

<b>KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA</b>		
Nazwa modułu/przedmiotu <b>Audytting i gospodarka energetyczna</b>		Kod <b>1010102221010130351</b>
Kierunek studiów <b>Inżynieria Środowiska II stopień</b>	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) <b>(brak)</b>	Rok / Semestr <b>1 / 2</b>
Ścieżka obieralności/specjalność <b>Zaopatrzenie w ciepło, klimatyzacja i</b>	Przedmiot oferowany w języku: <b>polski</b>	Kurs (obligatoryjny/obieralny) <b>obligatoryjny</b>
Stopień studiów: <b>II stopień</b>	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) <b>stacjonarna</b>	
Godziny Wykłady: <b>30</b> Ćwiczenia: <b>15</b> Laboratoria: <b>-</b> Projekty/seminaria: <b>-</b>		Liczba punktów <b>3</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>3 100%</b>
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b>		
dr hab. inż. Tomasz Mróz, prof. nadzw. email: tomasz.mroz@put.poznan.pl tel. (61) 6652900 Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska ul. Piotrowo 5 60-965 Poznań		dr hab. inż. Tomasz Mróz, prof. nadzw. email: tomasz.mroz@put.poznan.pl tel. (61) 6652900 Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska ul. Piotrowo 5 60-965 Poznań
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1	<b>Wiedza:</b>	Klasyfikacja odnawialnych i nieodnawialnych nośników energii pierwotnej, ocena potencjału energetycznego strony podaży i popytu rynku energii, Podstawy bilansowania energetycznego oraz oceny ekonomicznej i ekologicznej systemów energetycznych stosowanych w inżynierii środowiska zabudowanego i niezabudowanego
2	<b>Umiejętności:</b>	Zastosowanie bilansu energii w ocenie gospodarowania energią w inżynierii środowiska zabudowanego i niezabudowanego; Wyznaczanie wskaźników oceny efektywności energetycznej, ekonomicznej i ekologicznej systemów gospodarowania energią w inżynierii środowiska zabudowanego i niezabudowanego
3	<b>Kompetencje społeczne</b>	Świadomość konieczności ciągłego aktualizowania i uzupełniania wiedzy i umiejętności.
<b>Cel przedmiotu:</b>		
Poszerzenie i pogłębienie wiedzy, umiejętności z zakresu gospodarowania energią niezbędnej do rozwiązywania złożonych problemów w systemach inżynierii środowiska zabudowanego i niezabudowanego.		
<b>Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia</b>		
<b>Wiedza:</b>		
1. Student ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie bilansowania energetycznego złożonych systemów w inżynierii środowiska - [K2_W03, K2_W04, K2_W07] 2. Student ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie bilansowania energetycznego złożonych systemów w inżynierii środowiska - [K2_W03, K2_W04, K2_W07] 3. Student zna i rozumie przyczyny występowania nieodwracalności w rzeczywistych systemach gospodarowania energią - [K2_W03, K2_W04, K2_W07] 4. Student zna zasady ograniczania nieodwracalności w rzeczywistych systemach gospodarowania energią - [K2_W03, K2_W04, K2_W07] 5. Student zna metody dynamicznej oceny efektywności ekonomicznej w gospodarowaniu energią - [K2_W06] 6. Student zna podstawy prowadzenia audyttingu energetycznego budynków oraz ich systemów technicznego wyposażenia - [K2_W03, K2_W04, K2_W06] 7. Student zna podstawy wielokryterialnej oceny systemów energetycznych w inżynierii środowiska zabudowanego i niezabudowanego - [K2_W03, K2_W04, K2_W06]		
<b>Umiejętności:</b>		

<p>1. Student potrafi zbudować model obliczeniowy oraz równania bilansu energii i egzergii dla elementów i złożonych systemów energetycznych stosowanych w inżynierii środowiska zabudowanego - [K2_U09, K2_U10]</p> <p>2. Student umie obliczyć sprawność energetyczną dla elementów i złożonych systemów energetycznych stosowanych w inżynierii środowiska zabudowanego - [K2_U12, K2_U18]</p> <p>3. Student umie obliczyć sprawność egzergetyczną oraz zidentyfikować przyczyny występowania nieodwracalności prostych systemów energetycznych stosowanych w inżynierii środowiska zabudowanego - [K2_U01, K2_U08, K2_U18]</p> <p>4. Student umie obliczyć wartość bieżącą netto (NPV) oraz wewnętrzną stopę zwrotu (IRR) dla elementów i systemów energetycznych stosowanych w inżynierii środowiska zabudowanego - [K2_U14]</p> <p>5. Student potrafi wskazać na podstawie przeprowadzonej analizy wielokryterialnej rekomendowany scenariusz realizacji gospodarki energetycznej w inżynierii środowiska zabudowanego - [K2_U10, K2_U14]</p>
<b>Kompetencje społeczne:</b>
<p>1. Student rozumie potrzebę pracy zespołowej w rozwiązywaniu problemów teoretycznych i praktycznych - [K2_K03]</p> <p>2. Student ma świadomość konieczności rozwoju zrównoważonego w gospodarowaniu energią - [K2_K05]</p> <p>3. Student widzi konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swoich kompetencji - [K2_K01]</p>

### Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia

#### Wykład

- 2-częściowe pisemne zaliczenie końcowe, cz. 1 sprawdzenie umiejętności (3 zadania), cz. 2 sprawdzenie wiedzy (3 pytania),

- ocenianie ciągle na każdym zajęciach (premiowanie aktywności).

#### Ćw. audytoryjne

- 1 kolokwium pisemne zaliczeniowe (końcowe),

- ocenianie ciągle na każdym zajęciach (premiowanie aktywności).

### Treści programowe

Podstawowe pojęcia z zakresu audytu i gospodarki energetycznej: definicja gospodarki energetycznej, definicja audytu energetycznego, nieodnawialne paliwa pierwotne, odnawialne paliwa pierwotne, paliwa uszlachetnione, łańcuch energetyczny, sprawność energetyczna brutto i netto, wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej; wskaźnik emisji di tlenku węgla;

Zasada bilansowania energetycznego złożonych systemów energetycznych, wyznaczanie sprawności energetycznej złożonych systemów energetycznych;

Nieodwracalność rzeczywistych procesów termodynamicznych? Prawo Gouya-Stodoli; przyczyny występowania nieodwracalności rzeczywistych procesów termodynamicznych; bilans egzergii dla układu termodynamicznie otwartego; egzergia fizyczna i chemiczna substancji; sprawność egzergetyczna układu termodynamicznie otwartego; sposoby ograniczania nieodwracalności rzeczywistych procesów termodynamicznych;

Metody statyczne i dynamiczne oceny ekonomicznej projektów energetycznych: prosty czas zwrotu (SPBT), zdyskontowany czas zwrotu (DPBT), całkowity koszt eksploatacji (TEC), wartość bieżąca netto (NPV), wewnętrzna stopa zwrotu (IRR);

Podstawy audytu energetycznego: ocena zużycia energii w budynkach i systemach technicznego wyposażenia budynków, identyfikacja potencjalnych scenariuszy termomodernizacji, ocena wybranych scenariuszy z wykorzystaniem kryteriów energetycznych, ekologicznych oraz ekonomicznych;

Metody wielokryterialnej oceny projektów energetycznych: metoda sumy ważonej, metody oparte na relacji przewyższania (ELECTRE III/IV);

#### Tematy ćwiczeń audytoryjnych:

1. Bilansowanie energetyczne złożonych systemów w inżynierii środowiska
2. Bilansowanie egzergetyczne prostych systemów w inżynierii środowiska
3. Wyznaczanie wartości bieżącej netto i wewnętrznej stopy zwrotu
4. Ocena wielokryterialna projektów energetycznych w inżynierii środowiska

#### Literatura podstawowa:

1. Szargut J., Ziębik A.: Termodynamika techniczna. Warszawa, WNT 2001.
2. Marecki J.: Podstawy przemian energetycznych. Warszawa, WNT 2000.
3. Chmielniak T.: Technologie energetyczne. Warszawa, WNT 2008.
4. Szargut J., Guzik J.: Programowany zbiór zadań z termodynamiki technicznej. Warszawa, WNT 1980.
5. Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2010. Warszawa, ZWS 2011.
6. Mróz, T.M.: Planowanie modernizacji i rozwoju komunalnych systemów zaopatrzenia w ciepło. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, seria rozprawy Nr 400, 2006,
7. Mróz T.M.: Energy Management in Built Environment. Tools and Evaluation Procedures, Wyd. Politechniki Poznańskiej 2013

<b>Literatura uzupełniająca:</b>		
1. Kreith, F., West, R.E.: CRC Handbook of Energy Efficiency. CRC Press Inc. 1997.		
<b>Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta</b>		
<b>Czynność</b>	<b>Czas (godz.)</b>	
1. Udział w wykładach:	30	
2. Udział w ćw. audytoryjnych:	15	
3. Udział w konsultacjach związanych z realizacją ćw. audytoryjnych (zakładamy, że student korzysta z 3 konsultacji):	3	
4. Przygotowanie się do zaliczenia końcowego z ćw. audytoryjnych:	15	
5. Przygotowanie się do zaliczenia końcowego z wykładów:	18	
<b>Obciążenie pracą studenta</b>		
<b>forma aktywności</b>	<b>godzin</b>	<b>ECTS</b>
Łączny nakład pracy	81	3
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	48	2
Zajęcia o charakterze praktycznym	15	1