

schopnosti absorbovat při určitých vlnových délkách – např. analýza absorpčních maxim bilirubinu vznikajícího při odbourávání červených krvinek a červeného krevního barviva hemoglobinu pro určení přítomnosti a stáří krvácení do mozku. Nepřímá stanovení se používají pro látky, které nejsou samy barevné, mohou však reagovat za tvorby barevného produktu. Při kvantitativních fotometrických stanoveních můžeme měřit buď metodou end-point, tedy zjistit absorbanci na konci reakce, nebo kinetickou metodou, kdy vyhodnotíme postupný nárůst množství produktu v čase. Druhá možnost se využívá zejména při stanovení enzymů.

Co nám může zabránit dobrat se fotometrickými metodami správného výsledku při vyšetření séra? Především hemolýza (rozpad červených krvinek), která vede k červenému zbarvení, vyšší koncentrace bilirubinu, zbarvujícího vzorek žlutě, nebo zákal vzorku, způsobený vyšší koncentrací tuků. Všechny uvedené vlastnosti vzorku mohou vést ke zkreslení výsledků, analyzátoři tedy jejich přítomnost vyhodnocují a v případě očekávané interference výsledek nevydají.

### Imunochemické metody

U látek, kde není fotometrické stanovení možné, používáme většinou imunochemické metody. Specifická protilátka je navázána na pevný nosič (povrch plastové jamky či zkumavky, latexové nebo jiné kuličky). Hledaný analyt se naváže a stanoví se buď přímým měřením vzniklého zákalu (např. u kvantitativního stanovení hemoglobinu ve stolici při screeningu karcinomu tlustého střeva), nebo dalšími navazujícími kroky, které umožní vizualizovat tuto vazbu.

Jako příklad uveďme reakci ELISA (Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay, viz obr. 5–7). Jde o analytickou metodu využívanou ke kvantitativnímu stanovení různých antigenů, která má řadu variant (blíže také Živa 2017, 4: CV–CVIII). Všechny jsou založeny na vysoce specifické interakci antigenu a protilátky, přičemž na jednoho z těchto partnerů je kovalentně navázán enzym (nejčastěji peroxidáza nebo alkalická fosfatáza). Enzym katalyzuje chemickou přeměnu substrátu, přidaného do reakční směsi, na produkt, který je barevný.

Stanovuje se pak spektrofotometricky (chromogenní substráty), nebo na základě

fluorescence (fluorimetrické stanovení). Koncentrace produktu je úměrná koncentraci antigenu nebo protilátky ve vzorku.

Za čísly na laboratorním nálezu stojí celá řada jednotlivých nebo navzájem navazujících chemických reakcí, měření vzniklého produktu, porovnání s kalibrační křivkou, kontrola kvality měření a interpretace výsledku odborným personálem. Navazující příspěvek na str. LV–LVII kuléru této Živy přináší popis, jaké reakce probíhají při močové analýze a jak výsledku porozumět, jaké vyšetření provádí praktický lékař, když se rozhoduje, jestli je onemocnění spíše virové, nebo bakteriální, a popisuje i možnosti vyšetření méně obvyklých biologických vzorků.

Pokud přijdete na odběr krve nalačno a po celonočním odpočinku, budou naměřené hodnoty dobře porovnatelné s normou. Výsledky tak budou svědčit o vašem plném zdraví, nebo při patologických hodnotách navedou lékaře ke správné diagnóze a léčbě.

Použitou literaturu uvádíme na webové stránce Živy.

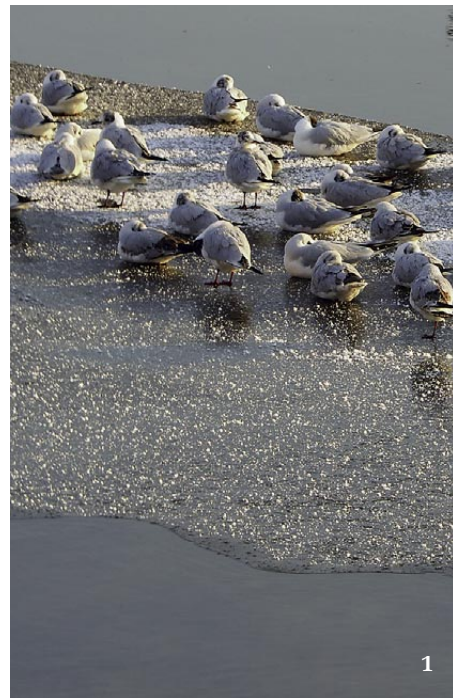
Josef K. Fuksa

## Ke 150. výročí uvedení symfonické básně Bedřicha Smetany Vltava II. Historie řeky a jakosti vody

Starý dobrý Kosmas praví ve své kronice (1125, resp. 1974) o Čechách už ve druhé kapitole: „Vody tam byly čistounké a k lidskému užívání zdravé, rovněž i ryby chutné a výživné. Je to divná věc a lze z ní uvážit, jak vysoko se vypíná tato země: nevtéká do ní žádná cizí řeka, nýbrž všechny toky malé i velké, pojaty arci do větší řeky, jež se nazývá Labe, plynou až do Severního moře.“ Labe bylo zaneseno již na římských mapách, a tak Vltavu Kosmas zmiňuje až o několik řádků dále, když píše, jak do této (pusté) krajiny přišli lidé a usadili se kolem Řípu, mezi Vltavou a Ohří, a zem pojmenovali po svém náčelníkovi. Ale povodí Vltavy má na soutoku s Labem dvojnásobnou plochu a počítáno až po Hřensko představuje 54,6 % rozlohy Čech. Vltava je atypická řeka tím, že horní tok pramení v mírné pahorkatině a od míst dnešní hráze Lipna teče sevřeným korytem, místy téměř soutěskou, až do Kralup. Soutěska se otevře jen Budějovickou pánví a pak až trochu v Praze na pravém břehu pod Zderazí (dnes už srovnanou) po Troju. U vody je prostor jen na několik málo vsí a městeček a dále už pouze pro mlýny apod. Taková bývala stříbropěnná Vltava, která inspirovala umělce, živila voraře a lákala dobrodružné vodáky a která během posledních zhruba 90 let z větší části postupně zmizela pod hladinou přehradních nádrží.

Od 16. století fungovala řeka jako dopravní cesta, postupně upravovaná bočními hrázemi, odstřelováním velkých skalisek v toku apod. Jan Čáka (2024) píše, že plavba vorů (pramenů) z Týna do Prahy trvala za běžné vody tři až čtyři dny, s nočními zastávkami, a v dobrém roce dokázala

vorařská parta splout trať až padesátkrát. Klasické vltavské šify (hlavně pro dopravu rakouské soli) měly délku kolem 30 metrů a uvezly po proudu asi 20 tun nákladu. Zpět proti proudu je táhli koně, nebo byly dole rozebrány na dříví. Voroplavba skončila stavbou přehrad (jejich přehled a základní



1 Od r. 1954 přestala Vltava v Praze zamrzat a stala se zimovištěm vodního ptactva. Rackové odpočívají na tenkém ledě v neproudícím plavebním kanálu. I u Karlova mostu dnes můžeme kromě kormoranů velkých (*Phalacrocorax carbo*) běžně vidět velké racky bělohavé (*Larus cachinnans*) a řadu dalších vodních ptáků.

charakteristiky uvádí tab. 1) a dopravu dřeva převzala železnice. Roku 1928 dokázali sportovní vodáci na kánoji urazit ještě nezmanipulovanou říční trať 189 km z Budějovic do Prahy za 12 a čtvrt hodiny čistého času, v r. 1959 ji výkonní sportovci Brzák (Felix) a Karlík ujeli nonstop za 20 hodin a 10 minut, ovšem 63 km už pádlovali po stojaté hladině rozestavěného Orlíka. Řeka je sice svázána, ale občasné velké povodně nám připomínají, že neztratila svou sílu.



2 Mapa Čech. Země je rozdělena Vltavou a Labem na tři nestejně velké části. Z měst je zakreslena pouze Praha a Mělník, celá země je obklopena horami, které jsou latinsky popsány. Publikováno v *Balbínových Miscellanea historica regni Bohemiae* (1679). Orig. K. Škréta mladší (1646–1691)

### Řeku dělá voda

Srážková voda si tisíce let hledá průchodnější místa v terénu, odnáší materiál a hloubí si koryto, někde jej zanášá, vytváří nivu a biotopy pro vodní organismy a také místa, kde se dá bydlet, a trasy, podle kterých se dá cestovat. Množství protékající vody závisí na srážkách a sezonních cyklech, ročních i „vyšších“, jak patrně zažíváme právě dnes. Jakost (složení) vody je určena geologickou povahou povodí a od jisté doby lidskou činností, zejména znečištěním, tedy přísunem látek způsobeným člověkem – ať už přímo vypouštěním do řeky, nebo změnami v povodí (erozi; více také v *Živě* 2022, 5: 211–214). První případ spadá pod bodové zdroje znečištění, např. vypouštění předem čištěných nebo nečištěných

odpadních vod z měst, průmyslu, energetiky apod. Přírusun znečištění z bodových zdrojů je relativně stálý v průběhu roku a jeho vliv na řeku závisí na poměru velikosti zdroje a velikosti vodního toku. V zasažené řece se kvalita vody mění podle aktuálního průtoku a teploty. Druhý typ znečištění z nebodových zdrojů, kterým je typicky splach látek z povodí, je přímo propojen se sezonními cykly, aktuálními srážkami a změnami průtokového režimu. Na horním toku Vltavy dominovalo masivní znečištění z papíren Loučovice v 50. letech (skončilo změnou výroby a technologií) a z papíren ve Větrní, které skončilo po r. 1990. Do té doby pluly Vltavou „koláček“ ještě v Českých Budějovicích a Český Krumlov výrazně páchl. Dnes už takové extrémní znečištění v ČR nenajdeme, ale neměli bychom podceňovat hrozbu zvýšeného výskytu dlouhodobého sucha, kdy čistírny odpadních vod vypouštějí znečištěnou vodu do řek s minimálními průtoky, a voda z čistíren tak může představovat podstatnou část průtoku řeky nebo potoka.

Kontrola a kvantifikace znečištění stojí historicky na několika tradičních ukazate-

lich, sledovaných jak na výpustích znečištění, tak v říční síti. Základní ukazatele jsou CHSK (chemická spotřeba kyslíku – odpovídá organickému uhlíku), BSK-5 (biochemická spotřeba kyslíku – odpovídá obsahu odbouratelného organického uhlíku), dusík (organický, amoniakální, dusitanový a dusičnanový) a celkový fosfor. Dále jsou sledovány anionty chlorid a síran, které ovlivňují podíl základního dřívě dominujícího aniontu – hydrogenuhličitanu. Ke specifickým polutantům se dostaneme, ale za znečištění považujeme i změnu teplotního režimu – Vltava je ještě pod Prahou ovlivněna vypouštěním vody ode dna nádrže Slapy, která je v létě relativně studená, v zimě relativně teplá.

### Trocha dějepisu

První psaná zpráva o vlastnostech vltavské vody je velmi zajímavá a pochází z r. 1505 (blíže Molnár a Rajchrtová 1984). Jan Bechyňka, utravistický farář u sv. Apolináře, v traktátu *Praga mystica* píše v symbolech a o víře a v rámci toho praví, že Vltava teče od jihu, a tudíž přináší do Prahy římské pojetí víry „pod jednou“. A vodáci pak tuto vodu dále rozvádějí do kašen atd. Zvláštní místo v jeho systému zastává Karlův most, jenž má oblouků, stejně jako je článků Kompaktát, která ještě tehdy představovala politické řešení. Bechyňka vlastně uvažuje koncept „znečištění bez substance“, ale k tomu se dostaneme také a vzhledem k „dnešním a zítřejším“ znečišťujícím látkám a jejich koncentracím už tento pohled nebude vypadat příliš abstraktně.

První standardní data o jakosti vltavské vody, srovnatelná s tím, co stanovujeme a hodnotíme dnes, pocházejí z 80. let 19. století z hledání vhodného zdroje pitné vody pro Prahu (Krejčí 1881). Tehdy už bylo jasné, že domovní studně jsou téměř nebezpečné a je nutno zavést veřejný vodovod a kromě Vltavy mít ještě jeden spolehlivý zdroj vody, nejlépe podzemní. Záležitost se týkala tehdejší Prahy bez okolních obcí, tedy asi 230 tisíc obyvatel, pro které se počítalo s denní spotřebou 150 litrů na osobu a den (dnes je podle statistik spotřeba 120–130 litrů na osobu a den, z toho v domácnostech asi 90 l denně na osobu). S růstem města se tento problém vlastně řeší pořád a je propojen s odváděním vody, čili kanalizací a čištěním. V r. 1915 vyšla systematická „celoroční“ publikace Ferdinanda Schulze charakterizující Vltavu od Modřan do Troje v r. 1913. A pak máme kupodivu jen různá ostrůvkovitá data až do r. 1970, kdy začíná systematické monitorování jakosti vody v československých řekách řízené Českým hydrometeorologickým ústavem. Výsledky vycházely v Ročenkách, tištěných, později digitálních. Jejich databáze byly obecně přístupné do r. 2006, od té doby se k nim lze dostat jen po dohodě s pořizovateli dat, tedy státními podniky Povodí. My zde používáme pro období 2007–22 data získaná od státního podniku Povodí Vltavy a dovolujeme si na tomto místě za ně poděkovat.

Celková délka toku Vltavy je 430,2 km a pro náš účel ji můžeme rozdělit na čtyři velmi rozdílné úseky (přehled jmenovaných nádrží uvádí tab. 1):

- Horní tok, končící vzdutím nádrže Lipno (úsek 1).

Tab. 1 Přehled vodních děl na Vltavě (nezahrnuje jezy). Zdroj dat: webové stránky Povodí Vltavy, s. p., hodnoty průměrné doby zdržení dopočteny

Vodní dílo	Říční km hráže	Rok dokončení	Maximální hloubka [m]	Délka vzdutí [km]	Průměrná doba zdržení [dny]
Lipno I	329,5	1959	21,5	48,0	268,3
Lipno II	319,1	1959	11,5	7,0	1,4
Hněvkovice	210,4	1992	27,0		
Kořensko	200,4	1991			
Orlík	144,7	1966	74,0	68,0	101,0
Kamýk	134,3	1962	17,0	10,0	1,8
Slapy	91,7	1954	58,0	43,0	36,8
Štěchovice	84,4	1945	22,5	9,4	1,5
Vrané	71,3	1936	9,7	13,0	1,2

- Říční, relativně proudící úsek Lipno – České Budějovice – vzduť nádrže Hněvkovice (2).
- Úsek údolních nádrží, hlavní jsou Orlík a Slapy (3).
- Dolní úsek po ústí, se soutokem se Sázavou a Berounkou a s Prahou na říčních kilometrech (řkm) 60–38 (4).

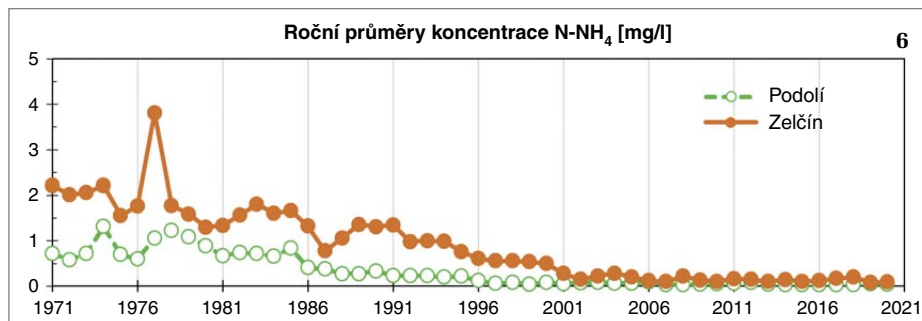
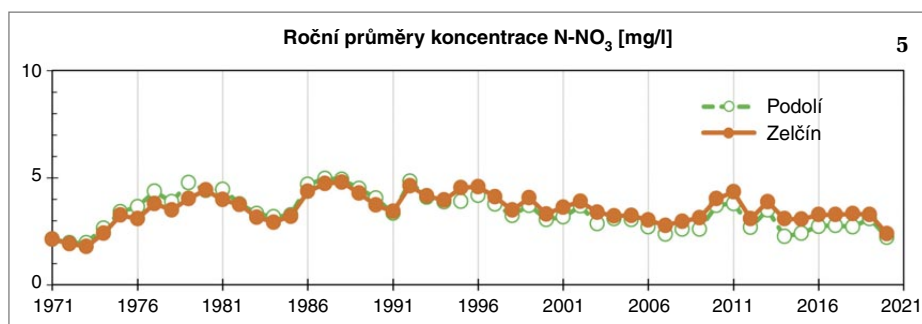
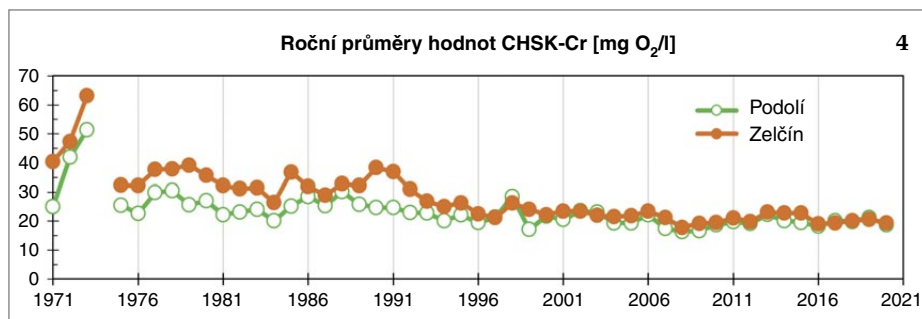
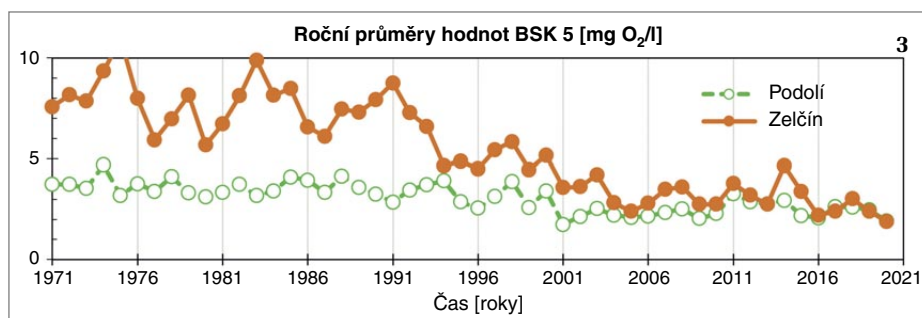
### Vývoj jakosti a znečištění vltavské vody po dnešek

Pro horní úsek Vltavy (naše úseky 1–3) vycházíme z publikací Ludmily Procházkové a Jiřího Kopáčka (1986, 1996 a 2021), pro současný stav a obecně pro úsek od Štěchovic z dat zveřejněných v ročenkách nebo poskytnutých Povodím Vltavy, s. p.

Vývoj jakosti vody v úseku 1–3 důkladně zpracovaly týmy L. Procházkové a následně J. Kopáčka na základě dlouhodobého sledování situace v profilu Živohošť (řkm zhruba 100) na Slapské nádrži. K tomu zpracovali vývoj zemědělství, osídlení, kanalizace a modelovali situace předcházející. Kromě zmíněných případů znečištění z již zaniklých papíren a celulózek určuje situaci na tomto úseku vývoj zemědělství a hospodaření s krajinou. Změny v průmyslu i zemědělském hospodaření po r. 1950 vedly k tomu, že se k r. 1990 zdvojnásobily koncentrace iontů a poměr aniontů se posunul od původního hydrogenuhličitanového systému ve prospěch síranu, chloridu a dusičnanu. Koncentrace dusičnanu, kolem r. 1900 v řekách vzácného, se zvýšily zhruba sedmkrát. Příčinou byl rozvoj zemědělství s vysokou spotřebou minerálních hnojiv a také přísun dusičnanu z atmosféry. Oboje po r. 1990 významně pokleslo. S výstavbou čistíren odpadních vod se navíc snížil přísun organického uhlíku. Mezi lety 1960 a 2020 však došlo k dalším změnám: průměrná teplota stoupla o 2,1 °C, rozšířilo se zimní solení vozovek apod. Pro úsek 3 a 4 je zásadní výstavba vltavské kaskády. Velké nádrže Slapy a Orlík mají celkovou průměrnou dobu zdržení kolem 140 dnů a vzhledem ke své hloubce výraznou teplotní stratifikaci – letní i zimní. To ovlivňuje produkci fytoplanktonu v hladinových vrstvách (vodní květ sinic), ale také jakost a teplotu vody dále po toku, protože vypouštějí vodu na turbíny ze spodních vrstev nádrže, kde má teplotu okolo 4 °C. Srovnávání parametrů jakosti vody v „říčních“ profilech pod vyrovnávací nádrží Štěchovice se situací v horních úsecích proto není jednoduché.

Úsek 4 pod nádrží Štěchovice, resp. dále pod soutokem se Sázavou a pod nádrží Vrané je především ovlivněn vypouštěním z nádrží Orlík a Slapy za sucha (při průtoku pod 50 m<sup>3</sup>/s je průtok ve Vltavě standardně dotován z Orlíka). Vypouštění zásadně ovlivňuje teplotní režim řeky, v podstatě jde o teplotní znečištění. Ještě v r. 1950 se v Praze na Vltavě běžně bruslilo, dnes Vltava v Praze nezamrzá a stala se oblíbeným zimovištěm vodního sportu (obr. 1). V létě je dnešní Vltava studená a během průtoku Prahou se ohřeje někdy i o 2 °C.

Mezi říčním km 60 až 38 prochází Vltava Prahou, z pohledu jakosti vody zásadním zdrojem znečištění. Dva výtoky z Ústřední čistírny odpadních vod (ÚČOV) ústí do řeky na dolním konci města. Když se na ně podíváme zblízka, vidíme, že z nich teče voda někdy na pohled čistší než v řece,

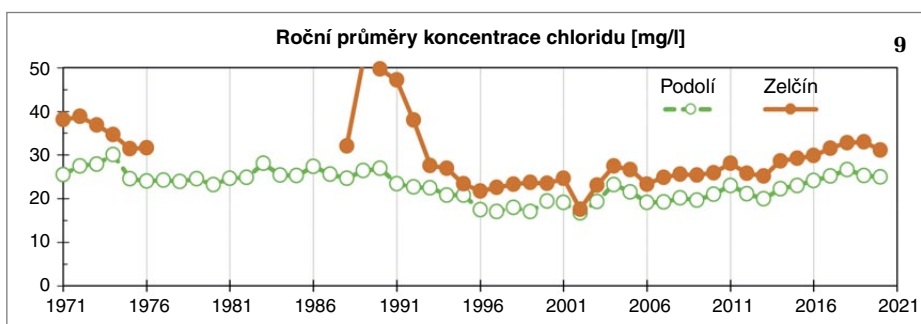
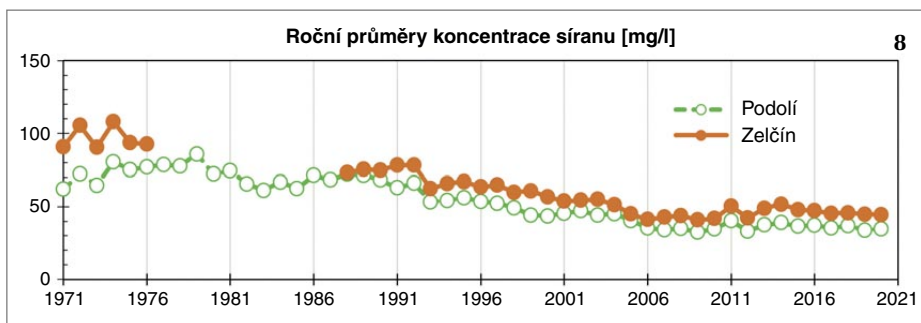
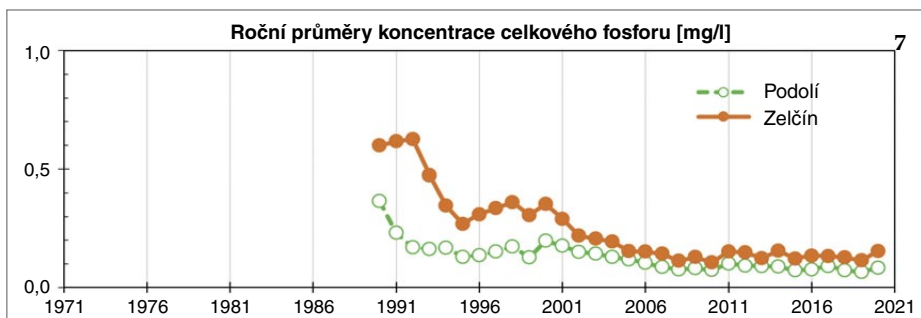


kteřá nese různé suspendované látky. S vyčištěnou odpadní vodou se do Vltavy vrací podstatná část vody ze Želivky, z nádrže Švihov, jež by jinak přitekla Sázavou. Zajímavý je podíl odtoku „standardně vyčištěné“ odpadní vody z ÚČOV na celkovém průtoku vody ve Vltavě – při průměrném průtoku jsou to přibližně 3 %, při nízké vodě (s dotací z Orlíka) se podíl blíží k 8 %. Během postupu Prahou do řeky ústí relativně drobné přítoky, protékající městem, někdy zčásti pod zemí. A dále do toků ústí tzv. odlehčení kanalizace. Ve většině našich měst (obcí) je totiž jednotná kanalizace, která kromě splašků odvádí také dešťovou vodu z ulic a střech, a při vyšších srážkách by mohla vypláchnout i čistírnu odpadních vod. Proto jsou na kanalizačním systému postaveny odlehčovací komory, které při určitém přeplnění vypustí část obsahu kanalizace do nejbližšího vodního toku – potoka, nebo přímo do Vltavy (podrobněji v Živě 2022, 5: CXXXIV–CXXXVI). V případě menších vodních toků může odlehčení zhoršit jejich stav opravdu významně,

v Praze vidíme, jak po Vltavě plují různé předměty apod. Přestavět kanalizaci je úkol nesrovnatelně větší a dražší, než postavit novou čistírnu odpadních vod.

Dále se budeme zabývat jakostí vody nad Prahou a vlivem města na řeku po proudu. K chemismu vody ve Vltavě nad Lipnem se vrátíme v některém z dalších čísel Živy. Pro posouzení situace nad městem máme data z profilů Vrané a Podolí, pod Prahou je měrný profil Libčice a hlavní profil Zelčín, asi 4 km před soutokem s Labem.

Jak je to s historií a s daty? Pro r. 1913 máme již zmíněnou kompletní Schulzovu zprávu, zahrnující celoroční sledování profilů „pod Vyšehradem“ a „Podbaba“, tedy nad ústím potoka Botiče a pod vyústěním tehdejší čistírny odpadních vod, a řadu podrobností, data z některých přítoků apod. Kanalizace (a tehdy nová čistírna odpadních vod) obsluhovala jen střed města. Botič byl v té době otevřenou stokou s průměrnou koncentrací 95 mg/l amoniakálního dusíku (N-NH<sub>4</sub>), Šárecký potok s řídkým osídlením měl „jen“ 3,5 mg/l. Koncentrace



3 a 4 Roční průměry hodnot BSK 5 (obr. 3) a CHSK-Cr (4) v profilech Podolí (nad Prahou) a Zelčín (nad soutokem s Labem). BSK 5 je spotřeba kyslíku bakteriemi na degradaci odbouratelného organického uhlíku, CHSK vyjadřuje spotřebu kyslíku na chemickou oxidaci veškerého organického uhlíku.

5 a 6 Roční průměry koncentrace dusičnanového ( $\text{N-NO}_3$ , obr. 5) a amoniakálního ( $\text{N-NH}_4$ , 6) dusíku v profilech Podolí a Zelčín. Hodnoty vykazují významné roční cykly. Amoniakální dusík kolem r. 2000 téměř zmizel, ale koncentrace dusičnanu jsou ve většině velkých evropských řek stále a zatěžují oceány dusíkem, který v moři limituje, resp. podporuje, produkci fytoplanktonu.

7 Roční průměry koncentrace celkového fosforu v profilech Podolí a Zelčín. Hodnoty většinou nemají významný sezonní cyklus. Celkový fosfor je v řekách celý rok v nadbytku a produkce fytoplanktonu je kontrolována sezonním cyklem a podporována zadržením vody v nádržích.

8 a 9 Roční průměry koncentrace síranu (obr. 8) a chloridu (9) v profilech Podolí a Zelčín. Stálý mírný pokles koncentrace síranu odpovídá doznívání periody intenzivního přísunu (atmosférická depozice, hnojení). Chlorid do řek přichází z řady zdrojů (blíže v textu) a vývoj zatím nelze predikovat. Zdroj dat pro obr. 3–9: Český hydrometeorologický ústav (do r. 2006) a státní podnik Povodí Vltavy (od r. 2007). Všechny orig. J. K. Fuksa

$\text{N-NH}_4$  ve Vltavě pod Prahou byly na úrovni 0,5 mg/l, nad Prahou byly zaznamenány jen občas stopy. Koncentrace dusičnanového dusíku ( $\text{N-NO}_3$ ) zůstávaly nad i pod Prahou spolehlivě pod úrovní 1 mg/l. Období již popsané změny chemismu po r. 1950 na horním toku není pro dolní úsek pod přehradami dokumentováno systematicky, protože datové řady začínají až r. 1970. Přehradní nádrže byly postaveny pro energetické účely a vypouštějí vodu na turbíny ode dna, to znamená v době zimní stratifikace relativně teplou a za letní stratifikace studenou, odlišnou od hladinové vrstvy vzorkované na Slapech – Živohošti. Pokud se na nádržích např. vytváří vodní květ, zůstává v nádrži v hladinové vrstvě a není nesen k Praze. Při srovnávání dat z nádrží a z nestratifikované řeky pod nimi tedy musíme brát v úvahu i ovlivnění jiným způsobem vzorkování. Data z profilů Vrané i Podolí však obdobně zachycují fázi rychlého poklesu koncentrace amoniakálního dusíku a celkového fosforu a snížení koncentrací síranu a stabilizaci po r. 1990–95. Koncentrace chloridu jsou také vyšší než před r. 1950, ale celkem stabilní – zdroje jsou bodové i nebodové, dnes navíc i zimní solení silnic. Vývoj jakosti vody v profilech Podolí a Zelčín (nad ústím do Labe) ukazuje obr. 3–9. Změny nad Prahou odpovídají výsledkům J. Kopáčka a kol. (2021), a také „příspěvek Prahy“ na datech z profilu Zelčín dokládá postupné zlepšování výkonu pražské čistírny. V grafech jsou pro přehlednost zpracovány roční průměry, některé charakteristiky ovšem vykazují významný sezonní cyklus (např.  $\text{N-NH}_4$  a  $\text{N-NO}_3$ ).

Komunální zdroje znečištění na Vltavě nad Prahou leží sice daleko proti proudu, ale také se výrazně zlepšila jakost Berounky stálým zlepšováním čistíren v Plzni, Berouně a dalších.

V období 1990–2000 se jakost vody v našich řekách zásadně zlepšila všeobecně. Důvodů je několik – s pádem socialistického hospodářství zanikla řada podniků, a tím kleslo vypouštění znečišťujících látek. Fungující firmy byly nuceny čistit své odpadní vody, změnit technologie atd. A zároveň byly s přispěním evropských fondů dostavěny a významně vylepšeny komunální čistírny odpadních vod. Současně se pozvedla úroveň péče o jakost a kontrola znečišťovatelů, navázaná na závazné evropské systémy. S tím souvisí i významný rozvoj analytických metod, chemických a biologických, takže seznam znečišťujících látek je dnes takřka bez konce a stále roste. Přidává se zvýšený a aktivní zájem veřejnosti o vlastní zdraví i životní prostředí, spojený s růstem úrovně informovanosti.

### Jak to vidíme dnes

Dnes si můžeme říci, že Vltava je zase stříbropěnná, jak se jevila vlastencům v polovině 19. století, i když je jiná. Zmizely peřeje a mlýny, vory a šífy nahradily výletní lodě a sportovní plavidla od dnešních paddleboardů přes klasické kánoe až po luxusní jachty, požadující volnou cestu z Prahy až k Budějovicím (k Hamburku to už jde). Vlastenci kolem řeky chodili na vycházky, mohli se nechat vytáhnout v lodi až ke Svatojánským proudům a snést zpět po proudu, svézt se parníkem (např. zpáteční cesta do Štěchovic I. třídou stála 1 zlatý 30 krejcarů, II. třídou 1 zlatý), nebo mohli teoreticky podniknout dobrodružnou plavbu šifem po proudu z Budějovic do Prahy. A namalovali mnoho obrazů, napsali hodně literatury, básní a složili hudbu s řekou jako ústředním motivem. Ale viděli řeku jinak než my dnes, především je ani náhodou nenapadlo svléci se a jít si zaplavat. Míru znečištění vody domácími splašky a odpadky i průmyslem na začátku 20. století a svízele s tím spojené líčí i článek v Živě (1905, 8: 228–234), úryvky najdete na str. LIII–LIV kuléru.

Zůstaneme na dolním toku kolem Prahy a budeme probírat, v čem je dnes Vltava jiná, kromě změny v línou řeku, tekoucí přes přehradu a jezy rychlostí, kterou u Prahy můžeme odhadovat s těžší na 1 km/h. A co můžeme čekat v blízké budoucnosti?

- **Teplota vody:** Postupuje s teplotou vzduchu v sezonních cyklech, teplota malých vodních toků může významně kolísat i během dne. Stratifikované vodní nádrže způsobují, že v Praze je v zimě voda relativně teplá. Otúžilci to dnes mají lehčí než průkopník Alfred Nikodém (1864–1949), který plaval ve vodě odhadem 0,5 °C teplé, dnes mívá Vltava o Vánocích kolem 5 °C. Letní plavci mají zase vodu o dost studenější, zejména když se teplejší Berounka dobře zamíchá do Vltavy. Zvýšené maximální teploty mohou obecně vést k podpoře nových organismů, včetně různých parazitů apod., totéž platí pro zvýšené teploty vody v zimě.
- **Koupání a vodní sporty:** Vodu z řeky dnes nikdo nepije a úpravna vody v Praze-Podolí opět bez problémů pracuje. Zdravotní riziko může přijít až při koupání či pádu z lodičky, kdy vodu nebo aerosol



nad hladinou můžeme vdechnout. Ale takové případy nejsou známy a nehrozí – zčásti právě díky nízké teplotě vody i v létě. V ČR existuje seznam tzv. koupacích vod s kontrolovanou jakostí, ale není mezi nimi žádný proudící úsek řeky. Masový rozvoj fytoplanktonu, a především vodní květ sinice se dnes v přehradních nádržích v létě vytváří běžně a představuje vážné riziko pro veškeré užívání vody, pro rekreaci a vodní sporty zejména. V suchých a horkých letech vzniká i na malých jezovích zdržích. Jak už jsme zmínili, zůstává však u hladiny a při systému vypouštění vody ode dna nepostupuje dále do řeky. S klimatickou změnou předpokládáme obecné zvýšení letních teplot, kdy bude problém vodního květu kritický. To se ale na teplotním režimu pod přehradami příliš neprojeví. Projeví se však rostoucí délkou koupací sezony (dnes je od 30. května až do 1. září), ale zvýšenými letními teplotami, vedry, kdy studená voda ve městě bude žádoucí. Je otázka, kam zařadit rybáře, dovolíme si pojednat o nich mezi sporty a rekreací. Ti vědí o Vltavě všechno, včetně skrytých výpustí odpadních vod, a denně ji hlídají. Ale kromě velkého množství vnazení do ní nasazují ryby jako své budoucí úlovky, tedy ovlivňují přirozenou skladbu rybích společenstev.

● **Jakost vody:** Na příkladech jsme ukázali, že jakost vody ve Vltavě se po periodě znečištění vrátila na velmi dobrou úroveň a ani vypouštění z komunálních čistíren, včetně pražské ÚČOV, ji významně nezhoršuje. U „klasických“ typů znečištění to platí pro téměř všechny větší řeky v ČR, ale Vltava patří mezi ty nejčistší. Víme ale, že kolem r. 1900 byl dusičnan ve vodě vzácnost, koncentrace chloridu a síranu byly mnohem nižší a že jakost vody hodnotíme podle současných norem a standardů, které dnešní situaci respektují. Stálý problém představuje dusičnanový dusík, který dnes evropské řeky beze změn transportují do oceánů, kde podporuje růst fytoplanktonu. Pochází ale převážně z nebudových zdrojů – ze zemědělské krajiny. Ve vnitrozemských vodách je pro produkci fytoplanktonu limitujícím prvkem fosfor, jehož přítomnost je přibližně z 80 % dána vypouštěním z čistíren odpadních vod, i když ho dnes běžně odstraňují

10 Velká povodeň na Vltavě v Praze v r. 2002, pohled od severu proti proudu, přes zatopenou Ústřední čistírnu odpadních vod. Velké povodně nelze eliminovat, lze je jen přežít. Snímky: J. K. Fuksa

s vysokou účinností. Fosforu je pro řasy a sinice ve vodě stále nadbytek a problém vidíme jasně na nádržích – jakmile se voda zastaví, vytvoří se příznivé podmínky pro rozvoj fytoplanktonu (viz předchozí odstavec). Pokud voda teče, je produkce fytoplanktonu podstatně nižší a „zelená voda“ se vyvíjí až na pomalých dolních tocích.

Dnes tu ale máme nové polutanty, které zde dříve nebyly, nebo nebylo možné je identifikovat. Jsou to především pesticidy ze zemědělství (objevují se v řekách v souvislostech s jejich aplikací a režimem srážek) a látky, které prošly našimi domácnostmi i přímo našimi těly a odešly s odpadní vodou do kanalizace. Jde o mikročástice plastů, vysoce trvanlivé fluorované sloučeniny (např. částice teflonu) a zejména dnes nezbytná farmaka, kosmetiku, doplňky stravy apod. Vyskytují se v řekách v mikro- až nanogramových koncentracích a v mnoha případech je prokázáno jejich negativní působení na vodní ekosystémy a organismy. Ovlivňují jejich chování, ochranu před predátory a rozmnožovací cykly. Podstatná část těchto látek běžně prochází čistírnami odpadních vod. Koncentrace léčiv v řece jsou sice i pod Prahou na úrovni většinou pod 1 µg/l, ale rezistentní farmaka běžně přítékají do Prahy už z jižních Čech, i přes velké nádrže. Pokud propočítáme bilanci, zjistíme, že profilem Zelčín odtékají do Labe ročně zhruba tři tuny Metforminu (léčí diabetes 2. typu, spotřeba v ČR je asi 200 tun ročně), dvě tuny Alopurinolu (léčí dnu a další poruchy dusíkového metabolismu) a jedna tuna antidepresiva Gabapentinu. Další farmaka následují v řádu stovek kilogramů ročně (např. Fuksa a Smetanová 2022, Fuksa a kol. 2023). Technologie čištění vod od farmak zatím nejsou ani v dohledu, užívání těchto látek nelze nijak regulovat. Velké úpravní pitné vody již dokážou farmaka odstranit, ale pro budoucnost to znamená problém, dnes ještě spící. Riziko pro běžné užívání vody je ale (zatím) nevýznamné.

Poslední riziko, které bylo kdysi první, jsou bakterie, s nimiž se v pitné vodě můžeme setkat jen výjimečně. Do řeky se dostávají se standardně vyčištěnou vodou z čistíren odpadních vod a po větších srážkách také z kanalizačních odlehčení. S klimatickou změnou se obecně zvyšuje frekvence přívalových srážek, což nutně vede k vyšší frekvenci odlehčování, tedy vypouštění „čerstvých“ splašků do řek. A je tu ještě jeden možný a pravděpodobný zdroj – lodě, výletní i zakotvené jako hotely a restaurace, hausbóty apod. Už na první pohled vidíme na nabřežích u každé zakotvené velké lodě přívod elektřiny a vody, ale žádný odvod splašků. K tomu má sloužit obslužná loď, kotví u levého břehu. Udržení jakosti vody v řece logicky vyžaduje striktní a systematickou kontrolu nad lodním odpadovým hospodářstvím.

● **Krajina, krása, užívání řeky obecně:** Řeka není jen to, co teče mezi břehy a občas i mimo ně, ale je základní součástí říční krajiny. Velká povodeň r. 2002 ukázala, že se nedá nikdy úplně zkrátit a kromě zavazování protipovodňové ochrany města se po ní říční krajina kolem Vltavy změnila k lepšímu, i z hlediska estetického. Také epidemie covidu-19 přispěla k tomu, že se lidé začali více pohybovat doma a podél vody a vnímat řeku s krajinou jako celek. V tomto směru Praha plánuje a realizuje rozvoj rekreačních ploch podél řeky, rozvoj říčních lázní nebo revitalizace městských tratí přítoků, které by z ní měly udělat město žijící s řekou a příjemné i za sucha a vedra. Užívání „z břehů“ pro lidi snad bude důležitější než podpora nejruznějšího ekonomického byznysu na hladině.

Vltava je dnes krásná a čistá řeka, od pramenů až k ústí do Labe. Některé části, zejména romantické peřeje, sice zmizely a dolní tok je silně kanalizován. Ale přehradní nádrže dnes slouží také k regulaci průtoků v řece a vytvořily „novou estetiku“ vodních ploch a v okolí Prahy je řeka součástí města nebo městské krajiny. Vlastencům z dob před 150 lety by se jistě líbila.

Použitá literatura uvedena na webu Živa. K dalšímu čtení např. Živa 2020, 5: 252–254; 2022, 5: 231–234 a 249–253.