

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY**

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	Przenoszenie ciepła
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Heat transfer
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Odnawialne źródła energii
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Poziom i forma studiów:</b>	I stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	obowiązkowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	OEN110016
<b>Grupa kursów:</b>	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	60			
Forma zaliczenia	egzamin	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadających zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,5	1,5			

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

1. Podstawowa wiedza i umiejętności z zakresu matematyki i fizyki
2. Podstawowa wiedza i umiejętności z zakresu termodynamiki

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 – przekazanie podstawowej wiedzy dotyczącej procesu transportu ciepła na drodze przewodzenia (kondukcji), unoszenia (konwekcji) i promieniowania (radiacji)

C3 – wykształcenie umiejętności wykonywania obliczeń strumieni ciepła i rozkładu temperatury w ciałach o różnej geometrii

C4 – wyrobienie umiejętności wykonywania obliczeń współczynników przejmowania ciepła dla różnych rodzajów konwekcji (bez i ze zmianą fazy)

C2 – przekazanie podstawowej wiedzy i wykształcenie umiejętności obliczeń cieplnych wymienników ciepła

C5 – wykształcenie umiejętności wykonywania obliczeń strumieni ciepła przekazywanych podczas promieniowania termicznego

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 – zna podstawowe prawa i pojęcia dotyczące przekazywania ciepła

PEU\_W02 – posiada wiedzę na temat wyznaczania rozkładu temperatury i strumieni ciepła w przegrodach (płaskich, cylindrycznych i kulistych), prętach prostych oraz przegrodach ożebrowanych

PEU\_W03 – jest zapoznany z rodzajami i zakresem stosowalności oraz posiada wiedzę z zakresu obliczeń cieplnych wymienników ciepła

PEU\_W04 – posiada wiedzę na temat rodzajów konwekcji oraz potrafi dobrać odpowiednie równania kryterialne w celu wyznaczenia współczynników wnikania ciepła

PEU\_W05 – potrafi wyjaśnić mechanizm przekazywania ciepła na drodze radiacji dla powierzchni rozdzielonych powierzchniami przezroczystymi, gazów oraz płomienia świecącego

### Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 – potrafi wyznaczyć rozkład temperatury i obliczyć strumień ciepła przewodzonego i przenikającego przez przegrody (płaskie, cylindryczne i kuliste), pręty proste i przegrody ożebrowane

PEU\_U02 – potrafi wykonać obliczenia cieplne wymienników ciepła współprądowych, przeciwprądowych i krzyżowych

PEU\_U03 – potrafi zastosować odpowiednie równania kryterialne do wyznaczenia współczynników wnikania ciepła dla konwekcji naturalnej i wymuszonej bez zmiany fazy oraz podczas zmiany fazy (wrzenie i skraplanie)

PEU\_U04 – posiada umiejętność obliczania strumienia ciepła wymienianego na drodze radiacji

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Podstawowe pojęcia i prawa przenoszenia ciepła	2
Wy2	Ustalone jednowymiarowe przewodzenie i przenikanie ciepła	2
Wy3	Ustalone jednowymiarowe przewodzenie i przenikanie ciepła	2
Wy4	Ustalone przewodzenie ciepła w przegrodach z wewnętrznymi źródłami ciepła	2
Wy5	Pręty – równanie różniczkowe przewodzenie ciepła w prętach, warunki brzegowe	2
Wy6	Przenoszenie ciepła w prętach prostych	2
Wy7	Żebra, powierzchnie ożebrowane, efektywność żeber i powierzchni ożebrowanych	2
Wy8	Konwekcja – podział, podstawowe równania, analiza wymiarowa, konwekcja naturalna bez zmiany fazy	2
Wy9	Konwekcja wymuszona bez zmiany fazy	2
Wy10	Konwekcja ze zmianą fazy (wrzenie, skraplanie)	2
Wy11	Podstawowe pojęcia i prawa promieniowania termicznego, przenoszenie ciepła między powierzchniami rozdzielonymi ośrodkami przezroczystymi	2
Wy12	Promieniowanie ośrodka częściowo przezroczystego, promieniowanie gazów, promieniowanie płomienia świecącego	2
Wy13	Klasyfikacja i podział wymienników ciepła	2
Wy14	Teoria rekuperatorów – obliczenia średniej różnicy temperatur w wymienniku	2
Wy15	Wybrane zagadnienia wymiany ciepła. Powtórzenie materiału	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Zajęcia organizacyjne. Ustalone jednowymiarowe przewodzenie ciepła	2
Ćw2	Ustalone jednowymiarowe przenikanie ciepła	2
Ćw3	Ustalone jednowymiarowe przenikanie ciepła	2
Ćw4	Ustalone jednowymiarowe przewodzenie ciepła przez przegrody z wewnętrznymi źródłami ciepła	2
Ćw5	Przenoszenie ciepła w prętach prostych	2
Ćw6	Przenoszenie ciepła w prętach prostych. Ustalone jednowymiarowe przenikanie ciepła przez przegrody ożebrowane	2
Ćw7	Ustalone jednowymiarowe przenikanie ciepła przez przegrody ożebrowane	2
Ćw8	Kolokwium sprawdzające	2
Ćw9	Konwekcja naturalna	2
Ćw10	Konwekcja wymuszona	2
Ćw11	Przenoszenie ciepła między powierzchniami rozdzielonymi ośrodkami przezroczystymi	2
Ćw12	Przenoszenie ciepła między powierzchniami rozdzielonymi ośrodkami przezroczystymi	2
Ćw13	Obliczenia cieplne wymienników ciepła	2
Ćw14	Obliczenia cieplne wymienników ciepła	2
Ćw15	Kolokwium sprawdzające	2
	Suma godzin	<b>30</b>

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład tradycyjny N2. Ćwiczenia rachunkowe N3. Konsultacje

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ -wykład

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_W01-PEU_W05	Egzamin

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ -ćwiczenia

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01	Kolokwium sprawdzające
F2	PEU_U02 - PEU_U04	Kolokwium sprawdzające
P=(F1+F2)/2		

## **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Kostowski E.: Przepływ ciepła. Politechnika Śląska, Gliwice 2000
- [2] Wiśniewski St., Wiśniewski T.: Wymiana ciepła, WNT, Warszawa 1999
- [3] Kostowski E.: Zbiór zadań z przepływu ciepła. Politechnika Śląska, Gliwice 2000
- [4] Kalinowski E.: Przekazywanie ciepła i wymienniki. Politechnika Wrocławska, Wrocław 1994

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Gdula St.: Przewodzenie ciepła, PWN, Warszawa 1984
- [2] Madejski J.: Teoria wymiany ciepła. Politechnika Szczecińska, Szczecin 1998
- [3] Kostowski E.: Promieniowanie cieplne, PWN, Warszawa 1993
- [4] Furmański P., Domański R., Wymiana ciepła. Przykłady obliczeń i zadania, Politechnika Warszawska, Warszawa 2004
- [5] Çengel Y. A., Heat and mass transfer: a practical approach, McGraw Hill 2006
- [6] Pitts D. R., Sissom L. E., Schaum's outline of theory and problems of heat transfer, McGraw-Hill 1999
- [7] Lienhard IV J. H., Lienhard V J. H., A heat transfer textbook, Phlogiston Press, Cambridge Massachusetts 2004

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

**Michał Pomorski, [michal.pomorski@pwr.wroc.pl](mailto:michal.pomorski@pwr.wroc.pl)**