

<b>KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA</b>		
Nazwa modułu/przedmiotu <b>Mechanika płynów II</b>		Kod <b>1010102211010100182</b>
Kierunek studiów <b>Inżynieria Środowiska II stopień</b>	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) <b>(brak)</b>	Rok / Semestr <b>1 / 1</b>
Ścieżka obieralności/specjalność <b>Zaopatrzenie w ciepło, klimatyzacja i</b>	Przedmiot oferowany w języku: <b>polski</b>	Kurs (obligatoryjny/obieralny) <b>obligatoryjny</b>
Stopień studiów: <b>II stopień</b>	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) <b>stacjonarna</b>	
Godziny Wykłady: <b>2</b> Ćwiczenia: <b>1</b> Laboratoria: <b>1</b> Projekty/seminaria: <b>-</b>		Liczba punktów <b>5</b>
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) <b>(brak)</b>		(ogólnouczelniany, z innego kierunku) <b>(brak)</b>
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki <b>nauki techniczne</b>		Podział ECTS (liczba i %) <b>5 100%</b>
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b>		
prof. dr hab. inż. Janusz Wojtkowiak, prof. nadzw. email: janusz.wojtkowiak@put.poznan.pl tel. 6652442, 6652413 Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska ul. Piotrowo 5 60-965 Poznań		Dr inż. Ilona Rzeźnik email: ilona.rzeznik@put.poznan.pl tel. (61) 6652524 Budownictwa i Inżynierii Środowiska ul. Piotrowo 5, 60-965 Poznań
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1	<b>Wiedza:</b>	Matematyka: rachunek różniczkowy i całkowy, równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe, kombinatoryka i rachunek prawdopodobieństwa, podstawy metod numerycznych na poziomie 6 KRK  Fizyka na poziomie 5 KRK, mechanika płynów na poziomie 6 KRK
2	<b>Umiejętności:</b>	Zastosowanie rachunku różniczkowego i całkowego do opisu zjawisk fizycznych, rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych, przekształcanie równań różniczkowych cząstkowych, rozwiązywanie równań różniczkowych metodami przybliżonymi  Mechanika płynów: rozwiązywanie zadań i wykonywanie pomiarów na poziomie 6 KRK
3	<b>Kompetencje społeczne</b>	Świadomość konieczności ciągłego aktualizowania i uzupełniania wiedzy i umiejętności.
<b>Cel przedmiotu:</b>		
-Poszerzenie i pogłębienie wiedzy, umiejętności z zakresu mechaniki płynów niezbędnej do rozwiązywania złożonych problemów przepływowych w urządzeniach i systemach inżynierii środowiska zarówno zabudowanego jak i niezabudowanego.		
<b>Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia</b>		
<b>Wiedza:</b>		
1. Student ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie działania maszyn przepływowych oraz przepływów płynów w przewodach i armaturze - [K2_W03, K2_W04, K2_W07] 2. Student zna podstawowe prawa i równania opisujące przepływy płynów ściśliwych - [K2_W03, K2_W04, K2_W07] 3. Student zna i rozumie budowę równań różniczkowych wyrażających zasady zachowania masy, pędu i energii w mechanice płynów (równań numerycznej mechaniki płynów) - [K2_W03, K2_W04, K2_W07] 4. Student ma poszerzoną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie warunków umożliwiających wprowadzanie uproszczeń w równaniach zachowania masy pędu i energii w mechanice płynów oraz rozumie konsekwencje tych uproszczeń - [K2_W03, K2_W04, K2_W07] 5. Student zna zjawiska odpowiedzialne za straty energii w przepływach oraz ma pogłębioną wiedzę w zakresie sposobów ograniczania tych strat - [K2_W03, K2_W04, K2_W07] 6. Student rozumie zjawisko turbulencji oraz zna matematyczne podstawy jego opisu - [K2_W03, K2_W04, K2_W07] 7. Student zna podstawy komputerowej mechaniki płynów (CFD), ma świadomość zalet i ograniczeń komputerowej symulacji przepływów metodami CFD, zna i rozumie konieczność weryfikacji i walidacji wyników obliczeń - [K2_W03, K2_W04, K2_W07] 8. Student ma wiedzę w zakresie klasyfikacji płynów nienewtonowskich, zna wielkości i prawa opisujące przepływy płynów nienewtonowskich - [K2_W03, K2_W04, K2_W07]		
<b>Umiejętności:</b>		

<p>1. Student potrafi świadomie stosować uproszczenia w równaniach opisujących złożone przepływy płynów (w równaniach numerycznej mechaniki płynów) i przewidywać ich konsekwencje - [K2_U01, K2_U18]</p> <p>2. Student umie obliczyć charakterystyki przepływowe złożonych układów i instalacji z uwzględnieniem wpływ ściśliwości płynu - [K2_U01, K2_U18]</p> <p>3. Student potrafi eksperymentalnie wyznaczyć charakterystyki przepływowe pomp i wentylatorów oraz zaworów regulacyjnych i armatury stosowanych w systemach inżynierii środowiska - [K2_U01, K2_U08, ]</p> <p>4. Student ma umiejętność doświadczalnego zbadania struktury złożonego przepływu techniką laserową (LDA) - [K2_U01, K2_U08, ]</p> <p>5. Student potrafi zaplanować i wyznaczyć doświadczalnie charakterystykę złożonego układu przepływowego - [K2_U01, K2_U08, ]</p>
<b>Kompetencje społeczne:</b>
<p>1. Student rozumie potrzebę pracy zespołowej w rozwiązywaniu problemów teoretycznych i praktycznych - [K2_K03]</p> <p>2. Student ma świadomość konieczności przystępnego dzielenia się wiedzą specjalistyczną z zakresu mechaniki płynów w inżynierii środowiska - [K2_K05]</p> <p>3. Student widzi konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swoich kompetencji - [K2_K01]</p>

<b>Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia</b>
<p><b>Wykłady</b></p> <p>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.</p> <p>W przypadkach wątpliwych egzamin rozszerzany jest o część ustną.</p> <p>Na każdym wykładzie oceniana jest aktywność studentów.</p> <p><b>Ćw. audytoryjne</b></p> <p>80-minutowe pisemne kolokwium zaliczeniowe w ostatnim tygodniu semestru. Kolokwium polega na rozwiązaniu 3 zadań. Ocenianie poprawności samodzielnych rozwiązań zadań (praca własna studenta). Ocenianie ciągłe na każdych zajęciach (premiowanie aktywności).</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b></p> <p>Krótki 15-minutowy sprawdzian wejściowy przed każdym z ćwiczeń.</p> <p>Opracowanie i obrona indywidualna pisemnych sprawozdań z każdego z ćwiczeń.</p> <p>Ocenianie ciągłe na każdych zajęciach (premiowanie aktywności).</p>
<b>Treści programowe</b>
<p>-Kinematyka układów łopatkowych maszyn przepływowych. Prędkość bezwzględna, względna i unoszenia, trójkąty prędkości. Moce, wydajności i sprawności maszyn przepływowych w ujęciu kinematycznym.</p> <p>Przepływy gazów z dużymi prędkościami. Adiabatyczny przepływ gazu w przewodzie o stałym przekroju</p> <p>Entalpia całkowita, statyczna i dynamiczna, parametry krytyczne liczba Macha. Wpływ pomijania ściśliwości gazu na dokładność obliczeń przepływowych.</p> <p>Zasada zachowania masy w mechanice płynów, w ujęciu różniczkowym. Postać ogólna równania. Szczególne przypadki równania zachowania masy.</p> <p>Równania zachowania pędu w mechanice płynów, w ujęciu różniczkowym. Postać ogólna równań, tensor naprężeń stycznych, związek pomiędzy ciśnieniem płynu i składowymi naprężeń normalnych w płynie. Postać równań dla płynu newtonowskiego oraz szczególne przypadki.</p> <p>Równanie zachowania energii w mechanice płynów, w ujęciu różniczkowym. Postać ogólna równania, problem lepkiej dyssypacji. Szczególne przypadki</p> <p>Turbulencja. Prędkość średnia, fluktuacje prędkości, skala turbulencji, intensywność turbulencji. Naprężenia turbulentne, lepkość turbulentna. Energia kinetyczna turbulencji. Szybkość dyssypacji energii kinetycznej turbulencji. Wybrane modele turbulencji. Równania Reynoldsa. Podstawy CFD.</p> <p>Podstawy mechaniki płynów nienewtonowskich. Modele reologiczne, Formuła Wael'a-Ostwalda, charakterystyki płynięcia. Metodyka obliczeń strat ciśnienia dla ustalonych przepływów w przewodach prostych, współczynnik tarcia, uogólniona liczba Reynoldsa.</p> <p><b>Tematy ćwiczeń laboratoryjnych:</b></p> <p>Pomiar pola prędkości cieczy techniką LDA</p> <p>Pomiar charakterystyki przepływowej pompy wirowej i wentylatora</p> <p>Pomiar charakterystyki przepływowej zaworu regulacyjnego</p> <p>Badanie złożonego układu przepływowego na przykładzie gruntowego wymiennika ciepła</p>

**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 mechaniki płynów w inżynierii środowiska. Warszawa, WNT 2001
7. Bogusławski L. (Red.), Ćwiczenia laboratoryjne z mechaniki płynów. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1999
8. Nielacny M., Ćwiczenia laboratoryjne z mechaniki płynów. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1996
9. Bartosik A., Laboratorium z mechaniki płynów. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 1996

**Literatura 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**

<b>Czynność</b>	<b>Czas (godz.)</b>
1. Udział w wykładach	30
2. Udział w ćw. audytoryjnych	15
3. Udział w zajęciach laboratoryjnych	15
4. Przygotowanie do ćw. laboratoryjnych	9
5. Dokończenie (w domu) sprawozdań z ćw. laboratoryjnych, obrona sprawozdania	8
6. Udział w konsultacjach związanych z realizacją projektu, ćw. laboratoryjnych, ćw. audytoryjnych (zakładamy, że student korzysta z 3 konsultacji)	3
7. Przygotowanie się do zaliczenia końcowego z ćw. audytoryjnych	10
8. Przygotowanie się do egzaminu i obecność na egzaminie	15

  

<b>Obciążenie pracą studenta</b>		
<b>forma aktywności</b>	<b>godzin</b>	<b>ECTS</b>
Łączny nakład pracy	105	5
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	63	2
Zajęcia o charakterze praktycznym	15	1