

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Inżynieria Medyczna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: I

Specjalności: Biomechanika, Inżynieria kliniczna

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Modelowanie procesów przepływowych
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WM IMED oIS B46 25/26
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2.00
SEMESTRY	6

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
6	15	0	0	0	15	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Rozszerzenie wiedzy studentów w zakresie metod obliczeniowych rozwiązywania równań różniczkowych opisujących zagadnienia mechaniki ośrodka ciągłego.

Cel 2 Ćwiczenie umiejętności prezentowania i obrony wyników modelowania i obliczeń.

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.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Student definiuje podstawowe pojęcia z zakresu modelowania przepływu płynów, metod numerycznych stosowanych do symulacji przepływu płynu

EK2 Wiedza Student identyfikuje rodzaj przepływu, przyjmuje odpowiednie model matematyczne do jego opisu, rozróżnia rodzaje siatek obliczeniowych i prawidłowo je dobiera do rozważanego problemu, definiuje odpowiednie warunki brzegowe oraz warunki początkowe.

EK3 Umiejętności Wykonuje podstawowe symulacje przepływowe w komercyjnym programie do obliczeń inżynierskich.

EK4 Umiejętności Ocenia poprawność przeprowadzonych obliczeń numerycznych.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Wprowadzenie do praktycznych obliczeń przepływowych. Wstępne zapoznanie się z systemem ANSYS FLUENT; omówienie sposobu realizacji projektu za pomocą pakietu; konfiguracja programu.	1
P2	Tworzenie siatki, definicja warunków brzegowych. Symulacje stacjonarne i niestacjonarne. Porównanie modeli. Ocena zbieżności rozwiązania. Prezentacja wyników symulacji przepływowej.	2
P3	Symulacja stacjonarna przepływu powietrza przez jamę nosową. Tworzenia siatki przepływowej na podstawie geometrii CAD wygenerowanej z badania TK	6
P4	Symulacja pulsacyjnego przepływu krwi w przestrzeni naczyń krwionośnych	6

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Pojęcia podstawowe z zakresu mechaniki płynów, wymiany ciepła oraz ich metod komputerowych. Przykłady zastosowań symulacji przepływowych w inżynierii medycznej.	3
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.	4

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W3	Definicja i klasyfikacja płynów nienewtonowskich. Model płynów nienewtonowskich. Równania konstytutywne płynów biologicznych.	2
W4	Numeryczne modelowanie przepływu cieczy i gazów. Dyskretyzacja numeryczna zmiennych, rodzaje solverów, numeryczne modelowanie warstwy przysiennej, stabilność i zbieżność rozwiązania. Przegląd programowania do komputerowej symulacji przepływów	4
W5	Strategie modelowania w oprogramowaniu ANSYS/Fluent. Wiarygodność komputerowej symulacji przepływów. Przegląd oprogramowania do komputerowych symulacji przepływów.	2

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia projektowe

N3 Dyskusja

N4 Prezentacja multimedialna

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	2
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	6
Opracowanie wyników	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
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 Kolokwium

F2 Raport wykonania projektu

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Uzyskanie oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia

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	Wymienia i charakteryzuje modele numeryczne przepływu cieczy i gazów. Przedstawia zasady dyskretyzacji numeryczna zmiennych. Identyfikuje rodzaje przepływu i dobiera numeryczne modelowanie warstwy przyściennej. Prawidłowo definiuje i ocenia stabilność i zbieżność rozwiązania.
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 identyfikuje i charakteryzuje rodzaj przepływu, przyjmuje odpowiednie model matematyczne do jego opisu, rozróżnia rodzaje siatek obliczeniowych i prawidłowo je dobiera do rozważanego problemu, definiuje odpowiednie warunki brzegowe oraz warunki początkowe.
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	Potrafi przygotować model obliczeniowy prostego przypadku przepływu czynnika przez geometrie oraz wykonać obliczenia i prawidłowo je odczytać i opisać. Wykonał i udokumentował w formie raportu projekt nr 3.
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.
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 wyjaśnia strategię modelowania w oprogramowaniu ANSYS/Fluent. Weryfikuje wiarygodność komputerowej symulacji przepływów. Wykonuje i udokumentował w formie raportu projekt nr 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		Cel 1	W1 W2 W3	N1 N3 N5	F1 P1
EK2		Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5	N1 N3	F1 P1
EK3		Cel 1 Cel 2	P3 P4	N2 N4 N5	F2 P1
EK4		Cel 2	P1 P2 P3 P4	N2 N4 N5	F2 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Chung T.J. — *Computational Fluid Dynamics*, Cambridge, 2002, Cambridge University Press
- [2] | Matras Z. — *Podstawy mechaniki płynów i dynamiki przepływów cieczy nienewtonowskich*, Kraków, 2006, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej
- [3] | Matsson J. E. — *An Introduction to ANSYS Fluent 2021*, Mission, 2021, SDC Publications

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

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

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)