

## KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA

Nazwa modułu/przedmiotu <b>Zasilanie silników spalinowych paliwami gazowymi</b>		Kod
Nazwa studiów podyplomowych <b>Inżynieria systemów zasilania wodorem</b>		
Forma studiów (stacjonarne, niestacjonarne) <b>niestacjonarne</b>	Przedmiot oferowany w języku (polskim, angielskim) <b>polskim</b>	Rok / Semestr <b>1/1</b>
Godziny Wykłady: <b>8</b> Ćwiczenia: <b>-</b> Laboratoria: <b>8</b> Projekty / seminaria: <b>-</b>		Liczba punktów <b>3</b>
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> prof. dr hab. inż. Jerzy Merkisz e-mail: jerzy.merkisz@put.poznan.pl tel. 665-20-04 Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu		<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> prof. dr hab. inż. Marek Brzeżański e-mail: mbrzez@usk.pk.edu.pl tel. (12) 628 35 44 Wydział Mechaniczny PK
dr inż. Wojciech Cieślík e-mail: wojciech.cieslik@put.poznan.pl tel. 224-45-02 Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu		mgr inż. Filip Szwajca e-mail: filip.szwajca@put.poznan.pl tel. 647-59-66 Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1.	<b>Wiedza:</b>	– 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.	<b>Umiejętności:</b>	– 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.	<b>Kompetencje społeczne:</b>	– 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
<b>Cel przedmiotu:</b> zapoznanie studenta z charakterystykami paliw gazowych. Przedstawienie informacji dotyczących sposobów tworzenia mieszanki i systemów spalania silników gazowych. Przekazanie wiedzy w zakresie wpływu pracy silnika zasilanego paliwami gazowymi na środowisko naturalne. Wskazanie zależności pomiędzy parametrami charakteryzującymi paliwa gazowe a wymaganiami dotyczącymi konstrukcji układów wtryskowych oraz zapłonowych. Przekazanie informacji związanych z wpływem parametrów sterujących pracą silnika gazowego na jego osiągi.		

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

P6(7,8)S_WG Głębia i zakres / kompletność perspektywy poznawczej i zależności	W02 Zna funkcjonowanie systemów zasilania wodorem, w tym również ich skutki dla środowiska naturalnego  W06 Ma pogłębioną wiedzę w dziedzinie silników spalinowych zasilanych wodorem, ogniwo paliwowych, przepływie energii oraz ochronie środowiska	Sprawdzian pisemny
P6(7,8)S_WK Kontekst / uwarunkowania, skutki	W08 Ma pogłębioną wiedzę o wpływie maszyn i techniki na środowisko naturalne i globalne bilanse energetyczne  W09 Ma świadomość cywilizacyjnych skutków techniki wodorowej	Sprawdzian pisemny
<b>Umiejętności:</b>		
P6(7,8)S_UW Wykorzystanie wiedzy / rozwiązywane problemy i wykonywane zadania	U01 W oparciu o uzyskaną wiedzę teoretyczną, posiada umiejętność analizy problemów i proponowania konkretnych rozwiązań, m.in. związanych z inżynierią wodorową  U04 Potrafi wykorzystywać podstawową wiedzę na temat funkcjonowania obiektów technicznych wykorzystujących wodór	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	U06 Potrafi posługiwać się podstawowymi pojęciami w zakresie szeroko pojętej inżynierii wodorowej  U07 Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, polsko- i anglojęzycznych, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie	Sprawdzian praktyczny w ramach laboratoriów
P6(7,8)S_UO Organizacja pracy / planowanie i praca zespołowa	U08 Ma rozwinięte umiejętności w zakresie komunikacji interpersonalnej w inżynierii wodorowej, potrafi używać języka specjalistycznego w zakresie wodoru, potrafi pracować w zespole  U09 Potrafi współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych (także o charakterze interdyscyplinarnym) w odniesieniu do zagadnień związanych z inżynierią wodorową	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 doskonalenia się i rozwoju osobistego	Sprawdzian praktyczny w ramach laboratoriów
<b>Kompetencje społeczne:</b>		
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	Sprawdzian 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	Sprawdzian 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	Sprawdzian pisemny
---	--	--------------------

TREŚCI PROGRAMOWE			
Lp.	Problematyka ogólna	Zagadnienia szczegółowe	liczba godzin
1	Zasilanie silników paliwami gazowymi	Zasilanie silników paliwami gazowymi i związane z tym konsekwencje; ekologiczne aspekty zasilania paliwami gazowymi	2 (Merkisz)
2	Zasilanie wodorem oraz CNG	Aspekty zasilania wodorem oraz CNG w silnikach. Wady, zalety. Konieczne modyfikacje	2 (Merkisz)
3	Praktyczne aspekty instalacji wodorowych silników spalinowych	Omówienie instalacji wodorowej w silniku spalinowym	2 (Brzeżański)
4	Zagadnienia konstrukcji i eksploatacji silników zasilanych wodorem	Zagadnienia eksploatacyjne silników zasilanych wodorem. Instalacje przemysłowe	2 (Brzeżański)
5	Badania silników zasilanych paliwami gazowymi – charakterystyki	Badania silnika zasilanego LPG: charakterystyki Badania silnika zasilanego CNG: charakterystyki	4 (Cieślik - lab)
6	Badania silników zasilanych paliwami gazowymi – emisja spalin	Badania emisji składników spalin silników zasilanych LPG i CNG w aspekcie charakterystyk obciążeniowych	4 (Szwajca – lab)
Sposoby sprawdzenia efektów uczenia się F – ocena formująca (częstkowa) <sup>1)</sup> ; P – ocena podsumowująca <sup>2)</sup>			
F			
P	Zaliczenie pisemne		

**Literatura podstawowa:**

1. Kowalewicz A. Systemy spalania szybkoobrotowych tłokowych silników spalinowych. WKiŁ, Warszawa 1990
2. Heywood J.B. Internal Combustion Engine Fundamentals. New York, McGraw-Hill Education, 2018.
3. Srinivasan K.K. i in. Natural Gas Engines : For Transportation and Power Generation. Springer, Singapore 2019.
4. Nemitallah M. i in. Stratified and Hydrogen Combustion for Industrial Applications. Springer, 12 Aug. 2022.
5. Klell M. i in. Hydrogen in Automotive Engineering. Springer Nature, 21 Sept. 2022.
6. Verhelst S. Wallner T. Hydrogen-Fueled Internal Combustion Engines. Progress in Energy and Combustion Science, 2009, 35(6), 490–527, DOI: 10.1016/j.pecs.2009.08.001.
7. Baczewski K., Kałdoński T. Paliwa do silników o zapłonie iskrowym; WKiŁ, Warszawa 2004
8. Romaniszyn K.M. Alternatywne zasilanie samochodów benzyną oraz gazami LPG i CNG; WNT, Warszawa 2007

**Literatura uzupełniająca:**

9. Bechtold R.L. Alternative Fuels ? Transportation Fuels for Today and Tomorrow; Wyd. SAE, International 2002
10. Holt D.J. Alternative Diesel Fuels. Wyd. SAE International 2004
11. Artykuły naukowe czasopism: SAE, International Journal of Hydrogen Energy, Fuel.

<b>Obciążenie pracą słuchacza</b>	
<b>forma aktywności</b>	<b>liczba godzin</b>
Godziny kontaktowe z nauczycielem	16
Indywidualne konsultacje	30
Przygotowanie do zaliczenia	30
Inne	
<b>SUMA</b>	<b>76</b>
<b>Summaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu (wpisuje kierownik studiów)</b>	<b>3</b>

- 1) Np. za dyskusję, kolokwium, rozwiązanie zadania
- 2) Np. za egzamin, projekt kończący przedmiot