**Nazwa przedmiotu:**

Mechanika płynów

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Apoloniusz Kodura, dr hab. inż. Antoni Rożeń

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Biogospodarka

**Grupa przedmiotów:**

obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1110-BG000-ISP-2208

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

Wykłady 12
Zajęcia laboratoryjne 8
Ćwiczenia 10
Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych 7
Zapoznanie się z literaturą 8
Napisanie programu, uruchomienie, weryfikacja 0
Przygotowanie raportu 4
Przygotowanie do egzaminu, obecność na egzaminie 0
Przygotowanie do kolokwiów 10
Konsultacje 1

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

1,5

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

0,5

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

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

**Wymagania wstępne:**

Matematyka (rachunek różniczkowy i całkowy, równania różniczkowe, rachunek wektorowy). Fizyka (dynamika, praca i energia, termodynamika, zasady zachowania: masy, pędu i energii).

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Opanowanie przez studentów podstaw głównych działów mechaniki płynów tj.: własności płynów, statyka i kinematyka płynów, dynamika płynu doskonałego i rzeczywistego. Zapoznanie się studentów z charakterystyką: przepływu laminarnego i burzliwego płynu oraz przepływu w warstwie przyściennej. Opanowanie metod wykonywania typowych obliczeń hydraulicznych: przepływu w przewodach ciśnieniowych i bezciśnieniowych, oporów przepływu w ośrodkach porowatych oraz oporów opływu ciał zanurzonych w płynie. Zapoznanie się studentów z budową i charakterystyką pomp oraz przyrządów do pomiaru ciśnienia i przepływu płynu.

**Treści kształcenia:**

Treści merytoryczne wykładów
1. Podstawowe pojęcia mechaniki płynów. Siły działające w płynach. Ciśnienie hydrostatyczne. Równanie równowagi płynu.
2. Metody opisu ruchu płynów. Bilans masy płynu (równanie ciągłości). Bilans pędu i energii płynu doskonałego (równanie Eulera i Bernoulliego).
3. Naprężenia lepkie w płynach rzeczywistych. Charakterystyka przepływu laminarnego i burzliwego. Bilans pędu płynu rzeczywistego (równanie Naviera-Stokesa).
4. Podobieństwo zjawisk przepływowych. Liczby kryterialne. Równanie Bernoulliego dla płynu rzeczywistego.
5. Warstwa przyścienna i opory opływu ciał zanurzonych w płynie.
6. Elementy dynamiki gazów.
Treści merytoryczne ćwiczeń
1. Obliczanie naporu statycznego i siły wyporu płynu.
2. Obliczanie czasu wypływu ze zbiorników.
3. Kawitacja i udar hydrauliczny. Obliczanie naporu dynamicznego płynu.
4. Obliczanie przepływu płynu rzeczywistego przez przewody i ośrodki porowate. Przepływ w przewodach bezciśnieniowych.
5. Dobór i współpraca pompy z przewodem.
Treści merytoryczne
Laboratoriów
1. Wprowadzenie. Regulamin laboratorium i przepisy BHP. Klasa przyrządu pomiarowego, błędy pomiarowe.
2. Przyrządy do pomiaru ciśnienia (manometry). Przyrządy do pomiaru natężenia przepływu (przepływomierze).
3. Przepływ laminarny i turbulentny. Opory przepływu w przewodach pod ciśnieniem.
4. Praca pompy odśrodkowej.

**Metody oceny:**

Kolokwium, sprawdziany pisemne, ocena jakości sprawozdań z wykonanych doświadczeń laboratoryjnych oraz ocena w arkuszu aktywności studenta; prawidłowo dobiera pompy i odpowiednio identyfikuje problemy przepływowe w rurociągach, właściwie planuje i realizuje ich badania eksperymentalne oraz właściwie interpretuje i przedstawia wyniki badań.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Literatura podstawowa
1. M. Mitosek „Mechanika płynów w inżynierii i ochronie środowiska” OWPW, 2020
2. M. Mitosek, M. Matlak, A. Kodura, M. Kubrak „Zbiór zadań z hydrauliki dla inżynierii i ochrony środowiska” OWPW, 2017
3. Orzechowski Z. Prywer J. Zarzycki R. „Mechanika płynów w inżynierii środowiska” WNT, 1997
Literatura uzupełniająca
1. Walden H.: „Mechanika płynów”, WPW, 1991
2. Szuster A., Wyszkowski K.: „Zbiór zadań z mechaniki płynów”, WPW, 1980.
3. Burka E. S., Nałęcz T. J.: „Mechanika płynów w przykładach”, PWN, 1999.
4. Batchelor G.K., “An Introduction to Fluid Dynamics”, Cambridge Univ. Press, 2000.
5. Bird R.B., Steward W.E., Lightfoot E.N., “Transport phenomena”, John Wiley & Sons, 2001.
4. 2500 Solved Problems In Fluid Mechanics and Hydraulics, Jack B. Evett, Cheng Liu, 1989, McGraw Hill.
5. Fluid Mechanics, Victor L. Streeter, E. Benjamin Wylie, Keith W. Bedford, 1997, McGraw Hill
6. Schaum’s Outline of Fluid Mechanics and Hydraulics, Randal V. Giles, Cheng Liu, Jack B. Evett, 1994, McGraw Hill.
7. Hydraulik fur Bauingenieure, Robert Freimann, Fachbuchverlag Leipzig 2012

**Witryna www przedmiotu:**

https://moodle.usos.pw.edu.pl/course/view.php?id=2246

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W\_01:**

Znajomość podstaw teoretycznych mechaniki płynów, metod opisu ruchu płynów, charakterystyki przepływu laminarnego i burzliwego oraz teorii podobieństwa przepływów.

Weryfikacja:

Kolokwium pisemne; właściwie definiuje podstawowe prawa mechaniki płynów, przedstawia ich zapis matematyczny z analizą poszczególnych członów równań, rozpoznaje i właściwie opisuje zjawiska przepływu płynów.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W\_02:**

Znajomość budowy i charakterystyki działania podstawowych typów pomp, mierników ciśnienia i przepływu płynu.

Weryfikacja:

Kolokwium, sprawdziany pisemne, ocena jakości sprawozdań z wykonanych doświadczeń laboratoryjnych oraz ocena w arkuszu aktywności studenta; właściwie opisuje budowę i zasadę działania pomp i przyrządów pomiarowych, prawidłowo dobiera przyrządy pomiarowe na potrzeby prowadzonych badań.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U\_01:**

Umiejętność obliczania: naporu płynu na ścianki układu, rozkładu ciśnienia i prędkości płynu w układach o prostej geometrii, wydatku objętościowego płynu, oporów przepływu i zmian ciśnienia płynu w przewodach oraz siły wyporu i oporu ruchu działających na ciała zanurzone w płynie.

Weryfikacja:

Kolokwium pisemne; dobiera właściwe wzory, przedstawia logiczny algorytm rozwiązania, poprawnie wylicza i prezentuje wyniki.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U05, K\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U\_02:**

Umiejętność doboru pompy i podstawowej armatury do rurociągu (np. mierniki ciśnienia/przepływu, zawory) oraz wyznaczenia punktu pracy instalacji.

Weryfikacja:

Kolokwium, sprawdziany pisemne, ocena jakości sprawozdań z wykonanych doświadczeń laboratoryjnych oraz ocena w arkuszu aktywności studenta; prawidłowo dobiera pompy i odpowiednio identyfikuje problemy przepływowe w rurociągach, właściwie planuje i realizuje ich badania eksperymentalne oraz właściwie interpretuje i przedstawia wyniki badań

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08, K\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K\_01:**

Świadomość poziomu swojej wiedzy i umiejętności, zdolność do poszerzania wiedzy i rozwijania umiejętności w stosowaniu mechaniki płynów do opisu operacji w zagadnieniach występujących w biogospodarce.

Weryfikacja:

Dyskusja oraz ocena w arkuszu aktywności studenta; aktywnie uczestniczy w dyskusjach dotyczących problemów przepływowych w zagadnieniach występujących w biogospodarce.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K02, K\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**