

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

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	Metody komputerowe w inżynierii mechanicznej II
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WM INFST oIS A18 22/23
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 Rozszerzenie wiedzy studentów w zakresie metod obliczeniowych rozwiązywania równań różniczkowych opisujących zagadnienia mechaniki ośrodka ciągłego.

Cel 2 Zdobywanie umiejętności modelowania zjawisk przepływowych oraz przygotowania danych wejściowych do symulacji przepływów.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Znajomość podstaw mechaniki ogólnej, mechaniki płynów, podstaw fizyki, oraz rachunku całkowego i różniczkowego w zakresie inżynierskich studiów pierwszego stopnia.
- 2 Znajomość metod obliczeniowych w zakresie studiów inżynierskich.

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 inżynierskiego, 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.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Składniki metody rozwiązywania numerycznego: Model matematyczny, metoda dyskretyzacji, układy współrzędnych i wektorów bazowych, siatka numeryczna, przybliżenia skończone, metoda rozwiązania, kryteria zbieżności.	2
W2	Zastosowanie metod numerycznych mechanice płynów. Przypomnienie podstaw dynamiki płynów. Stan naprężenia i odkształcenia w płynie - tensor naprężenia w płynie i tensor prędkości deformacji. Równania konstytutywne. Równania Naviera-Stokesa.	2
W3	Zasady uśredniania czasowego wielkości opisujących ruch burzliwy. Tensor naprężeń turbulentnych. Równania turbulentnej warstwy przyściennej. Modelowanie wybranych przepływów turbulentnych - hipotezy domykające (modele turbulencji).	4
W4	Numeryczne modelowanie przepływu cieczy i gazów. Dyskretyzacja numeryczna zmiennych, rodzaje solverów, numeryczne modelowanie warstwy przyściennej, stabilność i zbieżność rozwiązania. Przegląd oprogramowania do komputerowej symulacji przepływów	2
W5	Symulacje aerodynamiczne: symulacje opływu poddźwiękowego, okołodźwiękowego i naddźwiękowego.	2

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W6	Symulacje przepływu z ruchomymi elementami; Wprowadzenie do obliczeń przepływów wielofazowych	3

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	Symulacje przepływu zamkniętego: symulacje CDF przepływu 3D cieczy. Podstawowe metody tworzenia siatek przepływowych. Ocena wpływu siatki na osiągnięte rezultaty.	2
K3	Symulacje przepływu zamkniętego: symulacje CDF przepływu 3D cieczy przez zawór kulowy. Zaawansowane metody tworzenia siatek przepływowych. Ocena modeli turbulencji oraz dyskretyzacji numerycznej zmiennych na osiągnięte rezultaty.	4
K4	Symulacje opływu poddźwiękowego: symulacje CDF stacjonarnego opływów ciała stałego przez powietrze. Ocena wpływu siatki, modeli turbulencji oraz dyskretyzacji numerycznej zmiennych na osiągnięte rezultaty. Symulacje opływu poddźwiękowego: symulacje CFD stacjonarnego opływów profilu aerodynamicznego.	4
K5	Symulacje opływu okołodźwiękowego: przepływ CFD powietrza przez dyszę zbieżno-rozbieżną - rozwiązanie 2D (osiowosymetryczne)	2
K7	Weryfikacje efektów kształcenia	1

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Prezentacje multimedialne

N3 Laboratorium komputerowe

N4 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 raport z laboratorium komputerowego.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie raport z laboratorium komputerowego.

NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie raport z laboratorium komputerowego.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90% punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie raport z laboratorium komputerowego.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi zdefiniować pojęcie tensora naprężenia w płynie i tensora prędkości deformacji. Potrafi zapisać równania konstytutywne i równania ruchu Naviera-Stokesa. Student wykonał bezbłędnie raport z laboratorium komputerowego.
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 raport z laboratorium komputerowego.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie raport z laboratorium komputerowego.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie raport z laboratorium komputerowego.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie raport z laboratorium komputerowego.
NA OCENĘ 5.0	Student zna i potrafi omówić składniki metody rozwiązywania numerycznego: model matematyczny, metoda dyskretyzacji, układy współrzędnych i wektorów bazowych, siatka numeryczna, przybliżenia skończone, metoda rozwiązania, kryteria zbieżności. Student wykonał bezbłędnie raport z laboratorium komputerowego.
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 raport z laboratorium komputerowego.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie raport z laboratorium komputerowego.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie raport z laboratorium komputerowego.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie raport z laboratorium komputerowego.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi prawidłowo dobrać docelowe wartości residualne rozwiązania, monitorować rozwiązanie, wykonać studium niezależności rozwiązania od siatki numerycznej. Student wykonał bezbłędnie raport z laboratorium komputerowego.
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 raport z laboratorium komputerowego.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie raport z laboratorium komputerowego.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie raport z laboratorium komputerowego.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie raport z laboratorium komputerowego.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi samodzielnie uzyskać niezbędne dane wejściowe do prawidłowego wykonania symulacji CFD oraz uzasadnić w zespole wybór modeli obliczeniowych. Student wykonał bezbłędnie raport z laboratorium komputerowego.
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. Student wykonał bezbłędnie raport z laboratorium komputerowego.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie raport z laboratorium komputerowego.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie raport z laboratorium komputerowego.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie raport z laboratorium komputerowego.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi wykonać w zespole założone zadania związane z przeprowadzeniem numerycznej analizy przepływowej. Student potrafi udokumentować i zaprezentować wykonane obliczenia. Student wykonał bezbłędnie raport z laboratorium komputerowego.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K1_W02 K1_W09	Cel 1 Cel 2	W2 W3 W5 W6	N1 N2 N4	F1 F2 P1
EK2	K1_W09 K1_W20	Cel 1 Cel 2	W1 W3 K1 K2 K3 K4 K5	N1 N3	F1 F2 P1
EK3	K1_U05 K1_U12 K1_U13 K1_U27	Cel 1 Cel 2	K2 K3 K4 K5 K7	N3 N4	F1
EK4	K1_U05 K1_U12 K1_U13 K1_U27	Cel 1 Cel 2	K2 K3 K4 K5 K7	N3 N4	F1
EK5	K1_U01 K1_U03	Cel 1 Cel 2	K1 K2 K3 K4 K5 K7	N1 N2 N3 N4	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] | M. Pawłucki, M. Kryś — *CFD dla inżynierów : praktyczne ćwiczenia na przykładzie systemu ANSYS Fluent*, Gliwice, 2020, Helion
- [4] | J. Blazek — *Computational fluid dynamics : principles and applications*, Amsterdam, 2015, Elsevier

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | S. B. Pope — *Turbulent flows*, Miejscowość, 2000, Cambridge University Press
- [2] | ANSYS — *ANSYS FLUENT Documentation*, Miejscowość, 2021, ANSYS
- [3] | J. D. Anderson — *Fundamentals of Aerodynamics*, Miejscowość, 2007, Mc Graw-Hill

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)