

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2018/2019

Wydział Inżynierii Środowiska

Kierunek studiów: Odnawialne źródła energii i infrastruktura komunalna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: 8

Stopień studiów: I

Specjalności: brak specjalności

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Pompy ciepła i chłodnictwo
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Heat pumps and refrigeration
KOD PRZEDMIOTU	WIŚ OZEIIK oIS C4 18/19
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	3.00
SEMESTRY	4

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM 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

EK5 Kompetencje społeczne Efekt kształcenia 5

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

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

ĆWICZENIA		
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
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 - grzewczych. 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

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Pomiary sprężarek ziębniczych, demontaż sprężarek ziębniczych tłokowych i 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

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
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 połowe wydajności ziębniczej lub grzewczej	2

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 Prezentacje multimedialne

N4 Ćwiczenia projektowe

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
Egzaminy i zaliczenia w sesji	0
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta	45
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	90
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	3

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt indywidualny

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F3 Kolokwium

F4 Odpowiedź ustna

F5 Ocena 5

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Nie zna podstawowych obiegów ziębiarek i pomp ciepła i nie umie odwzorować obiegu na wykresie T-s lub lgp-h
NA OCENĘ 3.0	Zna podstawowe obiegów ziębiarek i pomp ciepła i z małymi błędami umie odwzorować obiegi na wykresie T-s lub lgp-h
NA OCENĘ 3.5	Zna podstawowe obiegi ziębiarek i pomp ciepła i umie odwzorować 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 doziębieniem 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 doziębieniem 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 źeźbiarek i pomp ciepła z odnawialnymi źrźdłami energii oraz umie w sposób wystarczający scharakteryzować odnawialne źrźdła energii
NA OCENĘ 5.0	Posiada bardzo dobrą wiedzę o możliwości współpracy źeźbiarek i pomp ciepła z odnawialnymi źrźdłami energii oraz umie w sposób bezbłędny scharakteryzować odnawialne źrźdła energii
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Umiejętność zaprojektowania źeźbiarki lub pompy ciepła dla z góry określonego celu w zakresie poniżej 55%
NA OCENĘ 3.0	Umiejętność zaprojektowania źeźbiarki lub pompy ciepła dla z góry określonego celu w zakresie poniżej 56-65%
NA OCENĘ 3.5	Umiejętność zaprojektowania źeźbiarki lub pompy ciepła dla z góry określonego celu w zakresie poniżej 66-75%
NA OCENĘ 4.0	Umiejętność zaprojektowania źeźbiarki lub pompy ciepła dla z góry określonego celu w zakresie poniżej 76-85%
NA OCENĘ 4.5	Umiejętność zaprojektowania źeźbiarki lub pompy ciepła dla z góry określonego celu w zakresie poniżej 86-95%
NA OCENĘ 5.0	Umiejętność zaprojektowania źeźbiarki 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 źeźbniczych 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 źeźbniczych 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 źeźbniczych 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 źeźbniczych 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 źeźbniczych 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 źeźbniczych i pomp ciepła w systemach OZE w zakresie powyżej 95%
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	

NA OCENĘ 2.0	Posiada kompetencje społeczne w zakresie instalacji chłodniczych i pomp ciepła na poziomie niższym niż 55%
NA OCENĘ 3.0	Posiada kompetencje społeczne w zakresie instalacji chłodniczych i pomp ciepła na poziomie niższym niż 56 - 65%
NA OCENĘ 3.5	Posiada kompetencje społeczne w zakresie instalacji chłodniczych i pomp ciepła na poziomie niższym niż 66 - 75%
NA OCENĘ 4.0	Posiada kompetencje społeczne w zakresie instalacji chłodniczych i pomp ciepła na poziomie niższym niż 76 - 85%
NA OCENĘ 4.5	Posiada kompetencje społeczne w zakresie instalacji chłodniczych i pomp ciepła na poziomie niższym niż 86 - 95%
NA OCENĘ 5.0	Posiada kompetencje społeczne w zakresie instalacji chłodniczych i pomp ciepła na poziomie wyższym od 96%

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_W10 K_U09 K_U24 K_K1	Cel 1 Cel 2 Cel 3	P1 P2 C1 C2 W1 W2 W3	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2
EK2	K_U09 K_U10 K_U17 K_U19 K_K4	Cel 1 Cel 2 Cel 3	P4 P5 P6 P7 C1 C2 W3 W4 W5 L1 L2 L3 L4 L5	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2
EK3	K_U12 K_U13 K_U18 K_U23 K_U24	Cel 1 Cel 2 Cel 3	P5 P6 P7 C1 C2 W5 W6 W7 L1	N1 N2 N3 N4 N5	F1
EK4	K_U09 K_U10 K_U18 K_U23	Cel 1 Cel 2 Cel 3	C1 C2 W6 W7	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2
EK5		Cel 1 Cel 2 Cel 3	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Maczek, Mieczysław** — *Chłodnictwo*, Wrocław, 1980, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej
- [2] | **Kołodziejczyk, Rubik** — *Technika chłodnicza w klimatyzacji*, Warszawa, 1976, PWN
- [3] | **Królicki** — *Termodynamiczne podstawy obniżenia temperatury*, Wrocław, 2006, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej
- [4] | **Zalewski** — *Pompy ciepła*, Kraków, 2001, Wydawnictwo PK
- [5] | **Rubik** — *Pompy ciepła*, Warszawa, 2006, Instytut
- [6] | **Autor** — *Tytuł*, Miejsowość, 2018, Wydawnictwo

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **Warczak** — *Tłokowe sprężarki zeobrotowe*, Kraków, 1972, WNT
- [2] | **Maczek, Schnotale, Skrzyniowska, Sikorska** — *Uzdatnianie powietrza dla celów wentylacji i klimatyzacji*, Kraków, 2001, Oficyna Wydawnicza Pk
- [3] | **Autor** — *Tytuł*, Miejsowość, 2018, Wydawnictwo

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. Jarosław Muller (kontakt: muller@pk.edu.pl)
- 2 mgr inż. Nina Szczepanik Ścisło (kontakt: nina.szczepanik@gmail.com)
- 3 prof dr hab inż. Jacek Schnotale (kontakt: j.schnotale@gmail.com)
- 4 dr inż. Kazimierz Wojtas (kontakt: mail@example.com)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)	(odpowiedzialny za przedmiot)	(dziekan)
---------------------	-------------------------------	-----------

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....

.....

.....