



## IV. Opis programu studiów

### 3. KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	<b>M#1-S1-MiBM-408</b>
Nazwa przedmiotu	<b>Mechanika płynów</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<b>Fluid mechanics</b>
Obowiązuje od roku akademickiego	<b>2020/2021</b>

#### USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	<b>MECHANIKA I BUDOWA MASZYN</b>
Poziom kształcenia	<b>I stopień</b>
Profil studiów	<b>ogólnoakademicki</b>
Forma i tryb prowadzenia studiów	<b>studia stacjonarne</b>
Zakres	<b>wszystkie</b>
Jednostka prowadząca przedmiot	<b>Katedra Mechaniki</b>
Koordinator przedmiotu	<b>Dr hab. inż. Robert Pastuszko</b>
Zatwierdził	

#### OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	<b>przedmiot podstawowy</b>
Status przedmiotu	<b>obowiązkowy</b>
Język prowadzenia zajęć	polski
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	<b>semestr 4</b>
Wymagania wstępne	<b>Matematyka</b>
Egzamin (TAK/NIE)	NIE
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	seminarium
Liczba godzin w semestrze	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>		

**EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Student ma elementarną wiedzę w zakresie podstawowych własności płynów, zna różnice pomiędzy płynami doskonałymi i rzeczywistymi	MiBM1_W04 MiBM1_W21
	W02	ma podstawową wiedzę w zakresie statyki płynów, zna podstawowe równanie statyki, zna przyrządy do pomiaru ciśnienia, ma elementarną wiedzę w zakresie wyznaczania naporu hydrostatycznego, rozumie różnice pomiędzy ciśnieniem absolutnym, podciśnieniem i nadciśnieniem, ma wiedzę w zakresie równowagi względnej	MiBM1_W04 MiBM1_W21
	W03	zna podstawowe pojęcia kinematyki płynów, ma wiedzę w zakresie równania ciągłości	MiBM1_W04 MiBM1_W21
	W04	zna metody wyznaczania prędkości przepływu płynu oraz wydatku masowego i objętościowego, zna równanie Eulera, Bernoulliego i metody wyznaczania strat ciśnienia podczas przepływu płynu lepkiego, ma elementarną wiedzę w zakresie dynamiki gazów i opływu ciał stałych przez płyny lepkie	MiBM1_W04 MiBM1_W21
Umiejętności	U01	potrafi wyznaczać zmianę objętości, lepkości lub gęstości płynu przy zmianie ciśnienia i temperatury	MiBM1_U01 MiBM1_U03 MiBM1_U04 MiBM1_U20 MiBM1_U21
	U02	potrafi wykorzystać prawo Pascala do wyliczenia przyrostu siły w układzie hydraulicznym, umie obliczać ciśnienie hydrostatyczne w zbiornikach zamkniętych i stosować równanie równowagi płynu	MiBM1_U01 MiBM1_U03 MiBM1_U04 MiBM1_U20 MiBM1_U21
	U03	potrafi wyznaczyć wydatek masowy i objętościowy, umie zastosować równanie ciągłości do obliczenia prędkości w segmentach rurociągu, potrafi wyznaczyć liczbę Reynoldsa	MiBM1_U01 MiBM1_U03 MiBM1_U04 MiBM1_U20 MiBM1_U21
	U04	umie zastosować równanie Bernoulliego do obliczania prędkości i ciśnień przy przepływie płynu doskonałego w przewodzie zamkniętym	MiBM1_U01 MiBM1_U03 MiBM1_U04 MiBM1_U20 MiBM1_U21
	U05	potrafi obliczyć straty ciśnienia i prędkości przepływu płynu lepkiego w przewodzie zamkniętym	MiBM1_U01 MiBM1_U03 MiBM1_U04 MiBM1_U20 MiBM1_U21
Kompetencje społeczne	K01	ma świadomość jaki wpływ na środowisko naturalne ma sposób przechowywania i transportu płynów	MiBM1_K01 MiBM1_K02 MiBM1_K03
	K02	umie pracować w grupie podczas wykonywania pomiarów i analizy wyników, podporządkowuje się zasadom pracy w zespole	MiBM1_K01 MiBM1_K02 MiBM1_K03 MiBM1_K04

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć*	Treści programowe
--------------	-------------------

wykład	1. Przedmiot mechaniki płynów. Płyny rzeczywiste i doskonałe. Własności płynów. Siły działające na płyn.
	2. Statyka płynów. Podstawowe równanie statyki płynów. Równanie równowagi płynów w układzie trójwymiarowym. Wysokość słupa cieczy jako miara ciśnienia statycznego. Pomiar ciśnienia. Nadciśnienie, podciśnienie i ciśnienie absolutne. Prawo Pascala.
	3. Manometry. Napór hydrostatyczny na powierzchnie zanurzone w płynie. Paradoks Stevina. Naczynia połączone. Równowaga względna w ruchu prostoliniowym i naczyniu wirującym.
	4. Prawo Archimedesesa. Równowaga brył pływających. Równowaga statyczna płynów ściśliwych. Kinematyka płynów – podstawowe pojęcia. Opis ruchu płynu. Równanie ciągłości strugi. Klasyfikacja przepływów. Przepływ ustalony.
	5. Dynamika płynów - równanie ruchu Eulera. Równanie Bernoulliego. Zastosowania równania Bernoulliego. Pomiary prędkości płynu za pomocą rurek ciśnieniowych.
	6. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Dynamiczne równanie ruchu płynu lepkiego (Naviera – Stokesa). Przepływy w przewodach zamkniętych. Prawo Hagena – Poiseuille'a. Przepływy laminarne i turbulenty. Krytyczne liczby Reynoldsa. Straty liniowe i miejscowe.
	7. Podobieństwa zjawisk przepływowych. Współczynnik Coriolisa. Przewody o stałym przekroju – typowe zagadnienia przy obliczaniu rurociągów. Przepływy w kanałach otwartych.
	8. Koncepcja warstwy przyściennej. Optyw ciał stałych przez płyny lepkie. Zarys dynamiki gazów
ćwiczenia	1. Cechy fizyczne płynów: masa, gęstość.
	2. Cechy fizyczne płynów: ściśliwość, rozszerzalność.
	3. Cechy fizyczne płynów: lepkość.
	4. Ciśnienie hydrostatyczne. Równowaga hydrostatyczna.
	5. Wydatek masowy i objętościowy. Równanie ciągłości strugi.
	6. Równanie Bernoulliego dla płynu doskonałego.
	7. Równanie Bernoulliego dla płynu rzeczywistego.
laboratorium	1. Sprawy organizacyjne. Wymogi zaliczeniowe. Zapoznanie studentów z przepisami BHP i ppoż. w Laboratorium mechaniki płynów. Zasady opracowywania danych eksperymentalnych.
	2. Pomiar naprężeń stycznych w cieczy.
	3. Równowaga względna cieczy.
	4. Wizualizacja przepływu - krytyczna liczba Reynoldsa.
	5. Wyznaczanie współczynnika strat liniowych w przewodzie zamkniętym.
	6. Wyznaczanie współczynnika strat lokalnych przy przepływie wody w rurze.
	7. Wyznaczanie charakterystyki maszyny przepływowej.

\*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

## METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia (zaznaczyć X)					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01			X			
W02			X			
W03			X			
W04			X			
U01			X		X	
U02			X		X	
U03			X		X	
U04			X		X	
U05			X		X	
K01						X

K02					X	X
...						

### FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć*	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	<b>zaliczenie z oceną</b>	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium końcowego
ćwiczenia	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium w trakcie zajęć
laboratorium	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium w trakcie zajęć, wykonanie sprawozdań z każdego z ćwiczeń laboratoryjnych

\*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

### NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS							
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta					Jednostka
		W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	15	15	15			h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2	2	2			h
3.	<b>Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>51</b>					h
4.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>2,0</b>					ECTS
5.	<b>Liczba godzin samodzielnej pracy studenta</b>	<b>24</b>					h
6.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy</b>	<b>1,0</b>					ECTS
7.	<b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b>	<b>50</b>					h
8.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym</b>	<b>2,0</b>					ECTS
9.	<b>Sumaryczne obciążenie pracą studenta</b>	<b>75</b>					h
10.	<b>Punkty ECTS za moduł</b> <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	<b>3</b>					ECTS

### LITERATURA

1. Z. Orzechowski, J. Prywer, R. Zarzycki: Mechanika płynów w inżynierii środowiska, WNT, Warszawa 2001
2. R. Gryboś: Podstawy mechaniki płynów, PWN, Warszawa 1998
3. R. Puzyrewski, J. Sawicki: Podstawy mechaniki płynów i hydrauliki, PWN, Warszawa 1998
4. A. Tarnogrodzki: Wykłady i ćwiczenia z mechaniki cieczy i gazów, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1991

5. R.A. Duckworth: Mechanika płynów, WNT, Warszawa 1983
6. Y. Nakayama, R.F. Boucher: Introduction to Fluid Mechanics, ButterworthHeinemann 2002
7. Burka E.S., Nałęcz T.J.: Mechanika płynów w przykładach, PWN, Warszawa 2002
8. Ratajczak R., Zwoliński W.: Zbiór zadań z hydromechaniki, PWN, Warszawa 1981
9. Gołębiewski C. i in.: Zbiór zadań z mechaniki płynów, PWN, Warszawa 1980
10. Orzechowski Z.: Ćwiczenia audytoryjne z mechaniki płynów, skrypty dla szkół wyższych, Politechnika Łódzka, Łódź 1993
11. Gryboś R., Pakuła G.: Zbiór zadań z mechaniki płynów, skrypt ucz. Politechniki Śląskiej nr 1609, Gliwice 1991
12. Bartosik: Laboratorium mechaniki płynów, skrypt nr 368, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2001
13. M. Matlak, A. Szuster: Ćwiczenia laboratoryjne z mechaniki płynów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002
14. H. Szewczyk: Mechanika płynów. Ćwiczenia laboratoryjne, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1989