



Výzkum a vývoj

dekonta

## NEWSLETTER 01/2019

### Využití fotochemické oxidace pro eliminaci mikropolutantů z odpadních vod

## ÚVOD

Mikropolutanty na bázi farmak se vyskytují v koncentracích v řádu  $\mu\text{g}$  nebo  $\text{ng/l}$ , jejich stanovení proto nebylo ještě nedávno vůbec možné. V poslední době se však díky rychlému vývoji citlivých analytických metod ukázalo, že tyto látky jsou zejména v povrchových vodách hojně zastoupeny. Farmaceutická rezidua se do povrchových vod dostávají většinou sekundárně z komunálních odpadních vod, které přestože po průchodu mechanicko-biologickou

čistírnou splňují veškeré legislativní požadavky pro vypouštění do recipientu, obsahují zpravidla pestrou škálu těchto mikropolutantů. Riziko zmiňovaných sloučenin pro obratlovce spočívá především v tom, že pro široké spektrum jejich biologické a endokrinní aktivity stačí i velmi malé koncentrace právě v řádu  $\mu\text{g/l}$  nebo  $\text{ng/l}$ . Tato skutečnost může mít závažné zdravotní důsledky zejména v případě dlouhodobé expozice.

## CÍLE PROJEKTU

Náplní projektu č. CZ.01.1.02/0.0/0.0/15\_019/0004571, který v současné době řešíme, je vývoj technologií pro odstranění zmíněné skupiny polutantů z odpadních vod. Za tímto účelem jsou paralelně testovány dvě metody, a to sorpce na aktivní uhlí a fotochemická oxidace. Projekt je řešen v letech 2017–2019 ve spolupráci s PřF UK.

Vyvíjená metoda odstraňování farmaceutických reziduí je zamýšlena jako terciální stupeň pro čistírny odpadních vod, zejména pro nemocniční nebo léčebná zařízení. Jedná se o přímou fotochemickou destrukci daných sloučenin prostřednictvím hydroxylových radikálů, generovaných aktivací peroxidu vodíku ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) účinkem UV záření. Zbytkový  $\text{H}_2\text{O}_2$  a případné meziproducty, vzniklé rozpadem původních farmak by byly poté odstraněny sorpcí na aktivním uhlí, ideálně by však výsledným produktem měly být  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{O}$ , v případě rozkladu substituovaných uhlovodíků pak také příslušné minerální kyseliny a soli.



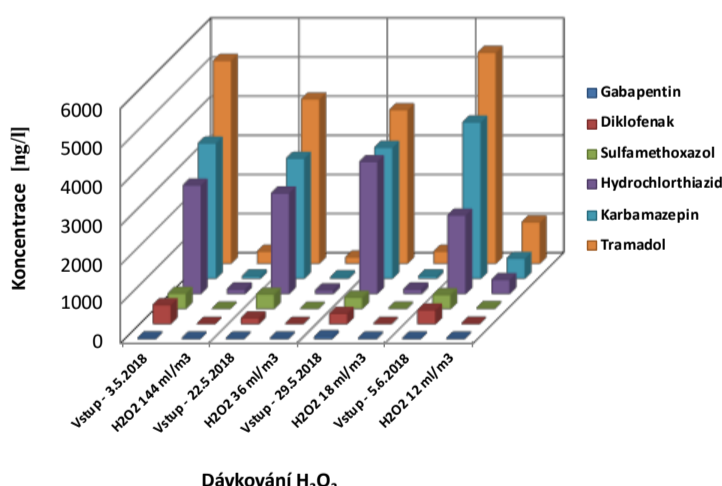
■ Fotoreaktory s UV zářivkami v kontejneru pilotního zařízení. Levý reaktor je pro názornost rozsvícen, při provozu technologie jsou však oba uzavřeny nerezovou kapotou.

## POLOPROVOZNI OVĚŘENÍ TECHNOLOGIE

Technologie fotochemické oxidace byla instalována na nejmenované ČOV v severních Čechách pro dočištění vod, s reziduálními obsahy farmaceutických látek.

Pilotní fotochemická jednotka se skládá ze dvou fotochemických reaktorů umístěných v mobilním kontejneru. Každý reaktor je tvořen křemennou trubicí o průměru 150 mm a délce 1200 mm, jež je obklopena 20 nízkotlakými germicidními zářivkami o celkovém výkonu 720 W (výkon UV záření je 300 W). Voda kontinuálně protéká oběma paralelně zapojenými fotochemickými reaktory. Před fotoreaktory je do čišťené vody dávkován 35%  $\text{H}_2\text{O}_2$  ( $10\text{--}150\text{ ml/m}^3$ ). Speciální směšovací element zajišťuje turbulentní proudění a rovnoměrnou distribuci  $\text{H}_2\text{O}_2$  v čišťené vodě. Vyčištěná voda odcházející z fotoreaktoru ještě protéká přes filtr s aktivním uhlím pro odstranění zbytkového  $\text{H}_2\text{O}_2$  (maximální koncentrace  $\text{H}_2\text{O}_2$  ve vyčištěné vodě byla 3  $\text{mg/l}$ ). Průtok čišťených vod je 300–500 l/hod.

Metodou fotochemické oxidace jsou účinně odbourávány perzistentní farmaceutické látky gabapentin, diklofenak, sulfamethoxazol, hydrochlorothiazid, karbamazepin a tramadol, jak uvádí následující obrázek, jejichž minimální účinnost odstranění byla 85 %.



■ Účinnosti odstranění farmaceutických látek technologií fotochemické oxidace.



■ Absorpční jednotka



■ Laboratorní jednotka pro testování fotochemické oxidace

## KONTAKT

Ing. Pavel Mašín, Ph.D.  
masin@dekonta.cz

RNDr. Vladislav Knytl  
knytl@dekonta.cz

Services & technologies for a better environment