



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Podstawy numerycznej mechaniki płynów

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria chemiczna i procesowa

Studia w zakresie (specjalność)

Inżynieria chemiczna

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

2/3

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratoria

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

Projekty/seminaria

30

### Liczba punktów ECTS

3

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Maciej Staszak

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

### Wymagania wstępne

Podstawowa znajomość pojęć stosowanych w narzędziach typu CAD związanych z graficznym tworzeniem modeli inżynierskich 2D/3D (np.: AutoCAD, Solid Edge itp.) oraz ogólna orientacja w sposobie ich działania.

### Cel przedmiotu

Przedmiot ma na celu zaznajomienie studentów z nowoczesnym sposobem symulacyjnego analizowania



procesów przepływowych oraz projektowania urządzeń w zakresie inżynierii chemicznej przy wykorzystaniu metody objętości skończonej (MOS).

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza

Student zna metodykę tworzenia modeli w technice CFD. Student zna modele reologiczne, modele domknięcia, modele dyfuzji wieloskładnikowej oraz modele dla układów wielofazowych wykorzystywane w symulacjach. Ponadto student zna narzędzia stosowane na poszczególnych etapach prowadzenia obliczeń. Student zna różnicę pomiędzy klasycznym inżynierskim podejściem obliczeniowym a metodyką MOS. K\_W01

#### Umiejętności

Student potrafi wykonać symulację przepływu dobierając odpowiedni układ modeli do danego zagadnienia. W szczególności student potrafi budować geometrie dwu i trójwymiarowe, potrafi dobrać odpowiednie warunki brzegowe oraz zdefiniować je w środowisku narzędzia Fluent. Ponadto student potrafi analizować uzyskane rezultaty oraz wyprowadzać z nich dodatkowe wyniki pochodne. Student potrafi uzyskać i interpretować wyniki w układzie trój, dwu i zerowymiarowym. K\_U07, K\_U09

#### Kompetencje społeczne

Student rozumie doniosły wpływ jaki niesie stosowanie nowoczesnych metod obliczeniowych na redukcję kosztów prowadzenia projektowania. Student rozumie znaczenie poziomów gotowości technologicznej oraz potrafi odnieść obliczenia w technice MOS do odpowiedniego ich etapu. Student jest świadomy, że technika MOS cały czas upowszechnia się w komercyjnych środowiskach projektowych oraz że proces ten jest długotrwały ze względu na duże zapotrzebowanie na moc obliczeniową oraz stromą krzywą uczenia. K\_K01, K\_K06

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Test, w którym nacisk położony jest w głównej mierze na zadaniach odpowiedniego doboru modeli do zadanych przypadków przepływowych. Ponadto test zawiera także pytania z obszaru teoretycznego związanego z techniką CFD oraz stosowanymi modelami obliczeniowymi. Próg zaliczeniowy to zebranie przynajmniej połowy punktacji możliwej do uzyskania na podstawie udzielonych odpowiedzi.

Ocena wykonania zadanych projektów w następujących obszarach:

poprawność wykonania geometrii, poprawność wykonania siatki, poprawność wyboru modeli fizycznych (np.: modele dyfuzji, modele wielu faz, modele turbulencji, modele reakcji chemicznej), poprawność wyboru modelu reologicznego dla wskazanych płynów, poprawność wyboru warunków brzegowych, w szczególnych przypadkach poprawność wyboru warunków początkowych, zasadność wyboru schematów dyskretyzacji, jakość otrzymanych rezultatów mierzona wybraną miarą zbieżności, poprawność obliczeń postprocesowych ze szczególnym uwzględnieniem uśredniania oraz sumowania dwu i trójwymiarowych pól fizycznych. W szczególnych przypadkach wyznaczenie dodatkowych wielkości np.: przestrzennego profilu wybranej funkcji termodynamicznej.



Forma zdalna nie różni się od formy stacjonarnej co do zasady prowadzenia zaliczeń. Student tak samo jak w formie stacjonarnej wykonuje zadany projekt mając do dyspozycji komputer do którego łączy się z domu. Prowadzący ocenia projekt i dyskutuje związane z nim problemy zdalnie w takiej jak na zajęciach stacjonarnych.

### **Treści programowe**

Trójwymiarowy opis przepływu w formie bilansu pędu, masy oraz energii. Modele reologiczne, turbulencji, przepływów wielofazowych i transportu masy. Modelowanie dyfuzji w sensie prawa Ficka oraz Maxwella-Stefana, wykorzystanie kinetycznej teorii gazów Chapmana-Enskoga. Dwu i trójwymiarowe pola zmiennych skalarnych, wektorowych oraz tensorowych. Stosowanie operatorów gradientu, dywergencji i rotacji. Stosowanie operacji całkowania w sensie całek liniowych, powierzchniowych oraz objętościowych. Definiowanie modeli i prowadzenie obliczeń w środowisku Ansys Workbench.

### **Metody dydaktyczne**

Wykład w formie prezentacji wraz z wyprowadzeniami kluczowych zagadnień w technice CFD, w tym równania Naviera-Stokesa.

Obszerne omówienie teorii wraz z przykładami symulacji tworzonymi na żywo razem z grupą studencką. Przedstawienie sposobu budowy geometrii na etapie preprocesingu, tworzenia siatek obliczeniowych, ustawiania modelu z podkreśleniem znaczenia paralelizacji oraz postprocesingu otrzymywanych rezultatów.

### **Literatura**

Podstawowa

CFD dla inżynierów. Praktyczne ćwiczenia na przykładzie systemu ANSYS Fluent, Mateusz Pawłucki, Maciej Kryś

The Finite Element Method for Fluid Dynamics, O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor, P. Nithiarasu

Uzupełniająca

Boundary-Layer Theory, Hermann Schlichting, Klaus Gersten



**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	75	3,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	45	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć projektowych, przygotowanie do testu, wykonanie zadań projektowych) <sup>1</sup>	30	1,0

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności