

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2014/2015

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

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, Zastosowanie Informatyki w Budowie Maszyn

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                       |
|-----------------------------------------|-----------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Mechanika płynów      |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Fluid mechanics       |
| KOD PRZEDMIOTU                          | M903                  |
| 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       | 15     | 15        | 0            | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Rozszerzenie wiadomości z zakresu laminarnego i turbulentnego przepływu cieczy i gazów.

**Cel 2** Zapoznanie się z podstawowymi prawami i równaniami aerodynamiki w sposób umożliwiający zastosowanie ich w praktyce inżynierskiej.

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

1 zaliczone przedmioty: Matematyka, Fizyka, Mechanika płynów I

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student który zaliczył przedmiot potrafi zdefiniować stan naprężenia i odkształcenia w płynie.

**EK2 Wiedza** Student który zaliczył przedmiot potrafi opisać ruch potencjalny i wirowy płynu.

**EK3 Wiedza** Student który zaliczył przedmiot potrafi opisać izentropowy przepływ gazu oraz bezcyrkulacyjny i cyrkulacyjny opływ profilu kołowego.

**EK4 Wiedza** Student który zaliczył przedmiot zna podstawowe równania aerodynamiki.

**EK5 Umiejętności** Student który zaliczył przedmiot potrafi rozwiązywać równania Naviera-Stokesa.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                                                                                          |                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Stan naprężenia i odkształcenia w płynie. Ruch elementu płynu. I twierdzenie Helmholtza. Interpretacja fizyczna.                         | 3                |
| <b>W2</b> | Przestrzenny ruch potencjalny płynu. Zastosowanie funkcji zmiennej zespolonej do opisu płaskich przepływów potencjalnych.                | 2                |
| <b>W3</b> | Ruch wirowy. Strumień wektora wiru. Cyrkulacja prędkości. Równania Gromke-Lamb i ich całki. Zasada zachowania pędu i krętu.              | 2                |
| <b>W4</b> | Izentropowy przepływ powietrza. Bezcyrkulacyjny i cyrkulacyjny opływ profilu kołowego. Paradoks d'Alemberta.                             | 2                |
| <b>W5</b> | Siła oporu czołowego, siła nośna. Twierdzenie Żukowskiego. Równania konstytutywne. Metody rozwiązywania równań Naviera-Stokesa.          | 2                |
| <b>W6</b> | Równania Prandtla. Ruch turbulentny, równania Reynoldsa. Laminarna i turbulentna warstwa przyścienna. Hipoteza drogi mieszania Prandtla. | 2                |
| <b>W7</b> | Pompa w układzie przewodów. Przepływ w rurach chropowatych.                                                                              | 2                |

| ĆWICZENIA |                                                                                 |                  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                          | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Metoda Eulera w kinematyce płynów. Przykłady płaskich przepływów potencjalnych. | 3                |

| ĆWICZENIA |                                                                                                             |                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                      | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C2</b> | Zastosowanie funkcji zmiennej zespolonej do opisu płaskich przepływów potencjalnych.                        | 2                |
| <b>C3</b> | Cyrkulacyjny i bezcyrkulacyjny opływ profilu kołowego. Zastosowania zasady pędu i krętu w mechanice płynów. | 2                |
| <b>C4</b> | Reakcja strumienia zamkniętego i swobodnego płynu. Analityczne rozwiązywanie równań Naviera-Stokesa.        | 3                |
| <b>C5</b> | Projektowanie przepływów laminarnych i turbulentnych w przewodach.                                          | 3                |
| <b>C6</b> | Pompa w układzie przewodów.                                                                                 | 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                                                               | 0                                                       |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 10                                                      |
| 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                               | 15                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 0                                                       |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 0                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>30</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 2.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Zadanie tablicowe

**F2** Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

**P2** Kolokwium

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Obecność na ćwiczeniach

**W2** Konieczności uzyskania oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia

**W3** Sposób obliczania oceny końcowej: średnia ważona ocen z zaliczenia ćwiczeń (0,4) i kolokwium z wykładów (0,6).

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                               |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | -                                                                                             |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi zdefiniować pojęcie naprężenia i odkształcenia w płynie.                      |
| NA OCENĘ 3.5        | -                                                                                             |
| NA OCENĘ 4.0        | -                                                                                             |
| NA OCENĘ 4.5        | -                                                                                             |
| NA OCENĘ 5.0        | -                                                                                             |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                               |
| NA OCENĘ 2.0        | -                                                                                             |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi zdefiniować podstawowe pojęcia opisujące przestrzenny ruch potencjalny płynu. |
| NA OCENĘ 3.5        | -                                                                                             |
| NA OCENĘ 4.0        | -                                                                                             |
| NA OCENĘ 4.5        | -                                                                                             |
| NA OCENĘ 5.0        | -                                                                                             |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                               |
| NA OCENĘ 2.0        | -                                                                                             |

|                     |                                                                                                 |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi zdefiniować podstawowe pojęcia charakteryzujące izentropowy przepływ powietrza. |
| NA OCENĘ 3.5        | -                                                                                               |
| NA OCENĘ 4.0        | -                                                                                               |
| NA OCENĘ 4.5        | -                                                                                               |
| NA OCENĘ 5.0        | -                                                                                               |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                 |
| NA OCENĘ 2.0        | -                                                                                               |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi określić charakter sił działających na ciało w polu przepływu płynu.            |
| NA OCENĘ 3.5        | -                                                                                               |
| NA OCENĘ 4.0        | -                                                                                               |
| NA OCENĘ 4.5        | -                                                                                               |
| NA OCENĘ 5.0        | -                                                                                               |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |                                                                                                 |
| NA OCENĘ 2.0        | -                                                                                               |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi podać równania Naviera-Stokesa.                                                 |
| 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               | K2_W02                                                                         | Cel 1           | C1                | N1 N2                 | F1 F2 P1 P2   |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK2               | K2_W02                                                                         | Cel 1           | C2                | N1 N2                 | F1 F2 P1 P2   |
| EK3               | K2_W13                                                                         | Cel 2           | C3 C4             | N1 N2                 | F1 F2 P1 P2   |
| EK4               | K2_W02                                                                         | Cel 2           | C5 C6             | N1 N2                 | F1 F2 P1 P2   |
| EK5               | K2_UP08                                                                        | Cel 1           | W7                | N1 N2                 | F1 F2 P1 P2   |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Matras Z.** — *Podstawy mechaniki płynów i dynamiki przepływów cieczy nienewtonowskich*, Kraków, 2006, Wydawnictwa Politechniki Krakowskiej
- [2] | **Prosnak W.J.** — *Mechanika płynów, t. I., t. II*, Warszawa, 1970, PWN
- [3] | **Burka E., S., Nałęcz T., J.** — *Mechanika płynów w przykładach. Teoria, Zadania, Rozwiązania.*, Warszawa, 1994, PWN

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **Nakayama, Y.; Boucher, R.F.** — *Introduction to Fluid Mechanics*, USA, 2000, Elsevier
- [2] | **Walden H., Stasiak J.** — *Mechanika cieczy i gazów w inżynierii sanitarnej*, Warszawa, 1971, Arkady
- [3] | **Łojcjanskij L.G.** — *Mechanika żidkosti i gaza*, Moskwa, 1973, Izd. Nauka

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Zbigniew Matras (kontakt: [zmatras@mech.pk.edu.pl](mailto:zmatras@mech.pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 prof. dr hab. inż. Zbigniew Matras (kontakt: )
- 2 dr inż. Stanisław Walczak (kontakt: )
- 3 mgr inż. Bartosz Kopiczak (kontakt: )
- 4 dr inż. Konrad Nering (kontakt: )



## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

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