Załącznik nr 9
do Zarządzenia Rektora nr 35/19
z dnia 12 czerwca 2019 r.

IV. Opis programu studiów

3. KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	**M#1-S1-WP-403**
Nazwa przedmiotu	**Mechanika płynów**
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	**Fluid mechanics**
Obowiązuje od roku akademickiego	**2019/2020**

USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	**WZORNICTWO PRZEMYSŁOWE**
Poziom kształcenia	**I stopień**
Profil studiów	**ogólnoakademicki**
Forma i tryb prowadzenia studiów	**studia stacjonarne**
Zakres	**wszystkie**
Jednostka prowadząca przedmiot	**Katedra Mechaniki**
Koordynator przedmiotu	**Dr hab. Inż. Magdalena Piasecka, prof. PŚk**
Zatwierdził	

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

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

Forma prowadzenia zajęć	**wykład**	**ćwiczenia**	**laboratorium**	**projekt**	**seminarium**
Liczba godzin w semestrze	**15**	**15**	**15**		

EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Rozumie pojęcia i definicje: płyn i jego właściwości, zna różnice pomiędzy płynami doskonałymi i rzeczywistym, ma elementarną wiedzę w zakresie podstawowych własności płynów i potrafi je scharakteryzować; rozróżnia siły działające na płyn.	**WP1_W02** **WP1_W14**
	W02	Ma podstawową wiedzę w zakresie statyki płynów; zna podstawowe równanie statyki, rozpoznaje przyrządy do pomiaru ciśnienia; ma elementarna wiedzę w zakresie wyznaczania naporu hydrostatycznego; zna prawo Archimedesa oraz zagadnienia związane z równowagą brył pływających; rozumie różnice pomiędzy ciśnieniem absolutnym, podciśnieniem i nadciśnieniem, ma wiedzę w zakresie równowagi względnej.	**WP1_W01** **WP1_W02** **WP1_W14**
	W03	Rozumie podstawowe pojęcia i definicje dot. zagadnień w zakresie kinematyki płynów; rozróżnia metody opisu ruchu w płynie, ma wiedzę w zakresie równania ciągłości.	**WP1_W01** **WP1_W02** **WP1_W14**
	W04	Posiada elementarną wiedzę w zakresie dynamiki płynów, zagadnienia wydatku masowego i objętościowego; zna równanie Eulera oraz równania Bernoulliego, a także jego zastosowania; identyfikuje postać równania ruchu płynu lepkiego (Naviera – Stokesa); zna zagadnienia towarzyszące przepływowi płynów w przewodach zamkniętych: w tym prawo Hagena – Poiseuille'a; rozróżnia przepływy laminarne i turbulentne, potrafi scharakteryzować krytyczne liczby Reynoldsa; posiada zarys wiedzy dot. podobieństwa zjawisk przepływowych.	**WP1_W01** **WP1_W02** **WP1_W14**
	W05	Ma wiedzę w zakresie strat energii występujących podczas przepływu oraz zna metody ich wyznaczania; zna typowe zagadnienia przy obliczaniu rurociągów; posiada podstawowe wiadomości w zakresie przepływów w kanałach otwartych; zna koncepcję warstwy przyściennej oraz zagadnienia związane z opływem ciał stałych przez płyny lepkie; znana jest mu tematyka, którą zajmuje się aerodynamika.	**WP1_W01** **WP1_W02** **WP1_W14**
Umiejętności	U01	Potrafi wyznaczać gęstość mieszaniny przy zadanych udziałach masowych czy objętościowych; potrafi wyznaczać zmianę objętości, lepkości lub gęstości płynów przy zmianie ciśnienia i/lub temperatury; potrafi wyznaczyć lepkość płynu na podstawie eksperymentalnego pomiaru naprężeń stycznych w funkcji odkształcenia postaciowego, wykorzystując wiskozymetr rotacyjny; potrafi korzystać z równania Clapeyrona w zadaniach dotyczących gazów.	**WP1_U01** **WP1_U02** **WP1_U03** **WP1_U06** **WP1_U08** **WP1_U09** **WP1_U17** **WP1_U20**
	U02	Potrafi korzystać z prawa Pascala, umie obliczać ciśnienie hydrostatyczne w zbiornikach zamkniętych i stosować równanie równowagi płynu; umie wyznaczać równanie powierzchni swobodnej cieczy podczas równowagi względnej (ruch obrotowy wokół osi pionowej), na podstawie eksperymentu.	**WP1_U01** **WP1_U02** **WP1_U03** **WP1_U06** **WP1_U08** **WP1_U09** **WP1_U17** **WP1_U20**

	U03	Potrafi wyznaczyć wydatek masowy i objętościowy, umie zastosować równanie ciągłości do obliczenia prędkości w segmentach rurociągu, potrafi wyznaczyć liczbę Reynoldsa, w tym krytyczną, na podstawie eksperymentu.	**WP1_U01 WP1_U02 WP1_U03 WP1_U06 WP1_U08 WP1_U09 WP1_U17 WP1_U20**
	U04	Umie zastosować równanie Bernoulliego do wyznaczenia prędkości i ciśnień płynu czy poziomu zwierciadła w zbiorniku, w zagadnieniach przepływu płynu doskonałego w przewodzie zamkniętym.	**WP1_U01 WP1_U02 WP1_U08**
	U05	Umie wyznaczyć straty energii podczas przepływu płynu rzeczywistego w rurociągu, umie zastosować równanie Bernoulliego do rozwiązywania typowych zagadnień przepływu płynu w przewodach zamkniętych, w tym wyznaczenia strat liniowych i lokalnych energii oraz wyznaczenia typowych charakterystyk maszyny przepływowej – pompy (również na podstawie eksperymentu).	**WP1_U01 WP1_U02 WP1_U03 WP1_U06 WP1_U08 WP1_U09 WP1_U17 WP1_U20**
Kompetencje społeczne	K01	Ma świadomość jaki wpływ na środowisko naturalne ma sposób przechowywania i transportu płynów	**WP1_K02**
	K02	Umie pracować w grupie, podporządkowuje się zasadom pracy w zespole; potrafi przedstawiać swoje stanowisko i bronić go, używając rzeczowych argumentów w dyskusji.	**WP1_K03 WP1_K04 WP1_K11**

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. Pomiar ciśnienia. Nadciśnienie, podciśnienie i ciśnienie absolutne. Prawo Pascala. Manometry.
	3. Napór hydrostatyczny na powierzchnie zanurzone w płynie. Paradoks Stevina. Naczynia połączone. Równowaga względna w ruchu prostoliniowym i naczyniu wirującym.
	4. Prawo Archimedesa. 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. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Dynamiczne równanie ruchu płynu lepkiego (Naviera – Stokesa).
	6. Przepływy w przewodach zamkniętych. Prawo Hagena – Poiseuille'a. Przepływy laminarne i turbulentne. Krytyczne liczby Reynoldsa. Straty liniowe i miejscowe. Podobieństwo zjawisk przepływowych.
	7. Typowe zagadnienia przy obliczaniu rurociągów. Przepływy w kanałach otwartych. Koncepcja warstwy przyściennej, opływ ciał stałych przez płyny lepkie. Zarys aerodynamiki.
ćwiczenia	1. Właściwości fizyczne płynów: masa, gęstość, wyznaczenie gęstości płynu dla zadanego udziału masowego/objętościowego mieszaniny; zastosowanie równania Clapeyrona do zagadnień dotyczących gazów doskonałych.
	2. Cechy fizyczne płynów: ściśliwość, rozszerzalność i lepkość.
	3. Podstawowe zagadnienia statyki płynów; ciśnienie hydrostatyczne,
	4. Prawo naczyń połączonych w zagadnieniach statyki płynów.
	5. Wydatek masowy/objętościowy; równanie ciągłości strugi; równanie Bernoulliego w obliczeniach dot. przepływu płynu doskonałego.
	6. Straty energii podczas przepływu płynu rzeczywistego; równanie Bernoulliego podczas przepływu rzeczywistego przez przewody zamknięte.
	7. Zastosowanie równania Bernoulliego w zagadnieniach podczas przepływu płynu rzeczywistego - wybrane zagadnienia.

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		X	
W02			X		X	
W03			X		X	
W04			X		X	
W05			X		X	
U01			X		X	
U02			X		X	
U03			X		X	
U04			X			
U05			X		X	
K01					X	
K02					X	

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć*	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	**zaliczenie z oceną**	
ćwiczenia	zaliczenie z oceną	*np. Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwiów w trakcie zajęć*
laboratorium	zaliczenie z oceną	
projekt	zaliczenie z oceną	
seminarium	zaliczenie z oceną	

*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS							
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta					Jednostka
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	W	C	L	P	S	h
		15	15	15			
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2	2	2			h
3.	**Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego**	**51**					h

4.	**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego**	**2,0**	ECTS
5.	**Liczba godzin samodzielnej pracy studenta**	**24**	h
6.	**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy**	**1,0**	ECTS
7.	**Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym**	**50**	h
8.	**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym**	**2,0**	ECTS
9.	**Sumaryczne obciążenie pracą studenta**	**75**	h
10.	**Punkty ECTS za moduł** *1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta*	**3**	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