

**KARTA PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	studia stacjonarne:	<b>M#2-S2-MiBM-104</b>
	studia niestacjonarne:	<b>M#2-N2-MiBM-104</b>
Nazwa przedmiotu	<b>Wymiana ciepła</b>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<b>Heat Transfer</b>	
Obowiązuje od roku akademickiego	<b>2024/2025</b>	

**USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW**

Kierunek studiów	<b>MECHANIKA I BUDOWA MASZYN</b>
Poziom kształcenia	<b>II stopień</b>
Profil studiów	<b>ogólnoakademicki</b>
Forma i tryb prowadzenia studiów	<b>Studia stacjonarne i niestacjonarne</b>
Zakres	<b>wszystkie</b>
Jednostka prowadząca przedmiot	<b>Katedra Mechaniki i Procesów Ciepłych</b>
Koordynator przedmiotu	<b>dr hab. inż. Robert Pastuszko, prof. PŚk</b>
Zatwierdził	<b>dr hab. Jakub Takosoglu, prof. PŚk, Dziekan Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn</b>

**OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU**

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	<b>Przedmiot kierunkowy</b>	
Status przedmiotu	<b>obowiązkowy</b>	
Język prowadzenia zajęć	<b>polski</b>	
Usytuowanie w planie studiów - semestr	studia stacjonarne	<b>Semestr I</b>
	studia niestacjonarne	<b>Semestr I</b>
Wymagania wstępne	<b>Mechanika płynów, termodynamika</b>	
Egzamin (TAK/NIE)	<b>NIE</b>	
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>	

Forma prowadzenia zajęć		wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
Liczba godzin w semestrze	studia stacjonarne:	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>		
	studia niestacjonarne:	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>		



**EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Student ma wiedzę w zakresie podstawowych rodzajów transportu ciepła, pojęć i zależności opisujących wymianę ciepła, ma wiedzę w zakresie złożonej wymiany ciepła, oporów cieplnych	MiBM2_W10
	W02	ma wiedzę w zakresie równań różniczkowych przewodzenia ciepła w ciałach stałych i warunków brzegowych, ma wiedzę w zakresie jednowymiarowych przypadków przewodzenia ciepła	MiBM2_W10
	W03	ma wiedzę w zakresie wymiany ciepła przez żebra oraz przewodzenia ciepła w stanie ustalonym i nieustalonym, zna co najmniej jedną z metod analizy numerycznej w odniesieniu do wymiany ciepła	MiBM2_W10
	W04	ma elementarną wiedzę w zakresie konwekcji wymuszonej, swobodnej, równań korelacyjnych, stosowanych liczb podobieństwa, wymiany ciepła przy zmianie fazy, wymienników ciepła	MiBM2_W10
Umiejętności	U01	potrafi wyznaczać gęstość strumienia ciepła dla prostych i złożonych przypadków jednowymiarowej wymiany ciepła	MiBM2_W10 MiBM2_U15
	U02	umie wyznaczać rozkład temperatur i obliczać strumień ciepła w odniesieniu do powierzchni rozwiniętych i dla prostych zagadnień ustalonej i nieustalonej wymiany ciepła	MiBM2_W10 MiBM2_U04 MiBM2_U15
	U03	umie zastosować metodę różnic skończonych do wyznaczania rozkładu temperatury	MiBM2_W10 MiBM2_U04 MiBM2_U15
	U04	potrafi wyznaczać współczynniki przejmowania ciepła dla prostych przypadków konwekcji swobodnej i wymuszonej	MiBM2_W10 MiBM2_U04 MiBM2_U15
	U05	potrafi wyznaczyć powierzchnię wymiennika ciepła	MiBM2_W10 MiBM2_U04 MiBM2_U15
Kompetencje społeczne	K01	ma świadomość jaki wpływ na środowisko naturalne ma ograniczenie strat ciepła	MiBM2_K02
	K02	umie pracować w grupie podczas wykonywania obliczeń, podporządkowuje się zasadom pracy w zespole	MiBM2_K01

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć	Treści programowe
wykład	Podstawowe mechanizmy wymiany ciepła (przewodzenie, konwekcja, promieniowanie), złożona wymiana ciepła, opory cieplne. Równanie różniczkowe przewodzenia ciepła w ciałach stałych. Przewodzenie ciepła w stanie ustalonym. Jednowymiarowe przypadki przewodzenia. Krytyczna średnica izolacji. Wymiana ciepła przez żebra. Analiza numeryczna: zastosowanie metody różnic skończonych na przykładzie płaskiej ściany z wewnętrznym źródłem ciepła. Przewodzenie ciepła w stanie nieustalonym. Konwekcja wymuszona przy przepływie płynu w przewodzie zamkniętym i opływie ciał stałych. Konwekcja swobodna. Wymiana ciepła przy zmianie fazy. Wymienniki ciepła i rekuperatory.





ćwiczenia	Przewodzenie ciepła – podstawowe zależności, zastosowanie równania Fouriera. Złożona wymiana ciepła. Wymiana ciepła przez powierzchnie rozwinięte. Stan nieustalony. Konwekcja wymuszona przy opływie płyty płaskiej. Konwekcja wymuszona przy przepływie płynu w przewodzie zamkniętym. Konwekcja swobodna. Obliczenia wymienników ciepła.
laboratorium	Rozkład temperatur w żebrze. Wyznaczanie współczynnika przejmowania ciepła przy konwekcji swobodnej/wymuszonej. Stan nieustalony – zmiana temperatury wewnątrz ochładzanego ciała. Wyznaczanie krzywej wrzenia. Wyznaczanie sprawności odzysku ciepła w rekuperatorze krzyżowym. Badania wymiennika ciepła.

**METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia					
	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

**FORMA I WARUNKI ZALICZENIA**

Forma zajęć	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium zaliczeniowego
ćwiczenia	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwiów w trakcie zajęć
laboratorium	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwiów poprzedzających laboratoria oraz wykonanie sprawozdań

**NAKŁAD PRACY STUDENTA**

Bilans punktów ECTS												
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta										Jednostka
		studia stacjonarne					studia niestacjonarne					
		W	C	L	P	S	W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	15	15	15			9	9	9			h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2	2	2			2	2	2			h
3.	<b>Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>51</b>					<b>33</b>					h





4.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	1,7	1,1	ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	9	27	h
6.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	0,3	0,9	ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	40	40	h
8.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	1,3	1,3	ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	60	60	h
10.	<b>Punkty ECTS za moduł</b> <i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>	2		ECTS

**LITERATURA**

1. B. Staniszewski: Wymiana ciepła, PWN, Warszawa 1980
2. S. Wiśniewski, T.S. Wiśniewski: Wymiana ciepła, WNT, Warszawa 1997
3. Y.Bayazitoğlu, M.N. Özişik: Elements of Heat Transfer, McGraw-Hill Book Company, 1988
4. A. Bejan: Heat Transfer, John Wiley & Sons, Inc., 1993
5. E. Kalinowski: Przekazywanie ciepła i wymienniki, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1995
6. P. Furmański, R. Domański: Wymiana ciepła. Przykłady obliczeń i zadania. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002.
7. W. Gogół: Wymiana ciepła – tablice i wykresy, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1984
8. Y.Bayazitoğlu, M.N. Özişik: Solutions Manual to Accompany Elements of Heat Transfer, McGraw-Hill Book Company, 1988

