

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2024/2025

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Informatyka Stosowana

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: S

Stopień studiów: I

Specjalności: Bez specjalności- blok A,Bez specjalności- blok B

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Numeryczne modelowanie przepływów
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WM INFST oIS A18 24/25
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty ogólne
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2.00
SEMESTRY	5

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
5	15	0	0	15	0	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 przepływów w przewodach zamkniętych i opływów aerodynamicznych.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Znajomość podstaw mechaniki płynów, podstaw fizyki, oraz rachunku całkowego i różniczkowego 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 aerodynamiki, 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 komputerowej symulacji przepływu 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 pracy w zespole oraz prezentowania wyników przeprowadzonej analizy wobec grupy.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Stan naprężenia i odkształcenia w płynie - tensor naprężenia w płynie i tensor prędkości deformacji. Równania konstytutywne. Równania Naviera-Stokesa.	5
W2	Zasady uśredniania czasowego wielkości opisujących ruch burzliwy. Tensor naprężeń turbulentnych. Równania turbulentnej warstwy przyściennej. Modelowanie wybranych przepływów turbulentnych - hipotezy domykające (modele turbulencji).	5
W3	Numeryczna mechanika płynów. Numeryczne modelowanie przepływu cieczy i gazów. Dyskretyzacja numeryczna zmiennych, rodzaje solverów, stabilność i zbieżność rozwiązania. Przegląd oprogramowania do komputerowej symulacji przepływów.	5

LABORATORIUM KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

LABORATORIUM KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
K1	Wprowadzenie do praktycznych obliczeń. Wstępne zapoznanie się z systemem ANSYS FLUENT; omówienie sposobu realizacji projektu za pomocą pakietu; konfiguracja programu.	2
K2	Rozwiązania analityczne i analiza eksperymentalne problemu spadków ciśnienia przy przepływie cieczy przez zawór kulowy.	1
K3	Symulacje CFD przepływu wewnętrznego przez zawór. Porównanie wartości spadku ciśnienia na instalacji dla różnych parametrów płynu i modeli turbulencji.	3
K4	Rozwiązania analityczne i eksperymentalne opływu ciała stałego płynem rzeczywistym. Opływ cylindra przez powietrze.	1
K5	Symulacje CFD stacjonarne opływów ciała stałego przez powietrze. Ocena wpływu siatki, modeli turbulencji oraz dyskretyzacji numerycznej zmiennych na osiągnięte rezultaty.	3
K6	Modelowanie numeryczne CFD opływu samochodu osobowego w 2D i 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
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	30
Konsultacje przedmiotowe	2
Egzaminy i zaliczenia w sesji	0
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	28
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	60
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	2.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt indywidualny

F2 Kolokwium zaliczeniowe

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Obecność na ćwiczeniach projektowych

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 sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.

NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90% punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 5.0	Student zna pojęcie tensora naprężenia w płynie i tensora prędkości deformacji. Potrafi zapisać równania konstytutywne i równania ruchu Naviera-Stokesa. Student wykonał bezbłędnie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.
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. Student wykonał bezbłędnie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 5.0	Student rozróżnia rodzaje siatek numerycznych i zna ich wady i zalety. Student przygotować siatkę obliczeniową dla analizowanego problemu przepływowego. Student zna rodzaje warunków brzegowych i potrafi prawidłowo zdefiniować warunki brzegowe i początkowe dla rozważanego problemu numerycznego.
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. Student wykonał bezbłędnie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi dobrać rodzaj analizy numerycznej, ustawić model fizyczny płynu, zdefiniować warunki brzegowe. Student potrafi dobrać prawidłowy algorytm rozwiązania analizowanego problemu numerycznego. Student potrafi dokonać wizualizacji danych obliczeniowych i interpretacji otrzymanych wyników.
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. Student wykonał bezbłędnie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi prawidłowo dobrać docelowe wartości residualne rozwiązania, monitorować rozwiązania, wykonać studium niezależności rozwiązania od siatki numerycznej.
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 potrafi samodzielnie uzyskać niezbędne dane wejściowe do prawidłowego wykonania symulacji CFD oraz uzasadnić w zespole wybór modeli obliczeniowych.
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 potrafi wykonać w zespole założone zadania związane z przeprowadzeniem numerycznej analizy przepływowej. Student potrafi udokumentować i zaprezentować wykonane obliczenia.

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 W3 K1	N1 N2 N5	F2 P1
EK2		Cel 1 Cel 2	W3 K1 K2 K3 K4 K5 K6	N1 N3	F1 F2 P1
EK3		Cel 2	K1 K2 K3 K4 K5 K6	N3 N4 N5	F1
EK4		Cel 1 Cel 2	K2 K3 K4 K5 K6	N3 N4 N5	F1
EK5		Cel 1 Cel 2	K3 K5 K6	N3 N5	F1
EK6		Cel 2	W3 K1 K2 K3 K4 K5 K6	N2 N3 N4 N5	F1 F2 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | J. H. Ferziger and M. Peric — *Computational Methods for Fluid Dynamics*, Berlin, 2002, Springer
- [2] | J. E. Matsson — *An Introduction to ANSYS Fluent 2021*, Mission, 2021, SDC Publications
- [3] | J. D. Anderson — *Fundamentals of Aerodynamics*, Miejscowość, 2007, Mc Graw-Hill
- [4] | Z. Jaworski — *Numeryczna mech. płynów w inżynierii chemicznej i procesowej*, Warszawa, 2005, Exit

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | S. B. Pope — *Turbulent flows*, Miejscowość, 2000, Cambridge University Press
- [2] | ANSYS — *ANSYS FLUENT Documentation*, Miejscowość, 2021, ANSYS

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

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

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)