



POLITECHNIKA ŚLĄSKA

WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY

Katedra Mechatroniki

**mgr inż. Joanna Bijak**

**PRZEKSZTAŁCENIE JEDNORODNE  
W ANALIZIE I MODELOWANIU  
UKŁADÓW ODZYSKIWANIA ENERGII**

Rozprawa doktorska napisana pod kierunkiem:

dr hab. inż. Tomasza Trawińskiego, prof. PŚ

Promotor pomocniczy:

dr inż. Marcin Szczygieł

GLIWICE, 2023

# PRZEKSZTAŁCENIE JEDNORODNE W ANALIZIE I MODELOWANIU UKŁADÓW ODZYSKIWANIA ENERGII

## Streszczenie

Zainteresowanie odzyskiwaniem energii związane jest z potrzebą zapewnienia zasilania w systemach autonomicznych, zmniejszenia zanieczyszczenia środowiska oraz zmniejszenia kosztów eksploatacji systemów. Układy odzyskiwania energii umożliwiają konwersję energii pochodzącej ze źródeł zewnętrznych na energię elektryczną, jednak najczęściej ilość energii generowanej w ten sposób nie wystarcza do stałego zasilania systemów autonomicznych. W związku z tym, układy takie muszą być optymalizowane, najczęściej z wykorzystaniem symulacji komputerowych, pod względem kształtu, wagi, umiejscowienia, czy częstotliwości rezonansowej.

Głównym celem pracy było ujednoczenie opisu modelu matematycznego układów odzyskiwania energii poprzez przedstawienie ich jako łańcucha kinematycznego manipulatora i wykazanie, że możliwe jest zastosowanie przekształcenia jednorodnego do opisu ruchu elementów układu odzyskiwania energii.

W pracy przedstawiono nowy sposób modelowania ruchu układów odzyskiwania energii kinetycznej z wykorzystaniem stosowanego w robotyce przekształcenia jednorodnego i notacji Denavita-Hartenberga. Układy takie, jak boja odzyskująca energię z ruchu falowego wody, układ koła z elementem odzyskującym energię z nierówności drogi oraz sprężyna magnetyczna odzyskująca energię z drgań, zostały przedstawione w postaci łańcuchów kinematycznych. Możliwy do wykonania przez te układy ruch przedstawiono za pomocą przegubów pryzmatycznych i obrotowych. Dodatkowo przeanalizowano siły zewnętrzne oraz siły wynikające z energii potencjalnej działające na układy. Korzystając z przekształconego równania Eulera-Lagrange'a wyprowadzono równania ruchu układów odzyskiwania energii i zaimplementowano je w programie Matlab/Simulink. Wyniki badań symulacyjnych porównano z wynikami przeprowadzonych badań doświadczalnych.

Wyniki badań symulacyjnych i doświadczalnych potwierdzają, że możliwe jest zamodelowanie układu odzyskiwania energii przez zastosowanie odpowiedniej kombinacji przegubów łańcucha kinematycznego, a następnie przekształcenia jednorodnego. Taki sposób modelowania zapewnia ujednoczenie opisu matematycznego układów odzyskiwania energii i umożliwia ich optymalizację.