



### IV. Opis programu studiów

#### 3. KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	I-OZE2-107
Nazwa przedmiotu	Wymiana ciepła i masy
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Heat and mass transfer
Obowiązuje od roku akademickiego	2019/20

#### USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	Odnawialne Źródła Energii
Poziom kształcenia	II stopień
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	Stacjonarne
Zakres	
Jednostka prowadząca przedmiot	Katedra Technologii Wody i Ścieków Katedra Sieci i Instalacji Sanitarnych
Koordynator przedmiotu	dr hab. inż. Jarosław Gawdzik, prof. PŚk dr hab. inż. Łukasz Orman, prof. PŚk
Zatwierdził	Dr hab. Lidia Dąbek prof. PŚk

#### OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	Kierunkowy
Status przedmiotu	obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	Polski
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	Semestr I
Wymagania wstępne	-
Egzamin (TAK/NIE)	nie
Liczba punktów ECTS	2

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



### EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W_01	Zna równanie przewodzenia ciepła i jego wybrane rozwiązania, jak również zjawisko konwekcji swobodnej, wymuszonej i promieniowania wraz z przykładami wykorzystania w układach OZE.	OZE II_W01
	W_02	Zna podstawy teoretyczne i rodzaje wrzenia i kondensacji, a także ich zastosowanie do budowy wymienników ciepła stosowanych w systemach OZE.	OZE II_W01
	W_03	Zna podstawowe pojęcia w aspekcie ruchu masy. Zna równanie wnikania i przenikania masy. Potrafi sporządzić bilans masy dla elementu dyskretnego.	OZE II_W01
	W_04	Student dysponuje wiedzą w zakresie podstawowych pojęć i definicji z zakresu inżynierii procesowej w aspekcie przenoszenia masy.	OZE II_W01
Umiejętności	U_01	Potrafi wykonać pomiary współczynnika przewodzenia ciepła z wykorzystaniem aparatu płytowego.	OZE II_U08
	U_02	Potrafi eksperymentalnie określić współczynnik przejmowania ciepła przy wrzeniu pęcherzykowym.	OZE II_U08
	U_03	Potrafi opisać podstawowe sposoby przenoszenia masy za pomocą odpowiednich równań.	OZE II_U08
	U_04	Potrafi wykonać pomiary współczynnika przenikania masy w aparacie przepływowym.	OZE II_U08
Kompetencje społeczne	K_01	Potrafi pracować w zespole nad wyznaczonym zadaniem.	OZE II_K03

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć*	Treści programowe
Wykład	1. Równanie przewodzenia ciepła – wybrane rozwiązania, krytyczna grubość izolacji rurociągów
	2. Konwekcja swobodna i wymuszona, wymiana ciepła przez promieniowanie – zagadnienia zaawansowane
	3. Wrzenie w dużej objętości i w przepływie
	4. Przejmowanie ciepła przy kondensacji błonkowej i kroplowej
	5. Ruch masy: podstawowe pojęcia i różniczkowe bilanse
	6. Równania dyfuzji Ficka i Maxwella-Stefana. Dyfuzja równomolowa, dyfuzja przez inert, dyfuzja wieloskładnikowa.
	7. Wnikanie i przenikanie masy.
	8. Wymienniki masy. Zasady projektowania desorberów.
Laboratorium	1-2. Wyznaczanie współczynnika przewodzenia ciepła wybranych materiałów stałych.
	3-4. Wyznaczanie współczynnika przejmowania ciepła przy wrzeniu pęcherzykowym.
	5-6. Wyznaczenie efektywnej wysokości złoża w procesie desorpcji CO <sub>2</sub> z wody.
	7-8. Wyznaczenie współczynnika przenoszenia masy przez powierzchnię międzyfazową .

\*) zostawić tylko realizowane formy zajęć



### METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01			X		X	
W02			X		X	
W03			X		X	
W04			X		X	
U01			X		X	
U02			X		X	
U03			X		X	
U04			X		X	
K01					X	
K02					X	

### A.

#### FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć*	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	Zaliczenie na ocenę	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium zaliczeniowego
laboratorium	Zaliczenie na ocenę	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium zaliczeniowego. Złożenie sprawozdań z każdego ćwiczenia laboratoryjnego

\*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

#### NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS							
L p.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta					Jednostka
		W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	15		15			h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2		2			h
3.	<b>Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>34</b>					h
4.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>1,36</b>					ECTS
5.	<b>Liczba godzin samodzielnej pracy studenta</b>	<b>16</b>					h



6.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	0,64	ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	33	h
8.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	1,32	ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	50	h
10.	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	2	

### LITERATURA

1. Incropera F.P. DeWitt D.P. Bergman T.L., Lavine A.S., Fundamentals of Heat and Mass Transfer, John Wiley&Sons, 2007.
2. Zarzycki R., Wymiana Ciepła i Ruch Masy w Inżynierii Środowiska, WNT, 2010.
3. Wiśniewski S., Wiśniewski T.S., Wymiana ciepła, WNT, 2017.
4. Bejan A.: Advanced engineering thermodynamics. John Wiley & Sons, cop. 2006.
5. Bejan A., Allan D. Kraus: Heat transfer handbook. John Wiley & Sons, cop. 2003.
6. Yunus A. Çengel: Heat transfer : a practical approach. McGraw-Hill, cop. 2003.
7. Yildiz Bayazitoglu, Necati M. Ozisk: Elements of Heat Transfer. McGraw-Hill Book Company, 1988.
8. Hobler T.: Dyfuzyjny ruch masy i absorberzy. PWN, Warszawa1990.
9. Zarzycki R., Chacuk A., StarzakM...: Absorpcja i absorberzy, WNT, Warszawa, 1987.