



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Mechanika płynów

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria chemiczna i procesowa

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

2/4

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Ćwiczenia

Laboratoria

30

Projekty/seminaria

15

Inne (np. online)

### Liczba punktów ECTS

5

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Grzegorz Musielak, prof. PP

e-mail: grzegorz.musielak@put.poznan.pl

tel. 61 665 3698

Wydział Technologii Chemicznej

ul. Berdychowo 4, 61-131 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

### Wymagania wstępne

Student powinien posiadać wiedzę z matematyki w zakresie rachunku różniczkowego i całkowego (K\_W1).

Student powinien posiadać wiedzę z fizyki, w szczególności mechaniki oraz termodynamiki, w zakresie umożliwiającym wprowadzenie do opisu zjawisk transportu (K\_W02).

Student powinien potrafić samodzielnie korzystać z literatury specjalistycznej oraz wyciągać na jej podstawie samodzielne wnioski (K\_U01).

Student powinien potrafić realizować samokształcenie (K\_U05).



Student powinien rozumieć potrzebę doksztalcania się i podnoszenia swoich kompetencji zawodowych (K\_K01).

### Cel przedmiotu

Opanowanie wiedzy z zakresu mechaniki płynów, a w szczególności statyki, kinematyki oraz dynamiki płynów idealnych i płynów newtonowskich oraz przepływów dwufazowych. Wykorzystanie tej wiedzy do obliczania sił oddziaływujących pomiędzy płynem a ciałami stałymi, obliczeń układów hydraulicznych, pomiarów hydraulicznych, doboru pomp.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza

1. znajomość statyki płynów i sił oddziaływujących statycznie [K\_W13, KW\_15]
2. znajomość kinematyki płynów [K\_W13, KW\_15]
3. znajomość dynamiki płynów [K\_W13, KW\_15]
4. znajomość opisu przepływów dwufazowych [K\_W13, KW\_15]

#### Umiejętności

1. umiejętność obliczenia sił oddziaływujących pomiędzy płynem a ciałem stałym [K\_U07, KU\_08]
2. umiejętność obliczania i projektowania prostych układów hydraulicznych [K\_U07, KU\_08]
3. umiejętność zaprojektowania i przeprowadzenia prostych pomiarów przepływów [K\_U07, KU\_08]
4. umiejętność doboru pomp dla układów hydraulicznych [K\_U19]
5. umiejętność samokształcenia [K\_U05]

#### Kompetencje społeczne

1. rozumie potrzebę samokształcenia i podnoszenia swoich kompetencji zawodowych [K\_K01]
2. ma świadomość przestrzegania zasad etyki w szeroko pojętym zakresie [K\_K03]
3. potrafi pracować w zespole [K\_K04]

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Zaliczenie projektów na podstawie oceny umiejętności rozwiązywania zadań projektowych.

Zaliczenie laboratorium na podstawie poznanej wiedzy, pracy zespołowej podczas ćwiczeń, umiejętności przeprowadzenia prostych pomiarów przepływów, opracowania wyników eksperymentów oraz umiejętności wyciągania wniosków z doświadczeń.

Egzamin końcowy, pisemny, dotyczący opanowania i zrozumienia całości materiału oraz umiejętności rozwiązywania prostych zadań projektowych. Istnieje możliwość uzyskania zwolnienia z egzaminu.

### Treści programowe



W ramach przedmiotu przedstawia się mechanikę płynów w zakresie związanym z inżynierią chemiczną i procesową. W szczególności omawia się:

pojęcia podstawowe mechaniki płynów (definicja płynu, cieczy, gazu, przedmiot badań i podział mechaniki płynów, płyn jako ośrodek ciągły, polowy charakter opisu płynu, właściwości płynu, siły w płynach, wektor i tensor naprężenia, ciśnienie, napięcie powierzchniowe, wzór Laplace'a);

statykę płynów (hydrostatyka i aerostatyka, ciśnienie i siła powierzchniowa, równanie równowagi płynu, naczynia połączone, prawo Pascala, zasada ciągu kominowego, równowaga bezwzględna i względna cieczy, parcie cieczy na powierzchnie płaskie i zakrzywione, wypór hydrostatyczny, prawo Archimedes'a);

kinematykę płynów (opis ruchu płynu w ujęciu Lagrange'a i Eulera, pochodna materialna, przepływy ustalone i nieustalone, linie opisujące ruch płynu, interpretacja fizyczna tensorów prędkości deformacji i wiru);

równanie ciągłości przepływów (globalny i lokalny bilans masy w układach zamkniętym i otwartym, masowe natężenie przepływu, gęstość strumienia masy, przepływ ustalony, przepływ płynu nieściśliwego i objętościowe natężenia przepływu);

bilanse pędu, momentu pędu i energii (globalne i lokalne bilanse, bilans pędu dla procesów ustalonych, oddziaływanie płynu na ścianki, bilans momentu pędu i symetria tensora naprężeń);

płyn idealny (definicja płynu idealnego, równania Eulera, równanie Bernoulliego, ciśnienie statyczne, ciśnienie dynamiczne, ciśnienie hydrostatyczne, wysokość ciśnienia, wysokość prędkości, wysokość położenia (niwelacyjna), równanie B. dla wąskiej strugi, współczynnik Coriolisa);

dynamikę płynów rzeczywistych (uogólniona hipoteza lepkości Newtona, równania Naviera – Stokesa);

podobieństwo przepływów i analizę wymiarową (podobieństwo geometryczne, kinematyczne oraz dynamiczne, warunki podobieństwa, liczby kryterialne Strouhala, Eulera, Newtona, Reynoldsa, Froude'a, Macha, Webera, parametry wymiarowe i bezwymiarowe, I i II twierdzenie Buckingham'a, baza wymiarowa, potęgowa postać (Rayleigh) w analizie wymiarowej);

przepływy laminarne i turbulenty (doświadczenie Reynoldsa, krytyczne prędkości i krytyczne liczby Reynoldsa, charakterystyka ruchu turbulentnego, Intensywność turbulencji, lepkość turbulentna);

ustalone przepływy laminarne (przepływy Couette'a, Poiseuille'a, sptyw filmowy, przepływ złożony, Hagen – Poiseuille'a);

opływ zewnętrzny ciał (siła oporu, siła nośna, współczynnik oporu i współczynnik siły nośnej);

hydrodynamiczną warstwę przyścienną (laminarna, przejściowa i turbulentna część warstwy przejściowej, grubość przesunięcia i grubość straty pędu, oderwanie warstwy przyściennej, współczynnik oporu);

przepływy w przewodach zamkniętych (równanie Darcy – Weisbacha, współczynnik tarcia, wzory: Blasiusa, Krajenki, Prandtl'a – Karmana, Nikuradze, Colebrooke'a – White'a, opory miejscowe,



współczynnik strat miejscowych, zmodyfikowane równanie Bernoulliego, obliczenia hydrauliczne rurociągów, wykres Ancony, rurociągi długie);

kanały otwarte (ruch jednostajny i zmienny, spadek hydrauliczny, spadek dna, wzór Chézy'ego, promień hydrauliczny, izotachy, krytyczny spadek dna, przepływ spokojny i rwący, przelewy);

pompy (podział pomp, wydajność pompy, wysokość podnoszenia, moc, charakterystyka pompy, charakterystyka rurociągu, dobór pompy);

przepływy dwufazowe (faza ciągła, faza rozproszona, aerozole, pyły, dymy, mgły, hydrozole, emulsje, piana, układy wielofrakcyjne, krzywa udziału ilościowego cząstek, struktury przepływów dwufazowych, mapy struktury);

przepływy płynu ściśliwego (propagacja małych zaburzeń, równania falowe, prędkość dźwięku).

### **Metody dydaktyczne**

wykład, laboratorium, ćwiczenia projektowe

### **Literatura**

#### Podstawowa

1. Z. Orzechowski, J. Prywer, R. Zarzycki, Mechanika płynów w inżynierii środowiska, WNT Warszawa 2001, wyd. 2;
2. R. Gryboś, Podstawy mechaniki płynów, PWN, Warszawa, 1998;
3. R. Gryboś, Mechanika płynów z hydrauliką, Wyd. Politechniki Śląskiej, 1999, wyd. 10;
4. J. Bukowski, Mechanika płynów, PWN Warszawa, 1970, wyd. 3;
5. Z. Orzechowski, J. Prywer, R. Zarzycki, Zadania z mechaniki płynów w inżynierii środowiska, WNT Warszawa 2001;
6. R. Gryboś, Zbiór zadań z technicznej mechaniki płynów, PWN, Warszawa 2002

#### Uzupełniająca

1. E. Tuliszka, Mechanika płynów, Wyd. Politechniki Poznańskiej, 1969;
2. J.A. Kołodziej, Podstawy mechaniki płynów, Wyd. Politechniki Poznańskiej, 1982;
3. Błasiński H., Młodziński B., Aparatura przemysłu chemicznego, WNT Warszawa 1983;
4. Płanowski A.N., Ramm W.M., Kagan S.Z. Procesy i aparaty w technologii chemicznej. Seria wydawnicza: Inżynieria chemiczna, WNT Warszawa 1974;
5. J.E. Elsner, Turbulencja przepływów, PWN Warszawa 1987;



6. Podstawowe procesy inżynierii chemicznej. Przenoszenie pędu, ciepła i masy, praca zbiorowa pod red. Z. Ziołkowskiego, PWN Warszawa 1982;
7. K.F. Pawłow, P.G. Romankow, A.A. Noskow, Przykłady i zadania z zakresu aparatury i inżynierii chemicznej, WNT Warszawa, wyd. 5

### **Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	130	5,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	95	3,6
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwίων/egzaminu, wykonanie projektu) <sup>1</sup>	35	1,4

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności