

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2013/2014

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: I

Specjalności: Urządzenia Chłodnicze i Klimatyzacyjne

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Wymiana ciepła
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Heat transfer
KOD PRZEDMIOTU	M349
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	6

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

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
6	15	15	15	0	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie podstawowych praw z zakresu wymiany ciepła i modelowania matematycznego zjawisk cieplnych.

**Cel 2** Nabycie umiejętności wyznaczania wydajności cieplnej wymienników w stanie ustalonym.

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

1 Zaliczone przedmioty "Termodynamika" i "Mechanika płynów".

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Zna podstawowe prawa rządzące przepływem ciepła oraz modele matematyczne zjawisk cieplnych występujących w zagadnieniach inżynierskich.

**EK2 Wiedza** Zna metody obliczeniowe stosowane w analizie problemów związanych z przepływem ciepła.

**EK3 Wiedza** Zna budowę i zasadę działania wybranych typów wymienników ciepła.

**EK4 Umiejętności** Potrafi opisać matematycznie zjawiska cieplne występujące w zagadnieniach inżynierskich.

**EK5 Umiejętności** Potrafi wyznaczać wielkość strumienia ciepła i pola temperatury w elementach konstrukcyjnych i urządzeniach o prostych kształtach geometrycznych.

**EK6 Umiejętności** Potrafi przeprowadzić cieplne obliczenia projektowe wybranych typów wymienników ciepła.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Rodzaje wymiany ciepła: przewodzenie, konwekcja, promieniowanie.	1
<b>W2</b>	Jednowymiarowe ustalone przewodzenie ciepła. Prawo Fouriera. Przenikanie ciepła przez przegrodę płaską i cylindryczną. Przegrody wielowarstwowe.	2
<b>W3</b>	Wymiana ciepła przez powierzchnie ożebrowane.	2
<b>W4</b>	Przejmowanie ciepła w warunkach konwekcji swobodnej i wymuszonej. Przejmowanie ciepła w procesach wrzenia i skraplania.	2
<b>W5</b>	Chłodzenie powietrza wilgotnego, chłodzenie wyparne.	2
<b>W6</b>	Promieniowanie cieplne: prawa promieniowania, radiacyjna wymiana ciepła w ośrodkach diatermicznych.	2
<b>W7</b>	Wymienniki ciepła. Metody wyznaczania wydajności cieplnej wymienników (metoda NTU, metoda bilansowa). Temperatury końcowe czynników.	2
<b>W8</b>	Nieustalone przewodzenie ciepła - metoda skupionej pojemności cieplnej.	2

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>C1</b>	Wyznaczanie rozkładu temperatury w ścianie płaskiej, cylindrycznej i kulistej. Obliczanie współczynników przenikania ciepła. Sprawność żeber.	3
<b>C2</b>	Obliczanie współczynników przejmowania ciepła dla konwekcji swobodnej i wymuszonej. Współczynniki przejmowania ciepła podczas wrzenia i skraplania.	3
<b>C3</b>	Promieniowanie: wyznaczenie współczynników konfiguracji, obliczanie strumienia ciepła wymienianego pomiędzy powierzchniami o różnej geometrii.	2
<b>C4</b>	Obliczanie wymienników ciepła metodą NTU i metodą bilansową. Wyznaczanie sprawności wymienników ciepła.	5
<b>C5</b>	Nieustalona wymiana ciepła: nagrzewanie i ochładzanie ciał o skupionej pojemności cieplnej.	2

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>L1</b>	Badania cieplne wodnej chłodnicy powietrza.	3
<b>L2</b>	Badania przepływowo-cieplne skraplacza płytowego chłodzonego wodą.	3
<b>L3</b>	Badania ożebrowanego oziębiacza powietrza zasilanego zawiesiną lodową/wodą lodową.	3
<b>L4</b>	Badania cieplne nagrzewnicy powietrza w warunkach konwekcji swobodnej i wymuszonej.	3
<b>L5</b>	Wyznaczanie wydajności cieplnej kolektora słonecznego.	3

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Zadania tablicowe

**N3** Ćwiczenia laboratoryjne

## 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	0
Konsultacje przedmiotowe	3
Egzaminy i zaliczenia w sesji	7
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	25
Opracowanie wyników	15
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	25
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>75</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F3 Zadanie tablicowe

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny

P2 Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 uzyskanie oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia.

W2 ocena końcowa: średnia ważona z zaliczenia ćwiczeń (0,3), laboratorium (0,3) i egzaminu (0,4).

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	-

NA OCENĘ 3.0	Zna, z błędami, prawa rządzące przepływem ciepła oraz niektóre modele matematyczne zjawisk cieplnych występujących w zagadnieniach inżynierskich.
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	Zna metody obliczeniowe wielkości strumienia ciepła i pola temperatury dla najprostszych przypadków wymiany ciepła.
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 budowę i zasadę działania 3 różnych typów wymienników ciepła.
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	Potrafi opisać matematycznie zjawisko przewodzenia ciepła przez przegrodę płaską i cylindryczną.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	

NA OCENĘ 2.0	-
NA OCENĘ 3.0	Potrafi wyznaczyć wielkość strumienia ciepła i pola temperatury w prostych elementach konstrukcyjnych.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-
EFEKT KSZTAŁCENIA 6	
NA OCENĘ 2.0	-
NA OCENĘ 3.0	Potrafi przeprowadzić cieplne obliczenia projektowe płaszczowo-rurowego wymiennika ciepła typu rura w rurze.
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	K1_W02	Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W8 C1 C2 C3 C5	N1 N2	F1 F3 P1 P2
EK2	K1_W12	Cel 1 Cel 2	W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 C1 C2 C3 C4 C5	N1 N2	F1 F3 P1 P2
EK3	K1_W14, K1_W18, K1_W21	Cel 2	W7 C4 L1 L2 L3 L4 L5	N1 N2 N3	F1 F2 F3 P1 P2

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK4	K1_UP07, K1_UP08	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W8 C1 C2 C3 C5	N1 N2	F1 F3 P1 P2
EK5	K1_UB08, K1_UB09	Cel 1 Cel 2	W2 W3 W4 W5 W6 W8 C1 C2 C5	N1 N2 N3	F1 F3 P1 P2
EK6	K1_UB02, K1_UB07	Cel 2	W2 W3 W4 W5 W7 C2 C3 C4 L1 L2 L3 L4 L5	N1 N2 N3	F1 F3 P1 P2

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Wiśniewski St., Wiśniewski T.S. — *Wymiana ciepła*, Warszawa, 2000, WNT
- [2] | Zarzycki R. — *Wymiana ciepła i ruch masy w inżynierii środowiska*, Warszawa, 2005, WNT

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Kostowski E. — *Przepływ ciepła*, Gliwice, 2000, Wyd. Polit. Śląskiej
- [2] | Kostowski E. (red.) — *Zbiór zadań z przepływu ciepła*, Gliwice, 2006, Wyd. Polit. Śląskiej
- [3] | Madejski J. — *Teoria wymiany ciepła*, Szczecin, 1998, Wyd. Polit. Szczecińskiej
- [4] | Niezgoda-Żelasko B., Zalewski W. — *Chłodnicze i klimatyzacyjne wymienniki ciepła. Obliczenia cieplne*, Kraków, 2012, Wyd. Polit. Krakowskiej

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Wojciech, Arkadiusz Zalewski (kontakt: [wzalewski@pk.edu.pl](mailto:wzalewski@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 prof. dr hab. inż. Wojciech, Arkadiusz Zalewski (kontakt: [wzalewski@pk.edu.pl](mailto:wzalewski@pk.edu.pl))
- 2 dr hab. inż., prof. PK Beata Niezgoda-Żelasko (kontakt: [bniezgo@mech.pk.edu.pl](mailto:bniezgo@mech.pk.edu.pl))
- 3 mgr inż. Justyna Kot (kontakt: [jkot@pk.edu.pl](mailto:jkot@pk.edu.pl))
- 4 mgr inż. Piotr Kopec (kontakt: [pkopec@mech.pk.edu.pl](mailto:pkopec@mech.pk.edu.pl))



## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

.....  
.....  
.....  
.....