme konstatovat, že jakost vody v řekách ČR se obecně stále zlepšuje, problémy s fosforem (eutrofizací) je ale nutno urgentně řešit a problém dusičnanu nám dlouhodobě zůstává. Kronikáři by žasli, protože řeky jsou dnes relativně čisté a pěkně zarybněné, to však díky pravidelnému vysazování rybářskými svazy a vnašením rybářů sedícími podél nich. Rybáři zároveň stále kontrolují i jakost vody.

Nové typy znečištění

Popsané zlepšování kvality vody platí pro „klasické“ ukazatele, je tu však něco nového – specifické polutanty, tedy látky, které jsou jasně definovány a známe jejich původ a vlastnosti. Polutanty z průmyslu musejí řešit jejich producenti (a péči zahrnout do ceny výrobků), pak jsou to polutanty ze zemědělství, specifické pro různé plodiny, přicházející do povrchových i podzemních vod během sezonního cyklu z nevodových zdrojů. Ale řadu specifických polutantů produkujeme sami doma. Hlavní skupina se označuje PPCP (Pharmaceuticals and Personal Care Products) – kromě léčiv a doplňků stravy sem patří hygienické přípravky, kosmetika, úklidové prostředky, umělá sladidla, metabolity kávy nebo nikotinu atd. a obecně i různé drogy.

Průměrný občan ČR dnes za rok spotřebuje něco přes 600 doporučených denních



10 Transport léčiv měrnými profily – průměr za období let 2010–20. Druhý sloupec (Obráťství a Zelčín) je součet transportu Labem a Vltavou na soutoku. DIC – diklofenak, CAR – karbamazepin, SUL – sulfamethoxazol, TRA – tramadol, IBU – ibuprofen, MET – metoprolol, CLA – clarithromycin, VEN – venlafaxin (byl stanoven jen ve Vltavě). Více na webových stránce Živy. Všechny orig. J. K. Fuksa

dávek (DDD) různých léčiv a po použití je poše kanalizací do čistíren odpadních vod a zaplatí za to stočně. Pro farmaka především platí, že je nelze zakazovat a omezovat, a dále to, že výroba základních látek i samotných léčiv se provozuje v zemích s výrazně vyšší tolerancí k ochraně životního prostředí. Jak naše tělo, tak mikrobiální společenstva v čistírně transformují některá farmaka na různé metabolity, které musejí chemici hledat – zmizení původní látky zdaleka neznámá, že zmizelo znečištění. Stanovení takových látek představuje nákladnou a vysoce kvalifikovanou práci, která produkuje solidní a všeobecně srovnatelná data teprve posledních asi 10–15 let. Některá farmaka jsou vysoce rezistentní k odbourání, některá jsou ale např. fotodegradabilní, takže k jejich degradaci může dojít až ve chvíli, kdy se octnou v řece.

Na obr. 10 a dalším grafu na webu Živy (pro gabapentin, metformin, oxypurinol a telmisartan) jsou zpracována dostupná data z monitoringu Vltavy nad a pod Prahou a Labe od soutoku po hraniční profil Hřensko. Data získaná od státních podniků Povodí Vltavy a Povodí Labe jsou přepočítána na látkové toky (odnosy) a lze je srovnat s produkcí, tedy spotřebou průměrného občana bydlícího v příslušných povodích. Laboratoře stanovují desítky dalších léčiv, většina z nich se v řekách objevuje jen zřídka, častěji v přítocích do čistíren odpadních vod. V grafech uvádíme jen ta s pravidelným výskytem, tedy farmaka rezistentní nebo s vysokou spotřebou. Jejich koncentrace (v profilu Zelčín pod Prahou) odpovídají 0,3–1,2 µg/l pro látky uvedené v grafu na webu Živy, resp. 0,02–0,06 µg/l v obr. 10. Je především jasně patrný vliv Prahy jako zásadního zdroje farmak, zejména na těch rezistentních, procházejících čistírnou. A vidíme také, že rezistentní léčiva došla do Prahy z jihu, prošla mimo jiné vltavskou kaskádou se sumárním dobou zdržení přes 130 dní. Nejvyšší koncentrace ukazuje metformin, celosvětově užívaný pro léčbu diabetu 2. typu, následuje oxypurinol, aktivní metabolit alopurinolu, používaného pro léčbu dny. Čtyři z uvedených látek (gabapentin, karbamazepin, tramadol a venlafaxin) jsou psychofarmaka.

Škodí farmaka přímo v řece?

Zajisté škodí. Od r. 1994 byly publikovány desítky prací o endokrinních disruptorech, ovlivňujících rozmnožovací schopnosti vodních organismů, zejména ryb, o účincích např. ibuprofenu na vnímání predátorů (ryb) u vodních korýšů, o vlivu různých psychofarmak na únikové a pohybové reakce vodních organismů atd. V řadě případů sice byly experimenty prováděny v koncentracích, které se v řekách našeho typu vyskytují nanejvýš přímo pod výtoky čistíren odpadních vod, ale prokázané působení na ekosystém je nesporné (např. Živa 2013, 6: 275–277).

Otázkou zůstává, nakolik se rezidua léčiv dostávají i do pitné vody, tedy zpět k nám lidem. Představují-li čistírny jediný zdroj farmak a řeky je vedou dále, je to možná jen otázka času, protože spotřebitelé farmak žijí i v povodích vodárenských nádrží a odběr podzemní vody ze studní v blízkosti řek také nasává říční vodu. Pitnou vodu sice dokážeme těchto látek zbavit dalšími technologickými postupy, především sorpcí na aktivní uhlí, je to „pouze“ otázka nákladů a ceny pro spotřebitele, ale neřeší problém zdroje – odstraňování farmak (a dalších PPCP) v čistírnách. Tam se zatím dostupné technologické možnosti příliš nerýsují, protože nejdříve je nutno z komunální odpadní vody dokonale odstranit nespécifické základní znečištění. Popsané negativní účinky ale má řada dalších organických látek, které běžně používáme. Jejich účinky jsou sice řádově nižší než u farmak, ale zase jsou kompenzovány vyššími koncentracemi v prostředí, danými jejich významně vyšší výrobou a spotřebou. Technický problém spočívá v tom, že se nově zaváděné „chemické výrobky“ sice povinně standardně testují na toxicitu, výsledky se ale s účinky biologicky aktivních látek často míjejí, protože nepřiznivý vliv biologicky aktivních látek na chování, rozmnožování apod. se tím neodhalí.

Co tedy můžeme shrnout

Podstatná část našich odpadů po staletí míří dolů do řeky a k moři – to jinak nepůjde a v posledních 150 letech s tím lidstvo čím dál efektivněji pracuje. Jakost vody v našich řekách se od 80. let výrazně zlepšila, problematických úseků už nezůstalo mnoho. Občasné havárie ale ukazují, že ochrana řek má stále daleko k dokonalosti. Zůstávají problémy s eutrofizací, zejména s vypouštěním fosforu z čistíren odpadních vod, které vyžadují reformu legislativy a tlak na čistírenské technologie. Stoupající výskyt dlouhých suchých období rovněž vyžaduje změny v přístupu ke stanovování jakosti vody v řekách a k hodnocení rizik. A je tu relativně nový problém specifických polutantů, daný jejich rostoucí produkcí a také rozvojem metod jejich identifikace v prostředí. Můžeme spolehlivě počítat s tím, že v celosvětovém měřítku znečištění jako projev zvyšující se hustoty a materiální úrovně populace nutně poroste a objeví se další nové aspekty, na které zase nebudeme připraveni. Obecně to předpokládá vyšší opatrnost a uvažování dopředu místo řešení starými zažitými postupy.

Použitá literatura uvedena na webu Živy.