

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Automatyka i Robotyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: A

Stopień studiów: I

Specjalności: Technologie informacyjne w systemach produkcyjnych, Automatyzacja systemów wytwarzania, Sterowanie i monitoring maszyn i urządzeń

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                      |
|-----------------------------------------|----------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Mechanika płynów     |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Fluid mechanics      |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WM AIR oIS A16 22/23 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty ogólne    |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                 |
| SEMESTRY                                | 3                    |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 3       | 15     | 15        | 15           | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z podstawowymi właściwościami makroskopowymi płynów, siłami działającymi na element płynu oraz rodzajem pól wielkości fizycznych.

**Cel 2** Zapoznanie studentów ze sposobem formułowania różniczkowych równań równowagi płynu oraz wyrobienie umiejętności całkowania tych równań. Zapoznanie studentów z pojęciem naporu hydrostatycznego oraz

wyrobienie umiejętności obliczania sił naporu na ściany płaskie i zakrzywione.

- Cel 3** Zapoznanie studentów z elementami kinematyki płynów w tym z pojęciami toru elementu płynu, linii prądu, natężenia przepływu a także z równaniem ciągłości oraz jego przypadkami szczególnymi.
- Cel 4** Zapoznanie studentów ze sposobem formułowania: różniczkowych równań ruchu płynu doskonałego Eulera, całki Bernoulliego, równania Bernoulliego dla płynu doskonałego oraz równania ciągłości.
- Cel 5** Zapoznanie studentów z zastosowaniem równania Bernoulliego w praktyce inżynierskiej do pomiaru prędkości lokalnej, pomiaru natężenia przepływu za pomocą prędkościomierzy piętujących oraz badania wypływu cieczy ze zbiornika przez mały otwór.
- Cel 6** Zapoznanie studentów z prawami rządzącymi przepływem płynu rzeczywistego w ruchu laminarnym oraz turbulentnym oraz wyrobienie umiejętności wyznaczania strat ciśnienia podczas przepływu płynu w rurociągach.

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

- 1 Znajomość podstaw mechaniki klasycznej.
- 2 Znajomość analizy matematycznej, algebry wektorów oraz podstaw teorii pola.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK1 Wiedza** Student definiuje podstawowe właściwości płynu, rodzaje sił działających na element płynu, podaje modele matematyczne służące do opisu płynu oraz definiuje i rozróżnia rodzaje pól wielkości fizycznych.
- EK2 Wiedza** Student wyprowadza równania równowagi Eulera, podaje warunki całkowania tych równań, wyprowadza zależności na rozkład ciśnienia w obszarze cieczy będącej w równowadze oraz wyprowadza zależności na wartości sił naporu oraz współrzędnych środka naporu na ściany płaskie i zakrzywione.
- EK3 Wiedza** Student definiuje pojęcia toru elementu płynu, linii prądu, natężenia przepływu a także wyprowadza równanie ciągłości i jego przypadki szczególne.
- EK4 Wiedza** Student wyprowadza równania ruchu płynu doskonałego Eulera, podaje założenia do całki Bernoulliego oraz wyprowadza równanie Bernoulliego dla płynu doskonałego i podaje jego interpretację fizyczną i geometryczną.
- EK5 Wiedza** Student definiuje pojęcie liczby Reynoldsa, rozróżnia ruch laminarny i turbulentny oraz wyprowadza zależności na rozkład prędkości, rozkład naprężeń stycznych w rurze kołowej oraz prawo Hagena-Poiseuillea i podaje jego zastosowanie w praktyce inżynierskiej.
- EK6 Umiejętności** Student całkuje równania równowagi Eulera, wyznacza rozkład ciśnienia w obszarze cieczy będącej w równowadze, wyznacza siły naporu oraz położenie środka naporu na ściany płaskie i zakrzywione.
- EK7 Umiejętności** Student stosuje równanie Bernoulliego dla płynu doskonałego w zagadnieniach dotyczących pomiaru prędkości i natężenia przepływu oraz wypływu cieczy ze zbiornika przez małe otwory.
- EK8 Umiejętności** Student wyznacza straty ciśnienia wywołane tarcie wewnętrzne oraz przeszkodami miejscowymi oraz stosuje równanie Bernoulliego dla płynu rzeczywistego.
- EK9 Kompetencje społeczne** Student współpracuje w zespole oraz organizuje jego pracę a także wykonuje sprawozdania i raporty z pracy zespołu.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM |                                                                                                                                                                                        |                  |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                 | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L1</b>    | Pomiar lepkości cieczy.                                                                                                                                                                | 2                |
| <b>L2</b>    | 1) Wypływ cieczy przez małe otwory. 2) Pomiar natężenie przepływu płynu.                                                                                                               | 4                |
| <b>L3</b>    | 1) Klasyczne doświadczenie Reynoldsa. 2) Pomiar prędkości lokalnej i średniej w rurociągu zamkniętym. 3) Pomiar strat tarcia wywołanych lepkością cieczy. 4) Pomiar strat miejscowych. | 9                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Statyka płynu. 1) Pojęcia podstawowe. Makroskopowe właściwości płynów. Wyidealizowane modele płynu. 2) Rodzaje pól wielkości fizycznych. Pochodna substancjalna, materialna i konwekcyjna.                                                                                                                                                                                             | 2                |
| <b>W2</b> | Statyka płynu. 1) Siły działające na płyn. Twierdzenie Eulera. 2) Równania różniczkowe równowagi płynu. Równowaga względna i bezwzględna cieczy. Prawo Pascala. 3) Napór cieczy na powierzchnie płaskie i zakrzywione. Wypór hydrostatyczny. 4) Stateczność pływania ciał całkowicie i częściowo zanurzonych w cieczy, metacentrum.                                                    | 5                |
| <b>W3</b> | Elementy kinematyki płynów 1) Tor elementu płynu. Linia prądu. 2) Równanie ciągłości. 3) Objętościowe i masowe natężenie przepływu płynu.                                                                                                                                                                                                                                              | 2                |
| <b>W4</b> | Dynamika płynu doskonałego 1) Równania różniczkowe ruchu płynu doskonałego. 2) Całka Bernoulliego, równanie Bernoulliego. 4) Zastosowanie równania Bernoulliego w praktyce inżynierskiej.                                                                                                                                                                                              | 3                |
| <b>W5</b> | Dynamika Płynu rzeczywistego 1) Klasyczne doświadczenie Reynoldsa. 2) Rozkład naprężeń stycznych oraz rozkład prędkości w ruchu laminarnym cieczy lepkiej w rurze kołowej. 3) Przepływy laminarne i turbulentne. Równanie Darcy-Weisbacha. Wykres Nikuradse. Równanie Bernoulliego dla płynu rzeczywistego, straty ciśnienia spowodowane tarcie wewnętrzne i przeszkodami miejscowymi. | 3                |

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                        | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Statyka płynu 1) Całkowanie równań równowagi Eulera. Równowaga względna i bezwzględna w potencjalnym polu sił masowych. 2) Napór cieczy na powierzchnie płaskie i zakrzywione. Wypór hydrostatyczny. Stateczność pływania ciał całkowicie lub częściowo zanurzonych w cieczy. | 7                |

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                                                     |                  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                              | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C2</b> | Dynamika płynu doskonałego 1) Jednowymiarowe przepływy płynu doskonałego. 2) Zastosowania równania Bernoulliego. 3) Wypływ cieczy ze zbiorników przez małe otwory.  | 4                |
| <b>C3</b> | Dynamika płynu rzeczywistego 1) Przepływ płynu rzeczywistego w przewodach zamkniętych. 2) Straty ciśnienia wywołane tarciem wewnętrznym i przeszkodami miejscowymi. | 4                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Zadania tablicowe

**N3** Ćwiczenia laboratoryjne

**N4** Praca w grupach

**N5** 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                                                               | 45                                                      |
| 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                               | 15                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 7                                                       |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 4                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>75</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 3.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

Ocena końcowa z przedmiotu jest średnią ważoną ocen zaliczeniowych z poszczególnych form zajęć.

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Kolokwium zaliczeniowe z ćwiczeń

**F2** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**F3** Kolokwium zaliczeniowe z laboratoriów

**F4** Kolokwium zaliczeniowe z wykładu

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Poprawne wykonanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych.

**W2** Konieczność uzyskania pozytywnej oceny z każdego efektu uczenia się.

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

**B1** Wykonanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych.

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0                                                                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 3.0        | Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L1.                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.5        | Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L1.                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.0        | Student uzyskał 80 % punktów punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L1.                                                                                                         |
| NA OCENĘ 4.5        | Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L1.                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 5.0        | Student zdefiniuje i objaśnia pojęcia elementu płynu, gęstości, ściśliwości, lepkości, ciśnienia, pola skalarnego i wektorowego oraz zapisuje pochodną substancjalną. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L1. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0                                                                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 3.0        | Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                                                 |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.5        | Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 4.0        | Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 4.5        | Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 5.0        | Student wyprowadza i objaśnia równania równowagi Eulera, podaje warunki całkowania tych równań, wyprowadza zależności na rozkład ciśnienia w obszarze cieczy będącej w równowadze oraz wyprowadza zależności na wartości sił naporu oraz współrzędne środka naporu na ściany płaskie i zakrzywione. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0                                                                                                                                                                                                                                                            |
| NA OCENĘ 3.0        | Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 3.5        | Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 4.0        | Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 4.5        | Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 5.0        | Student definiuje pojęcia toru elementu płynu, linii prądu, natężenia przepływu a także wyprowadza równanie ciągłości i jego przypadki szczególne, równania ruchu płynu doskonałego oraz równanie Bernoulliego.                                                                                     |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0                                                                                                                                                                                                                                                            |
| NA OCENĘ 3.0        | Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 3.5        | Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 4.0        | Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 4.5        | Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 5.0        | Student wyprowadza równania ruchu płynu doskonałego Eulera, podaje założenia do całki Bernoulliego oraz wyprowadza równanie Bernoulliego dla płynu doskonałego i podaje jego interpretację fizyczną i geometryczną.                                                                                 |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0                                                                                                                                                                                                                                                            |
| NA OCENĘ 3.0        | Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 3.5        | Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 4.0        | Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 4.5        | Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                                                                                               |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 5.0        | Student definiuje pojęcie liczby Reynoldsa, rozróżnia ruch laminarny i turbulentny oraz wyprowadza zależności na rozkład prędkości, rozkład naprężeń stycznych w rurze kołowej oraz prawo Hagena-Poiseuillea i podaje jego zastosowanie w praktyce inżynierskiej.               |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 6 |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0                                                                                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 3.5        | Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 4.0        | Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 4.5        | Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 5.0        | Student całkuje równania równowagi Eulera, rozkłady ciśnienia w obszarze cieczy będącej w równowadze, wyznacza siły naporu oraz położenie środka naporu na ściany płaskie i zakrzywione.                                                                                        |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 7 |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0                                                                                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L2.                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 3.5        | Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L2.                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 4.0        | Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L2.                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 4.5        | Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L2.                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 5.0        | Student wyznacza czas całkowitego oraz częściowego opróżniania zbiornika przez małe otwory, wyznacza prędkość średnią oraz natężenie przepływu za pomocą rurki Prandtla oraz zwężki Venturiego. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L2. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 8 |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.0        | Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L3.                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 3.5        | Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L3.                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 4.0        | Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L3.                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 4.5        | Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L3.                                                                                                                                           |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 5.0        | Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L3. Student wyznacza straty ciśnienia wywołane tarcie wewnętrzne i przeszkodami miejscowymi oraz stosuje równanie Bernoulliego dla płynu rzeczywistego. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 9 |                                                                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0                                                                                                                                                                                            |
| NA OCENĘ 3.0        | Student wykonał samodzielnie co najmniej 60% sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych.                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 3.5        | Student wykonał samodzielnie co najmniej 70% sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych.                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 4.0        | Student wykonał samodzielnie co najmniej 80% sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych.                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 4.5        | Student wykonał samodzielnie co najmniej 90% sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych.                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 5.0        | Student wykonał samodzielnie wszystkie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.                                                                                                                                                      |

## 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                                     | W1                | N1 N3 N4 N5           | F1 F2 F3 P1   |
| EK2               |                                                                                | Cel 2                                     | W2 C1             | N1 N2 N5              | F1 F3 P1      |
| EK3               |                                                                                | Cel 3                                     | W3                | N1 N5                 | F1 F3 P1      |
| EK4               |                                                                                | Cel 4                                     | L2 W4 C2          | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 F3 P1   |
| EK5               |                                                                                | Cel 6                                     | L3 W5 C3          | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 F3 P1   |
| EK6               |                                                                                | Cel 2 Cel 3                               | W2 C1             | N1 N2 N5              | F1 F3 P1      |
| EK7               |                                                                                | Cel 5                                     | L2 W4 C2          | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 F3 P1   |
| EK8               |                                                                                | Cel 6                                     | L3 W5 C3          | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 F3 P1   |
| EK9               | A1_K03                                                                         | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 Cel 4<br>Cel 5 Cel 6 | L1 L2 L3          | N3 N4 N5              | F1 F2 F3 P1   |



## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Matras Z.** — *Podstawy mechaniki płynów i dynamiki przepływów cieczy nieliniowych*, Kraków, 2006, Wydawnictwa politechniki Krakowskiej
- [2] | **Burka E., S., Nałęcz T., J.** — *Mechanika płynów w przykładach*, Warszawa, 1999, PWN
- [3] | **Gryboś R.** — *Zbiór zadań z technicznej mechaniki płynów*, Warszawa, 2012, PWN
- [4] | **Nakayama, Y.; Boucher, R.F.** — *Introduction to Fluid Mechanics*, , 2000, Elsevier

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **Rup K.** — *Mechanika płynów w środowisku naturalnym*, Kraków, 2003, Wydawnictwa Politechniki Krakowskiej

## 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))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)