

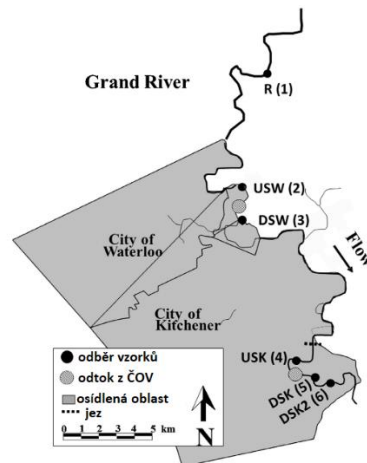
Teze: Znečištění vody farmaceutiky je jen nafouklá bublina, ve skutečnosti nepředstavuje významný problém.

V posledních letech se problematika znečištění vodního prostředí farmaceutiky a jeho následná rizika na lidské zdraví a stav životního prostředí stala hojně diskutovaným tématem. Léčiva se do vody dostávají vlivem jejich nedokonalé metabolizace v lidském organismu, kdy jsou rezidua léčivých látek společně s jejich metabolity následně vyloučeny (převážně močí). Dalším zdrojem znečištění je nesprávné nakládání s prošlými či nespotřebovanými léčivy, která jsou v rozporu s doporučeným odevzdáním zpět do lékáren často zlikvidována jednoduchým spláchnutím do toalety. Ačkoli jsou odpadní vody před vypuštěním ošetřeny systémem čištění, ne vždy jsou tyto procesy dostatečné k dokonalému zachycení veškerého obsahu léčivých látek a ty se posléze dostávají ve stopovém množství do povrchových vod, kde mohou nepříznivým způsobem ovlivnit vodní ekosystémy a pokud jsou tyto vody využívány jako zdroj pitné vody, lze diskutovat i o potenciálním negativním vlivu na lidské zdraví. Ačkoli existuje poměrně značné množství studií prokazujících přítomnost stopových množství léčivých látek v povrchových vodách, vyhodnocení skutečné hrozby pro lidské zdraví či zdraví živočichů ve vodních ekosystémech je stále nedostatečné a v současné době se jedná spíše o spekulace, zda obsažená množství zejména v pitné vodě, často na hranici detekovatelnosti, jsou schopna negativně ovlivnit lidské zdraví. Navzdory tomu se v médiích v předešlých letech objevovaly články jednoznačně potvrzující negativní efekt obsahu těchto léčiv a v zásadě varující před konzumací pitné vody [1].

V České republice se problematikou výskytu farmaceutik v pitné vodě a jejich dopadů na lidské zdraví zabýval Státní zdravotní ústav v rámci výzkumného projektu „Výskyt a zdravotní rizika zbytků humánních léčiv v pitných vodách“. V letech 2009-2011 byl proveden plošný screening sestávající z několika fází: v první etapě projektu bylo odebráno 92 různých vzorků z vodovodů v ČR, v druhé etapě byly vzorky odebrány pouze v nejrizikovějších lokalitách – upravená voda na výstupu z úpraven vod, celkem 24 vzorků z 23 různých míst, třetí etapa sloužila jako ověření a bylo odebráno 15 vzorků z osmi vodovodů. Stanovováno bylo celkem pět různých látek na základě předpokladu jejich vysoké koncentrace v upravených vodách: naproxen, ibuprofen, diklofenak, karbamazepin a 17 $\alpha$ -ethinylestradiol. V první fázi nebyla žádná ze sledovaných látek nalezena v koncentraci nad mezí stanovitelnosti, t.j. 0,5 ng/l. Druhá fáze vzorkování, tedy na výstupu z úpraven, prokázala výskyt zejména ibuprofenu (nález ve 12 vzorcích z 24) v koncentracích 0,7-20,7 ng/l a karbamazepinu (nález v devíti vzorcích) v koncentracích 2,2-18,5 ng/l. Třetí etapa prokázala pouze nález ibuprofenu ve třech vzorcích, jednou byl potvrzen záchyt karbamazepinu. Vyhodnocení zdravotního rizika však ukazuje, že všechny zachycené látky se vyskytují ve výrazně nižších koncentracích, než které jsou považovány za rizikové s ohledem na lidské zdraví. Potenciální ohrožení vodních organismů v rámci projektu vyhodnoceno nebylo, nicméně autoři v závěru poukazují na toto možné riziko a je tedy k zamyšlení, zda mohou tyto nízké koncentrace skutečně vodní organismy ohrozit a do jaké míry [1,2].

Co se týče vlivu přítomnosti léčiv ve vodních tocích na vodní organismy, nejznámějším příkladem je zřejmě fenomén “mezipohlavnosti” (intersex) u ryb vystavených vlivu stopových množství léčivých látek, které nebyly odstraněny v čistírnách odpadních vod. Tyto látky působí jako tzv. endokrinní disruptory, tedy ovlivňují endokrinní systém - regulaci hormonů v rámci organismu. Autoři Fuzzen a kol. se ve své studii věnují zkoumání vlivu kontaminantů jako jsou léčiva a hygienické potřeby na reprodukční schopnosti v rámci populace candátka modropásého vyskytujícího se v kanále Grand River v Ontariu. Kanál Grand River shromažďuje vodu z třiceti čistíren odpadních vod, tedy lze předpokládat, že ve vodě budou obsažena rezidua léčiv. Ryby podrobené výzkumu byly vybrány z několika různých oblastí – referenční vzorek byl odebrán z oblasti vzdálené před odtoky čistíren (1),

dále byl odebrány vzorky před (2) a za (3) první čistírnou, před (4) a (5) druhou čistírnou a poslední vzorek ve větší vzdálenosti od druhé čistírny (6), viz Obrázek 1 [3].



Obrázek 1: Kanál Grand River a místa odběru ryb (převzato z [3])

V rámci studie byly zkoumány znaky jako velikost a váha ryb, plodivost, schopnost oplodnění a schopnost embrya přežít až do fáze vylíhnutí. Bylo prokázáno, že v oblastech v blízkosti velké (druhé) čistírny odpadních vod se vyskytuje výrazně větší množství mezipohlavních samců v porovnání s referenční oblastí, rovněž jejich produkce androgenů je nižší. V místech, kde dochází k výskytu fenoménu mezipohlavnosti samců, je schopnost oplodnění a přežití embrya do vylíhnutí výrazně snížena [3].

Toto negativní ovlivnění endokrinního systému ovšem nemusí být způsobeno pouze obsahem hormonálních léčiv, autoři Niemuth a Klaper se ve své studii zaměřují na vliv metforminu na plodivost a výskyt mezipohlavnosti ryb. Metformin je látka obsažená v běžně předepisovaných léčivech proti diabetu a v některých odpadních vodách se nachází v řádově vyšších koncentracích než např. estrogeny - jedná se o desítky  $\mu\text{g/l}$ . Vliv metforminu byl testován v laboratorních podmínkách, populace jelečka velkohlavého byla umístěna do nádrží s roztokem metforminu o koncentraci 40  $\mu\text{g/l}$ , tedy odpovídající odpadním vodám. Výsledky prokázaly, že metformin ovlivňuje váhu samců a jejich reprodukční systém, stejně jako hormonální léčiva způsobuje mezipohlavnost [4].

Výše uvedené koncentrace jsou bezpochyby dostatečné pro ovlivnění reprodukčního systému ryb, případně dalších vodních organismů, pro člověka jsou však díky pokročilým systémům čištění příliš nízké a nepředpokládá se jejich negativní vliv na lidské zdraví. Ne ve všech částech světa je ovšem proces čištění odpadních vod natolik efektivní, aby nebylo opodstatněné se obávat případných zdravotních rizik. Jednou z takových oblastí je oblast Andhra Pradesh v Indii, kde bylo dle publikace autorů Chandra a kol. zjištěno 150x vyšší znečištění vody farmaceutiky oproti nejvyšší úrovni znečištění ve Spojených státech. Čištění odpadních vod v Indii není na tak vysoké úrovni jako v Evropě a Spojených státech a je možné, že některé odpadní vody ani čištěny nejsou a jsou přímo vypouštěny do vodních toků. Naměřené koncentrace léčiv ve vzorcích vody v Indii jsou alarmující, např. koncentrace ciprofloxacinu je až 6,5  $\text{mg/l}$ , norfloxacinu 0,52  $\text{mg/l}$  apod. Ve srovnání s údaji uvedenými pro Českou republiku, kde jsou naměřené koncentrace v ng, je evidentní, že se jedná o zásadní problém a zavést důkladnější procesy čištění odpadních vod pro prevenci negativních vlivů na lidské zdraví je nezbytné [5].

S ohledem na všechny výše uvedené informace lze vyhodnotit, že co se týče vlivu farmaceutik v pitné vodě na lidské zdraví, minimálně v České republice a velmi pravděpodobně i ve všech vyspělých státech není důvod se v současné době obávat negativních dopadů, naměřené koncentrace jsou na hranici detekovatelnosti. Titulky v médiích ovšem často hovoří jinak a skutečnost, že stopová množství léčiv ve vodách lze nalézt, podávají jako zásadní riziko pro lidské zdraví. Způsob, kterým tedy média informují o obsahu léčiv ve vodách zcela jistě není vhodný a v tomto ohledu pouze zavádějící. Současně však nelze říct, že by znečištění vody farmaceutiky nemělo žádné negativní dopady a jednalo se pouze o fiktivní problém či mediální senzaci. Ve vztahu k vodním organismům, kde četné studie prokazují ovlivnění reprodukčních schopností ryb žijících ve vodách kontaminovaných stopovými množstvími léčivých látek, lze bezpochyby označit vliv těchto léčiv za nežádoucí. Změny reprodukčního systému ryb a ovlivnění jejich schopnosti rozmnožování mohou v dlouhodobém hledisku vést k narušení rovnováhy vodních ekosystémů a je proto namístě provést důkladnější výzkum vlivů jednotlivých léčivých látek na vodní organismy a soustředit se na nalezení vhodných metod eliminace obsahu farmaceutik ve vodě.

Alexandra Benešová

## Zdroje

[1] Výskyt humánních léčiv v pitných vodách v České republice. SZÚ [online]. Copyright ©2012 [cit. 22.01.2020]. Dostupné z:

[http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/gacr\\_leciva/Vyskyt\\_leciv\\_v\\_pitne\\_vode\\_CR\\_zprava\\_na\\_www\\_szu\\_verze\\_5.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/gacr_leciva/Vyskyt_leciv_v_pitne_vode_CR_zprava_na_www_szu_verze_5.pdf)

[2] Tisková zpráva Státního zdravotního ústavu. První systematické mapování léčiv v pitných vodách v ČR. SZÚ [online]. Copyright ©2012 [cit. 22.01.2020]. Dostupné z:

[http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/gacr\\_leciva/Tiskova\\_zprava\\_SZU\\_leciva\\_ve\\_v\\_ode.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/gacr_leciva/Tiskova_zprava_SZU_leciva_ve_v_ode.pdf)

[3] Severe intersex is predictive of poor fertilization success in populations of rainbow darter (*Etheostoma caeruleum*). ScienceDirect.com | Science, health and medical journals, full text articles and books. [online]. ©2015 [cit. 22.01.2020] Dostupné z:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166445X1500017X>

[4] Emerging wastewater contaminant metformin causes intersex and reduced fecundity in fish - ScienceDirect. ScienceDirect.com | Science, health and medical journals, full text articles and books. [online]. ©2015 [cit. 22.01.2020] Dostupné z:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653515002830>

[5] Pharmaceutical Compounds in Drinking Water. National Center for Biotechnology Information [online]. ©2016 [cit. 22.01.2020] Dostupné z:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6324466/>