

Załącznik do Uchwały RWCh Nr 7/2016 z dnia 10.02.2016 r.



**POLITECHNIKA RZESZOWSKA im. I. Łukasiewicza**

Wydział	Wydział Chemiczny
Studia	III stopnia (doktoranckie)
Dyscyplina	Inżynieria chemiczna

**KARTA MODUŁU**

Nazwa modułu		Komputerowe obliczanie przepływów (Computational fluid dynamics)			
Kod modułu		Grupa przedmiotów	kierunkowych		
Koordynator modułu		Dr hab. Anna Kucaba-Piętał, Prof. PRz			
Osoby prowadzące zajęcia		Dr inż. Małgorzata Kmiotek			
Wymiar i forma zajęć		20 h, wykład			
Rok studiów	2-4	Semestr	IV-VII	Obowiązuje od roku akademickiego	2018/2019
<b>Opis efektów kształcenia dla modułu</b>					
Nr efektu kształcenia	Doktorant, który zaliczył moduł wie/umie/potrafi	Symbol efektu	Sposób weryfikacji efektów kształcenia		
1	Ma dobrze podbudowaną teoretycznie wiedzę na temat komputerowych metod obliczeniowych mechaniki płynów	IC_W_02	Test końcowy		
2	Rozumie potrzebę oraz potrafi pozyskiwać informacje i uzupełniać wiedzę o nowych osiągnięciach/metodach z obszaru numerycznego modelowania przepływów	IC_U_02	Test końcowy		
3	Potrafi rozwiązywać złożone zadania i problemy związane z modelowaniem dla różnych geometrii modeli przepływowych.	IC_U_03	Test końcowy		
4	Potrafi praktycznie wykorzystać metody komputerowe numerycznej mechaniki płynów w celu uzyskania danych dla badań własnych.	IC_U_06	Test końcowy		
5	Rozumie i odczuwa potrzebę ciągłego doksztalcenia się z zakresu przedmiotu komputerowe obliczenia przepływów	IC_K_02	Test końcowy		

## Treści modułu (program zajęć)

(2h) Wprowadzenie do obliczeń przepływów metodą elementów skończonych do rozwiązywania równań z wykorzystaniem programu Adina R&D, Inc. Zapoznanie się z interfejsem. Omówienie modułów: preprocesora, solvera, postprocesora Adiny celem praktycznego rozwiązywania zagadnień przepływowych (Z1, Z2, Z3, Z4, Z5):

**Z1 (4h):** Obliczenia przepływów laminarnych (Poiseuille'a) dla płynu Newtonowskiego w rurze prostej. Definiowanie geometrii obszaru przepływowego. Tworzenie siatek (gridowanie) w obszarze przepływowym (siatki jednorodne i niejednorodne). Określenie rodzaju warunków brzegowych dla obszaru przepływowego i warunków początkowych. Wprowadzenie stałych reologicznych płynu oraz rodzaju modelu przepływu. Wykonanie obliczeń przepływu dla płynu Newtonowskiego dla różnych liczb Reynoldsa. Postprocesing - wyznaczenie pola prędkości i ciśnień, wektorów prędkości w rozpatrywanym obszarze.

**Z2 (4h):** Określenie wpływu przewężenia rurociągu na obraz przepływu. Tworzenie siatek (gridowanie) na obszarze przepływowym (siatki niestrukturalne). Wpływ siatki na dokładność obliczeń. Wykonanie obliczeń przepływu dla płynu Newtonowskiego dla różnych liczb Reynoldsa. Postprocesing - wyznaczenie pola prędkości i linii prądu w rozpatrywanym obszarze. Powtórzenie cyklu obliczeń dla płynu nie-Newtonowskiego.

**Z3 (4h):** Obliczenia przepływów turbulentnego w rurze zakrzywionej. Definiowanie geometrii obszaru przepływowego. Wykonanie obliczeń numerycznych przepływu dla różnych liczb Reynoldsa, różnych modeli turbulencji. Analiza porównawcza pola prędkości dla różnych modeli turbulencji.

**Z4 (3h):** Wpływ geometrii przeszkody na przepływ w kanale. Definiowanie geometrii obszaru przepływowego dla kanału z przeszkodą. Wykonanie obliczeń przepływu w kanale z przeszkodą sztywną dla różnych liczb Reynoldsa. Postprocesing - wyznaczenie pola prędkości i ciśnień, wektorów prędkości i linii prądu w rozpatrywanym obszarze. Obliczenie współczynnika strat miejscowych dla różnych geometrii przeszkody.

**Z5 (3h):** Reakcja elastycznej przeszkody (FSI - Fluid Structure Interaction) na przepływ w kanale. Dobór materiału dla przeszkody elastycznej. Wykonanie obliczeń przepływu w kanale z przeszkodą elastyczną dla różnych liczb Reynoldsa. Analiza porównawcza pola prędkości dla kanału z przeszkodą sztywną (Z4) i kanału z przeszkodą elastyczną (Z5) w celu określenia wpływu elastyczności przeszkody na rozwój wirowości.

## Wymagania wstępne i dodatkowe

## Zalecana literatura i pomoce naukowe

Adina R&D, Inc. Theory and Modeling Guide, Volume III: ADINA CFD&FSI, Report 2015,  
Kazimierski Z.: Podstawy Mechaniki Płynów i Metod Komputerowej Symulacji Przepływów,  
Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2004  
Skrzat A.: Ćwiczenia laboratoryjne z metody elementów skończonych a programie Adina. Oficyna  
Wydawnicza Politechniki rzeszowskiej, Rzeszów 2003

<b>Nakład pracy doktoranta (bilans punktów ECTS)</b>	
Forma nakładu pracy doktoranta (udział w zajęciach, przygotowanie do zajęć, przygotowanie prezentacji, przygotowanie do zaliczenia, przygotowanie do egzaminu, egzamin itp.)	Obciążenie doktoranta [h]
Udział w zajęciach	20
Przygotowanie do zajęć	10
Przygotowanie do egzaminu	20
Egzamin	5
Studiowanie zalecanej literatury:15 godz./semestr	15
Sumaryczne obciążenie pracą doktoranta	70
<b>Punkty ECTS za moduł</b>	2
<p><b>Warunki zaliczenia modułu i ocena końcowa (OK):</b></p> <p>Warunkiem zaliczenia modułu jest napisanie testu z przedmiotu obejmującego zagadnienia poruszane na wykładzie i uzyskanie oceny pozytywnej. Test otwarty, 20 pytań , max ilość punktów możliwa do uzyskania 60 ( 3 punkty na każde pytanie).</p> <p>Oceny: 55-60: bardzo dobry, 50-55: + dobry, 45-50: + dost, 40-45: dost.</p> <p><b>Ocena końcowa (OK) jest równa ocenie z egzaminu.</b></p>	
<p><b>Uwagi:</b></p> <p>Zadania obliczeniowe Z1, ..., Z5 będą wykonywane interaktywnie przez doktorantów w pracowni komputerowej z zainstalowanym oprogramowaniem Adina. Możliwa jest modyfikacja zadań przepływowych.</p>	

Koordinator modułu\*

Kierownik katedry/zakładu\*

Kierownik studiów  
doktoranckich\*

\_\_\_\_\_  
Data, podpis

\_\_\_\_\_  
Data, podpis

\_\_\_\_\_  
Data, podpis

\*karty modułu w wersji elektronicznej nie zawierają podpisu