



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Numeryczna termomechanika [S1Lot1-SLiPL>NT]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Lotnictwo

Rok/Semestr

3/6

Studia w zakresie (specjalność)

Silniki lotnicze i płatowce

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratorium

30

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

3,00

### Koordynatorzy

dr inż. Robert Kłosowiak

robert.klosowiak@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Podstawowe wiadomości z zakresu modelowania geometrii 3D znajomość zagadnień procesów przepływu ciepła w maszynach i urządzeniach ciepłno- 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 ciepłno 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 ciepłnych w których występują procesy wymiany ciepła, pędu i masy.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z matematyki obejmującą algebrę, analizę, teorię równań różniczkowych, probabilistykę, geometrię analityczną a także fizyki obejmującą podstawy mechaniki klasycznej, optyki, elektryczności i magnetyzmu, fizyki ciała stałego, termodynamiki, przydatne do formułowania i rozwiązywania złożonych zadań technicznych dotyczących inżynierii lotniczej oraz modelowania
2. ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną z zakresu techniki i różnorodnych środków transportu lotniczego, o cyklu życia środków transportu, zarówno sprzętowych, jak i programowych, a w szczególności o zachodzących w nich kluczowych procesach
3. ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie kluczowych zagadnień techniki oraz wiedzę szczegółową w zakresie wybranych zagadnień dotyczących transportu lotniczego, zna podstawowe techniki, metody oraz narzędzia wykorzystywane w procesie rozwiązywania zadań związanych z transportem lotniczym, głównie o charakterze inżynierskim
4. ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu termodynamiki technicznej, mechaniki płynów, w szczególności aerodynamiki
5. ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie grafiki inżynierskiej i konstrukcji maszyn: rysunek techniczny, rzutowanie obiektów, podstawowe zasady grafiki inżynierskiej, zastosowanie graficznych programów komputerowych CAD (Computer Aided Design) w konstrukcji maszyn
6. ma szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu budowy załogowych i bezzałogowych statków powietrznych, w zakresie wyposażenia pokładowego, systemów sterowania, systemów łączności i rejestracji, automatyzacji poszczególnych systemów, ma podstawową wiedzę dotyczącą szkoleniowych urządzeń symulacji lotu oraz metod symulacji stosowanych do rozwiązywania zagadnień transportu lotniczego
7. ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie przetwarzania danych do MES i CFD, symulacji numerycznych, ilościowej i jakościowej analizy danych, wizualizacji danych
8. ma poszerzoną wiedzę w zakresie wytrzymałości materiałów, w tym teorii sprężystości i plastyczności, hipotez wyężeniowych, metod obliczania belek, membran, wałów, połączeń i innych elementów konstrukcyjnych, a także metod badania wytrzymałości materiałów oraz stanu odkształcenia i naprężenia w konstrukcjach a także ma podstawową wiedzę w zakresie głównych działów mechaniki technicznej: statyki kinematyki i dynamiki punktu materialnego oraz bryły sztywnej
9. ma podstawową wiedzę o materiałach metalowych, niemetalewych i kompozytowych stosowanych w budowie maszyn, a w szczególności o ich strukturze, właściwościach, sposobach wytwarzania, obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej oraz wpływie obróbki plastycznej na ich wytrzymałość a także paliwach, smarach, gazach technicznych, czynnikach chłodniczych itp.
10. ma umiejętność samokształcenia się z użyciem nowoczesnych narzędzi dydaktycznych, takich jak zdalne wykłady, internetowe strony i bazy danych, programy dydaktyczne, książki elektroniczne

#### Umiejętności:

1. potrafi pozyskiwać informacje z różnych źródeł, w tym z literatury oraz baz danych, zarówno w języku polskim jak i w języku angielskim, właściwie je integrować, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, wyciągać wnioski, oraz wyczerpująco uzasadniać formułowane przez siebie opinie
2. potrafi odpowiednio posługiwać się technikami informacyjno-komunikacyjnymi, znajdującymi zastosowanie na różnych etapach realizacji przedsięwzięć lotniczych
3. potrafi odpowiednio dobrać materiały na proste konstrukcje lotnicze, wskazać różnice pomiędzy stosowanymi w lotnictwie paliwami
4. potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym i innych środowiskach korzystając z formalnego zapisu konstrukcji, rysunku technicznego, pojęć i definicji zakresu studiowanego kierunku studiów
5. potrafi rozwiązywać zadania wykorzystując podstawową wiedzę dotyczącą aerodynamiki, mechniki lotu oraz opływu ciał
6. potrafi zaprojektować środki transportu z odpowiednimi wymaganiami zewnętrznymi (np. dotyczącymi ochrony środowiska)
7. potrafi analizować obiekty i rozwiązania techniczne, potrafi wyszukiwać w katalogach i na stronach producentów gotowe komponenty maszyn i urządzeń, w tym środków i urządzeń, ocenić ich przydatność do wykorzystania we własnych projektach technicznych i organizacyjnych
8. potrafi zastosować język matematyki (rachunek różniczkowy i całkowy) do opisu prostych zagadnień inżynierskich.
9. potrafi organizować, współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role oraz potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania
10. potrafi planować i realizować proces własnego permanentnego uczenia się oraz zna możliwości

dalszego kształcenia się (studia II i III stopnia, studia podyplomowe, kursy i egzaminy przeprowadzane przez uczelnie, firmy i organizacje zawodowe)

Kompetencje społeczne:

1. rozumie, że w technice wiedza i umiejętności bardzo szybko stają się przestarzałe
2. ma świadomość znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów inżynierskich oraz zna przykłady i rozumie przyczyny wadliwie działających projektów inżynierskich, które doprowadziły do poważnych strat finansowych, społecznych lub też do poważnej utraty zdrowia, a nawet życia
3. jest świadomy społecznej roli absolwenta uczelni technicznej, w szczególności rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w odpowiedniej formie, informacji oraz opinii dotyczących działalności inżynierskiej, osiągnięć techniki, a także dorobku i tradycji zawodu inżyniera
4. prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu inżyniera lotnictwa i kosmonautyki

### 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

Egzamin pisemny

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.

PART - 66 (PRAKTYKA - 22,5 godz.)

MODUŁ 16. SILNIK TŁOKOWY

16.4 Systemy paliwowe silnika

16.4.1 Gaźniki

Rodzaje, konstrukcja oraz zasady działania;

Oblodzenie i ogrzewanie. [2]

### Tematyka zajęć

brak

### Metody dydaktyczne

wykład, opis, dyskusja, ćwiczenia tablicowe, 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	75	3,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	45	1,80
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwiiw/egzaminu, wykonanie projektu)	30	1,20