**Nazwa przedmiotu:**

Aerodynamika dużych prędkości

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Zbigniew Nosal

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Lotnictwo i Kosmonautyka

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

ML.NS756

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

60 godz

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

1.4 punktu ECTS - liczba godzin kontaktowych - 35, w tym:
a) wykład - 30 godz.;
b) konsultacje z prowadzącym - 5 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1.2 pkt ECTS

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 15h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 15h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Podstawowy kurs mechaniki płynów, dynamiki gazów oraz aerodynamiki

**Limit liczby studentów:**

160

**Cel przedmiotu:**

Omówienie podstawowych zjawisk przepływowych w zakresie prędkości transonicznym, naddźwiękowym i hipersonicznym; ich wpływ na charakterystyki aerodynamiczne opływanych ciał; analiza podstawowych modeli matematycznych opisujących te przepływy i wybrane metody ich rozwiązania, symulacja eksperymentalna niektórych zjawisk przepływowych, ich analiza i porównanie z rozwiązaniami prostych modeli matematycznych

**Treści kształcenia:**

Wykład:
Modele matematyczne opisujące opływ ciał wysmukłych (założenia upraszczające). Charakterystyki aerodynamiczne ciał wysmukłych w pełnym zakresie prędkości. Omówienie podstawowych zjawisk przepływowych istotnych dla przepływów nieściśliwych, poddźwiękowych, transonicznych, naddźwiękowych i hipersonicznych. Pogłębiona analiza przepływów naddźwiękowych i hipersonicznych: opis matematyczny, fale uderzeniowe, własności gazów rozrzedzonych i w wysokich temperaturach, podstawowe metody obliczeniowe. Naddźwiękowe przepływy wewnętrzne. Stabilizacja aerodynamiczna
Laboratorium:
Metody pomiarowe w aerodynamice dużych prędkości; Badanie modelu rakiety w tunelu małych prędkości; Badanie transonicznego opływu ciał wysmukłych; Badanie przepływów wewnętrznych (dyfuzory typu Pitot i z ciałem centralnym); Symulacje przepływów super i hipersonicznych (wykorzystanie pakietu komercyjnego).

**Metody oceny:**

• Sprawozdanie z każdego ćwiczenia laboratoryjnego dla grupy oraz ocena indywidualna dla każdego studenta na postawie kartkówki po akceptacji sprawozdania (30% oceny końcowej)
• kolokwium 70% oceny końcowej

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

• H.Schlichting , “Aerodynamics of the Airplane” McGraw-Hill;
• J.Bertin, Prentice Hall, “Aerodynamics for Engineers” 2013;
• P.A.Henne, “Applied Computational Aerodynamics”, Progress in Astronautics and Aeronautics 1990;
• J.Seddon,; E.L.Goldsmith , “Intake Aerodynamics”, AIAA Education Series 1999;
• W.L.Hankey, “Re-Entry Aerodynamics” AIAA Education Series 1988;

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt W1:**

Student umie opisać i wyjaśnić podstawowe zjawiska przepływowe w omawianym zakresie prędkości

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W10, LiK2\_W11

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W03

**Efekt W2:**

Zna wpływ zjawisk przepływowych na charakterystyki aerodynamiczne opływanych ciał,

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W10, LiK2\_W11

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W03

**Efekt W3:**

Potrafi dobrać uproszczony model matematyczny do opisu przepływu i określić jego zakres zastosowań

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt U1:**

Potrafi oszacować ciśnienia w charakterystycznych punktach opływanego ciała,

Weryfikacja:

kolokwium, Sprawozdanie wraz z kartkówką do ćwiczenia laboratoryjnego

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U09

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09

**Efekt U2:**

Potrafi zinterpretować i ocenić otrzymane eksperymentalnie wyniki

Weryfikacja:

kolokwium, Sprawozdanie wraz z kartkówką do ćwiczenia laboratoryjnego

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U10

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U10

**Efekt U3:**

Potrafi pomierzyć siły działające na opływane ciało

Weryfikacja:

kolokwium, Sprawozdanie wraz z kartkówką do ćwiczenia laboratoryjnego

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U17

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U17

**Efekt U4:**

Potrafi wykonać wizualizacje przepływów

Weryfikacja:

kolokwium, Sprawozdanie wraz z kartkówką do ćwiczenia laboratoryjnego

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U09, LiK2\_U17

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09, T2A\_U17

**Efekt U5:**

Potrafi wykonać pomiary rozkładów ciśnień i prędkości na opływanych ciałach

Weryfikacja:

kolokwium, Sprawozdanie wraz z kartkówką do ćwiczenia laboratoryjnego

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U09

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09