**Nazwa przedmiotu:**

Aerodynamika I

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Krzysztof Kubryński

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Lotnictwo i Kosmonautyka

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

NK473

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

2

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1) Liczba godzin kontaktowych – 32, w tym:
a) wykład – 30 godz.,
b) konsultacje – 2 godz.
2) Praca własna studenta:
a) bieżące przygotowywanie się do wykładu, studia literaturowe – 10 godz.,
b) przygotowanie do egzaminu 10 godz
Razem: 52 godz. – 2 punkty ECTS.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

1,3 punktu ECTS - liczba godzin kontaktowych – 32, w tym:
a) wykład – 30 godz.,
b) konsultacje – 2 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

-

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 30h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Dobra znajomość podstaw mechaniki płynów i analizy matematycznej (na poziomie pierwszych trzech semestrów programu studiów).

**Limit liczby studentów:**

150

**Cel przedmiotu:**

Przedstawienie podstawowych zagadnień i koncepcji związanych z aerodynamiką samolotu, zjawisk przepływowych, ilościowego opisu sił aerodynamicznych. Zapoznanie z podstawowymi zasadami oraz metodami badań i analizą problemów występujących w aerodynamice.

**Treści kształcenia:**

1. Podstawy: równania rządzące przepływem, poziomy przybliżeń, fizyczne aspekty przepływów aerodynamicznych.
2. Przepływ potencjalny. Odwzorowanie konforemne. Warunek Kutty-Żukowskiego, Wzór Żukowskiego na siłę nośną. Rozkład ciśnienia i opływ profilu. Współczynniki aerodynamiczne. Biegunowa profilu. Teoria Glauerta profilu cienkiego. Urządzenia supernośne.
3. Skrzydło o skończonej rozpiętości. Prędkość indukowana. Kąt indukowany. Opór indukowany.
4. Elementy dynamiki gazów. Równanie energii. Równanie Bernouliego dla przepływu ściśliwego.
5. Wpływ ściśliwości na charakterystyki aerodynamiczne. Poprawka Prandtla-Glauerta.
6. Przepływ transoniczny. Parametry krytyczne. Krytyczna liczba Macha. Liczba Macha wzrostu oporu. Opór falowy. Buffeting transoniczny.
7. Naddźwiękowy opływ profilu. Opór falowy w przepływie naddźwiękowym. Profil naddźwiękowy.

**Metody oceny:**

Egzamin końcowy.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Zalecana literatura:
1. Arżanikow N.S., Malcew W.N., Aerodynamika. PWN, 1959.
2. Bertin J.J., Smith M.L., Aerodynamics for Engineers, Printice Hall, 1989.
3. Anderson Jr. J.D. - Fundamentals of Aerodynamics, McGraw-Hill International, 2006.
4. Kuethe A.M., Chow C-Y, Fundations of aerodynamics: bases of aerodynamic design, John Wiley and Sons, 1998.

**Witryna www przedmiotu:**

materiały pomocnicze do wykładu: http://c-cfd.meil.pw.edu.pl , dział download , \_\*EDUCATIONAL MATERIALS , Wyklady , Aerodynamika

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.NK473\_W1:**

Ma podstawową wiedzę odnośnie fizykalnych podstaw generowania sił aerodynamicznych oraz występujących zjawisk przepływowych.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK473\_W1:**

Ma podstawową wiedzę odnośnie fizykalnych podstaw generowania sił aerodynamicznych oraz występujących zjawisk przepływowych.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK473\_W2:**

Zna równania rządzące przepływem płynu, stosowane poziomy uproszczeń równań oraz skutki tych uproszczeń.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK473\_W2:**

Zna równania rządzące przepływem płynu, stosowane poziomy uproszczeń równań oraz skutki tych uproszczeń.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK473\_W3:**

Ma podstawową wiedzę nt. opływu profilu lotniczego, zna związek siły aerodynamicznej z cyrkulacja i znaczenie warunku Kutty-Żukowskiego, zna definicje współczynników aerodynamicznych oraz pojęcie doskonałości i biegunowej profilu lotniczego.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK473\_W4:**

Posiada podstawową wiedzę nt. opływu skrzydła o skończonym wydłużeniu, zna wpływ skończonego wydłużenia na charakterystyki aerodynamiczne.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK473\_W5:**

Ma podstawową wiedzę nt. podstaw teoretycznych dynamiki gazów, zna wpływ ściśliwości na charakterystyki aerodynamiczne.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK473\_W5:**

Ma podstawową wiedzę nt. podstaw teoretycznych dynamiki gazów, zna wpływ ściśliwości na charakterystyki aerodynamiczne.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK473\_W6:**

Ma podstawową wiedzę nt. przepływów ściśliwych poddźwiękowych, okołodźwiękowych oraz naddźwiękowych. Zna pojęcia oporu falowego, krytycznej liczby Macha, liczby Macha wzrostu oporu, buffetingu transonicznego, nagrzewania aerodynamicznego.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.NK473\_U1:**

Potrafi opisać sposób wyznaczania potencjalnego opływu profilu lotniczego z uwzględnieniem warunku Kutty-Zukowskiego.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK473\_U2:**

Potrafi wyznaczyć opór indukowany, a także objaśnić fizyczne powody jego powstawania i związek z geometrią skrzydła.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK473\_U2:**

Potrafi wyznaczyć opór indukowany, a także objaśnić fizyczne powody jego powstawania i związek z geometrią skrzydła.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK473\_U3:**

Potrafi określić poprawki charakterystyk aerodynamicznych związane ze ściśliwością ośrodka.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK473\_U3:**

Potrafi określić poprawki charakterystyk aerodynamicznych związane ze ściśliwością ośrodka.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK473\_U4:**

Potrafi opisać obraz naddźwiękowego opływu cienkiego profili i wyznaczyć jego charakterystyki aerodynamiczne.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK473\_U4:**

Potrafi opisać obraz naddźwiękowego opływu cienkiego profili i wyznaczyć jego charakterystyki aerodynamiczne.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**