

<b>STUDY MODULE DESCRIPTION FORM</b>		
Name of the module/subject <b>Heat Engineering</b>		Code <b>1010101231010130905</b>
Field of study <b>Environmental Engineering First-cycle Studies</b>	Profile of study (general academic, practical) <b>(brak)</b>	Year /Semester <b>2 / 3</b>
Elective path/specialty <b>-</b>	Subject offered in: <b>Polish</b>	Course (compulsory, elective) <b>obligatory</b>
Cycle of study: <b>First-cycle studies</b>	Form of study (full-time, part-time) <b>full-time</b>	
No. of hours Lecture: <b>30</b> Classes: <b>30</b> Laboratory: <b>15</b> Project/seminars: <b>-</b>		No. of credits <b>7</b>
Status of the course in the study program (Basic, major, other) <b>(brak)</b>		(university-wide, from another field) <b>(brak)</b>
Education areas and fields of science and art <b>technical sciences</b>		ECTS distribution (number and %) <b>7 100%</b>
<b>Responsible for subject / lecturer:</b> prof. dr hab. inż. Czesław Oleśkiewicz-Popiel email: czeslaw.oleskowicz-popiel@put.poznan.pl tel. 061 6652-537 Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska ul. Piotrowo 5 60-965 Poznań		<b>Responsible for subject / lecturer:</b> dr inż. Krzysztof Bober email: krzysztof.bober@put.poznan.pl tel. 061 6652-034 Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska ul. Piotrowo 5 60-965 Poznań
<b>Prerequisites in terms of knowledge, skills and social competencies:</b>		
1	<b>Knowledge</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>Skills</b>	Rozwiązywanie równań i układów równań algebraicznych, rozwiązywanie prostych równań różniczkowych.
3	<b>Social competencies</b>	* Świadomość konieczności ciągłego aktualizowania i uzupełniania wiedzy i umiejętności. * Świadomość wartości posiadanej wiedzy teoretycznej i praktycznej.
<b>Assumptions and objectives of the course:</b> - Nabycie przez studentów podstawowej wiedzy i umiejętności z zakresu termodynamiki i wymiany ciepła niezbędnych do rozwiązywania typowych zagadnień cieplnych występujących w inżynierii środowiska.		
<b>Study outcomes and reference to the educational results for a field of study</b>		
<b>Knowledge:</b>		
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]		
<b>Skills:</b>		

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]

#### **Social competencies:**

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]

#### **Assessment methods of study outcomes**

##### 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).

#### **Course description**

WIntroduction, subject contents. Application of the heat engineering and heat transfer. Thermodynamic system and control volume, thermodynamic parameters. Ideal gas equation of state. Ideal and real gas. Amount of substance. Gas mixtures. Principle of mass and energy conservation. Energy of system. Heat specific. Internal energy and enthalpy. Energy of fluid flow. Gibbs and Meyer equations. Typical thermodynamic processes. Work and heat of the thermodynamic process. First law of thermodynamics. Irreversible processes. Second law of thermodynamics. Entropy. Efficiency of the compression and expansion processes. Throttling process. Ventilators, blowers and compressors. Working fluids. Properties of liquid and vapour water. Thermodynamic cycles: Carnot, Otto, Diesel and Joule. Clausius-Rankine cycle. Linde cycle. Refrigeration and heat pump coefficient of performance (COP). Humid air, psychrometric chart, dew point temperature. Fuels, combustion process, enthalpy of formation (higher and lower heating value). Efficiency of combustion chamber. Introduction to heat transfer. Heat flux by conduction, convection and radiation. Overall heat transfer. Steady and transient heat conduction. Lumped capacitance method, Biot and Fourier numbers. Heating and cooling of plate and regular bodies. Forced and natural convection, Nusselt number, Reynolds, Prandtl and Grashof numbers. Convection in boiling and condensation. Heat transfer by radiation, solar radiation. Heat exchangers.

1. Mechanizmy i struktura promieniowania
2. Prawa promieniowania
3. Wzór i stała Stefana-Boltzmannna
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-Boltzmannna. 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:

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

**Basic bibliography:**

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

**Additional bibliography:**

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

**Result of average student's workload**

Activity	Time (working hours)
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

**Student's workload**

Source of workload	hours	ECTS
Total workload	208	7
Contact hours	93	6
Practical activities	15	1