

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2018/2019

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: E

Stopień studiów: I

Specjalności: Energetyka odnawialna

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Termodynamika przemian energetycznych i wymiana ciepła
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Thermodynamics and heat transfer
KOD PRZEDMIOTU	E209
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	11.00
SEMESTRY	2 3

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
2	15	30	0	0	0	0
3	30	15	0	0	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zdobyć wiedzy z zakresu przemian energetycznych

**Cel 2** Zdobyć wiedzy z zakresu wymiany ciepła na drodze przewodzenia, konwekcji i promieniowania

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Podstawy termodynamiki sem. 1

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Umiejętności** Posiada umiejętność tworzenia bilansów instalacji energetycznych i ich elementów

**EK2 Umiejętności** Posiada umiejętność wyznaczania przekazywanego ciepła w stanach ustalonych i nieustalonych

**EK3 Wiedza** Ma wiedzę umożliwiającą podstawowe bilansowanie termodynamiczne układu dla różnych substancji.

**EK4 Wiedza** Ma wiedzę na temat wymiany ciepła na drodze przewodzenia, konwekcji i promieniowania.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Podstawowe układy i obiegi: turbiny, pompy, sprężarki i wentylatory, wymienniki ciepła, dysze, zawory i zwężki, obieg Rankinea, standardowe obiegi powietrzne obieg Joulea- Braytona, Otto, Diesla i inne obiegi, chłodziarki i inne obiegi, chłodziarki i pompy ciepła, obieg absorpcyjny. Praca maksymalna i egzergia. Sprawność egzergiczna. Równania różniczkowe termodynamiki (zależności termodynamiczne). Własności i przemiany par, mieszanin i gazów wilgotnych. Psychometria. Przejścia fazowe. III zasada termodynamiki. Elementy kinetyki reakcji. Spalanie. Egzergia chemiczna. Elementy termodynamiki procesów nierównowagowych.	15
<b>W2</b>	Podstawowe zasady i procesy wymiany ciepła. Równanie bilansu energii pierwsza zasada termodynamiki. Mechanizmy wymiary ciepła-przewodzenie, konwekcja, promieniowanie. Jednowymiarowe ustalone przewodzenie ciepła. Prawo Fouriera. Rozkład temperatury w ścianie płaskiej walcowej i kulistej. Współczynniki przenikania ciepła przez ściankę płaską i kulistą. Przegrody wielowarstwowe. Nieustalone przewodzenie ciepła-metoda skupionej pojemności cieplnej. Wymiana ciepła przez powierzchnie ożebrowane. Sprawność żebra. Zastępczy współczynnik wnikania ciepła dla powierzchni ożebrowanej. Współczynniki przenikania ciepła przez powierzchnię rozwiniętą.	10
<b>W3</b>	Konwekcyjna wymiana ciepła. Konwekcja wymuszona i swobodna. Analiza wymiarowa. Wrzenie i kondensacja. Topnienie i krzepnięcie. Radiacyjna wymiana ciepła. Prawo Wiena i Stefana Boltzmana. Absorpcyjność, refleksyjność i transmisyjność powierzchni. Prawo Kirchoffa. Wymiana ciepła między powierzchniami. Współczynnik konfiguracji. Promieniowanie w ośrodkach gazowych. Emisyjność i absorpcyjność gazów. Gaz w otoczeniu doskonale czarnym i szarym.	10
<b>W4</b>	Wymienniki ciepła- klasyfikacja i konstrukcja. Wymienniki współprądowe, przeciwprądowe oraz krzyżowoprądowe. Średnia logarytmiczna różnica temperatur. Temperatury końcowe czynników. Efektywność wymiennika ciepła.	10

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Własności termodynamiczne i równanie stanu. Praca i ciepło. Energia i I zasada termodynamiki. Entropia i II zasada termodynamiki. Egzergia. Zależności termodynamiczne. Przemiany gazu doskonałego i rzeczywistego. Obiegi termodynamiczne silowni i obiegi ژیębnicze. Standardowe obiegi powietrzne (obiegi Otto, Diesla, JouleaBraytona i chłodniczy obieg powietrzny). Gaz wilgotny i psychometria. Przepływy przez dysze oraz akcyjne i reakcyjne stopnie turbiny. Stechiometria spalania. Zadania z podstawowych zasady i procesów wymiany ciepła. Zadania z konwekcyjnej wymiany ciepła. Zadania z radiacyjnej wymiany ciepła	45

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Prezentacje multimedialne

N3 Zadania tablicowe

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	90
Konsultacje przedmiotowe	30
Egzaminy i zaliczenia w sesji	30
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	80
Opracowanie wyników	50
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	50
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>330</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	11.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Zaliczenie pisemne

P2 Egzamin pisemny

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	-
NA OCENĘ 3.0	Potrafi zbilansować instalację energetyczną i jej elementy
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	-
NA OCENĘ 3.0	Potrafi obliczyć przekazywane ciepło w stanach ustalonych i nieustalonych
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	-
NA OCENĘ 3.0	Zna przemiany i obiegi pozwalające na przeprowadzenie bilansowania urządzeń energetycznych
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-

EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	-
NA OCENĘ 3.0	Zna podstawowe sposoby wymiany ciepła.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1		Cel 1	C1	N1 N2 N3	F1 P1
EK2		Cel 2	W2 W3 W4	N1 N2 N3	F1 P1
EK3		Cel 2	W2 W3 W4	N1 N2 N3	F1 P1
EK4		Cel 2	W2 W3 W4	N1 N2 N3	F1 P1

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Szargut J. — *Termodynamika techniczna*, Warszawa, 1991, PWN
- [2] Wiśniewski S., Wiśniewski T. — *Wymiana ciepła*, Warszawa, 2007, WNT

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] Cengel Y. A., Turner R. H. — *Fundamentals of Thermal-Fluid Sciences*, Boston, 2005, McGraw-Hill Int. Ed.
- [2] Incropera F. P., DeWitt D. P. — *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*, New York, 2001, John Wiley & Sons

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż., prof. PK Piotr, Jakub Duda (kontakt: pduda@mech.pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż., prof. PK Piotr Duda (kontakt: pduda@mech.pk.edu.pl)

2 dr inż. Magdalena Jaremkiewicz (kontakt: mjaremkiewicz@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....  
.....