



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Numeryczna termomechanika

### Przedmiot

Kierunek studiów

Lotnictwo i kosmonautyka

Studia w zakresie (specjalność)

-

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

3/5

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratoria

30

Inne (np. online)

-

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

4

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Robert Kłosowiak

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

-

email: robert.klosowiak@put.poznan.pl

tel. 61 665 23 31

Instytut Energetyki Ciepłej

ul. Piotrowo 3; 60-965 Poznań

### Wymagania wstępne

Podstawowe wiadomości z zakresu modelowania geometrii 3D znajomość zagadnień procesów przepływu ciepła w maszynach i urządzeniach ciepło- przepływowych. Umiejętność opisu i definiowania złożonych procesów przepływu ciepła. Umiejętność efektywnego samokształcenia w dziedzinie związanej z wybranym kierunkiem zawodowym. Ma świadomość konieczności poszerzania swoich kompetencji, gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu

### Cel przedmiotu

Opanowanie narzędzi inżynierskich do rozwiązywania zagadnień ciepło przepływowych z wykorzystaniem modelowania numerycznego. Poznanie metod opisu różnych procesów przepływu ciepła występujących w założone procesy konwersji energii cieplnej i mechanicznej w celu modernizacji



lub przebudowy układów technologicznych w obszarach związanych z energetyką cieplną, ogrzewnictwem i chłodnictwem. Praktyczne opanowanie umiejętności opisu realizacji efektywnych procesów cieplnych w których występują procesy wymiany ciepła, pędu i masy.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza

ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie przetwarzania danych do CFD, optymalizowania symulacji numerycznych, ilościowej i jakościowej analizy danych, wizualizacji danych, ze szczególnym uwzględnieniem zjawisk wymiany ciepła pędu i masy w zagadnieniach lotniczych.

ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu termodynamiki technicznej tj. teorii przemian termodynamicznych, przepływu ciepła, maszyn cieplnych i chłodzących, w zagadnieniach lotniczych z uwzględnieniem zjawisk wymiany ciepła pędu i masy.

ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu mechaniki płynów, w szczególności aerodynamiki, oraz wiedzę umożliwiającą powiązania ze zjawiskami przepływu masy, pędu i energii.

#### Umiejętności

potrafi pozyskiwać informacje z literatury, internetu, baz danych i innych źródeł. Potrafi integrować uzyskane informacje, interpretować i wyciągać z nich wnioski w celu optymalizacji zjawisk transportu ciepła pędu i energii.

potrafi przeprowadzić elementarne obliczenia techniczne w zakresie mechaniki płynów i termodynamiki, takie jak np. bilanse cieplne i masowe, straty ciśnienia w przepływach wokół technicznych obiektów latających i ich modułów, a szczególnie prowadzić analizy wymiany ciepła w poszczególnych częściach TSO.

potrafi przeprowadzić eksperyment badawczy wykorzystując aparaturę pomiarową, symulacje komputerowe, potrafi wykonywać pomiary, takie jak np. pomiary temperatur, prędkości i natężenia przepływu, ciśnienia i działających sił oraz interpretować wyniki i wyciągać wnioski

#### Kompetencje społeczne

Ma świadomość ważności zachowania zasad etyki zawodowej

potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania na podstawie dostępnej wiedzy

Rozumie potrzebę krytycznej oceny posiadanej wiedzy i ciągłego kształcenia się

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych i złożenie sprawozdania z ćwiczenia

Kolokwium zaliczeniowe



## Treści programowe

Przewodzenie w typowych konfiguracjach geometrycznych. Konwekcja ciepła, równanie różniczkowe, modele turbulencji, konwekcja w kanałach zamkniętych, konwekcja przy opływie powierzchni, konwekcja w szczelinach. Promieniowanie cieplne. Zastosowanie promieniowania w przeanalizowanych wcześniej geometriach. Dyskretyzacja równań wymiany ciepła pędu i masy.

## Metody dydaktyczne

wykład, opis, dyskusja, samodzielne ćwiczenia praktyczne, laboratoria

## Literatura

Podstawowa

1. Brodowicz K.: Teoria wymienników ciepła i masy, PWN 1982
2. Hobler T.: Ruch ciepła i wymienniki, WNT 1979
3. Kostowski E.: Przepływ ciepła, Wyd. P. Śl. 1991
4. Kostowski E.: Zbiór zadań z przepływu ciepła, Wyd. P. Śl. 1988
5. Staniszewski B. Red.: Wymiana ciepła ? zadania i przykłady, PWN 1965
6. Staniszewski B.: Wymiana ciepła, PWN 1979
7. Wiśniewski St., Wiśniewski T.: Wymiana ciepła, WNT 1997
8. Holman J.P., Heat transfer, London McGraw-Hill 1992
9. Incropera F.P., De Witt D.P.: Fundamentals of Heat and Mass Transfer, John Wiley & Sons, New York 2002

Uzupełniająca

Patankar S.V., Numerical Heat Transfer and Fluid Flow, CRC Press, 1980.

Guo Z, Shu C., Lattice Boltzmann Method and Its Applications in Engineering (Advances in Computational Fluid Dynamics), World Scientific, 2013

Mohamad A.A., Lattice Boltzmann Method: Fundamentals and Engineering Applications with Computer Codes, Springer, 2011.



### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	45	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, przygotowanie do kolokwium) <sup>1</sup>	55	2,0

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