

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: II

Specjalności: Modelowanie komputerowe w energetyce

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Metody obliczeniowe w mechanice płynów
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Computational methods in fluid mechanics
KOD PRZEDMIOTU	WIŚIE EN oIIS D6 22/23
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	3.00
SEMESTRY	2

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	CWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
2	15	0	0	30	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie studentów z podstawowymi równaniami mechaniki płynów

Cel 2 Zapoznanie studentów z zagadnieniami dyskretyzacji równań modelowych

Cel 3 Zapoznanie studentów z ogólnymi algorytmami dla zadań nieliniowych

Cel 4 Zapoznanie studentów z metodą objętości skończonych Umiejętność wykorzystania kodu komercyjnego do symulacji prostych zjawisk przepływowych.

Cel 5 Nabycie umiejętności pracy w zespole

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Znajomość rachunku różniczkowego i całkowego, znajomość mechaniki płynów na poziomie I stopnia kształcenia

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Student zna podstawowe zasady zachowania

EK2 Umiejętności Student potrafi zapisać bilans masy płynu i zasadę pędu w mechanice płynów. Sformułowanie zachowawcze i niezachowawcze.

EK3 Wiedza Student zna podstawowe typy dyskretyzacji równań modelowych oraz warunków brzegowych i początkowych.

EK4 Umiejętności Student potrafi oszacować rząd dokładności aproksymacji nieliniowych równań modelowych, potrafi określić warunki stabilności obliczeń.

EK5 Wiedza Student zna sposoby symulacji przepływów nieściśliwych. Sformułowanie równań ruchu płynu dla funkcji prądu i wirowości. Metoda korelacji ciśnienia dla przepływów nieściśliwych.

EK6 Umiejętności Student potrafi wykorzystać metodę objętości skończonych dla przepływów ściśliwych. Potrafi wykorzystać kod komercyjny do symulacji prostych zjawisk przepływowych.

EK7 Kompetencje społeczne Student współpracuje w zespole

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Równania wynikające z bilansu masy, pędu i energii. Tensor naprężeń w płynie. Tensor prędkości deformacji. Tensor naprężeń Reynoldsa. Modelowanie wybranych przepływów turbulentnych - hipotezy domykające.	4
W2	Sformułowanie zachowawcze i niezachowawcze równań ruchu płynu. Podstawowe schematy dyskretyzacji równań modelowych (równań ruchu płynu). Stabilność rozwiązań warunek CFL.	5
W3	Metody symulacji przepływów nieściśliwych. Metoda objętości skończonych dla przepływów nieściśliwych oraz dla przepływów ściśliwych. Podstawowe informacje na temat metod spektralnych w mechanice płynów	6

LABORATORIA KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
K1	Przegląd modeli matematycznych i fizycznych w mechanice płynów	4
K2	Wykorzystanie podstawowych schematów dyskretyzacji równań modelowych i warunków brzegowych oraz początkowych. Użycie schematów różnicowych wyższego rzędu dokładności.	4
K3	Wykorzystanie ogólnych algorytmów dla zadań nieliniowych. Sposoby linearyzacji równań różnicowych. Wykorzystanie iteracji prostych i iteracji w pseudo-czasie.	6
K4	Symulacja przepływów nieściśliwych z wykorzystaniem równań ruchu płynu dla funkcji prądu i wirowości pola prędkości. Symulacja przepływów nieściśliwych z wykorzystaniem równań ruchu płynu zapisanych dla wielkości prymitywnych.	8
K5	Symulacja przepływów ściśliwych za pomocą metody objętości skończonych z użyciem uśredniania Favre. Modelowanie i symulacja przepływów gazu z występowaniem fal uderzeniowych.	8

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

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	45
Konsultacje przedmiotowe	1
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	27
Opracowanie wyników	15
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	90
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	3.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Test

F3 Ćwiczenie praktyczne

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Konieczność uzyskania oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia

W2 Ocena końcowa ustalana jest na podstawie średniej arytmetycznej ocen ze wszystkich przeprowadzonych testów

OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Test

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1

NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60 % wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70 % wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80 % wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90 % wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100 % wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55 % wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60 % wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70 % wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80 % wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90 % wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100 % wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55 % wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60 % wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70 % wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80 % wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90 % wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100 % wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	

NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55 % wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60 % wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70 % wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80 % wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90 % wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100 % wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 6	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55 % wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60 % wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70 % wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80 % wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90 % wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100 % wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 7	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55 % wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60 % wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70 % wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80 % wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90 % wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100 % wymaganego

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_W03	Cel 1	W1 K1	N1 N2 N4	F1 F2

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK2	K2_U01	Cel 2	W2 K2 K3	N1 N2 N4	F1 F3
EK3	K2_W01	Cel 3	W1 W2 K1 K2 K3	N1 N2 N4	F1 F2 F3
EK4	K2_U15	Cel 4	W2 W3 K1 K2 K3	N1 N2 N4	F1 F2 F3
EK5	K2_W03	Cel 4	W3 K2 K3 K4	N1 N2 N4	F1 F3
EK6	K2_U15	Cel 4	W3 K3 K4	N1 N2 N4	F1 F3 P1
EK7	K2_K02	Cel 5	K4 K5	N1 N2 N4	F1 F2 F3

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Ryszard Gryboś** — *Podstawy mechaniki płynów*, Warszawa, 2002, PWN
- [2] | **J.C. Tannehill, D. A. Anderson, R. H. Pletcher** — *Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer*, London, 1997, Taylor & Francis Ltd.
- [3] | **H. K. Versteeg & Malalasekara W.** — *An introduction to computational fluid dynamics*, England, 2007, Prentice Hall

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **Kazimierz Rup** — *Procesy przenoszenia zanieczyszczeń w środowisku naturalnym*, Warszawa, 2006, WNT
- [2] | **Frank White** — *Fluid Mechanics*, Boston, 2008, McGraw - Hill

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Kazimierz Rup (kontakt: krup@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 prof.dr hab.inż. Kazimierz Rup (kontakt: krup@pk.edu.pl)
- 2 dr hab. inż.,prof. PK Piotr Dzierwa (kontakt: pdzierwa@pk.edu.pl)
- 3 dr hab. inż. Artur Cebula (kontakt: acebula@pk.edu.pl)



13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....
.....
.....