



Nazwa modułu zajęć:	Magazynowanie energii		
Rok akademicki:	2019/2020	Kod: RMBM-2-113-SM-s	Punkty ECTS: 4
Wydział:	Inżynierii Mechanicznej i Robotyki		
Kierunek:	Mechanika i Budowa Maszyn	Specjalność:	Inżynieria Zrównoważonych Systemów Energetycznych
Poziom studiów:	Studia II stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A) Semestr: 1
Strona www:	http://home.agh.edu.pl/~jwołoszy/		
Prowadzący moduł:	dr inż. Wołoszyn Jerzy (jwołoszy@agh.edu.pl)		

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

W ramach modułu przedstawione i omówione są sposoby magazynowania energii, ze szczególnym uwzględnieniem energii termicznej. Prezentowane treści dotyczą także technologii magazynowania energii, metod projektowania podziemnych i naziemnych magazynów energii termicznej z wykorzystaniem numerycznych narzędzi obliczeniowych.

Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	Zna i rozumie sposoby magazynowania energii, ze szczególnym uwzględnieniem energii termicznej	MBM2A_W14, MBM2A_W09	Wynik testu zaliczeniowego
M_W002	Zna i rozumie technologie magazynowania energii termicznej	MBM2A_W17, MBM2A_W14	Wynik testu zaliczeniowego
Umiejętności: potrafi			
M_U001	Potrafi zaprojektować naziemny magazyn energii termicznej o wysokiej efektywności procesu magazynowania	MBM2A_U23, MBM2A_U19, MBM2A_U08, MBM2A_U01, MBM2A_U05, MBM2A_U09	Wykonanie projektu, Prezentacja

M_U002	Potrafi zaprojektować podziemny magazyn energii termicznej o wysokiej efektywności procesu magazynowania	MBM2A_U23, MBM2A_U19, MBM2A_U08, MBM2A_U01, MBM2A_U05, MBM2A_U09	
M_U003	Potrafi wykorzystać numeryczne narzędzia obliczeniowe w procesie projektowania	MBM2A_U05, MBM2A_U03	Wykonanie projektu, Prezentacja
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Rozumie potrzebę magazynowania energii szczególnie w systemach współpracujących z OZE oraz ciągłej aktualizacji wiedzy w tym zakresie	MBM2A_K02, MBM2A_K03	Wykonanie projektu, Prezentacja

Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
52	26	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0

Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	Zna i rozumie sposoby magazynowania energii, ze szczególnym uwzględnieniem energii termicznej	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Zna i rozumie technologie magazynowania energii termicznej	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												

M_U001	Potrafi zaprojektować naziemny magazyn energii termicznej o wysokiej efektywności procesu magazynowania	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Potrafi zaprojektować podziemny magazyn energii termicznej o wysokiej efektywności procesu magazynowania	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	Potrafi wykorzystać numeryczne narzędzia obliczeniowe w procesie projektowania	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	Rozumie potrzebę magazynowania energii szczególnie w systemach współpracujących z OZE oraz ciągłej aktualizacji wiedzy w tym zakresie	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	52 godz
Przygotowanie do zajęć	15 godz
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	30 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	16 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe	5 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	120 godz
Punkty ECTS za moduł	4 ECTS

Pozostałe informacje

Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)

Wykład

Sposoby magazynowa energii – podział i rola magazynów energii we współczesnych systemach cieplnych i energetycznych

- Pojęcie energii i zasada zachowania energii
- Podział i charakterystyka magazynów energii
- Rola magazynów energii we współczesnych systemach cieplnych i energetycznych ze szczególnym uwzględnieniem odnawialnych źródeł energii

Technologie magazynowania energii termicznej

- Charakterystyka wybranych technologii magazynowania energii

- Koszty wybranych technologii magazynowania energii

Projektowanie naziemnych magazynów energii termicznej

- dobór magazynu do systemu ciepłego
- analiza konstrukcji magazynu, zjawisko stratyfikacji termicznej
- problematyka konstrukcji dyfuzorów na dopływie/wypływie
- oceny efektywności naziemnych magazynów energii termicznej

Projektowanie podziemnych magazynów energii termicznej

- dobór magazynu do systemu ciepłego
- analiza konstrukcji magazynu
- metody obliczeniowe wymaganej objętości magazynu
- oceny efektywności podziemnych magazynów energii termicznej

Zastosowanie numerycznych narzędzi obliczeniowych do projektowania magazynów energii termicznej

- Omówienie oprogramowania EED (Earth Energy Design) – przykłady realizacji projektów podziemnego magazynowania energii
- Projektowanie magazynu energii z wykorzystaniem CFD lub MES

Metody poprawy efektywności procesu magazynowania energii w podziemnych i naziemnych magazynach energii termicznej

Ćwiczenia projektowe

1. Opis metod projektowania naziemnych i podziemnych magazynów energii termicznej – wydanie tematów projektów
2. Praktyczne przedstawienie numerycznych narzędzi obliczeniowych do projektowania magazynów energii termicznej
3. Identyfikacja parametrów wpływających na efektywność procesu magazynowania energii termicznej – magazyny naziemne i podziemne
4. Metody poprawy efektywności procesu magazynowania energii w podziemnych i naziemnych magazynach energii termicznej
5. Projekt naziemnego magazynu energii termicznej
6. Projekt podziemnego magazynu energii termicznej

Metody i techniki kształcenia:

Wykład: Wykłady prowadzone są w formie prezentacji multimedialnych z elementami aktywizacji słuchaczy w formie krótkich testów on-line.

Ćwiczenia projektowe: Ćwiczenia projektowe prowadzone są z wykorzystaniem technik multimedialnych oraz specjalistycznego oprogramowania dostępnego w wersji studenckiej.

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:

Wykład:

Zaliczenie testu po każdym lub kilku wykładach z treści prezentowanych na wykładzie. Test jest zaliczony po uzyskaniu minimum 50% punktów a realizowany jest z wykorzystaniem platformy UPEL. Samodzielne rozwiązanie testu możliwe jest do dwóch tygodni po wykładzie. Test z danego wykładu lub kilku wykładów można rozwiązywać wielokrotnie a oceną końcową jest średnia arytmetyczna ze wszystkich podejść.

Ćwiczenia projektowe:

Warunkiem zaliczenia ćwiczeń projektowych jest terminowe zaliczenie wszystkich zadań projektowych na ocenę pozytywną.

Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Nie

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Ćwiczenia projektowe:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci wykonują prace praktyczne mające na celu uzyskanie kompetencji zakładanych przez sylabus. Ocenie podlega sposób wykonania projektu oraz efekt końcowy.

Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena końcowa (OK) obliczana jest zgodnie z równaniem:

$$OK = 0.3 T + 0.7 P$$

gdzie: T – średnia arytmetyczna ocena z testów z wykładu, P – średnia arytmetyczna ocena z zadań projektowych

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:

Rozwiązanie dodatkowych zadań projektowych i ich zaliczenie na ocenę pozytywną.

Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów

Przygotowanie z zakresu fizyki, termodynamiki oraz podstaw metod analizy numerycznej.

Zalecana literatura i pomoce naukowe

1. Roman Domański: Magazynowanie energii cieplnej, PWN Warszawa 1990.
2. İbrahim Dinçer, Marc A. Rosen: Thermal energy storage systems and applications, John Wiley & Sons 2011.
3. Luisa F. Cabeza: Advances in Thermal Energy Storage Systems, Elsevier 2015

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

1. Badanie wpływu warunków brzegowych w symulacji procesu podziemnego magazynowania energii termicznej — Research of boundary condition influence in the simulation of borehole thermal energy storage / Jerzy WOŁOSZYN // Modelowanie Inżynierskie / Wydział Mechaniczny Technologiczny Politechniki Śląskiej ; ISSN 1896-771X. — 2018 t. 36 nr 67, s. 82-90. — Bibliogr. s. 90, Streszcz., Summ.. — tekst: http://www.kms.polsl.pl/mi/pelne_36/11_36_67.pdf
2. Global sensitivity analysis of borehole thermal energy storage efficiency on the heat exchanger arrangement / Jerzy WOŁOSZYN // Energy Conversion and Management ; ISSN 0196-8904. — 2018 vol. 166, s. 106-119. — Bibliogr. s. 118-119, Abstr.. — Publikacja dostępna online od: 2018-05-03. — tekst: <https://www-1sciencedirect-1com-1000027vi0b4d.wbg2.bg.agh.edu.pl/science/article/pii/S0196890418303443/pdf?md5=814c941b820ff3a7f1f04df4a17c8077&pid=1-s2.0-S0196890418303443-main.pdf>
3. Modelowanie transportu ciepła i masy w podziemnym sezonowym magazynie energii termicznej — Heat and mass transport modelling in the underground seasonal thermal energy storage / Jerzy WOŁOSZYN // Modelowanie Inżynierskie / Wydział Mechaniczny Technologiczny Politechniki Śląskiej ; ISSN 1896-771X. — 2018 t. 36 nr 67, s. 91-99. — Bibliogr. s. 98-99, Streszcz., Summ.. — tekst: http://www.kms.polsl.pl/mi/pelne_36/12_36_67.pdf
4. Experimental verification and programming development of a new MDF borehole heat exchanger numerical model / Jerzy WOŁOSZYN, Andrzej GOŁAŚ // Geothermics ; ISSN 0375-6505. — 2016 vol. 59, pt. A, s. 67-76. — Bibliogr. s. 75-76, Abstr.. — Publikacja dostępna online od: 2015-11-1. — tekst: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0375650515001261/pdf?md5=33aefcf8dc074315ab>

83d977525dea1c&pid=1-s2.0-S0375650515001261-main.pdf

Informacje dodatkowe

Brak