



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Mechanika płynów [S1|Środ2>MP]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria środowiska

Rok/Semestr

1/2

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

30

Inne

0

Ćwiczenia

30

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

6,00

### Koordynatorzy

dr inż. Tomasz Schiller

tomasz.schiller@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Matematyka: funkcje, równania i nierówności, geometria płaszczyzn i powierzchni, trygonometria, geometria analityczna, równania i układy równań algebraicznych, podstawy rachunku różniczkowego i całkowego funkcji jednej zmiennej. Fizyka: podstawowe prawa i zasady zachowania w mechanice klasycznej, statyka, kinematyka, dynamika i hydraulika. Rozwiązywanie równań i układów równań algebraicznych, formułowanie problemów fizycznych w języku matematyki, rozwiązywanie prostych równań różniczkowych, zastosowanie rachunku całkowego do obliczania wielkości geometrycznych (np. pól powierzchni) i fizycznych (np. wartości średnich, momentów bezwładności), rozwiązywanie zadań z mechaniki klasycznej, kinematyki, dynamiki i hydrauliki. Świadomość konieczności ciągłego aktualizowania i uzupełniania wiedzy i umiejętności.

### Cel przedmiotu

Nabywanie przez studentów podstawowej wiedzy i umiejętności z zakresu mechaniki płynów niezbędnej do rozwiązywania typowych zadań występujących w inżynierii środowiska oraz instalacjach HVAC.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. Student zna wielkości charakteryzujące płyn, rozumie ich sens fizyczny i zna jednostki
2. Zna wiedzę w zakresie praw opisujących działanie nieruchomego płynu na ściany zbiorników
3. Zna i rozumie zjawiska występujące podczas oddziaływania strugi płynu na ściany przewodów i przeszkody
4. Ma elementarną wiedzę w zakresie charakterystyk przepływowych pomp i wentylatorów
5. Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie zjawisk odpowiedzialnych za straty ciśnienia w przewodach zamkniętych pod ciśnieniem i armaturze oraz zna równania do ich opisu
6. Ma podstawową wiedzę z zakresu przepływu płynu w ośrodku porowatym i filtracji
7. Zna i rozumie zjawiska występujące podczas przepływów w przewodach otwartych oraz zna równania opisujące te zjawiska
8. Zna podstawy opisu matematycznego wypływu cieczy ze zbiorników

#### Umiejętności:

1. Student potrafi stosować i przeliczać jednostki wielkości fizycznych stosowanych w mechanice płynów
2. Potrafi obliczać: siły parcia nieruchomej cieczy na ścianki zbiorników, siły oddziaływania strug cieczy na przewody i przeszkody, moce maszyn przepływowych, straty energii w przewodach oraz w armaturze
3. Potrafi obliczać strumień cieczy w kanałach otwartych, prędkość zasięg i kształt strug oraz obliczać i dobrać przewód przy przepływie ze swobodną powierzchnią i do przepływu płynu pod ciśnieniem
4. Potrafi zmierzyć: ciśnienia i prędkości płynów, strumienie płynów w przewodach zamkniętych i otwartych, straty ciśnienia w przewodzie zamkniętym, straty ciśnienia w dowolnym elemencie armatury, moc pompy i wentylatora

#### Kompetencje społeczne:

1. Student rozumie potrzebę pracy zespołowej w rozwiązywaniu problemów teoretycznych i praktycznych
2. Student ma świadomość konieczności powtarzania czynności pomiarowych i oceny niepewności wyników pomiarów i obliczeń
3. Student widzi konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swoich kompetencji

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

#### Wykłady:

Egzamin w formie pytań (i/lub): otwartych, obliczeniowych, rysunkowych, testowych różnego typu.

Skala ocen: 0-50% = 2,0; 51-60% = 3,0; 61-70% = 3,5; 71-80% = 4,0; 81-90% = 4,5; 91-100% = 5,0.

Premiowana obecność na wykładach: +0,5 oceny za obecność na 10 wykładach, +1,0 oceny za obecność na 14 wykładach (warunek: minimalny wynik z egzaminu 40%).

#### Ćwiczenia audytoryjne:

Dwa pisemne kolokwia zaliczeniowe z zadaniami obliczeniowymi.

Skala ocen: 0-50% = 2,0; 51-60% = 3,0; 61-70% = 3,5; 71-80% = 4,0; 81-90% = 4,5; 91-100% = 5,0.

#### Laboratoria:

Zaliczenie w formie pytań (i/lub): otwartych, obliczeniowych, rysunkowych, testowych różnego typu po zakończeniu cyklu ćwiczeń.

Skala ocen: 0-50%: 2,0; 51-60%: 3,0; 61-70%: 3,5; 71-80%: 4,0; 81-90%: 4,5; 91-100%: 5,0.

### Treści programowe

Program modułu obejmuje zagadnienia związane z przepływem płynu:

- a) w przewodach o zamkniętym przekroju poprzecznym,
- b) tak zwanych kanałach otwartych oraz
- c) ośrodkach porowatych.

Są one podstawą do projektowanie instalacji (m.in. z.w.u., c.w.u., HVAC - ogrzewanie, wentylacja, klimatyzacja) i urządzeń wykorzystywanych w inżynierii środowiska oraz rozumienia procesów omawianych na innych modułach kierunku.

### Tematyka zajęć

#### Wykłady:

1. Pojęcie płynu. Podstawowe wielkości charakteryzujące płyn. Klasyfikacja płynów, hipoteza Newtona, naprężenia styczne w płynie, płyn doskonały, płyn rzeczywisty, podstawowe wielkości termofizyczne

- charakteryzujące płyny, wpływ temperatury i ciśnienia na parametry termofizyczne płynów.
2. Statyka płynów. Podstawowe równanie statyki płynów, szczególna postać równania równowagi, ciśnienie hydrostatyczne, ciśnienie absolutne, nad- i podciśnienie. Urządzenia do pomiaru ciśnienia.
  3. Rozkład ciśnienia w nieruchomej cieczy, parcie cieczy na ścianki płaskie i zakrzywione, ogólne równania na obliczanie siły parcia i współrzędnych punktu jej przyłożenia, wykres parcia. Pływanie ciał, prawo Archimedes, napięcie powierzchniowe, kąt zwilżania, menisk, wzniesienie i obniżenie włoskowate.
  4. Przepływ cieczy w przewodach otwartych. Równanie Chezy'ego. Spadek hydrauliczny. Współczynnik prędkości. Wzór Manninga. Współczynnik szorstkości Manninga. Liczba Frouda, przepływ pod- i nadkrytyczny. Optymalne przekroje poprzeczne przewodów otwartych. Odskok hydrauliczny. Przepływ przez próg. Przelewy. Pomiar strumienia cieczy w przewodach otwartych.
  5. Przepływ cieczy w ośrodku porowatym. Przepływ wody w gruncie. Prawo Darcy'ego (współczynnik filtracji). Wydajność studni. Lej depresyjny.
  6. Parcie dynamiczne strugi płynu na ściany płaskie i zakrzywione, ruchome i nieruchome. Wyptyw cieczy ze zbiornika (wzór Torricellego). Przystawki. Współczynnik prędkości, kontrakcji i wyptywu. Struga zatopiona i niezatopiona. Rozkład prędkości i zasięg.
  7. Wprowadzenie do badań laboratoryjnych. Zasady prowadzenia eksperymentów.
  8. Przepływ w przewodach ciśnieniowych. Równanie ciągłości przepływu. Prędkość lokalna, prędkość średnia. Rozkład prędkości i współczynnik tarcia dla rozwiniętego przepływu płynu newtonowskiego w rurze. Pęd płynu. Średnia masowa i średnia pędowa prędkość płynu, współczynnik Coriolisa. Przepływ laminarny i turbulentny. Liczba Reynoldsa.
  9. Równanie Bernoulliego. Ciśnienie statyczne, dynamiczne i położenia. Liniowe i miejscowe straty ciśnienia przy przepływie płynu w przewodach zamkniętych pod ciśnieniem.
  10. Urządzenia do pomiaru strumienia przepływającego płynu w przewodach zamkniętych.
  11. Wprowadzenie do charakterystyki przepływowe pomp i wentylatorów oraz układów pompowych i wentylacyjnych. Obliczanie mocy maszyn przepływowych.

#### Ćwiczenia audytoryjne:

Tematy wybrane z poniższych.

1. Opis właściwości termofizycznych płynów.
2. Elementy statyki płynów cz. 1. Ciśnienie wywołwane przez płyn.
3. Elementy statyki płynów cz. 2. Ciąg kominowy, statyka atmosfery, pływalność ciał, zwilżanie, napięcie powierzchniowe.
4. Parcie nieruchomej cieczy na ścianki zbiorników.
5. Wyptyw płynu przez otwory i przystawki.
6. Przepływ wód gruntowych.
7. Ustalony przepływ cieczy w przewodach otwartych.
8. Przepływy w przewodach zamkniętych (równanie Bernoulliego) cz. 1. Obliczanie liniowych i miejscowych strat ciśnienia.
9. Przepływy w przewodach zamkniętych (równanie Bernoulliego) cz. 2. Obliczanie mocy pomp i wentylatorów.
10. Wybrane inne zagadnienia wspomagające obliczenia w inżynierii środowiska.

#### Laboratoria:

Realizowane będzie 6 eksperymentów wybranych przez prowadzących z poniższych:

1. Przepływ w lewarze wodnym. Pomiar pod- i nadciśnienia.
2. Przepływ w przewodzie otwartym. Przelew pomiarowy.
3. Wyznaczanie współczynnika filtracji.
4. Pomiar strumienia płynu w przewodzie zamkniętym.
5. Pomiar ciśnienia płynu i lokalnej prędkości płynu. Profil prędkości płynu.
6. Pomiar liniowych i miejscowych strat ciśnienia.
7. Wyznaczanie charakterystyki wentylatorów połączonych szeregowo i równoległe.
8. Badanie charakterystyk pompy wirowej.
9. Wybrane inne eksperymenty wspomagające obliczenia w inżynierii środowiska.

### Metody dydaktyczne

#### Wykłady:

Wykład informacyjny z elementami wykładu konwersacyjnego; Prezentacja multimedialna; Elementy ćwiczeń

#### Ćwiczenia audytoryjne:

Metoda problemowa; Rozwiązywanie zadań  
Laboratoria:  
Metoda eksperymentu; Ćwiczenia praktyczne

## Literatura

Podstawowa:

- [1] Amanowicz Ł., Schiller T.: Mechanika płynów w inżynierii środowiska - wybrane zagadnienia w eksperymentach. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2022
- [2] Mitosek M., Mechanika płynów w inżynierii i ochronie środowiska. Warszawa, PWN 2001
- [3] Orzechowski Z., Prywer J., Zarzycki R., Mechanika płynów w inżynierii środowiska. Wyd. 2 zmienione. Warszawa, WNT 2001
- [4] Jeżowiecka-Kabsch K., Szewczyk H., Mechanika płynów. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2001
- [5] Mitosek M., Matlak M., Kodura A., Zbiór zadań z hydrauliki dla inżynierii i ochrony środowiska. Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2004
- [6] Orzechowski Z., Prywer J., Zarzycki R., Zadania z mechanika płynów w inżynierii środowiska. Warszawa, WNT 2001
- [7] Bogusławski L. (Red.), Ćwiczenia laboratoryjne z mechaniki płynów. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1999
- [8] Niełacny M., Ćwiczenia laboratoryjne z mechaniki płynów. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1996
- [9] Bartosik A., Laboratorium z mechaniki płynów. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 1996
- [10]. Sawicki J., Szpakowski W., Weinerowska K., Wołoszyn E., Zima P. Laboratorium z mechaniki płynów i hydrauliki. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2004

Uzupełniająca:

- [1] Munson B.R., Young D.F., Okiishi T.H., Fundamentals of Fluid Mechanics (4rd. Ed.). John Wiley and Sons Inc., New York 2002
- [2] White F.M., Fluid Mechanics. McGrawHill Book Company. 5th Int. Ed. Boston 2003

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	175	7,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	90	3,50
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	85	3,50