

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Środki Transportu i Logistyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: T

Stopień studiów: I

Specjalności: Bezpieczeństwo i eksploatacja środków transportu, Automatyzacja logistycznych systemów transportowych, Logistyka i spedycja

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                 |
|-----------------------------------------|---------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Aerodynamika środków transportu |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Vehicle aerodynamics            |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WM ŚTIL oIS B30 22/23           |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe           |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                            |
| SEMESTRY                                | 6                               |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 6       | 15     | 0         | 15           | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z podstawową wiedzą dotyczącą przepływu gazów oraz o oddziaływaniach zachodzących pomiędzy przepływającymi gazami i środkami transportu pozostającymi w kontakcie z płynem.

**Cel 2** Przekazanie studentom wiedzy zdobycie podstawowej wiedzy teoretycznej niezbędnej przy badaniu i modelowaniu przepływu powietrza oraz projektowaniu złożonych zjawisk przepływowych, zachodzących w środkach

transportu.

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

- 1 Znajomość podstaw mechaniki płynów.
- 2 Znajomość rachunku całkowego i różniczkowego.

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student charakteryzuje przepływ płynu rzeczywistego.

**EK2 Wiedza** Student definiuje siły i momenty działające na poruszający się pojazd.

**EK3 Wiedza** Student opisuje wpływ zjawisk aerodynamicznych na ekonomiczność, właściwości dynamiczne i stateczność pojazdów.

**EK4 Umiejętności** Student modeluje opływ płynu wokół pojazdu oraz wyznacza siły i momenty działające na poruszający się pojazd.

**EK5 Kompetencje społeczne** Student pracuje w zespole, organizuje pracę zespołu przy realizacji zadań w laboratorium.

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM |                                                                                                                               |                  |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                        | LICZBA<br>GODZIN |
| L1           | Pomiar rozkładu ciśnienia przy opływie ciała stałego płynem rzeczywistym.<br>Pomiar rozkładu prędkości w kanale prostokątnym. | 3                |
| L2           | Modelowanie numeryczne opływu walca kołowego, weryfikacja modelu.                                                             | 4                |
| L3           | Modelowanie numeryczne opływu samochodu osobowego w 2D.                                                                       | 4                |
| L4           | Modelowanie numeryczne opływu samochodu ciężarowego w 2D.                                                                     | 4                |

| WYKŁAD |                                                                                                                                        |                  |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP     | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                 | LICZBA<br>GODZIN |
| W1     | Podstawowe wiadomości o przepływach płynu rzeczywistego. Równania ruchu płynu rzeczywistego. Przepływ turbulentny. Modele turbulencji. | 6                |
| W2     | Numeryczna Mechanika Płynów (CFD). Charakterystyka metody objętości skończonych. Modelowanie CFD.                                      | 4                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                              |                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                       | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W3</b> | Siły i momenty działające na poruszający się pojazd. Wpływ zjawisk aerodynamicznych na ekonomiczność, właściwości dynamiczne i stateczność ruchu pojazdów. Pomiary w tunelu aerodynamicznym, warunki podobieństwa przepływu. | 5                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Prezentacje multimedialne

**N3** Ćwiczenia laboratoryjne

**N4** Praca w grupach

## 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                                                               | 30                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 2                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 2                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 7                                                       |
| Opracowanie wyników                                                                              | 7                                                       |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 2                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>50</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 2.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

**OCENA FORMUJĄCA**

**F2** Kolokwium zaliczeniowe z części wykładowej

**F3** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**OCENA PODSUMOWUJĄCA****P1** Średnia ważona ocen formujących**WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU****W1** Uzyskanie pozytywnej oceny z każdego efektu uczenia się.**W2** Opracowania sprawozdań z przeprowadzonych 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.                                                                                                                                                                                       |
| 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 i objaśnia interpretację liczby Reynoldsa, wyprowadza równania Naviera-Stokesa, podaje równania konstytutywne, oraz wyprowadza przypadki szczególne równań Naviera-Stokesa.                                               |
| 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 definiuje siły i momenty aerodynamiczne działające na poruszający się pojazd, podaje sposób wyznaczania współczynników aerodynamicznych oraz ich interpretację fizyczną, objaśnia pojęcie powierzchni czołowej oraz czynnika oporu. |
| 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 podaje wpływ poszczególnych cech konstrukcyjnych nadwozia na siły i momenty aerodynamiczne, wymienia możliwości utraty stateczności przez pojazd na który działają siły i momenty aerodynamiczne.                                                |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0                                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.0        | Student wykonał samodzielnie co najmniej w 60 % zadanie polegające na zamodelowaniu w programie do symulacji CFD opływu płynu wokół pojazdu.                                                                                                             |
| NA OCENĘ 3.5        | Student wykonał samodzielnie co najmniej w 70 % zadanie polegające na zamodelowaniu w programie do symulacji CFD opływu płynu wokół pojazdu.                                                                                                             |
| NA OCENĘ 4.0        | Student wykonał samodzielnie co najmniej w 80 % zadanie polegające na zamodelowaniu w programie do symulacji CFD opływu płynu wokół pojazdu.                                                                                                             |
| NA OCENĘ 4.5        | Student wykonał samodzielnie co najmniej w 90 % zadanie polegające na zamodelowaniu w programie do symulacji CFD opływu płynu wokół pojazdu.                                                                                                             |
| NA OCENĘ 5.0        | Student wykonał samodzielnie zadanie polegające na zamodelowaniu w programie do symulacji CFD opływu płynu wokół pojazdu, wyznaczył siły i momenty aerodynamiczne działające na modelowany pojazd oraz opracował sprawozdanie z przeprowadzonej analizy. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 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, współpracował w zespole laboratoryjnym, przydzielając i realizując przydzielone zadania.                                                                                  |

## 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 Cel 2     | L1 W1             | N1 N2 N3 N4           | F2 F3         |
| EK2               |                                                                                | Cel 1 Cel 2     | L1 W1             | N1 N2 N3 N4           | F2 F3         |
| EK3               |                                                                                | Cel 1 Cel 2     | L1 W1             | N1 N2 N3 N4           | F2 F3         |
| EK4               |                                                                                | Cel 1 Cel 2     | L1 W1             | N1 N2 N3 N4           | F2 F3         |
| EK5               |                                                                                | Cel 1 Cel 2     | L1                | N3 N4                 | F3            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1] | **Piechna J.** — *Podstawy aerodynamiki pojazdów*, Warszawa, 2000, WKŁ

[2] | **Hucho W.-H.** — *Aerodynamika samochodu*, Warszawa, 1988, WKŁ

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1] | **Gryboś R.** — *Podstawy mechaniki płynów*, Warszawa, 2002, PWN

## 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)