

KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA

Nazwa modułu/przedmiotu Systemy zarządzania energią napędów zasilanych wodorem		Kod
Nazwa studiów podyplomowych Inżynieria systemów zasilania wodorem		
Forma studiów (stacjonarne, niestacjonarne) niestacjonarne	Przedmiot oferowany w języku (polskim, angielskim) polskim	Rok / Semestr 1/2
Godziny Wykłady: 8 Ćwiczenia: - Laboratoria: 16 Projekty / seminaria: -		Liczba punktów 4
Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca: dr inż. Wojciech Cieślik e-mail: wojciech.cieslik@put.poznan.pl tel. 224-45-02 Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu		Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca: mgr inż. Filip Sz wajca e-mail: filip.sz wajca@put.poznan.pl tel. 647-59-66 Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu
Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:		
1.	Wiedza:	<ul style="list-style-type: none"> – słuchacz ma podstawową wiedzę z zakresu właściwości fizykochemicznych wodoru; – ma podstawową wiedzę w zakresie budowy, działania i eksploatacji środków transportu; – słuchacz ma podstawową wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i pozatechnicznych uwarunkowań dotyczących paliw alternatywnych w tym wodoru
2.	Umiejętności:	<ul style="list-style-type: none"> – słuchacz potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwych źródeł; – słuchacz potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania w zakresie inżynierii wodorowej; – słuchacz potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie
3.	Kompetencje społeczne:	<ul style="list-style-type: none"> – potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role; – prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy w zakresie różnych obszarów inżynierii wodorowej; – potrafi samodzielnie pozyskiwać i poszerzać wiedzę w zakresie nowoczesnych metod, procesów i technologii
Cel przedmiotu: W ramach zajęć podzielonych na dwa moduły (wykład i laboratoria) zostaną zaprezentowane zagadnienia związane z tematyką zarządzania energią w napędach alternatywnych. Omówione zostaną źródła energii w napędach, rodzaje akumulatorów energii elektrycznej oraz konstrukcje ogniw paliwowych. Studenci zapoznają się z konstrukcją układów FC (Fuel-Cell) oraz podzespołów wspomagających pracę ogniw paliwowych takich jak układy wtryskowe, układy zasilania powietrzem oraz konwertery energii. W ramach zajęć laboratoryjnych przeprowadzone zostaną eksperymenty przedstawiające zasadę działania elektrolizerów, generacji energii z OZE (odnawialnych źródeł energii) oraz metody przechowywania wodoru. Wykonane zostaną pomiary sprawności ogniw paliwowych oraz charakterystyki ładowania akumulatorów.		

Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 4	Efekty uczenia się	Sposoby weryfikacji efektów uczenia się
Wiedza:		

P6(7,8)S_WG Głębia i zakres / kompletność perspektywy poznawczej i zależności	<p>W01 Ma pogłębioną wiedzę w dziedzinie chemii, elektrochemii i elektryczności oraz nauk o ochronie środowiska naturalnego</p> <p>W02 Zna funkcjonowanie systemów zasilania wodorem, w tym również ich skutki dla środowiska naturalnego</p> <p>W04 Ma pogłębioną wiedzę w zakresie modelowania i symulacji układów zasilanych wodorem, w tym zagadnień termodynamiki i mechaniki płynów</p> <p>W06 Ma pogłębioną wiedzę w dziedzinie silników spalinowych zasilanych wodorem, ogniw paliwowych, przepływie energii oraz ochronie środowiska</p>	Egzamin pisemny
P6(7,8)S_WK Kontekst / uwarunkowania, skutki	<p>W08 Ma pogłębioną wiedzę o wpływie maszyn i techniki na środowisko naturalne i globalne bilanse energetyczne</p> <p>W09 Ma świadomość cywilizacyjnych skutków techniki wodorowej</p>	Egzamin pisemny
Umiejętności:		
P6(7,8)S_UW Wykorzystanie wiedzy / rozwiązywane problemy i wykonywane zadania	<p>U01 W oparciu o uzyskaną wiedzę teoretyczną, posiada umiejętność analizy problemów i proponowania konkretnych rozwiązań, m.in. związanych z inżynierią wodorową</p> <p>U03 Ma umiejętność czytania i rozumienia dokumentacji technicznej (opis techniczny, schematy)</p> <p>U04 Potrafi wykorzystywać podstawową wiedzę na temat funkcjonowania obiektów technicznych wykorzystujących wodór</p>	Sprawdzian praktyczny w ramach laboratoriów
P6(7,8)S_UK Komunikowanie się / odbieranie i tworzenie wypowiedzi; upowszechnianie wiedzy w środowisku naukowym; posługiwanie się językiem obcym	<p>U06 Potrafi posługiwać się podstawowymi pojęciami w zakresie szeroko pojętej inżynierii wodorowej</p> <p>U07 Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, polsko- i anglojęzycznych, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie</p>	Sprawdzian praktyczny w ramach laboratoriów
P6(7,8)S_UO Organizacja pracy / planowanie i praca zespołowa	<p>U08 Ma rozwinięte umiejętności w zakresie komunikacji interpersonalnej w inżynierii wodorowej, potrafi używać języka specjalistycznego w zakresie wodoru, potrafi pracować w zespole</p> <p>U09 Potrafi współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych (także o charakterze interdyscyplinarnym) w odniesieniu do zagadnień związanych z inżynierią wodorową</p>	Sprawdzian praktyczny w ramach laboratoriów
P6(7,8)S_UU Uczenie się / planowanie własnego rozwoju i rozwoju innych osób	U10 Ma świadomość poziomu swojej wiedzy i umiejętności, rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się i rozwoju osobistego	Sprawdzian praktyczny w ramach laboratoriów
Kompetencje społeczne:		

P6(7,8)S_KK Oceny / krytyczne podejście	K01 Jest gotów do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu w odniesieniu do wodoru	Egzamin pisemny
P6(7,8)S_KO Odpowiedzialność / wypełnianie zobowiązań społecznych; działanie na rzecz interesu publicznego	K04 Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy, twórczy i innowacyjny	Egzamin pisemny
P6(7,8)S_KR Rola zawodowa / niezależność i rozwój etosu	K05 Ma świadomość wagi zagadnień podejmowanych w zakresie inżynierii wodorowej i związanej z nimi odpowiedzialności za podejmowane działania	Egzamin pisemny

TREŚCI PROGRAMOWE			
Lp.	Problematyka ogólna	Zagadnienia szczegółowe	liczba godzin
1	Wprowadzenie do systemów ogniw paliwowych – wodór jako nośnik energii	Chemiczne źródła prądu, rodzaje akumulatorów energii elektrycznej, konstrukcje ogniw paliwowych	4 (Cieślik)
2	Podzespoły wspomagające pracę ogniw paliwowych	Układy wtryskowe, układy zasilania powietrzem, konwertery energii, akumulacja energii	4 (Cieślik)
3	Metody wytwarzania, transportu i przechowywania wodoru	Działanie elektrolizera, uwzględnienie energii z OZE, absorpcja	4 (Cieślik - lab)
4	Sprawność ogniw paliwowych	Bilans energetyczny ogniwa paliwowego w wybranych stanach pracy	4 (Szwajca - lab)
5	Hybrydyzacja ogniw paliwowych	Charakterystyka współpracy ogniwa z akumulatorem	4 (Szwajca - lab)
6	Odzysk energii w napędach alternatywnych	Charakterystyka ładowania akumulatorów w warunkach jazdy i postoju	4 (Cieślik - lab)
Sposoby sprawdzenia efektów uczenia się F – ocena formująca (częstkowa)¹⁾; P – ocena podsumowująca²⁾			
F			
P	Egzamin końcowy		

Literatura podstawowa:

1. Jiang S.P., Li Q. Introduction to Fuel Cells Electrochemistry and Materials, Springer, 2022
2. Barbir F. PEM Fuel Cells Theory and Practice, Elsevier, Academic Press 2012
3. Merksiz J., Pielecha I. Układy elektryczne pojazdów hybrydowych, Wyd. PP, Poznań 2017
4. Lejda K. Wodór w aplikacjach do środków napędu w transporcie drogowym, 2013
5. O'Hayre R.P. Fuel cell fundamentals, Willey & Sons 2009
6. Sibley R. Our Future is Hydrogen: Energy, Environment, and Economy, 2001
7. Mench M.W. Fuel Cell Engines, Willey & Sons 2008
8. Bagotsky V.S. Fuel Cells: Problems and Solutions. Willey & Sons 2012

Literatura uzupełniająca:

9. Aktualne artykuły z czasopism naukowych:

- International Journal of Hydrogen Energy (ScienceDirect)
- Hydrogen (MDPI)
- Energies (MDPI)

10. Appelt K. Ogniw paliwowe. Cz.1, Stan badań i perspektywy zastosowania

11. Małek A., Wendeker M. Ogniw paliwowe typu PEM : teoria i praktyka. Pol. Lubelska, Lublin 2010

12. Ogulewicz W. i in. Pozyskiwanie energii z ogniw paliwowych typu PEM chłodzonych cieczą, Wyd. Pol. Śląskiej, Gliwice 2010

13. Szalek, A.; Pielecha, I.; Cieslik, W. Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV) Energy Flow Analysis in Real Driving Conditions (RDC). Energies 2021, 14, 5018. <https://doi.org/10.3390/en14165018>

Obciążenie pracą słuchacza

forma aktywności	liczba godzin
Godziny kontaktowe z nauczycielem	24
Indywidualne konsultacje	30
Przygotowanie do egzaminu	40
Inne	10
SUMA	104
Summaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu (wpisuje kierownik studiów)	4

1) Np. za dyskusję, kolokwium, rozwiązanie zadania

2) Np. za egzamin, projekt kończący przedmiot