



IV. Opis programu studiów

3. KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	M#1-S1-IB-408
Nazwa przedmiotu	Mechanika płynów i maszyny ciepłno-przepływowe
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Fluid mechanics and thermal fluid-flow machines
Obowiązuje od roku akademickiego	2019/2020

USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	INŻYNIERIA BEZPIECZEŃSTWA
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)	TAK
Liczba punktów ECTS	6

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	seminarium
Liczba godzin w semestrze	30	15	30		

EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Ma elementarną wiedzę w zakresie podstawowych właściwości płynów. Ma podstawową wiedzę w zakresie statyki płynów; zna podstawowe równanie statyki, rozpoznaje przyrządy do pomiaru ciśnienia;	IB1_W02 IB1_W08 IB1_U01 IB1_U02
	W02	Rozumie różnice pomiędzy ciśnieniem absolutnym, podciśnieniem i nadciśnieniem, ma wiedzę w zakresie równowagi względnej. Zna podstawowe pojęcia i definicje dot. zagadnień w zakresie kinematyki płynów.	IB1_W01 IB1_W02 IB1_W08 IB1_U01 IB1_U02 IB1_U03 IB1_U10 IB1_U25 IB1_U27
	W03	Posiada elementarną wiedzę w zakresie dynamiki płynów; zna równanie Bernoulliego; zna zagadnienia towarzyszące przepływowi płynów w przewodach zamkniętych; rozróżnia przepływy laminarne i turbulentne, potrafi scharakteryzować krytyczne liczby Reynoldsa. Ma wiedzę w zakresie strat energii występujących podczas przepływu oraz zna metody ich wyznaczania; zna koncepcję warstwy przyściennej oraz zagadnienia związane z opływem ciał stałych przez płyny lepkie.	IB1_W01 IB1_W02 IB1_W08 IB1_U01 IB1_U02
	W04	Student ma elementarną wiedzę w zakresie konstrukcji pomp przepływowych, parametrów pomp i układów pompowych, charakterystyk pomp, przepływu cieczy w pompie odśrodkowej, łączenia pomp i ich współpracy układem.	IB1_W01 IB1_W02 IB1_W08 IB1_U01 IB1_U02 IB1_U03 IB1_U10 IB1_U25 IB1_U27
	W05	Ma wiedzę w zakresie podziału, charakterystyk, doboru wentylatorów do sieci wentylacyjnej, wymienników ciepła, niekonwencjonalnych źródeł energii, kolektorów słonecznych, pomp ciepła.	IB1_W01 IB1_W02 IB1_W08 IB1_U01 IB1_U02 IB1_U03 IB1_U10 IB1_U25 IB1_U27
Umiejętności	U01	Potrafi wyznaczać zmianę objętości, lepkości lub gęstości płynu przy zmianie ciśnienia i temperatury, wykorzystać prawo Pascala do wyliczenia przyrostu siły w układzie hydraulicznym, umie obliczać ciśnienie hydrostatyczne w zbiornikach zamkniętych i stosować równanie równowagi płynu.	IB1_W01 IB1_W02 IB1_W08 IB1_U01 IB1_U02 IB1_U03 IB1_U10 IB1_U25 IB1_U27
	U02	Potrafi wyznaczyć wydatek masowy i objętościowy, umie zastosować równanie ciągłości do obliczenia prędkości w segmentach rurociągu, potrafi wyznaczyć liczbę Reynoldsa.	IB1_W01 IB1_W02 IB1_W08 IB1_U01 IB1_U02 IB1_U03 IB1_U10 IB1_U25 IB1_U27

	U03	Umie zastosować równanie Bernoulliego do obliczania prędkości i ciśnień przy przepływie płynu doskonałego w przewodzie zamkniętym; potrafi obliczyć straty ciśnienia i prędkości przepływu płynu lepkiego.	IB1_W01 IB1_W02 IB1_W08 IB1_U01 IB1_U02 IB1_U03 IB1_U10 IB1_U25 IB1_U27
	U04	Potrafi wyznaczać podstawowe parametry pompy, umie korzystać z charakterystyki pompy, potrafi wyznaczyć punkt współpracy pompy z układem, umie korzystać z charakterystyki wentylatora, potrafi wyznaczyć punkt współpracy wentylatora z siecią wentylacyjną.	IB1_W01 IB1_W02 IB1_W08 IB1_U01 IB1_U02
	U05	Potrafi określić powierzchnię wymiany ciepła wymiennika ciepła, umie wyznaczać sprawność rekuperacji oraz współczynniki wydajności energetycznej i chłodniczej; potrafi wyznaczać podstawowe parametry pompy ciepła i sprawność kolektora słonecznego.	IB1_W01 IB1_W02 IB1_W08 IB1_U01 IB1_U02 IB1_U03 IB1_U10 IB1_U25 IB1_U27
Kompetencje społeczne	K01	Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierii bezpieczeństwa w zakresie wykorzystania płynów w zbiornikach, przewodach, pompach, wentylatorach i wymiennikach ciepła, mając na względzie ich wpływ na środowisko i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.	IB1_K02
	K02	Umie pracować w grupie, podporządkowuje się zasadom pracy w zespole; potrafi przedstawiać swoje stanowisko i bronić go, używając rzeczowych argumentów w dyskusji.	IB1_K03 IB1_K04

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć*	Treści programowe
wykład	1. Przedmiot mechaniki płynów. Płyny rzeczywiste i doskonałe. Własności płynów. Siły działające na płyn. Statyka płynów. Podstawowe równanie statyki płynów. Pomiar ciśnienia. Nadciśnienie, podciśnienie i ciśnienie absolutne. Prawo Pascala. Manometry.
	2. Napór hydrostatyczny na powierzchnie zanurzone w płynie. Paradoks Stevina. Naczynia połączone. Równowaga względna w ruchu prostoliniowym i naczyniu wirującym.
	3. Prawo Archimedesesa. Równowaga brył pływających. Kinematyka płynów – podstawowe pojęcia. Równanie ciągłości strugi.
	4. Dynamika płynów. Równanie Bernoulliego dla płynów doskonałych. Zastosowania równania Bernoulliego.
	5. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Dynamiczne równanie ruchu płynu lepkiego (Naviera – Stokesa).
	6. Przepływy w przewodach zamkniętych. Przepływy laminarne i turbulentne. Krytyczne liczby Reynoldsa. Straty liniowe i miejscowe.
	7. Przepływy w kanałach otwartych. Koncepcja warstwy przyściennej, opływ ciał stałych przez płyny lepkie. Zarys aerodynamiki.
	8. Wiadomości ogólne, klasyfikacja maszyn przepływowych i cieplnych. Hydrauliczne maszyny tłokowe i pompy przepływowe.
	9. Pompy wirowe. Wydajności, moce i sprawności pomp. Wyróżniki szybkobieżności. Trójkąty prędkości. Charakterystyki pomp. Przepływ cieczy w pompie odśrodkowej – równanie Eulera.
	10. Równoległa i szeregową pracę pomp. Współpraca pomp z układem rurociągów - punkt pracy.

	11. Wentylatory i dmuchawy – podział, charakterystyki, współpraca z siecią wentylacyjną.
	12. Wymienniki i rekuperatory – rodzaje, konstrukcja, średnia logarytmiczna różnica temperatur, współczynniki przenikania.
	13. Kotły parowe i wodne. Turbiny parowe.
	14. Metody wykorzystania niekonwencjonalnych źródeł energii. Kolektory słoneczne. Pompy ciepła.
ćwiczenia	1. Właściwości fizyczne płynów: masa, gęstość, Cechy fizyczne płynów: ściśliwość, rozszerzalność i lepkość.
	2. Podstawowe zagadnienia statyki płynów; ciśnienie hydrostatyczne.
	3. Wydatek masowy/objętościowy; równanie ciągłości strugi; równanie Bernoulliego w obliczeniach dot. przepływu płynu doskonałego.
	4. Straty energii podczas przepływu płynu rzeczywistego; równanie Bernoulliego podczas przepływu rzeczywistego przez przewody zamknięte.
	5. Przykładowe obliczenia podstawowych parametrów pracy i wymiarów konstrukcyjnych pompy odśrodkowej, wyznaczanie mocy silnika napędzającego pompę Współpraca pompy z układem, charakterystyki pompy i układu.
	6. Obliczenia podstawowych parametrów wentylatorów. Współpraca z siecią wentylacyjną.
	7. Obliczanie współczynników przejmowania i przenikania ciepła oraz powierzchni wymiany ciepła dla wymiennika.
laboratorium	1. Sprawy organizacyjne. Wymogi zaliczeniowe. Zapoznanie studentów z przepisami BHP i ppoż. w laboratorium mechaniki płynów i maszyn ciepłoprzepływowych. 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 pompy wirowej.
	8. Wyznaczanie charakterystyki wentylatora.
	9. Wyznaczanie sprawności odzysku ciepła w rekuperatorze.
	10. Wyznaczanie współczynnika efektywności energetycznej pompy ciepła.
	11. Wyznaczanie współczynnika wydajności chłodniczej.
	12. Badanie przeciwprądowego wymiennika ciepła.
	13. Badanie sprawności kolektora słonecznego.

*) 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		X	
U02		X	X		X	
U03		X	X		X	
U04		X	X			
U05		X	X		X	
K01					X	
K02					X	

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć*	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	egzamin	Egzamin w formie testu otwartego. Ocena uzależniona jest od zdobytych punktów w trakcie egzaminu. Ocenę pozytywną uzyskuje student po przekroczeniu 51 pkt. Ocenę bardzo dobrą otrzymuje student od 90 do 100 pkt.
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 + sprawozdanie

*) 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	30	15	30			h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	4	2	2			h
3.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	83					h
4.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	3,3					ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	67					h
6.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	2,7					ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	90					h
8.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	3,6					ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	150					h
10.	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	6					ECTS

LITERATURA

- Orzechowski Z., Prywer J., Zarzycki R.: Mechanika płynów w inżynierii środowiska, WNT, Warszawa 2001
- Gryboś R.: Podstawy mechaniki płynów, PWN, Warszawa 1998
- Puzyrewski R., Sawicki J.: Podstawy mechaniki płynów i hydrauliki, PWN, Warszawa 1998
- Tarnogrodzki A.: Wykłady i ćwiczenia z mechaniki cieczy i gazów, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1991
- Duckworth R.A.: Mechanika płynów, WNT, Warszawa 1983
- Nakayama Y., Boucher R.F.: Introduction to Fluid Mechanics, ButterworthHeinemann 2002
- Burka E.S., Nałęcz T.J.: Mechanika płynów w przykładach, PWN, Warszawa 2002
- Ratajczak R., Zwoliński W.: Zbiór zadań z hydromechaniki, PWN, Warszawa 1981

9. Gołębiowski 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. Matlak M., Szuster A.: Ćwiczenia laboratoryjne z mechaniki płynów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002
14. Szewczyk H.: Mechanika płynów. Ćwiczenia laboratoryjne, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1989
15. Chmielniak T. J., Maszyny przepływowe, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 1997
16. Fodemski, Tadeusz Ryszard, red., Pomiary cieplne. Cz. 2, Badania cieplne maszyn i urządzeń, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2000
17. Miller, A, Maszyny i urządzenia cieplne i energetyczne, Wyd. 4 uzup., Wydaw. Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa, 1996
18. Lewandowski W.M., Proekologiczne źródła energii odnawialnej, WNT, Warszawa, 2002
19. Stępniewski M., Pompy, WNT, Warszawa, 1988
20. Cieśliński J.T., Niekonwencjonalne urządzenia i układy energetyczne, Przykłady obliczeń, Wyd. Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 1997
21. Fodemski, Tadeusz Ryszard, red., Pomiary cieplne. Cz. 2, Badania cieplne maszyn i urządzeń, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2000
22. Stępniewski M., Pompy, WNT, Warszawa, 1988
23. Gąsiorowski J. i in., Zbiór zadań z teorii maszyn cieplnych, WNT, Warszawa, 1984