

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Inżynieria Środowiska

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: IS2

Stopień studiów: II

Specjalności: Ciepłownictwo, ogrzewnictwo, wentylacja i klimatyzacja

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Wymiana ciepła i wymienniki
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Heat Transfer and heat exchangers
KOD PRZEDMIOTU	WIŚIE IS2 oIIN C1 22/23
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	1

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	CWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
1	18	6	6	0	6	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Poznanie praw fizycznych rządzących złożoną i nieustaloną wymianą ciepła oraz opisu matematycznego zjawisk przepływowo-ciepłowych i umiejętność stosowania ich w obliczeniach inżynierskich.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Wiedza i umiejętności z zakresu Matematyki, Fizyki, Termodynamiki technicznej, Mechaniki płynów i Aeromechaniki.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Poznanie fizycznych praw rządzących złożoną wymianą ciepła oraz opisu matematycznego zjawisk przepływowo-ciepłych.

EK2 Umiejętności Umiejętność określania wielkości strumieni ciepła i pola temperatur w elementach konstrukcyjnych, urządzeniach i instalacjach przemysłowych o złożonych geometriach.

EK3 Wiedza Poznanie budowy i zastosowań wybranych typów wymienników ciepła oraz inżynierskich metod obliczeń ciepłych wymienników ciepła.

EK4 Umiejętności Umiejętność obliczeń ciepłych i przepływowych wymienników ciepła.

EK5 Kompetencje społeczne Odpowiedzialność za rzetelność pracy. Postępowanie zgodnie z zasadami etyki.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	W ramach ćwiczeń projektowych studenci wykonują indywidualny projekt zadanego wymiennika ciepła z obliczeniami sprawdzającymi lub konstrukcyjnymi.	6

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Jednowymiarowe ustalone przewodzenie ciepła. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody płaskie, cylindryczne i sferyczne, jedno- i wielowarstwowe.	3
W2	Wymiana ciepła w żebrach i przez powierzchnie ożebrowane. Nieustalone przewodzenie ciepła przy małym oporze cieplnym (ciało o skupionej pojemności cieplnej).	3
W3	Jednowymiarowe nieustalone przewodzenie ciepła w półprzestrzeni i przegrodach o skończonej grubości przy różnych warunkach brzegowych. Szczegółowe metody obliczeniowe. Przykłady.	3
W4	Konwekcyjna wymiana ciepła, konwekcja naturalna i wymuszona. Ustalona wymiana ciepła przy przepływie płynu w rurociągu.	3
W5	Złożona wymiana ciepła przez przewodzenie, konwekcję i promieniowanie. Zaawansowane metody obliczeniowe w złożonej wymianie ciepła, przykłady.	3

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W6	Wymienniki ciepła: konstrukcja oraz inżynierskie metody obliczeń: metoda bazująca na średniej logarytmicznej różnicy temperatur czynników, metoda Epsilon-NTU i metoda P-NTU. Obliczenia projektowe i konstrukcja wymienników.	3

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Ćwiczenia audytoryjne stanowią ilustrację zadaniową do zagadnień podawanych na wykładach. W ramach ćwiczeń studenci rozwiązują problemy (zaawansowane zadania) ze wszystkich działów przedmiotu podanych wyżej.	6

LABORATORIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Ćwiczenia laboratoryjne są ćwiczeniami pomiarowymi z zakresu: wyznaczanie stałej czasowej termometru, badania wymienników ciepła woda-woda, badania wymienników ciepła woda-powietrze, wyznaczanie współczynnika przewodzenia ciepła (za pomocą aparatu rurowego).	6

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 Ćwiczenia laboratoryjne

N4 Ćwiczenia projektowe

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	36
Konsultacje przedmiotowe	15
Egzaminy i zaliczenia w sesji	15
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	10
Opracowanie wyników	15
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	15
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	106
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Zadanie tablicowe

F2 Odpowiedź ustna

F3 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F4 Projekt indywidualny

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny i ustny

P2 Średnia ważona z ocen formujących i z egzaminu

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Egzamin pisemny i ustny; do egzaminu dopuszczone są osoby, które uczęszczały na zajęcia zgodnie z wymaganiami Regulaminu Studiów na PK. Egzamin obejmuje zadania i teorię.

W2 Tryb zaliczenia: wykładu - w ramach egzaminu ustnego, ćwiczeń audytoryjnych - w ramach egzaminu sprawdzian pisemny z umiejętności rozwiązywania zadań; ćwiczeń projektowych - wykonanie indywidualnego projektu zadanego wymiennika ciepła z obliczeniami sprawdzającymi lub konstrukcyjnymi, sprawozdanie, sprawdzian pisemny z zakresu wykonywanego ćwiczenia; ćwiczeń laboratoryjnych - wykonanie ćwiczeń pomiarowych, sprawozdania, sprawdzian pisemny z zakresu wykonywanego ćwiczenia. Wszystkie oceny cząstkowe muszą być pozytywne (co najmniej 3,0).

W3 Struktura ocena końcowej: $0,2 \times \text{ocena z egzaminu (teoria)} + 0,5 \times \text{ocena z egzaminu (zadania)} + 0,15 \times \text{ocena z ćwiczeń projektowych} + 0,15 \times \text{ocena z ćwiczeń laboratoryjnych}$.

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Nie zna praw fizycznych rządzących złożoną wymianą ciepła, nie zna zasad opisu matematycznego zjawisk przepływowo-cieplnych; w części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 0-59% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania. Ocena 2 (niedostateczna) również w przypadku oszustwa dokonanego przez studenta na egzaminie lub zaliczeniu, niesamodzielności pracy, ściąganiu i udostępnianiu innym zdającym ściąg, zdawaniu za innego studenta itp.
NA OCENĘ 3.0	Zna prawa fizyczne rządzące złożoną wymianą ciepła, zna zasady opisu matematycznego zjawisk przepływowo-cieplnych; w części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 60-75% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.
NA OCENĘ 3.5	W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 76-80% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.
NA OCENĘ 4.0	W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 81-85% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.
NA OCENĘ 4.5	W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 86-90% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.
NA OCENĘ 5.0	W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 91-100% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Nie posiada umiejętności określania wielkości strumieni ciepła i pola temperatur w elementach konstrukcyjnych, urządzeniach i instalacjach przemysłowych o złożonych geometriach; w części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 0-59% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania. Ocena 2 (niedostateczna) również w przypadku oszustwa dokonanego przez studenta na egzaminie lub zaliczeniu, niesamodzielności pracy, ściąganiu i udostępnianiu innym zdającym ściąg, zdawaniu za innego studenta itp.
NA OCENĘ 3.0	Posiada umiejętność określania wielkości strumieni ciepła i pola temperatur w elementach konstrukcyjnych, urządzeniach i instalacjach przemysłowych o złożonych geometriach; w części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 60-75% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.
NA OCENĘ 3.5	W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 76-80% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.
NA OCENĘ 4.0	W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 81-85% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.
NA OCENĘ 4.5	W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 86-90% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.
NA OCENĘ 5.0	W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 91-100% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.

EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Nie zna budowy i zastosowań wybranych typów wymienników ciepła; w części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 0-59% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania. Ocena 2 (niedostateczna) również w przypadku oszustwa dokonanego przez studenta na egzaminie lub zaliczeniu, niesamodzielności pracy, ściąganiu i udostępnianiu innym zdającym ściąg, zdawaniu za innego studenta itp.
NA OCENĘ 3.0	Zna budowę i zastosowania wybranych typów wymienników ciepła; w części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 60-75% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.
NA OCENĘ 3.5	W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 76-80% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.
NA OCENĘ 4.0	W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 81-85% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.
NA OCENĘ 4.5	W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 86-90% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.
NA OCENĘ 5.0	W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 91-100% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Nie zna zasad bilansowania wymienników ciepła, nie wykonał projektu lub projekt wykonał błędnie lub nie zaliczył projektu; w części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 0-59% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania. Ocena 2 (niedostateczna) również w przypadku oszustwa dokonanego przez studenta na egzaminie lub zaliczeniu, niesamodzielności pracy, ściąganiu i udostępnianiu innym zdającym ściąg, zdawaniu za innego studenta itp.
NA OCENĘ 3.0	Posiada umiejętność bilansowania wymienników ciepła potwierdzoną prawidłowo wykonanym i zaliczonym projektem; w części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 60-75% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.
NA OCENĘ 3.5	W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 76-80% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.
NA OCENĘ 4.0	W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 81-85% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.
NA OCENĘ 4.5	W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 86-90% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.
NA OCENĘ 5.0	W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 91-100% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	

NA OCENĘ 2.0	Ocena 2 (niedostateczna) w przypadku oszustwa dokonanego przez studenta na egzaminie lub zaliczeniu, niesamodzielnosci pracy, ściąganiu i udostępnianiu innym zdającym ściąg, zdawaniu za innego studenta itp.
NA OCENĘ 3.0	Wykazuje rzetelność w nauce. Postępuje zgodnie z zasadami etyki.
NA OCENĘ 3.5	Wykazuje rzetelność w nauce. Postępuje zgodnie z zasadami etyki.
NA OCENĘ 4.0	Wykazuje rzetelność w nauce. Postępuje zgodnie z zasadami etyki.
NA OCENĘ 4.5	Wykazuje rzetelność w nauce. Postępuje zgodnie z zasadami etyki.
NA OCENĘ 5.0	Wykazuje rzetelność w nauce. Postępuje zgodnie z zasadami etyki.

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	P1 W1 W2 W3 W4 W5 W6 C1 L1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1
EK2		Cel 1	P1 W1 W2 W3 W4 W5 W6 C1 L1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1
EK3		Cel 1	P1 W1 W2 W3 W4 W5 W6 C1 L1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1
EK4		Cel 1	P1 W1 W2 W3 W4 W5 W6 C1 L1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1
EK5		Cel 1	P1 W1 W2 W3 W4 W5 W6 C1 L1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **R. Zarzycki** — *Wymiana ciepła i ruch masy w inżynierii środowiska*, Warszawa, 2010, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne
- [2] | **E. Kostowski** — *Przepływ ciepła*, Gliwice, 2006, Politechnika Śląska
- [3] | **S. Wiśniewski, T. Wiśniewski** — *Wymiana ciepła*, Warszawa, 2017, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne
- [4] | **E. Kostowski i in.** — *Zbiór zadań z przepływu ciepła*, Gliwice, 2006, Politechnika Śląska
- [5] | **R. Domański** — *Wymiana ciepła, Wykorzystanie programu MathCad do obliczeń i analizy procesów wymiany ciepła*, Warszawa, 2019, Wydawnictwa Naukowe Sieć Badawcza Łukasiewicz Instytut Lotnictwa
- [6] | **P. Furmański, R. Domański** — *Wymiana ciepła, Przykłady obliczeń i zadania*, Warszawa, 2004, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **Cz. Oleśkowicz-Popiel, J. Wojtkowiak** — *Eksperymenty w wymianie ciepła*, Poznań, 2007, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej
- [2] | **W. Pudlik** — *Wymiana i wymienniki ciepła*, Gdańsk, 2012, Politechnika Gdańska
- [3] | **T. Hobler** — *Ruch ciepła i wymienniki*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1986, Warszawa
- [4] | **G. Nellis, S. Klein** — *Heat Transfer*, New York, 2010, Cambridge University Press

LITERATURA DODATKOWA

- [1] | **D. Taler** — *Dynamika rurowych wymienników ciepła, Rozprawy, habilitacje nr 193*, Kraków, 2009, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH
- [2] | **D. Taler** — *Obliczenia i badania eksperymentalne wymienników ciepła, Tom 1 i 2*, Kraków, 2016, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej
- [3] | **D. Taler** — *Modelling and Experimental Testing of Heat Exchangers, Studies in Systems, Decision and Control 161*, Cham, Switzerland, 2019, Springer

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Dawid Taler (kontakt: dtaler@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 prof. dr hab. inż. Dawid Taler (kontakt: dtaler@pk.edu.pl)
- 2 mgr inż. Katarzyna Węglarz (kontakt: katarzyna.weglarz@pk.edu.pl)
- 3 dr inż. Jan Wrona (kontakt: jwrona@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)



PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

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