



KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	studia stacjonarne:	I-OZE1-S505
	studia niestacjonarne:	I-OZE1N-S604
Nazwa przedmiotu	Geotermia	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Geothermal Engineering	
Obowiązuje od roku akademickiego	2022/2023	

USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	Odnawialne Źródła Energii
Poziom kształcenia	I stopień
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	Studia stacjonarne i niestacjonarne
Zakres	-
Jednostka prowadząca przedmiot	Katedra Geotechniki i Gospodarki Odpadami
Koordinator przedmiotu	Dr inż. Katarzyna Kurpias-Warianek
Zatwierdził	Prof. dr hab. inż. Tomasz Kozłowski

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	Przedmiot kierunkowy	
Status przedmiotu	Obowiązkowy	
Język prowadzenia zajęć	Polski	
Usytuowanie w planie studiów - semestr	studia stacjonarne	Semestr V
	studia niestacjonarne	Semestr VI
Wymagania wstępne	-	
Egzamin (TAK/NIE)	NIE	
Liczba punktów ECTS	2	

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

EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Ma wiedzę o źródłach energii geotermiczna i geotermalna, budowie Ziemi, źródłach energii geotermalnej, działach złóż geotermalnych oraz zaletach energii geotermicznej i geotermalnej. Zna podstawy systemów OZE i uwarunkowania prawne, zna podstawowe zagadnienia z energetyki, w tym konwencjonalnej.	OZE1_W01 OZE1_W03 OZE1_W17 OZE1_W25
	W02	Posiada wiedzę o właściwościach termofizycznych gruntów i skał.	OZE1_W01 OZE1_W03 OZE1_W13
	W03	Ma wiedzę o systemy pozyskiwania energii geotermalnej oraz o zasadach zagospodarowania i wykorzystania energii wód geotermalnych.	OZE1_W01 OZE1_W14 OZE1_W17 OZE1_W22 OZE1_W25
	W04	Posiada wiedzę o zasadach konstrukcji i eksploatacji elektrowni geotermalnych	OZE1_W01 OZE1_W17 OZE1_W18 OZE1_W20
	W05	Posiada wiedzę o gruntowych pompach ciepła i dolnych źródłach ciepła.	OZE1_W07 OZE1_W18 OZE1_W19
	W06	Posiada wiedzę o zasadach doboru i instalacji pali Energetycznych.	OZE1_W07 OZE1_W09 OZE1_W14 OZE1_W18 OZE1_W19 OZE1_W20 OZE1_W21
Umiejętności	U01	Potrafi wykorzystywać procesy fizyczne, chemiczne i biologiczne do rozwiązywania problemów występujących w inżynierii OZE.	OZE1_U01
	U02	Potrafi pozyskiwać informacje z baz danych, literatury i innych źródeł, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski i uzasadniać opinie. Potrafi pracować indywidualnie i w zespole. Potrafi opracować i zrealizować harmonogram prac. Potrafi przygotować i przedstawić krótką prezentację określonego zadania inżynierskiego.	OZE1_U02 OZE1_U03 OZE1_U05
	U03	Potrafi zinterpretować i przedstawić powiązania przyczynowo - skutkowe między zjawiskami zachodzącymi w środowisku a działalnością człowieka. Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich dostrzegać ich aspekty pozatechniczne, w tym środowiskowe.	OZE1_U09 OZE1_U28
	U04	Umie rozwiązywać wybrane zadania z zakresu przepływu ciepła w gruncie, zna czynniki stosowane w instalacji dolnych źródeł ciepła, zna procesy fizyczne i termodynamiczne zachodzące w instalacjach dolnych źródeł ciepła	OZE1_U11 OZE1_U13 OZE1_U20
	U05	Potrafi przeprowadzić dobór pali energetycznych oraz test TRT	OZE1_U11 OZE1_U13 OZE1_U20

	U06	Potrafi ocenić przydatność światowych, europejskich, Krajowych i regionalnych technik i narzędzi służących do rozwiązywania prostych zadań związanych z inżynierią geotermalną.	OZE1_U28 OZE1_U30
Kompetencje społeczne	K01	Potrafi pracować samodzielnie i współpracować w zespole nad wyznaczonym zadaniem. Jest odpowiedzialny za rzetelność uzyskanych wyników swoich prac i ich interpretację.	OZE1_K01
	K02	Rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu wiedzy na temat odnawialnych źródeł energii; potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.	OZE1_K04
	K03	Rozumie znaczenie postępu technicznego i konieczność wdrażania nowych rozwiązań technicznych w inżynierii środowiska i OZE, rozumie pozatechniczne aspekty działalności inżynierskiej.	OZE1_K07 OZE1_K08

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć*	Treści programowe
wykład	1. Energia geotermiczna i geotermalna, budowa Ziemi, źródła energii geotermalnej, obszary nisko- i wysokotemperaturowe, gradient geotermiczny, geotermiczny strumień ciepły, temperatury węgłne, rejony geotermalne, zasoby hydrogeotermalne (hydrotermiczne) i petrogeotermalne (petrotermiczne), podział złóż geotermalnych, wody geotermalne, zalety energii geotermicznej i geotermalnej
	2. Energia petrogeotermalna (energia cieplna skał, siłownie HDR)
	3. Właściwości termofizyczne gruntów i skał (przewodnictwo cieplne, dyfuzyjność termiczna, ciepło właściwe)
	4. Systemy pozyskiwania energii geotermalnej (ogólne zasady wykorzystania energii wód geotermalnych, systemy wydobywcze wód geotermalnych, odwierty geotermalne, wykorzystanie likwidowanych odwiertów do celów geotermalnych, wykorzystywanie likwidowanych kopalń węgla kamiennego)
	5. Zasady zagospodarowania i wykorzystania energii wód geotermalnych (ciepłownie geotermalne, układ monowalentny, układ biwalentny, układ kombinowany, sposoby wykorzystania wód geotermalnych)
	6. Elektrownie geotermalne (elektrownie na parę suchą i na parę moką, z obiegiem binarnym, niskotemperaturowy obieg Clausiusa-Rankine'a)
	7. Gruntowe pompy ciepła
ćwiczenia	1. Obliczenia przewodnictwa cieplnego gruntu na podstawie parametrów geotechnicznych
	2. Obliczenia pojemności cieplnej gruntów i skał z uwzględnieniem ciągłych przemian fazowych
	3. Wyznaczanie rozkładu temperatur w podłożu gruntowym z zastosowaniem metod numerycznych i analitycznych
	4. Obliczenia ewolucji temperatury w palowym wymienniku ciepła z zastosowaniem metody semi-analitycznej
	5. Obliczenia geotechniczne pali energetycznych
	6. Interpretacja wyników testu TRT (Thermal Response Test)
	7. Obliczenia i dobór gruntowego wymiennika ciepła

*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia (zaznaczyć X)					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01			X			X
W02			X			X

W03			X			X
W04			X			X
W05			X			X
W06			X			X
U01			X		X	
U02			X		X	
U03			X		X	
U04			X		X	
U05			X		X	
U06			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
ćwiczenia	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium oraz zaliczenie wszystkich sprawozdań

*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

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				1	1				h
3.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	34					20					h
4.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	1,36					0,80					ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	16					30					h
6.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	0,64					1,20					ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	17					10					h
8.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	0,68					0,40					ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	50					50					h

10.	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	2	
-----	--	----------	--

LITERATURA

1. Lewandowski W.M. — Proekologiczne odnawialne źródła energii, Warszawa, 2007, WNT
2. Szargut J., Ziębiak A.: Podstawy energetyki cieplnej, PWN, Warszawa 2000.
3. Kapuściński J., Rodzoch A., Geotermia niskotemperaturowa w Polsce i na świecie, Stan aktualny i perspektywy rozwoju, uwarunkowania techniczne, środowiskowe i ekonomiczne, Borgis Wydawnictwo Medyczne, Warszawa 2010
4. Rubik M., Pompy ciepła: poradnik, Ośrodek Informacji Technika instalacyjna w budownictwie, Warszawa 2006
5. Charles Maragna and Xavier Rachez -Innovative Methodology to Compute the Temperature Evolution of Pile Heat Exchangers, Proceedings World Geothermal Congress 2015, Melbourne, Australia, 19-25 April 2015
6. Mimouni T., Thermomechanical characterization of energy geostructures with emphasis on Energy piles, Thèse no 6452 (2014), École Polytechnique Fédérale de Lausanne
7. Dupray F., Mimouni T. and Laloui L., Alternative uses of heat exchanger geostructures, in Energy
8. Geostructures: Innovation in Underground Engineering, L. Laloui and A. Di Donna (eds.), ISTE Ltd. and John Wiley and Sons, Hoboken, 2013
9. Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła, Wytyczne projektowania, wykonania i odbioru instalacji z pompami ciepła:
 - Część 1: Dolne źródła ciepła.
 - Część 2: Skrócona metoda obliczania rocznego współczynnika efektywności pomp ciepła.
 - Część 3: Uproszczona metoda obliczania rocznego współczynnika efektywności grzewczej i rocznego współczynnika wykorzystania instalacji z sorpcyjną pompą ciepła.
 - Część 4: Zapobieganie szkodom w systemach grzewczych, w których nośnikiem ciepła jest woda (cz.1).
 - Część 5: Zapobieganie szkodom w systemach grzewczych, w których nośnikiem jest ciepła woda (cz.2).
 - Część 6: Efektywność ekonomiczna instalacji technicznych w budynkach.
 - Część 7: Wytyczne projektowania, doboru, montażu i uruchomienia instalacji z pompami ciepła w budynkach jednorodzinnych i wielorodzinnych.
 - Część 8: Systemy hydrauliczne w instalacjach grzewczych i chłodzących budynków. Układy hydrauliczne.