

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2020/2021

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Odnawialne źródła energii i infrastruktura komunalna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: 8

Stopień studiów: I

Specjalności: bez specjalności

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Systemy geotermalne
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WIŚIE OZEIIK oIS C28 20/21
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	5

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	CWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
5	30	15	15	0	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Celem przedmiotu jest wprowadzenie podstawowych informacji z zakresu geotermii, ze szczególnym uwzględnieniem obiegu wód geotermalnych w przyrodzie oraz sposobu wykorzystania energii i wód geotermalnych. W ramach realizacji przedmiotu przekazana zostanie wiedza dotycząca wybranych metod rozpoznawania, udostępniania oraz wykorzystania zasobów geotermalnych szczególnie występujących w Polsce.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Wymagana jest wiedza z zakresu: wiedzy o środowisku, fizyki, matematyki oraz geologii i hydrogeologii na poziomie II roku studiów inżynierskich.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Student zna i objaśnia podstawowe definicje, pojęcia i prawa wykorzystywane w geotermii oraz zna wybrane metody geologiczne i technologie ciepłownicze stosowane w rozpoznaniu, udostępnianiu i zagospodarowaniu zasobów energii i wód geotermalnych.

EK2 Umiejętności Student potrafi wykonać proste oceny zasobowe i interpretować wyniki pomiarów hydrogeotermalnych dla prostych sytuacji geologicznych.

EK3 Umiejętności Student potrafi rozwiązać podstawowe problemy inżynierskie z zakresu zagospodarowania zasobów wód i energii geotermalnej wraz z oceną efektów ich zastosowania.

EK4 Kompetencje społeczne Student potrafi pracować w interdyscyplinarnym zespole geologów, hydrogeologów, geofizyków i energetyków.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Wprowadzenie w problematykę geotermalną. Zasoby energii geotermalnej w Polsce i na świecie.	2
W2	Podstawy geofizyczne, geologiczne i hydrogeologiczne rozpoznawania zasobów geotermalnych.	2
W3	Prace związane z udostępnianiem zasobów wód i energii geotermalnej.	2
W4	Wprowadzenie do opracowania koncepcji badań prac geologicznych, udostępnienia złoża oraz koncepcji technologicznych i wprowadzenie do projektowania systemu.	2
W5	Rodzaje systemu pozyskiwania energii geotermalnej. Systemy hydrotermalne pozyskiwania energii gorących wód. Kierunki rozwoju systemu pozyskiwania energii geotermalnej.	2
W6	Wykorzystywanie energii geotermalnej w instalacjach grzewczych. Ocena możliwości wykorzystania energii geotermalnej. Zasady zagospodarowania wód geotermalnych.	2
W7	Współpraca systemów geotermalnych z absorpcyjną pompą ciepła. Możliwości zwiększenia wykorzystania ciepła geotermalnego w instalacjach odbioru ciepła.	2
W8	Multiwalentne źródła ciepła wykorzystujące energię geotermalną.	2
W9	Ocena stopnia wykorzystania energii w dwururowych układach wydobywczozatłaczających.	2

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W10	Wytwarzanie energii geotermalnej ze źródeł geotermalnych . Elektrownie wykorzystujące w sposób pośredni i bezpośredni energie geotermalną.	2
W11	Przykłady ciepłowni geotermalnych w Polsce i na świecie.	2
W12	Wykorzystanie energii ziemi z użyciem głębokich wymienników geotermalnych.	2
W13	Sposoby pozyskania energii geotermicznej.	2
W14	Pionowy głęboki wymiennik geotermiczny ciepła.	2
W15	Ocena wielokryterialna geotermalnego systemu ciepłowniczego.	2

LABORATORIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Treści programowe 1 Realizowane w trakcie zajęć terenowych w Karpatach Zapoznanie się ze skałami złożowymi w odsłonięciach terenowych (w Karpatach) i na próbkach skalnych (utworów Nizy Polski) i pozycja geologiczna utworów wodonośnych Niecki Podhalanskiej a także z technologicznymi rozwiązaniami udostępnienia poziomów wodonośnych w podhalanskim systemie geotermalnym.	4
L2	Treści programowe 2 Realizowane w trakcie zajęć terenowych w Karpatach Zapoznanie się z technologiami pozyskania energii geotermalnej na przykładzie rozwiązań zastosowanych w podhalańskim systemie geotermalnym oraz zapoznanie się z koncepcją i kaskadowym systemem zagospodarowania energii geotermalnej.	4
L3	Treści programowe 3 Realizowane w trakcie zajęć terenowych w Karpatach Zapoznanie się z funkcjonującymi technologiami zagospodarowania wód geotermalnych do celów ciepłowniczych, leczniczych i rekreacyjnych na przykładzie zakładów funkcjonujących w obszarze polskich Karpat.	4
L4	Treści programowe 4 Realizowane w trakcie zajęć terenowych w Karpatach Zapoznanie się z praktycznymi warunkami i procedurami formalnymi funkcjonowania zakładu górniczego oraz z efektami energetycznymi, ekologicznymi i społecznymi funkcjonujących zakładów geotermalnych.	3

CWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Praktyczne wykorzystanie informacji o obowiązujących procedurach formalno-prawnych uruchomienia przedsięwzięcia geotermalnego.	2

CWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C2	Sporządzenie ogólnego bilansu zapotrzebowania na moc dla geotermalnego systemu ciepłowniczego.	4
C3	Ocena potencjału geotermalnego dla opracowania koncepcji rozwiązania technologicznego ujęcia wskazanego poziomu wód geotermalnych w wybranej lokalizacji Polski przy wykorzystaniu hybrydowego źródła energii.	3
C4	Określenie charakterystyki energetycznej geotermalnych układów ciepłowniczych. Obliczenia zapotrzebowania na energię pierwotną.	2
C5	Określenie charakterystyki ekologicznej geotermalnych układów ciepłowniczych. Określenie wielkości redukcji emisji zanieczyszczeń związanych z działalnością geotermalnych systemach ciepłowniczych.	2
C6	Określenie charakterystyki ekonomicznej geotermalnych układów ciepłowniczych. Obliczenia kosztów geotermalnego systemu ciepłowniczego.	2

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Prezentacje multimedialne

N3 Ćwiczenia projektowe

N4 Praca w grupach

N5 Konsultacje

N6 Ćwiczenia laboratoryjne

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	60
Konsultacje przedmiotowe	10
Egzaminy i zaliczenia w sesji	2
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	30
Opracowanie wyników	5
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	5
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	112
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Wypowiedź pisemna

F2 Projekt zespołowy

F3 Aktywność na zajęciach

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących (60% egzamin, 40% projekt)

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Obecność na zajęciach (Laboratoria i Ćwiczenia)

W2 Ocena pozytywna z realizowanych form zajęć (Laboratoria i Ćwiczenia)

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student posiada od 0% do 50% wiedzy, z efektu kształcenia nr 1, przekazanej w trakcie zajęć.

NA OCENĘ 3.0	Student posiada od 50% do 60% wiedzy, z efektu kształcenia nr 1, przekazanej w trakcie zajęć.
NA OCENĘ 3.5	Student posiada od 60% do 70% wiedzy, z efektu kształcenia nr 1, przekazanej w trakcie zajęć.
NA OCENĘ 4.0	Student posiada od 70% do 80% wiedzy, z efektu kształcenia nr 1, przekazanej w trakcie zajęć.
NA OCENĘ 4.5	Student posiada od 80% do 90% wiedzy, z efektu kształcenia nr 1, przekazanej w trakcie zajęć.
NA OCENĘ 5.0	Student posiada od 90% do 100% wiedzy, z efektu kształcenia nr 1, przekazanej w trakcie zajęć.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student posiada mniej niż 50% wiedzy, z efektu kształcenia nr 2, przekazanej w trakcie zajęć.
NA OCENĘ 3.0	Student posiada od 50% do 60% wiedzy, z efektu kształcenia nr 2, przekazanej w trakcie zajęć.
NA OCENĘ 3.5	Student posiada od 60% do 70% wiedzy, z efektu kształcenia nr 2, przekazanej w trakcie zajęć.
NA OCENĘ 4.0	Student posiada od 70% do 80% wiedzy, z efektu kształcenia nr 2, przekazanej w trakcie zajęć.
NA OCENĘ 4.5	Student posiada od 80% do 90% wiedzy, z efektu kształcenia nr 2, przekazanej w trakcie zajęć.
NA OCENĘ 5.0	Student posiada od 90% do 100% wiedzy, z efektu kształcenia nr 2, przekazanej w trakcie zajęć.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student posiada mniej niż 50% wiedzy, z efektu kształcenia nr 3, przekazanej w trakcie zajęć.
NA OCENĘ 3.0	Student posiada od 50% do 60% wiedzy, z efektu kształcenia nr 3, przekazanej w trakcie zajęć.
NA OCENĘ 3.5	Student posiada od 60% do 70% wiedzy, z efektu kształcenia nr 3, przekazanej w trakcie zajęć.
NA OCENĘ 4.0	Student posiada od 70% do 80% wiedzy, z efektu kształcenia nr 3, przekazanej w trakcie zajęć.
NA OCENĘ 4.5	Student posiada od 80% do 90% wiedzy, z efektu kształcenia nr 3, przekazanej w trakcie zajęć.
NA OCENĘ 5.0	Student posiada od 90% do 100% wiedzy, z efektu kształcenia nr 3, przekazanej w trakcie zajęć.

EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student posiada mniej niż 50% wiedzy, z efektu kształcenia nr 4, przekazanej w trakcie zajęć.
NA OCENĘ 3.0	Student posiada od 50% do 60% wiedzy, z efektu kształcenia nr 4, przekazanej w trakcie zajęć.
NA OCENĘ 3.5	Student posiada od 60% do 70% wiedzy, z efektu kształcenia nr 4, przekazanej w trakcie zajęć.
NA OCENĘ 4.0	Student posiada od 70% do 80% wiedzy, z efektu kształcenia nr 4, przekazanej w trakcie zajęć.
NA OCENĘ 4.5	Student posiada od 80% do 90% wiedzy, z efektu kształcenia nr 4, przekazanej w trakcie zajęć.
NA OCENĘ 5.0	Student posiada od 90% do 100% wiedzy, z efektu kształcenia nr 4, przekazanej w trakcie zajęć.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K_W10 K_W13	Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5 L1 L2 L3 L4	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK2	K_U05 K_U12	Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5 L1 L2 L3 L4	N3 N5 N6	F1 F2 F3 P1
EK3	K_U03 K_U05 K_U11	Cel 1	L1 L2 L3 L4 C1 C2 C3	N3 N4 N5	F1 F2 F3 P1
EK4	K_K04 K_K05	Cel 1	L1 L2 L3 L4 C1 C2 C3	N4 N5 N6	F2 F3 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Dowgiałło J., Kleczkowski A.S., Macioszczyk T., Rózkowski A. — *Słownik hydrogeologiczny*, Warszawa, 2002, Wydawnictwo PIG-PIB

- [2] | Bujakowski W. — *Geologiczne, środowiskowe i techniczne uwarunkowania projektowania i funkcjonowania zakładów geotermalnych w Polsce*, Kraków, 2015, Wydawnictwo IGSMiE PAN
- [3] | Gonet A., Macuda J. — *Wiertnictwo hydrogeologiczne*, Kraków, 1997, Wydawnictwo AGH
- [4] | Górecki W. (red. nauk.) i in., — *Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznej na Niziu Polskim*, Kraków, 2006, Wydawnictwo AGH
- [5] | Górecki W. (red. nauk.) i in. — *Atlas zasobów wód i energii geotermalnej Karpat zachodnich*, Kraków, 2011, Wydawnictwo AGH
- [6] | DiPippo R. — *Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact.*, Butterworth Heinemann, 4th Ed., 2015,
- [7] | Kapuscinski J., Nagy S., Długosz P., Biernat H., Bentkowski A., Zawisza L., Macuda J., Bujakowska K. — *Zasady i metodyka dokumentowania zasobów wód termalnych i energii geotermalnej oraz sposoby odprowadzania wód zużytych. Poradnik metodyczny.*, Warszawa, 1997, Wydawnictwo MOSZNiL
- [8] | Stachel A.A — *Wykorzystanie energii ziemi.*, Szczecin, 2013, Wydawnictwo ZUT

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Joanna Studencka (kontakt: jstudencka@wp.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż. Wiesław Bujakowski (kontakt: w.bujakowski@min-pan.krakow.pl)

2 dr hab. inż. Beata Kepinska (kontakt: bkepinska@interia.pl)

3 dr inż. Maciej Miecznik (kontakt: miecznik@min-pan.krakow.pl)

4 dr inż. Bogusław Bielec (kontakt: bielec@min-pan.krakow.pl)

5 dr inż. Robert Skrzypczak (kontakt: robskrzy@min-pan.krakow.pl)

6 dr inż. Joanna Studencka (kontakt: jstudencka@wp.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....

.....

.....

.....

.....