



# V čom kúpeme naše ryby

**Sú slovenské rieky sfetované? Občas sa objavia informácie, ako ovplyvňujeme rieky tým, že jeme lieky, pijeme alkohol, užívame drogy, a potom sa cez naše vylučovanie a kanalizácie dostávajú zvyšky tých látok do riek. A následne ovplyvňujú aj správanie živočíchov. **Prof. Ing. IGOR BODÍK, PhD. (60)**, z Fakulty chemickej a potravinárskej technológie Slovenskej technickej univerzity v Bratislave už roky so svojim tímom meria a skúma slovenské odpadové vody a hlavne to, čo z nich vyteká do riek. Hovorí, že povedať ľuďom, aby menej užívali lieky, lebo chceme zachrániť rieky, je nemožné. Ako veľmi je čistiareň schopná odstrániť z odpadovej vody zvyšky z liekov či drog? Prečo ryby vo švédskej rieke zmenili pohlavie? A čím všetkým sa dajú rozbiť molekuly liečiv?**



■ **Ako to je so slovenskými riekami? Sú sftované?**

Máme relatívne dobre zmapované slovenské rieky a ešte lepšie kanalizácie, v ktorých meriame rôzne látky ako liečivá, legálne drogy, čiže alkohol, kofeín, nikotín, až po nelegálne drogy typu pervitín, kokaín. Ide len o to, že ak je iks nanogramov nejakej látky na liter vody či riekou, či sa dá považovať ešte za čistú, alebo už znečistenú. Tým, že sa neviem odpichnúť od toho, čo niekto považuje za „sftované“, nemôžem jasne použiť také slovo, ale isté je, že rieky sú ovplyvnené všetkými chemikáliami, ktoré užívame.

■ **Jeme príliš veľa liekov?**

Národné centrum zdravotníckych informácií zverejňuje každoročne údaje o spotrebe liekov a najnovšie sú za rok 2020. Podľa nich sa na Slovensku vlni spotrebovalo 148,8 milióna krabičiek liekov, takže keď to vydělíme počtom obyvateľov, dostaneme okolo 28 krabičiek liekov na jedného človeka! To rátaeme priemerne, čiže od novorodencov až po najstarších, navyše v tých krabičkách nie je jedna tabletká, ale veľa. Okrem liekov, ktoré idú oficiálne cez lekárne, je tu trh s drogami, takže dokopy ľudia spotrebujú tony látok za rok.

■ **Patria Slováci v spotrebe liekov medzi najväčších užívateľov?**

Áno aj nie, závisí aj od typov liekov. Napríklad pri kardio liekoch je Slovensko v rámci Európskej únie na popredných miestach spotreby, v iných liekoch



sú zasa vpredu iné krajiny. Napríklad v spotrebe drogy pervitínu už dlhodobo patríme k najväčším užívateľom. Donedávna prevládal názor, že keď človek požije liek, on sa vstrebe a uloží v tele, prípadne si s ním telo poradí, rozloží a zvyšky vylúči. Pri prírodných látkach to tak často aj je, že vylučovaním vyjde z organizmu len v malom množstve pôvodná materská látka a nejaké metabolity. No keď sa pred pár desiatkami rokov

začali vyrábať lieky na tvrdej chemickej báze s komplikovanými štruktúrami organických zlúčenín, už to bolo inak. Niečo sa síce v tele rozloží, ale niečo nie. Po nejakom čase z nás zvyšky liekov vyjdú vylučovaním cez moč a fekálie do kanalizácie. Plus k tomu si natierame na kožu masťky a tie idú do kanalizácie pri sprchovaní. V kanalizácii nastáva ďalší čiastočný rozklad zvyškov liečiva, až sa dostane do čistiarne.

▼ **Čistiarne zachytia zvyšky liečiv asi na 85 percent, zvyšok ide do riek. Je to malinké množstvo, ale vo Švédsku už zistili v rieke zmenu správania sa rýb pod vplyvom chemikálií. Vedci pracujú na nových technológiách, ktoré by čistiarne zdokonalili.**

**„Vlni Slováci spotrebovali 148,8 milióna krabičiek liekov.“**

■ **Tam sa deje čo?**

V typickej mestskej čistiarni je kal, v podstate baktérie a rôzne iné mikroorganizmy, ktoré žijú z toho, čo my vypúšťame do kanalizácie. Baktérie naše znečistenie „papkajú“ a nám tým robia službu, lebo rozkladajú látky na menej škodlivé, alebo vôbec neškodlivé. Výstup z čistiarne je vyčistená odpadová voda. Proces však nie je stopercentný, nefun-



Foto: Igor Bodík, Shutterstock



Zvyšky drog, liečiv, kávy, alkoholu, všetko to prechádza cez kal, čiže baktérie, ktoré sa živia našim znečistením. V každej čistiarni je iné zloženie baktérií, v dvoch mestách nenájdete rovnaké.



postavili v roku 1913. Vždy sa, samozrejme, technika zlepšuje, prichádzajú nové moderné postupy, napríklad membrány, nové dodatočné oxidačné procesy, ale základný princíp je stále rovnaký. Takže konečný výsledok je, že niečo z liekov, drog, alkoholu rozložilo telo, niečo kanalizácia, z toho zvyšku ešte 85 percent odstráni čistiareň a na odtoku do rieky máme nejaké zvyšné koncentrácie mixu všetkého, čo z čistiarne vychádza.

## „Výtok z čistiarne do Dunaja je ako plúvanec.“

### ■ Vo väčšine prípadov ide odtok z čistiarní do riek?

Na Slovensku áno, ale aj vo väčšine sveta ide odtok z čistiarní do riek, morí, jazier. Tam nastáva ďalší rozklad, ale aj nariadenie, a ide o to, aký je pomer medzi prietokom z čistiarne a prietokom rieky. Keď ide do Dunaja, tak je to ako plúvanec, lebo ak má Dunaj v Bratislave vyššie dvetisíc kubíkov za sekundu a bratislavská čistiareň má 110-tisíc kubíkov za celý deň, tak je to zanedbateľné a také zriedené, že iba najmodernejšie prístroje namerajú v rieke zvyšky napríklad z liečiv.

### ■ Dunaj je však dlhý, po celej jeho dĺžke sa doň vlieva voda z čistiarní mnohých miest, rieka má množstvo prítokov, na ktorých sú tiež čistiarne. A napriek tomu dokážu v Dunaji namerať niečo len najmodernejšie prístroje?

Áno, v prípade farmaceutík určite iba najmodernejšie prístroje, najmodernejšie laboratória, a aj to iba špeciálnymi technikami. V rámci Slovenska je dunajská voda asi najčistejšia spomedzi našich riek.

### ■ Čiže pri Dunaji nemôžeme hovoriť o sfetovaných rybách?

No ak povieme, že sú tam nanogramy niečoho na liter, čo je jedna miliardtina, tak si ani neviete predstaviť, aká je to malá čiastka. Určite sa nedá hovoriť o sfetovanej rieke, na druhej strane tam ten zvyšok, ktorý vyprodukovali ľudia, je. Maličký, ale je. Ide len o to, kde je hranica, čo už budete považovať za sfetované.

### ■ Hranica je možno vtedy, keď začnú zoológovia pozorovať zmenu správania živočíchov a botanici zmenu rastlín?

Presne, čiže keď sa rieky začali pred asi desiatimi-dvadsiatimi rokmi takto skúmať, merať, prišli moderné prístroje, začal sa aj výskum vplyvu tých látok na vodné organizmy. Zmeny správania rýb pozorovali medzi prvými Švédi a zistili, že v rieke mali aj psychoaktívne látky.

guje ako destilácia, že všetko špinavé niekde zostane a ďalej ide len dokonalo čistá voda. Pri čistiarniach sme na úrovni asi 90 – 95 percent účinnosti odstraňovania celkového organického znečistenia, čiže niečo sa dostáva aj do riek.

### ■ Keď výrobcovia dajú na trh nové chemikálie, liečivá, tak baktérie v čistiarniach sa vedú prispôbiť iným látkam?

Baktérie sa rozmnožujú rádo vo hodinách až dňoch a fungujú na princípe, že sa snažia všetko rozložiť, aby mali energiu. Laicky sa dá povedať, že baktérie, ktoré sa s novými látkami nevedia vyrovnáť, vymrú, a nastúpia noví „bojovníci“. Zmes baktérií je v každej čistiarni iná, v dvoch mestách nenájdete rovnaké, vždy je nejaké typické zloženie štruktúry organizmov, ktoré znečistenie rozkladajú.

### ■ Nakoľko odstraňujú čistiarne liečivá?

Naše merania ukazujú priemernú účinnosť asi 85 percent. To je suma všetkých liečiv, ktoré sme identifikovali v prítoku do čistiarne a porovnali s odtokom. Technológia súčasných čistiarní vo svete nie je prispôbená na odstraňovanie liečiv. V podstate je to tak, že prvú čistiareň odpadových vôd dnešnej generácie

Donútiť brať ľudí menej liekov je nemožné. Tak rozmýšľa iba zdravý človek, no keď ochorie, dá prednosť liečeniu liekmi.







▲ Výskumníci zistovali, či sa zvyšky liečiv nachádzajú v rybacom mäse. Ukázalo sa, že sú najmä v pečeni, obličkách, mozgu, ale mäso je pomerne čisté.

Napríklad pri ostriežoch pozorovali strácanie plachosti, ale účinky sú rôzne, napríklad ľudia užívajú lieky na zníženie tlaku, alebo aby vám menej búchalo srdce, a ony majú rovnaký účinok aj na živočích. Samozrejme, že koncentrácie v riekach sú minimálne, ale organizmy v riekach sú malé, nemajú sedemdesiat kilogramov ako človek.

■ **Pozorovali sa zmeny aj v rozmnožovaní?** Áno, ryby menili pohlavie kvôli hormónom, antikoncepcii, ktoré boli prítomné v rieke.

## „Tie zvyšky liekov majú účinky aj na ryby.“

■ **U nás sa také niečo pozoruje tiež?**

Neviem o tom, že by niekto zo slovenských vedcov zoológov robil podobné štúdie, ale v susednom Česku to robia v laboratórnych podmienkach v akváriách a po pridaní látok tiež preukázali zmenu správania rýb.

■ **Máme na Slovensku rieky, ktoré sú podobné ako tá švédka, v ktorej pozorovali zmeny?**

Do istej miery by sa určite našli. Máme menšie rieky, do ktorých ústia veľké čistiarnie, a tam sú podmienky, aby mali zvyšky liekov vplyv na ryby. Zriedčovací pomer je tam malý a takých miest na Slovensku máme viacero. Nie sú to mestá

na Dunaji, Váhu, Hrone, ale na menších riekach. Nechcem konkretizovať žiadne mesto, aby nevznikla panika, ale poznám rieku, v ktorej je riedenie takmer jedna k jednej, že kubík odpadovej vody sa mieša približne s kubikom vody tečúcej v rieke. Ale je to krátka rieka, ktorá potom ústi do veľkej.

■ **Zvláštne, ako ľudia vymyslia niečo dobré pre seba, potom sa zistí, že to je zlé pre prírodu, a musia zasa vymyslieť, ako to odstrániť, aby úplne nezmenili prostredie...**

Áno, teraz je to populárna téma, lebo len nedávno sa zistilo, že tieto látky vo vode sú. Ony v nej boli aj pred tridsiatimi rokmi, len sme to nevedeli dokázať, namerať. Preto ani zákonné limity pre

kvalitu vody nemysleli na to, že problém liečiv môže byť nejaký nebezpečný. Nikde v Európe neexistujú konkrétne limity na liečivá, legislatívne nie sme ešte pripravení na to, že napríklad čistiarnie môžu vypustiť maximálne toľko a toľko týchto látok.

■ **Čo s tým?**

Ešte stále sa skúma vplyv na život v riekach, ale už je jasné, že s tým bude treba niečo robiť, len je otázka, kde začať. Na koncovke, čiže v čistiarni? Bude treba dodať v každej čistiarni na svete ďalší stupeň čistenia, aby sa do riek dostávalo čo najmenej liečiv? To by bol najdrahší a komplikovaný variant. Najefektívnejšie je ísť po zdroji, lenže zasa je otázka, čo je zdroj – či výrobca farmaceutík, alebo miliardy ľudí, ktorí farmaceutiká užívajú a potom zvyšky z nich idú do kanalizácie? Ideálne by bolo, keby farmaceutické firmy začali vyrábať ľahko rozložiteľné liečivá, lenže vymýšľať tzv. zelené liečivá je otázka desaťročí, aby mala látka účinok, aký chceme, a aby zároveň bola prírodné neškodná. Donútiť ľudí brať menej liekov nie je možné. Ak poviete ľuďom, prestaňte užívať lieky, aby sme zachránili rieky a naše ryby, tak si všetci poviem, že radšej my chceme byť zdraví...

■ **Je medzi ľuďmi aj akési neuvedomovanie si toho, že ak zničíme prírodu, zničíme samých seba?**

Vždy budeme mať pocit, že my sme prioritní, čo je asi prirodzené. Ak vás niečo bolí, tak nebudete rozmýšľať nad tým,

Na polia dávame tony chemikálií a zvyšky z nich dažďom stekajú do jarkov, potokov a odtiaľ do riek a nie je možné kontrolovať konkrétny bod, ako je to v prípade čistiarní odpadových vôd.



že ak si dáte tabletku, tak to v konečnom dôsledku môže mať vplyv na kvalitu vody v riekach a vplyv na vodné živočíchy a rastliny. Tak rozmýšľa jedine zdravý človek, keď má na vec trochu iný pohľad, ale ak ten istý človek ochorí, ide po všetkom, aby sa zachránil.

### ■ Živočíchy pod vplyvom farmaceutík menia správanie, ale ako je to napríklad s mäsom rýb, ktoré jeme?

Minulý mesiac bola konferencia v Lito-myšli, na ktorej prezentovali, že liečivá a ďalšie látky sú hlavne v pečeni rýb, niečo v obličkách, mozgu, ale mäso je pomerne čisté, do rybacej svaloviny sa tie látky významne nedostávajú.

## „Je to populárna téma, len nedávno sa na to prišlo.“

### ■ Ak by ste z hľadiska liečiv porovnali čistotu riek v minulosti a teraz, ako by to porovnanie vyšlo?

V minulosti neboli prístroje, ktorými by sa látky dali zmerať, nerobili sa ani výskumy ako v súčasnosti, takže nemáme porovnania. Ale keby sme na to išli logicky, tak kedysi bolo menej liečiv, no aj menej čistiarní, takže to menšie znečistenie išlo priamo do riek. V šesťdesiatych rokoch sa u nás začali intenzívne stavať čistiarne odpadových vôd a nastalo odstraňovanie látok, ale zároveň prudko rástla populácia a užívanie liekov, takže



▲ Z tela sa dostávajú zvyšky liekov a drog do kanalizácií vylučovaním, prípadne ak si natierame masťkami kožu, tak sprchovaním.

do riek sa látky napriek čistiarniam dostávajú. Čistiarne napredujú, ale zloženie populácie je v súčasnosti iné ako v minulosti, je omnoho viac starších ľudí, lebo ľudstvo sa dožíva vyššieho veku, a osemdesiatnik určite užíva viac liekov ako tridsiatnik. Posunuli sme hranicu života, ale vďaka liekom, ktoré staršia generácia berie.

### ■ To si ani neuvedomujeme, že tým, že chceme dlhšie žiť pomocou farmaceutík, zapríčiňujeme problémy prírode?

No áno, je to na úkor prírody a možnože na Slovensku to až taký problém nie je, ale na Zemi je už skoro 8 miliárd ľudí. Ešte za môjho mladého života boli štyri miliardy ľudí, takže počet sa za jeden život zdvojnásobil a ľudia potrebujú okrem jedla a pitia aj lieky. Je to špirála, pri ktorej nevieme, kde sa zastaví. Musí prísť niečo, čo nás z tej špirály vyhodí, aby sme si Zem začali chrániť. Lenže to máme vo všetkom – od ozónových dier cez zohrievanie oceánov až po farmaceutiká, kde siahneme, tam sa nájdú problémy, ktoré sme spôsobili my. Vďaka vede sa aspoň dozvedáme, čo všetko sme spôsobili, a ten vývoj nachádzania nových

problémov bude pokračovať. Predtým sme žili v nevedomosti, mysleli sme si, že príroda všetko zvládne za nás, lebo sme to nevedeli zmerať a dokázať. Teraz máme jasné dôkazy.

### ■ Smeruje výskum k tomu, že sa bude dať nepriaznivý vývoj zvrátiť, že budú napríklad iné čistiarne?

To je jeden z dôvodov, prečo aj my skúmame tento problém – aby sme prišli s návrhmi na riešenia. Máme problémy, ale spiatocku ešte vieme zaradiť. Pripravujeme nové riešenia na reálnych slovenských vodách a vo svete sú už prvé prevádzky čistiarní, v ktorých sa snažia rozkladať látky napríklad pomocou ozónu. Veríme, že sa rozbijú na menšie a menej škodlivé látky. Vo všeobecnosti môžeme povedať, že čím je látka jednoduchšia, tým je menej škodlivá a ľahšie rozložiteľná bežnými mikroorganizmami.

### ■ Čím všetkým sa molekuly dajú rozbiť?

Vie ich rozbiť ozón, UV žiarenie, teraz sa skúmajú moderné železany, nanomateriály, diamantové elektródy a ďalšie technológie. Sú to len prvé pokusy a ukazujú sa, že fungujú, ale je to zatiaľ také drahé,





že keby sme novinky aplikovali vo veľkom na celom svete a museli by sme nové technológie prevádzkovať, cena za vodu by išla prudko hore. Lebo v cene vody, ktorá tečie z vodovodných kohútikov, je aj cena za čistenie vody, ktorú vypúšťame.

#### ■ O koľko by musela ísť cena vody hore?

To ešte nevieme. Prvé testy a skúšobné prevádzky sú vždy najdrahšie a čím viac prevádzok a skúseností je, tým sú ceny za technológie nižšie. Keby ste sa pýtali, kto to zaplatí, tak by som odpovedal – my. Keď si kupujete chladničku, v cene platíte aj recyklačný poplatok za to, že ju raz o mnoho rokov za vás ekologicky zrecyklujú, preto sú vo svete úvahy, že recyklačný poplatok by mohol byť aj na lieky. Ale zasa by to zaplatil len človek, ktorý je chorý a ktorý lieky potrebuje. Bolo by to asi férové, ale nebolo by to ani jednoduché, ani solidárne.

## „Predtým neboli prístroje, ktorými sa to dalo zistiť.“

#### ■ A problém zrejme je aj v tom, že do riek nejdú len zvyšky liečiv, ale všetko možné?

Tá zmes je obrovská, sú tisíce špecifických látok, ktoré nám niekde ústia do jednej rúry a zmiešajú sa. V literatúre sa uvádza, že čistiareň je najväčší zdroj znečistenia prírody farmaceutickými látkami, ale čistiareň nemôže za to, že sme do nej všetko napustili. Debatovali sme o farmaceutikách, ale taká istá kategória sú pesticídy a tie nemáme kontrolované tak, že idú z kanála a nevieme ich tak jednoducho monitorovať.

#### ■ Čo tým myslíte?

Liečivá máme koncentrované tým, že sú v kanalizácii, a vieme ukázať prstom – tu je zdroj. Lenže po poliach rozsievame tony chemických látok určených na potlačenie rastu burín a proti rozmnoženiu škodcov.

#### ■ Takže stačí, že zaprší, a z hociktorého poľa pozdĺž rieky idú do vody?

Presne, je ťažko merateľné, kde presne idú do vody, po zapršaní ich spláchne z poľa do jarku, potoka a odtiaľ do rieky.



Prof. Ing. IGOR BODÍK, PhD. (60)

Pôsobí na Oddelení environmentálneho inžinierstva Fakulty chemickej a potravinárskej technológie Slovenskej technickej univerzity v Bratislave.

Špecializuje sa na technológiu vody a biologické čistenie odpadových vôd.

Je riešiteľom mnohých slovenských aj medzinárodných vedecko-výskumných projektov v oblasti čistenia odpadových vôd a spracovania bioodpadov.

Je autorom viacerých patentov, desiatok vedeckých prác a vyše 1 000 citácií v medzinárodných impaktovaných časopisoch.

V súčasnosti je okrem iného aj garantom projektu s názvom Monitoring ciest farmaceutík z čistiarenských kalov do pôd, rastlín a podzemných vôd.

#### ■ Keby sme porovnali slovenské rieky s inými európskymi, ako sme na tom?

Plus-mínus rovnako ako v iných európskych krajinách. Predpokladám, že mimo Európy, napríklad v Číne a ďalších krajinách, kde nebol dostatočný vzťah k ekológii, je podstatne horší stav ako u nás. Úlohu však zohráva aj počet ľudí napojených na kanalizácie, lebo u nás je to asi 70 percent, kým zvyšných 30 stále

nie je. Takže na Slovensku je asi 1,5 milióna ľudí, ktorých odpadové vody neprechádzajú cez čistiace systémy.

#### ■ Často končia v trativodoch, alebo rúra ide priamo do potoka?

No, niekedy si hovoríme, že trativod je slovenský „ekologický“ patent. V tom ešte máme veľký deficit a potrebujeme postaviť veľa kilometrov kanálov, hlavne v malých dedinách, ktoré nie sú tak vybavené čistiarnami ako bežné okresné, krajské mestá. Pri vstupe do EÚ sme dostali „príkaz“, že každá obec nad dvetisíc obyvateľov musí mať biologický stupeň čistenia odpadových vôd, čo už máme takmer splnené, ale čakajú nás malé obce s rozptýleným obyvateľstvom, a to je drahšie ako v koncentrovanej zástavbe. Určite nie sme v Európe najhorší, ale máme ešte resty.



Richard Filipko