

KARTA PRZEDMIOTU

Politechnika Białostocka										
Kierunek studiów	Inżynieria Rolno-Spożywcza							Poziom i forma studiów	pierwszego stopnia stacjonarne	
Specjalność / ścieżka dyplomowania								Profil kształcenia	ogólnoakademicki	
Nazwa przedmiotu	Wymiana ciepła i masy							Kod przedmiotu	RS1402	
								Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy	
Formy zajęć i liczba godzin	W	Ć	L	P	Ps	T	S	Semestr	4	
	15	15	15					Punkty ECTS	5	
Przedmioty wprowadzające	Matematyka, Fizyka									
Cele przedmiotu	Zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami inżynierskimi z zakresu wymiany ciepła i masy oraz elementami teorii wymiany ciepła w urządzeniach technicznych, układach i systemach w inżynierii rolno-spożywczej. Nauczenie metodologii obliczeń w zakresie zagadnień wymiany ciepła i masy, obliczeń parametrów cieplnych procesów i zagadnień cieplnych w urządzeniach i systemach w inżynierii rolno-spożywczej. Zapoznanie studentów z metodologią pomiarów cieplnych wielkości fizycznych.									
Treści programowe	Wykład: Podstawowe rodzaje wymiany ciepła. Strumień ciepła. Gęstość strumienia ciepła. Prawo Fouriera. Przewodność cieplna właściwa. Opór przewodzenia ciepła. Równanie różniczkowe nieustalonego przewodzenia ciepła. Ustalone przewodzenie ciepła przez ściankę płaską. Ustalone przewodzenie ciepła przez ściankę cylindryczną. Nieustalone przewodzenie ciepła. Konwekcja wymuszona i swobodna. Wnikanie ciepła. Prawo Newtona. Współczynnik wnikania ciepła. Opór wnikania ciepła. Liczby podobieństwa: Reynoldsa, Prandtla, Grashofa, Nusselta. Przenikanie ciepła przez przegrodę płaską. Przenikanie ciepła przez przegrodę cylindryczną. Wymiana ciepła przez promieniowanie. Podstawowe pojęcia i prawa promieniowania: Plancka, Stefana-Boltzmann, Kirchhoffa. Wymienniki ciepła. Rozkład temperatury w wymiennikach ciepła: współprądowym i przeciwprądowym. Wymiana masy. Suszenie – proces równoczesnej wymiany ciepła i masy. Wykres i-x. Ćwiczenia: Ustalone przewodzenie ciepła przez ściankę płaską. Ustalone przewodzenie ciepła przez ściankę cylindryczną. Konwekcja wymuszona i swobodna. Przenikanie ciepła przez przegrodę płaską. Przenikanie ciepła przez									

	przegrodę cylindryczną. Wymiana ciepła przez promieniowanie. Wykres i-x. Suszenie wilgotnych płodów rolnych i produktów spożywczych. <u>Laboratorium</u>: Ćw.1. Badanie wymiany ciepła przy konwekcji swobodnej. Ćw.2. Określenie temperatury odczuwalnej w pomieszczeniu. Ćw.3. Określenie temperatury pirometrem optycznym. Ćw.4. Badanie wymiennika typu rura w rurze – Wymiana ciepła w warunkach przepływu współprądowego i przeciwprądowego. Ćw.5. Badanie wymiennika typu rura w rurze – Wpływ charakteru przepływu na wymianę ciepła. Obliczenia liczby Reynoldsa i liczby Nusselta. Ćw.6. Badanie wymiennika typu rura w rurze – Bilans energii dla wymiennika i analiza strat ciepła.	
Metody dydaktyczne	Wykład informacyjny, wykład problemowy, ćwiczenia przedmiotowe.	
Forma zaliczenia	Wykład – egzamin pisemny, ćwiczenia – kolokwium sprawdzające, laboratorium – ocena sprawozdań, zaliczenie sprawdzianów z przygotowania do poszczególnych ćwiczeń. W sytuacji zawieszenia funkcjonowania Uczelni powyższe formy zaliczenia będą realizowane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość zapewniających ich kontrolę.	
Symbol efektu uczenia się	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się
EU1	Student zna elementy fizyki i ma wiedzę potrzebną do zrozumienia zjawisk będących podstawą funkcjonowania elementów inżynierii rolniczej i przemysłu spożywczego.	RS_W02
EU2	Student zna zjawiska zachodzące w materiałach i zna techniki wytwarzania, techniki pomiarowe stosowane w budowie maszyn i aparatów przetwórczych.	RS_W09
EU3	Student w stopniu zaawansowanym zna procesy i technologie w tym procesy cieplne stosowane w rolnictwie i przemyśle spożywczym.	RS_W11
EU4	Student potrafi sformułować zagadnienie w postaci opisu matematycznego i analizować zjawiska fizyczne występujące w inżynierii rolniczej i przemyśle spożywczego.	RS_U01
EU5	Student umie rozwiązywać praktyczne problemy operacji mechanicznych i procesów wymiany ciepła i masy w inżynierii rolniczej i przetwórstwa spożywczego.	RS_U05
EU6	Student wykonuje zadania projektowe i doświadczalne z inżynierii rolniczej i przetwórstwa żywności wraz z interpretacją wyników i sformułowania wniosków.	RS_U12

EU7	Student jest gotowy do stałej potrzeby nabywania wiedzy i wprowadzania innowacji do działalności rolniczej i przetwórstwa spożywczego.	RS_K01
EU8	Student stosuje kodeks dobrej praktyki rolniczej, zawodowej i etycznej, odpowiedzialności za produkcję wysokiej jakości żywności, dba o stan środowiska.	RS_K04
Symbol efektu uczenia się	Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Forma zajęć, na której zachodzi weryfikacja
EU1	egzamin z przedmiotu, kolokwium z ćwiczeń audytoryjnych, zaliczenie sprawdzianów z poszczególnych tematów ćwiczeń laboratoryjnych	W, Ć, L
EU2	kolokwium z ćwiczeń audytoryjnych, zaliczenie sprawdzianów z poszczególnych tematów ćwiczeń laboratoryjnych, zaliczenie sprawozdań a ćwiczeń laboratoryjnych	Ć, L
EU3	egzamin z przedmiotu, kolokwium z ćwiczeń audytoryjnych, zaliczenie sprawdzianów z poszczególnych tematów ćwiczeń laboratoryjnych	W, Ć, L
EU4	kolokwium z ćwiczeń audytoryjnych, zaliczenie sprawdzianów z poszczególnych tematów ćwiczeń laboratoryjnych	Ć, L
EU5	zaliczenie sprawdzianów z poszczególnych tematów ćwiczeń laboratoryjnych, praca w grupie	L
EU6	kolokwium z ćwiczeń audytoryjnych, zaliczenie sprawdzianów z poszczególnych tematów ćwiczeń laboratoryjnych	Ć, L
EU7	zaliczenie sprawdzianów z poszczególnych tematów ćwiczeń laboratoryjnych, praca w grupie, dyskusja	L
EU8	zaliczenie sprawdzianów z poszczególnych tematów ćwiczeń laboratoryjnych, praca w grupie, dyskusja	L
Bilans nakładu pracy studenta (w godzinach)		Liczba godz.
Wyliczenie	udział w wykładach	15
	udział w ćwiczeniach audytoryjnych	15
	udział w zajęciach laboratoryjnych	15
	przygotowanie do ćwiczeń audytoryjnych	10
	przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych	15
	opracowanie sprawozdań z laboratorium	10
	udział w konsultacjach	5
	przygotowanie do zaliczenia ćwiczeń audytoryjnych	10
	przygotowanie do egzaminu i udział w nim	30
	RAZEM:	125

Wskaźniki ilościowe		GODZINY	ECTS
Nakład pracy studenta związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela		50	2
Nakład pracy studenta związany z zajęciami o charakterze praktycznym		75	3
Literatura podstawowa	1. Lewicki P.P. (red): Inżynieria procesowa i aparatura przemysłu spożywczego, WNT, Warszawa, 2017. 2. Inżynieria i aparatura przemysłu spożywczego. Część II (Praca zbiorowa) Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 2000. 3. Pieńkowski C.A.: Przepływ ciepła i wymienniki. Wydaw. Politechniki Białostockiej, Białystok, 2007. 4. Witrowa-Rajchert D. i Lewicki P.P. (red): Wybrane zagadnienia obliczeniowe inżynierii żywności, Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 2012. 5. Gajewski W. i inni (pod redakcją W. Gajewskiego): Laboratorium z termodynamiki i wymiany ciepła. Wydaw. Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa, 2005.		
Literatura uzupełniająca	1. Wierzbicka A., Biller E.: Wybrane procesy w technologii żywności, Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 2003. 2. Zadania projektowe z inżynierii procesowej (Praca zbiorowa), Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2009. 3. Glijer L.: Suszenie drewna i nie tylko. Wydawnictwo „Wieś jutra”, Warszawa, 2011. 4. Cengel Y.A., Ghajar A.J.: Heat and mass transfer: fundamentals and applications. McGraw-Hill, Singapore, 2011.		
Jednostka realizująca	Katedra Ciepłownictwa, Ogrzewnictwa i Wentylacji	Data opracowania programu	
Program opracował(a)	dr hab. inż. Cezary Pieńkowski	31.05.2022	