

Alternatywne źródła energii stały się jednym z podstawowych kierunków prowadzonych badań i innowacyjnych rozwiązań w tym obszarze. Jednym z takich alternatywnych źródeł energii są niskotemperaturowe ogniwa paliwowe, w których następuje zamiana energii chemicznej na energię elektryczną, a jedynymi produktami w tym przypadku jest tylko woda lub woda i dwutlenek węgla. Zaletą ogniw paliwowych jest ich wysoka wydajność (sprawność) w porównaniu do konwencjonalnych silników spalinowych (nawet dwa, trzy razy wyższa) oraz możliwość ciągłej pracy w przypadku ciągłego dostarczania paliwa bez konieczności doładowywania jak to ma miejsce w bateriach (akumulatorach). Pomimo znacznych osiągnięć w dziedzinie, zarówno w zakresie wydajności jak i trwałości ogniw paliwowych, jak na razie układy wymagają wciąż zastosowania zwykle drogich katalizatorów opartych na platynie. W celu ograniczenia kosztów jak również zwiększenia wydajności tego typu urządzeń konieczne jest podjęcie badań nad poszukiwaniem nowych materiałów elektrodowych wykazujących się zwiększoną dynamiką zarówno procesu redukcji tlenu na katodzie jak i elektrochemicznego utleniania paliwa na anodzie. Głównym celem projektu jest opracowanie nowych katodowych katalizatorów nie zawierających metali szlachetnych z grupy platynowców osadzonych na nośniku grafenowym (płatkach grafenowych) i materiałach grafenopodobnych (funkcjonalizowanych atomami azotu zdolnymi do trwałego wiązania nanocząstek metali przejściowych) wykazujących wysoką aktywność wobec redukcji tlenu. Badania te są istotne dla rozwoju technologii niskotemperaturowych ogniw paliwowych, a nasze badania nie będą ograniczać się wyłącznie do układów katalitycznych działających w środowisku kwaśnym, ale również w środowisku alkalicznym. Ponadto skoncentrujemy się również na znalezieniu korelacji pomiędzy rodzajem zastosowanego metalu bądź stopu metali oraz układem je koordynującym w strukturze nośnika grafenowego a ich aktywnością elektrokatalityczną wobec redukcji tlenu. Znalezienie tej korelacji przyczyni się do zaprojektowania i opracowania materiałów katodowych, które będą się charakteryzować wyższą aktywnością w procesie redukcji tlenu, jak również zachodzić przy wyższym potencjale (bliższym potencjałowi termodynamicznemu). W ramach przedstawionego projektu planujemy przeprowadzić systematyczne i interdyscyplinarne badania z wykorzystaniem nowoczesnych diagnostycznych metod elektroanalitycznych (np. woltamperometrii cyklicznej, chronoamperometria, chronokulometry) czy metodologię spektroskopii impedancyjnej, jak również pomiary kinetyczne z wykorzystaniem metody wirującego elektrody dyskowej z pierścieniem. Ponadto planujemy przeprowadzić badania struktury elektronowej metali przejściowych oddziałujących z grafenem lub z koordynującymi heteroatomami funkcyjnymi materiałami grafenopodobnymi wykorzystując spektroskopię XPS, EXAFS i EXAFS, ⁵⁷Fe mössbauerowska, metody mikroskopowe (HR-TEM, HR-SEM, STM, AFM) oraz dyfrakcja rentgenowska (XRD) czy fluorescencja rentgenowska (XRF) i skorelować uzyskane wyniki z ich aktywnością elektrokatalityczną wobec reakcji redukcji tlenu.