



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Mechanika płynów

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria środowiska I stopień

Studia w zakresie (specjalność)

-

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

1/2

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratoria

30

Inne (np. online)

Ćwiczenia

30

Projekty/seminaria

### Liczba punktów ECTS

6

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

prof. dr hab. inż. Janusz Wojtkowiak

email: janusz.wojtkowiak@put.poznan.pl

tel. (61) 6652442

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

ul. Berdychowo 4, 61-131 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Ilona Rzeźnik

email: ilona.rzeznik@put.poznan.pl

tel. (61) 6652524

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

ul. Berdychowo 4, 61-131 Poznań

### Wymagania wstępne

1. Wiedza:

Matematyka, algebra: funkcje, równania i nierówności, geometria płaszczyzny i przestrzeni, trygonometria, geometria analityczna, podstawy rachunku prawdopodobieństwa, 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

2. Umiejętności:



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, statyki, kinematyki, dynamiki i hydrauliki

### 3. Kompetencje społeczne:

Świadomość konieczności ciągłego aktualizowania i uzupełniania wiedzy i umiejętności.

### Cel przedmiotu

-Nabycie przez studentów podstawowej wiedzy, umiejętności z zakresu mechaniki płynów niezbędnej do rozwiązywania typowych zadań przepływowych występujących w inżynierii środowiska zabudowanego i niezabudowanego.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza

1. Student zna wielkości fizyczne charakteryzujące płyny, rozumie ich sens fizyczny i zna jednostki (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [KIS\_W02; KIS\_W03; KIS\_W04]
2. Student ma wiedzę w zakresie praw opisujących działanie nieruchomego płynu na ściany zbiorników (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [KIS\_W02; KIS\_W03; KIS\_W04]
3. Student zna i rozumie zjawiska występujące podczas oddziaływania strugi płynu na ściany przewodów i przeszkody (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [KIS\_W02; KIS\_W03; KIS\_W04]
4. Student ma elementarną wiedzę w zakresie praw rządzących działaniem maszyn przepływowych (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [KIS\_W02; KIS\_W03; KIS\_W04]
5. Student ma uporządkowaną wiedzę w zakresie zjawisk odpowiedzialnych za straty ciśnienia w przewodach i armaturze oraz zna równania stosowane do ich opisu (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [KIS\_W02; KIS\_W03; KIS\_W04]
6. Student ma podstawową wiedzę niezbędną do opisu przepływu wody w gruncie (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [KIS\_W02; KIS\_W03; KIS\_W04]
7. Student rozumie przyczyny występowania uderzeń hydraulicznych i kawitacji w urządzeniach i instalacjach hydraulicznych oraz zna prawa stosowane do ich opisu (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [KIS\_W02; KIS\_W03; KIS\_W04]
8. Student zna i rozumie zjawiska występujące podczas przepływów w przewodach otwartych oraz zna równania opisujące te zjawiska (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [KIS\_W02; KIS\_W03; KIS\_W04]
9. Student zna właściwości oraz podstawy opisu matematycznego strug zatopionych i niezatopionych oraz rozumie prawa opisujące wypływy cieczy ze zbiorników (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [KIS\_W02; KIS\_W03; KIS\_W04]



### Umiejętności

1. Student potrafi stosować i przeliczać jednostki wielkości fizycznych stosowanych w mechanice płynów (uzyskane na wykładach, ćwiczeniach audytoryjnych i laboratoryjnych) - [KIS\_U03; KIS\_U04]
2. Student potrafi obliczać: siły parcia nieruchomej cieczy na ściany zbiorników, siły oddziaływania strug cieczy na przewody i przeszkody, moce maszyn przepływowych, straty ciśnienia w przewodach oraz w armaturze (uzyskane na wykładach, ćwiczeniach audytoryjnych i laboratoryjnych) - [KIS\_U03; KIS\_U04,]
3. Student potrafi obliczać: wydajności studni, różnice ciśnień wywołujące efekt kominowy i wentylacyjny oraz strumienie płynów spowodowane tymi efektami, ciśnienia w uderzeniach hydraulicznych, zapasy antykawitacyjne w układach hydraulicznych (uzyskane na wykładach, ćwiczeniach audytoryjnych i laboratoryjnych) - [KIS\_U03; KIS\_U04]
4. Student potrafi obliczać: kształty kanałów w przepływach ze swobodną powierzchnią, strumienie cieczy w kanałach otwartych, czasy wypływu cieczy ze zbiorników, prędkości, zasięgi i kształty strug zatopionych i niezatopionych (uzyskane na wykładach, ćwiczeniach audytoryjnych i laboratoryjnych) - [KIS\_U03; KIS\_U04]
5. Student 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 (uzyskane na wykładach, ćwiczeniach audytoryjnych i laboratoryjnych) - [KIS\_U03; KIS\_U04\_U09]

### Kompetencje społeczne

1. Student rozumie potrzebę pracy zespołowej w rozwiązywaniu problemów teoretycznych i praktycznych. (uzyskane na wykładach, ćwiczeniach audytoryjnych i laboratoryjnych) - [KIS\_K02]
2. Student ma świadomość konieczności powtarzania czynności pomiarowych i oceny niepewności wyników pomiarów i obliczeń (uzyskane na wykładach, ćwiczeniach audytoryjnych i laboratoryjnych) - [KIS\_K02]
3. Student widzi konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swoich kompetencji (uzyskane na wykładach, ćwiczeniach audytoryjnych i laboratoryjnych) - [KIS\_K02]

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykłady:

Dwuczęściowy egzamin pisemny w terminie podanym na początku semestru. Część 1. ma na celu sprawdzenie wiedzy i polega na udzieleniu odpowiedzi na 4 pytania. Część 2. Ma na celu sprawdzenie umiejętności i polega na rozwiązaniu 2 zadań rachunkowych.

W przypadkach wątpliwych egzamin rozszerzany jest o część ustną.

Na każdym wykładzie oceniana jest aktywność studentów. Szczegółowe kryteria punktowe i skala ocen podawane są na pierwszych zajęciach w semestrze i przed egzaminem.



Ćw. audytorijne (efekty: KIS\_U03; KIS\_U04)

Dwa 60-minutowe pisemne kolokwia zaliczeniowe w połowie i w ostatnim tygodniu semestru. Kolokwium polega na rozwiązaniu 2 zadań.

Ocenianie poprawności samodzielnych rozwiązań zadań (praca własna studenta).

Ocenianie ciągłe na każdych zajęciach (premiowanie aktywności).

Ćwiczenia laboratoryjne:

Ocenianie ciągłe na każdych zajęciach (premiowanie aktywności).

Ocenianie podczas konsultowania sprawozdań wykonywanych przez studentów (ocenianie pracy własnej studentów).

Zaliczenie pisemne po realizacji cyklu ćwiczeń.

Warunkiem zdania każdej z dwóch części egzaminu oraz uzyskania zaliczenia z ćwiczeń audytorijnych jest zdobycie minimum 50% z maksymalnej liczby punktów wynoszącej 20. Warunkiem zdania egzaminu jest uzyskanie pozytywnej oceny zarówno z cz. 1 jak i z cz. 2. Poprawiana jest tylko ta część egzaminu, która została niezdana.

Skala ocen: 0-9 pkt = 2,0; 10-12 pkt = 3,0; 13-14 pkt = 3,5; 15-16 pkt = 4,0; 17-18 pkt = 4,5; 19-20 pkt = 5,0

### Treści programowe

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. Podstawowe równanie statyki płynów. Szczególna postać równania równowagi. Ciśnienie hydrostatyczne. Ciśnienie absolutne, nad- i podciśnienie. Pływanie ciał, prawo Archimedesesa. Rozkład ciśnienia w nieruchomej cieczy, rozkład ciśnienia w atmosferze ziemskiej. Napięcie powierzchniowe, kąt zwilżania, meniski, wzniesienie i obniżenie włoskowate. Parcie cieczy na ścianki płaskie i zakrzywione. Ogólne równania na obliczanie siły parcia i współrzędnych punktu jej przyłożenia. Wykres parcia. 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. Parcie dynamiczne strugi płynu na ściany płaskie i zakrzywione, ruchome i nieruchome. Siły występujące pomiędzy płynem w ruchu i przewodem. Przepływ laminarny i turbulentny. Krytyczna liczba Reynoldsa. Równanie Bernoulliego dla płynu doskonałego i rzeczywistego. Liniowe straty ciśnienia, wzór Darcy-Weisbacha. Miejscowe straty ciśnienia. Chropowatość przewodu, wykres Moody (Nikuradsego), wzór Colebroocka - White'a, wzór Waldena, wzór Haalanda i innych. Obliczanie strat ciśnienia w układach złożonych.



Wypływ cieczy ze zbiornika Wzór Torricellego, przystawki. Współczynniki: prędkości, kontrakcji i wypływu. Uderzenie hydrauliczne Wzór Żukowskiego Wzór Kortewega (Żukowskiego-Allievięgo). Przepływ wody w gruncie. Prawo Darcy'ego, (współczynniki filtracji). Wydajność studni zwykłej. Lej depresyjny. Przepływy w przewodach otwartych. Przepływ jednostajny, równanie Chezy'ego, spadek hydrauliczny, współczynnik prędkości, wzór Manninga, współczynnik szorstkości Manninga. Przepływ podkrytyczny i nadkrytyczny, liczba Frouda. Optymalne przekroje poprzeczne przewodów otwartych. Odskok hydrauliczny, przepływ przez próg. Przelewy. Pomiary strumienia cieczy w kanałach otwartych. Struga zatopiona i niezatopiona. Rozkład prędkości, zasięg.

Tematy ćwiczeń laboratoryjnych:

1. Lewar wodny
2. Przepływ ze swobodną powierzchnią, przelewy
3. Pomiar ciśnienia płynu i lokalnej prędkości płynu
4. Pomiar strumienia płynu w przewodzie zamkniętym
5. Pomiar liniowych i miejscowych strat ciśnienia
6. Wyznaczanie współczynnika filtracji

### **Metody dydaktyczne**

Wykład informacyjny z elementami wykładu konwersacyjnego. Prezentacja multimedialna, ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy

Ćwiczenia audytoryjne: metoda problemowa, rozwiązywanie zadań.

Ćwiczenia laboratoryjne: metoda eksperymentu, wykonanie zadań podanych przez prowadzącego - ćwiczenia praktyczne

### **Literatura**

Podstawowa

1. Mitosek M., Mechanika płynów w inżynierii i ochronie środowiska. Warszawa, PWN 2001
2. Orzechowski Z., Prywer J., Zarzycki R., Mechanika płynów w inżynierii środowiska. Wyd. 2 zmienione. Warszawa, WNT 2001
3. Jeżowiecka-Kabsch K., Szewczyk H., Mechanika płynów. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2001
4. Gryboś R., Zbiór zadań z technicznej mechaniki płynów, cz. 2. PWN, Warszawa 2002
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

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	150	6,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	90	3,5
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu) <sup>1</sup>	60	2,5

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