

## Povzetek

Disertacija je bila osredotočena na razvoj, ovrednotenje in optimizacijo modularnih fotokatalitskih reaktorskih sistemov z imobiliziranim fotokatalizatorjem  $\text{TiO}_2$  na steklenih kroglicah, z namenom obravnave izzivov pri povečevanju dimenzij, kot so ločevanje fotokatalizatorja, zasnova reaktorja in dolgoročna stabilnost. Razvit je bil reaktor z imobiliziranim slojem, pri katerem je bil  $\text{TiO}_2$  nanesen na steklene kroglice, s katerimi smo napolnili zaporedno povezane PMMA-kolone, kjer je vsaka kolona obdana s šestimi LED-trakovi v šesterokotni razporeditvi. Skupna prostornina reaktorja je znašala 2,4 L (od tega 0,8 L z napolnjenimi kroglicami). Za povečanje prilagodljivosti zasnove je bil razvit tudi drugi, optimiziran in prilagodljiv fotokatalitski reaktor, ki omogoča delovanje v vzporedni ali zaporedni konfiguraciji. V nastali raztopini je bil merjen skupni organski ogljik (TOC) za določitev hitrosti mineralizacije.

Parametrična študija z barvilom PB je bila izvedena pri različnih pretokih in številu svetilk. Ponovljeni testi v obdobju dveh let so potrdili ponovljivost delovanja reaktorja in obstojnost katalizatorja. Razgradnja farmacevtskih učinkovin (ibuprofen, sulfametoksazol, ciprofloksacin, marbofloksacin, diklofenak, fenitoin ter oksitetraciklin) je bila nadalje preučena v deionizirani vodi in iztoku čistilne naprave. Identificirani so bili tudi produkti razgradnje ciprofloksacina. Eksperimenti s prilagodljivim reaktorjem so pokazali, da zaporedne vezave povečajo razgradnjo zaradi daljšega časa zadrževanja, medtem ko vzporedne vezave omogočajo učinkovitejše odstranjevanje pri nizkih do zmernih pretokih. Analiza normalizirane učinkovitosti na enoto časa zadrževanja je potrdila prednosti vzporedne povezave pri srednjih pretokih, medtem ko je serijska zasnova prevladovala pri visokih pretokih, kar predstavlja referenčni pristop za procesno intenzifikacijo.

Energetska učinkovitost je bila ovrednotena z uporabo metrike električne energije na red (EEO), ekotoksikološki testi z *Daphnia magna* in *Lemna minor* pa so razkrili nastanek prehodno toksičnih intermediatov, ki so bili odstranjeni pri popolni mineralizaciji.

Razviti sistem z imobiliziranim  $\text{TiO}_2$ , zlasti v modularni in prilagodljivi obliki, je izkazal robustno, ponovljivo in energijsko učinkovito delovanje. Vključitev dolgoročnih testov stabilnosti, študij na realnih odpadnih vodah in ekotoksikoloških ocen vzpostavlja praktičen okvir za nadaljnji razvoj fotokatalitskih reaktorjev proti razširljivim in trajnostnim tehnologijam čiščenja vode.