**Nazwa przedmiotu:**

Mechanika Płynów I

**Koordynator przedmiotu:**

Dr hab. inż. Jacek Szumbarski, prof.PW

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Lotnictwo i Kosmonautyka

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

NW122A

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

1. Liczba godzin kontaktowych : 57, w tym:
a) wykład – 30 godz.,
b) ćwiczenia – 15 godz.,
c) konsultacje – 10 godz.,
d) egzamin – 2 godz.
2. Praca własna studenta – 70 godzin, w tym:
a) 15 godz . – przygotowanie się studenta do kolokwium nr 1,
b) 15 godz . – przygotowanie się studenta do kolokwium nr 2,
c) 15 godz. – przygotowanie się studenta do ćwiczeń,
d) 25 godz - przygotowanie się do egzaminu.
Razem - 127 godz. = 5 punktów ECTS.

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

2 punkty ECTS - Liczba godzin kontaktowych : 57, w tym:
a) wykład – 30 godz.,
b) ćwiczenia – 15 godz.,
c) konsultacje – 10 godz.,
d) egzamin – 2 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2 punkty ECTS (ćwiczenia i przygotowanie do kolokwiów).

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 30h |
| Ćwiczenia: | 15h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Dobra znajomość podstaw algebry liniowej, geometrii analitycznej i analizy matematycznej w zakresie kursów prowadzonych typowo na pierwszym roku studiów uczelni technicznych.

**Limit liczby studentów:**

Wykład - 150, ćwiczenia - 30/grupa.

**Cel przedmiotu:**

Nauczenie podstaw teoretycznych mechaniki płynów jako dziedziny mechaniki ośrodków ciągłych, nauczenie technik rozwiązywania elementarnych problemów inżynierskich w zakresie statyki i dynamiki przepływów, przedstawienie wybranych zastosowań.

**Treści kształcenia:**

Treści merytoryczne przedmiotu:
1. Model płynu jako ośrodka ciągłego.
2. Elementy statyki płynów: równanie i warunki równowagi, manometry, parcie płynu na ścianki, prawo Archimedesa.
3. Kinematyka płynów: opis ruchu metodą Lagrange’a i Eulera, pole wektorowe prędkości płynu, trajektorie elementów płynu i linie prądu, funkcja prądu, wirowość i twierdzenia o ruchu wirowym, tensorowy opis deformacji płynu.
4. Zasada zachowania masy i równanie ciągłości.
5. Dynamika ośrodka ciągłego: tensorowy opis pola naprężeń w płynie, zasada zmienności pędu i ogólne równanie ruchu, zasada zmienności krętu i symetria tensora naprężeń.
6. Płyny lepkie: model reologiczny płynu newtonowskiego, równanie Naviera-Stokesa, zagadnienie warunków brzegowych, przykłady rozwiązań analitycznych.
7. Model płynu idealnego: równanie Eulera, całki pierwsze Bernoulliego i Cauchy-Lagrange’a, przykłady zastosowań.
8. Całkowa postać zasady zachowania pędu i jej zastosowanie do wyznaczania sił reakcji na ciała zanurzone z przepływie. Współczynniki aerodynamiczne.
9. Analiza wymiarowa i podobieństwo dynamiczne przepływów.
10. Elementy hydrauliki: ruch cieczy lepkiej przez przewody, równanie Bernoulliego z członami opisującymi straty ciśnienia.
11. Elementarne wprowadzenie do teorii przepływów turbulentnych: fizykalna charakterystyka przepływów turbulentnych, zjawisko niestateczności hydrodynamicznej, procedura uśredniania i równania Reynoldsa, problem domknięcia.
12. Podstawy teoretyczne dynamiki gazu idealnego, propagacja małych zaburzeń w gazie, ruch izentropowy, prostopadła fala uderzeniowa.

**Metody oceny:**

2 kolokwia na ćwiczeniach, na zakończenie semestru egzamin końcowy.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Zalecana literatura:
1. Prosnak W.J.: Równania klasycznej mechaniki płynów. PWN, Warszawa, 2006.
2. Gryboś R.: Podstawy mechaniki płynów. PWN, Warszawa, 1998.
3. Tesch K.: Mechanika płynów. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2008.
Dodatkowa literatura: - Materiały dostarczone przez wykładowcę.

**Witryna www przedmiotu:**

materiały dydaktyczne na http://c-cfd.meil.pw.edu.pl/ccfd/index.php?item=6 (dostęp chroniony))

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.NW122\_W1:**

Zna podstawy statyki i kinematyki ośrodka ciągłego.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NW122\_W2:**

Ma podstawową wiedzę w zakresie formułowania zasad zachowania dla płynu, równań opisujących jego ruch i ich całek pierwszych, a także sposobów określania reakcji aero/hydrodynamicznych.

Weryfikacja:

Egzamin, kolokwium 1 i 2.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NW122\_W3:**

Ma podstawową wiedzę na temat modelu płynu newtonowskiego oraz inżynierskich metod wyznaczania ruchu laminarnego i turbulentnego cieczy lepkiej w rurociągach, zna pojęcie podobieństwa dynamicznego przepływów i znaczenie fizyczne podstawowych liczb podobieństwa.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NW122\_W4:**

Ma elementarną wiedzę w zakresie podstaw dynamiki gazów.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.NW122\_U1:**

Potrafi rozwiązać proste zagadnienia inżynierskie z zakresu statyki cieczy.

Weryfikacja:

Kolokwium 1, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NW122\_U2:**

Potrafi posłużyć się aparatem algebry i analizy wektorowej do wyznaczenia charakterystyk ruchu płynu.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NW122\_U2:**

Potrafi posłużyć się aparatem algebry i analizy wektorowej do wyznaczenia charakterystyk ruchu płynu.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NW122\_U3:**

Potrafi rozwiązać zagadnienia wyznaczania ruchu cieczy idealnej lub rzeczywistej w prostych rurociągach posługując się podstawowym lub uogólnionym równaniem Bernoulliego.

Weryfikacja:

Egzamin, kolokwium 1 i 2.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NW122\_U4:**

Posługując się całkową postacią zasady zachowania pędu potrafi rozwiązać proste przypadki zagadnienia wyznaczania reakcji hydro/aerodynamicznych.

Weryfikacja:

Egzamin, kolokwium 2.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NW122\_U4:**

Posługując się całkową postacią zasady zachowania pędu potrafi rozwiązać proste przypadki zagadnienia wyznaczania reakcji hydro/aerodynamicznych.

Weryfikacja:

Egzamin, kolokwium 2.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NW122\_U5:**

Potrafi dokonać prostej analizy warunków podobieństwa dynamicznego, a także wykorzystać metody analizy wymiarowej do przewidywania formalnej postaci praw fizycznych.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NW122\_U5:**

Potrafi dokonać prostej analizy warunków podobieństwa dynamicznego, a także wykorzystać metody analizy wymiarowej do przewidywania formalnej postaci praw fizycznych.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NW122\_U5:**

Potrafi dokonać prostej analizy warunków podobieństwa dynamicznego, a także wykorzystać metody analizy wymiarowej do przewidywania formalnej postaci praw fizycznych.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NW122\_U6:**

Potrafi wykorzystać równanie energii do wyznaczania parametrów gazodynamicznych, a także umie określić relacje pomiędzy parametrami gazodynamicznymi przed i za prostopadłą falą uderzeniową.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**