

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2015/2016

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: I

Specjalności: Zaawansowana mechanika obliczeniowa (Advanced Computational Mechanics)

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                       |
|-----------------------------------------|-----------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Fluid mechanics       |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Fluid mechanics       |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WM MIBM oIS D11 15/16 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty podstawowe |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                  |
| SEMESTRY                                | 4                     |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 4       | 15     | 15        | 15           | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie się z podstawowymi prawami i równaniami rządzącymi ruchem płynów, w sposób umożliwiający samodzielne modelowanie zagadnień przepływowych, mających znaczenie dla inżyniera.

**Cel 2** Zdobycie podstawowej wiedzy teoretycznej niezbędnej przy modelowaniu ruchu płynów oraz projektowanie złożonych zjawisk przepływowych, zachodzących w maszynach i urządzeniach przepływowych.

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

1 Znajomość rachunku całkowego i różniczkowego.

2 Znajomość podstaw fizyki.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student który zaliczył przedmiot potrafi zdefiniować podstawowe pojęcia dotyczące własności płynu i jego ruchu.

**EK2 Wiedza** Student który zaliczył przedmiot potrafi zdefiniować równanie ciągłości, równania równowagi Eulera i równanie Bernoulliego.

**EK3 Wiedza** Student który zaliczył przedmiot potrafi scharakteryzować ruch laminarny i turbulentny.

**EK4 Umiejętności** Student który zaliczył przedmiot potrafi dokonać analizy ilościowej i jakościowej sił działających w płynie (naporu hydrostatycznego i reakcji hydrodynamicznej).

**EK5 Umiejętności** Student który zaliczył przedmiot potrafi zastosować w praktyce zasady zachowania masy i energii.

**EK6 Umiejętności** Student który zaliczył przedmiot potrafi zastosować w praktyce obliczeniowej podstawowe równania ruchu laminarnego i turbulentnego.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                  |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                        | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Statics of fluid. Macroscopic properties of fluids. Kinematics of fluid motion. Eulerian and Lagrangian flow descriptions. The continuity equation. Surface and volume forces. Eulers equation of equilibrium. Forces acting on the vessel off liquid.                                        | 5                |
| <b>W2</b> | Flow of an Ideal Fluid. Eulers equation of motion. Volume and mass rate of flow. The continuity equation. Bernoullis equation. Applications of Bernoullis equation.                                                                                                                           | 4                |
| <b>W3</b> | The Navier-Stokes equations. Solutions of the steady-state Navier-Stokes equations. The Poiseuille and Couette flows. Viscous flow in pipes. Laminar and turbulent flow in pipes. Pressure loss by pipe friction. Flow measurements. Instruments and procedures for measurement of flow rate. | 6                |

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                                                                                                                                        |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                 | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Euler's equations of equilibrium - Integration of equations. Relative and absolute equilibrium in the potential field of mass forces. Fluid pressure forces acting on flat and curved surfaces. Archimede's principle. The stability of floating body. | 6                |

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                                                    |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                             | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C2</b> | Dynamics of perfect fluid. One-dimensional flow of a perfect fluid. Applications of the Bernoulli equation. The flow of liquid from the tank through a small hole. | 4                |
| <b>C3</b> | The dynamics of a viscous fluid. Laminar and turbulent flows of viscous liquid in the pipes. Frictional pressure losses and local pressure losses.                 | 5                |

| LABORATORIUM |                                                                                  |                  |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                           | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L1</b>    | Measurement of fluid viscosity.                                                  | 2                |
| <b>L2</b>    | Measurement of the local and average fluid speed.                                | 2                |
| <b>L3</b>    | The flow of liquid through small holes.                                          | 2                |
| <b>L4</b>    | Fluid flow round a real body.                                                    | 2                |
| <b>L5</b>    | Pressure losses caused by fluid viscosity in the laminar and the turbulent flow. | 3                |
| <b>L6</b>    | Measurement of local pressure losses.                                            | 2                |
| <b>L7</b>    | Reynolds Experiment (Laminar and Turbulent Flow)                                 | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Prezentacje multimedialne

**N3** Zadania tablicowe

**N4** Ćwiczenia laboratoryjne

## 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                                                               | 45                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 15                                                      |
| 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                                                                              | 20                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 20                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>120</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 4.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**F2** Zadanie tablicowe

**F3** Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

**P2** Zaliczenie pisemne

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Obecność na laboratorium i wykonanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych.

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

**W3** Sposób obliczania oceny końcowej: średnia ocen z zaliczenia ćwiczeń, laboratorium i kolokwium z wykładów.

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | - |

|                     |                                                                                          |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi zdefiniować pojęcie płynu oraz podstawowe pojęcia dotyczące ruchu płynu. |
| 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 podać równanie Eulera oraz równanie Bernoulliego.                        |
| 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 podać podstawowe wzory definiujące ruch płynu rzeczywistego.             |
| 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 podać zasady pędu i krętu w mechanice płynów.                            |
| 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 klasyfikację przepływu płynów lepkich.                   |
| NA OCENĘ 3.5        | -                                                                              |
| NA OCENĘ 4.0        | -                                                                              |
| NA OCENĘ 4.5        | -                                                                              |
| NA OCENĘ 5.0        | -                                                                              |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 6 |                                                                                |
| NA OCENĘ 2.0        | -                                                                              |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi podać równania obowiązujące w ruchu laminarnym i turbulentnym. |
| 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               | K1_W21<br>K1_UP07                                                              | Cel 1 Cel 2     | W1 C1 L1                   | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F3 P1 P2 |
| EK2               | K1_W21<br>K1_UP07                                                              | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 C1 C2<br>L2 L3       | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F3 P1 P2 |
| EK3               | K1_W21<br>K1_UP07                                                              | Cel 1 Cel 2     | W3 C3 L2 L3 L4<br>L5 L6 L7 | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F3 P1 P2 |
| EK4               | K1_W09<br>K1_W21<br>K1_UP07                                                    | Cel 1 Cel 2     | W1 C1                      | N1 N2 N3              | F1 F2 P1 P2    |
| EK5               | K1_W21<br>K1_UP07                                                              | Cel 2           | W1 W2 W3 C1<br>C2 C3 L5    | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F3 P1 P2 |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY  |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|----------------|
| EK6               | K1_W21<br>K1_UP07                                                              | Cel 1 Cel 2     | W3 C3 L6 L7       | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F3 P1 P2 |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Matras** — *Podstawy mechaniki płynów i dynamiki przepływów cieczy nieneutronowskich.*, Kraków, 2006, Wydawnictwa Politechniki Krakowskiej
- [2] | **Nowak Z.** — *Ćwiczenia laboratoryjne z mechaniki płynów.*, Kraków, 1981, Wydawnictwa Politechniki Krakowskiej
- [3] | **Burka E., S., Nałęcz T., J.** — *Mechanika płynów w przykładach. Teoria, Zadania, Rozwiązania.*, Warszawa, 1994, PWN

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **Anderson J.D. Jr.** — *Computational Fluid Dynamics. The Basics with Applications.*, USA, 1995, McGraw-Hill
- [2] | **Jaworski Z.** — *Numeryczna mechanika płynów w inżynierii chemicznej i procesowej.*, Warszawa, 2005, Exit

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż., prof. PK Stanisław Walczak (kontakt: [stanislaw.walczak@pk.edu.pl](mailto:stanislaw.walczak@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr inż. Stanisław Walczak (kontakt: [swalczak@mech.pk.edu.pl](mailto:swalczak@mech.pk.edu.pl))
- 2 dr inż. Konrad Nering (kontakt: [knering@mech.pk.edu.pl](mailto:knering@mech.pk.edu.pl))
- 3 mgr inż. Bartosz Kopiczak (kontakt: [bkopiczak@mech.pk.edu.pl](mailto:bkopiczak@mech.pk.edu.pl))
- 4 prof. dr hab. inż. Kazimierz Rup (kontakt: [krup@mech.pk.edu.pl](mailto:krup@mech.pk.edu.pl))
- 5 prof. dr hab. inż. Zbigniew Matras (kontakt: [zmatras@mech.pk.edu.pl](mailto:zmatras@mech.pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

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