



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Mechanika płynów [S2ZE1E>MP]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Zielona energia/Green Energy

Rok/Semestr

1/1

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

angielski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratorium

15

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

30

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

4,00

### Koordynatorzy

prof. dr hab. inż. Janusz Wojtkowiak  
janusz.wojtkowiak@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

1. Wiedza: Matematyka: algebra, trygonometria, geometria analityczna, analiza matematyczna funkcji jednej i wielu zmiennych, rachunek różniczkowy i całkowy, równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe, podstawy metod numerycznych na poziomie 6 PRK Fizyka: mechanika ciała stałego, kinematyka i dynamika, podstawy termodynamiki na poziomie 5 PRK, mechanika płynów na poziomie 6 PRK
2. Umiejętności: Matematyka: analiza matematyczna, zastosowanie rachunku różniczkowego i całkowego do opisu zjawisk fizycznych, rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych, przekształcanie równań różniczkowych cząstkowych Fizyka i mechanika płynów: rozwiązywanie zadań z mechaniki ciała stałego, kinematyki i termodynamiki poziomie 5 PRK, rozwiązywanie zadań z mechaniki płynów na poziomie 6 PRK
3. Kompetencje społeczne Świadomość konieczności ciągłego aktualizowania i uzupełniania wiedzy i umiejętności.

### Cel przedmiotu

Poszerzenie i pogłębienie wiedzy, umiejętności z zakresu mechaniki płynów niezbędnej do rozwiązywania złożonych problemów przepływowych występujących w urządzeniach i systemach energetycznych

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza:

1. Student ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie działania maszyn przepływowych oraz przepływów płynów w przewodach i instalacjach przepływowych oraz armaturze (uzyskane na wykładach, ćwiczeniach audytoryjnych i laboratoryjnych)
2. Student zna zjawiska generujące straty energii w przepływach oraz ma pogłębioną wiedzę w zakresie sposobów ograniczania tych strat (uzyskane na wykładach, ćwiczeniach audytoryjnych i laboratoryjnych)
3. Student zna i rozumie podstawowe równania opisujące przepływ cieczy w przewodach otwartych
4. Student ma pogłębioną wiedzę teoretyczną i praktyczną w zakresie obliczania mocy turbin wodnych i wiatrowych, zna zasady właściwej eksploatacji oraz zna sposoby poprawy sprawności tych turbin (uzyskane na wykładach, ćwiczeniach audytoryjnych i laboratoryjnych)
5. Student zna i rozumie budowę równań różniczkowych wyrażających zasady zachowania masy, pędu i energii będących podstawą numerycznej mechanice płynów (CFD) (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych)

#### Umiejętności:

1. Student potrafi wyznaczyć teoretycznie i doświadczalnie straty ciśnienia w przewodach o dowolnej geometrii oraz w dowolnej armaturze
2. Student umie wyznaczyć optymalne przekroje kanałów otwartych
3. Student potrafi eksperymentalnie wyznaczyć charakterystyki przepływowe pomp, wentylatorów oraz zaworów regulacyjnych
4. Student ma umiejętność obliczania mocy maszyn przepływowych i potrafi ilościowo określić czynniki wpływające na sprawność turbin wodnych i wiatrowych
5. Student potrafi zaplanować i wyznaczyć doświadczalnie charakterystykę złożonego układu przepływowego
6. Student potrafi świadomie stosować uproszczenia w różniczkowych równaniach opisujących złożone przepływy płynów (w równaniach CFD)

#### Kompetencje społeczne:

1. Student rozumie potrzebę pracy zespołowej w rozwiązywaniu problemów teoretycznych i praktycznych
2. Student ma świadomość konieczności przystępnego dzielenia się wiedzą specjalistyczną z zakresu mechaniki płynów w energetyce
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:

45-minutowy egzamin pisemny (zaliczenie pisemne) w terminie podanym na początku semestru. Celem egzaminu/zaliczenia jest sprawdzenie wiedzy. Egzamin/zaliczenie polega na udzieleniu odpowiedzi na 4 pytania. W przypadkach wątpliwych egzamin/zaliczenie 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 przypominane przed egzaminem/zaliczeniem.

#### Ćw. audytoryjne:

60-minutowe pisemne kolokwium zaliczeniowe w ostatnim tygodniu semestru. Kolokwium ma na celu sprawdzenie umiejętności i polega na rozwiązaniu 2 zadań.

Ocenianie poprawności samodzielnych rozwiązań zadań (praca własna studenta).

Ocenianie ciągłe na każdych zajęciach (premiowanie aktywności studentów).

#### Ćwiczenia laboratoryjne:

Pisemne (10-minutowe) sprawdzanie przygotowania studentów przed każdym z ćwiczeń laboratoryjnych  
Ocena pisemnych sprawozdań z każdego z ćwiczeń.

Ocenianie ciągłe na każdych zajęciach (premiowanie aktywności studentów).

Warunkiem zdania egzaminu (zaliczenia wykładów) oraz zaliczenia ćwiczeń audytoryjnych jest uzyskanie minimum 50% z maksymalnej liczby punktów wynoszącej 20.

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

Program modułu obejmuje następujące zagadnienia:

1. przepływy wewnętrzne (ciśnieniowe) płynu rzeczywistego,
2. straty ciśnienia w przepływach wewnętrznych,
3. siły występujące pomiędzy płynem i przewodem w przepływach wewnętrznych,
4. moce i sprawności maszyn przepływowych,
5. dynamiczne parcie strugi płynu na ściany płaskie i zakrzywione, ruchome i nieruchome,
6. przepływy ze swobodną powierzchnią (bezcisnieniowe w przewodach otwartych),
7. elementy komputerowej mechaniki płynów (CFD).

## Tematyka zajęć

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

1. wpływ temperatury i ciśnienia na parametry termofizyczne płynów,
2. równanie ciągłości przepływu,
3. prędkość lokalna, prędkość średnia, rozkład prędkości i współczynnik tarcia dla rozwiniętego przepływu płynu newtonowskiego w rurze,
4. przepływ laminarny i turbulentny, krytyczna liczba Reynoldsa, równanie Bernoulliego dla płynu rzeczywistego,
5. liniowe, miejscowe i rozbiegowe straty ciśnienia,
6. pęd płynu. Średnia masowa i średnia pędowa prędkość płynu, współczynnik Coriolisa,
7. przepływy w przewodach otwartych, przepływ jednostajny, równanie Chezy'ego, współczynnik szorstkości Manninga, liczba Frouda,
8. optymalne przekroje poprzeczne przewodów otwartych, odskok hydrauliczny,
9. ogólne równanie na moc dowolnej maszyny przepływowej,
10. efektywność energetyczna (sprawność) maszyn przepływowych,
11. zasady zachowania masy, pędu i energii w mechanice płynów w ujęciu różniczkowym.

Program ćwiczeń audytoryjnych obejmuje następujące zagadnienia:

1. działanie i zastosowania manometrów cieczowych,
2. obliczanie siły parcia cieczy na ścianki płaskie i zakrzywione,
3. obliczanie strat ciśnienia w przewodach i armaturze,
4. obliczanie mocy pomp i wentylatorów,
5. wyznaczanie wydajności studni zwykłej,
6. obliczanie wydajności przewodów otwartych,
7. obliczanie optymalnych kształtów przewodów otwartych.

Program laboratoriów obejmuje następujące zagadnienia:

1. pomiary liniowych, lokalnych i rozbiegowych strat ciśnienia w przewodach,
2. wyznaczanie charakterystyki przepływowej zaworu regulacyjnego,
3. wyznaczanie charakterystyki przepływowo-energetycznej wentylatora/pompy.

## Metody dydaktyczne

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

Ćwiczenia audytoryjne: metoda problemowa, rozwiązywanie zadań.

Ćwiczenia laboratoryjne: metoda eksperymentu, wykonanie zadań związanych z realizacją tematów ćwiczeń - działania praktyczne

## Literatura

Podstawowa:

Literatura podstawowa:

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

Uzupełniająca:

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. Mitosek M., Matlak M., Kodura A., Zbiór zadań z hydrauliki dla inżynierii i ochrony środowiska. Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2004
4. Orzechowski Z., Prywer J., Zarzycki R., Zadania z mechanika płynów w inżynierii środowiska. Warszawa, WNT 2001
5. Bogusławski L. (Red.), Ćwiczenia laboratoryjne z mechaniki płynów. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1999

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	60	2,50
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	40	1,50