

KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA		
Nazwa modułu/przedmiotu Technika ciepła		Kod 1010101231010130905
Kierunek studiów Inżynieria środowiska I stopień	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) (brak)	Rok / Semestr 2 / 3
Ścieżka obieralności/specjalność -	Przedmiot oferowany w języku: polski	Kurs (obligatoryjny/obieralny) obligatoryjny
Stopień studiów: I stopień	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) stacjonarna	
Godziny Wykłady: 30 Ćwiczenia: 30 Laboratoria: 15 Projekty/seminaria: -		Liczba punktów 7
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 %) 7 100% 7 100%
Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca: Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca: prof. dr hab. inż. Czesław Oleśkowicz-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		
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. 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 ciepłe, promieniowanie słoneczne.

1. Mechanizmy i struktura promieniowania
2. Prawa promieniowania
3. Wzór i stała Stefana-Boltzmann
4. Właściwości promieniste ciał
5. Promieniowanie ciepłe 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 ciepłe, promieniowanie słoneczne

1. Mechanizmy i struktura promieniowania ciepłego. Prawa promieniowania
2. Wzór i stała Stefana-Boltzmann. Właściwości promieniste ciał
3. Promieniowanie ciepłe 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:

1. KALINOWSKI E., Termodynamika. Skrypt Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1994
2. GÓRNIAK H., SZYMCZYK J., Podstawy termodynamiki. Wyd. Politechniki Śląskiej, Wyd. III, Gliwice, Cz. 1 ?1997, Cz. 2 ? 1999
3. SMUDSZ R., WILK J., WOLAŃCZYK F., Termodynamika. Repetytorium. Oficyna Wyd. Politechniki Rzeszowskiej, Wyd. III, stron 115, Rzeszów, 2009 (cena 10 zł)
4. SZARGUT J., Termodynamika techniczna. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000
5. OCHĘDUSZKO St., Termodynamika stosowana. WNT, Warszawa, 1964
6. SZARGUT J., GUZIK A., GÓRNIAK H., Zadania z termodynamiki technicznej. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2008
7. Pomiary cieplne, T. 1 i T. 2, Praca zb. (red. T.R. Fodemski), WNT, Warszawa 2001
8. WIŚNIEWSKI St., WIŚNIEWSKI T.S., Wymiana ciepła. WNT, Warszawa, 1997
9. OLEŚKOWICZ-POPIEL C., WOJTKOWIAK J., Eksperymenty w wymianie ciepła. Wyd. II, Wyd. Polit. Poznańskiej, Poznań, 2007
10. OLEŚKOWICZ-POPIEL C., WOJTKOWIAK J., Właściwości termofizyczne powietrza i wody ? przeznaczone do obliczeń przepływów i wymiany ciepła. Wyd. Polit. Poznańskiej, Poznań, 2010

Literatura uzupełniająca:

1. SCHMIDT P., BAKER D., EZEKOYE O., HOWELL J., Thermodynamics. An Integrating Learning System. International Edition., John Wiley & Sons, Inc., U S A, 2006 (205,-zł)
2. SONNTAG R.E., BORGNACKE C., Introduction to Engineering Thermodynamics, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc., U S A, 2007
3. CENGEL Y.A., BOLES M.A., Thermodynamics. An Engineering Approach. 6 Edition (SI Units), McGraw-Hill Higher Education, 2007

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 laboratoriów	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