

STUDY MODULE DESCRIPTION FORM		
Name of the module/subject Heat Engineering and Heat Measurements		Code 1010135211010130183
Field of study Enviromental Engineering Extramural Second-	Profile of study (general academic, practical) (brak)	Year /Semester 1 / 1
Elective path/specialty Heating, Air Conditioning and And	Subject offered in: Polish	Course (compulsory, elective) obligatory
Cycle of study: Second-cycle studies	Form of study (full-time, part-time) part-time	
No. of hours Lecture: 20 Classes: - Laboratory: 10 Project/seminars: -		No. of credits 5
Status of the course in the study program (Basic, major, other) (brak)		(university-wide, from another field) (brak)
Education areas and fields of science and art technical sciences Technical sciences		ECTS distribution (number and %) 5 100% 5 100%
Responsible for subject / lecturer: 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		Responsible for subject / lecturer: 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
Prerequisites in terms of knowledge, skills and social competencies:		
1	Knowledge	Matematyka: rachunek różniczkowy i całkowy, równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe, Fizyka na poziomie 5 KRK, termodynamika na poziomie 6 KRK
2	Skills	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	Social competencies	Świadomość konieczności ciągłego aktualizowania i uzupełniania wiedzy i umiejętności
Assumptions and objectives of the course: - 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.		
Study outcomes and reference to the educational results for a field of study		
Knowledge:		
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]		
Skills:		

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.

Basic bibliography:

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. OCHEŁDUSZKO 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
9. SZARGUT J., Termodynamika techniczna. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2000
10. KALINOWSKI E., Termodynamika. Skrypt Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 1994
11. SMUDSZ R., WILK J., WOLAŃCZYK F., Termodynamika. Repetytorium. Oficyna Wyd. Politechniki Rzeszowskiej, Wyd. III, stron 115, Rzeszów, 2009 (cena 12 zł)
12. WIŚNIEWSKI S., Termodynamika techniczna. WNT, Warszawa 1993 (463 strony)
13. OCHEŁDUSZKO St., Termodynamika stosowana. WNT, Warszawa, 1964
14. Pomiary ciepne, T. 1 i T. 2, Praca zb. (red. T.R. Fodemski), WNT, Warszawa, 2001
15. OLEŚKOWICZ-POPIEL C., WOJTKOWIAK J., Właściwości termofizyczne powietrza i wody ? przeznaczone do obliczeń przepływów i wymiany ciepła. Wyd. Polit. Poznańskiej, Poznań, 2010
16. SZARGUT J., GUZIK A., GÓRNIAK H.: Zadania z termodynamiki technicznej, Wyd. Pol. Śląskiej, Gliwice 2008
17. SZARGUT J., Termodynamika techniczna. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2000
18. KALINOWSKI E., Termodynamika. Skrypt Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 1994
19. SMUDSZ R., WILK J., WOLAŃCZYK F., Termodynamika. Repetytorium. Oficyna Wyd. Politechniki Rzeszowskiej, Wyd. III, stron 115, Rzeszów, 2009 (cena 12 zł)
20. WIŚNIEWSKI S., Termodynamika techniczna. WNT, Warszawa 1993 (463 strony)
21. OCHEŁDUSZKO St., Termodynamika stosowana. WNT, Warszawa, 1964
22. Pomiary ciepne, T. 1 i T. 2, Praca zb. (red. T.R. Fodemski), WNT, Warszawa, 2001
23. OLEŚKOWICZ-POPIEL C., WOJTKOWIAK J., Właściwości termofizyczne powietrza i wody ? przeznaczone do obliczeń przepływów i wymiany ciepła. Wyd. Polit. Poznańskiej, Poznań, 2010
24. SZARGUT J., GUZIK A., GÓRNIAK H.: Zadania z termodynamiki technicznej, Wyd. Pol. Śląskiej, Gliwice 2008

Additional bibliography:

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
6. RUBIK M., Pompy ciepła, Wyd. II, Ośrodek Informacji ?Technika Instalacyjna w Budownictwie, Warszawa 1999
7. 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)
8. SONNTAG R.E., BORGNACKE C., Introduction to Engineering Thermodynamics, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc., U S A, 2007
9. 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)
10. CENGEL Y.A., BOLES M.A., Thermodynamics. An Engineering Approach. 6 Edition (SI Units), McGraw-Hill Higher Education, 2007
11. RUBIK M., Pompy ciepła, Wyd. II, Ośrodek Informacji ?Technika Instalacyjna w Budownictwie, Warszawa 1999
12. 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)
13. SONNTAG R.E., BORGNACKE C., Introduction to Engineering Thermodynamics, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc., U S A, 2007
14. 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)
15. 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. Udział w wykładach		0
2. Udział w ćwiczeniach rachunkowych (audytoryjnych)		0
3. Udział w zajęciach laboratoryjnych		0
4. Przygotowanie do ćwiczeń lab.		0
5. Opracowanie sprawozdań z ćwiczeń lab., obrona sprawozdania		0
6. Konsultacje		0
7. Przygotowanie do kolokwiów z ćwiczeń rachunkowych		0
8. Przygotowanie do egzaminu i egzamin		0
Student's workload		
Source of workload	hours	ECTS
Total workload	100	5
Contact hours	0	0
Practical activities	0	0