



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Wymiana ciepła, pędu i masy [S1Lot1-SLiPL>WCPiM]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Lotnictwo

Rok/Semestr

3/5

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

15

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

4,00

### Koordynatorzy

dr inż. Robert Kłosowiak

robert.klosowiak@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Podstawowe wiadomości z zakresu wybranych procesów przepływu ciepła w maszynach i urządzeniach ciepłno- przepływowych. Umiejętność opisu i obliczania złożonych procesów przepływu ciepła. Umiejętność efektywnego samokształcenia w dziedzinie związanej z wybranym kierunkiem studiów.

### Cel przedmiotu

Zapoznanie ze złożonymi procesami przepływu ciepła i równaniami zachowania energii z uwzględnieniem procesów konwekcji realizujących wymianę pędu. 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:

1. ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu termodynamiki technicznej, mechaniki płynów, w szczególności aerodynamiki

2. student zna podstawowe rozkłady prawdopodobieństwa. Student zna podstawowe pojęcia statystyki matematycznej. Student zna różne metody wnioskowania statystycznego. Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie matematyki stosowanej do analizy wyników, tworzenia modeli matematycznych i ich adaptacji do kodu numerycznego
3. ma podstawową wiedzę dotyczącą mechanizmów i praw rządzących zachowaniem oraz psychiką człowieka

#### 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 właściwie zaplanować oraz wykonać eksperymenty, w tym pomiary oraz symulacje komputerowe, dokonać interpretacji uzyskanych rezultatów, oraz poprawnie wyciągnąć płynące z nich wnioski
3. potrafi rozwiązywać zadania wykorzystując podstawową wiedzę dotyczącą aerodynamiki, mechaniki lotu oraz opływu ciał

#### 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

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

#### Wykład

ocenianie ciągle na każdych zajęciach, premiowanie aktywności i jakości percepcji.

pisemny egzamin końcowy

#### Ćwiczenia tablicowe:

sprawdzian i premiowanie wiedzy niezbędnej do realizacji postawionych problemów w danym obszarze zadań obliczeniowych,

ocenianie ciągle, na każdych zajęciach - premiowanie przyrostu umiejętności posługiwania się poznanymi zasadami i metodami,

ocena wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadania ćwiczeniowego,

#### Ćwiczenia laboratoryjne:

sprawdzian i premiowanie wiedzy niezbędnej do realizacji postawionych problemów w danym obszarze zadań laboratoryjnych,

ocena wiedzy i umiejętności związanych z realizacją ćwiczenia laboratoryjnego, ocena sprawozdania z wykonanego ćwiczenia.

### Treści programowe

Wprowadzenie do metod opisu procesów przepływu ciepła. Przewodzenie w typowych konfiguracjach geometrycznych. Analiza wymiarowa i warunki podobieństwa. Wstęp do metod numerycznych.

Konwekcja ciepła - równanie różniczkowe, modele turbulencji. Konwekcja w kanałach zamkniętych.

Konwekcja przy opływie powierzchni. Konwekcja w szczelinach. Promieniowanie cieplne. Wymiana

ciepła przy wrzeniu i skraplaniu. Wymienniki ciepła. Podstawy dyfuzji i konwekcji masy

PART - 66 (TEORIA - 22,5 godz., PRAKTYKA - 11,25 godz.)

#### MODUŁ 2. FIZYKA

##### 2.3 Termodynamika

b) Rozszerzalność i ściskanie izotermiczne i adiabatyczne, obieg termodynamiczny silnika, stała objętość i stałe ciśnienie, pojemnik chłodniczy i pompa ciepła;

Ciepło utajone topienia się i parowania, energia termiczna, ciepło spalania. [2]

### 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

1. Madejski J.: Teoria wymiany ciepła, Szczecin, WUPSz 1998
2. Bejan A.: Heat Transfer, John Wiley & Sons, Inc., New York 1993
3. Cengel Y.A.: Heat and Mass Transfer, Mc Graw Hill, New York 2006

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	45	1,80
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	55	2,20