**Nazwa przedmiotu:**

Podstawy mechaniki płynów

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Antoni Rożen; dr inż. Magdalena Jasińska

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inzynieria Chemiczna i Procesowa

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

IC.IK310

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów 75
2. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji 1
3. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach zaliczeń i egzaminów 5
4. Przygotowanie do zajęć (studiowanie literatury, odrabianie prac domowych itp.) 10
5. Zbieranie informacji, opracowanie wyników 4
6. Przygotowanie sprawozdania, prezentacji, raportu, dyskusji –
7. Nauka samodzielna – przygotowanie do zaliczenia/kolokwium/egzaminu 25
Sumaryczne obciążenie studenta pracą 120 godz.

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

2,7 ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1,3 ECTS

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 45h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 30h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

**Limit liczby studentów:**

minimum 15 osób

**Cel przedmiotu:**

1. Opanowanie przez studentów podstaw teoretycznych głównych działów mechaniki płynów tj.: statyka i kinematyka płynów, dynamika płynu doskonałego i rzeczywistego, elementy dynamiki przepływu płynu ściśliwego.
2. Zapoznanie się studentów z charakterystyką: przepływu laminarnego i burzliwego płynu, przepływu w warstwie przyściennej, przepływu pod- i naddźwiękowego oraz opanowanie podstaw reologii i teorii podobieństwa.
3. Zapoznanie się studentów z budowa, zasadą działania i charakterystyką przyrządów do pomiaru ciśnienia, prędkości i przepływu płynu oraz maszyn przepływowych połączone z opanowaniem metod doboru pomp i armatury.

**Treści kształcenia:**

Wykład
1. Klasyczna definicja płynu. Hipoteza ciągłości. Punkt materialny i element płynu. Siły działające w płynach. Ciśnienie hydrostatyczne. Równania równowagi płynu. Potencjał sił masowych. Powierzchnie ekwipotencjalne. Napór statyczny płynu. Siła wyporu i warunki pływania ciał.
2. Metody opisu ruchu płynów w przestrzeni fizycznej i przestrzeni czasu. Pochodna lokalna i wędrowna. Linia prądu, tor punktu materialnego i linia wysnuta. Równanie ciągłości. Własności lokalnego pola prędkości płynu. Klasyfikacja pól prędkości płynu. Funkcja prądu i potencjał prędkości płynu.
3. Równania Eulera. Równanie Bernoulliego. Przepływ płynu doskonałego przez przewody. Zjawiska kawitacji i udaru hydraulicznego. Napór dynamiczny płynu na ścianki układu.
4. Naprężenia lepkie w płynach rzeczywistych. Podstawowe modele reologiczne płynów. Równania ruchu płynów i równania Naviera-Stokesa. Przepływ płynu lepkiego przez przewody i spływ cieczy po ściankach.
5. Charakterystyka przepływu laminarnego i burzliwego. Hipoteza Reynoldsa i intensywność burzliwości. Uśrednione równania transportu. Naprężenia Reynoldsa. Hipotezy zamykające. Uniwersalny rozkład prędkości płynu.
6. Teoria podobieństwa zjawisk przepływowych. Analiza inspekcyjna i wymiarowa. Moduły podobieństwa dynamicznego.
7. Opory przepływu przez przewody. Uogólnione równanie Bernoulliego.
8. Przepływ w warstwie przyściennej. Opory ruchu ciał w płynie. Przepływ cieczy w mieszalnikach.
9 Budowa, zasada działania i charakterystyka pomp wirowych i wyporowych oraz strumienic. Współpraca pompy z przewodem. Metody pomiaru prędkości i wydatku płynu.
10. Elementy dynamiki płynów ściśliwych.

Ćwiczenia projektowe
1. Projektowanie manometrów cieczowych.
2. Obliczanie rozkładu potencjału sił masowych i ciśnienia statycznego.
3. Wyznaczanie naporu hydrostatycznego na ściany płaskie i zakrzywione. Warunki pływania ciał.
4. Równanie ciągłości i równanie Bernoulliego - obliczenia przepływów i czasu wypływu ze zbiornika.
5 Wyznaczanie naporu dynamicznego płynu na ścianki układu.
6 Rozwiązywanie równań Naviera-Stokesa dla przepływów w układach o prostej geometrii.
7 Uogólnione równanie Bernoulliego - obliczenia spadku ciśnienia i wydatku w przewodach.
8 Analiza wymiarowa - przeliczanie charakterystyk pomp wirowej: wysokościowej i mocy oraz charakterystyki mocy mieszania.
9 Analiza ruchu fazy rozproszonej w płynie oraz projektowanie separatorów hydraulicznych.
10 Projektowanie zwężek i rotametrów.

**Metody oceny:**

Egzamin pisemny, projekty i kolokwia pisemne

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Podstawowa
1. J. Bukowski, Mechanika płynów, PWN, 1975.
2. H. Walden, Mechanika płynów, WPW, 1991.
3. Z. Orzechowski, J. Prywer, R. Zarzycki, Mechanika płynów w inżynierii środowiska, WNT, 1997.
4. C. Gołębiewski, E. Łuczywek, E. Walicki, Zbiór zadań z mechaniki płynów, PWN, 1980.
5. Z. Orzechowski, J. Prywer, R. Zarzycki, Zadania z mechaniki płynów w inżynierii środowiska, WNT, 2001.
6. R. Gryboś, Zbiór zadań z technicznej mechaniki płynów, PWN, 2002.
Uzupełniająca
1. C. O. Bennett, J. E. Myers, Przenoszenie pędu, ciepła i masy, WNT, 1967.
2. L.D. Landau, J.M. Lifszyc, Hydrodynamika, Wydawnictwo Naukowe PWN SA, 2009.
3. M. Stępniewski, Pompy, WNT, 1978.

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt W1:**

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

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W01, K\_W02

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01, T1A\_W01

**Efekt W2:**

Znajomość budowy, zasady działania i charakterystykę pomp wirowych i wyporowych, mierników ciśnienia, prędkości i przepływu płynu.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, pisemne zaliczenie kolokwiów i projektów

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W04

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W02, T1A\_W03

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt U1:**

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:

egzamin pisemny, pisemne zaliczenie kolokwiów i projektów

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U01, K\_U03, K\_U11, K\_U12, K\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U05, T1A\_U14, T1A\_U09, T1A\_U09

**Efekt U2:**

Umiejętność doboru pompy i podstawowej armatury do rurociągu (np. mierniki ciśnienia/przepływu, zawory) oraz wyznaczenia punktu pracy tej instalacji; umiejętność przeliczenia charakterystyk pracy pomp i mieszalników przy zmianie skali.

Weryfikacja:

pisemne zaliczenie kolokwiów i projektów

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U01, K\_U11, K\_U12, K\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U14, T1A\_U09, T1A\_U09

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt KS1:**

Świadomość poziomu swojej wiedzy i umiejętności, zdolność do poszerzania wiedzy i rozwijania umiejętności w stosowaniu mechaniki płynów do opisu operacji jednostkowych w inżynierii chemicznej i procesowej.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, pisemne zaliczenie kolokwiów i projektów

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_K01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K01