

KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA		
Nazwa modułu/przedmiotu Mechanika płynów II		Kod 1010135211010130182
Kierunek studiów Inżynieria środowiska niestacjonarne II stopień	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) (brak)	Rok / Semestr 1 / 1
Ścieżka obieralności/specjalność Zaopatrzenie w ciepło, klimatyzacja i	Przedmiot oferowany w języku: polski	Kurs (obligatoryjny/obieralny) obligatoryjny
Stopień studiów: II stopień	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) niestacjonarna	
Godziny Wykłady: 20 Ćwiczenia: 10 Laboratoria: 10 Projekty/seminaria: -		Liczba punktów 5
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) (brak)		(ogólnouczelniany, z innego kierunku) (brak)
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki nauki techniczne nauki techniczne		Podział ECTS (liczba i %) 5 100% 5 100%
Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:		
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
Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:		
1	Wiedza:	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	Umiejętności:	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	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 w urządzeniach i systemach inżynierii środowiska zarówno zabudowanego jak i niezabudowanego.		
Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia		
Wiedza:		
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]		

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

Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia
<p>Wykłady</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>Ćw. audytoryjne</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).</p> <p>Ocenianie ciągłe na każdych zajęciach (premiowanie aktywności).</p> <p>Ćwiczenia laboratoryjne:</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>
Treści programowe
<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. Adiabatywny 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 naprężeniami normalnymi 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-Ostwald, charakterystyki płynięcia. Metodyka obliczeń strat ciśnienia dla ustalonych przepływów w przewodach prostych, współczynnik tarcia, uogólniona liczba Reynoldsa.</p> <p>Tematy ćwiczeń laboratoryjnych:</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:		
Literatura uzupełniająca:		
Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta		
Czynność	Czas (godz.)	
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	
Obciążenie pracą studenta		
forma aktywności	godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	105	5
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	63	2
Zajęcia o charakterze praktycznym	15	1