



## IV. Opis programu studiów

### 3. KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	<b>M#1-N1-IP-PPT-704</b>
Nazwa przedmiotu	<b>Komputerowe wspomaganie w dynamice przepływów i wymianie ciepła</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<b>Computer support in flow dynamics and heat transfer</b>
Obowiązuje od roku akademickiego	<b>2020/2021</b>

#### USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	<b>INFORMATYKA PRZEMYSŁOWA</b>
Poziom kształcenia	<b>I stopień</b>
Profil studiów	<b>ogólnoakademicki</b>
Forma i tryb prowadzenia studiów	<b>studia niestacjonarne</b>
Zakres	<b>programowanie procesów technologicznych</b>
Jednostka prowadząca przedmiot	<b>Katedra Mechaniki</b>
Koordynator przedmiotu	<b>Dr inż. Robert Kaniowski</b>
Zatwierdził	

#### OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	<b>przedmiot specjalnościowy</b>
Status przedmiotu	<b>obowiązkowy</b>
Język prowadzenia zajęć	polski
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	<b>semestr 7</b>
Wymagania wstępne	<b>Matematyka</b>
Egzamin (TAK/NIE)	NIE
Liczba punktów ECTS	<b>4</b>

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	seminarium
Liczba godzin w semestrze	<b>9</b>		<b>18</b>	<b>9</b>	

## EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Zna zasady obliczania i doboru instalacji hydraulicznych	IP1_W02 IP1_W03
	W02	Zna metody wyznaczania prędkości przepływu płynu oraz wydatku masowego i objętościowego, zna równanie Eulera, Bernoulliego i metody wyznaczania strat ciśnienia podczas przepływu płynu lepkiego.	IP1_W02 IP1_W03
	W03	Posiada wiedzę w zakresie stosowania zasad termodynamiki do układów konwersji energii, równania Clapeyrona.	IP1_W02 IP1_W03
	W04	Student ma wiedzę w zakresie podstawowych rodzajów transportu ciepła, pojęć i zależności opisujących wymianę ciepła, ma wiedzę w zakresie złożonej wymiany ciepła, oporów cieplnych	IP1_W02 IP1_W03
	W05	Potrafi prowadzić obliczenia numeryczne dla dwuwymiarowego rozkładu temperatur	IP1_W02 IP1_W03
Umiejętności	U01	Posiada umiejętności w zakresie użycia wybranych metod i narzędzi do rozwiązywania inżynierskich problemów dotyczących obliczeń hydraulicznych i podstaw wymiany ciepła	IP1_U02 IP1_U06 IP1_U10 IP1_U15
	U02	Umie opracować sprawozdanie na podstawie obliczeń i przedstawić wyniki w formie graficznej	IP1_U02 IP1_U06 IP1_U10 IP1_U15
	U03	Potrafi korzystać z podstawowych mechanizmów wymiany ciepła	IP1_U02 IP1_U06 IP1_U10 IP1_U15
	U04	Potrafi stosować narzędzia matematyczne do rozwiązywania problemów odnoszących się do zasad termodynamiki i mechaniki płynów. Umie zinterpretować otrzymane wyniki.	IP1_U02 IP1_U06 IP1_U10 IP1_U15
	U05	Posiada wystarczającą sprawność obliczeniową w zakresie typowych zagadnień techniki cieplnej i mechaniki płynów (praca, moc, ciepło, strumień ciepła, natężenie przepływu, itp.).	IP1_U02 IP1_U06 IP1_U10 IP1_U15
Kompetencje społeczne	K01	Umie pracować w grupie, podporządkowuje się zasadom pracy w zespole. Potrafi przedstawiać swoje stanowisko i bronić go, używając rzeczowych argumentów w dyskusji.	IP1_K04
	K02	Ma świadomość, jaki wpływ na środowisko naturalne ma sposób wytwarzania energii i praca urządzeń wytwarzających energię.	IP1_K02

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć*	Treści programowe
wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>Płyny rzeczywiste i doskonałe. Własności płynów. Siły działające na płyn. 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.</li> <li>Prawo Archimedesesa. Równowaga brył pływających. Równowaga statyczna płynów ściśliwych. Kinematyka płynów – podstawowe pojęcia. Opis ruchu płynu. Równanie ciągłości strugi. Klasyfikacja przepływów. Przepływ ustalony. Dynamika płynów - równanie ruchu Eulera.</li> </ol>

	3. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływy w przewodach zamkniętych. Zastosowania równania Bernoulliego. Pomiary prędkości płynu za pomocą rurek ciśnieniowych. Prawo Hagena – Poiseuille'a. Przepływy laminarne i turbulentne. Krytyczne liczby Reynoldsa. Straty liniowe i miejscowe.
	4. Równanie stanu gazu doskonałego, ciepło właściwe przy stałym ciśnieniu i objętości dla gazu doskonałego. I zasada termodynamiki dla układów zamkniętych (o kontrolowanej masie) i otwartych (o kontrolowanej objętości). Procedury bilansowania energii, przykłady analizy energetycznej.
	5. Podstawowe wiadomości o wymianie ciepła (przewodzenie, przejmowanie, promieniowanie, przenikanie). Liczby podobieństwa i równania kryterialne w wymianie ciepła.
	6. Wyprowadzenie zależności dla ustalonego przewodzenia ciepła metodą bilansów elementarnych.
laboratorium	1. Sprawy organizacyjne. Wymogi zaliczeniowe. Zapoznanie studentów z przepisami BHP i ppoż. w laboratorium. 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. Pomiar temperatur. Przyrządy do pomiaru temperatury. Praktyczna analiza sposobu instalowania termometrów w instalacjach.
	8. Pomiar ciśnień. Wzorcowanie manometrów sprężystych.
	9. Zależność stanu skupienia od temperatury i ciśnienia.
	10. Badanie rury ciepła.
	11. Prawo Boyle'a - Mariotte'a (przemiana izotermiczna).
	12. Wyznaczenie prędkości płynu zwężką pomiarową.
	13. Pomiary własności powietrza wilgotnego.
projekt	1. Obliczanie parametrów przepływu dla rurociągu prostoliniowego: poszukiwanie różnicy ciśnień, wyznaczanie prędkości i wydatku.
	2. Obliczanie parametrów przepływu dla rurociągu prostoliniowego: wyznaczanie średnicy rurociągu.
	3. Wypływ cieczy przez lewar – sformułowanie zagadnienia przy założeniu zmiany wysokości powierzchni swobodnej
	4. Obliczenia numeryczne czasu opróżniania zbiornika
	5. Obliczenia numeryczne dwuwymiarowego rozkładu temperatur – wyprowadzenie formuł metodą bilansu elementarnego (objętości kontrolne)
	6. Obliczenia numeryczne dwuwymiarowego rozkładu temperatur - warunki brzegowe Dirichleta i Neumanna

## 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			
W05			X			
U01				X	X	
U02				X	X	
U03				X	X	

U04				X	X	
U05				X	X	
K01				X	X	
K02				X	X	

### FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć*	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwiów w trakcie zajęć
laboratorium	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów ze sprawozdań
projekt	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z projektu

### 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	9		18	9		h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2		2	2		h
3.	<b>Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>42</b>					h
4.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>1,7</b>					ECTS
5.	<b>Liczba godzin samodzielnej pracy studenta</b>	<b>58</b>					h
6.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy</b>	<b>2,3</b>					ECTS
7.	<b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b>	<b>75</b>					h
8.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym</b>	<b>3,0</b>					ECTS
9.	<b>Sumaryczne obciążenie pracą studenta</b>	<b>100</b>					h
10.	<b>Punkty ECTS za moduł</b> <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	<b>4</b>					ECTS

### LITERATURA

1. J.A. Kołodziej: *Wybrane zagadnienia z mechaniki płynów w ujęciu komputerowym*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2003
2. Z. Orzechowski, J. Prywer, R. Zarzycki: *Mechanika płynów w inżynierii środowiska*, WNT, Warszawa 2001
3. R.Gryboś: *Podstawy mechaniki płynów*, PWN, Warszawa 1998
4. P. Furmański, R.Domański: *Wymiana ciepła. Przykłady obliczeń i zadania*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002
5. Z. Nagórski: *Modelowanie przewodzenia ciepła za pomocą arkusza kalkulacyjnego*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2014
6. S. Wiśniewski, T.S. Wiśniewski: *Wymiana ciepła*, WNT, Warszawa 1997

7. B. Staniszewski: Termodynamika, PWN, Warszawa 1986
8. S. Wiśniewski: Termodynamika Techniczna . Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1999