

KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA		
Nazwa modułu/przedmiotu Technika ciepła		Kod 1010134251010130905
Kierunek studiów Inżynieria Środowiska niestacjonarne I-stopnia	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) (brak)	Rok / Semestr 3 / 5
Ścieżka obieralności/specjalność -	Przedmiot oferowany w języku: polski	Kurs (obligatoryjny/obieralny) obligatoryjny
Stopień studiów: I stopień	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) niestacjonarna	
Godziny Wykłady: 32 Ćwiczenia: 14 Laboratoria: - Projekty/seminaria: 14		Liczba punktów 8
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) (brak)		(ogólnouczelniany, z innego kierunku) (brak)
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki		Podział ECTS (liczba i %)
<p>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca: Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</p> <p>prof. dr hab. inż. Czesław Oleśkiewicz-Popiel dr inż. Krzysztof Bober email: czeslaw.oleskowicz-popiel@put.poznan.pl email: krzysztof.bober@put.poznan.pl tel. 061 6652-537 tel. 061 6652-034 Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska ul. Piotrowo 5 60-965 Poznań ul. Piotrowo 5 60-965 Poznań</p>		
Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:		
1	Wiedza:	Analiza matematyczna, algebra: funkcje, równania i nierówności, trygonometria, geometria analityczna, podstawy rachunku prawdopodobieństwa, równania i układy równań algebraicznych, podstawy rachunku różniczkowego i całkowego funkcji jednej zmiennej na poziomie 5/6 KRK Fizyka: podstawowe prawa i zasady zachowania w mechanice klasycznej i termodynamice.
2	Umiejętności:	Rozwiązywanie równań i układów równań algebraicznych, rozwiązywanie prostych równań różniczkowych.
3	Kompetencje społeczne	* Świadomość konieczności ciągłego aktualizowania i uzupełniania wiedzy i umiejętności. * Świadomość wartości posiadanej wiedzy teoretycznej i praktycznej.
Cel przedmiotu: - Nabycie przez studentów podstawowej wiedzy i umiejętności z zakresu termodynamiki i wymiany ciepła niezbędnych do rozwiązywania typowych zagadnień cieplnych występujących w inżynierii środowiska.		
Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia		
Wiedza:		
1. Student zna wielkości fizyczne charakteryzujące ciecze, gazy i ciała stałe, rozumie ich sens fizyczny i zna jednostki - [- K_W03] 2. Student posiada znajomość uporządkowanej ogólnej wiedzy nt. techniki cieplnej i wymiany ciepła - [- K2_W03] 3. Student posiada znajomość podstawowych właściwości termofizycznych i metod i potrzebnych do rozwiązywania prostych zadań inżynierskich obejmujących procesy i urządzenia występujące w inżynierii środowiska - [- K2_W03] 4. Student posiada znajomość ogólnych zasad bilansów energii, obliczania wydajności cieplnej i strat ciepła urządzeń technologicznych występujących w inżynierii środowiska - [- K2_W03] 5. Student zna pojęcia sprawności cieplnych i użytkowych podstawowych urządzeń cieplnych - [- K2_W03] 6. Student zna i rozumie trendy rozwojowe procesów i urządzeń cieplnych występujących w inżynierii środowiska - [- K2_W05]		
Umiejętności:		

1. Student potrafi ustalić właściwości termodynamiczne niezbędne do wykonania obliczeń - [- K2_U01]
2. Student potrafi znaleźć odpowiednie zależności opisujące analizowane procesy cieplne - [- K2_U01, K2_U013]
3. Student potrafi rozpoznawać i rozwiązywać proste problemy projektowe oraz eksploatacyjne w urządzeniach cieplnych. - [- K2_U01, K2_U013]
4. Student potrafi krytycznie ocenić rozwiązania projektowe i wykrywać zagrożenia budowanych i eksploatowanych urządzeń cieplnych. - [- K2_U01]
5. Student potrafi planować i przeprowadzać proste badania eksploatacyjne - [- K2_U01, K2_U013]
6. Student potrafi ustalić dokładność i wykonać analizę uzyskanych wyników obliczeń i pomiarów - [- K2_U01, K2_U013]
7. Student potrafi opracować ogólny bilans cieplny i obliczyć wydajność cieplną oraz straty ciepła analizowanego urządzenia. - [- K2_U01, K2_U013]
8. Student potrafi interpretować krytycznie uzyskane wyniki obliczeń i pomiarów cieplnych oraz wyciągać wnioski - [- K2_U01, K2_U08, K2_09]
9. Student potrafi pozyskiwać i oceniać informacje dostępne w literaturze, internecie i katalogach nt. technologii i urządzeń występujących w inżynierii środowiska - [- K2_U01, K2_U013]

Kompetencje społeczne:

1. Student ma świadomość zakresów i ograniczeń stosowanych zależności i metod obliczeń. - [- K2_U01]
2. Student jest przekonany o konieczności sprawdzania i weryfikacji wyników stosowanych metod, obliczeń i pomiarów - [- K2_U02]
3. Student ma świadomość znaczenia pracy zespołowej przy rozwiązywaniu problemów teoretycznych i praktycznych oraz przy wykonywaniu badań doświadczalnych. - [- K2_U03]

Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia**Wykłady:**

Dwuczęściowy egzamin pisemny w terminie podanym na początku semestru.

Część 1. Ma na celu sprawdzenie umiejętności i polega na rozwiązaniu zadań/problemów rachunkowych.

Część 2. Ma na celu sprawdzenie wiedzy i polega na udzieleniu odpowiedzi na kilka pytań. W przypadkach wątpliwych egzamin rozszerzany jest o część ustną.

Na każdym wykładzie jest wymagana aktywność studentów.

Ćwiczenia audytoryjne:

80-minutowe pisemne kolokwium zaliczeniowe w ostatnim tygodniu semestru. Kolokwium polega na rozwiązaniu kilku zadań/problemów.

Ocenianie poprawności samodzielnych rozwiązań zadań (praca własna studenta).

Ocenianie ciągłe na każdych zajęciach (premiowanie aktywności).

Ćwiczenia laboratoryjne:

Krótki 15-minutowy sprawdzian wejściowy przed każdym z ćwiczeń.

Opracowanie i obrona indywidualna pisemnych sprawozdań z każdego z ćwiczeń.

Ocenianie ciągłe na każdych zajęciach (premiowanie aktywności).

Treści programowe

Wprowadzenie do przedmiotu, program przedmiotu. Zastosowanie techniki cieplnej i wymiany ciepła w inżynierii środowiska. Układy i parametry termodynamiczne. Równanie stanu termicznego gazu. Gaz idealny i rzeczywisty. Ilość substancji. Mieszanki gazów. Zasada zachowania masy i energii. Energia układu. Ciepło właściwe. Energia wewnętrzna i entalpia. Energia strumienia masy. Wzór Gibbsa i Meyera. Przemiany termodynamiczne. Praca przemiany. I zasada termodynamiki. Przemiany nieodwracalne, II zasada termodynamiki. Entropia. Sprawność wewnętrzna procesów sprężania i rozprężania. Dławienie izentalpowe. Wentylatory, dmuchawy, sprężarki. Metody oceny sprężarek. Czynniki robocze. Właściwości wody i pary wodnej. Obiegi termodynamiczne bilans energii i sprawność obiegu: Carnota, Otto, Diesla, Joule'a (Braytona). Obieg Clausiusa-Rankina, koncepcja elektrociepłowni. Obieg lewobieżny (roboczy). Obieg Lindego. Współczynnik wydajności urządzenia chłodniczego i pompy ciepła. Gaz wilgotny. Parametry gazu wilgotnego, temperatura punktu rosy. Wykres Moliera powietrza wilgotnego. Spalanie i paliwa. Ciepło spalania w wartość opałowa paliw. Równania stechiometryczne spalania, zapotrzebowanie powietrza, współczynnik nadmiaru powietrza. Skład i ilość spalin. Sprawność komory spalania. Podstawy wymiany ciepła. Strumień ciepła przekazywany na drodze przewodzenia, konwekcji, promieniowania. Przenikania ciepła. Przewodzenie ciepła przez ściankę płaską i cylindryczną, opór cieplny. Nieustalone przewodzenie ciepła. Ochładzanie i podgrzewanie ciał dobrze przewodzących, liczba Biota i Fouriera. Ochładzanie płyty i brył. Konwekcja ciepła przy opływach i w przepływach przez przewody. Liczby podobieństwa (liczba Nusselta, liczba Prandtla), równania kryterialne. Konwekcja ciepła i parowanie wody w powietrzu atmosferycznym. Naturalna konwekcja ciepła, liczba Grashofa, liczba Rayleigha. Konwekcja ciepła przy wrzeniu i skraplaniu. Promieniowanie cieplne, promieniowanie słoneczne.

1. Mechanizmy i struktura promieniowania
2. Prawa promieniowania
3. Wzór i stała Stefana-Boltzmann
4. Właściwości promieniste ciał
5. Promieniowanie cieplne w prostych układach geometrycznych
6. Promieniowanie słoneczne, stała słoneczna
7. Pozorna temperatura nieboskłonu
8. Kolektory słoneczne

Wykład 15: Wymienniki ciepła

1. Rodzaje wymienników ciepła
2. Równanie bilansu energii i równanie przenikania ciepła wymiennika ciepła
3. Średnia logarytmiczna różnica temperatury wymiennika przeponowego
4. Efektywność wymiennika ciepła
5. Metody obliczania przeponowego wymiennika ciepła
6. Rekuperatory, sprawność użytkowa rekuperatora

Wykład 12: Przewodzenie nieustalone ciepła. Konwekcja ciepła 1

1. Ochładzanie i podgrzewanie ciał dobrze przewodzących, liczba Biota i Fouriera
2. Ochładzanie płyty i brył
3. Wymuszona konwekcja ciepła przy opływach
4. Liczby podobieństwa (liczba Nusselta, liczba Prandtla), równania kryterialne
5. Obliczanie strumienia ciepła
6. Konwekcja ciepła w powietrzu atmosferycznym
7. Parowanie wody w powietrzu atmosferycznym

Wykład 13: Konwekcja ciepła 2

1. Wymuszona konwekcja ciepła w rurach i w kanałach nieokrągłych
2. Naturalna konwekcja ciepła, liczba Grashofa, liczba Rayleigha
3. Konwekcja ciepła przy wrzeniu i skraplaniu

Wykład 14: Promieniowanie cieplne, promieniowanie słoneczne

1. Mechanizmy i struktura promieniowania cieplnego. Prawa promieniowania
2. Wzór i stała Stefana-Boltzmann. Właściwości promieniste ciał
3. Promieniowanie cieplne w prostych układach geometrycznych
4. Promieniowanie słoneczne. Pozorna temperatura nieboskłonu
5. Kolektory słoneczne

Wykład 15: Wymienniki ciepła

1. Rodzaje wymienników ciepła
2. Równanie bilansu energii i równanie przenikania ciepła wymiennika ciepła
3. Średnia logarytmiczna różnica temperatury wymiennika przeponowego
4. Efektywność wymiennika ciepła
5. Metody obliczania przeponowego wymiennika ciepła
6. Rekuperatory, sprawność użytkowa rekuperatora

Tematy ćwiczeń rachunkowych:

strona 3 z 4

1. Bilans energii. I zasada termodynamiki. Ciepło właściwe
2. Termiczne równanie stanu. Praca bezwzględna i techniczna
3. Typowe przemiany termodynamiczne gazów doskonałych. Sprężarki
4. II Zasada termodynamiki, entropia, obiegi gazów doskonałych

Literatura podstawowa:		
Literatura uzupełniająca:		
Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta		
Czynność		Czas (godz.)
1. Wykłady		45
2. Ćwiczenia audytoryjne		30
3. Laboratoria		15
4. Przygotowanie do ćwiczeń		30
5. Przygotowanie do laboratorów		15
6. Konsultacje		3
7. Przygotowanie do egzaminu		45
Obciążenie pracą studenta		
forma aktywności	godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	208	7
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	93	6
Zajęcia o charakterze praktycznym	15	1