

W związku z ciągłym rozwojem cywilizacji ludzkość potrzebuje coraz więcej energii, którą można czerpać ze źródeł kopalnych lub odnawialnych. Zasoby kopalnych źródeł energii takich jak węgiel czy gaz ziemny są coraz mniejsze i zaczynają się kończyć. Z drugiej strony rosnąca eksploatacja zasobów naturalnych Ziemi wywołuje poważne problemy ekologiczne i wymusza ograniczenie wykorzystania klasycznych źródeł energii. Alternatywą są źródła odnawialne. W poprzednim stuleciu wykorzystywano jedynie odnawialne źródła energii takie jak wiatr i woda. Alternatywnym źródłem energii jest Słońce, ale aby z niego korzystać konieczne jest opracowanie sposobu konwersji energii słonecznej w elektryczną oraz synteza odpowiednich materiałów temu służących. Współcześnie najbardziej rozpowszechnioną technologią wykorzystującą energię słoneczną stanowią krzemowe ogniwa fotowoltaiczne. Najwyższą sprawność takich fotoogniw osiągnięto dla krzemowych warstw monokrystalicznych, ale koszty ich produkcji są bardzo wysokie, a czas zwrotu inwestycji bardzo długi. Produkcja i eksploatacja krzemowych ogniw fotowoltaicznych jest 2-3-krotnie droższa od paliw kopalnych, dlatego zasadnym jest prowadzenie badań nad innymi materiałami zdolnymi do konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną, które mogą być wykorzystane do konstrukcji ogniw fotoelektrochemicznych.

Niniejszy projekt poświęcony jest eksperymentalnym i teoretycznym badaniom własności fizycznych materiałów hybrydowych na bazie mezoporowatych struktur dwutlenku tytanu (TiO_2) oraz dwutlenku cyrkonu (ZrO_2) sensybilizowanych barwnikami organicznymi, które potencjalnie mogą być wykorzystane do budowy ogniw fotoelektrochemicznych typu DSSC (*Dye Sensitized Solar Cells*). W przeszłości TiO_2 był intensywnie badany w celu zastosowań fotowoltaicznych, ale jego szeroka przerwa energetyczna sprawia, że wykorzystuje on małą część promieniowania słonecznego i nie jest doskonałym materiałem do konwersji energii słonecznej na elektryczną. Lepsze parametry konwersji wykazuje ZrO_2 , ale zbyt szeroka przerwa energetyczna tego materiału daje możliwość wykorzystania jedynie światła UV, co stanowi zaledwie kilkanaście procent promieniowania elektromagnetycznego Słońca. Dwutlenek cyrkonu jest półprzewodnikiem o szerokiej przerwie energetycznej wynoszącej 5.4 eV, ale jednocześnie posiada duży współczynnik absorpcji promieniowania elektromagnetycznego oraz niską powierzchnię rekombinację ładunków. Własności te powodują, że ZrO_2 jest materiałem o wysokiej konwersji promieniowania elektromagnetycznego w prąd elektryczny, co jest pozytywną cechą materiału wykorzystywanego w zjawiskach fotostymulowanych. W chwili obecnej prowadzone są badania nad zmniejszeniem przerwy energetycznej ZrO_2 w celu wykorzystania większego zakresu widma słonecznego do fotowzbudzeń. Celem projektu jest badanie własności fizyko-chemicznych tego materiału po modyfikacjach i porównanie własności dwutlenku cyrkonu z własnościami dwutlenku tytanu jako materiału używanego w fotowoltaice. Niska fotokonwersja nośników ładunku w TiO_2 w stosunku do ZrO_2 dają nadzieję na wykorzystanie dwutlenku cyrkonu w zjawiskach fotowoltaicznych, lecz wymaga to wnikliwego zbadania i zrozumienia mechanizmu zachodzących procesów.

Celem niniejszego projektu jest zrozumienie mechanizmu fotokonwersji oraz transferu nośników ładunku z organicznego sensybilizatora do materiału półprzewodnikowego w celu polepszenia wydajności ogniw DSSC. W ostatnich latach wiele zespołów naukowych zajmujących się badaniem właściwości dwutlenku tytanu, próbuje zwiększyć jego aktywność w zakresie światła widzialnego poprzez wprowadzenie w strukturę TiO_2 różnego rodzaju domieszek. W proponowanym projekcie zmniejszenie przerwy energetycznej planowane jest przez syntezę niestechiometrycznych nanokryształów TiO_x i ZrO_x o różnej zawartości tlenu oraz domieszkowanie tych materiałów jonami takimi jak azot, miedź, nikiel, mangan. Z drugiej strony planowana jest synteza nanokryształów o różnych wielkościach, co razem ze zmianą stechiometrii oraz domieszkowaniem pozwoli wybrać struktury o przerwie energetycznej najbardziej odpowiadającej absorpcji światła słonecznego. Wybrane struktury dadzą podstawę syntezy cienkich warstw mezoporowatych sensybilizowanych barwnikami organicznymi. Realizacja projektu przyczyni się do rozwoju fotowoltaiki i stworzy podstawy projektowania nowoczesnych materiałów fotoaktywnych.