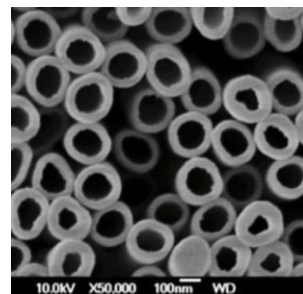


Znanstveno-istraživačka tema:	Razvoj fotoelektrokatalitičkog senzora za mjerenje kemijske potrošnje kisika (KPK) u vodama
Sažetak:	<p>Kemijska potrošnja kisika važan je parametar za procjenu sadržaja organskih tvari u vodama, a standardno se određuje titracijom s dikromatom u jako kiselom mediju. Takvo određivanje je relativno sporo i troši velike količine toksičnih i korozivnih kemikalija pa nije prikladno za brza, jeftina i terenska određivanja KPK. Taj je problem moguće riješiti razvojem jeftinog i pouzdanog kemijskog senzora za KPK koji za svoj rad ne zahtijeva uporabu dodatnih reagensa. Kao idealno rješenje za izradu opisanih senzora nameće se uporaba poluvodičkih materijala s relativno širokom zabranjenom zonom, kod kojih se osvjetljavanjem UV-svjetlošću dovoljne energije mogu generirati parovi elektron-šupljina, pri čemu se nastala šupljina ponaša kao izuzetno snažan oksidans.</p> <p>U okviru predloženog istraživanja razvio bi se elektrokemijski senzor koji kao fotokatalitički element za oksidaciju organskih tvari u ispitivanom uzorku koristi nanostrukturirani film sastavljen od uređenog sloja nanocjevčica TiO_2, tipičnog predstavnika oksidnih poluvodiča n-tipa. Osnovni razlog uporabe nanocjevčica TiO_2 jest njihova velika specifična površina (slika 1.) te posljedično, velika fotokatalitička aktivnost, koja bi se dodatno pokušala povećati ciljanim kemijskim modifikacijama površine nanocjevčica. Dobiveni filmovi nanocjevčica TiO_2 karakterizirat će se kombinacijom elektro-kemijskih, spektroskopskih i mikroskopskih tehnika, a uporabljivost razvijenog senzora ispitat će se analizom modelnih sustava i realnih uzoraka.</p>
Voditelj:	izv. prof. dr. sc. Damir Iveković
Neposredni voditelj:	izv. prof. dr. sc. Damir Iveković
Kontakt:	divekov@pbf.hr
Predviđeno trajanje:	2 mjeseca (eksperimentalni rad)
Tjedno opterećenje:	4-6 sati
Dinamika rada:	Predviđeno istraživanje fleksibilno je što se tiče vremenske organizacije i dinamike obavljanja eksperimenata. Približno trajanje jedne serije eksperimenata iznosi 3-4 sata. Uzastopne serije mjerenja mogu se izvoditi neposredno jedna iza druge, no na kvalitetu rezultata neće utjecati ako razmaci između serija mjerenja iznose i nekoliko dana.
Opis istraživanja u kojima će sudjelovati student:	<p>Predloženo istraživanje zamišljeno je kao napredan studentski istraživački projekt u kojem je student uključen u sve faze projekta, od planiranja istraživanja, preko njegove provedbe, do obrade i interpretacije rezultata te pisanja znanstvenog rada.</p> <p>Istraživanje polazi od hipoteze da se nanocjevčice TiO_2, kao tipičan poluvodič n-tipa, mogu u uvjetima iluminacije UV svjetlošću valne duljine između 350 i 400 nm iskoristiti kao efikasan izvor šupljina i generator reaktivnih kisikovih vrsta ($\cdot\text{OH}$ i $\cdot\text{OOH}$ radikala), koje su u stanju oksidirati organsku tvar prisutnu u vodi te na taj način iskoristiti u konstrukciji senzora za mjerenje KPK.</p>



Slika 1. Površina filma nanocjevčica TiO_2 snimljena pretražnim elektronskim mikroskopom (povećanje: 50 000 x).

	<p>U skladu s navedenom hipotezom, cilj je istraživanja pripraviti elektrode modificirane tankim filmovima nanocjevčica TiO_2 visoke fotokatalitičke učinkovitosti i iskoristiti ih u izradi osjetljivih fotoelektrokatalitičkih senzora za mjerenje KPK.</p> <p>U sklopu istraživanja, anodnom oksidacijom titanijeve folije pripravit će se elektrode s tankim površinskim filmom nanocjevčica TiO_2, kojima će se ispitati elektrokemijska i fotokatalitička svojstva. U tu će se svrhu koristiti posebno konstruirane protočne mikroćelije s integriranim izvorom UV svjetlosti, a posebna će pozornost biti usmjerena na određivanje foto(elektro)katalitičkih svojstava nanocjevčica TiO_2 pri oksidaciji modelnih organskih spojeva u vodi. Istražit će se utjecaj modificiranja površine nanocjevčica tvarima koje keliraju s ionima Ti^{4+} na foto(elektro)katalitička svojstva nanocjevčica TiO_2 te na analitičke performanse razvijenog senzora za KPK.</p> <p>Za karakterizaciju nanostrukturiranih filmova TiO_2 koristit će se kombinacija elektrokemijskih i spektroskopskih tehnika (voltometrija, difuzijska refleksijska spektroskopija u UV-Vis području, ramanska spektroskopija), a morfološka svojstva odredit će im se pretražnom elektronskom mikroskopijom visoke razlučivosti (FEG-SEM). Foto(elektro)katalitička efikasnost filmova nanocjevčica TiO_2 odredit će se mjerenjem kinetike degradacije modelnih organskih spojeva, praćenjem promjene njihove koncentracije HPLC analizom. Razvijenim sensorima za mjerenje KPK odredit će se optimalni radni potencijal i optimalni pH, osjetljivost, limit detekcije, linearnost i ponovljivost te će se ispitati utjecaj potencijalnih interferenata na odziv senzora.</p> <p>Očekuje se da će istraživanje rezultirati konstrukcijom jednostavnog, pouzdanog i osjetljivog senzora za mjerenje KPK, koji će biti prikladan za brza i terenska mjerenja, primjerice procjenu sadržaja organskih tvari u prirodnim i pitkim vodama. Istraživanje će također doprinijeti boljem poznavanju procesa foto(elektro)katalitičke degradacije organskih tvari na nanostrukturiranim poluvodičkim materijalima temeljenim na titanijevom dioksidu.</p>
Očekivane ulazne kompetencije studenta:	<p>Osnovno znanje kemije i poznavanje osnovnih pravila rada u kemijskom laboratoriju, razvijene vještine logičkog razmišljanja i analitičkog pristupa problemu.</p>
Znanja i vještine koje će student steći radom na predloženoj temi:	<p>Student će savladati tehnike izrade i karakterizacije elektrokemijskih senzora te tehnike pripreme nanostrukturiranih tankih filmova TiO_2. Također, upoznat će se sa spektroskopskim (difuzijska refleksijska spektroskopija u UV-Vis području i ramanska spektroskopija) i suvremenim mikroskopskim tehnikama (pretražna elektronska mikroskopija /SEM/) za karakterizaciju nanostrukturiranih materijala te steći praktična iskustva u HPLC analizi organskih tvari u vodama. Steći će vještine planiranja eksperimenta te kritičke prosudbe i interpretacije eksperimentalnih rezultata. Upoznat će se s procesom osmišljavanja sadržaja znanstvene publikacije i pisanja znanstvenog rada.</p>
Objava rezultata istraživanja:	<p>Rezultate istraživanja planira se objaviti u obliku izvornog znanstvenog rada u međunarodnom znanstvenom časopisu iznadprosječnog faktora odjeka.</p>
Ostalo:	<p>U sklopu istraživanja planira se posjet Centru za elektronsku mikroskopiju Instituta "Jožef Stefan" u Ljubljani radi karakterizacije uzoraka pretražnom elektronskom mikroskopijom visoke razlučivosti (FEG-SEM).</p>