



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Energetyka ciepła [S2EPIO1-ECiO>EC]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Energetyka przemysłowa i odnawialna

Rok/Semestr

1/2

Studia w zakresie (specjalność)

Energetyka ciepła i odnawialna

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratorium

0

Inne

0

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

15

### Liczba punktów ECTS

3,00

### Koordynatorzy

dr inż. Radosław Jankowski

radoslaw.jankowski@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Student powinien posiadać podstawowe wiadomości z zakresu maszyn i urządzeń energetycznych i relacji z innymi obszarami wiedzy. Ponadto powinien znać i rozumieć podstawowe metody i narzędzia praktyczne z zakresu termodynamiki technicznej w aspekcie energetyki cieplnej jak również główne zadania systemów energetycznych w obszarze energetyki cieplnej i rozwoju gospodarczego. Student powinien także posiadać umiejętność posługiwania się pojęciami i metodami w opisie obiektów energetycznych oraz rozwiązywania konkretnych problemów pojawiających w energetyce cieplnej. Potrafi również zbierać i przetwarzać informacje z baz danych, literatury i internetu.

### Cel przedmiotu

Przekazanie studentom wiedzy teoretycznej oraz aspektów technicznych związanych z analizą systemów energetyki cieplnej oraz pogłębienie wiedzy o podstawowych technologiach energetycznych, w szczególności w aspekcie minimalizacji ich negatywnego wpływu na środowisko naturalne człowieka.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

zna podstawowe procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych

stosowanych w energetyce, a w szczególności w energetyce.  
zna zagadnienia prawne związane z projektowaniem i użytkowaniem systemów energetycznych z uwzględnieniem urządzeń energetycznych stosowanych w przemyśle.  
ma wiedzę na temat struktur i procesów zarządzania przedsiębiorstwami energetycznymi, w tym nadzorem w zakładach energetycznych.

#### Umiejętności:

potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę do poszukiwania właściwych źródeł i interpretowania znalezionych informacji w celu rozwiązywania zarówno standardowych jak i niestandardowych problemów inżynierskich.  
potrafi wykorzystywać zdobyte w środowisku zajmującym się zawodowo działalnością inżynierską wiedzę związaną z funkcjonowaniem zakładów energetycznych.  
potrafi współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych i podejmować wiodącą rolę w zespołach.

#### Kompetencje społeczne:

jest gotów do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu.  
jest gotów do inicjowania działań na rzecz interesu społecznego.  
jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy.

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład: Wiedza nabyta w ramach wykładu jest weryfikowana w czasie egzaminu składającego się z 5 pytań wyboru punktowanych w zakresie od 0 do 1 oraz 5 pytań otwartych punktowanych w zakresie od 0 do 2. Próg zaliczeniowy: > 50% punktów. Zagadnienia zaliczeniowe, na podstawie których opracowywane są pytania zostaną przesłane studentom drogą mailową z wykorzystaniem systemu uczelnianej poczty elektronicznej lub na platformie eKursy.

Ćwiczenia: Ocenianie ciągle na każdych zajęciach umiejętności i kompetencji poprzez rozwiązywanie zadań inżynierskich oraz analizy przypadków szczególnych, ocena wiedzy i umiejętności studenta na podstawie końcowego testu pisemnego składającego się z 4 zadań. Próg zaliczeniowy: >50% punktów

Projekt: Umiejętności zdobyte podczas zajęć projektowych będą oceniane na podstawie rozwiązania problemu inżynierskiego przedstawianego przez studenta podczas prezentacji na ostatnich zajęciach.

### Treści programowe

Wykład: Wprowadzenie do energetyki cieplnej oraz charakterystyka systemów energetycznych. Charakterystyka czynników roboczych stosowanych w obiegach cieplnych. Turbiny cieplne (ogólna charakterystyka, podział, zasada działania). Analiza sprawność obiegu: wpływ zmiany  $p$ ,  $T$  w punktach charakterystycznych. Obieg siłowni parowych, kogeneracja i trigeneracja. Obiegi turbogazowe: metody podnoszenia sprawności obiegów turbo-gazowych. Kotły przemysłowe: podział, budowa, zasada działania, urządzenia pomocnicze. Odnawialne źródła energii: ogólna charakterystyka, zastosowanie, wady, zalety. Aspekty ekologiczne inwestycji w energetyce: decyzja środowiskowa, pozwolenie zintegrowane, pozwolenie na budowę. Ochrona środowiska w energetyce, akty prawne: IED, MCP, konkluzje BAT, RMŚ.

Ćwiczenia: Analiza sprawności maszyn i urządzeń energetycznych. Analiza obiegu i sprawności ciepłowni i elektrociepłowni. Analiza układów odzyskiwania niskotemperaturowej energii odpadowej. Analiza skojarzonej produkcji energii elektrycznej, ciepła i chłodu.

Projekt: Rozwiązanie zadania inżynierskiego z zakresu energetyki cieplnej.

### Tematyka zajęć

Tematyka zajęć zgodna z treściami programowymi

### Metody dydaktyczne

Wykład: Prezentacja multimedialna, ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy.

Ćwiczenia: Prezentacja multimedialna, rozwiązywanie przez studentów na tablicy zadań praktycznych wskazanych przez prowadzącego.

Projekt: Prezentacja multimedialna ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy oraz wykonanie zadań podanych przez prowadzącego - ćwiczenia praktyczne.

## Literatura

### Podstawowa

1. S. Perycz – Turbiny parowe i gazowe, Wyd. Pol. Gdańskiej, 1982
2. J. Szargut, A. Ziębik: Podstawy energetyki cieplnej, PWN, Warszawa 1998;
3. T. Chmielniak – Technologie energetyczne, Wyd. Pol. Śląskiej, 2004
4. R. Domański: Magazynowanie energii cieplnej, PWN, Warszawa, 1990.
5. R. Janiczek – Eksploatacja elektrowni parowych, WNT W-wa 1980,
6. S. Wiśniewski, Termodynamika Techniczna
7. S. Wiśniewski, Wymiana ciepła

### Uzupełniająca

1. T. Chmielniak – Turbiny cieplne, Wyd. Pol. Śląskiej, 2004
2. S. Kruczek: Kotły. Konstrukcja i obliczenia, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 2001;
3. P. Orłowski, Kotły parowe w energetyce przemysłowej. Zagadnienia eksploatacyjne, WNT, Warszawa 1976;
4. G. Wielgosiński, R. Zarzycki – Technologie i procesy ochrony powietrza, PWN, 2018.
5. Thermodynamic Analysis of Gas Turbine Systems Fueled by a CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub> Mixture; Laith Mustafa, Rafał Ślefarski, Radosław Jankowski; Sustainability; 2024, vol. 16, iss. 2, s. 1-15

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

|                                                                                                                                                      | Godzin | ECTS |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|
| Łączny nakład pracy                                                                                                                                  | 90     | 3,00 |
| Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem                                                                                            | 50     | 1,70 |
| Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) | 40     | 1,30 |