**Nazwa przedmiotu:**

Termodynamiczne podstawy magazynowania energii

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Mirosław Grabowski

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Mechanika i Budowa Maszyn

**Grupa przedmiotów:**

Obieralne

**Kod przedmiotu:**

MS2A\_20-1

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

1

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

Wykłady: liczba godzin według planu studiów - 15, zapoznanie ze wskazaną literaturą - 5, przygotowanie do kolokwium - 10, razem - 30;

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

Wykłady - 15 h; Razem - 15 h = 0,6 ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

0

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 15h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

-

**Limit liczby studentów:**

Wykład: min. 15

**Cel przedmiotu:**

Celem nauczania przedmiotu jest jest zdobycie wiedzy w zakresie wybranych zagadnienień termodynamicznych leżących u podstaw magazynowania energii.

**Treści kształcenia:**

"W1 - Wprowadzenie do przedmiotu, definicje: energia, praca, ciepło. Zasada zachowania energii i pierwsza zasada termodynamiki, bilans energii, praca bezwzględna, techniczna i użyteczna. Zarys zjawisk fizycznych i chemicznych wykorzystywanych do magazynowania energii.
W2- Druga zasada termodynamiki. Konsekwencje drugiej zasady termodynamiki. Potrzeby magazynowania energii: fluktuacje produkcji energii ze źródeł odnawialnych, uwarunkowania ekonomiczne, rynek energii.
W3 - Sposoby generowania energii: spalanie paliw, energia jądrowa, odnawialne źródła energii. Silniki cieplne spalinowe, obiegi siłowni i silników cieplnych. Obiegi chłodziarek i pomp cieplnych. Wykorzystanie pomp ciepła w racjonalizacji użytkowania energii.
W4 - Metody magazynowania energii jako sposób realizacji następujących celów:
a) zarządzanie dużymi mocami
b) wspomaganie przesyłu i dystrybucji energii elektrycznej, wygładzanie charakterystyki obciążenia sieci elektroenergetycznej, oraz generacji rozproszonej
c) poprawie jakości energii elektrycznej (PQ - Power Quality)
W5 - Technologie magazynowania energii i ich możliwe zastosowania w systemie elektroenergetycznym : elektrownie szczytowo-pompowe, CAES (Compressed Air Energy Storage), LAES (Liquid Air Energy Storage),
W6 - Technologie magazynowania energii i ich możliwe zastosowania w systemie elektroenergetycznym: ogniwa paliwowe, koła zamachowe, akumulatory elektrochemiczne, superkondensatory, termiczne magazynowanie energii."

**Metody oceny:**

Ocena końcowa (zaliczeniowa) dla przedmiotu jest wystawiana na podstawie referatu napisanego i wygłoszonego przez studenta lub sprawdzianu pisemnego, obejmującego weryfikację wiedzy z zakresu zagadnień omawianych podczas wykładów, w tym również wiedzy nabytej samodzielnie przez studenta ze wskazanej przez prowadzącego literatury i innych źródeł. Szczegółowe zasady oceny studentów, organizacji zajęć oraz zasady korzystania z materiałów pomocniczych podawane są na początku zajęć dydaktycznych. W sprawach nieuregulowanych w regulaminie przedmiotu, znajdują zastosowanie odpowiednie przepisy Regulaminu Studiów w Politechnice Warszawskiej.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Wisniewski S.: Termodynamika techniczna. WNT, Warszawa 1999; 2. Szargut B: Termodynamika; 3. Górzyński Jan Termodynamika wykłady i zadania z rozwiązaniami Wydawnictwo PW 2014; 3. Staniszewski B.: Termodynamika. PWN, Warszawa 1986;

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

Program studiów, w tym nowe specjalności dostosowane do potrzeb rynku pracy, przygotowany w ramach zadania 7 projektu NERW PW

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W03\_01:**

Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną z zakresu termodynamiki umożliwiającą rozumienie procesów przenian energetycznych

Weryfikacja:

Referat wygłoszony lub kolokwium (W1-W6)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2A\_W03\_01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W07\_01:**

Zna podstawowe metody wykonywania bilansu energii w zakresie systemów magazynowania energii z zastosowaniem zasad termodynamiki, zna wpływ fluktuacji produkcji energii ze źródeł odnawialnych na pracę systemu energetycznego. Zna wpływ uwarunkowń ekonomicznych na rynek energii.

Weryfikacja:

Referat wygłoszony lub kolokwium (W1-W6)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2A\_W07\_01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01\_01:**

Potrafi pozyskiwać informacje z różnych źródeł do wykonywania obliczeń strumieni energii w procesach cieplno - energetycznych. Potrafi prowadzić analizę uzyskanych wyników i formułować wnioski.

Weryfikacja:

Referat wygłoszony lub kolokwium (W1-W6)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2A\_U01\_01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**