

W coraz szybciej zmieniającym się świecie ludzkość potrzebuje niezawodnych źródeł energii do realizacji celów rozwoju gospodarczego, poprawy jakości życia i postępu społecznego. Konwencjonalne paliwa kopalne budzą coraz większe obawy związane z kwestiami środowiskowymi oraz z niepewnością utrzymania ciągłości ich dostaw. Odnawialne źródła energii (OZE) mogą zapewnić niezawodność energetyczną, jednak z uwagi na nieciągły charakter otrzymywania energii z OZE (np. energia wiatrowa, słoneczna), potrzebna jest infrastruktura zdolna do jej magazynowania i konwersji. Stałotlenkowe ogniwa typu SOC (ang. *Solid Oxide Cells*), przyciągają uwagę jako efektywne technologie konwersji energii chemicznej paliwa bogatego w wodór na energię elektryczną i ciepłą. Dla pełnej komercjalizacji technologii SOC konieczny jest jednak rozwój nowych materiałów elektrodowych, zapewniających wysoką żywotność oraz uzyskiwanie wysokiej gęstości mocy i energii w obniżonych temperaturach. Ze względu na uproszczoną konstrukcję i sprzyjanie odwracalnemu trybowi pracy ogniwa (między trybem ogniwa paliwowego i elektrolizera) szczególnie interesujące są ogniwa typu SOC o symetrycznej konfiguracji, gdzie ten sam materiał elektrodowy pełni rolę zarówno anody, jak i katody. Aby materiał mógł być elektrodą w symetrycznym ogniwie, musi wykazywać wysoką aktywność katalityczną względem reakcji elektrodowych, mieszane przewodnictwo jonowo-elektronowe, kompatybilność z elektrolitem oraz stabilność strukturalną w warunkach anodowych oraz katodowych. Spełnienie wymagań stawianych materiałom elektrodowym może zostać zrealizowane poprzez proces wydzielania *in situ* nanokatalizatorów na powierzchni elektrody. Dane literaturowe wskazują, że wydzielone *in situ* nanocząstki dzięki mechanizmowi zakotwiczenia w tlenku perowskitowym mogą zwiększać aktywność katalityczną i stabilność materiału. Co więcej, odwracalność procesu wydzielania może potencjalnie rozwiązać problem aglomeracji cząstek, zwiększając odporność na osadzanie węgla, gdy ogniwo jest zasilane tańszymi, szerzej dostępnymi węglowodorami. Wpływ wydzielania na właściwości materiału jest determinowany przez postać wydzielonych nanocząstek. Ze względu na swoje wyjątkowe właściwości elektrokatalityczne oraz doskonałą stabilność, stopy metaliczne o wysokiej entropii, składające się z co najmniej pięciu różnych pierwiastków są postrzegane jako doskonałe materiały katalityczne. Aby zachować korzyści wynikające z wysokoentropowego charakteru stopu, konieczne jest zachowanie nanometrycznej wielkości nanokatalizatorów. Dlatego synteza materiałów z wykorzystaniem metody elektroprzędzenia (ang. *electrospinning*), umożliwiającej uzyskanie materiału o kontrolowanej wielkości i korzystnej morfologii (ciągła porowatość, duża powierzchnia właściwa) wydaje się być w pełni zasadna.

Biorąc pod uwagę potrzebę opracowania materiałów elektrodowych poprawiających parametry ogniw typu SOC, niniejszy projekt koncentruje się na opracowaniu funkcjonalnych, wysokowydajnych materiałów elektrodowych o strukturze perowskitu $\text{Ln}_{0.9}(\text{Ba}, \text{Sr})_{0.9}(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Mg}, \text{Ti})_{1.8}(\text{Co}, \text{Ni}, \text{Cu}, \text{Pd})_{0.2}\text{O}_{6-\delta}$ (Ln = wybrany lantanowiec) w postaci nanowłókien, zdolnych do wydzielania *in situ* wysokoentropowych nanokatalizatorów. W projekcie zostaną zastosowane poniższych strategie projektowania materiałów elektrodowych:

- Wprowadzenie co najmniej pięciu metali w podsięci B zdolnych do redukcji do stanu metalicznego, zdolnych do wydzielania *in situ* w postaci wysokoentropowych nanocząstek na powierzchni elektrody.
- Zastosowanie niestechiometrii kationowej w podsięci A perowskitu będzie wpływać na intensyfikację procesu nanowydzielania *in situ*.
- Wykorzystanie metody elektroprzędzenia w syntezie związków zapewni kontrolę morfologii i otrzymanie nanowłóknistych materiałów elektrodowych z nanowydzieleniami o pożądanej wielkości.

Osiągnięcie spodziewanych rezultatów może mieć znaczny wpływ na rozwój fizykochemii ciała stałego w związku ze zrozumieniem odwracalnego procesu wydzielania *in situ* wysokoentropowych nanokatalizatorów w warunkach redukcyjnych i utleniających, z materiałów o kontrolowanej morfologii. Niemal całkowity brak publikacji badań na temat wydzielania *in situ* wysokoentropowych stopów metali z nanowłóknistych materiałów elektrodowych dla ogniw symetrycznych SOC sprawia, że przedstawiona tematyka projektu ma charakter szczególnie nowatorski. Podczas realizacji projektu zostanie wykorzystane interdyscyplinarne podejście, obejmujące wiedzę z zakresu inżynierii materiałowej, fizykochemii ciała stałego oraz elektrochemii. Zastosowanie zaawansowanej metodyki badań obejmującej techniki dyfrakcyjne (XRD, HT-XRD), mikroskopię elektronową (SEM, EDS, TEM) oraz metody spektroskopowe pozwoli na opracowanie ogólnych wytycznych dotyczących projektowania funkcjonalnych, stabilnych materiałów elektrodowych o kontrolowanej morfologii oraz szczególnie wysokiej aktywności katalitycznej. Wysokowydajne materiały elektrodowe będą mogły zostać zastosowane w symetrycznych ogniw stałotlenkowych, wykorzystywanych w systemach generowania i magazynowania energii.