

<b>STUDY MODULE DESCRIPTION FORM</b>		
Name of the module/subject <b>Heat Engineering and Heat Measurements</b>		Code <b>1010102211010130183</b>
Field of study <b>Environmental Engineering Second-cycle</b>	Profile of study (general academic, practical) <b>(brak)</b>	Year /Semester <b>1 / 1</b>
Elective path/specialty <b>Heating, Air Conditioning and Air Protection</b>	Subject offered in: <b>Polish</b>	Course (compulsory, elective) <b>obligatory</b>
Cycle of study: <b>Second-cycle studies</b>	Form of study (full-time, part-time) <b>full-time</b>	
No. of hours Lecture: <b>30</b> Classes: <b>15</b> Laboratory: <b>30</b> Project/seminars: <b>-</b>		No. of credits <b>6</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>6 100%</b>
<b>Responsible for subject / lecturer:</b> prof. dr hab. inż. Janusz Wojtkowiak 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. 61 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>	Matematyka: rachunek różniczkowy i całkowy, równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe, Fizyka na poziomie 5 KRK, termodynamika na poziomie 6 KRK
2	<b>Skills</b>	Zastosowanie rachunku różniczkowego i całkowego do opisu zjawisk fizycznych, rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych, przekształcanie równań różniczkowych cząstkowych. Termodynamika: rozwiązywanie zadań i wykonywanie pomiarów na poziomie 6 KRK
3	<b>Social competencies</b>	Świadomość konieczności ciągłego aktualizowania i uzupełniania wiedzy i umiejętności
<b>Assumptions and objectives of the course:</b> - Poszerzenie i pogłębienie wiedzy, umiejętności z zakresu techniki cieplnej i miernictwa cieplnego niezbędnych do rozwiązywania złożonych problemów cieplnych i przepływowych oraz bilansu energii w urządzeniach i systemach inżynierii środowiska zarówno zabudowanego jak i niezabudowanego.		
<b>Study outcomes and reference to the educational results for a field of study</b>		
<b>Knowledge:</b>		
1. Student posiada znajomość: - [-] 2. ? Poszerzonej i pogłębionej wiedzy z zakresie ?techniki cieplnej i miernictwa cieplnego? - [K2_W03, K2_W04, K2_W07] 3. ? Podstawowych metod i właściwości termofizycznych potrzebnych do rozwiązywania problemów teoretycznych i projektowych obejmujących procesy i urządzenia występujące w inżynierii środowiska - [K2_W03, K2_W04, K2_W07] 4. ? Szczegółowych zasad bilansów energii, wydajności cieplnej i strat ciepła oraz sprawności cieplnej urządzeń technologicznych występujących w inżynierii środowiska - [K2_W03, K2_W04, K2_W07] 5. ? Zaawansowaną wiedzę o trendach rozwojowych i nowych osiągnięciach nt procesów i urządzeń cieplnych występujących w inżynierii środowiska - [K2_W03, K2_W04, K2_W07]		
<b>Skills:</b>		

1. ? Student potrafi pozyskiwać i oceniać informacje dostępne w literaturze, internecie i katalogach nt technologii i urządzeń występujących w inżynierii środowiska - [K2\_U01, K2\_U18]
2. ? Student potrafi znaleźć odpowiednie zależności opisujące analizowane procesy cieplne - [K2\_U01, K2\_U18]
3. ? Student wie jak ustalić właściwości termodynamiczne niezbędne do wykonania obliczeń - [K2\_U01, K2\_U18]
4. ? Student potrafi rozpoznawać i rozwiązywać złożone problemy projektowe oraz eksploatacyjne w urządzeniach cieplnych - [K2\_U01, K2\_U18]
5. ? Student potrafi krytycznie ocenić rozwiązania projektowe i wykrywać zagrożenia budowanych i eksploatowanych urządzeń cieplnych - [K2\_U01, K2\_U18]
6. ? Planować i przeprowadzać badania eksploatacyjne i badania prototypów urządzeń występujących w inżynierii środowiska - [K2\_U01, K2\_U18]
7. ? Ustalić dokładność i wykonać analizę uzyskanych wyników obliczeń i pomiarów - [K2\_U01, K2\_U18]
8. ? Interpretować krytycznie uzyskane wyniki obliczeń i pomiarów cieplnych oraz wyciągać wnioski - [K2\_U01, K2\_U18]
9. ? Opracować szczegółowy bilans cieplny i obliczyć wydajność cieplną oraz straty ciepła i sprawność użytkową analizowanych procesów i urządzeń cieplnych - [K2\_U01, K2\_U18]

#### Social competencies:

1. \* Student rozumie potrzebę pracy zespołowej w rozwiązywaniu problemów teoretycznych i praktycznych - [- K2\_K03]
2. ? Student ma świadomość zakresów i ograniczeń stosowanych zależności i metod obliczeń oraz wartości posiadanej wiedzy teoretycznej i praktycznej - [- K2\_K03]
3. ? Student rozumie konieczność sprawdzania i weryfikacji wyników stosowanych metod, obliczeń i pomiarów - [- K2\_K03]
4. ? Student ma świadomość konieczności myślenia i działania innowacyjnego - [- K2\_K03]

#### Assessment methods of study outcomes

##### - Wykłady:

Dwuczęściowy egzamin pisemny w terminie podanym na początku semestru. Część 1 ma na celu sprawdzenie wiedzy i polega na udzieleniu odpowiedzi na kilka pytań. Część 2 ma na celu sprawdzenie umiejętności praktycznych i polega na rozwiązaniu 2 zadań rachunkowych.

W przypadkach wątpliwych egzamin rozszerzany jest o część ustną.

Na każdym wykładzie sprawdzana jest wrywkowo aktywność studentów.

##### Ćwiczenia rachunkowe (audytoryjne):

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

Sprawdzanie i ocenianie wrywkowo poprawności samodzielnych rozwiązań zadań (tj. pracy własnej studenta). Ocenianie wrywkowe aktywności na każdym zajęciach (premiowanie aktywności).

##### Ćwiczenia laboratoryjne:

Krótki 15-minutowy sprawdzian

#### Course description

Introduction, subject contents. Thermodynamic system and control volume. International scale of temperature. Amount of substance. Ideal and real gas equation of state. Mass and energy conservation. Examples of gas mixtures: air, flues. Energy of the system, internal energy. Energy of fluid flow, enthalpy. Heat specific of ideal and real gas, model of semi ideal gas. Gibbs and Meyer equations. First law of thermodynamics. Second law of thermodynamics. Entropy, principle of increase of entropy. Typical thermodynamic processes. Work and heat of the thermodynamic process. Calculations of the entropy increases of ideal, semi ideal and real gases, entropy charts (T-s). Energy balance of the fluid flow machinery. Comparison of isentropic compression of ideal and real gases. Water vapour, processes of water vapour. Water vapour enthalpy chart. Properties of liquid and vapour water, tables, charts and computer program. Throttling of ideal gases, application of throttling process. Properties and processes of humid air, psychrometric chart, measurements of relative humidity. Combustion: properties of fuels, stoichiometric equations of combustion, excess of air, calculation and measurement of content of combustion fumes, dew point temperatures of flue gases, enthalpy of formation, calculation and measurements of higher and lower heating values. Adiabatic flame temperature. Efficiency of combustion chamber, control of combustion process. Typical thermodynamic cycles: Carnot, Otto, Diesel and Joule. Clausius-Rankine cycle, organic Rankine cycle (ORC cycles), power and heat cogeneration systems. Linde cycle, refrigeration and heat pump coefficient of performance (COP). Application of thermodynamic relations. Adiabatic throttling, Joule-Thomson effect, calculation of the Joule-Thomson coefficient. Maximum reversible work, definition and application of exergy. Measurement of temperature of high velocity gas (total and static enthalpy). Principle of the thermodynamic gas dynamics, Bendemann and de Laval nozzles, application to the flow rate measurements. Pressure losses in short and long pipes.

<b>Basic bibliography:</b>		
1. SZARGUT J., Termodynamika techniczna. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2000 2. KALINOWSKI E., Termodynamika. Skrypt Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 1994 3. SMUDSZ R., WILK J., WOLAŃCZYK F., Termodynamika. Repetytorium. Oficyna Wyd. Politechniki Rzeszowskiej, Wyd. III, stron 115, Rzeszów, 2009 (cena 12 zł) 4. WIŚNIEWSKI S., Termodynamika techniczna. WNT, Warszawa 1993 (463 strony) 5. OCHEŃDUSZKO St., Termodynamika stosowana. WNT, Warszawa, 1964 6. Pomiary ciepne, T. 1 i T. 2, Praca zb. (red. T.R. Fodemski), , WNT, Warszawa, 2001 7. OLEŚKOWICZ-POPIEL C., WOJTKOWIAK J., Właściwości termofizyczne powietrza i wody ? przeznaczone do obliczeń przepływów i wymiany ciepła. Wyd. Polit. Poznańskiej, Poznań, 2010 8. SZARGUT J., GUZIK A., GÓRNIAK H.: Zadania z termodynamiki technicznej, Wyd. Pol. Śląskiej, Gliwice 2008		
<b>Additional bibliography:</b>		
1. RUBIK M., Pompy ciepła, Wyd. II, Ośrodek Informacji ?Technika Instalacyjna w Budownictwie, Warszawa 1999 2. SONNTAG R.E., BORGNACKE C., VAN WYLEN G.J., Fundamentals of Classical Thermodynamics, SI Version, 6th Edition, John Wiley & Sons, Inc., U S A, 2003 (HC 245,-zł) 3. SONNTAG R.E., BORGNACKE C., Introduction to Engineering Thermodynamics, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc., U S A, 2007 4. 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) 5. CENGEL Y.A., BOLES M.A., Thermodynamics. An Engineering Approach. 6 Edition (SI Units), McGraw-Hill Higher Education, 2007		
<b>Result of average student's workload</b>		
<b>Activity</b>	<b>Time (working hours)</b>	
1. Udział w wykładach	30	
2. Udział w ćwiczeniach rachunkowych (audytoryjnych)	15	
3. Udział w zajęciach laboratoryjnych	30	
4. Przygotowanie do ćwiczeń lab.	10	
5. Opracowanie sprawozdań z cwiczeń lab., obrona sprawozdania	12	
6. Konsultacje	3	
7. Przygotowanie do kolokwiów z cwiczeń rachunkowych	10	
8. Przygotowanie do egzaminu i egzamin	40	
<b>Student's workload</b>		
<b>Source of workload</b>	<b>hours</b>	<b>ECTS</b>
Total workload	150	6
Contact hours	78	3
Practical activities	30	2