

## WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

## KARTA PRZEDMIOTU

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	Ogniwa paliwowe i produkcja wodoru
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Fuel cells and hydrogen production
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Energetyka
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Odnawialne źródła energii.
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, niestacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09ENG-NM0013
<b>Grupa kursów:</b>	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	18		9		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		0,75		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Wiedza z zakresu elektrochemii, fizyki i termodynamiki.
2. Wiedza ogólna dotycząca paliw i konwersji różnego rodzaju energii.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Zapoznanie z zasadą działania ogniw paliwowych – podstawy elektrochemii.
- C2 – Zaznajomienie się z klasyfikacją i ogólną charakterystyką ogniw paliwowych oraz z rozwiązaniami konstrukcyjnymi, ogólną budową i działaniem ogniw paliwowych oraz zapoznanie z przeznaczeniem różnych typów ogniw paliwowych
- C3 – Zapoznanie się z obecnymi technologiami produkcji wodoru i charakterystyka wodoru.
- C4 – Zapoznanie z kierunkami rozwoju ogniw paliwowych w zastosowaniu do transportu i robotyce oraz z układami produkcji energii zintegrowanymi z ogniwami paliwowymi.
- C5 - Wykształcenie umiejętności określenia sprawności ogniwa paliwowego i produkcji wodoru poprzez elektrolizę.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**  
**WIEDZA**

W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie:

PEK\_W01 – wymienić ogólną klasyfikację ogniw paliwowych i ich przeznaczenie,

PEK\_W02 – objaśnić działanie ogniwa wodorowego typu PEM

PEK\_W03 – objaśnić działanie zasadniczych zespołów ogniwa metanolowego i alkalicznego zdefiniować zasadnicze parametry charakteryzujące ich pracę,

PEK\_W04 – scharakteryzować budowę i działanie ogniwa ceramicznego oraz zastosowanie ich w układach siłowniowych,

PEK\_W05 – scharakteryzować i opisać technologie produkcji wodoru,

PEK\_W06 – wymienić techniki magazynowania wodoru.

**UMIEJĘTNOŚCI**

W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie:

PEK\_U01 – wykonać podstawowe pomiary natężenia i napięcia oraz mocy ogniw paliwowych,

PEK\_U02 – stosować poznane techniki pomiaru do obliczenia sprawności ogniwa i efektywności produkcji wodoru

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wodór jako nośnik energii. Przegląd aktualnych zastosowań wodoru, ocena jego właściwości fizycznych i chemicznych. Zasady bezpieczeństwa dotyczące pracy z wodorem.	2
Wy2	Metody produkcji wodoru- omówienie głównych metod stosowanych na skalę przemysłową.	2
Wy3	Ogniwa galwaniczne i akumulatory. Porównanie ogniw pierwotnych i wtórnych.	1
Wy4	Magazynowanie wodoru- przegląd najważniejszych technologii.	2
Wy5	Ogniwa paliwowe- wyjaśnienie podstawowych pojęć. Historia powstawania ogniw paliwowych.	2
Wy6	Podstawy elektrochemii. Reakcje redox i ich rola w procesach zachodzących w elektrolizerach i ogniwach paliwowych.	2
Wy7	Termodynamika ogniw paliwowych.	1
Wy8	Ogniwa niskotemperaturowe na przykładzie ogniwa z membraną polimerową- PEM.	2
Wy9	Ogniwa wysokotemperaturowe z membraną stałotlenkową SOFC.	2
Wy10	Zastosowanie ogniw paliwowych w motoryzacji, robotyce raz energetyce.	1
Wy11	Ogniwa paliwowe o małej wydajności- ogniwa mikrobiologiczne.	1
	Suma godzin	<b>18</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Elektroliza wodnych roztworów zasad – aparat Hoffmana.	2
La2	Produkcja wodoru w procesie elektrolizy PEM ( z membraną protonowymienną).	2
La3	Zgazowanie wybranego paliwa.	2
La4	Badanie systemu ogniw paliwowych Nexa .	2
La5	Obliczenia dotyczące określenia ilości produkowanego wodoru oraz kosztów jego wytwarzania.	1

Suma godzin	9
-------------	---

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład z prezentacją multimedialną. N2. Konsultacje.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P (wykład)	PEK_W01-PEK_W06	Egzamin pisemny
P (laboratorium)	PEK_U01-PEK_U02	Średnia ocen ze sprawozdań i kartkówek

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] Arkadiusz Małek, Mirosław Wendeker, "Ogniwa paliwowe typu PEM, teoria i praktyka", 2010, Politechnika Lubelska, Lublin</p> <p>[2] Leszek Romański, "Wodór nośnikiem energii", 2007, Wrocław, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu</p> <p>[3] A. Feldzensztajn, L. Pacuła, J. Pusz, "Wodór paliwem przyszłości", 2003, IWT INTECH</p> <p>[4] S.Shiva Kumar V.Himabindu, "Hydrogen production by PEM water electrolysis – A review, Materials Science for Energy Technologies Vol. 2, Issue 3, December 2019, Pages 442-454</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[1] Barbir F., Yazici S. "Status and development of PEM fuel cell technology", 2008, Int. J. Energy Res., 32:369-378</p> <p>[2] Nexa - Training System Instruction Manual Heliocentris Energiesysteme GmbH 2008</p>
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Dr inż. Monika Tkaczuk-Serafin, monika.tkaczuk@pwr.edu.pl