

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2020/2021

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                        | Transport ciepła i aeromechanika |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Heat transport and aeromechanics |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIŚIE IS2 oIIN D12 20/21         |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe       |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                             |
| SEMESTRY                                | 1                                |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | CWICZENIA | LABORATORIA | LABORATORIA<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|-------------|---------------------------------|---------|------------|
| 1       | 9      | 9         | 0           | 0                               | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Uzupełnienie lub poszerzenie wiadomości z zakresu wybranych zagadnień przepływu ciepła i aeromechaniki dla studentów II stopnia, którzy nie realizowali na I stopniu studiów przedmiotów: wymiana ciepła i aeromechanika. Szczegółowy program może być uzależniony od posiadanej wiedzy i umiejętności studentów.

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

1 Wiedza i umiejętności z zakresu Matematyki, Fizyki, Termodynamiki technicznej.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Poznanie lub uzupełnienie wiedzy z zakresu fizycznych praw rządzących ruchem ciepła oraz opisu matematycznego zjawisk przepływowo-ciepłych. Poznanie lub uzupełnienie wiedzy z zakresu fizycznych praw rządzących przepływem nieizotermicznym gazów.

**EK2 Umiejętności** Umiejętność określania wielkości strumieni ciepła i pola temperatur w elementach konstrukcyjnych, urządzeniach i instalacjach przemysłowych o prostych geometriach oraz intensyfikacji wymiany ciepła. Umiejętność obliczania parametrów termicznych i dynamicznych dla przepływów nieizotermicznych czynników ściśliwych.

**EK3 Umiejętności** Umiejętność stosowania wiedzy z zakresu wymiany ciepła i aeromechaniki do rozwiązywania problemów technicznych.

**EK4 Kompetencje społeczne** Odpowiedzialność za rzetelność pracy. Postępowanie zgodnie z zasadami etyki.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| CWICZENIA |                                                                                                                                                                                         |                  |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                  | LICZBA<br>GODZIN |
| C1        | Ćwiczenia audytoryjne stanowią ilustrację zadaniową do zagadnień podawanych na wykładach. W ramach ćwiczeń studenci rozwiązują zadania ze wszystkich działów przedmiotu podanych wyżej. | 9                |

| WYKŁAD |                                                                                                                                                                                                                                         |                  |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP     | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                  | LICZBA<br>GODZIN |
| W1     | Podstawowe równania termomechaniki płynów: równanie ciągłości, równania Naviera-Stokesa, równanie Fouriera-Kirchhoffa. Ustalane przewodzenie ciepła; metody analityczne. Intensyfikacja wymiany ciepła: żebra i powierzchnie żebrowane. | 3                |
| W2     | Konwekcja wymuszona i swobodna; korelacje doświadczalne. Wymiana ciepła przy wrzeniu i kondensacji.                                                                                                                                     | 2                |
| W3     | Promieniowanie cieplne ciał stałych i gazów, podstawy fizyczne i metody obliczeniowe.                                                                                                                                                   | 2                |
| W4     | Dynamika gazów, podstawowe równania, klasyfikacja przepływów gazów. Zastosowania równania Bernoulli'ego dla czynników ściśliwych. Przyływ gazów przez dysze.                                                                            | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI                                                                                 | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                               | 18                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 2                                                       |
| 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                               | 25                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 4                                                       |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 0                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>52</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 2.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Zaliczenie pisemne

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Zaliczenie pisemne

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Zaliczenie pisemne; do zaliczenia dopuszczone są osoby, które uczęszczały na zajęcia zgodnie z wymaganiami Regulaminu Studiów na PK; zaliczenie obejmuje zadania.

### KRYTERIA OCENY

|                     |
|---------------------|
| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |
|---------------------|

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Nie zna praw fizycznych rządzących ruchem ciepła oraz opisu matematycznego zjawisk przepływowo-cieplnych. Nie zna praw fizycznych rządzących przepływem nieizotermicznym gazów. W części zaliczenia dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 0-59% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania. Ocena 2 (niedostateczna) również w przypadku oszustwa dokonanego przez studenta na zaliczeniu, niesamodzielności pracy, ściąganiu i udostępnianiu innym zdającym ściąg, zdawaniu za innego studenta itp.                                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 3.0        | Zna prawa fizyczne rządzące ruchem ciepła oraz opis matematyczny zjawisk przepływowo-cieplnych. Zna prawa fizyczne rządzące przepływem nieizotermicznym gazów. W części zaliczenia dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 60-75% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 3.5        | W części zaliczenia dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 76-80% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 4.0        | W części zaliczenia dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 81-85% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 4.5        | W części zaliczenia dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 86-90% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 5.0        | W części zaliczenia 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 prostych geometriach oraz intensyfikacji wymiany ciepła. Nie posiada umiejętności obliczania parametrów termicznych i dynamicznych dla przepływów nieizotermicznych czynników ściśliwych. W części zaliczenia dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 0-59% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania. Ocena 2 (niedostateczna) również w przypadku oszustwa dokonanego przez studenta na zaliczeniu, niesamodzielności pracy, ściąganiu i udostępnianiu innym zdającym ściąg, zdawaniu za innego studenta itp. |
| NA OCENĘ 3.0        | Posiada umiejętności określania wielkości strumieni ciepła i pola temperatur w elementach konstrukcyjnych, urządzeniach i instalacjach przemysłowych o prostych geometriach oraz intensyfikacji wymiany ciepła. Posiada umiejętności obliczania parametrów termicznych i dynamicznych dla przepływów nieizotermicznych czynników ściśliwych. W części zaliczenia dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 60-75% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.5        | W części zaliczenia dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 76-80% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 4.0        | W części zaliczenia dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 81-85% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 4.5        | W części zaliczenia dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 86-90% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 5.0        | W części zaliczenia dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 91-100% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie posiada umiejętności stosowania wiedzy z zakresu wymiany ciepła i aeromechaniki do rozwiązywania problemów technicznych. W części zaliczenia dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 0-59% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania. Ocena 2 (niedostateczna) również w przypadku oszustwa dokonanego przez studenta na zaliczeniu, niesamodzielności pracy, ściąganiu i udostępnianiu innym zdającym ściąg, zdawaniu za innego studenta itp. |
| NA OCENĘ 3.0        | Posiada umiejętność stosowania wiedzy z zakresu wymiany ciepła i aeromechaniki do rozwiązywania problemów technicznych. W części zaliczenia dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 60-75% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 3.5        | W części zaliczenia dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 76-80% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 4.0        | W części zaliczenia dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 81-85% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 4.5        | W części zaliczenia dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 86-90% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 5.0        | W części zaliczenia dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 91-100% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 2.0        | Ocena 2 (niedostateczna) w przypadku oszustwa dokonanego przez studenta na zaliczeniu, niesamodzielności 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        | Jak wyżej.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.0        | Jak wyżej.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.5        | Jak wyżej.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 5.0        | Jak wyżej.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K_W01 K_U02<br>K_K06                                                           | Cel 1           | C1 W1 W2 W3<br>W4 | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK2               | K_W01 K_W02<br>K_U01 K_U02<br>K_K01 K_K02                                      | Cel 1           | C1 W1 W2 W3<br>W4 | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK3               | K_W01 K_W02<br>K_U09 K_U12<br>K_K01 K_K02                                      | Cel 1           | C1 W1 W2 W3<br>W4 | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK4               | K_W01 K_W02<br>K_U01 K_U02<br>K_U03 K_K02<br>K_K03                             | Cel 1           | C1 W1 W2 W3<br>W4 | N1 N2                 | F1 P1         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | K. Rup — *Izentropowe i nieizentropowe przepływy gazu*, Warszawa, 2013, PWN
- [2] | E. Kostowski i in. — *Zbiór zadań z przepływu ciepła*, Gliwice, 2006, Politechnika Śląska
- [3] | F. P. Incopera, D. P. de Witt — *Fundamentals of heat transfer*, New York, 2000, J. Wiley

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | S. Wiśniewski, T. Wiśniewski — *Wymiana ciepła*, Warszawa, 2000, WN-T

### LITERATURA DODATKOWA

- [1] | Praca zbiorowa — *Wybrane tablice cieplne i wykresy (materiały pomocnicze do ćwiczeń)*, Kraków, 2010, Politechnika Krakowska

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Kazimierz Rup (kontakt: [krup@pk.edu.pl](mailto:krup@pk.edu.pl))

**OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT**

1 dr hab. inż., prof. PK Piotr Dzierwa (kontakt: [pdzierwa@pk.edu.pl](mailto:pdzierwa@pk.edu.pl))

2 prof. dr hab. inż. Kazimierz Rup (kontakt: [krup@pk.edu.pl](mailto:krup@pk.edu.pl))

**13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

.....

.....