



### KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	studia stacjonarne:	<b>I-OZE1-S702f</b>
	studia niestacjonarne:	<b>I-OZE1N-S802f</b>
Nazwa przedmiotu	<b>Metody magazynowania energii cieplnej</b>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<b>Thermal energy storage methods</b>	
Obowiązuje od roku akademickiego	<b>2022/2023</b>	

### USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	<b>Odnawialne Źródła Energii</b>
Poziom kształcenia	<b>I stopień</b>
Profil studiów	<b>Ogólnoakademicki</b>
Forma i tryb prowadzenia studiów	<b>Studia stacjonarne i niestacjonarne</b>
Zakres	-
Jednostka prowadząca przedmiot	<b>Katedra Fizyki Budowli i Energii Odnawialnej</b>
Koordinator przedmiotu	<b>Prof. dr hab. inż. Anatolij Pavlenko</b>
Zatwierdził	<b>Prof. dr hab. inż. Tomasz Kozłowski</b>

### OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	<b>Przedmiot kierunkowy</b>	
Status przedmiotu	<b>Wybieralny</b>	
Język prowadzenia zajęć	<b>Polski</b>	
Usytuowanie w planie studiów - semestr	studia stacjonarne	<b>Semestr VII</b>
	studia niestacjonarne	<b>Semestr VIII</b>
Wymagania wstępne	-	
Egzamin (TAK/NIE)	<b>NIE</b>	
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>	

Forma prowadzenia zajęć		wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
Liczba godzin w semestrze	studia stacjonarne:	<b>15</b>	-	-	<b>15</b>	-
	studia niestacjonarne:	<b>9</b>	-	-	<b>9</b>	-

**EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	zna podstawy budowy maszyn, układów konstrukcyjnych i mechanicznych oraz podstawowe procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń i obiektów właściwych dla instalacji odnawialnych źródeł energii	OZE1_W06
	W02	ma uporządkowaną wiedzę z zakresu projektowania, wykonawstwa i eksploatacji systemów technicznych, sieci i instalacji sanitarnych: ogrzewnictwa, wentylacji, klimatyzacji, zna podstawy obliczania zapotrzebowania w ciepło, chłód i powietrze	OZE1_W13
	W03	ma szczegółową podstawową wiedzę o możliwościach obniżania zużycia energii i poprawy efektywności energetycznej	OZE1_W28
Umiejętności	U01	potrafi dokonać doboru parametrów poszczególnych urządzeń do budowy instalacji związanych z inżynierią środowiska i OZE	OZE1_U14
	U02	rozumie ideę odzysku ciepła, możliwości techniczne akumulacji ciepła i rozwiązań odzysku ciepła	OZE1_U22
	U03	potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich dostrzegać ich aspekty pozatechniczne w tym środowiskowe, przedstawiać je i dyskutować o nich	OZE1_U28
Kompetencje społeczne	K01	ma świadomość konieczności podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych; samodzielnie uzupełnia i poszerza wiedzę w zakresie nowoczesnych procesów i technologii odnawialnych źródeł energii	OZE1_K02
	K02	rozumie znaczenie postępu technicznego i konieczność wdrażania nowych rozwiązań technicznych w inżynierii środowiska i OZE, myśli i działa w sposób przedsiębiorczy, działa na rzecz interesu publicznego	OZE1_K07
	K03	rozumie potrzebę inicjowania działań na rzecz środowiska - interesu publicznego	OZE1_K05

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć	Treści programowe
wykład	1. Regulacje umożliwiające przyłączanie do sieci magazynów energii jako samodzielnych instalacji z odrębnym układem współpracy z siecią. Przegląd technik magazynowania energii .
	2. Elektrownie szczytowo-pompowe (PHS). Bezładniki energii kinetycznej (FES)
	3. Magazyny sprężonego powietrza (CAES). Magazyny ciekłego powietrza (LAES)
	4. Chemiczne magazyny energii – wodór (H <sub>2</sub> ). Chemiczne magazyny energii – inne produkty PtG
	5. Ogniwa galwaniczne (BES). Ogniwa przepływowo (VRFB). Materiały zmiennofazowe (PCM/stopione sole MS)
	6. Zasobniki ciepła (nisko-, średnio-, wysokotemperaturowe) i chłodu (TES)
	7. Budowa energetycznie zintegrowanej mikrosieci (obszarowa integracja źródeł generacji energii elektrycznej, ciepła i chłodu, z uwzględnieniem różnych technologii magazynowania energii i jej obszarowego bilansowania)
	8. Magazyny energii i mikrosieci energetyczne i ciepłne. Budowa lokalnych magazynów energii w różnych technologiach, zintegrowanych z OZE
projekt	Instalacja przewoźnego magazynu ciepła pozwalającego na wykorzystanie ciepła odpadowego do zasilania odległej (kilkanaście, kilkadziesiąt kilometrów) instalacji ciepłowniczej

**METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01			x	x		
W02			x	x		
W03			x	x		
U01			x	x		
U02			x	x		
U03			x	x		
K01			x	x		
K02			x	x		
K03			x	x		

**FORMA I WARUNKI ZALICZENIA**

Forma zajęć	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium
projekt	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej oceny dostatecznej z każdego projektu

**NAKŁAD PRACY STUDENTA**

Bilans punktów ECTS												
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta										Jednostka
		studia stacjonarne					studia niestacjonarne					
		W	C	L	P	S	W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	15			15		9			9		h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2			2		2			2		h
3.	<b>Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>34</b>					<b>22</b>					h
4.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>1,36</b>					<b>0,88</b>					ECTS
5.	<b>Liczba godzin samodzielnej pracy studenta</b>	<b>16</b>					<b>28</b>					h
6.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy</b>	<b>0,64</b>					<b>1,12</b>					ECTS
7.	<b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b>	<b>50</b>					<b>50</b>					h
8.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym</b>	<b>2</b>					<b>2</b>					ECTS
9.	<b>Sumaryczne obciążenie pracą studenta</b>	<b>50</b>					<b>50</b>					h
10.	<b>Punkty ECTS za moduł</b> <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	<b>2</b>										ECTS

## LITERATURA

1. Chmielewski A., Kupecki J., Szablowski Ł., Fijałkowski K.J., Zawieska J., Bogdziński K., Kulik O. I Adamczewski T., Dostępne I Przyszłe Formy Magazynowania Energii, Wyd. Fundacja WWf Polska, [https://Www.Wwf.Pl/Sites/Default/Files/2020-09/Magazynowanie%20ENERGII%20-%20pl%20final\\_0.Pdf](https://Www.Wwf.Pl/Sites/Default/Files/2020-09/Magazynowanie%20ENERGII%20-%20pl%20final_0.Pdf)
2. Marketintellica, <https://www.Marketintellica.Com/Report/Mi97555-Global-Redox-Flow-Battery-Industrymarket> [Dostęp: 04.11.2019].
3. Bushveld Minerals , <http://www.Bushveldminerals.Com/Wp-Content/Uploads/2018/11/Energy-Storage-Vanadium-Redox-Flow-Batteries-101.Pdf> [Dostęp: 03.11.2019].
4. Growth Opportunities For The Global Supercapacitor Market 2017 2026: Trends, Forecast, And Opportunity Analysis, <https://www.Lucintel.Com/Supercapacitor-Market-2017-2026.Aspx> [Dostęp: 17.11.2019].
5. Micronal Pcm, [https://www.Maisonpassive.Be/Img/Pdf/Micronal\\_En.Pdf](https://www.Maisonpassive.Be/Img/Pdf/Micronal_En.Pdf) [Dostęp: 07.08.2019].
6. Bland A., Khzouz M., Statheros T., Gkanas E.I., Pcms For Residential Building Applications: A Short Review Focused On Disadvantages And Proposals For Future Development, Buildings, 7, 2017, 78; Doi:10.3390/Buildings7030078.
7. Global Molten Salt Solar Energy Thermal Storage And Concentrated Solar Power (Csp) Market 2019 By Manufacturers, Regions, Type And Application, Forecast To 2024, <https://www.Marketandresearch.Biz/Report/100751/Global-Molten-Salt-Solar-Energy-Thermal-Storage-And-Concentrated-Solar-Power-Csp-Marketgrowth-2019-2024> [Dostęp: 31.12.2019].
8. Kouhia M., Laukkanen T., Holmberg H., Ahtila P., District Heat Network As A Short-Term Energy Storage, Energy, 177, 2019, 293–303.
9. M. Kwestarz, Heat Storage – Types Of Storage, Czysta Energia (Clean Energy), 12, 2016, 29–35.
10. Dincer I., Ezan M.A., Heat Storage: A Unique Solution For Energy Systems, Springer, 2018.
11. Thermal Energy Storage Market Analysis By Type (Sensible Heat Storage, Latent Heat Storage, Thermochemical Heat Storage), By Technology, By Storage Material, By Application, By End-Use, And Segment Forecasts, 2018–2025.
12. Bloombergnef, <https://About.Bnef.Com/Blog/Energy-Storage-620-Billion-Investment-Opportunity-2040/> [Dostęp: 01.11.2019].
13. Green Car Congress, <https://www.Greencongress.Com/2019/07/20190731-Bnef.Html> [Dostęp: 01.11.2019].
14. Information From The President Of The Energy Regulatory Office No. 60/2017 On The Use Of The Concept Of “Installed Electrical Capacity”, August 21, Warsaw 2017.
15. Polish Act On Electromobility And Alternative Fuels – Infographic Guide, [http://Pspa.Com.Pl/Assets/Uploads/2018/11/Raport\\_Pspa\\_Przewodnik\\_Po\\_Ustawie\\_O\\_Elektromobilnosci.Pdf](http://Pspa.Com.Pl/Assets/Uploads/2018/11/Raport_Pspa_Przewodnik_Po_Ustawie_O_Elektromobilnosci.Pdf) [Dostęp: 05.09.2019]; [http://Pspa.Com.Pl/Assets/Uploads/2018/11/Raport\\_Pspa\\_Przewodnik\\_O\\_Ustawie\\_O\\_Elektromobilnosci.Pdf](http://Pspa.Com.Pl/Assets/Uploads/2018/11/Raport_Pspa_Przewodnik_O_Ustawie_O_Elektromobilnosci.Pdf) [Dostęp: 05.09.2019]