



| | | | | | |
|-------------------------------------|---|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------|
| Kod przedmiotu | 1070-IC000-ISP-310 | Nazwa przedmiotu | w j. polskim | Podstawy mechaniki płynów | |
| | | | w j. angielskim | Fundamentals of Fluid Mechanics | |
| Kierownik przedmiotu | dr hab. inż. Antoni Rozeń, prof. uczelni | | | | |
| Jednostka prowadząca | WICHIP PW | Kierunek studiów | Inżynieria chemiczna i procesowa | | |
| Profil i poziom kształcenia | ogólnoakademicki studia 1 stopnia stacjonarne | Semestr studiów | 3 | Specjalność | - |
| Rodzaj przedmiotu | obowiązkowy | | Język zajęć | | polSKI |
| Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie) | Tak | Sumaryczna liczba godzin w semestrze | 75 | Sumaryczna liczba ECTS | 4 |
| Typ zajęć | | Wykład | Ćwiczenia audytoryjne | Ćwiczenia projektowe | Laboratorium |
| Liczba godzin zajęć | Tygodniowo | 3 | - | 2 | - |
| | łącznie w semestrze | 45 | - | 30 | - |

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

| | |
|------|--|
| I.1. | Znajomość podstaw rachunku różniczkowego, całkowego i wektorowego. Znajomość praw zachowania pędu, energii i masy oraz podstaw termodynamiki. |
|------|--|

II. Cele przedmiotu

| | |
|-------|--|
| II.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. |
| II.2. | Zapoznanie się studentów z charakterystyką: przepływu laminarnego i burzliwego płynu, przepływu w warstwie przyściennej, przepływu pod- i nadźwiękowego oraz opanowanie podstaw reologii i teorii podobieństwa. |
| II.3. | Zapoznanie się studentów z budową, zasadą działania i charakterystyką przyrządów do pomiaru ciśnienia, prędkości i przepływu płynu oraz maszyn przepływowych połączone z opanowaniem metod doboru pomp i armatury. |

III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

III.1. Wykład

| Lp. | Treść | Liczba godz. |
|-----|--|--------------|
| 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. | 6 |
| 2. | Metody opisu ruchu płynów w przestrzeni fizycznej i przestrzeni czasu. Pochodna lokalna i wędrowną. 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. | 6 |
| 3. | Równania Eulera. Równanie Bernoulliego. Przepływ płynu doskonałego przez przewody. Zjawiska kawitacji i udaru hydraulicznego. Napór dynamiczny płynu na ścianki układu. | 6 |
| 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. | 3 |
| 5. | Charakterystyka przepływu laminarnego i burzliwego. Hipoteza Reynoldsa i intensywność burzliwości. Uśrednione równania transportu. Naprężenia Reynoldsa. Hipotezy zamykające. Uniwersalny rozkład prędkości płynu. | 6 |
| 6. | Teoria podobieństwa zjawisk przepływowych. Analiza inspekcyjna i wymiarowa. Moduły podobieństwa dynamicznego. | 3 |
| 7. | Opory przepływu przez przewody. Uogólnione równanie Bernoulliego. | 3 |
| 8. | Przepływ w warstwie przyściennej. Opory ruchu ciał w płynie. Przepływ cieczy w mieszalnikach. | 3 |
| 9. | Budowa, zasada działania i charakterystyka pomp wirowych i wyporowych oraz strumienic. Współpraca pompy z przewodem. Metody pomiaru prędkości i wydatku płynu. | 6 |
| 10. | Elementy dynamiki płynów ściśliwych. | 3 |

III.3. Ćwiczenia projektowe

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

| IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu | | | | |
|---|--------------------------------------|---|---|--|
| Rodzaj efektu | Symbol efektu uczenia się | Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się | Efekt uczenia się | Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się* |
| WIEDZA | | | | |
| W1 | K1_W01 K1_W02 | I.P6S_WG.o P6U_W | Znajomość podstaw teoretycznych mechaniki płynów, metod opisu ruchu płynów, charakterystyki przepływów laminarnego i burzliwego oraz teorię podobieństwa przepływów. | EP, EU, K |
| W2 | K1_W04 | I.P6S_WG.o III.P56_WG P6U_W | Znajomość budowy, zasady działania i charakterystykę pomp wirowych i wyporowych, mierników ciśnienia, prędkości i przepływu płynu. | EP, EU |
| UMIĘJĘTNOŚCI | | | | |
| U1 | K1_U01 K1_U11 K1_U12 K1_U21 | I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o I.P6S_UK I.P6S_UU P6U_U | 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. | EP, EU, K, PDM |
| U2 | K1_U01 K1_U11 K1_U12 K1_U18 | I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o I.P6S_UK I.P6S_UU P6U_U | 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. | EP, K, PDM |
| KOMPETENCJE SPOŁECZNE | | | | |
| KS1 | K2_K01 | I.P6S.KK P6U_K | Rozumie potrzebę dokształcania się i podnoszenia swoich kompetencji zawodowych i osobistych. | D/SEM |
| * - Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM). | | | | |

| V. Literatura zalecana i dodatkowa |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 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. A. Rozeń, Zbiór zadań z podstaw mechaniki płynów w inżynierii chemicznej i procesowej, OWPW, 2018. 5. C. Gołębiowski, E. Łuczywek, E. Walicki, Zbiór zadań z mechaniki płynów, PWN, 1980 6. Z. Orzechowski, J. Prywer, R. Zarzycki, Zadania z mechaniki płynów w inżynierii środowiska, WNT, 2001. 7. R. Gryboś, Zbiór zadań z technicznej mechaniki płynów, PWN, 2002. 8. C. O. Bennett, J. E. Myers, Przenoszenie pędu, ciepła i masy, WNT, 1967. 9. L.D. Landau, J.M. Lifszyc, Hydrodynamika, Wydawnictwo Naukowe PWN SA, 2009. 10. M. Stępniewski, Pompy, WNT, 1978. |

| VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się | | |
|--|---|--------------|
| Lp. | Treść | Liczba godz. |
| 1. | Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów | 75 |
| 2. | Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc. | 6 |
| 3. | Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc. | 14 |
| 4. | Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc. | 25 |
| Sumaryczny nakład pracy studenta | | 120 |
| Liczba punktów ECTS | | 4 |