

KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA		
Nazwa modułu/przedmiotu Technika ciepła w budownictwie		Kod 1010101121010139351
Kierunek studiów Budownictwo zrównoważone I stopień	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) (brak)	Rok / Semestr 1 / 2
Ścieżka obieralności/specjalność -	Przedmiot oferowany w języku: angielski	Kurs (obligatoryjny/obieralny) obligatoryjny
Stopień studiów: I stopień	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) stacjonarna	
Godziny Wykłady: 30 Ćwiczenia: 15 Laboratoria: - Projekty/seminaria: -		Liczba punktów 2
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) (brak)		(ogólnouczelniany, z innego kierunku) (brak)
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki nauki techniczne nauki techniczne		Podział ECTS (liczba i %) 100 2% 100 2%
Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca: Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca: prof. dr hab. inż. Janusz Wojtkowiak, prof. nadzw. dr inż. Łukasz Amanowicz, adiunkt email: janusz.wojtkowiak@put.poznan.pl email: lukasz.amanowicz@put.poznan.pl tel. 61 6652442 tel. 61 6652442534 Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań		
Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:		
1	Wiedza:	- podstawowa wiedza z zakresu algebry i analizy matematycznej: funkcje, równania i nierówności oraz układy równań algebraicznych, podstawy rachunku różniczkowego i całkowego, - podstawowa wiedza z zakresu fizyki: prawa i zasady zachowania w mechanice ciała stałego, termodynamice i hydraulice.
2	Umiejętności:	- wykorzystywanie dostępnych źródeł informacji i narzędzi obliczeniowych do rozwiązywania typowych zadań matematycznych i fizycznych, - rozwiązywanie równań i układów równań algebraicznych, rozwiązywanie prostych równań różniczkowych.
3	Kompetencje społeczne	- świadomość konieczności ciągłego aktualizowania i uzupełniania wiedzy i umiejętności, - odpowiedzialność za rzetelność wyników swoich obliczeń i analiz, - umiejętność krytycznej oceny wyników własnej pracy.
Cel przedmiotu: - nabycie przez Studenta podstawowej wiedzy i umiejętności z zakresu techniki ciepłej niezbędnych do rozwiązywania typowych zagadnień cieplnych występujących w budownictwie zrównoważonym.		
Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia		
Wiedza:		
1. zna wielkości fizyczne charakteryzujące właściwości cieplne płynów i ciał stałych, rozumie ich sens fizyczny i zna jednostki (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [W01 KSB_W05]		
2. zna zasady bilansowania energetycznego elementów technicznego wyposażenia budynków (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [W02 KSB_W13]		
3. ma uporządkowaną wiedzę w zakresie przepływu ciepła przez przegrody budowlane (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [W03 KSB_W05]		
4. zna metody obliczania wydajności cieplnej i strat ciepła w odniesieniu do urządzeń i systemów stosowanych w budynkach (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [W04 KSB_W19]		
5. zna i rozumie podstawowe przemiany i obiegi termodynamiczne - [W05 KSB_W19]		
6. zna pojęcia sprawności cieplnych i użytkowych podstawowych urządzeń stosowanych w budynkach (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [W06 KSB_W19]		
7. pary wodnej i powietrza wilgotnego (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [W07 KSB_W13]		
8. Zna podstawowe pojęcia i prawa stosowane do opisu procesu spalania (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [W08 KSB_W19]		

Umiejętności:
1. potrafi ustalić właściwości termodynamiczne niezbędne do wykonania obliczeń (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [U01 KSB_U01]
2. umie opracować ogólny bilans cieplny i obliczyć wydajność cieplną oraz straty ciepła urządzeń stanowiących wyposażenie budynków (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [U02 KSB_U01 KSB_U14]
3. potrafi obliczać przegrody budowlane pod względem cieplno-wilgotnościowym i świadomie modyfikować ich właściwości izolacyjne (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [U03 KSB_U01 KSB_U14]
4. potrafi obliczyć efektywność energetyczną urządzeń i systemów technicznego wyposażenia budynków oraz wskazać metody jej poprawy (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [U04 KSB_U01 KSB_U14]
5. umie ocenić paliwa pod względem energetycznym i ekologicznym oraz określić warunki niezbędne do prawidłowego spalania (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [U05 KSB_U01]
Kompetencje społeczne:
1. potrafi ocenić rzetelność wyników swoich prac i dokonać prawidłowej ich interpretacji (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [K01 KSB_K02]
2. posiada zdolność samodzielnego uzupełniania i poszerzania wiedzy z zakresu nowoczesnych technik i urządzeń cieplnych stosowanych w budownictwie zrównoważonym (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [K02 KSB_K03]
3. rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu wiedzy na temat budownictwa zrównoważonego (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [K03 KSB_K07]

Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia
<p>-Opis metod sprawdzania efektów</p> <p>Wykłady. Dwuczęściowy egzamin pisemny w terminie podanym na początku semestru. Część 1. egzaminu ma na celu sprawdzenie umiejętności i polega na rozwiązaniu 2 zadań rachunkowych. Czas na rozwiązanie zadań: 60 minut. Oceniana jest zarówno poprawność użytych równań, jak i poprawność uzyskanych wyników obliczeń. Część 2. egzaminu ma na celu sprawdzenie wiedzy i polega na udzieleniu odpowiedzi na 4 pytania. Czas na udzielenie odpowiedzi na wszystkie pytania: 20 minut. Odpowiedź na każde z pytań polega na podaniu równania, wyjaśnieniu symboli i podaniu jednostek wielkości fizycznych występujących w równaniu. W przypadkach wątpliwych egzamin rozszerzany jest o część ustną. Na każdym wykładzie jest oceniana i premiowana aktywność studentów. Premią za aktywność jest podniesienie oceny końcowej z egzaminu o 0,5.</p> <p>Ćwiczenia audytoryjne. Końcowe kolokwium zaliczeniowe na ostatnich zajęciach w semestrze. Czas trwania kolokwium: 60 minut. Kolokwium polega na rozwiązaniu 3 krótkich zadań rachunkowych. Oceniana jest zarówno poprawność użytych równań, jak i poprawność uzyskanych wyników obliczeń. Na każdym ćwiczeniu oceniana jest aktywność studentów. Premią za aktywność jest podniesienie oceny z kolokwium końcowego o 0,5.</p> <p>Ocena wykłady</p> <p>Warunkiem zdania każdej z dwóch części egzaminu jest zdobycie minimum 50% z maksymalnej liczby wynoszącej 20 pkt w każdej z dwóch części. Warunkiem zdania egzaminu jest uzyskanie pozytywnej oceny zarówno z cz. 1 jak i z cz. 2. Poprawiana jest tylko ta część egzaminu, która została niezdana.</p> <p>Skala ocen dla cz. 1 i cz. 2. egzaminu:</p> <p>0-9 pkt = 2,0 10-12 pkt = 3,0 13-14 pkt = 3,5 15-16 pkt = 4,0 17-18 pkt = 4,5 19-20 pkt = 5,0</p> <p>Ocena ćwiczenia</p> <p>Warunkiem uzyskania zaliczenia z ćwiczeń audytoryjnych jest zdobycie minimum 50% z maksymalnej liczby punktów z końcowego kolokwium zaliczeniowego wynoszącej 20.</p> <p>Skala ocen:</p> <p>0-9 pkt = 2,0 10-12 pkt = 3,0 13-14 pkt = 3,5 15-16 pkt = 4,0 17-18 pkt = 4,5 19-20 pkt = 5,0</p>
Treści programowe
<p>-Wykłady</p> <p>Wykład 1</p> <p>Temat: Zakres techniki cieplnej i pojęcia podstawowe</p> <p>Treść: Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie do przedmiotu, program przedmiotu. Zastosowanie techniki cieplnej i wymiany ciepła. Pojęcia podstawowe ? definicje.</p>

Wykład 2

Temat: Opis właściwości czynników roboczych

Treść: Klasyfikacja czynników roboczych. Parametry termodynamiczne. Równanie stanu termicznego gazu. Warunki normalne. Gaz doskonały i gaz rzeczywisty. Ilość substancji. Mieszanki (roztwory) gazów. Prawo Daltona

Wykład 3

Temat: Bilansowanie układów termodynamicznych cz. 1

Treść: I zasada termodynamiki. Ciepło całkowite. Ciepło tarcia. Praca techniczna. Praca bezwzględna. Energia wewnętrzna. Entalpia i entalpia właściwa. Entalpia całkowita, statyczna, dynamiczna i położenia.

Wykład 4

Temat: Bilansowanie układów termodynamicznych cz. 2

Treść: Bilans masy i energii układu otwartego. Energia układu. Ciepło właściwe. Ciepło właściwe przy stałym ciśnieniu. Ciepło właściwe przy stałej objętości. Energia strumienia masy.

Wykład 5

Temat: Przemiany termodynamiczne cz.1

Charakterystyczne przemiany termodynamiczne gazu doskonałego. Przemiana izotermiczna, izobaryczna, izochoryczna izentropowa, politropowa, izentalpowa. Praca i ciepło przemiany. Przemiany charakterystyczne na wykresach p-v.

Wykład 6

Temat: Przemiany termodynamiczne cz.2.

Treść: Przemiany nieodwracalne, II zasada termodynamiki. Entropia. Sprawność wewnętrzna procesów sprężania i rozprężania. Wentylatory, dmuchawy, sprężarki.

Wykład 7

Temat: Para wodna i powietrze wilgotne

Treść: Właściwości wody i pary wodnej. Wykres h-s dla pary wodnej. Gazy wilgotne. Parametry gazu wilgotnego. Temperatura punktu rosy. Wykres Molliera dla powietrza wilgotnego. Chłodzenie, nawilżanie i mieszanie powietrza wilgotnego.

Wykład 8

Temat: Obiegi termodynamiczne cz. 1

Treść: Definicja obiegu. Sprawność obiegu. Obieg idealny - obieg Carnota. Obiegi prawobieżne (silnikowe). Obiegi lewobieżne (robocze). Obieg Clausiusa-Rankina. Budowa i zasada działania elektrociepłowni.

Wykład 9

Temat: Obiegi termodynamiczne cz. 2.

Treść: Obieg Lindego. Budowa i zasada działania chłodziarki i pompy ciepła. Współczynnik wydajności urządzenia chłodniczego i pompy ciepła. Górne i dolne źródła ciepła i ich wpływ na wydajność pomp ciepła.

Wykład 10

Temat: Wymiana ciepła w warunkach ustalonych

Treść: Strumień ciepła przekazywany na drodze przewodzenia, konwekcji i promieniowania. Przenikania ciepła. Prawo Fouriera. Przewodzenie ciepła przez ściankę płaską i cylindryczną. Opór cieplny.

Wykład 11

Temat: Nieustalone przewodzenie ciepła

Ochładzanie i podgrzewanie ciał dobrze przewodzących. Liczba Biota i Fouriera. Ochładzanie ciał stałych w warunkach $Bi > 0,1$. Równanie różniczkowe nieustalonego przewodzenia ciepła.

Wykład 12

Temat: Konwekcja ciepła

Treść: Równanie Newtona. Konwekcja ciepła przy opływach i w przepływach przez przewody. Naturalna i wymuszona konwekcja ciepła. Liczby podobieństwa Nusselta, Prandtla, Grashofa, Rayleigha. Równania kryterialne.

Wykład 13

Temat: Promieniowanie cieplne

Treść: Prawo Stefana-Boltzmanna. Stopień szarości. Emisyjność zastępcza. Współczynnik konfiguracji. Ekran cieplny. Radiacyjny współczynnik przejmowania ciepła. Promieniowanie słoneczne.

Wykład 14

Temat: Wymienniki ciepła

Klasyfikacja wymienników ciepła. Podstawowe równania bilansowe wymienników ciepła. Średnia logarytmiczna różnica temperatury. Efektywność wymienników ciepła.

Wykład 15

Temat: Spalanie i paliwa

Treść: Ciepło spalania, wartość opałowa paliw. Równania stechiometryczne spalania. Zapotrzebowanie powietrza. Współczynnik nadmiaru powietrza. Skład i ilość spalin. Kontrakcja fizyczna i chemiczna.

Ćwiczenia audytoryjne

Ćwiczenie 1

<p>Temat: Termiczne równanie stanu</p> <p>Treść: Obliczanie parametrów stanu gazu doskonałego i gazów rzeczywistych. Wyznaczanie indywidualnych stałych gazowych. Obliczanie ciepła właściwego gazów.</p> <p>Ćwiczenie 2</p> <p>Temat: Bilanse energii. I zasada termodynamiki</p> <p>Treść: Sporządzanie bilansów energii dla grzejnika i wentylatora. Obliczanie pracy technicznej i bezwzględnej przy podgrzewaniu i schładzaniu gazu.</p> <p>Ćwiczenie 3</p> <p>Temat: Typowe przemiany i obiegi termodynamiczne gazów doskonałych i rzeczywistych.</p> <p>Treść: Obliczanie mocy pomp, wentylatorów i sprężarek. Określanie zmian entropii i sprawności izentropowej. Wyznaczenie sprawności obiegu Lindego (pompy ciepła).</p> <p>Ćwiczenie 4</p> <p>Temat: Powietrzne wilgotne</p> <p>Treść: Obliczanie temperatury punktu rosy. Wyznaczanie ilości skroplin przy schładzaniu powietrza wilgotnego. Obliczanie parametrów powietrza po nawilżaniu.</p> <p>Ćwiczenie 5</p> <p>Temat: Ustalony przenikanie ciepła przez ścianki płaskie</p> <p>Treść: Obliczanie grubości izolacji cieplnej. Obliczanie temperatury na powierzchni przegród budowlanych. Obliczanie strat ciepła przez wielowarstwowe przegrody budowlane.</p> <p>Ćwiczenie 6</p> <p>Temat: Ustalony przenikanie ciepła przez ścianki cylindryczne. Promieniowanie ciepłe</p> <p>Treść: Obliczanie strat ciepła z rurociągu. Obliczanie spadku temperatury płynu w rurociągu. Obliczanie udziału promieniowania w wymianie ciepła z powierzchni rurociągu ciepłowniczego.</p> <p>Ćwiczenie 7</p> <p>Temat: Wymienniki ciepła i spalanie</p> <p>Treść: Wyznaczanie pola powierzchni wymiany ciepła. Obliczanie efektywności wymiennika ciepła. Obliczanie stechiometrycznego zapotrzebowania powietrza przy spalaniu paliwa gazowego. Obliczanie temperatury i ilości spalin.</p> <p>Ćwiczenie 8</p> <p>Temat: Kolokwium zaliczeniowe</p>	
<p>Literatura podstawowa:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cengel Y.A., Cimbala J.M., Turner R.H., Fundamentals of Thermal-Fluid Sciences. 4th Ed. Mc Graw Hill, Int. Ed. Singapore 2012 2. Kalinowski E., Termodynamika. Skrypt Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1994 3. Górniak H., Szymczyk J., Podstawy termodynamiki. Wyd. Politechniki Śląskiej, Wyd. III, Gliwice, Cz. 1 1997, Cz. 2 1999 4. Szargut J., Termodynamika techniczna. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000 5. Szargut J., Guzik A., Górniak H., Zadania z termodynamiki technicznej. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2008 6. Wiśniewski St., Wiśniewski T.S., Wymiana ciepła. WNT, Warszawa, 1997 7. Oleśkiewicz-Popiel C., Wojtkowiak J., Eksperymenty w wymianie ciepła. Wyd. II, Wyd. Polit. Poznańskiej, Poznań, 2007 8. Oleśkiewicz-Popiel C., Wojtkowiak J., Właściwości termofizyczne powietrza i wody-przeznaczone do obliczeń przepływów i wymiany ciepła. Wyd. 2 poprawione i uzupełnione. Wyd. Polit. Poznańskiej, Poznań, 2015 9. Schmidt P., Baker D., Ezekoye O., Howell J., Thermodynamics. An Integrating Learning System. International Edition., John Wiley and Sons, Inc., U S A, 2006 10. Sonntag R.E., Borgnakke C., Introduction to Engineering Thermodynamics, 2nd Edition, John Wiley and Sons, Inc., U S A, 2007 	
<p>Literatura uzupełniająca:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cengel Y.A., Boles M.A., Thermodynamics. An Engineering Approach. 6 Edition (SI Units), McGraw-Hill Higher Education, 2007 2. Wojtkowiak J. Lumped Thermal Capacity Model. In: Encyclopedia of Thermal Stresses Ed. R.B. Hetnarski. Springer Verlag 2013 01/2014: pp. 2808-2817; ISBN: 978-94-007-2738-0 	
<p>Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta</p>	
<p>Czynność</p>	<p>Czas (godz.)</p>
1. Udział w wykładach (godziny kontaktowe)	30
2. Udział w ćwiczeniach audytoryjnych (godziny kontaktowe)	15
3. Udział w konsultacjach związanych z realizacją procesu kształcenia (godziny kontaktowe)	2
4. Przygotowanie się do ćwiczeń (praca samodzielna)	2
5. Przygotowanie się do kolokwium (praca samodzielna)	5
6. Przygotowanie się do egzaminu (praca samodzielna)	6

Obciążenie pracą studenta		
forma aktywności	godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	60	2
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	47	2
Zajęcia o charakterze praktycznym	0	0