

# 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: II

Specjalności: bez specjalności

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Trójgeneracja z OZE
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WIŚIE OZEIIK oIIS D5 20/21
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	2

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

SEMESTR	WYKŁAD	CWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
2	15	0	0	0	30	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów ze sposobami i technicznymi rozwiązaniami skojarzonych systemów dostarczających do budynku energię ciepłą i chłodniczą przy jednoczesnym wytwarzaniu energii elektrycznej, w szczególności tych, które mogą być napędzane z odnawialnych źródeł energii (OZE)

**Cel 2** Nabycie przez studentów umiejętności projektowania systemów trójgeneracyjnych, małej i średniej mocy,

w oparciu o analizę energetyczno ekonomiczną prowadzącą do optymalizacji wydajności i wielkości składników systemu wraz z oceną wpływu danego rozwiązania na środowisko.

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

- 1 Podstawy termodynamiki, Podstawy wymiany ciepła i umiejętność projektowania wymienników ciepła, Podstawy chłodnictwa i pomp ciepła, Umiejętność wykonania audytu energetycznego budynku i jego zapotrzebowania na nośniki energii, Podstawy optymalizacji systemów, Umiejętność przeprowadzenia rachunku ekonomicznie okresie czasu życia systemu (analiza LCC)

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Wiedza na temat nowoczesnych rozwiązań i konstrukcji systemów grzewczych, chłodniczych, wentylacji i klimatyzacji budynku, których zasilanie jest możliwe z odnawialnych źródeł energii

**EK2 Umiejętności** Umiejętność wymiarowania i projektowania składników systemu chłodniczo-klimatyzacyjno-grzewczego budynku w oparciu o przeprowadzoną analizę zapotrzebowania energii użytkowej i końcowej przez budynek

**EK3 Umiejętności** Umiejętność przeprowadzenia analizy kosztów poszczególnych rozwiązań w czasie życia instalacji (LCC) oraz oceny wskaźników środowiskowych dla poszczególnych rozwiązań (jak np zużycie energii pierwotnej, emisja CO<sub>2</sub> itp)

**EK4 Kompetencje społeczne** Umiejętność współdziałania w grupie, przedsiębiorczość i innowacyjność w działaniu połączone z wysokim poziomem etyki i uczciwości w prezentowaniu własnych poglądów

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Idea Trójgeneracji. Sposoby wyznaczania zapotrzebowania na energię użytkową i końcową budynku w zakresie energii cieplnej i chłodniczej	2
W2	Podstawowe typy i rozwiązania instalacji grzewczych klimatyzacyjnych i chłodniczych w budynkach	2
W3	Sprężarkowe urządzenia chłodnicze i pompy ciepła napędzane energią elektryczną. Podstawowe konstrukcje, parametry pracy oraz wskaźniki efektywności z uwzględnieniem możliwości wykorzystania OZE	2
W4	Sprężarkowe urządzenia chłodnicze i pompy ciepła napędzane silnikami spalinowymi. Podstawowe konstrukcje, parametry pracy oraz wskaźniki efektywności z uwzględnieniem możliwości wykorzystania OZE	1
W5	Sorpcyjne urządzenia chłodnicze i pompy ciepła napędzane energią cieplną. Podstawowe konstrukcje, parametry pracy oraz wskaźniki efektywności z uwzględnieniem wykorzystania ciepła odpadowego oraz OZE	2
W5	Wyznaczanie histogramów zapotrzebowania mocy i energii grzewczej, chłodniczej i elektrycznej jako podstawy wymiarowania systemów trójgeneracyjnych	1

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W6</b>	Podstawowe rozwiązania systemów trójgeneracyjnych w skali małej średniej i dużej	2
<b>W7</b>	Nietypowe, innowacyjne rozwiązania systemów trójgeneracyjnych i ocena możliwości ich zastosowania w praktyce (urządzenia realizujące obiegi ORC, Stirlinga itp)	1
<b>W8</b>	Przykłady przeprowadzenia analizy porównawczej kosztów, energii i wskaźników środowiskowych dla wybranych rozwiązań systemów trójgeneracyjnych	2

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>P1</b>	Projekt systemu trigeneracyjnego dla osiedla domów jednorodzinnych lub dla wybranego budynku użyteczności publicznej (biuro, hotel, szkoła, itp) z uwzględnieniem: określenia charakterystyk i histogramów zapotrzebowania nośników energii, wymiarowaniem poszczególnych urządzeń wchodzących w skład systemu, opracowanie schematu technologicznego wraz z przepływami energii, analiza energetyczna i wyznaczenie wskaźników środowiskowych rozwiązania	30

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykład połączony z prezentacją multimedialną

**N2** Dyskusja nad studium przypadku

**N3** Wykorzystanie programów wspomagających projektowanie

**N4** Praca w grupach nad zadaniem projektowym

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	45
Konsultacje przedmiotowe	10
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	20
Opracowanie wyników	20
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	15
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>115</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

## 9 SPOSOBY OCENY

Uwaga do warunków zaliczenia: W przypadku, w którym z przyczyn obiektywnych nie będzie możliwe przeprowadzenie zaliczeń w sposób stacjonarny, pisemne sprawdziany zaliczeniowe zostaną przeprowadzone w sposób zdalny za pośrednictwem platform Moodle oraz Zoom

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Ocena z zaliczającą projekt

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Sprawdzian pisemny zaliczający przedmiot w postaci pytań otwartych mających na celu sprawdzenie wiedzy oraz umiejętności rozwiązywania niewielkich problemów projektowych

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Aby zaliczyć przedmiot należy uzyskać pozytywne zaliczenia zarówno z projektu jak i sprawdzianu pisemnego

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	0 do 50 % wymaganego zakresu wiedzy oceniane w oparciu o punktację ze pisemnego sprawdzianu zaliczającego przedmiot

NA OCENĘ 3.0	51 do 60 % wymaganego zakresu wiedzy oceniane w oparciu o punktację ze pisemnego sprawdzianu zaliczającego przedmiot
NA OCENĘ 3.5	61 do 70 % wymaganego zakresu wiedzy oceniane w oparciu o punktację ze pisemnego sprawdzianu zaliczającego przedmiot
NA OCENĘ 4.0	71 do 80 % wymaganego zakresu wiedzy oceniane w oparciu o punktację ze pisemnego sprawdzianu zaliczającego przedmiot
NA OCENĘ 4.5	81 do 90 % wymaganego zakresu wiedzy oceniane w oparciu o punktację ze pisemnego sprawdzianu zaliczającego przedmiot
NA OCENĘ 5.0	91 do 100 % wymaganego zakresu wiedzy oceniane w oparciu o punktację ze pisemnego sprawdzianu zaliczającego przedmiot
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Brak umiejętności zdefiniowania celów projektowania oraz wyznaczania parametrów projektowych i eksploatacyjnych poszczególnych składników systemu (oceniana w oparciu o sposób realizacji projektu oraz wynik sprawdzianu zaliczającego przedmiot)
NA OCENĘ 3.0	Bardzo słaba umiejętność zdefiniowania celów projektowania oraz wyznaczania parametrów projektowych i eksploatacyjnych poszczególnych składników systemu (oceniana w oparciu o sposób realizacji projektu oraz wynik sprawdzianu zaliczającego przedmiot)
NA OCENĘ 3.5	Dostateczna umiejętność zdefiniowania celów projektowania oraz wyznaczania parametrów projektowych i eksploatacyjnych poszczególnych składników systemu (oceniana w oparciu o sposób realizacji projektu oraz wynik sprawdzianu zaliczającego przedmiot)
NA OCENĘ 4.0	Dobra umiejętność zdefiniowania celów projektowania oraz wyznaczania parametrów projektowych i eksploatacyjnych poszczególnych składników systemu (oceniana w oparciu o sposób realizacji projektu oraz wynik sprawdzianu zaliczającego przedmiot)
NA OCENĘ 4.5	Dobra umiejętność zdefiniowania celów projektowania oraz wyznaczania parametrów projektowych i eksploatacyjnych poszczególnych składników systemu uzupełniona o poszerzoną wiedzę w zakresie rozwiązań alternatywnych (oceniana w oparciu o sposób realizacji projektu oraz wynik sprawdzianu zaliczającego przedmiot)
NA OCENĘ 5.0	Bardzo dobra umiejętność zdefiniowania celów projektowania oraz wyznaczania parametrów projektowych i eksploatacyjnych poszczególnych składników systemu uzupełniona o poszerzoną wiedzę w zakresie rozwiązań alternatywnych (oceniana w oparciu o sposób realizacji projektu oraz wynik sprawdzianu zaliczającego przedmiot)
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Brak umiejętności formułowania zasad oceny oraz wyszczególnienia parametrów decyzyjnych, które umożliwiają wykonanie analiz porównawczych systemów (oceniana w oparciu o sposób realizacji projektu oraz wynik sprawdzianu zaliczającego przedmiot)

NA OCENĘ 3.0	Niska umiejętność (brak samodzielności) formułowania zasad oceny oraz wyszczególnienia parametrów decyzyjnych, które umożliwiają wykonanie analiz porównawczych systemów (oceniana w oparciu o sposób realizacji projektu oraz wynik sprawdzianu zaliczającego przedmiot)
NA OCENĘ 3.5	Dostateczna umiejętność formułowania zasad oceny oraz wyszczególnienia parametrów decyzyjnych, które umożliwiają wykonanie analiz porównawczych systemów (oceniana w oparciu o sposób realizacji projektu oraz wynik sprawdzianu zaliczającego przedmiot)
NA OCENĘ 4.0	Dobra umiejętność formułowania zasad oceny oraz wyszczególnienia parametrów decyzyjnych, które umożliwiają wykonanie analiz porównawczych systemów (oceniana w oparciu o sposób realizacji projektu oraz wynik sprawdzianu zaliczającego przedmiot)
NA OCENĘ 4.5	Dobra umiejętność formułowania zasad oceny oraz wyszczególnienia parametrów decyzyjnych, które umożliwiają wykonanie analiz porównawczych systemów poszerzona o znajomość programów wspomagających (oceniana w oparciu o sposób realizacji projektu oraz wynik sprawdzianu zaliczającego przedmiot)
NA OCENĘ 5.0	Bardzo dobra umiejętność formułowania zasad oceny oraz wyszczególnienia parametrów decyzyjnych, które umożliwiają wykonanie analiz porównawczych systemów poszerzona o znajomość programów wspomagających, wskazanie innowacyjnych rozwiązań wynikających ze studiowania literatury technicznej (oceniana w oparciu o sposób realizacji projektu oraz wynik sprawdzianu zaliczającego przedmiot)
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Niesamodzielna praca, brak zaangażowania i nieterminowość
NA OCENĘ 3.0	Samodzielna praca, ale brak zaangażowania i nieterminowość
NA OCENĘ 3.5	Samodzielna praca, poprawne zaangażowanie w realizację celu, ale nieterminowość
NA OCENĘ 4.0	Samodzielna praca, dobre zaangażowanie i terminowa realizacja zadań lub ich etapów
NA OCENĘ 4.5	Samodzielna praca, dobre zaangażowanie i terminowa realizacja zadań lub ich etapów poszerzone od aktywność na zajęciach
NA OCENĘ 5.0	Samodzielna praca, dobre zaangażowanie i terminowa realizacja zadań lub ich etapów poszerzone od aktywność na zajęciach oraz samodzielne studiowanie literatury w celu poszukiwania nowych rozwiązań w tej dziedzinie

## 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_W04 K_W05	Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5 W5 W6 W7 W8 P1	N1 N2 N3 N4	F1 P1
EK2	K_U09 K_U11 K_U12	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5 W5 W6 W7 W8 P1	N1 N2 N3 N4	F1 P1
EK3	K_U05 K_U06 K_U07	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5 W5 W6 W7 W8 P1	N1 N2 N3 N4	F1 P1
EK4	K_U21 K_U22 K_K01	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5 W5 W6 W7 W8 P1	N1 N2 N3 N4	F1

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **Klinke Tomasz , Krygier Krystyna , Sewerynik Jerzy** — *Ogrzewnictwo - Wentylacja - Klimatyzacja. Podręcznik*, Warszawa, 2008, wsp. wydawnictwa szkolne i pedagogiczne
- [2 ] **Recknagel, Sprenger, Schramek** — *Kompendium ogrzewnictwa i klimatyzacji*;; Gdańsk, 2008, Omni Scala
- [3 ] **Rubik Marian** — *Pompy ciepła w systemach geotermii niskotemperaturowej*, Warszawa, 2011, Multico

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Kazimierz Wojtas (kontakt: [kaz\\_wojtas@o2.pl](mailto:kaz_wojtas@o2.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 Dr inż. Kazimierz Wojtas (kontakt: [k.wojtas@pk.edu.pl](mailto:k.wojtas@pk.edu.pl))
- 2 Dr inż. Renata Sikorska Bączek (kontakt: [sikorska@pk.edu.pl](mailto:sikorska@pk.edu.pl))
- 3 Dr inż. Agnieszka Flaga-Maryańczyk (kontakt: [agnieszka.flaga@pk.edu.pl](mailto:agnieszka.flaga@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)



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

.....

.....

.....