

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: I

Specjalności: Instalacje, systemy i urządzenia grzewcze

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                                           |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Kotły grzewcze, pompy ciepła i hybrydowe systemy grzewcze |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Boilers, heat pumps and hybrid heating systems            |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIŚIE EN oIS C14 22/23                                    |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe                                     |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                                                      |
| SEMESTRY                                | 6                                                         |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁAD | CWICZENIA | LABORATORIA | LABORATORIA<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|-------------|---------------------------------|---------|------------|
| 6       | 15     | 0         | 0           | 0                               | 30      | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zdobyć wiedzę z zakresu budowy kotłów grzewczych opalanych paliwami stałymi, ciekłymi i gazowymi.

**Cel 2** Zapoznanie się z zasadą działania pomp ciepła i zakresem stosowalności układów opartych o pompy ciepła.

**Cel 3** Zapoznanie się z układami hybrydowymi stosowanymi w ogrzewnictwie.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Ogrzewnictwo, wentylacja

2 Wymiana ciepła

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna i rozumie różnice w budowie i eksploatacji kotłów opalanych paliwami stałymi, ciekłymi i gazowymi.

**EK2 Wiedza** Słuchacz wie jak sporządzić bilans cieplny jednostki kotłowej oraz wyznaczyć sprawność kotła.

**EK3 Umiejętności** Student potrafi wyjaśnić zasadę działania pompy ciepła z zaznaczeniem punktów charakterystycznych na wykresie Lindego.

**EK4 Umiejętności** Student potrafi wyjaśnić zasadę działania różnych instalacji hybrydowych stosowanych w ogrzewnictwie.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                              |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                       | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Budowa i zasada pracy kotłów grzewczych opalanych paliwami stałymi (w tym biomasą), ciekłymi i gazowymi.                                                     | 2                |
| <b>W2</b> | Podstawowe informacje dotyczące paliw wykorzystywanych w kotłach grzewczych. Rodzaje palników zabudowywanych w kotłach grzewczych.                           | 2                |
| <b>W3</b> | Kotły kondensacyjne. Sprawność kotłów grzewczych nominalna, roczna instalacji kotłowej oraz znormalizowana. Zasady dotyczące eksploatacji kotłów grzewczych. | 3                |
| <b>W4</b> | Pompa ciepła historia, zasada działania. Podział pomp ciepła. Zakres stosowności układów opartych o pompy ciepła.                                            | 2                |
| <b>W5</b> | Rodzaje dolnych źródeł do pomp ciepła. Metody doboru sond gruntowych poziomych i pionowych.                                                                  | 2                |
| <b>W6</b> | Stosowane czynniki chłodnicze dla pomp ciepła. Własności fizykochemiczne tych czynników.                                                                     | 2                |
| <b>W7</b> | Stosowane układy hybrydowe w instalacjach centralnego ogrzewania.                                                                                            | 2                |

| PROJEKT   |                                                                              |                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                       | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Dobór kotła centralnego ogrzewania na różne paliwa dla domu jednorodzinnego. | 5                |

| PROJEKT   |                                                                                                            |                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                     | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P2</b> | Obliczenie obciążenia cieplnego komory paleniskowej oraz temperatury spalin kotła centralnego ogrzewania . | 5                |
| <b>P3</b> | Wyznaczenie sprawności kotła centralnego ogrzewania na pelety drzewne metoda bezpośrednią.                 | 5                |
| <b>P4</b> | Dobór pompy ciepła dla domu jednorodzinnego.                                                               | 5                |
| <b>P5</b> | Dobór gruntowego wymiennika ciepła dla pompy ciepła.                                                       | 5                |
| <b>P6</b> | Projekt hybrydowej instalacji do przygotowania ciepłej wody użytkowej dla domu jednorodzinnego.            | 5                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Prezentacja multimedialna

**N2** Sala komputerowa

## 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                                                               | 45                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 2                                                       |
| 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                               | 21                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 8                                                       |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 8                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>86</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 3.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Projekt indywidualny

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Ocena z projektów

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Uzyskanie oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia.

**W2** Zaliczenie każdego indywidualnego projektu.

**W3** Obecność na 90% zajęć projektowych.

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                                                       |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Nie spełnia wymagań określonych na ocenę 3.0.                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi objaśnić zasadę działania kotła na paliwo stałe i płynne.                                                                                             |
| NA OCENĘ 3.5        | Wiadomości jak na ocenę 3,0 dodatkowo student potrafi scharakteryzować paliwa płynne i stałe oraz potrafi podać najważniejsze parametry tych paliw.                   |
| NA OCENĘ 4.0        | Wiadomości jak na ocenę 3,5 dodatkowo student potrafi obliczyć zapotrzebowanie tlenu i powietrza do spalania poszczególnych paliw oraz potrafi obliczyć skład spalin. |
| NA OCENĘ 4.5        | Wiadomości jak na ocenę 4,0 dodatkowo student potrafi wyznaczyć wodną temperaturę punktu rosy dla paliwa gazowego i płynnego.                                         |
| NA OCENĘ 5.0        | Wiadomości jak na ocenę 4,5 dodatkowo student potrafi na podstawie zdobytych wiadomości dobrać urządzenia pomocnicze dla kotła centralnego ogrzewania.                |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie spełnia wymagań określonych na ocenę 3.0.                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna wzór na wyznaczanie sprawności kotła metodą pośrednią i bezpośrednią.                                                                                     |
| NA OCENĘ 3.5        | Wiadomości jak na ocenę 3,0 dodatkowo student potrafi na schemacie ideowym zaznaczyć punkty pomiaru potrzebne do wyznaczenia sprawności kotła.                        |
| NA OCENĘ 4.0        | Wiadomości jak na ocenę 3,5 dodatkowo student potrafi ułożyć bilans cieplny dla kotła centralnego ogrzewania.                                                         |
| NA OCENĘ 4.5        | Wiadomości jak na ocenę 4,0 dodatkowo student potrafi wyjaśnić różnice między kotłem kondensacyjnych a kotłem, w którym nie zachodzi kondensacja.                     |

|                     |                                                                                                                                                                 |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 5.0        | Wiadomości jak na ocenę 4,5 dodatkowo student potrafi wyznaczyć obciążenie cieplne komory paleniskowej oraz wyznaczyć temperaturę spalin opuszczających komorę. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie spełnia wymagań określonych na ocenę 3.0.                                                                                                                   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi podać rodzaje pomp ciepła stosowanych w praktyce.                                                                                               |
| NA OCENĘ 3.5        | Wiadomości jak na ocenę 3,0 dodatkowo student potrafi wyjaśnić zasadę działania pompy ciepła.                                                                   |
| NA OCENĘ 4.0        | Wiadomości jak na ocenę 3,5 dodatkowo student potrafi scharakteryzować czynniki chłodnicze stosowane w pompach ciepła.                                          |
| NA OCENĘ 4.5        | Wiadomości jak na ocenę 4,0 dodatkowo student potrafi scharakteryzować dolne źródła ciepła dla pomp. Zna sposoby doboru pomp ciepła.                            |
| NA OCENĘ 5.0        | Wiadomości jak na ocenę 4,5 dodatkowo student potrafi zaznaczyć na wykresie Lindego punkty charakterystyczne dla pompy ciepła.                                  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie spełnia wymagań określonych na ocenę 3.0.                                                                                                                   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi zdefiniować co to jest hybrydowa instalacja.                                                                                                    |
| NA OCENĘ 3.5        | Wiadomości jak na ocenę 3,0 dodatkowo student potrafi wyjaśnić na czym polega stosowanie hybrydowych instalacji w układach centralnego ogrzewania.              |
| NA OCENĘ 4.0        | Wiadomości jak na ocenę 3,5 dodatkowo student potrafi scharakteryzować różne konfiguracje systemów stosowanych w instalacjach hybrydowych.                      |
| NA OCENĘ 4.5        | Wiadomości jak na ocenę 4,0 dodatkowo student potrafi dobrać odpowiednie systemy dla układów hybrydowych.                                                       |
| NA OCENĘ 5.0        | Wiadomości jak na ocenę 4,5 dodatkowo student potrafi od początku do końca zaprojektować instalację hybrydową dla domu jednorodzinnego.                         |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE    | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K1_W06<br>K1_W19<br>K1_U12<br>K1_K03                                           | Cel 1           | W1 W2 W3 P1<br>P2 P3 | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK2               | K1_W06<br>K1_W25<br>K1_U12<br>K1_K03                                           | Cel 1 Cel 3     | W1 W2 W3             | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK3               | K1_W26<br>K1_U13                                                               | Cel 2           | W4 W5 W6 P3<br>P4 P5 | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK4               | K1_W06<br>K1_W19<br>K1_U13<br>K1_U14                                           | Cel 3           | W7 P5 P6             | N1 N2                 | P1            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **H.Foit** — *Indywidualne konwencjonalne źródła ciepła*, Gliwice, 2011, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej
- [2] | **M.B.Nantka** — *Ogrzewnictwo i ciepłownictwo*, Gliwice, 2010, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej
- [3] | **S.Kavanaugh, K.Rafferty** — *Geothermal Heating and Cooling. Design of Ground-Source. Heat Pump Systems.*, Atlanta, USA, 2014, ASHRAE

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **S.Łopata** — *Kotły w technice grzewczej*, Kraków, 2009, Centrum Szkolenia i Organizacji Systemów Jakości Politechniki Krakowskiej
- [2] | **W.Zalewski, P.Kopeć** — *Wymienniki ciepła i innych systemów odzysku ciepła*, Kraków, 2018, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż., prof. PK Sławomir Grądziel (kontakt: [gradziel@mech.pk.edu.pl](mailto:gradziel@mech.pk.edu.pl))

**OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT**

1 dr hab. inż., prof. PK Sławomir Grądziel (kontakt: [slawomir.gradziel@pk.edu.pl](mailto:slawomir.gradziel@pk.edu.pl))

2 dr inż. Marek Majdak (kontakt: [marek.majdak@pk.edu.pl](mailto:marek.majdak@pk.edu.pl))

3 dr inż. Karol Kaczmarowski (kontakt: [karol.kaczmarowski@pk.edu.pl](mailto:karol.kaczmarowski@pk.edu.pl))

4 dr inż. Monika Rerak (kontakt: [monika.rerak@pk.edu.pl](mailto:monika.rerak@pk.edu.pl))

5 mgr inż. Grzegorz Ojczyk (kontakt: [grzegorz.ojczyk@pk.edu.pl](mailto:grzegorz.ojczyk@pk.edu.pl))

**13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....  
.....  
.....  
.....  
.....