

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2014/2015

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Inżynieria Bezpieczeństwa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: B

Stopień studiów: I

Specjalności: Bezpieczeństwo maszyn, urządzeń i systemów energetycznych, Bezpieczeństwo pracy i środowiska, Bezpieczeństwo transportu drogowego

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Technika cieplna w inżynierii bezpieczeństwa
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Thermal Engineering in Safety Engineering
KOD PRZEDMIOTU	B220
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	3

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

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

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie podstawowych mechanizmów wymiany ciepła oraz nabycie umiejętności obliczania przepływu ciepła przez przewodzenie, konwekcje oraz promieniowanie. Studenci zapoznają się również z podstawowymi urządzeniami stosowanymi w technice cieplnej. Studenci będą potrafili obliczyć oraz zaprojektować termoizolacje budynków. Zdobędą również umiejętność obliczania cieplnego i hydraulicznego wymienników ciepła.

Poznają również sposoby zmniejszenia błędów dynamicznych w pomiarach nieustalonych temperatur płynów. Zapoznają się z projektowaniem ekranów cieplnych zmniejszających wymianę ciepła przez promieniowanie.

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

1 Podstawowe wiadomości z analizy matematycznej oraz termodynamiki.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Zna prawo Fouriera. Zna równanie ustalonego i nieustalonego przewodzenia ciepła.

**EK2 Wiedza** Zna korelacje do wyznaczania współczynników wnikania ciepła przy przepływie w przewodach zamkniętych oraz zna metodykę wyprowadzenia współczynnika przenikania ciepła. Zna teoretyczne podstawy wymiany ciepła przez powierzchnie rozwinięte.

**EK3 Wiedza** Zna rodzaje wymienników ciepła i sposób ich obliczania. Zna podstawowe prawa rządzące wymianą ciepła przez promieniowanie, oraz zna cel stosowania ekranów cieplnych.

**EK4 Umiejętności** Potrafi wyprowadzić ustalone rozkłady temperatury w ściankach płaskich, walcowych i kulistych. Potrafi wyprowadzić wzory na współczynniki przenikania ciepła przez przegrody wielowarstwowe płaskie, walcowe i kuliste.

**EK5 Umiejętności** Potrafi wyprowadzić wzór na wymianę ciepła przez zebra o dowolnych kształtach. Potrafi wyprowadzić wzór na rozkład temperatury i sprawność zebra prostego o stałej grubości. Potrafi wyprowadzić wzór na zredukowany współczynnik przenikania ciepła przez powierzchnie ożebrowana.

**EK6 Umiejętności** Potrafi wyprowadzić wzór na przebieg nieustalonej temperatury ciała o skupionej pojemności cieplnej oraz wyznaczyć wzór na dynamiczny błąd pomiaru za pomocą termometru przy skokowej zmianie temperatury czynnika.

**EK7 Wiedza** Potrafi wyznaczyć podstawowe liczby kryterialne w przewodzeniu ciepła i konwekcji oraz zastosować korelacje na liczby Nusselta do obliczania konwekcyjnego współczynnika wnikania ciepła.

**EK8 Umiejętności** Potrafi wyprowadzić wzór na rozkład temperatury czynnika i ścianki kanału (rurociąg, komin).

**EK9 Umiejętności** Potrafi wyprowadzić równania różniczkowe opisujące ustaloną wymianę ciepła w wymiennikach typu rura w rurze oraz wyprowadzić wzór na średnią logarytmiczną różnicę temperatury.

**EK10 Umiejętności** Potrafi wyprowadzić wzór na radiacyjną wymianę ciepła między dwoma powierzchniami dowolnie do siebie nachylonymi. Potrafi też wyprowadzić wzór na wymianę ciepła pomiędzy dwoma płytami. Potrafi ocenić błąd pomiaru temperatury gazu o wysokiej temperaturze wynikający z promieniowania termometru na otaczające powierzchnie. Potrafi wyznaczyć strumień ciepła wymieniany między dwoma powierzchniami płaskimi przy zastosowaniu ekranów cieplnych.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>P1</b>	Projekt wymiennika ciepła. Obliczenia hydrauliczne - dobór prędkości przepływu czynników, obliczanie spadków ciśnienia w wymienniku, dobór mocy pompy. Obliczenia cieplne - obliczanie współczynników wnikania ciepła z dostępnych w literaturze korelacji, obliczenia współczynnika przenikania ciepła ciepła, średniej logarytmicznej różnicy temperatury, pola powierzchni wymiany ciepła, liczby rur oraz ich rozmieszczenie. Obliczenia wymiarów gabarytowych wymienników.	15

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>C1</b>	Obliczanie ustalonych rozkładów temperatury w sciankach płaskich, cylindrycznych kulistych.	2
<b>C2</b>	Obliczanie zastępczego współczynnika wnikania ciepła uwzględniającego konwekcje i promieniowanie. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody jedno i wielowarstwowe, płaskie, cylindryczne i kuliste. Krytyczna grubość izolacji cieplnej.	3
<b>C3</b>	Obliczanie czasowego przebiegu temperatury przy nagrzewaniu i ochładzaniu ciała o skupionej pojemności cieplnej. Obliczanie dynamicznego błędu pomiaru temperatury płynu.	2
<b>C4</b>	Obliczanie rozkładu temperatury w zebrze. Obliczanie sprawności zebra. Obliczanie zredukowanego współczynnika wnikania ciepła dla powierzchni ozebrowanych płaskich i rur ozebrowanych.	3
<b>C5</b>	Wyznaczanie przebiegu temperatury czynnika w rurociągu i kominie, obliczanie strat ciepła w czasie przesyłu płynu.	1
<b>C6</b>	Obliczanie pola powierzchni wymiennika ciepła typu rura w rurze. Przykład obliczania wymiennika ciepła krzyżowo - pradowego.	3
<b>C7</b>	Obliczanie strumienia ciepła między powierzchniami płaskimi bez ekranów i z ekranami. Obliczanie błędu pomiaru temperatury spalin za pomocą termometrów bez osłony i z osłoną.	1

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Prawo Fouriera, wyprowadzenie równania nieustalonego przewodzenia ciepła w kartezjańskim układzie współrzędnych. Rodzaje warunków brzegowych oraz warunek początkowy.	2

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W2</b>	Wyprowadzenie wzorów na ustalone rozkłady temperatury w ściankach płaskich, cylindrycznych i kulistych. Wyprowadzenie wzoru na współczynnik przenikania ciepła w przegrodach jedno i wielo-warstwowych - płaskich, cylindrycznych oraz kulistych.	3
<b>W3</b>	Wyprowadzenie równania na nieustalony rozkład temperatury w ciele o skupionej pojemności cieplnej. Rozwiązanie równania przy skokowej zmianie temperatury otaczającego czynnika. Błąd dynamiczny pomiaru temperatury.	1
<b>W4</b>	Rozwinięte powierzchnie wymiany ciepła: zebra i kołki. Wyprowadzenie ogólnego wzoru na przepływ ciepła przez zebra. Wyprowadzenie wzoru na rozkład temperatury i sprawność zebra prostego o stałej grubości. Wyprowadzenie wzoru na zredukowany współczynnik przenikania ciepła dla powierzchni ożebrowanej.	2
<b>W5</b>	Omówienie sposobów wyprowadzania liczb bezwymiarowych. Korelacje na liczbę Nusselta przy przepływach płynów w kanałach zamkniętych. Wyprowadzenie wzoru na ustalony rozkład temperatury czynnika przy jego przepływie przez rurociąg lub komin.	2
<b>W6</b>	Klasyfikacja wymienników ciepła, wyprowadzenie równań różniczkowych opisujących ustaloną wymianę ciepła w wymiennikach współprądowych i przeciwprądowych typu rura w rurze. Wyprowadzenie wzoru na średnia logarymiczną różnicę temperatury.	3
<b>W7</b>	Wymiana ciepła przez promieniowanie, prawo Lamberta. Współczynniki kształtu. Wyprowadzenie wzoru na wymianę ciepła przez promieniowanie między dwoma powierzchniami płaskimi. Ekran ciepły.	2

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Ćwiczenia projektowe

**N2** Wykłady

**N3** Zadania tablicowe

**N4** Dyskusja

## 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	2
Egzaminy i zaliczenia w sesji	0
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	35
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	38
<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 Zadanie tablicowe

F2 Projekt indywidualny

F3 Odpowiedź ustna

F4 Test

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Kolokwium

P2 Zaliczenie pisemne

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Musi zaliczyć na ocenę pozytywną wszystkie efekty kształcenia

W2 Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną z ocen uzyskanych z egzaminu pisemnego i ustnego

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	-

NA OCENĘ 3.0	Zna prawo Fouriera.
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 korelacje Dittusa-Boeltera do wyznaczania współczynników wnikania 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 podstawowe typy wymienników ciepła oraz metody obliczania projektowego i eksploatacyjnego.
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 wyprowadzić wzory na współczynnik przenikania ciepła w ścianie jedno i wielowarstwowej.
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	Zna wzór na rozkład temperatury w zebrze prostym oraz jego sprawność.
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 wyprowadzić wzór na nieustalony przebieg temperatury w ciele o skupionej pojemności cieplnej przy skokowej zmianie temperatury czynnika.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-
EFEKT KSZTAŁCENIA 7	
NA OCENĘ 2.0	-
NA OCENĘ 3.0	Potrafi wyznaczyć wartość liczbowa współczynnika wnikania ciepła ze wzoru kryterialnego.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-
EFEKT KSZTAŁCENIA 8	
NA OCENĘ 2.0	-
NA OCENĘ 3.0	Potrafi wyprowadzić wzór na rozkład temperatury czynnika i ścianki kanału (rurociąg, komin).
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-

EFEKT KSZTAŁCENIA 9	
NA OCENĘ 2.0	-
NA OCENĘ 3.0	Potrafi wyprowadzić wzór na średnia logarytmiczna różnice temperatur.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-
EFEKT KSZTAŁCENIA 10	
NA OCENĘ 2.0	-
NA OCENĘ 3.0	Potrafi wyprowadzić wzór na gęstość strumienia ciepła między dwoma powierzchniami płaskimi z ekranem w środku między dwoma powierzchniami płaskimi przy zastosowaniu ekranów. cieplnych.
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, K1_W09, K1_W13, K1_K08	Cel 1	P1 C1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1 P2
EK2	K1_W02, K1_W09, K1_W13, K1_K08	Cel 1	C5	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1 P2



EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK3	K1_W02, K1_W09, K1_W13, K1_K08	Cel 1	C5 C6	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1 P2
EK4	K1_W02, K1_W09, K1_W13, K1_K08	Cel 1	P1 C2	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1 P2
EK5	K1_W02, K1_W09, K1_W13, K1_K08	Cel 1	C4	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1 P2
EK6	K1_W02, K1_W09, K1_W13, K1_K08	Cel 1	C3	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1 P2
EK7	K1_W02, K1_W09, K1_W13, K1_K08	Cel 1	C5	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1 P2
EK8	K1_W02, K1_W09, K1_W13, K1_K08	Cel 1	C5	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1 P2
EK9	K1_W02, K1_W09, K1_W13, K1_K08	Cel 1	C4 C5	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1 P2
EK10	K1_W02, K1_W09, K1_W13, K1_K08	Cel 1	C7	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1 P2

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] Taler J., Duda P. — *Rozwiązywanie prostych i odwrotnych zagadnień przewodzenia ciepła*, Warszawa, 2003, WNT
- [2 ] Wisniewski S., Wisniewski T. — *Wymiana ciepła*, Warszawa, 2010, WNT

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] Mills A.F. — *Basic Heat Mass Transfer*, Upper Saddle River, 1999, Prentice Hall
- [2 ] Welty J.R, Wicks Ch.E. Wilson R.E Rorrer G.L. — *Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer*, Hoboken, 2007, John Willey & Sons

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Jan Taler (kontakt: [taler@mech.pk.edu.pl](mailto:taler@mech.pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 prof. dr hab. inż. Jan Taler (kontakt: [taler@mech.pk.edu.pl](mailto:taler@mech.pk.edu.pl))
- 2 dr inż. Piotr Wais (kontakt: [wais@mech.pk.edu.pl](mailto:wais@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)

.....  
.....