

# 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: stacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: I

Specjalności: Energetyka niekonwencjonalna

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Aerodynamika
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Aerodynamics
KOD PRZEDMIOTU	WIŚIE EN oIS C42 20/21
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2.00
SEMESTRY	6

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

SEMESTR	WYKŁAD	CWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
6	15	15	0	0	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z polem sił działających na opływane ciało stałe

**Cel 2** Zapoznanie studentów z opisem izentropowych przepływów gazu doskonałego

**Cel 3** Zapoznanie studentów z zagadnieniami nieizentropowych przepływów gazu

Cel 4 Nabycie umiejętności pracy w zespole

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

1 Znajomość rachunku różniczkowego i całkowego, znajomość mechaniki płynów na poziomie I i II stopnia kształcenia

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student definiuje siłę oporu profilowego i siłę unoszenia

**EK2 Umiejętności** Student zna wzory wynikające z bilansu masy, pędu i energii służące do opisu ruchu gazów

**EK3 Wiedza** Student zna sposoby przyspieszania strumienia gazu do prędkości naddźwiękowych

**EK4 Umiejętności** Student potrafi wyznaczyć parametry przepływającego gazu w obszarze przed i za falą uderzeniową, potrafi wyznaczyć efektywność dyszy

**EK5 Kompetencje społeczne** Student współpracuje w zespole

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Potencjalny opływ profilu kołowego. Siła oporu profilowego i siła unoszenia. Twierdzenie Zukowskiego - Kutty. Opływ ciała płynem lepkiem	3
<b>W2</b>	Propagacja małych zaburzeń ciśnienia w gazie. Liczba Macha. Klasyfikacja przepływów gazu. Przepływy ustalone gazu doskonałego. Parametry spiętrzenia i krytyczne gazu. Ustalony przepływ gazu przez kanał o zmiennym przekroju. Równanie adiabaty Hugoniota	2
<b>W3</b>	Dysza geometryczna (dysza Laval), dysza termiczna i masowa. Przepływy gazu ze spalaniem ( przepływ Rayleigha), przepływy gazu lepkiego (przepływ Fanno)	5
<b>W4</b>	Pomiar prędkości w naddźwiękowym strumieniu gazu za pomocą rurki Pitota. Przepływ pary przez dyszę zbieżno - rozbieżną. Efektywność dyszy	2
<b>W5</b>	Przepływ Fanno, przepływ gazu z wymianą ciepła	3

CWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>C1</b>	Wyznaczanie siły oporu czołowego i siły unoszenia działających na opływany profil. Opadanie ciał w płynie, współczynnik siły oporu, prędkość graniczna opadania	2

CWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>C2</b>	Obliczanie prędkości dźwięku w gazie doskonałym i rzeczywistym oraz w innych ciałach. Wyznaczanie parametrów spiętrzenia i krytycznych w strumieniu przepływającego gazu	2
<b>C3</b>	Oddziaływanie przeciwności na wypływ gazu ze zbiornika przez dyszę zbieżną i zbieżno - rozbieżną. Przyspieszanie ruchu gazu w przepływach ze spalaniem. Ruch gazu w przewodzie Fanno	5
<b>C4</b>	Pomiar prędkości gazu w strumieniu naddźwiękowym. Obliczanie sprawności dyszy spowalniającej i przyspieszającej w przypadku przepływu pary wodnej	3
<b>C5</b>	Obliczanie prędkości przepływu z uwzględnieniem tarcia wewnętrznego gazu, Przyspieszanie ruchu gazu za pomocą podgrzewania-przepływ Rayleigha	3

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 Dyskusja

N4 Konsultacje

## 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	30
Konsultacje przedmiotowe	2
Egzaminy i zaliczenia w sesji	2
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	20
Opracowanie wyników	2
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>56</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	2.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Test

F3 Zadanie tablicowe

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Konieczność uzyskania oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia

W2 Ocena końcowa ustalana jest na podstawie średniej arytmetycznej ocen ze wszystkich przeprowadzonych testów

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Test

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	

NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego
NA OCENĘ 3.5	-Zakres wiadomości do 70% wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego

## 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_W01 K1_W02 K1_W08	Cel 1	W1 C1 C2	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3
EK2	K1_W01 K1_W08 K1_W15 K1_U01 K1_U02	Cel 2	W2 W3 C1 C2	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3
EK3	K1_W02 K1_W08 K1_W23 K1_U03 K1_U04	Cel 2 Cel 3	W2 W3 C2 C3	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3
EK4	K1_W02 K1_W06 K1_U01 K1_U02 K1_K01 K1_K02	Cel 2 Cel 3	W3 W4 C3 C4	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3
EK5	K1_W02 K1_W08 K1_W23 K1_U10 K1_K01 K1_K02 K1_K03	Cel 3 Cel 4	W4 W5 C4 C5	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 P1

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Ryszard Gryboś — *Podstawy mechaniki płynów*, Warszawa, 2002, PWN
- [2] | Kazimierz Rup — *Aerodynamika w inżynierii bezpieczeństwa*, Kraków, 2010, Wyd. PK
- [3] | Kazimierz Rup — *Izentropowe i nieizentropowe przepływy gazu*, Warszawa, 2013, PWN

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Eustachy Burka, Tomasz Nałęcz — *Mechanika płynów w przykładach. Teoria, zadania, rozwiązania*, Warszawa, 1998, PWN

[2 ] Czesław Gołębiowski, Edward Walicki, Edward Łuczywek — *Zbiór zadań z mechaniki płynów*, Warszawa, 1988, PWN

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

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....