

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

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

| LABORATORIA |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                  |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP          | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L1</b>   | 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 Podhalańskiej a także z technologicznymi rozwiązaniami udostępnienia poziomów wodonośnych w podhalańskim systemie geotermalnym. | 4                |
| <b>L2</b>   | 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                |
| <b>L3</b>   | 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                |
| <b>L4</b>   | 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<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                         | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Praktyczne wykorzystanie informacji o obowiązujących procedurach formalno-prawnych uruchomienia przedsięwzięcia geotermalnego. | 2                |

| CWICZENIA |                                                                                                                                                                                                                |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                         | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C2</b> | Sporządzenie ogólnego bilansu zapotrzebowania na moc dla geotermalnego systemu ciepłowniczego.                                                                                                                 | 4                |
| <b>C3</b> | Ocena potencjału geotermalnego dla opracowania koncepcji rozwiązania technologicznego ujęcia wskazanego poziomu wód geotermalnych w wybranej lokalizacji Polski przy wykorzystaniu hybrydowego źródła energii. | 3                |
| <b>C4</b> | Określenie charakterystyki energetycznej geotermalnych układów ciepłowniczych. Obliczenia zapotrzebowania na energię pierwotną.                                                                                | 2                |
| <b>C5</b> | Określenie charakterystyki ekologicznej geotermalnych układów ciepłowniczych. Określenie wielkości redukcji emisji zanieczyszczeń związanych z działalnością geotermalnych systemach ciepłowniczych.           | 2                |
| <b>C6</b> | 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<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                               | 60                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 10                                                      |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 2                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 30                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 5                                                       |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 5                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>112</b>                                              |
| 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               |                                                                                | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 L1 L2 L3 L4 | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |
| EK2               |                                                                                | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 L1 L2 L3 L4 | N3 N5 N6              | F1 F2 F3 P1   |
| EK3               |                                                                                | Cel 1           | L1 L2 L3 L4 C1<br>C2 C3       | N3 N4 N5              | F1 F2 F3 P1   |
| EK4               |                                                                                | Cel 1           | L1 L2 L3 L4 C1<br>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)

.....

.....

.....

.....

.....

.....