



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Wymiana ciepła [S2ZE1E>WC]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Zielona energia/Green Energy

Rok/Semestr

1/2

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

angielski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratorium

15

Inne

0

Ćwiczenia

30

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

4,00

### Koordynatorzy

dr hab. inż. Jarosław Bartoszewicz prof. PP  
jaroslaw.bartoszewicz@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Wiedza: Opanowane podstawy matematyki i fizyki w zakresie programu studiów. Znajomość podstaw termodynamiki i mechaniki płynów. Umiejętności: Student potrafi opisać podstawowe zjawiska fizyczne obejmujące termodynamikę i mechanikę płynów oraz wykonać obliczenia z nimi związane. Kompetencje społeczne: Student potrafi określić priorytety ważne przy rozwiązywaniu stawianych przed nim zadań. Student wykazuje samodzielność w rozwiązywaniu problemów, zdobywaniu i doskonaleniu nabytej wiedzy i umiejętności.

### Cel przedmiotu

Opanowanie umiejętności analizy zjawisk związanych z transportem masy, pędu i energii. Nabycie umiejętności projektowania i modernizacji urządzeń ciepłno-przepływowych.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

Ma rozszerzoną wiedzę na temat najnowszych odkryć naukowych w dziedzinie termo-dynamiki, mechaniki płynów, wymiany ciepła, procesów spalania, mechaniki technicznej oraz wytrzymałości materiałów. Ma wiedzę w zakresie działania i wykorzystania maszyn oraz urządzeń do wytwarzania,

przetwarzania i przekształcania energii.

Umiejętności:

Potrafi przeprowadzić pomiary i analizy stanu maszyn i urządzeń energetycznych z uwzględnieniem nietypowych i nieprzewidywalnych warunków ich pracy. Potrafi, z wykorzystaniem właściwych metod i narzędzi, w tym zaawansowanego oprogramowania, a także technik informacyjno-komunikacyjnych (ICT) i projektowych (CAD), zaprojektować, przeanalizować i zoptymalizować pracę maszyn, urządzeń, systemów energetycznych i ich elementów, z zapewnieniem ich odpowiedniej efektywności, sprawności i niezawodności. Potrafi zastosować i modyfikować modele matematyczne w analizie i projektowaniu procesów, urządzeń i systemów energetycznych w stanach pracy normalnej i awaryjnej systemu energetycznego.

Kompetencje społeczne:

Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z szeroko pojętym bezpieczeństwem energetycznym; potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy; rozumie potrzebę działań na rzecz uświadamiania społeczeństwa o rozwoju proekologicznych rozwiązań w zakresie energetyki i ochrony środowiska, ale także ograniczania zagrożeń jakie one niosą.

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Weryfikacja efektów uczenia się zależy od formy zajęć:

- wykład: pisemne zaliczenie na ostatnich zajęciach semestru, termin poprawkowy w sesji egzaminacyjnej,
- zaliczenie ćwiczeń rachunkowych odbywa się poprzez całosemestralną ocenę aktywności oraz jeden lub dwa zaliczenia pisemne, zaliczenie poprawkowe w terminie sesji egzaminacyjnej,
- zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych uzyskuje się na podstawie weryfikacji wiadomości w obszarze realizowanego tematu i wykonanego raportu z badań.

### Treści programowe

Zajęcia obejmować będą: podstawy termodynamiki i mechaniki płynów w części mających zastosowanie do zagadnień wymiany ciepła. Treści programowe obejmować będą zagadnienia przewodzenia ciepła, przejmowania ciepła na drodze konwekcji wymuszonej i naturalnej oraz promieniowania cieplnego. Wszystkie trzy podstawowe tematy omówione zostaną w odniesieniu do zagadnień stacjonarnych i niestacjonarnych, dla przepływów laminarnych i turbulentnych.

### Tematyka zajęć

Prawa i zasady obowiązujące w wymianie ciepła. Stosowane sposoby opisu wielkości charakteryzujących wymianę ciepła i odniesienie do różnych szkół termodynamicznych. Podstawowe prawa opisujące proces przewodzenia, przejmowania i promieniowania ciepła. Zjawisko przenikania ciepła oraz dyfuzji masy. Równanie opisujące wymianę ciepła w ciałach stałych i płynach oraz jego formy. Warunki rozwiązania równania bilansu energii. Opis wymiany ciepła na wybranych kształtach geometrycznych adekwatnych do kierunku studiów. Laminarne i turbulენტne warunki wymiany ciepła. Wymienniki ciepła, węzły ciepłownicze oraz sieci ciepłownicze - budowa, zasada działania, projektowanie.

### Metody dydaktyczne

Wykłady w formie stacjonarnej lub zdalnej w zależności od odpowiedniego zarządzenia JM Rektora PP. Ćwiczenia rachunkowe odbywają się stacjonarnie i obejmują rozwiązywanie zadań szczegółowych oraz realizację projektu wymiennika ciepła realizowanego w ramach ćwiczeń. Zajęcia laboratoryjne odbywają się w formie stacjonarnej w ramach przygotowanych stanowisk badawczo-dydaktycznych Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki.

### Literatura

Podstawowa:

1. R.K. Rayput, Engineering Thermodynamics third edition, Laxmi Publications Ltd., 955 pages, 2019, ISBN-10: 9380298404
2. Munson B.R., Rothmayer A.P., Okiishi T.H., Huebsch W.W., Fundamentals of Fluid Mechanics 7th

Edition, Wiley, 2022, ISBN-10: 1118116135

3. A Heat Transfer Textbook: Fifth Edition, Lienhard J., Dover Publications Inc., p. 784, 2020, ISBN-10 0486837351

4. Cengel Y.H., Ghajar D.J., Heat And Mass Transfer: Fundamentals & Applications, 5-th Edition, Published by McGraw-Hill Education, 2003, ISBN:978-0-07-339818-1

Uzupełniająca:

1. Puzyrewski R., Sawicki J., Podstawy mechaniki płynów i hydrauliki, PWN, Warszawa 2013, ISBN:9788301173272

2. Wrzesiński Z., Termodynamika, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2016, ISBN:9788378145059

3. Wiśniewski S., Wiśniewski T.S., Wymiana ciepła, PWN, Warszawa 2019, ISBN:978-83-01-19443-7

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	60	2,50
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	40	1,50