

## STRESZCZENIE

Rozprawa doktorska stanowi kompleksowe i innowacyjne opracowanie analizy energetycznego wykorzystania wodoru wytworzonego z nadmiarowej energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii (OZE) do produkcji paliw alternatywnych, takich jak syntetyczny gaz ziemny (SNG) oraz amoniak. Praca łączy w sobie szeroki przegląd literatury, modelowanie procesów, analizy technologiczne i ekonomiczne, co czyni ją znaczącym wkładem w rozwój technologii Power-to-Fuel.

Celem pracy było stworzenie kompleksowego modelu obejmującego całość łańcucha technologicznego – od generacji energii z farmy wiatrowej i fotowoltaicznej (każda o mocy 5 MW), przez produkcję wodoru metodą elektrolizy, po syntezę SNG i amoniaku. Szczegółowa analiza pracy farm OZE obejmowała roczny cykl produkcji energii, z uwzględnieniem zmiennych warunków atmosferycznych, przestojów i godzin pracy. Przeanalizowano doliny dzienne i nocne, w których nadmiar energii kierowany był do generatora wodoru, co umożliwiło precyzyjne określenie ilości dostępnej energii i wydajności elektrolizy.

Wykorzystano program Aspen Plus do modelowania procesów, analizując wpływ kluczowych parametrów, takich jak temperatura i ciśnienie, na wydajność i sprawność systemu. Optymalne warunki (2 MPa i 100°C dla SNG oraz 20 MPa i 300°C dla amoniaku) pozwoliły osiągnąć uzyski na poziomie 1,98 kg CH<sub>4</sub>/kg H<sub>2</sub> oraz 5,54 kg NH<sub>3</sub>/kg H<sub>2</sub>.

Praca wyróżnia się zastosowaniem modułów ORC i silników Stirlinga do odzysku ciepła odpadowego, co zwiększyło sprawność instalacji do 0,8617 dla SNG i do 0,9848 dla amoniaku. Analiza ekonomiczna, oparta na danych dla lat 2022 i 2025, wykazała, że kluczowymi czynnikami wpływającymi na koszty produkcji są ceny energii i wodoru – wzrost cen energii o 60% spowodował wzrost kosztów SNG do 7,56 USD/kg i amoniaku do 2,82 USD/kg.

Rozprawa zawiera szczegółową analizę wpływu parametrów procesowych na sprawność systemów, identyfikuje kluczowe wyzwania technologiczne i proponuje ich rozwiązania, co czyni ją wartościowym źródłem wiedzy dla przyszłych badań i wdrożeń. Oryginalność pracy przejawia się w holistycznym podejściu do analizy całego łańcucha technologicznego i szczegółowej ocenie pracy OZE, elektrolizy oraz produkcji paliw, co stanowi istotny wkład w rozwój technologii wodorowych i dekarbonizację systemów energetycznych.