

Obecnie większość światowego zapotrzebowania na energię pochodzi z paliw kopalnych. Niestety spalanie paliw węglowodorowych odpowiada za emisję gazów cieplarnianych, a tym samym dużą część zanieczyszczeń powietrza. Ponadto w obliczu rosnących obaw dotyczących wyczerpania się zasobów nieodnawialnych, a w konsekwencji niedoboru energii, na którą zapotrzebowanie nieustannie wzrasta, świat stoi przed pilną potrzebą opracowania paliw alternatywnych. Spośród różnych alternatyw, paliwo wodorowe jest obiecujące, ze względu na jego przyjazność dla środowiska, wynikającą ze zmniejszenia emisji CO₂ oraz nieograniczoną dostępność. Jednocześnie jest wysokiej jakości nośnikiem energii, który może być stosowany z wysoką wydajnością. Perspektywną metodą otrzymania wodoru, jako nośnika energii o dużej gęstości, jest elektrochemiczne rozszczepienie wody. Jak dotąd, metal szlachetny jakim jest platyna pozostaje najbardziej efektywnym katalizatorem dla reakcji wydzielania wodoru, podczas gdy tlenek irydu i tlenek rutenu są wysoce aktywne dla reakcji wydzielania tlenu. Niemniej jednak, niedobór, a także wysoki koszt ograniczają ich szerokie wykorzystanie. Dlatego też, opracowanie tanich, wysoce aktywnych i stabilnych katalizatorów opartych na metalach nieszlachetnych jest niezwykle istotne.

Azotki i ich pochodne są powszechnie uważane za bardzo obiecujące katalizatory dla procesu elektrolizy wody ze względu na ich unikalną strukturę. Jednak azotki metali są niestabilne w szerokim zakresie pH. W związku z powyższym, **głównym celem prac badawczych Projektu jest opracowanie i upowszechnienie innowacyjnych strategii syntezy stabilnych katalizatorów na bazie azotków do efektywnej produkcji „zielonego wodoru”.** Aby osiągnąć założony cel, zaproponowano otrzymanie zaawansowanych katalizatorów hybrydowych poprzez połączenie właściwości azotku metalu i grafenu domieszkowanego azotem, co w konsekwencji przyczyni się do poprawy stabilności i wydajności katalizacyjnej. Proponowane cele szczegółowe opierać się będą na syntezie i charakterystyce azotków w tym azotków metali oraz ich hybryd z grafenem domieszkowanym wybranymi grupami azotowymi oraz badań elektrochemicznych. Dwie główne reakcje, reakcja ewolucji wodoru (HER) i reakcja ewolucji tlenu (OER), będą podstawą weryfikacji praktycznego zastosowania. Kluczowa innowacja polega na syntezie nowych hybrydowych katalizatorów oraz sterowaniu ich właściwościami fizykochemicznymi i elektrochemicznymi. Bardzo istotnym elementem prowadzonych badań będzie **otrzymanie nowatorskich katalizatorów wysoce stabilnych oraz bi-funkcyjnych czyli wykazujących aktywność zarówno w reakcji HER jak i reakcji OER.** Ponadto, ustalona zostanie strategia syntezy uwzględniająca dużą zmienność składu materiałów. Zbadany i scharakteryzowany zostanie stan chemiczny atomów, aby umożliwić wybór najbardziej efektywnych katalizatorów dla reakcji OER i HER. W ten sposób uzyskamy precyzyjne określenie typów miejsc katalizatora, co będzie szczególnie istotne dla interpretacji pomiarów elektrochemicznych. Ważnym krokiem będzie określenie zależności pomiędzy składem pierwiastkowym a aktywnością elektrochemiczną materiałów w procesie rozszczepiania wody w kontakcie z różnymi elektrolitami.

Oczekuje się, że proponowany Projekt przyjmie prawdziwie wieloskalowe podejście do badania możliwych katalizatorów - azotków i ich hybryd z grafenem domieszkowanym grupami azotowymi. Postęp w syntezie materiałów jest kluczem do wytworzenia nowatorskich katalizatorów i rozwoju efektywnego rozszczepiania wody. Katalizatory nie zawierające metali szlachetnych w przyszłości obniżą koszty produkcji wodoru. Z tych powodów Projekt ma na celu stworzenie wysokiego wpływu technologicznego, społecznego i ekonomicznego. Cele i planowane badania w ramach niniejszego wniosku mają charakter interdyscyplinarny. Związek struktura-właściwości w katalizatorach i ich hybryd z domieszkowanym heteroatomami grafenem powinien być szeroko analizowany. Odkrycia przewidywane w ramach tego wniosku będą miały szeroki wpływ na badania w zróżnicowanym zakresie dyscyplin, w tym materiałoznawstwa, chemii i elektrochemii. Dlatego też wyniki zebrane w ramach tego Projektu będą miały znaczenie dla przyszłej produkcji wodoru, którego zastosowanie w pojazdach będzie istotne z ekonomicznego punktu widzenia.