

<b>KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA</b>		
Nazwa modułu/przedmiotu <b>Technika ciepła</b>		Kod <b>1010101231010130905</b>
Kierunek studiów <b>Inżynieria środowiska I stopień</b>	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) <b>(brak)</b>	Rok / Semestr <b>2 / 3</b>
Ścieżka obieralności/specjalność <b>-</b>	Przedmiot oferowany w języku: <b>polski</b>	Kurs (obligatoryjny/obieralny) <b>obligatoryjny</b>
Stopień studiów: <b>I stopień</b>	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) <b>stacjonarna</b>	
Godziny Wykłady: <b>30</b> Ćwiczenia: <b>30</b> Laboratoria: <b>15</b> Projekty/seminaria: <b>-</b>		Liczba punktów <b>6</b>
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) <b>(brak)</b>		(ogólnouczelniany, z innego kierunku) <b>(brak)</b>
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki <b>nauki techniczne</b>		Podział ECTS (liczba i %) <b>6 100%</b>
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b>		
Prof. dr hab. inż. Janusz Wojtkowiak/Prof. dr hab. inż. Czesław Oleśkowicz-Popiel email: czeslaw.oleskowicz-popiel@put.poznan.pl tel. 061 6652-537 Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska ul. Berdychowo 4, 61-131 Poznań		Dr inż. Ilona RZEŹNIK email: ilona.rzezniak@put.poznan.pl tel. 061 665-3494 Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska ul. Berdychowo 4, 61-131 Poznań
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1	<b>Wiedza:</b>	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	<b>Umiejętności:</b>	Rozwiązywanie równań i układów równań algebraicznych, rozwiązywanie prostych równań różniczkowych.
3	<b>Kompetencje społeczne</b>	* Świadomość konieczności ciągłego aktualizowania i uzupełniania wiedzy i umiejętności. * Świadomość wartości posiadanej wiedzy teoretycznej i praktycznej.
<b>Cel przedmiotu:</b> - Nabycie przez studentów podstawowej i praktycznej wiedzy i umiejętności z zakresu termodynamiki i wymiany ciepła niezbędnych do rozwiązywania typowych zagadnień cieplnych występujących w inżynierii środowiska.		
<b>Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia</b>		
<b>Wiedza:</b>		
1. Student zna wielkości fizyczne charakteryzujące ciecze, gazy i ciała stałe, rozumie ich sens fizyczny i zna jednostki (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [- K_W03]		
2. Student ma uporządkowaną ogólną wiedzę nt. techniki cieplnej i wymiany ciepła (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [- K2_W03]		
3. Student posiada znajomość podstawowych właściwości termofizycznych substancji i zna metody i potrzebne do rozwiązywania prostych zadań inżynierskich obejmujących procesy i urządzenia występujące w inżynierii środowiska (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [- K2_W03]		
4. Student posiada znajomość ogólnych zasad bilansów energii, obliczania wydajności cieplnej i strat ciepła urządzeń i technologii występujących w inżynierii środowiska (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [- K2_W03]		
5. Student zna pojęcia sprawności cieplnych i użytkowych podstawowych urządzeń cieplnych stosowanych w inżynierii środowiska (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [- K2_W03]		
6. Student zna i rozumie trendy rozwojowe procesów i urządzeń cieplnych występujących w inżynierii środowiska (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych) - [- K2_W05]		
<b>Umiejętności:</b>		

<p>1. Student potrafi ustalić właściwości termodynamiczne niezbędne do wykonania obliczeń (uzyskane na wykładach, ćwiczeniach audytoryjnych i laboratoryjnych) - [- K2_U01]</p> <p>2. Student potrafi znaleźć odpowiednie zależności opisujące analizowane procesy cieplne (uzyskane na wykładach, ćwiczeniach audytoryjnych i laboratoryjnych) - [- K2_U01, K2_U013]</p> <p>3. Student potrafi rozpoznawać i rozwiązywać proste problemy projektowe oraz eksploatacyjne występujące w urządzeniach cieplnych. (uzyskane na wykładach, ćwiczeniach audytoryjnych i laboratoryjnych) - [- K2_U01, K2_U013]</p> <p>4. Student potrafi krytycznie ocenić rozwiązania projektowe i wykrywać podczas projektowania i eksploatacji zagrożenia urządzeń cieplnych. (uzyskane na wykładach, ćwiczeniach audytoryjnych i laboratoryjnych) - [- K2_U01]</p> <p>5. Student potrafi planować i przeprowadzać proste badania eksploatacyjne (uzyskane na wykładach i ćwiczeniach laboratoryjnych) - [- K2_U01, K2_U013]</p> <p>6. Student potrafi ustalić dokładność i wykonać analizę uzyskanych wyników obliczeń i pomiarów (uzyskane na ćwiczeniach audytoryjnych i laboratoryjnych) - [- K2_U01, K2_U013]</p> <p>7. Student potrafi opracować ogólny bilans cieplny i obliczyć wydajność cieplną oraz straty ciepła analizowanego urządzenia. (uzyskane na wykładach, ćwiczeniach audytoryjnych i laboratoryjnych) - [- K2_U01, K2_U013]</p> <p>8. Student potrafi interpretować krytycznie uzyskane wyniki obliczeń i pomiarów cieplnych oraz wyciągać wnioski (uzyskane na wykładach, ćwiczeniach audytoryjnych i laboratoryjnych) - [- K2_U01, K2_U08, K2_09]</p> <p>9. Student potrafi pozyskiwać i oceniać informacje dostępne w literaturze, internecie i katalogach nt. technologii i urządzeń występujących w inżynierii środowiska (uzyskane na wykładach, ćwiczeniach audytoryjnych i laboratoryjnych) - [- K2_U01, K2_U013]</p>
<p><b>Kompetencje społeczne:</b></p> <p>1. Student ma świadomość zakresów i ograniczeń stosowanych zależności i metod obliczeń (uzyskane na wykładach, ćwiczeniach audytoryjnych i laboratoryjnych) - [- K2_K01]</p> <p>2. Student jest przekonany o konieczności sprawdzania i weryfikacji wyników stosowanych metod, obliczeń i pomiarów (uzyskane na wykładach, ćwiczeniach audytoryjnych i laboratoryjnych) - [- K2_K02]</p> <p>3. Student ma świadomość znaczenia pracy zespołowej przy rozwiązywaniu problemów teoretycznych i praktycznych oraz przy wykonywaniu badań doświadczalnych (uzyskane na ćwiczeniach laboratoryjnych) - [- K2_K03]</p>

### Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia

Wykłady (efekty W03 i W05 oraz U01, U08, U13)

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.

Szczegółowe kryteria punktowe i skala ocen podawane są na pierwszych zajęciach w semestrze i przed egzaminem.

Ćwiczenia audytoryjne (efekty U01, U08, U13)

45-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 każdym zajęciach (premiowanie aktywności).

Ćwiczenia laboratoryjne (efekty W03, W05, U01, U08, U13, K01, K02, K03)

Krótki 15-minutowy sprawdzian wejściowy przed każdym z ćwiczeń.

Opracowanie i obrona indywidualna pisemnych sprawozdań z każdego z ćwiczeń.

Ocenianie ciągłe na każdym zajęciach (premiowanie aktywności).

Warunkiem zdania każdej z dwóch części egzaminu oraz uzyskania zaliczenia z ćwiczeń audytoryjnych jest zdobycie minimum 50% z maksymalnej liczby punktów wynoszącej 20. 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.

Skala ocen:

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

### 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, sprawność obiegu. Obieg Carnota, Otto, Diesla, Joulea (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, 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. Przenikanie 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. Wymienniki ciepła, średnia logarytmiczna różnica temperatury, efektywność wymienników ciepła.

Tematy ćwiczeń rachunkowych:

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
5. Para wodna
6. Obiegi Clausiusa-Rankine'a
7. Kolokwium 1
8. Mieszanki gazów doskonałych
9. Powietrze wilgotne
10. Spalanie
11. Ustalone przewodzenie ciepła przez ścianki płaskie i cylindryczne
12. Konwekcja swobodna i wymuszona
13. Promieniowanie cieplne
14. Przenikanie ciepła. Wymienniki ciepła
15. Kolokwium 2

Tematy ćwiczeń laboratoryjnych:

1. Wprowadzenie do ćwiczeń laboratoryjnych. Wartość średnia wyników pomiarów. Odchylenie standardowe, niepewności pomiarów. Rodzaje i przyczyny występowania. Sposoby wyznaczania i minimalizacji niepewności.
2. Pomiar temperatury. Pomiar ciśnienia. Charakterystyki i wzorcowanie przyrządów pomiarowych.
3. Badanie paliw. Wyznaczanie ciepła spalania i wartości opałowej paliw gazowych i ciekłych.
4. Badanie wymienników ciepła

Metody kształcenia

Wykład informacyjny z elementami wykładu konwersacyjnego.

Ćwiczenia audytoryjne ? metoda problemowa

Ćwiczenia laboratoryjne ? metoda eksperymentu

**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. OCHEŃDUSZKO 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
11. OLEŚKOWICZ-POPIEL C., AMANOWICZ Ł., Eksperymenty w technice cieplnej, Wyd. Polit. Poznańskiej, Poznań, 2016 (61 zł.)

**Literatura uzupełniająca:**

1. SCHMIDT P., BAKER D., EZEKOYE O., HOWELL J., Thermodynamics. An Integrating Learning System. International Edition., John Wiley and Sons, Inc., U S A, 2006 (205,-zł)
2. SONNTAG R.E., BORGNACKE C., Introduction to Engineering Thermodynamics, 2nd Edition, John Wiley and 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**

<b>Czynność</b>	<b>Czas (godz.)</b>
1. Wykłady (godziny kontaktowe)	30
2. Ćwiczenia audytoryjne (godziny kontaktowe praktyczne)	30
3. Laboratoria (godziny kontaktowe, praktyczne)	15
4. Przygotowanie do ćwiczeń (praca samodzielna)	15
5. Przygotowanie do laboratorów (praca samodzielna)	15
6. Konsultacje (godziny kontaktowe)	3
7. Przygotowanie do zaliczenia ćwiczeń (praca samodzielna)	12
8. Przygotowanie do egzaminu (praca samodzielna)	30

**Obciążenie pracą studenta**

<b>forma aktywności</b>	<b>godzin</b>	<b>ECTS</b>
Łączny nakład pracy	150	6
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	78	3
Zajęcia o charakterze praktycznym	45	2