

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Symulacje procesów metodą CFD				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Simulation of processes with the use of CFD method				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Inżynieria Chemiczna i Procesowa				
Specjalność (jeśli dotyczy):	Projektowanie procesów chemicznych, Inżynieria procesów chemicznych				
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Kod przedmiotu	ICC023054				
Grupa kursów	NIE				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		90		
Forma zaliczenia	Egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0.5		1		
WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH					
1. Znajomość matematyki na poziomie umożliwiającym zrozumienie równań transportu w układach jedno-i wielofazowych, przy przepływie laminarnym i burzliwym					
2. Znajomość podstaw ruchu pędu, ciepła i masy w aparaturze chemicznej					
CELE PRZEDMIOTU					
C1. Zapoznanie studentów z podstawami metod CFD i obszarami ich zastosowań					
C2. Uzyskanie podstawowej wiedzy dotyczącej równań opisujących procesy transportu pędu, ciepła i masy przy przepływie laminarnym					
C3. Zapoznanie studentów z podstawowymi modelami opisującymi przepływ burzliwy					
C4. Zapoznanie studentów z podstawowymi modelami opisującymi przepływ układów wielofazowych					
C5. Zapoznanie studentów z podstawami metod numerycznych rozwiązywania równań transportu w różnych przypadkach przepływu					
C6. Uzyskanie podstawowych umiejętności wykonywania obliczeń CFD ruchu pędu, ciepła i masy przy przepływie laminarnym i burzliwym, w układach jedno i wielofazowych, ustalonych i nieustalonych za pomocą wybranego pakietu oprogramowania					

#### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

##### Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 -zna zasady budowania modeli matematycznych procesów i ich rozwiązywania metodami CFD

##### Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - umie zbudować matematyczny model procesu i wykonać obliczenia symulacyjne za pomocą oprogramowania CFD

PEK\_U02 - umie wykonać obliczenia projektowe wybranych operacji jednostkowych za pomocą oprogramowania CFD

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zapoznanie z podstawami metod CFD, ich wadami i zaletami, obszarem zastosowań	1
Wy2	Przedstawienie równań transportu pędu, ciepła i masy płynu newtonowskiego, przy przepływie laminarnym, jednofazowym	1
Wy3	Definicja burzliwości, różne podejścia do opisu przepływów burzliwych	1
Wy4	Przedstawienie modeli burzliwości	1
Wy5	Różne sposoby opisu strefy przyściennej	1
Wy6	Przedstawienie podstaw numerycznych metod rozwiązywania równań transportu pędu, ciepła i masy (metody różnic i elementów skończonych, objętości kontrolnej)	1
Wy7	Schematy interpolacyjne i obliczanie ciśnienia	1
Wy8	Opis warunków brzegowych	1
Wy9	Siatka numeryczna (różne rodzaje i sposoby generowania)	1
Wy10	Metody oceny i poprawy jakości siatki numerycznej	1
Wy11	Ogólny podział modeli opisujących przepływy wielofazowe	1
Wy12	Modele pseudohomogeniczne VOF i Level Set	1
Wy13	Modele Eulerowsko-Eulerowskie	1
Wy14	Modelowanie Eulerowsko-Lagrange'owskie	1
Wy15	Wybór odpowiedniego modelu wielofazowego	1
	Suma godzin	15
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Podstawowe informacje o interfejsie użytkownika pakietu CFD, poruszanie się po programie, rozwiązanie prostego przykładu przepływu laminarnego w rurze, tworzenie prostej geometrii, generowanie siatki, definiowanie warunków brzegowych	2
La2	Modelowanie przepływu jednofazowego, laminarnego w różnych aparatach chemicznych w geometrii 2D, 2D osiowosymetrycznej i 3D, porównanie wyników	2
La3	Modelowanie przepływu jednofazowego, burzliwego w różnych aparatach chemicznych w geometrii 2D, 2D osiowosymetrycznej i 3D, zastosowanie różnych modeli burzliwości, porównanie wyników	2
La4	Modelowanie ruchu ciepła przez przewodzenie w różnych aparatach chemicznych	2
La5	Modelowanie ruchu ciepła przez przewodzenie z nałożoną konwekcją i radiacją w różnych aparatach chemicznych	2
La6	Modelowanie przepływu z dyfuzją oraz reakcją chemiczną	2
La7	Modelowanie przepływu jednofazowego izotermicznego dla układów nieustalonych	
La8	Modelowanie przepływu jednofazowego z ruchem ciepła dla układów nieustalonych	2
La9	Symulacja przepływu wielofazowego z zastosowaniem modelu VOF	2
La10	Symulacja ustalonego przepływu wielofazowego gaz-ciało stałe za pomocą modelu Eulerowsko-Eulerowskiego	2
La11	Symulacja nieustalonego przepływu wielofazowego gaz-ciało stałe za pomocą modelu Eulerowsko-Eulerowskiego	2
La12	Symulacja ustalonego przepływu wielofazowego ciecz-ciecz za pomocą modelu Eulerowsko-Eulerowskiego	2
La13	Symulacja nieustalonego przepływu wielofazowego ciecz-ciecz za	2

	pomocą modelu Eulerowsko-Eulerowskiego	
La14	Wyznaczanie trajektorii ruchu cząstek przy przepływie wielofazowym za pomocą modelu Eulerowsko-Lagrangowskiego	2
La15	Kolokwium	2
	Suma godzin	<b>30</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. wykład z prezentacją multimedialną N2. wykonanie symulacji komputerowej		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P (wykład)	PEK_W01	egzamin końcowy
P (laboratorium)	PEK_U01 PEK_U02	kolokwium końcowe
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b> [1] Z. Jaworski, Numeryczna mechanika płynów w inżynierii chemicznej i procesowej, Wydawnictwo EXIT, Warszawa 2005.		
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b> [1] J. D. Anderson, Computational Fluid Dynamics: The Basics with Application, McGraw-Hill, New York 1995 [2] Ansys Fluent Help [3] Comsol Multiphysics Help		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
dr inż. Wojciech Ludwig, wojciech.ludwig@pwr.edu.pl		