

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim: Modelowanie matematyczne instalacji energetycznych	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Mathematical Modeling of Energy Generation Installations	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Poziom i forma studiów:	II stopień, niestacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu	W09ENG-NM0005
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	18		36		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	120		120		
Forma zaliczenia	Egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	4		4		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		4		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2		3		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Umiejętność tworzenia geometrii 3-D w programach inżynierskich.
2. Wiedza z zakresu wymiany ciepła i mechaniki płynów.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 – przekazanie wiedzy na temat metod symulacji zjawisk cieplno-przepływowych
- C2 – przekazanie wiedzy na temat sposobów optymalizacji systemów energetycznych
- C3 – wykształcenie umiejętności dobierania siatki numerycznej do określonej geometrii
- C4 – wykształcenie umiejętności wykonywania obliczeń numerycznych dla prostych i złożonych zjawisk przepływowo-cieplnych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 – ma wiedzę na temat równań opisujących wymianę ciepła i ruch płynu
- PEU_W02 – ma wiedzę dotyczącą zjawiska turbulencji i jej modeli
- PEU_W03 – posiada wiedzę na temat metod numerycznego rozwiązywania zagadnień wymiany ciepła
- PEU_W04 – jest zaznajomiony z metodami numerycznego rozwiązywania zagadnień przepływowych ustalonych i nieustalonych
- PEU_W05 – zna rodzaje warunków brzegowych oraz początkowych stosowanych w analizie zjawisk przepływowo-cieplnych
- PEU_W06 – ma wiedzę o najczęściej występujących błędach w symulacjach CFD i ich wpływie na obliczenia
- PEU_W07 – ma podstawową wiedzę na temat metody LES
- PEU_W08 – zna metody optymalizacji systemów energetycznych

Z zakresu umiejętności:

- PEU_U01 – potrafi generować geometrie i siatki numeryczne
- PEU_U02 – ma umiejętność oceny wpływu zagęszczenia siatki na wyniki obliczeń
- PEU_U03 – potrafi wykonywać obliczenia numeryczne ustalonych i nieustalonych procesów cieploprzepływowych
- PEU_U04 – potrafi wykonywać obliczenia numeryczne przepływu przez urządzenia energetyczne
- PEU_U05 – posiada umiejętność analizowania wyników obliczeń i wyciągania właściwych wniosków

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie do Numerycznej Mechaniki Płynów (Computational Fluid Dynamics (CFD)), opis równań dotyczących wymiany ciepła i zjawisk przepływowych.	2
Wy2	Zjawisko turbulencji. Modele turbulencji.	2
Wy3	Metoda objętości skończonych dla ustalonych zagadnień przepływowocieplnych.	2
Wy4	Algorytmy do obliczania pól ciśnienia i prędkości w przepływach płynów.	2
Wy5	Iteracyjne metody rozwiązywania układów równań algebraicznych.	2
Wy6	Metoda objętości dla przepływów nieustalonych.	2
Wy7	Rodzaje warunków brzegowych i ich zastosowanie, rodzaje błędów w symulacjach CFD i ich wpływ na obliczenia.	2

Wy8	Wprowadzenie do metody Large Eddy Simulation (LES). Optymalizacja systemów energetycznych z przykładami.	2
Wy9	Rodzaje błędów w symulacjach CFD i ich wpływ na obliczenia	2
	Suma godzin	18

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie do kursu. Przedstawienie wykorzystywanych narzędzi. Model termodynamiczny instalacji energetycznej. Wstępna analiza pracy instalacji.	4
La2,	Przepływ przez rurę zaizolowaną. Obliczenia CHT, obliczenia strat liniowych i miejscowych ciśnienia, strat egzergicznych.	8
La3	Wpływ siatki numerycznej i założeń symulacji na wyniki obliczeń i koszt obliczeniowy. Prezentacja wyników obliczeń, obróbka danych i sporządzenie raportu	4
La4	Obliczenia CFD wymiennika ciepła. Generacja bazowej geometrii wymiennika i dyskretyzacja jej fragmentu. Obliczenia CFD i prezentacja wyników. Analiza strat egzergicznych. Optymalizacja konstrukcji wymiennika względem produkcji entropii. Redakcja raportu.	4
La5	Obliczenia CFD pompy czynnika roboczego. Generacja bazowej geometrii pompy. Dobór punktu pracy. Dyskretyzacja geometrii, obliczenia CFD i prezentacja wyników. CFX-turboGrid. Modyfikacje geometrii pompy. Obliczenia CFD w celu wyznaczenia optymalnego kształtu. Redakcja raportu.	4
La6	Obliczenia CFD nagrzewnicy/chłodnicy. Generacja geometrii i jej dyskretyzacja. Obliczenia numeryczne z uwzględnieniem promieniowania. Redakcja raportu.	
La7, La8	Obliczenia CFD sprężarki/rozprężarki. Dobór maszyny i jej parametrów konstrukcyjnych. Tworzenie geometrii i jej dyskretyzacja. Obliczenia numeryczne i analiza wyników. Redakcja raportu.	8
La9	Aktualizacja bilansu termodynamicznego obiegu energetycznego o dane pozyskane z analiz CFD. Obliczenia termoeconomiczne. Analiza możliwości modyfikacji układu. Raport końcowy.	4
	Suma godzin	36

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
<p>N1. Prezentacja multimedialna.</p> <p>N2. Program do generowania geometrii oraz siatek numerycznych m.in. ANSYS Spaceclaim i ANSYS Meshing.</p> <p>N3. Program do przeprowadzania symulacji m.in. ANSYS CFX</p> <p>N4. Konsultacje</p>

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA- wykład

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEU_W01- PEU_W08	egzamin

CENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA-laboratorium

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U05	Sprawozdanie z projektu nr I
F2	PEU_U01, PEU_U03- PEU_U05	Sprawozdanie z projektu nr II
F3	PEU_U01, PEU_U03- PEU_U05	Sprawozdanie z projektu nr III
F4	PEU_U01, PEU_U03- PEU_U05	Sprawozdanie z projektu nr IV
F5	PEU_U01, PEU_U03- PEU_U05	Sprawozdanie z projektu nr IV
F6	PEU_U05	Raport końcowy
P=0,1F1+0,15F2+0,15F3+0,15F4+0,15F5+0,3F6		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Patankar S., Numerical Heat Transfer And Fluid Flow, McGraw-Hill, Book Company, 1980.
- [2] Versteeg H. K., Malalasekera W., An Introduction to Computational Fluid Dynamics. The Finite Volume Method, 2nd ed., Pearson Education Limited, 2007.
- [3] Anderson J. D., Computational Fluid Dynamics. The Basics with Applications., McGraw-Hill Book Company, 1995.
- [4] Jaworski Z., Numeryczna mechanika płynów w inżynierii chemicznej i procesowej.
- [5] Kudela H., Matematyczne wprowadzenie do mechaniki płynów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2016.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Tannehill J. C., Anderson D. A., Pletcher R. H., Computational Fluid Mechanics And Heat Transfer, Taylor & Francis, 1997.
- [2] Ferziger J. H., Peric M., Computational Methods For Fluid Dynamics, 3rd ed., Springer, 2007.
- [3] Hoffmann K. A., Chiang S. T., Computational Fluid Dynamics, 4th edition, vol. I,II,III, Engineering Education System, 2000.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Sławomir Pietrowicz, slawomir.pietrowicz@pwr.edu.pl