

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2020/2021

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Inżynieria Środków Transportu (zmiana nazwy kierunku na Środki Transportu i Logistyka na drugim stopniu od roku akademickiego 2020/21. Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: T

Stopień studiów: II

Specjalności: Bezpieczeństwo i eksploatacja środków transportu

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Modelowanie CFD współczesnych środków transportu
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WM ISTR oIIS B11 20/21
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2.00
SEMESTRY	2

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

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
2	15	0	0	0	15	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zdobyć podstawowej wiedzy teoretycznej niezbędnej przy numerycznym modelowaniu przepływu płynów.

**Cel 2** Zdobyć umiejętności modelowania zjawisk przepływowych oraz przygotowania danych wejściowych do symulacji CFD współczesnych środków transportu

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

1 Znajomość Mechaniki Płynów i Aerodynamiki Pojazdu w zakresie inżynierskich studiów pierwszego stopnia.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student ma uporządkowaną wiedzę z zakresu modelowania przepływu płynów, metod numerycznych stosowanych do symulacji przepływu płynu.

**EK2 Wiedza** Student ma podstawową wiedzę w zakresie adaptacji siatek do rozważanego problemu mechaniki płynów i aeromechaniki pojazdu, przygotowania siatki obliczeniowej, dyskretyzacji geometrii obszaru, dyskretyzacji równań modelu ciągłego i nałożenia na siatkę obliczeniową odpowiednich warunków brzegowych oraz warunków początkowych.

**EK3 Umiejętności** Student potrafi zamodelować przepływ płynu z wykorzystaniem komercyjnych programów komputerowych, przedstawić i przeprowadzić analizę otrzymanych wyników obliczeń

**EK4 Umiejętności** Student potrafi dokonać oceny wiarygodności wyników symulacji komputerowej oraz ich interpretacji.

**EK5 Kompetencje społeczne** Student, który zaliczył przedmiot potrafi uzyskać niezbędne dane wejściowe do prawidłowego wykonania symulacji CFD oraz uzasadnić w zespole wybór modeli obliczeniowych.

**EK6 Kompetencje społeczne** Student posiada umiejętność prezentowania wyników przeprowadzonej analizy wobec grupy oraz praca w zespole.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Numeryczna mechanika płynów. Numeryczne modelowanie przepływu cieczy i gazów. Dyskretyzacja numeryczna zmiennych, rodzaje solverów, stabilność i zbieżność rozwiązania. Przegląd oprogramowania do komputerowej symulacji przepływów.	9
<b>W2</b>	Przepływy turbulentne. Modele turbulencji.	6

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>P1</b>	Rozwiązania analityczne i analiza eksperymentalne problemu spadków ciśnienia przy przepływie cieczy przez zawór kulowy.	1
<b>P2</b>	Symulacje CFD przepływu wewnętrznego przez zawór. Porównanie wartości spadku ciśnienia na instalacji dla różnych parametrów płynu i modeli turbulencji.	4
<b>P3</b>	Rozwiązania analityczne i eksperymentalne opływu ciała stałego płynem rzeczywistym. Opływ cylindra przez powietrze.	1

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>P4</b>	Symulacje CFD stacjonarne opływów ciała stałego przez powietrze. Ocena wpływu siatki, modeli turbulencji oraz dyskretyzacji numerycznej zmiennych na osiągnięte rezultaty.	4
<b>P5</b>	Modelowanie numeryczne CFD opływu samochodu osobowego w 3D.	5

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Prezentacje multimedialne

**N3** Ćwiczenia projektowe

**N4** Ćwiczenia laboratoryjne

**N5** Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	30
Konsultacje przedmiotowe	2
Egzaminy i zaliczenia w sesji	0
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	28
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>60</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	2.00

## 9 SPOSOBY OCENY

**OCENA FORMUJĄCA**

**F1** Projekt indywidualny

**F2** Kolokwium**OCENA PODSUMOWUJĄCA****P1** Średnia ważona ocen formujących**WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU****W1** Obecność na ćwiczeniach projektowych**KRYTERIA OCENY**

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60 % punktów z kolokwium zaliczeniowego obejmującego pierwszy efekt kształcenia
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60 % punktów z kolokwium zaliczeniowego obejmującego drugi efekt kształcenia
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60 % punktów z kolokwium zaliczeniowego obejmującego trzeci efekt kształcenia
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60 % punktów z kolokwium zaliczeniowego obejmującego czwarty efekt kształcenia
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60 % punktów z kolokwium zaliczeniowego obejmującego piąty efekt kształcenia
EFEKT KSZTAŁCENIA 6	
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60 % punktów z kolokwium zaliczeniowego obejmującego szósty efekt kształcenia

**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	W1 W2 P1 P2 P3 P4 P5	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2
EK2		Cel 1 Cel 2	W1 W2 P1 P2 P3 P4 P5	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2
EK3		Cel 1 Cel 2	W1 W2 P1 P2 P3 P4 P5	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2
EK4		Cel 1 Cel 2	W1 W2 P1 P2 P3 P4 P5	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2
EK5		Cel 1 Cel 2	W1 W2 P1 P2 P3 P4 P5	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2
EK6		Cel 1 Cel 2	W1 W2 P1 P2 P3 P4 P5	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **J.H. Ferziger and M. Peric** — *Computational Methods for Fluid Dynamics*, Berlin, 2002, Springer
- [2] | **Z. Jaworski** — *Numeryczna mech. płynów w inżynierii chemicznej i procesowej*, Warszawa, 2005, Exit
- [3] | **In J. Anthoine and L. Löfdal, editors** — *Road Vehicle Aerodynamics, Lecture Series 2005*, Rhode Saint Genese, 2005, von Karman Institute for Fluid Dynamics
- [3] | **J. D. Anderson** — *Fundamentals of Aerodynamics*, , 2007, Mc Graw-Hill

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **S. B. Pope** — *Turbulent flows*, New York, 2000, Cambridge University Press
- [2] | **ANSYS** — *ANSYS FLUENT Documentation*, , 2019, ANSYS

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Bartosz, Krzysztof Kopiczak (kontakt: bartosz.kopiczak@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr inż. Bartosz Kopiczak (kontakt: bartosz.kopiczak@mech.pk.edu.pl)
- 2 dr inż. Konrad Nering (kontakt: konrad.nering@mech.pk.edu.pl)



## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

.....

.....