

# 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: niestacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: II

Specjalności: Silniki Spalinowe

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Podstawy metod CFD
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Basics of CFD methods
KOD PRZEDMIOTU	WM MIBM oIIN D1 14/15
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2.00
SEMESTRY	1

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

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
1	9	0	0	9	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zdobyć umiejętności modelowania wymiany ciepła i spalania oraz przygotowania danych wejściowych do symulacji CFD

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

1 Znajomość podstaw termodynamiki, mechaniki płynów i wymiany ciepła.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student który zaliczył przedmiot zna podstawy obliczeniowych metod numerycznych.

**EK2 Umiejętności** Student, który zaliczył przedmiot potrafi zdefiniować problem do obliczeń z wykorzystaniem Numerycznej Dynamiki Płynów (ang. Computational Fluid Dynamics) oraz zebrać niezbędne dane wejściowe.

**EK3 Umiejętności** Student, który zaliczył przedmiot potrafi uzyskać niezbędne dane wejściowe do prawidłowego wykonania symulacji CFD, a także zamodelować geometrię oraz siatkę obliczeniową w wybranym programie CFD. Potrafi zdefiniować warunki brzegowe i startowe symulacji, wykonać obliczenia oraz wykonać podstawową analizę wyników symulacji.

**EK4 Kompetencje społeczne** Student, który zaliczył przedmiot potrafi uzasadnić w zespole wybór modeli fizycznych oraz obliczeniowych w programie CFD.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Pojęcie CFD (Computational Fluid Dynamics) i podstawowe metody: MES, MRS, MOS stosowane w programach komercyjnych. Przykłady programów i metod. Wady i zalety.	3
<b>W2</b>	Wybór programu do symulacji. Podstawowe dane do programu, tworzenie geometrii układu symulowanego. Tworzenie siatki, rodzaje siatek, porównanie siatek strukturalnych i niestukturalnych, wady i zalety.	3
<b>W3</b>	Modele procesowe (wymiana ciepła, przepływ masy, spalanie, reakcje chemiczne, przemiany fazowe). Porównanie modeli pod kątem czasu i dokładności obliczeń dla różnych przypadków. Parametry sterujące rozwiązaniem: zapewnienie zbieżności i poprawności wyniku. Możliwości skorzystania z symetrii układu. Stosowanie modeli ściśliwych i nieściśliwych.	3

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>P1</b>	Zapoznanie się ze strukturą programu FLUENT lub CFX. Przygotowanie danych do symulacji. Definiowanie zadania. Przygotowanie algorytmu obliczeniowego.	1
<b>P2</b>	Treści programowe 2	1

LABORATORIUM KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>K1</b>	Zapoznanie się ze strukturą programu FLUENT lub CFX. Przygotowanie danych do symulacji. Definiowanie zadania. Przygotowanie algorytmu obliczeniowego.	3
<b>K2</b>	Modelowanie geometrii układu 2D i 3D. Wprowadzenie warunków brzegowych i początkowych. Wprowadzenie modeli przepływu. Przyjęcie parametrów sterujących rozwiązaniem.	3
<b>K3</b>	Uruchomienie symulacji. Symulacja i jej wyniki. Opracowanie i analiza danych uzyskanych z symulacji.	3

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Ćwiczenia laboratoryjne

## 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	18
Konsultacje przedmiotowe	6
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	20
Opracowanie wyników	6
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
<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** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**F2** Projekt indywidualny**OCENA PODSUMOWUJĄCA****P1** Średnia ważona ocen formujących**KRYTERIA OCENY**

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna pojęcia Metody Elementów Skończonych, Metody Różnic Skończonych i Metody Objętości Skończonych. Nie potrafi podać podstawowych zależności ani różnic pomiędzy wymienionymi metodami.
NA OCENĘ 3.0	Student zna podstawy Metody Elementów Skończonych, Metody Różnic Skończonych i Metody Objętości Skończonych. Potrafi podać różnice pomiędzy wymienionymi metodami.
NA OCENĘ 3.5	Student zna rozszerzone podstawy Metody Elementów Skończonych, Metody Różnic Skończonych i Metody Objętości Skończonych. Potrafi podać różnice pomiędzy wymienionymi metodami oraz scharakteryzować każdą z nich.
NA OCENĘ 4.0	Student zna rozszerzone podstawy Metody Elementów Skończonych, Metody Różnic Skończonych i Metody Objętości Skończonych. Potrafi podać różnice pomiędzy wymienionymi metodami oraz scharakteryzować każdą z nich i wyprowadzić podstawowe zależności.
NA OCENĘ 4.5	Student zna rozszerzone podstawy Metody Elementów Skończonych, Metody Różnic Skończonych i Metody Objętości Skończonych. Potrafi podać różnice pomiędzy wymienionymi metodami oraz scharakteryzować każdą z nich i wyprowadzić podstawowe zależności. Potrafi ocenić przydatność poszczególnych metod oraz ocenić ich wpływ na jakość obliczeń.
NA OCENĘ 5.0	Student zna rozszerzone podstawy Metody Elementów Skończonych, Metody Różnic Skończonych i Metody Objętości Skończonych. Potrafi podać różnice pomiędzy wymienionymi metodami oraz scharakteryzować każdą z nich i wyprowadzić wszystkie istotne zależności. Potrafi ocenić przydatność poszczególnych metod oraz ocenić ich wpływ na jakość obliczeń.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi zdefiniować problemu obliczeniowego CFD ani też przygotować niezbędnych danych. Nie potrafi wprowadzić ich do programu symulacyjnego.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi w sposób dostateczny zdefiniować problem do obliczeń CFD oraz przygotować niezbędne dane. Potrafi te dane wprowadzić do programu symulacyjnego.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi zdefiniować problem do obliczeń CFD oraz przygotować niezbędne dane. Potrafi te dane wprowadzić do programu symulacyjnego.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi zdefiniować problem do obliczeń CFD oraz przygotować niezbędne dane. Potrafi te dane wprowadzić do programu symulacyjnego. Potrafi stosować techniki upraszczające model symulacyjny.

NA OCENĘ 4.5	Student potrafi zdefiniować problem do obliczeń CFD oraz przygotować niezbędne dane. Potrafi te dane wprowadzić do programu symulacyjnego. Potrafi stosować techniki upraszczające model symulacyjny i określić stopień wiarygodności przygotowanego modelu.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi biegle zdefiniować problem do obliczeń CFD oraz przygotować niezbędne dane. Potrafi te dane wprowadzić do programu symulacyjnego. Potrafi biegle stosować techniki upraszczające model symulacyjny i określić stopień wiarygodności przygotowanego modelu.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi zamodelować prostej geometrii w programie CFD. Nie potrafi zbudować siatki obliczeniowej na wybranej geometrii.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi zamodelować prostą geometrię 2D oraz 3D w programie CFD. Potrafi zbudować siatkę obliczeniową o wybranych parametrach.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi zamodelować geometrię 2D oraz 3D w programie CFD. Potrafi zaimportować geometrię z zewnętrznego programu CAD. Potrafi zbudować siatkę obliczeniową o wybranych parametrach.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi zamodelować geometrię 2D oraz 3D w programie CFD. Potrafi zaimportować geometrię z zewnętrznego programu CAD i przygotować ją do potrzeb symulacji. Potrafi zbudować siatkę obliczeniową o wybranych parametrach.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi zamodelować dowolną geometrię 2D oraz 3D w programie CFD. Potrafi zaimportować geometrię z zewnętrznego programu CAD, swobodnie wykonywać zmiany w geometrii oraz przygotować ją do potrzeb symulacji. Potrafi zbudować siatkę obliczeniową o wybranych parametrach. Potrafi budować siatkę o zróżnicowanych rodzajach komórek.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi zamodelować dowolną geometrię 2D oraz 3D w programie CFD. Potrafi zaimportować geometrię z zewnętrznego programu CAD, swobodnie wykonywać zmiany w geometrii oraz przygotować ją do potrzeb symulacji. Potrafi zbudować siatkę obliczeniową o wybranych parametrach. Potrafi budować siatkę o zróżnicowanych rodzajach komórek. Potrafi budować siatkę w zespołach złożonych z wielu elementów.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	

## 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_W07 K2_W15	Cel 1	W1 W2 K1	N1 N2	F1 F2 P1
EK2	K2_UP06 K2_UP08	Cel 1	W2 W3 K1	N1 N2	F1 F2 P1
EK3	K2_UP06 K2_UP08	Cel 1	W2 K1 K3	N1 N2	F1 F2 P1
EK4					

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

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

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Ferziger J. H., Peric Milovan — *Computational Methods for Fluid Dynamics*, Berlin Heidelberg New York, 2001, Springer Verlag
- [2] | ANSYS — *ANSYS FLUENT Documentation*, -, 0, ANSYS

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Ryszard, Zbigniew Kantor (kontakt: ryszard.kantor@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Ryszard Kantor (kontakt: rkantor@mech.pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data) (odpowiedzialny za przedmiot) (dziekan)

PRZYJMĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....