



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Zintegrowane systemy projektowania silników lotniczych - semestr 2

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria Lotnicza

Studia w zakresie (specjalność)

Silniki lotnicze i płatowce

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

IV / 7

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

Polski

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratoria

30

Inne (np. online)

Ćwiczenia

Projekty/seminaria

### Liczba punktów ECTS

5

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Bartosz Ziegler

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

email: bartosz.ziegler@put.poznan.pl

Instytut Energetyki Ciepłej

ul. Piotrowo 3; 60-965 Poznań

### Wymagania wstępne

Student powinien posiadać podstawową wiedzę i umiejętności z matematyki zwłaszcza w zakresie rachunku różniczkowego wielu zmiennych, rachunku wektorowego i algebry liniowej, ponadto termodynamiki, mechaniki płynów oraz aerodynamiki oraz wiedzę z przedmiotu teoria silników lotniczych a także posiadać podstawową wiedzę i umiejętności z przedmiotu Zintegrowane Systemy Projektowania Silników Lotniczych - semestr 1.

### Cel przedmiotu

- Nauczyć zasad: Poszerzyć wiedzę i umiejętności z poprzedniego semestru o wiedzę odnośnie podejść do modelowania turbulencji i reakcji chemicznych w przepływie. Nauczyć strategii postępowania z przypadkami obliczeniowymi nie pozwalającymi uzyskiwać wyników numerycznych bez zastosowania wielostopniowych procedur charakterystycznych dla tych klas przepływów, nauczyć interpretacji



wyników numerycznym ze szczególnym naciskiem na rozróżnianie efektów fizycznych, efektów modelu fizycznego i efektów numerycznych.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza

1. Ma szczegółową wiedzę związaną ze stosowanymi współcześnie metodologiami wspierania prac inżynierskich systemami CAE w odniesieniu do analizy i projektowania podzespołów lotniczych zespołów napędowych.
2. Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu termodynamiki, aerodynamiki i dynamiki gazów pozwalającą na określanie fizyczności wyników otrzymywanych przy użyciu systemów CAE.
3. Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie matematyki stosowanej pozwalającą na dobór schematów dyskretyzacji i stosowanych metod numerycznych do analizowanego problemu.

#### Umiejętności

1. Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, internetu, baz danych i innych źródeł. W szczególności ze źródeł anglojęzycznych i dokumentacji oprogramowania.
2. 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, dobierać parametry wentylatorów, sprężarek i turbin dla systemów przepływowych, a także obliczać przebiegi termodynamiczne w maszynach cieplnych.
3. potrafi przeprowadzić symulacje komputerowe zjawisk przepływowych związanych z pracą podzespołów napędów lotniczych sił oraz interpretować ich wyniki i wyciągać wnioski.

#### Kompetencje społeczne

1. Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania na podstawie dostępnej wiedzy.
2. Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko, i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.
3. Potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład (ocena końcowa składa się z trzech składowych):

1. Grupowy projekt kompletny (obliczenia analityczne, projekt geometrii, analiza CFD) (65%)
2. Ocena z niewielkiego projektu indywidualnego (35%)



Projekt na semestrze drugim przedmiotu (7 semestr studiów) powinien w ramach możliwości związany być z tematyką pracy inżynierskiej studenta i być projektem o znacznie wyższym poziomie uszczegółowienia aniżeli projekt wykonywany na poprzednim semestrze. Może być on rozwinięciem projektu z semestru poprzedniego.

Dla zaliczenia przedmiotu, wymagane jest zdobycie nie mniej niż 60% punktów składowych.

Krzywa oceniania przedziału 60%-100% ustalana jest indywidualnie w każdym z semestrów.

### **Treści programowe**

Wykład semestr II:

Podstawy metodologii RANS; modelowanie turbulencji (hipotezy, modele, ograniczenia); Schematy dyskretyzacji równań; wprowadzenie do topologii siatek strukturalnych; różnice pomiędzy obliczeniami na siatkach różnych typów; Zakres dostępnych metodologii odnośnie modelowania turbulencji (DNS - LES - DES - RANS);

Laboratorium semestr II:

Wykonywanie strukturalnych siatek 2 i 3 wymiarowych o złożonych topologiach; Strategie uzyskiwania rozwiązań stacjonarnych dla przepływów transonicznych i przepływów o ograniczonej stateczności; wykorzystanie wyników analiz numerycznych do tworzenia surogatowych modeli charakterystyk przepływowych i ich implementacja do wybranych zastosowań. Implementacja niestandardowych modeli materiału, w tym modelu UDRGM (user defined real gas model) w środowisku Ansys Fluent;

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

MODUŁ 16. SILNIK TŁOKOWY

16.7 Doładowanie/turbodoładowanie

Zasady i cele doładowania i jego wpływ na parametry silnika;

Konstrukcja i działanie systemu doładowania i turbodoładowania; [2]

### **Metody dydaktyczne**

1. Wykład tablicowy
2. Laboratorium w Sali komputerowej
3. Projekty obliczeniowe wykonywane przy użyciu ogólnodostępnych narzędzi programistycznych

### **Literatura**

Podstawowa



Uzupełniająca

**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	150	5,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	70	2,3
Wykonanie projektu indywidualnego - wykonanie obliczeń numerycznych i interpretacja ich wyników na wybranym obiekcie (np. charakterystyka profilu, czy określenie współczynnika oporu dla obiektu) Projekt końcowy - opracowanie modelu analitycznego pozwalającego zaprojektować geometrię, wykonanie geometrii i siatki w wybranym oprogramowaniu, przeprowadzenie analizy i opisanie wyników, w razie potrzeby redesign geometrii i ponowienie procedury <sup>1</sup>	80	2,7

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