

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	Wytwarzanie i użytkowanie paliw gazowych
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Production and use of gaseous fuels
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Energetyka
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Nowoczesne technologie energetyczne
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09ENG-SM0028
<b>Grupa kursów:</b>	nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	30	60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	1	2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1	2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1	0,5	1,5		

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

Wiedza, umiejętności i inne kompetencje z zakresu kursów: chemii, termodynamiki oraz procesów spalania.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Zaznajomienie studentów z podstawowymi technologiami produkcji sztucznych paliw gazowych (zgazowanie węgla, biomasy i odpadów, wytwarzanie wodoru) oraz zasadami obliczeń termochemicznych i warunkami równowagi chemicznej w procesach wytwarzania paliw gazowych.
- C2. Wytrobienie u studentów umiejętności bilansowania procesów zgazowania paliw oraz analizowania składu chemicznego produkowanych paliw gazowych.
- C3. Zapoznanie studentów z obecnymi technologiami produkcji, magazynowania i wykorzystania wodoru, a także z budową, zasadą działania i rozwiązaniami konstrukcyjnymi ogniw paliwowych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – student powinien znać najważniejsze sposoby pozyskiwania paliw gazowych oraz technologie ich wykorzystania.

PEK\_W02 – student powinien rozumieć mechanizmy rozkładu termicznego substancji organicznych oraz ich rolę w procesach produkcji gazu.

PEK\_W03 – student powinien znać najważniejsze technologie produkcji wodoru i rozwiązania techniczne wykorzystujące ogniwa paliwowe.

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – student powinien potrafić wykonać obliczenia procesów zgazowania różnych typów paliw dla wybranych procesów zgazowania, oraz wykonać obliczenia dla procesu produkcji wodoru wybraną metodą.

PEK\_U02 – student powinien potrafić określić niezbędne metody i parametry procesów zgazowania oraz produkcji wodoru w celu oceny jakości produkowanego gazu, a także przeprowadzić pomiary na stanowisku laboratoryjnym dla badanych procesów.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1-2	Gaz ziemny: zasoby, pozyskiwanie, magazynowanie, wykorzystanie energetyczne i przetwarzanie.	4
Wy3-6	Sztuczne paliwa gazowe: paliwa pochodzenia kopalnego, gaz rafineryjny i koksowniczy, produkcja gazu generatorowego i syntezy, produkcja gazu pirolitycznego, wykorzystanie sztucznych paliw gazowych, produkcja wodoru z paliw kopalnych.	8
Wy7-8	Biogaz i gaz wysypiskowy: produkcja, wykorzystanie energetyczne na przykładach.	4
Wy9-11	Wodór: produkcja, magazynowanie, zastosowanie, perspektywy wykorzystania.	6
Wy12-14	Ogniwa paliwowe: podstawy elektrochemii, termodynamika ogniw paliwowych, przegląd rozwiązań technicznych, zastosowanie na przykładach	6
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1-2	Wprowadzenie, stechiometria, równowaga i kinetyka reakcji gazowych	4
Ćw3	Kaloryczność paliw gazowych	2
Ćw4-5	Sprawność procesu zgazowania	3
Ćw6-7	Podstawy elektrochemii	4
Ćw8	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab 1	Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie do ćwiczeń.	2
Lab 2	Wyznaczanie składu gazu sieciowego z wykorzystaniem technik chromatograficznych	2
Lab 3-5	Produkcja i analiza składu chemicznego biogazu z odpadów organicznych	6
Lab 6-7	Wytwarzanie i określanie składu gazu generatorowego	4
Lab 8-9	Pobór smół i pomiar ich zawartości w gazie generatorowym	4
Lab 10	Reforming parowy metanu	2
Lab 11	Elektroliza wodnych roztworów alkalicznych (produkcja wodoru)	2
Lab 12	Produkcja wodoru z wykorzystaniem elektrolitów stałych (PEM - membrana protonowymienna)	2
Lab 13	Badania charakterystyki, obciążeń i sprawności systemu ogniw	2

	paliwowych (PEM - NEXA 1.2 kW).	
Lab 14	Badanie procesu magazynowania wodoru.	2
Lab 15	Ocena sprawozdań. Zaliczenie przedmiotu.	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej. N2. Ćwiczenia rachunkowe. N3. Ćwiczenia na stanowiskach laboratoryjnych N4. Konsultacje.

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEK_W01-PEK_W03	Kolokwium zaliczające wykład.
F1	PEK_U01	Odpowiedzi ustne, krótkie sprawdziany pisemne.
P2		Kolokwium zaliczające ćwiczenia.
F3	PEK_U02	Kartkówki sprawdzające przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, aktywność na zajęciach oraz sprawozdania sporządzone na podstawie wykonanych pomiarów.

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b> [1] Biopaliwa Proekologiczne odnawialne źródła energii, Witold M. Lewandowski, Warszawa Wydawnictwo WNT, 2013. [2] Biologiczne przetwarzanie odpadów, Jędrzak A, PWN, Warszawa, 2007. [3] Termochemiczne przetwórstwo węgla i biomasy, red. M. Ściążko i H. Zieliński, IChPW i IGSMiE PAN, Zabrze-Kraków, 2003. [4] Spalanie i paliwa, W. Kordylewski, red. E. M. Bulewicz, Oficyna Wyd. PWR, Wrocław, 2008. [5] Ogniwa paliwowe typu PEM, teoria i praktyka, Arkadiusz Małek, Mirosław Wendeker, Politechnika Lubelska, Lublin, 2010. [6] Wodór nośnikiem energii, Leszek Romański, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław, 2007.
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b> [1] Rezaiyan J., Cheremisinoff N. P., Gasification Technologies, Taylor&Francis, London 2005. [2] Basu P., Biomass Gasification and Pyrolysis - Practical Design, Elsevier Inc., 2010. [3] 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. [6] Arshad Adeel, et all, Energy and exergy analysis of fuel cells: a review, Thermal Science and Engineering Progress, Mar 30, 2019, Vol.9, Pages 308-321. [7] Ryan P. O'Hayre et all., Fuel cells fundamentals, 2005.

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**dr inż. Mateusz Wnukowski, mateusz.wnukowski@pwr.edu.pl**