

## **Projektowanie i synteza multifunkcyjnych materiałów do termo-fotokatalitycznej redukcji dwutlenku węgla oraz fotodegradacji trwałych zanieczyszczeń organicznych**

Według Światowej Organizacji Zdrowia, jednym z głównych celów zrównoważonego rozwoju jest zapewnienie dostępu do wody pitnej w miejscu zamieszkania. Obecnie 3 na 10 osób na całym świecie, w sumie 2,1 miliarda ludzi nie mają dostępu do czystej wody pitnej, problem ten dotyka również 100 mln mieszkańców Europy.

Światowy rozwój społeczno-gospodarczy wpływa na wzrost intensywności antropopresji w postaci emisji zanieczyszczeń do poszczególnych elementów środowiska, w tym do wody, będącej integralną częścią praktycznie każdej działalności człowieka. Nowo pojawiające się i trwałe zanieczyszczenia, takie jak produkty higieny osobistej i farmaceutyki, pestycydy, kosmetyki, charakteryzujące się zdolnością migracji na znaczne odległości, trwałością w środowisku oraz zdolnością do bioakumulacji obecne są coraz częściej w środowisku wodnym w niskich stężeniach, a ich wpływ na środowisko i zdrowie człowieka nie jest do końca poznany.

W związku z tym, wyzwaniem współczesności jest efektywna ochrona ekosystemów wodnych, dla zachowania ich dobrego stanu i ograniczenia negatywnego oddziaływania na zdrowie ludzi i zwierząt. Szacuje się, że zmniejszenie o około jedną trzecią globalnej bioróżnorodności jest konsekwencją degradacji zasobów wody pitnej i ekosystemów wodnych. Jednym z głównych wyzwań, przed jakimi staną społeczeństwa w XXI wieku, jest poprawa jakości wody poprzez zmniejszenie zanieczyszczenia, zminimalizowanie uwalniania niebezpiecznych substancji chemicznych, zmniejszenie o połowę udziału nieoczyszczonych ścieków oraz znaczne zwiększenie recyklingu na całym świecie z zastosowaniem zasad zielonej chemii i zielonej inżynierii.

Kolejnym wyzwaniem współczesności jest ograniczenie efektu cieplarnianego spowodowanego emisją znacznych ilości antropogenicznego dwutlenku węgla do atmosfery. Redukcja emisji dwutlenku węgla ma kluczowe znaczenie w procesie zwiększania się temperatury powierzchni Ziemi, zakwaszania wód oceanów. Opracowanie nowych technologii konwersji CO<sub>2</sub> do lekkich węglowodorów i innych użytecznych produktów chemicznych stanowi kluczowy priorytet umożliwiający realizację celów klimatyczno-energetycznych związanych z redukcją emisji gazów cieplarnianych i zwiększeniem udziału energii ze źródeł odnawialnych.

W tym odniesieniu, głównym celem niniejszego projektu jest (i) opracowanie metody syntezy zaawansowanych materiałów fotokatalitycznych, aktywnych pod wpływem promieniowania słonecznego do degradacji trwałych zanieczyszczeń organicznych oraz (ii) opracowanie metody syntezy zaawansowanych materiałów fotokatalitycznych do redukcji CO<sub>2</sub>.

Uwzględniając wpływ morfologii fotokatalizatora na jego właściwości i zastosowania, zbadany zostanie wpływ struktury powierzchniowej fotokatalizatora – cząstek eksponujących inne płaszczyzny krystalograficzne, na wydajność procesów fotoutleniania farmaceutyków (sulfametksazol, ofloksacyna, triklosan, diklofenak i karbamazepina) niepodatnych na rozkład biologiczny w wodzie i fotoredukcji dwutlenku węgla do metanu w powietrzu. Do realizacji ambitnych celów środowiskowych, w procesie fotokatalizy i termo-fotokatalizy zastosowane zostaną nowe fotokatalizatory z grupy MXenów, szelitów i materiałów hybrydowych nieorganiczno-organicznych na bazie grafitowego azotku węgla, heksagonalnego azotku boru i zredukowanego tlenku grafenu. Obydwa proponowane cele środowiskowe zostaną zrealizowane w sposób synergiczny, poprzez realizację podejścia teoretyczno-obliczeniowego do oceny i analizy odpowiednich parametrów fizykochemicznych projektowanych materiałów fotokatalitycznych, takich jak struktura pasmowa, energia wzbudzenia, właściwości optyczne, które mają wpływ na aktywność fotokatalityczną w świetle widzialnym. Zostanie także opracowany model ilościowego opisu zależności pomiędzy strukturą a właściwościami fizykochemicznymi nowych hybrydowych fotokatalizatorów, który pozwoli zoptymalizować proces fotokatalizy.