

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2018/2019

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: II

Specjalności: Aparatura i Instalacje Przemysłowe, Budowa i Badania Pojazdów Samochodowych, Mechanika Konstrukcji i Materiałów, Silniki Spalinowe, Urządzenia Chłodnicze i Klimatyzacyjne

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                                |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Aeromechanika z elementami mechaniki płynów    |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Aeromechanics with Elements of Fluid Mechanics |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WM MIBM oIIN B7 18/19                          |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty podstawowe                          |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                                           |
| SEMESTRY                                | 1                                              |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 1       | 9      | 9         | 0            | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z zagadnieniami opływu ciał stałych

**Cel 2** Zapoznanie studentów z zagadnieniami turbulentnej warstwy przyściennej

**Cel 3** Zapoznanie studentów z zagadnieniami propagacji małych zaburzeń w gazie

**Cel 4** Zapoznanie studentów z opisem izentropowych i nieizentropowych przepływów gazu doskonałego

**Cel 5** 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 stopnia kształcenia

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna koncepcję warstwy przyściennej i równania warstwy przyściennej

**EK2 Umiejętności** Student potrafi oszacować grubość warstwy przyściennej na opływającym cieple, definiuje też naprężenia styczne, efektywne w przepływie turbulentnym

**EK3 Wiedza** Student definiuje prędkość dźwięku w gazie pozostającym w spoczynku lub poruszającym się z określoną prędkością

**EK4 Umiejętności** Student klasyfikuje przepływy gazu. Zna wzory wynikające z bilansu masy, pędu i energii do opisu ruchu gazów

**EK5 Wiedza** Student wykorzystując wiedzę z dynamiki gazów jest w stanie określić warunki w jakich gaz może osiągnąć prędkość naddźwiękową

**EK6 Umiejętności** Student potrafi określić parametry gazu za falą uderzeniową

**EK7 Kompetencje społeczne** Student współpracuje w zespole

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                                                                                                          |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                   | LICZBA<br>GODZIN |
| C1        | Wyznaczanie sił oporu czołowego i sił unoszenia działających na opływany profil                                                                                                                                          | 1                |
| C2        | Przybliżone metody rozwiązywania równań Prandtla. Wyznaczanie profilu prędkości w warstwie przyściennej                                                                                                                  | 2                |
| C3        | Wyznaczanie zmian lepkości turbulentnej w obszarze przepływu. Wyznaczanie efektywnego naprężenia stycznego w obszarze przepływu.                                                                                         | 2                |
| C4        | Obliczanie prędkości dźwięku w gazie i innych ciałach                                                                                                                                                                    | 2                |
| C5        | Wyznaczanie parametrów gazu w zakresie przepływu podkrytycznego i nadkrytycznego na podstawie znanych parametrów spiętrzenia i przeciwcisnienia. Pomiar prędkości w naddźwiękowym strumieniu gazu za pomocą rurki Pitota | 2                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                            |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                     | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Potencjalny opływ profilu. Siła oporu czołowego i siła unoszenia. Teoria warstwy przyściennej. Równania laminarnej warstwy przyściennej, całkowita postać równań warstwy przyściennej                                      | 3                |
| <b>W2</b> | Opis turbulentnej warstwy przyściennej, uśrednianie wielkości po czasie. Równania turbulentnej warstwy przyściennej. Naprężenia ścinające, efektywne, lepkość turbulentna                                                  | 3                |
| <b>W3</b> | Propagacja małych zaburzeń ciśnienia i gęstości w gazie. Równanie fali płaskiej (Równanie Helmholtza). Prędkość dźwięku w ciałach. Liczba Macha, klasyfikacja przepływów gazu. Propagacja dźwięku w gazie poruszającym się | 1                |
| <b>W4</b> | Równania opisujące stacjonarne przepływy gazu doskonałego w tym równania wynikające z bilansu masy i energii, wzory opisujące parametry spiętrzenia i parametry krytyczne, liczba Laval'a                                  | 1                |
| <b>W5</b> | Ustalony, jednowymiarowy przepływ gazu przez kanał o zmiennym przekroju poprzecznym. Równanie Hugoniot'a. Przepływ gazu w kanałach zbieżnych i zbieżno - rozbieżnych. Dysza geometryczna, dysza termiczna i masowa         | 1                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Zadania tablicowe

**N3** Dyskusja

**N4** Konsultacje

## 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                                                                         | 5                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 5                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 32                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 0                                                       |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 0                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>60</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 2.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Kolokwium

**F2** Test

### 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        | Student nie zna koncepcji warstwy przyściennej |

|                     |                                                                                                                             |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Student wyróżnia dwa podobszary przepływu w sąsiedztwie ciała opływanego                                                    |
| NA OCENĘ 3.5        | _____                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.0        | _____                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.5        | _____                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 5.0        | _____                                                                                                                       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna równań warstwy przyściennej laminarnej i turbulentnej                                                       |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi oszacować grubość warstwy przyściennej, potrafi wyznaczyć zmiany lepkości turbulentnej w prostym przepływie |
| NA OCENĘ 3.5        | _____                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.0        | _____                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.5        | _____                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 5.0        | _____                                                                                                                       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna wzorów do wyliczenia prędkości dźwięku w gazie                                                              |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi wyznaczyć wartości prędkości dźwięku w gazach doskonałych                                                   |
| NA OCENĘ 3.5        | _____                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.0        | _____                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.5        | _____                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 5.0        | _____                                                                                                                       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna klasyfikacji ruchu gazów, nie zna też wzorów opisujących parametry spiętrzenia gazu                         |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi wyznaczyć prędkość gazu w przepływie poddźwiękowym znając jego parametry spiętrzenia                        |
| NA OCENĘ 3.5        | _____                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.0        | _____                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.5        | _____                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 5.0        | _____                                                                                                                       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |                                                                                                                             |

|                     |                                                                                                                  |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna sposobów przyśpieszania ruchu gazu do prędkości naddźwiękowych                                   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi wykorzystać dyszę zbieżno - rozbieżną do przyśpieszania gazu w zakresie prędkości naddźwiękowych |
| NA OCENĘ 3.5        | _____                                                                                                            |
| NA OCENĘ 4.0        | _____                                                                                                            |
| NA OCENĘ 4.5        | _____                                                                                                            |
| NA OCENĘ 5.0        | _____                                                                                                            |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 6 |                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna pojęć dotyczących fali uderzeniowej                                                              |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi wyznaczyć wybrane parametry gazu za falą uderzeniową                                             |
| NA OCENĘ 3.5        | _____                                                                                                            |
| NA OCENĘ 4.0        | _____                                                                                                            |
| NA OCENĘ 4.5        | _____                                                                                                            |
| NA OCENĘ 5.0        | _____                                                                                                            |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 7 |                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie angażuje się w prace zespołu                                                                         |
| NA OCENĘ 3.0        | Student wykonuje fragment przydzielonego zadania                                                                 |
| 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               |                                                                                | Cel 1           | C1                | N1 N2 N3 N4           | F1 F2         |
| EK2               |                                                                                | Cel 1           | C1 C2             | N1 N2 N3 N4           | F1 F2         |
| EK3               |                                                                                | Cel 2           | C3                | N1 N2 N3 N4           | F1 F2         |
| EK4               |                                                                                | Cel 3           | C4                | N1 N2 N3 N4           | F1 F2         |
| EK5               |                                                                                | Cel 4           | C4 C5             | N1 N2 N3 N4           | F1 F2         |
| EK6               |                                                                                | Cel 4           | C5                | N1 N2 N3 N4           | F1 F2         |
| EK7               |                                                                                | Cel 5           | C1 C2 C3 C4 C5    | N1 N2 N3 N4           | 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 — *Procesy przenoszenia zanieczyszczeń w środowisku naturalnym*, Warszawa, 2006, WNT

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Eustachy Burka, Tomasz Nałęcz — *Mechanika płynów w przykładach. Teoria, zadania, rozwiązania*, Warszawa, 1998, PWN
- [2] | Frank White — *Fluid Mechanics*, Boston, 2008, McGraw - Hill

## 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

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)



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

.....