

# KONCENTRACE LÉČIV PODÉL TECHNOLOGICKÉ LINKY ÚPRAVNY S OZONIZACÍ A FILTRACÍ AKTIVNÍM UHLÍM

**Doc. Ing. Petr Dolejš, CSc.<sup>1,2)</sup>, Ing. Pavel Dobiáš<sup>1)</sup>, Doc. Ing. Vladimír Kočí,  
Ph.D.<sup>3)</sup>, Ing. Tomáš Ocelka<sup>4)</sup>, Mgr. Roman Grabic, Ph.D.<sup>4)</sup>**

<sup>1)</sup> W&ET Team, Box 27, Písecká 2, 370 11 České Budějovice  
p.dolejs@tiscali.cz, pavel.dobias@post.cz

<sup>2)</sup> FCh VUT v Brně

<sup>3)</sup> Vysoká škola chemicko technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6  
vladimir.koci@vscht.cz

<sup>4)</sup> Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě, chemická laboratoř, budova VÚHŽ  
739 51 Dobrá 240  
tomas.ocelka@zuova.cz, roman.grabic@zuova.cz

## Úvod

Možný výskyt zbytků léčiv v subterapeutických koncentracích se velmi rychle dostává do popředí zájmu v oblasti věnované studiu různých typů mikropolutantů ve zdrojích surové vody pro úpravu pitné vody [1,2]. Je samozřejmé, že na zjištění výskytu zbytkových farmak pak z hlediska zásobování kvalitní pitnou vodou okamžitě navazuje otázka, jaký je jejich osud podél technologické linky úpravy, ve kterých stupních a jakými procesy je možné dosáhnout jejich odstranění a co je nezbytné učinit, aby jejich průnik do pitné vody byl minimální.

Potenciálně nejvhodnějším procesem, který může ochránit kvalitu upravené vody a zajistit významné snížení koncentrací všech mikroplutatanů, je sorpce na aktivním uhlí. Protože jsme měli možnost studovat sorpci na aktivním uhlí i v kombinaci s ozonizací, referujeme zde o výskytu zbytkových léčiv v surové vodě, vodě po sedimentaci a filtraci, po ozonizaci a zjišťovali jsme také výskyt po průchodu dvěma kolonami s granulovaným aktivním uhlím.

## Metodika experimentů s aktivním uhlím a poloprovozní modelové filtry

Pro stanovení technologických návrhových parametrů pro stupeň filtrace aktivním uhlím na úpravě vody Plzeň jsme vycházeli z našich dosavadních zkušeností z poloprovozních experimentů na jiných lokalitách. Byly zvoleny dva typy granulovaného aktivního uhlí, které dle studia předběžných vlastností skýtají naději na úspěch:

- NORIT 1240
- Filtrasorb 830 TL (Chemviron)

Bodové vzorky by v proveditelném množství odběrů nebyly schopny pokrýt požadavky na potřebné informace. Pro dlouhodobý provoz poloprovozního modelového zařízení bylo z tohoto důvodu ideálním řešením právě pasivní sledování pomocí POCIS, které

pro řešení zadaných cílů projektu poskytuje zcela objektivní informaci. Je to i vzhledem k hydraulickému zpoždění vody podél technologické linky úpravy, které je řádu v 10 a více hodin a řádné srovnání hodnot bodových odběrů bylo při proměnné kvalitě vody v řece téměř nemožné.

Modelové poloprovodní zařízení je tvořeno dvěma kolonami. To umožňuje paralelní provoz filtrů se dvěma zvolenými typy aktivního uhlí. Průměr kolony poloprovodního filtru je 190 mm, plocha filtru je  $0.0284 \text{ m}^2$ . Výška každé filtrační kolony je 300 cm. Pro filtrační rychlost  $1 \text{ m/h}$  je  $Q = 28.4 \text{ l/h}$ . Každá kolona je opatřena pravidelně rozmístěnými otvory pro vsazení jehlových sond pro možnost odběru vzorků z různých vrstev filtrační náplně a také pro sledování tlakové ztráty na filtru. Kolony byly naplněny dvěma typy aktivního uhlí (NORIT 1240, Chemviron 830 TL).

Kolony jsou opatřeny speciálním plochým filtračním dnem bez filtračních hlavic, které před mnoha roky navrhnul ing. Jaroslav Rudovský, CSc., a které mj. zabezpečuje při praní filtru omezení vzniku tryskových proudů pracovního média. Tím je granulované aktivní uhlí chráněno proti nadměrnému oteru a zabrání se tak jednak jeho zbytečnému úbytku. Při použití drenážního systému bez filtračních hlavic v provozních filtrech je pak zabráněno případnému nadměrnému vzniku a následnému úniku drobných partikulí GAU z provozních filtrů do upravené vody a dále do sítě.



## **Obr. 1. Modelové poloprovozní filtry s náplní 1m granulovaného aktivního uhlí a nádobou pro umístění vzorkovače POCIS**

Filtrace byla provozována na horní hranici látkového zatížení filtrů. Byla zvolena výška náplně jen 1 m, aby byly při průtocích blízcích se návrhovým parametrům filtrace GAU (10 m/h) více látkově zatíženy a bylo tak možné získat rychleji potřebná data. Z provozu modelového zařízení a dosažených výsledků vyplývá, že za časové období hodnocené v této publikaci byla hodnota specifické výroby filtrů ( $\text{m}^3/\text{m}^2$ ) přibližně 45 000 metrů. To představuje průměrnou filtrační rychlost 7.5 m/h a odpovídá to látkovému zatížení, které by při 2 metrech filtrační náplně bylo dosaženo při filtrační rychlosti 15 m/h.

Modelové filtry byly tedy za celé období provozovány v průměru na 1.5 násobku běžného návrhového zatížení případných budoucích filtrů s GAU. Výsledky ale také současně ukazují, jak by se chovaly provozní filtry, které by byly navrženy na filtrační rychlost 15 m/h.

Kontinuálně byla sledována farmaka, která se zachytí v pasivních elementech POCIS. Jejich následná analýza byla provedena na specializovaném pracovišti Zdravotního stavu se sídlem v Ostravě, v Národní referenční laboratoři v Dobré.

### **Výsledky analýz léčiv**

Analýzy zbytkových léčiv v surové vodě a podél technologické linky úpravy včetně odtoků z kolon a aktivním uhlím byly realizovány paralelním nasazením jiného druhu sběračů POCIS než je používán na zachycení pesticidů. Odběr byl zahájen v dubnu 2007 a bylo jich nasazeno celkem pět.

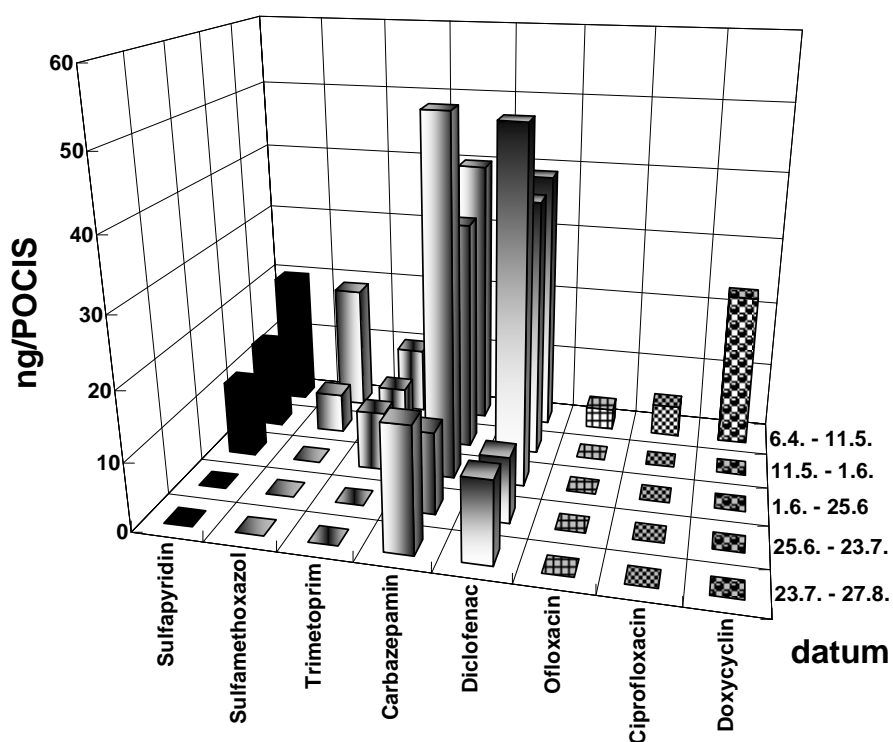
Zatím ještě není k dispozici převod získaných údajů v ng/POCIS na průměrné koncentrace ve vodě. Výsledky analýz léčiv jsou přehledně uvedeny ve třech obrázcích, které sumarizují jejich množství v ng/POCIS v surové vodě (obr. 2), vodě po pískové filtraci (obr. 3) a vodě po ozonizaci (obr. 4).

POCIS byly samozřejmě nasazeny také do odtoků z modelových kolon s granulovaným aktivním uhlím, ale tam již byly všechny výsledky analýz velmi nízké resp na mezích detekce. Rozdíly mezi oběma typy aktivního uhlí jsou zcela minimální a ze získaných údajů není možné posuzovat, který typ by byl pro danou aplikaci vhodnější. K tomu by bylo potřeba ještě delší časové období.

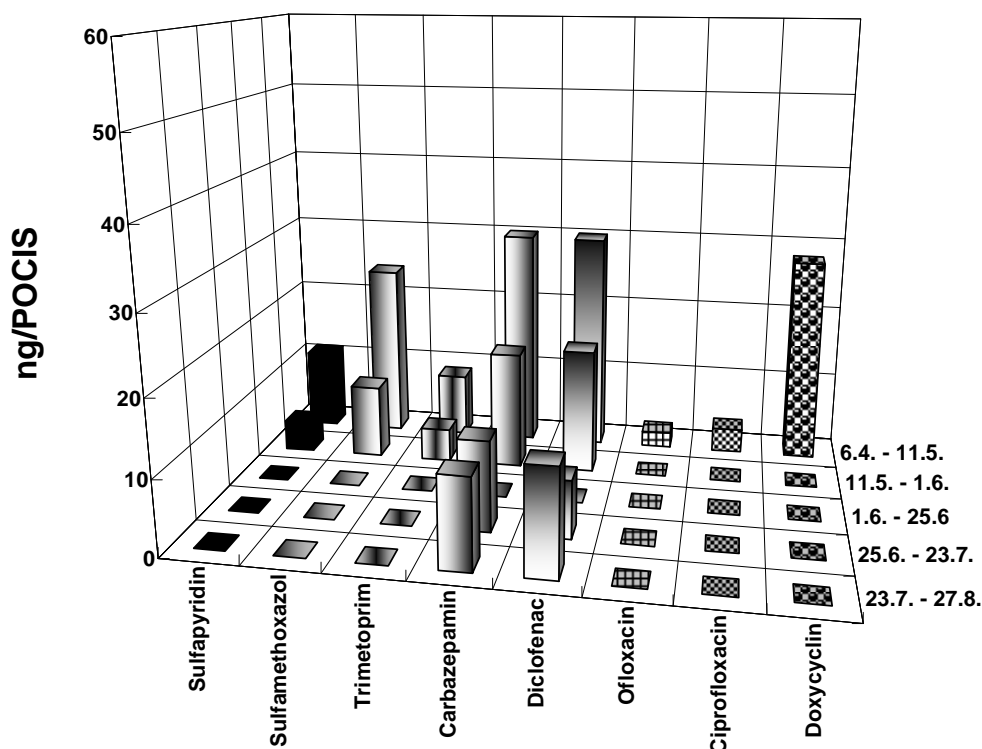
V tabulce 1 uvádíme přehled nalezených složek různých léčiv a způsob jejich použití v medicíně. Vidíme, že velmi výrazně jsou zastoupena antibiotika, avšak nejvyšší koncentrace nalezených léčiv patří antirevmatiku a léku, který působí proti křečím.

Tabulka 1. Přehled všech nalezených složek různých léčiv

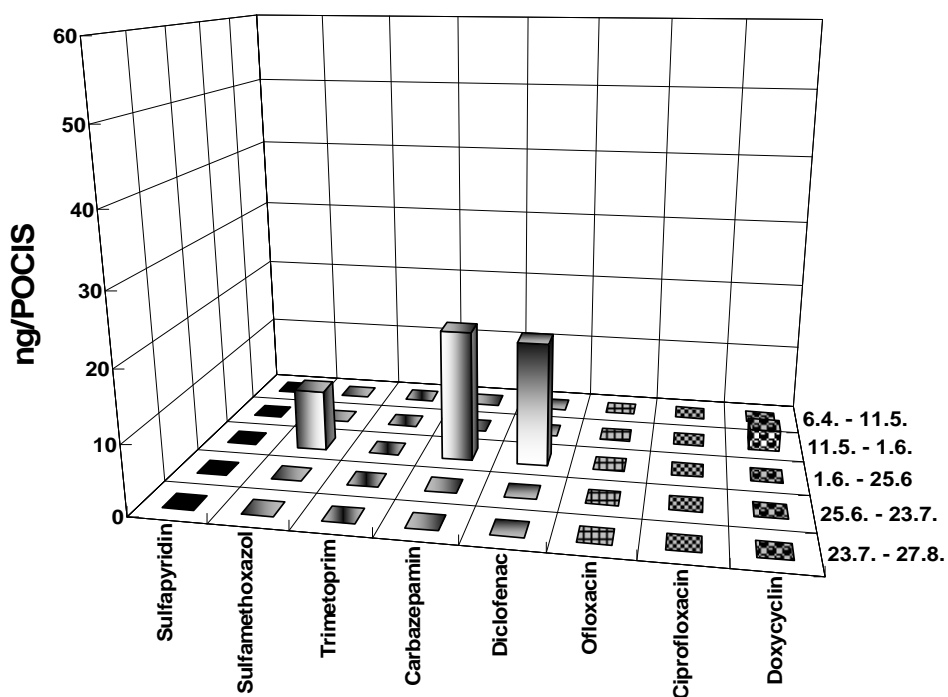
Název látky	Použití
Sulfapyridin	produkt štěpení sulfasalazinu v trávicím traktu - účinná antizánětlivá látka při léčbě kloubních onemocnění
Sulfamethoxazol	antibiotikum
Sulfamethazin	antibiotikum
Sulfamethoxyridazin	antibiotikum
Sulfachloropyridazin	antibiotikum
Sulfamethoxazol	součást cotrimoxazolu - antibiotikum
Diaverdin	součást antibiotik
Trimetoprim	antibiotikum
Carbazepamin	účinná látka v léku působícím proti křečím
Diclofenac	nesteroidní antirevmatikum, antiflogistikum
Ofloxacin	antibiotikum
Ciprofloxacín	antibiotikum
Doxycyclin	antibiotikum



Obr. 2. Množství léčiv v surové vodě (vyjádřené v látkovém množství v POCIS) v časové řadě odběrů



Obr. 3. Množství léčiv ve vodě po sedimentaci a filtraci (vyjádřené v látkovém množství v POCIS) v časové řadě odběrů



Obr. 4. Množství léčiv ve vodě po ozonizaci (vyjádřené v látkovém množství v POCIS) v časové řadě odběrů

Ze sumarizačních obrázků vidíme, že zatímco v surové vodě byla nalezena řada léčiv, ve vodě po filtraci dochází k jejich mírnému poklesu a ve vodě po ozonizaci se jejich množství již velmi blíží nule. Z toho je zřejmé, že (na rozdíl od pesticidů) jsou zjištěná farmaka podstatně citlivější k ozonizaci. Ozonizací dochází k takové změně jejich molekul, že je již analýzou ve vodě po ozonizaci nelze postihnout. Z hlediska výskytu analyzovaných farmak je tedy zřejmé, že již ozonizace dostatečnou pojistkou proti jejich průniku do upravené vody. Nicméně zatím není nic známo o osudu (resp. transformaci) jejich molekul po ozonizaci.

## **Závěry**

- V surové vodě se vyskytuje několik léčiv v množství, které může být významné pro kvalitu pitné vody.
- Z výsledků je vidět, že klasická úprava koagulací, sedimentací a pískovou filtrací má určitou separační účinnost i vzhledem k některým sledovaným mikropolutantům.
- Koncentrace zbytkových léčiv je ozonizací výrazně snižována.
- Nejsou zatím k dispozici žádné údaje o tom, jaké jsou produkty ozonizace léčiv.
- Po průchodu oběma kolonami s aktivním uhlím nebyla již ve vzorcích nalezena téměř žádná zbytková léčiva.

## **Literatura**

1. Bundy Michael M., Doucette William J., McNeill Laurie and Ericson Jon F.: Removal of pharmaceuticals and related compounds by a bench-scale drinking water treatment system. *J. WSRT-AQUA*, 56, 105-115 (2007).
2. Nakada N., Komori K., Suzuki Y., Konishi C., Houwa I. and Tanaka H.: Occurrence of 70 pharmaceutical and personal care products in Tone River basin in Japan. *Water Sci. Technol.*, 56, 133-140 (2007).