



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Aerodynamika

### Przedmiot

Kierunek studiów

Lotnictwo

Studia w zakresie (specjalność)

-

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

1/2

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratoria

15

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

4

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

Dr inż. Łukasz Brodzik

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

email: lukasz.brodzik@put.poznan.pl

tel. 61 665 2213

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

### Wymagania wstępne

Student powinien mieć wiedzę z matematyki i fizyki w zakresie przedstawionym na studiach. Powinien on umieć zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów, realizacji eksperymentów i wnioskowaniu, a także znać ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności, potrafić precyzyjnie formułować pytania, rozumieć potrzebę dalszego kształcenia się.

### Cel przedmiotu

Nauczenie podstawowych praw i zależności w zakresie aerodynamiki i dynamiki ruchu statków powietrznych oraz umiejętności fizycznej interpretacji zjawisk, a także zapoznanie z podstawowymi równaniami opisującymi parametry aerodynamiczne w opływie ciał stałych.



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

### Umiejętności

1. potrafi rozwiązywać zadania wykorzystując podstawową wiedzę dotyczącą aerodynamiki, mechaniki lotu oraz opływu ciał
2. potrafi zastosować język matematyki (rachunek różniczkowy i całkowy) do opisu prostych zagadnień inżynierskich.

### Kompetencje społeczne

1. 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

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Egzamin pisemny z wykładu

Zaliczenie pisemne z ćwiczeń

Zaliczenie z laboratoriów na podstawie sprawozdań

## Treści programowe

Podział sił aerodynamicznych, definicja siły nośnej i siły oporu, równanie Bernoulliego. liczba Reynoldsa, parametry krytyczne i spiętrzenia gazu, klasyfikacja przepływów gazu, zmiana parametrów gazu w przepływie przez przewód o zmiennym przekroju poprzecznym, zjawiska falowe w przepływie wokół kluczowych części zewnętrznych statków powietrznych. normalna i skośna fala uderzeniowa, rodziny profili lotniczych, charakterystyki aerodynamiczne, układy aerodynamiczne.

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

MODUŁ 8. PODSTAWY AERODYNAMIKI



## 8.1 Fizyka atmosfery

Zastosowanie International Standard Atmosphere (ISA) do aerodynamiki. [2]

## 8.2 Aerodynamika

Terminy: profil lotniczy, cięciwa, średnia cięciwa aerodynamiczna, opór profilowy, opór

indukowany, środek ciśnień, kąt natarcia, zwichrzenie ujemne i dodatnie płata, lotność, kształt skrzydła i wydłużenie;

Siła ciągu, ciężar, wypadkowa aerodynamiczna;

Wytwarzanie siły nośnej i oporu: kąt natarcia, współczynnik siły nośnej, oporu, biegunowa, przeciągnięcie;

Zanieczyszczenie płatu wraz z lodem, śniegiem, mrozem. [2]

## MODUŁ 11B. AERODYNAMIKA, STRUKTURY I SYSTEMY SAMOLOTU TŁOKOWEGO

### 11.1 Teoria lotu

#### 11.1.1. Aerodynamika samolotu i sterowanie lotem

Działanie i wynik:

— kontrola przechylenia: lotki oraz hamulce aerodynamiczne;

— regulacja wysokości: stery wysokości, usterzenie integralne, stateczniki zmiennego zasięgu oraz kaczki;

— regulacja odchylenia, ograniczniki steru;

Regulacja z użyciem sterolotek, usterzenie motylkowe;

Urządzenia podnośnikowe, szczeliny skrzelowe, skrzele, klapy, klapolotki;

Urządzenia oporowe, spoilery, hamulce aerodynamiczne, hamulce prędkościowe;

Efekty grzebieni aerodynamicznych płata, krawędzie natarcia z uskokiem;

Regulacja warstwy granicznej, generatory wirów, klapy przeciągnięcia lub wiodące urządzenia brzegowe;

11.1.2. Loty z dużymi prędkościami — nie dotyczy - - [-]

## Metody dydaktyczne



1. Wykład: prezentacja multimedialna
2. Ćwiczenia: wykonanie zadań podanych przez prowadzącego
3. Laboratoria: wykonywanie pomiarów i obliczeń przy stanowisku dydaktycznym

### Literatura

#### Podstawowa

1. Sobieraj W., Aerodynamika, WAT, Warszawa 2014
2. Prosnak W.J., Równania klasycznej Mechaniki płynów, PWN, Warszawa 2006
3. Anderson J.D. Jr., Fundamentals of Aerodynamics, Fifth edition, McGraw-Hill, 2011

#### Uzupełniająca

-

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	47	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu) <sup>1</sup>	53	2,0

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