

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Aerodynamika**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Aerodynamics  
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Lotnictwo i Kosmonautyka  
Specjalność (jeśli dotyczy): -  
Poziom i forma studiów: I stopień, stacjonarna  
Rodzaj przedmiotu: kierunkowy  
Kod przedmiotu: W09LIK-SI2332  
Grupa kursów: NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	60	60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	2	2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	2	2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1	1,5	1,5		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Znajomość podstaw mechaniki płynów, analizy matematycznej i algebry liniowej.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 – Przekazanie wiedzy dotyczącej zjawisk towarzyszących opływowi ciał oraz praw rządzących takimi opływami.  
C2 – Przekazanie wiedzy teoretycznej dotyczącej charakterystyk aerodynamicznych profili i płatów nośnych w zakresie przepływów poddźwiękowych.  
C3 – Opanowanie podstawowych metod analitycznych aerodynamiki poddźwiękowej.  
C4 – Wykształcenie umiejętności wykonania eksperymentów z zakresu aerodynamiki, umiejętności pomiaru miejscowej, średniej prędkości przepływu, strumienia objętości, rozkładu ciśnień na opływanych ciałach, siły oporu aerodynamicznego, rozkładu prędkości w warstwie przyściennej, umiejętności posługiwania się przyrządami pomiarowymi.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 – Zna podstawowe pojęcia w aeromechanice oraz pojęcia kinematyki płynu.

PEU\_W02 – Zna podstawy teorii wirów.

PEU\_W03 – Opisuje mechanizm powstawania sił aerodynamicznych.

PEU\_W04 – Zna podstawy teorii płata nośnego w przepływie płaskim.

PEU\_W05 – Charakteryzuje typowe profile lotnicze.

PEU\_W06 – Zna podstawy teorii warstwy przyściennej. Opisuje warunki oderwania warstwy przyściennej.

PEU\_W07 – Zna podstawy teorii profilu cienkiego i płata o skończonej rozpiętości. Charakteryzuje różne rodzaje skrzydeł.

PEU\_W08 – Zna podstawy teorii fali uderzeniowej.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 – Wyznacza własności gazów.

PEU\_U02 – Wyznacza podstawowe wielkości z zakresu kinematyki płynu.

PEU\_U03 – Wyznacza podstawowe parametry aerodynamiczne.

PEU\_U04 – Wyznacza biegunową samolotu.

PEU\_U05 – Wyznacza wielkości charakteryzujące warstwę przyścienną.

PEU\_U06 – Wyznacza siłę oporu i siłę nośną.

PEU\_U07 – Potrafi posługiwać się przyrządami pomiarowymi stosowanymi w aerodynamice.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe pojęcia w aeromechanice.	2
Wy2, Wy3	Kinematyka płynu.	4
Wy4, Wy5	Podstawy teorii wirów.	2
Wy6	Siły aerodynamiczne.	2
Wy7	Teoria płata nośnego w przepływie płaskim.	4
Wy8	Typowe profile lotnicze i ich charakterystyki.	2
Wy9	Teoria profilu cienkiego.	4
Wy10, Wy11	Warstwa przyścienna.	2
Wy12	Teoria płata nośnego o skończonej rozpiętości.	2
Wy13	Rodzaje i właściwości skrzydeł.	2
Wy14	Fala uderzeniowa.	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Własności gazów. Zadania.	1
Ćw2	Zastosowania rurek piętrzących. Zadania.	2
Ćw3	Kinematyka płynu. Zadania.	2
Ćw4	Podstawowe parametry aerodynamiczne. Zadania.	2
Ćw5	Charakterystyki aerodynamiczne. Biegunowa samolotu. Zadania.	2
Ćw6	Warstwa przyścienna. Zadania.	2
Ćw7	Siła oporu i siła nośna. Zadania.	2
Ćw8	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie.	2
La2	L3 – Profil prędkości w rurze prostoosiowej.	2
La3	L4 – Współczynnik strat liniowych w przepływie turbulentnym.	2
La4	L5 – Pomiar strumienia objętości - zwężka pomiarowa.	2
La5	L6 – Płaski i osiowosymetryczny opływ ciał.	2
La6	L7 – Rozkład ciśnienia w zwężce Venturiego.	2
La7	L8 – Zjawisko kawitacji.	2
La8	L9 – Współczynnik strat liniowych w przepływie laminarnym.	2
La9	L13 - Równanie Bernoulliego oraz równanie ciągłości przepływu.	2
La10	L14 - Wyznaczenie siły oporu aerodynamicznego.	2
La11	L15 - Pomiar rozkładu prędkości w warstwie przyściennej.	2
La12	L16 - Pomiar rozkładu ciśnienia na płacie aerodynamicznym.	2
La13	L17 - Pomiar średniej prędkości przepływu i strumienia objętości.	2
La14	Odrabianie zajęć.	2
La15	Odrabianie zajęć / zaliczenie końcowe.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
<p>N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnych.</p> <p>N2. Ćwiczenia rachunkowe – rozwiązywanie zadań.</p> <p>N3. Ćwiczenia rachunkowe – 15-minutowe sprawdziany pisemne.</p> <p>N4. Laboratorium – odpowiedzi ustne lub krótkie pisemne sprawdziany.</p> <p>N5. Laboratorium – sporządzenie sprawozdań z przeprowadzonych ćwiczeń laboratoryjnych.</p> <p>N6. Konsultacje.</p>

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - wykład

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_W01 – PEU_W08	Kolokwium z całości materiału

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - ćwiczenia

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01 – PEU_U06	Sprawdziany pisemne
F2	PEU_U01 – PEU_U06	Kolokwium z całości materiału
P = F1 lub P = F2		

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - laboratorium**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U07	Ocena z odpowiedzi ustnych lub kartkówek
F2		Ocena ze sprawozdań
P – średnia ocen F1 i F2 pod warunkiem, że F1 i F2 są pozytywne.		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [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.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Strzelczyk P., Aerodynamika małych prędkości, OW PRz, 2003
- [2] Milkiewicz A.: Praktyczna aerodynamika i mechanika lotu samolotu odrzutowego w tym wysokomanewrowego. Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, Warszawa 2009.
- [3] White F.M., Fluid Mechanics, Boston, McGraw-Hill Higher Education, 2008.
- [4] Cengel Y.A., Cimbala J.M., Fluid Mechnics: fundamentals and applications, Boston, McGraw-Hill Higher Education, 2006.
- [5] Munson B. R., Young D. F., Fundamentals of Fluid Mechanics, John Wiley& Sons, 1998.
- [6] Jeżowiecka-Kabsch K., Szewczyk H., Mechanika Płynów, Wrocław, Oficyna Wydawnicza PWr., 2001.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

dr inż. Katarzyna Strzelecka, katarzyna.strzelecka@pwr.edu.pl  
dr inż. Tomasz Tietze, tomasz.tietze@pwr.edu.pl