



### KARTA MODUŁU / KARTA PRZEDMIOTU

Kod modułu	
Nazwa modułu	<b>Geotermia</b>
Nazwa modułu w języku angielskim	Geothermal Engineering
Obowiązuje od roku akademickiego	<b>2016/2017</b>

### A. USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	<b>Odnawialne Źródła Energii</b>
Poziom kształcenia	<b>I stopień</b> (I stopień / II stopień)
Profil studiów	<b>Ogólnoakademicki</b> (ogólnoakademicki / praktyczny)
Forma i tryb prowadzenia studiów	<b>stacjonarne</b> (stacjonarne / niestacjonarne)
Specjalność	-
Jednostka prowadząca moduł	<b>Zakład Geotechniki i Inżynierii Wodnej</b>
Koordinator modułu	<b>dr hab. inż. Tomasz Kozłowski, prof. PŚk</b>
Zatwierdził:	<b>prof. dr hab. inż. Jerzy Z. Piotrowski</b>

### B. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	<b>podstawowy</b> (podstawowy / kierunkowy / inny HES)
Status modułu	<b>obowiązkowy</b> (obowiązkowy / nieobowiązkowy)
Język prowadzenia zajęć	<b>polski</b>
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	<b>semestr 5</b>
Usytuowanie realizacji przedmiotu w roku akademickim	<b>semestr zimowy</b> (semestr zimowy / letni)
Wymagania wstępne	(kody modułów / nazwy modułów)
Egzamin	<b>nie</b> (tak / nie)
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
w semestrze	15	15			



### C. EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY SPRAWDZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

<b>Cel modułu</b>	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zagadnieniami wykorzystania energii geotermicznej i geotermalnej, podstawami budowy elektrowni hydrotermalnych, zasadami działania pomp ciepła, konstrukcją i zasadami montażu dolnych źródeł ciepła, zasadami doboru, technologii i wykonawstwa pali energetycznych oraz podanie informacji o pozycji geotermii w polityce energetycznej kraju oraz krajową specyfiką wykorzystania tej formy energii. (3-4 linijki)
-------------------	---

Symbol efektu	Efekty kształcenia	Forma prowadzenia zajęć (w/ć//p/inne)	odniesienie do efektów kierunkowych	odniesienie do efektów obszarowych
W_01	Ma wiedzę o źródłach energii geotermicznej i geotermalnej, budowie Ziemi, źródłach energii geotermalnej, podziałach złóż geotermalnych oraz zaletach energii geotermicznej i geotermalnej. Zna podstawy systemów OZE i uwarunkowania prawne, zna podstawowe zagadnienia z energetyki, w tym konwencjonalnej.	W	OZE_W03 OZE_W17 OZE_W25	T1A_W02 T1A_W03 T1A_W04 T1A_W05 T1A_W07 T1A_W08
W_02	Posiada wiedzę o właściwościach termofizycznych gruntów i skał	W	OZE_W01 OZE_W03 OZE_W13	T1A_W01 T1A_W02 T1A_W03 T1A_W04 T1A_W05 T1A_W06 T1A_W07
W_03	Ma wiedzę o systemy pozyskiwania energii geotermalnej oraz o zasadach zagospodarowania i wykorzystania energii wód geotermalnych	W	OZE_W01 OZE_W14 OZE_W17 OZE_W22 OZE_W25	T1A_W01 T1A_W03 T1A_W04 T1A_W05 T1A_W06 T1A_W07 T1A_W08
W_04	Posiada wiedzę o zasadach konstrukcji i eksploatacji elektrowni geotermalnych	W	OZE_W01 OZE_W17	T1A_W01 T1A_W04 T1A_W07 T1A_W08
W_05	Posiada wiedzę o gruntowych pompach ciepła i dolnych źródłach ciepła	W	OZE_W01 OZE_W17 OZE_W18	T1A_W01 T1A_W04 T1A_W06 T1A_W07 T1A_W08
W_06	Posiada wiedzę o zasadach doboru i instalacji pali energetycznych	W	OZE_W01 OZE_W17 OZE_W18	T1A_W01 T1A_W04 T1A_W06 T1A_W07 T1A_W08
U_01	Potrąfi wykorzystywać procesy fizyczne, chemiczne i biologiczne do rozwiązywania problemów występujących w inżynierii OZE.	W/Ć	OZE_U01	T1A_U08 T1A_U09
U_02	Potrąfi pozyskiwać informacje z baz danych, literatury i innych źródeł, potrąfi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski i uzasadniać opinie. Potrąfi pracować indywidualnie i w zespole. Potrąfi opracować i zrealizować harmonogram prac. Potrąfi przygotować i przedstawić krótką prezentację określonego zadania inżynierskiego.	W/Ć	OZE_U02 OZE_U03 OZE_U05	T1A_U01 T1A_U02 T1A_U03 T1A_U04 T1A_U05 T1A_U07 T1A_U08



U_03	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.	W/Ć	OZE_U09 OZE_U28	T1A_U01 T1A_U04 T1A_U09 T1A_U10
U_04	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	W/Ć	OZE_U11 OZE_U13 OZE_U20	T1A_U03 T1A_U07 T1A_U08 T1A_U09 T1A_U15
U_05	Potrafi przeprowadzić dobór pali energetycznych oraz test TRT	W/Ć	OZE_U11 OZE_U13 OZE_U20	T1A_U03 T1A_U07 T1A_U08 T1A_U09 T1A_U15
U_06	Potrafi ocenić przydatność światowych, europejskich, krajowych i regionalnych technik i narzędzi służących do rozwiązywania prostych zadań związanych z inżynierią geotermalną	W/Ć	OZE_U11 OZE_U13 OZE_U20	T1A_U03 T1A_U07 T1A_U08 T1A_U09 T1A_U15
K_01	Potrafi pracować samodzielnie i współpracować w zespole nad wyznaczonym zadaniem. Jest odpowiedzialny za rzetelność uzyskanych wyników swoich prac i ich interpretację.	Ć	OZE_K01 OZE_K02	T1A_K02 T1A_K03 T1A_K05
K_02	Rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu wiedzy na temat odnawialnych źródeł energii; potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.	W/Ć	OZE_K06	T1A_K06 T1A_K07
K_03	Rozumie znaczenie postępu technicznego i konieczność wdrażania nowych rozwiązań technicznych w inżynierii środowiska i OZE, rozumie pozatechniczne aspekty działalności inżynierskiej.	W/Ć	OZE_K09	T1A_K02

### Treści kształcenia:

#### 1. Treści kształcenia w zakresie wykładu

Nr wykładu	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1	Energia geotermiczna i geotermalna, budowa Ziemi, źródła energii geotermalnej, obszary nisko- i wysokotemperaturowe, gradient geotermiczny, geotermiczny strumień ciepły, temperatury wgłębne, rejony geotermalne, zasoby hydrogeotermalne (hydrotermiczne) i petrogeotermalne (petrotermiczne), podział złóż geotermalnych, wody geotermalne, zalety energii geotermicznej i geotermalnej (2 godz.)	W_01 U_06 K_02 K_03
2	Energia petrogeotermalna (energia cieplna skał, siłownie HDR) (1 godz.)	W_01 U_01 K_03
3	Właściwości termofizyczne gruntów i skał (przewodnictwo cieplne, dyfuzyjność termiczna, ciepło właściwe) (2 godz.)	W_02 U_03 U_04
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) (2 godz.)	W_03 U_03 U_06 K_02 K_03



5	Zasady zagospodarowania i wykorzystania energii wód geotermalnych (ciepłownie geotermalne, układ monowalentny, układ biwalentny, układ kombinowany, sposoby wykorzystania wód geotermalnych) (1 godz.)	W_03 U_03 U_06 K_02 K_03
6	Elektrownie geotermalne (elektrownie na parę suchą i na parę moką, z obiegiem binarnym, niskotemperaturowy obieg Clausiusa-Rankine'a) (1 godz.)	W_04 U_06 K_02 K_03
7	Gruntowe pompy ciepła (2 godz.)	W_05 U_02 U_03 U_04 U_06 K_02 K_03
8	Dolne źródła ciepła (kosze energetyczne, sondy i kolektory pionowe, pale energetyczne, kolektory poziome, sondy Koax) (1 godz.)	W_05 U_02 U_03 U_04 U_06 K_02 K_03
9	Pale energetyczne (rodzaje wymienników, montaż i instalacja, rodzaje i technologia pali stosowanych jako pale energetyczne, aktywowanie pali fundamentowych, test TRT (Thermal Response Test) (2 godz.)	W_06 U_02 U_03 U_04 U_05 U_06 K_02 K_03
10	Krajowe zasoby geotermalne i stan ich wykorzystania (klasyfikacja zasobów, występowanie zbiorników geotermalnych, energia geotermalna w polityce energetycznej kraju) (1 godz.)	W_01 W_03 W_04 U_02 U_03 U_06 K_02 K_03

### 2. Treści kształcenia w zakresie ćwiczeń

Nr zajęć	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1.	Obliczenia przewodnictwa cieplnego gruntu na podstawie parametrów geotechnicznych (1 godz.)	W_02 U_03 U_04
2.	Obliczenia pojemności cieplnej gruntów i skał z uwzględnieniem ciągłych przemian fazowych (1 godz.)	W_02 U_03 U_04
3.	Wyznaczanie rozkładu temperatur w podłożu gruntowym z zastosowaniem metod numerycznych i analitycznych (2 godz.)	W_02 W_06 U_02 U_03 U_04



		U_05 U_06 K_02 K_03
4.	Obliczenia ewolucji temperatury w palowym wymienniku ciepła z zastosowaniem metody semi-analitycznej (2 godz.)	W_06 U_02 U_03 U_04 U_05 U_06 K_02 K_03
5.	Obliczenia geotechniczne pali energetycznych (2 godz.)	W_06 U_02 U_03 U_04 U_05 U_06 K_02 K_03
6.	Interpretacja wyników testu TRT (Thermal Response Test) (1 godz.)	W_06 U_02 U_03 U_04 U_05 U_06 K_02 K_03
7.	Projekt gruntowego wymiennika ciepła (6 godz.)	W_05 U_02 U_03 U_04 U_06 K_02 K_03

### Metody sprawdzania efektów kształcenia

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia (sposób sprawdzenia, w tym dla umiejętności – odwołanie do konkretnych zadań projektowych, laboratoryjnych, itp.)
W_01	Pisemne zaliczenie wykładów
W_02	Pisemne zaliczenie wykładów
W_03	Pisemne zaliczenie wykładów
W_04	Pisemne zaliczenie wykładów
W_05	Pisemne zaliczenie wykładów
W_06	Pisemne zaliczenie wykładów
U_01	Sprawozdanie, pisemne zaliczenie wykładów, kolokwium na ćwiczeniach
U_02	Pisemne zaliczenie wykładów, kolokwium na ćwiczeniach, projekt
U_03	Pisemne zaliczenie wykładów, kolokwium na ćwiczeniach, projekt
U_04	Pisemne zaliczenie wykładów, kolokwium na ćwiczeniach, projekt
U_05	Pisemne zaliczenie wykładów, kolokwium na ćwiczeniach
U_06	Pisemne zaliczenie wykładów, kolokwium na ćwiczeniach, projekt



<b>K_01</b>	Pisemne zaliczenie wykładów, kolokwium na ćwiczeniach
<b>K_02</b>	Pisemne zaliczenie wykładów, kolokwium na ćwiczeniach
<b>K_03</b>	Pisemne zaliczenie wykładów, kolokwium na ćwiczeniach

### D. NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS		
	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta
1	Udział w wykładach	15
2	Udział w ćwiczeniach	15
3	Udział w laboratoriach	-
4	Udział w konsultacjach (2-3 razy w semestrze)	3
5	Udział w zajęciach projektowych	
6	Konsultacje projektowe	
7	Udział w egzaminie/zaliczeniu	
8		
9	<b>Liczba godzin realizowanych przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>33</b> <i>(suma)</i>
10	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego</b> <i>(1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)</i>	<b>1,32</b>
11	Samodzielne studiowanie tematyki wykładów	
12	Samodzielne przygotowanie się do ćwiczeń	2
13	Samodzielne przygotowanie się do kolokwium	2
14	Samodzielne przygotowanie się do laboratoriów	
15	Wykonanie sprawozdań	10
15	Przygotowanie do kolokwium końcowego z laboratorium	
17	Wykonanie projektów	
18	Przygotowanie do zaliczenia	3
19		
20	<b>Liczba godzin samodzielnej pracy studenta</b>	<b>17</b> <i>(suma)</i>
21	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy</b> <i>(1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)</i>	<b>0,68</b>
22	<b>Sumaryczne obciążenie pracą studenta</b>	<b>50</b>
23	<b>Punkty ECTS za moduł</b> <i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>	<b>2</b>
24	<b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b> <i>Suma godzin związanych z zajęciami praktycznymi</i>	<b>10</b>
25	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym</b> <i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>	<b>0,4</b>



### E. LITERATURA

Wykaz literatury	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Mikielwicz J., Cieslinski J. — Niekonwencjonalne urządzenia i systemy konwersji energii, Wrocław 1999, Ossolineum</li><li>2. Lewandowski W.M. — Proekologiczne odnawialne źródła energii, Warszawa, 2007, WNT</li><li>3. Szargut J., Ziębak A.: Podstawy energetyki ciepłej, PWN, Warszawa 2000.</li><li>4. 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</li><li>5. Rubik M., Pompy ciepła: poradnik, Ośrodek Informacji Technika instalacyjna w budownictwie, Warszawa 2006</li><li>6. 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</li><li>7. Mimouni T., Thermomechanical characterization of energy geostructures with emphasis on energy piles, Thèse no 6452 (2014), École Polytechnique Fédérale de Lausanne</li><li>8. Dupray F., Mimouni T. and Laloui L., Alternative uses of heat exchanger geostructures, in Energy Geostructures: Innovation in Underground Engineering, L. Laloui and A. Di Donna (eds.), ISTE Ltd. and John Wiley and Sons, Hoboken, 2013</li></ol>
Witryna WWW modułu/przedmiotu	