

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2020/2021

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: I

Specjalności: Systemy i urządzenia energetyczne

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Wymienniki ciepła I
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Heat exchangers I
KOD PRZEDMIOTU	WIŚIE EN oIN D6 20/21
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	3.00
SEMESTRY	8

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

SEMESTR	WYKŁAD	CWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
8	9	0	9	0	9	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Cel 1 Zapoznanie studenta z budową wymienników oraz z metodą "średnią logarytmiczną" do cieplnego projektowania wymienników

**Cel 2** Cel 2 Zapoznanie studenta z metodą "NTU" do cieplnego projektowania wymienników

**Cel 3** Cel 3 Umiejętności doboru odpowiedniego rodzaju wymiennika do odpowiednich zastosowań technicznych

Cel 4 Cel 4 Umiejętność projektowania podstawowych elementów wymienników ciepła

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

- 1 Wymaganie 1 Znajomość podstaw termodynamik
- 2 Wymaganie 2 Termodynamiki przemian energetycznych i wymiana ciepła
- 3 Wymaganie 3 Grafika inżynierska AutoCAD

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Umiejętności** Student opanuje umiejętności w zakresie obliczania wymienników ciepła metodą "średnią logarytmiczną" oraz "NTU".

**EK2 Umiejętności** Student potrafi: projektować wymienniki ciepła i wykonać dokumentację techniczną.

**EK3 Wiedza** Efekt kształcenia 3 Student posiada wiedzę w zakresie zjawisk fizycznych zachodzących w wymiennikach ciepła

**EK4 Wiedza** Efekt kształcenia 4 Student zna typozeregi wymienników i zagadnienia projektowe w nich występujących

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

LABORATORIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Treści programowe 1 Badanie wymiennika typu rura w rurze dla dwóch przypadków: przepływu współprądowego i przeciwprądowego	2
L2	Treści programowe 2 Obliczenia niezbędnej długości wymiennika za pomocą jednej z metod omówionych na wykładzie	2
L3	Treści programowe 3 Stworzenie modelu komputerowego wymiennika ciepła i przeprowadzenie symulacji komputerowej przepływu	3
L4	Treści programowe 4 Analiza i porównanie wyników eksperymentu, obliczeń analitycznych i numerycznych	2

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Treści programowe 1 Projektowanie wymiennika ciepła do podgrzewania i utrzymywania stałej temperatury chemikaliów-obliczenia cieplne.	3
P2	Treści programowe 2 Projektowanie wymiennika ciepła do podgrzewania i utrzymywania stałej temperatury chemikaliów- obliczenia wytrzymałościowe	3

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>P3</b>	Treści programowe 3 Sporządzanie rysunku technicznego zaprojektowanego wymiennika.	3

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Wymiana ciepła: konwekcja, przewodzenia, promieniowanie	1
<b>W2</b>	Pierwsza zasada termodynamiki w odniesieniu do wymienników ciepła	1
<b>W3</b>	Metoda średnia logarytmiczna obliczania wymienników ciepła	2
<b>W4</b>	Metoda NTU obliczania wymienników ciepła	2
<b>W5</b>	Wymienniki płaszczowo-rurowe	1
<b>W6</b>	Wymienniki płytowe	1
<b>W7</b>	Wymienniki kompaktowe	1

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Ćwiczenia laboratoryjne

**N3** Ćwiczenia projektowe

**N4** Konsultacje

**N5** 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	27
Konsultacje przedmiotowe	3
Egzaminy i zaliczenia w sesji	3
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	22
Opracowanie wyników	15
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	20
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>90</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	3.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt indywidualny

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F3 Odpowiedź ustna

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Projekt

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną wszystkich ocen. Aby uzyskać pozytywną ocenę z przedmiotu student musi zaliczyć na ocenę przynajmniej dostateczną wszystkie efekty kształcenia

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Nie zna zasady obliczania wymienników według metod "średnią logarytmiczną" oraz "NTU".
NA OCENĘ 3.0	Zna zasady obliczania wymienników według metod "średnią logarytmiczną" oraz "NTU". Zna podstawowe wzory do projektowania wymienników ciepła.

NA OCENĘ 3.5	Zna zasady obliczania wymienników według metod "średnią logarytmiczną" oraz "NTU". Zna podstawowe wzory do projektowania wymienników ciepła. Potrafi poprawnie wyliczyć całkowity współczynnik przenikania dla wymiennika. Student umie uwzględnić opór cieplny od zanieczyszczeń w obliczeniach.
NA OCENĘ 4.0	Zna zasady obliczania wymienników według metod "średnią logarytmiczną" oraz "NTU". Zna podstawowe wzory do projektowania wymienników ciepła. Potrafi poprawnie wyliczyć całkowity współczynnik przenikania dla wymiennika. Student umie uwzględnić opór cieplny od zanieczyszczeń w obliczeniach.
NA OCENĘ 4.5	Zna zasady obliczania wymienników według metod "średnią logarytmiczną" oraz "NTU". Zna podstawowe wzory do projektowania wymienników ciepła. Potrafi poprawnie wyliczyć całkowity współczynnik przenikania dla wymiennika. Student umie uwzględnić opór cieplny od zanieczyszczeń w obliczeniach. Student potrafi poprawnie określić efektywność wymienników ciepła.
NA OCENĘ 5.0	Zna zasady obliczania wymienników według metod "średnią logarytmiczną" oraz "NTU". Zna podstawowe wzory do projektowania wymienników ciepła. Potrafi poprawnie wyliczyć całkowity współczynnik przenikania dla wymiennika. Student umie uwzględnić opór cieplny od zanieczyszczeń w obliczeniach. Student potrafi poprawnie określić efektywność wymienników ciepła. Potrafi poprawnie wyliczyć temperatury na wylotach z analizowanych wymienników.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Nie zna podstawowych wzorów do zaprojektowania wymienników od strony cieplnej i wytrzymałościowej.
NA OCENĘ 3.0	Zna podstawowe wzory do zaprojektowania wymienników od strony cieplnej i wytrzymałościowej. Potrafi narysować bryłę wymiennika w 2D oraz ją zwymiarować.
NA OCENĘ 3.5	Zna podstawowe wzory do zaprojektowania wymienników od strony cieplnej i wytrzymałościowej. Potrafi narysować bryłę wymiennika w 2D oraz ją zwymiarować. Potrafi prawidłowo dobrać materiały.
NA OCENĘ 4.0	Zna podstawowe wzory do zaprojektowania wymienników od strony cieplnej i wytrzymałościowej. Potrafi narysować bryłę wymiennika w 2D oraz ją zwymiarować. Potrafi prawidłowo dobrać materiały. Potrafi dobrać armaturę i zaprojektować przyłączy do armatury.
NA OCENĘ 4.5	Zna podstawowe wzory do zaprojektowania wymienników od strony cieplnej i wytrzymałościowej. Potrafi narysować bryłę wymiennika w 2D oraz ją zwymiarować. Potrafi prawidłowo dobrać materiały. Potrafi dobrać armaturę i zaprojektować przyłączy do armatury. Student wykonuje prawidłowo rysunek techniczny z wymiarami i opisem. Drobne błędy na rysunku są dopuszczalne.
NA OCENĘ 5.0	Zna podstawowe wzory do zaprojektowania wymienników od strony cieplnej i wytrzymałościowej. Potrafi narysować bryłę wymiennika w 2D oraz ją zwymiarować. Potrafi prawidłowo dobrać materiały. Potrafi dobrać armaturę i zaprojektować przyłączy do armatury. Student wykonuje prawidłowo rysunek techniczny z wymiarami, rozrysowanymi szczegółami konstrukcji i opisem technicznym.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	

NA OCENĘ 2.0	Nie zna podstaw wymiany ciepła i mechaniki płynów.
NA OCENĘ 3.0	Zna zjawiska fizyczne zachodzące w wymiennikach oraz podstaw wymiany ciepła i mechaniki płynów.
NA OCENĘ 3.5	Zna zjawiska fizyczne zachodzące w wymiennikach oraz podstaw wymiany ciepła i mechaniki płynów. Potrafi wyjaśnić zjawiska zachodzące dla kondensatorów, parowaczy, wymienników współprądowych, przeciwpądowych i krzyżowo-prądowych.
NA OCENĘ 4.0	Zna zjawiska fizyczne zachodzące w wymiennikach oraz podstaw wymiany ciepła i mechaniki płynów. Potrafi wyjaśnić zjawiska zachodzące dla kondensatorów, parowaczy, wymienników współprądowych, przeciwpądowych i krzyżowo-prądowych. Potrafi wyliczyć opory przepływu i dobrać moc pomp dla czynników w wymiennikach.
NA OCENĘ 4.5	Zna zjawiska fizyczne zachodzące w wymiennikach oraz podstaw wymiany ciepła i mechaniki płynów. Potrafi wyjaśnić zjawiska zachodzące dla kondensatorów, parowaczy, wymienników współprądowych, przeciwpądowych i krzyżowo-prądowych. Potrafi wyliczyć opory przepływu i dobrać moc pomp dla czynników w wymiennikach. Student potrafi poprawnie wyliczyć masę wymiennika. Student potrafi wyprowadzić wzory na średnią logarytmiczną różnice temperatur.
NA OCENĘ 5.0	Zna zjawiska fizyczne zachodzące w wymiennikach oraz podstaw wymiany ciepła i mechaniki płynów. Potrafi wyjaśnić zjawiska zachodzące dla kondensatorów, parowaczy, wymienników współprądowych, przeciwpądowych i krzyżowo-prądowych. Potrafi wyliczyć opory przepływu i dobrać moc pomp dla czynników w wymiennikach. Student potrafi poprawnie wyliczyć masę wymiennika, oraz pole przekrojów ze względu na ograniczenie prędkości. Student potrafi wyprowadzić wzory na średnią logarytmiczną różnice temperatur.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna podstawowe typy wymienników ciepła stosowane w przemyśle.
NA OCENĘ 3.0	Zna podstawowe typy wymienników ciepła stosowane w przemyśle.
NA OCENĘ 3.5	Zna podstawowe typy wymienników ciepła stosowane w przemyśle. Student potrafi dobrać typ wymiennika, ze względu czynniki, przemiany fazowe, limit wagi i inne.
NA OCENĘ 4.0	Zna podstawowe typy wymienników ciepła stosowane w przemyśle. Student potrafi dobrać typ wymiennika, ze względu czynniki, przemiany fazowe, limit wagi i inne. Student dobrać/policzyć wymiennik z uwzględnieniem rozmiar i koszty.
NA OCENĘ 4.5	Zna podstawowe typy wymienników ciepła stosowane w przemyśle. Student potrafi dobrać typ wymiennika, ze względu czynniki, przemiany fazowe, limit wagi i inne. Student dobrać/policzyć wymiennik z uwzględnieniem rozmiar i koszty. Student poprawnie potrafi dobrać materiały na wymiennik ze względu na aspekty wytrzymałościowe, czynników w wymiennikach i koszty.

NA OCENĘ 5.0	Zna podstawowe typy wymienników ciepła stosowane w przemyśle. Student potrafi dobrać typ wymiennika, ze względu czynniki, przemiany fazowe, limit wagi i inne. Student dobrać/policzyć wymiennik z uwzględnieniem rozmiar i koszty. Student poprawnie potrafi dobrać materiały na wymiennik ze względu na aspekty wytrzymałościowe, czynników w wymiennikach i koszty operacyjne.
--------------	---

## 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_W22	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4	N1 N2 N5	F2 F3
EK2	K1_W23 K1_U24	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4	N1 N2 N5	F2 F3
EK3	K1_W06 K1_W25	Cel 3 Cel 4	L1 L2 L3 L4 P1 P2 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7	N1 N2 N3	F2 F3
EK4	K1_W23 K1_W25	Cel 4	L1 L2 L3 L4 P1 P2 P3 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7	N3 N4	P1

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1 ] E. Kalinowski — *Przekazywanie Ciepła i Wymienniki*, Wrocław, 1995, Oficyna Wydawnicza PW

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1 ] W.S. Janna — *Engineering heat transfer*, Boca Raton, 2009, CRC Press

[2 ] Hobler — *Ruch ciepła i Wymienniki*, Warszawa, 1979, WNT

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. Atrur Cebula (kontakt: [acebula@pk.edu.pl](mailto:acebula@pk.edu.pl))



## OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż. Artur Cebula (kontakt: [acebula@pk.edu.pl](mailto:acebula@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....