

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2019/2020

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	Pompy ciepła i chłodnictwo
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Heat pumps and refrigeration
KOD PRZEDMIOTU	WIŚIE OZEIIK oIS C21 19/20
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	3.00
SEMESTRY	4

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	CWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
4	15	5	10	0	15	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Opanowanie podstaw termodynamicznych obiegów lewobieżnych ziębiarek i pomp ciepła

Cel 2 Nabycie umiejętności obliczania i doboru ziębiarek dla instalacji klimatyzacyjnej

Cel 3 Umiejętność obliczania i doboru pompy ciepła dla różnych systemów cieplnych

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Moduł wprowadza wiedzę od podstaw i nie jest wymagane specyficzne przygotowanie. Każdy student może przystąpić do tego modułu.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Wiedza z zakresu podstaw termodynamicznych obiegów lewobieżnych stosowanych do ziębienia i pomp ciepła oraz zasad bezpieczeństwa projektowania i eksploatacji tych urządzeń

EK2 Wiedza Wiedza o możliwości współpracy ziębiarek i pomp ciepła z odnawialnymi źródłami energii

EK3 Umiejętności Umiejętność zaprojektowania ziębiarki lub pompy ciepła dla z góry określonego celu

EK4 Kompetencje społeczne Umiejętność samodzielnego uzupełnienia i poszerzenia wiedzy w zakresie nowych technologii urządzeń ziębniczych i pomp ciepła w systemach OZE

6 TREŚCI PROGRAMOWE

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Zaprojektować z wykorzystaniem wykresu lgp-h urządzenie ziębnicze dla układu klimatyzacyjnego lub pompę ciepła dla celów ogrzewania. Rysunek koncepcyjny technologii.	2
P2	Dobór temperatur odparowania lub skraplania	2
P3	Odwzorowanie realizacji obiegu ziębiarki lub pompy ciepła na wykresie lg- h. wykonanie podstawowych obliczeń termodynamicznych i wydajności. wymienników ciepła.	2
P4	Dobór sprężarki i silnika napędowego	2
P5	Wpływ temperatury odparowania i skraplania na efektywność projektowanej ziębiarki lub pompy ciepła	2
P6	Dobór i zwymiarowanie wymiennika gruntowego jako dolnego źródła ciepła dla pompy ciepła.	2
P7	Zaprojektowanie podstawowych składników agregatu do oziębiania wody ze skraplaczem chłodzonym powietrzem. Zaprojektowanie pompy ciepła do ogrzewania budynku z wymiennikiem gruntowym.	3

LABORATORIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

LABORATORIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Pomiary sprężarek ziębniczych, demontaz sprężarek ziębniczych tłokowych rotacyjnych z określeniem podstawowych parametrów technicznych- budowa sprężarki hermetycznej, obliczenia wydajności skokowej sprężarki, pomiar wydajności sprężarki	2
L2	Pomiar termoelektrycznego urządzenia ziębniczego lub pompy ciepła, budowa ziębiarki termoelektrycznej, pomiar prądu w układzie ziębiarki Peltiera, pomiar wydajności ziębniczej i grzewczej układu ziębiarki termoelektrycznej	2
L3	Pomiar eksploatacyjny chłodziarko - zamrażarki- budowa i zasada działania chłodziarki sprężarkowej, badanie wydajności ziębniczej chłodziarki sprężarkowej	2
L4	Pomiar efektywności pompy ciepła do odzysku energii w układach klimatyzacyjnych , pomiar temperatury odparowania i skraplania , pomiar strumienia masowego powietrza nawiewanego i usuwanego, pomiar wielkości elektrycznych wentylatorów i sprężarki, pomiar rozkładu temperatur powietrza nawiewanego i usuwanego, obliczenia wydajności grzewczej i pompy ciepła	2
L5	Demonstracja instalacji ziębniczej lub pompy ciepła średniej wielkości układu klimatyzacyjnego, zapoznanie się z budową przemysłowej instalacji funkcjonującej w układzie klimatyzacji lub ogrzewania, pomiary polowe wydajności ziębniczej lub grzewczej	2

CWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Budowa wykresu lgp-h. Odwzorowanie obiegu ziębiarki lub pompy ciepła na wykresie lgp-h. Dobór temperatury odparowania i skraplania. Obliczenia termodynamiczne w oparciu o wykres lgp-h. Wpływ temperatury odparowania i skraplania na efektywność obiegu ziębiarki lub pompy ciepła.	3
C2	Dobór sprężarki i silnika napędowego. Określenie objętości skokowej sprężarki	2

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Pojęcia podstawowe techniki chłodniczej i pomp ciepła, skale i zakresy temperatur, definicje ziębienia i chłodzenia , metody ziębienia	2
W2	Podstawowe obiegi ziębnicze ziębiarek i pomp ciepła, obieg Carnota, Lindego, suchy. Modyfikacja obiegu poprzez wprowadzenie dochłodzenia i doziębienia, Wpływ temperatury parowania i skraplania na efektywność obiegu ziębiarki lub pompy ciepła	3

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W3	Rzeczywiste obiegi ziębiarek i pomp ciepła. Straty objętościowe , energetyczne. Ocena pracy sprężarki w instalacji ziębniczej lub pompy ciepła.	2
W4	Charakterystyka i zasady doboru dolnych źródeł ciepła dla pompy ciepła. Naturalne i sztuczne źródła ciepła. Charakterystyka górnych źródeł ciepła.	2
W5	Przegląd pomp ciepła do zastosowań w różnych układach cieplnych i ziębno - grzejnych. Pompy ciepła do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej	2
W6	Czynniki ziębnicze. Wymagania eksploatacyjne oraz formalno - prawne.	2
W7	Ziębiarki i pompy ciepła absorpcyjne, podstawy działania.	2

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

N3 Narzędzie 3

N4 Prezentacje multimedialne

N5 Praca w grupach

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	45
Konsultacje przedmiotowe	30
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	10
Opracowanie wyników	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	100
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	3.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt indywidualny

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F3 Test

F4 Kolokwium

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Nie zna podstawowych obiegów zielebiarek i pomp ciepła i nie umie odwzorowac obiegu na wykresie T-s lub lgp-h
NA OCENĘ 3.0	Zna podstawowe obiegów zielebiarek i pomp ciepła i z małymi błędami umie odwzorowac obiegi na wykresie T-s lub lgp-h
NA OCENĘ 3.5	Zna podstawowe obiegi zielebiarek i pomp ciepła i umie odwzorowac obiegi na wykresie T-s lub lgp-h

NA OCENĘ 4.0	Zna podstawowe obiegi ziębiarek i pomp ciepła i umie odwzorować obiegi na wykresie T-s lub lgp-h z wprowadzeniem modyfikacji obiegu
NA OCENĘ 4.5	Zna podstawowe obiegi ziębiarek i pomp ciepła i umie odwzorować obiegi na wykresie T-s lub lgp-h z dochodzeniem i doziebieniem i w sposób wystarczający wykonuje wszystkie podstawowe obliczenia
NA OCENĘ 5.0	Zna podstawowe obiegi ziębiarek i pomp ciepła i umie odwzorować obiegi na wykresie T-s lub lgp-h z dochodzeniem i doziebieniem i w sposób bezbłędny wykonuje wszystkie podstawowe obliczenia
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Nie posiada żadnej wiedzy możliwości współpracy ziębiarek i pomp ciepła z odnawialnymi źródłami energii
NA OCENĘ 3.0	Posiada minimalną wiedzę o możliwości współpracy ziębiarek i pomp ciepła z odnawialnymi źródłami energii
NA OCENĘ 3.5	Posiada wystarczającą wiedzę o możliwości współpracy ziębiarek i pomp ciepła z odnawialnymi źródłami energii
NA OCENĘ 4.0	Posiada wystarczającą wiedzę o możliwości współpracy ziębiarek i pomp ciepła z odnawialnymi źródłami energii oraz umie w sposób wystarczający scharakteryzować odnawialne źródła energii
NA OCENĘ 4.5	Posiada dobrą wiedzę o możliwości współpracy ziębiarek i pomp ciepła z odnawialnymi źródłami energii oraz umie w sposób wystarczający scharakteryzować odnawialne źródła energii
NA OCENĘ 5.0	Posiada bardzo dobrą wiedzę o możliwości współpracy ziębiarek i pomp ciepła z odnawialnymi źródłami energii oraz umie w sposób bezbłędny scharakteryzować odnawialne źródła energii
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Umiejętność zaprojektowania ziębiarki lub pompy ciepła dla z góry określonego celu w zakresie poniżej 55%
NA OCENĘ 3.0	Umiejętność zaprojektowania ziębiarki lub pompy ciepła dla z góry określonego celu w zakresie poniżej 56-65%
NA OCENĘ 3.5	Umiejętność zaprojektowania ziębiarki lub pompy ciepła dla z góry określonego celu w zakresie poniżej 66-75%
NA OCENĘ 4.0	Umiejętność zaprojektowania ziębiarki lub pompy ciepła dla z góry określonego celu w zakresie poniżej 76-85%
NA OCENĘ 4.5	Umiejętność zaprojektowania ziębiarki lub pompy ciepła dla z góry określonego celu w zakresie poniżej 86-95%
NA OCENĘ 5.0	Umiejętność zaprojektowania ziębiarki lub pompy ciepła dla z góry określonego celu w zakresie ponad 95%
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	

NA OCENĘ 2.0	Umiejętność samodzielnego uzupełnienia i poszerzenia wiedzy w zakresie nowych technologii urządzeń ziębniczych i pomp ciepła w systemach OZE w zakresie poniżej 55%
NA OCENĘ 3.0	Umiejętność samodzielnego uzupełnienia i poszerzenia wiedzy w zakresie nowych technologii urządzeń ziębniczych i pomp ciepła w systemach OZE w zakresie pomiędzy 56 do 65%
NA OCENĘ 3.5	Umiejętność samodzielnego uzupełnienia i poszerzenia wiedzy w zakresie nowych technologii urządzeń ziębniczych i pomp ciepła w systemach OZE w zakresie pomiędzy 66 do 75%
NA OCENĘ 4.0	Umiejętność samodzielnego uzupełnienia i poszerzenia wiedzy w zakresie nowych technologii urządzeń ziębniczych i pomp ciepła w systemach OZE w zakresie pomiędzy 76 do 85%
NA OCENĘ 4.5	Umiejętność samodzielnego uzupełnienia i poszerzenia wiedzy w zakresie nowych technologii urządzeń ziębniczych i pomp ciepła w systemach OZE w zakresie pomiędzy 86 do 95%
NA OCENĘ 5.0	Umiejętność samodzielnego uzupełnienia i poszerzenia wiedzy w zakresie nowych technologii urządzeń ziębniczych i pomp ciepła w systemach OZE w zakresie powyżej 95%

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_W09 K_U03 K_U09 K_U10 K_K04	Cel 1 Cel 2 Cel 3	P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 L1 L2 L3 L4 L5 C1 C2 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3
EK2	K_W09 K_W10 K_U03 K_U09 K_U10 K_K04	Cel 1 Cel 2 Cel 3	P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 L1 L2 L3 L4 L5 C1 C2 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4 P1
EK3	K_W09 K_W10 K_U03 K_U09 K_U10 K_K04	Cel 1 Cel 2 Cel 3	P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 L1 L2 L3 L4 L5 C1 C2 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4 P1

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK4	K_W09 K_W10 K_U09 K_U10 K_K04	Cel 1 Cel 2 Cel 3	P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 L1 L2 L3 L4 L5 C1 C2 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] **Maczek, Mieczynski** — *Chłodnictwo*, Wrocław, 1980, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej
- [2] **AutorKołodziejczyk, Rubik** — *Technika chłodnicza w klimatyzacji*, Warszawa, 1976, PWN
- [3] **AutorKrólicki** — *Termodynamiczne podstawy obniżenia temperatury*, Wrocław, 2006, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej
- [4] **AutorZalewski** — *Pompy ciepła- podstawy teoretyczne*, Karków, 2001, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej
- [5] **AutorRubik** — *Pompy ciepła*, Warszawa, 2006, Wydawnictwo Instal

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] **Warczak** — *Tłokowe sprężarki ziebnicze*, Kraków, 1972, Wydawnictwo Naukowo techniczne
- [2] **AutorMaczek, Schnotale, Skrzyniowska ,Sikorska** — *Uzdatnianie powietrza dla celów wentylacji i klimatyzacji*, Kraków, 2001, Oficyna Wydawnicza PK

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Renata Sikorska-Bączek (kontakt: sikorska@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr inż. Renata Sikorska-Bączek (kontakt: sikorska@pk.edu.pl)
- 2 dr inż. Kazimierz Wojtas (kontakt: wojtas@pk.edu.pl)
- 3 dr inż. Jarosław Muller (kontakt: muller@pk.edu.pl)
- 4 prof. dr hab. inż. Jacek Schnotale (kontakt: j.schnotale@gmail.com)
- 5 mgr inż. Nina Szczepanik -Ścisło (kontakt:)



13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

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