

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2016/2017

Wydział Inżynierii Środowiska

Kierunek studiów: Inżynieria Środowiska

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: 2

Stopień studiów: I

Specjalności: Instalacje i urządzenia ciepłne i zdrowotne

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Elektrociepłownie
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Power Plants
KOD PRZEDMIOTU	WIŚ IŚ oIS C1 16/17
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2.00
SEMESTRY	6

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
6	15	15	0	0	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie studentów z równaniami zachowania masy, pędu i energii.

Cel 2 Zapoznanie studentów z układami cieplnymi elektrowni kondensacyjnych, upustowo-kondensacyjnych i upustowo-przeciwprężnych.

- Cel 3** Przedstawienie niskotemperaturowych obiegów Rankine’a - elektrownie i elektrociepłownie, których czynnikiem roboczym są czynniki organiczne (ORC - Organic Rankine Cycle).
- Cel 4** Obliczanie sprawności netto i brutto elektrowni i elektrociepłowni.
- Cel 5** Sposoby poprawy sprawności obiegu Rankine’a: podwyższanie parametrów pary przed turbiną i obniżanie parametrów pary przed kondensatorem, regeneracyjne podgrzewanie wody zasilającej (karnotyzacja obiegu Rankine’a), międzystopniowe przegrzewanie pary.
- Cel 6** Elektrownie i elektrociepłownie parowo-gazowe - sprawność obiegu Joule’a- -Braytona. Analiza wybranych układów cieplnych i elektrociepłowni parowo- -gazowych.
- Cel 7** Zasada działania i konstrukcja podstawowych elementów elektrociepłowni - kotły i turbiny parowe, kondensatory, podgrzewacze regeneracyjne, odgazowywacze, pompy wody zasilające, rozprężacze, stacje redukcyjno - -schładzające
- Cel 8** Elektrociepłownie z silnikami spalinowymi.
- Cel 9** Elektrownie i elektrociepłownie jądrowe.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Podstawowe wiadomości z termodynamiki i techniki cieplnej.
- 2 Podstawowe wiadomości z matematyki.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK1 Kompetencje społeczne** Student uzyskuje kompetencje społeczne w zakresie oceny wykorzystania różnych źródeł energii, sprawności energetycznej elektrowni i elektrociepłowni bazujących na różnych źródłach energii. Jest również kompetentny w zakresie oceny oddziaływania elektrowni i elektrociepłowni na środowisko naturalne.
- EK2 Kompetencje społeczne** Student jest kompetentny w zakresie wyboru sposobu zaopatrzenia w ciepło i energię elektryczną budynków mieszkalnych lub obiektów przemysłowych uwzględniając sprawność energetyczną oraz szkodliwość oddziaływania na środowisko. Student posiada umiejętności w zakresie obliczania i projektowania obiegów cieplnych elektrowni i elektrociepłowni konwencjonalnych, elektrociepłowni, w których czynnikiem roboczym jest czynnik niskowrzący oraz elektrociepłowni parowo-gazowych i elektrociepłowni z silnikami spalinowymi.
- EK3 Umiejętności** Student posiada umiejętności w zakresie obliczania i projektowania obiegów cieplnych elektrowni i elektrociepłowni konwencjonalnych, elektrociepłowni, w których czynnikiem roboczym jest czynnik niskowrzący oraz elektrociepłowni parowo-gazowych i elektrociepłowni z silnikami spalinowymi.
- EK4 Wiedza** Student posiada wiedzę dotyczącą różnych źródeł energii cieplnej i elektrycznej, w tym odnawialnych źródeł energii. Uzyskuje wiedzę w zakresie sprawności i efektywności energetycznej różnych rodzajów elektrowni i elektrociepłowni bazujących na paliwach konwencjonalnych, jądrowych oraz na odnawialnych źródłach energii.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Konwencjonalne i odnawialne źródła energii. Zasoby surowców energetycznych.	2
W2	Równania zachowania masy, pędu i energii dla układów energetycznych.	3
W3	Elektrownie i elektrociepłownie konwencjonalne oraz jądrowe. Elektrociepłownie na czynniki organiczne. Sprawność brutto i netto.	3
W4	Sposoby poprawy sprawności obiegu Rankine'a.	3
W5	Elektrownie i elektrociepłownie parowo-gazowe. Obieg termodynamiczny Joule'a-Braytona i sposoby podwyższania jego sprawności.	2
W6	Elektrociepłownie z silnikami spalinowymi.	2

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Zasady zachowania masy, pędu i energii. Przykłady zachowania masy i energii do wyznaczania sprawności kotła parowego i wodnego, mocy turbiny gazowej i parowej, mocy silnika napędzającego pompę, przepływowych i pojemnościowych podgrzewaczy wody oraz zaworu redukcyjnego.	4
C2	Obliczanie sprawności obiegu Rankine'a. Obliczanie sprawności netto i brutto elektrowni i elektrociepłowni oraz pompy ciepła. Obliczanie jednostkowego zużycia ciepła, paliwa i energii.	2
C3	Obliczanie przyrostu sprawności obiegu Rankine'a w wyniku podwyższania parametrów pary przed turbiną i obniżenie parametrów pary przed kondensatorem, podgrzewania regeneracyjnego wody zasilającej i międzystopniowego podgrzewania pary.	4
C4	Układy parowo-gazowe. Obliczanie sprawności obiegu Joule'a-Braytona. Obliczanie przyrostu sprawności w wyniku zastosowania regeneracji ciepła spalin wylotowych turbiny, zastosowania dwóch komór spalania i międzystopniowego chłodzenia powietrza w sprężarce.	3
C5	Elektrociepłownie z silnikami spalinowymi. Sprawność silnika spalinowego. Sprawność termodynamiczna i cieplna silnika spalinowego.	2

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady, prezentacje multimedialne

N2 Zadania tablicowe z wykorzystaniem programów do obliczania właściwości fizycznych wody i pary wodnej, powietrza i spalin.

N3 Konsultacje dotyczące wykładów i ćwiczeń tablicowych

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	30
Egzaminy i zaliczenia w sesji	30
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta	20
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	80
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	2

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Zadanie tablicowe

F2 Test

F3 Kolokwium

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Pozytywna ocena z testów, kolokwium i egzaminu

OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Test

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 3.0	Student powinien podać definicję sprawności netto i brutto elektrowni oraz elektrociepłowni konwencjonalnej.
NA OCENĘ 4.0	Student powinien wymienić substancje szkodliwe emitowane przez elektrownie konwencjonalne, elektrownie i elektrociepłownie parowo-gazowe oraz przez elektrociepłownie z silnikami spalowymi.

NA OCENĘ 5.0	Student powinien znać aktualne dopuszczalne stężenia w spalinach substancji szkodliwych, takich jak tlenki azotu, dwutlenku siarki, pyłu oraz oszacować emisję dwutlenku węgla z elektrowni konwencjonalnych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 3.0	Porównać różne sposoby wytwarzania ciepła i energii elektrycznej biorąc pod uwagę sprawność, koszty inwestycyjne oraz koszty eksploatacyjne a także wartość wytwarzanej mocy cieplnej i elektrycznej.
NA OCENĘ 4.0	Wymienić zakresy osiąganych sprawności elektrowni konwencjonalnych, jądrowych, parowo-gazowych i z silnikami spalinowym.
NA OCENĘ 5.0	Porównać wady i zalety centralnego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej z układami rozproszonymi wykorzystującymi energię słońca, wiatru i ziemi - pompy ciepła i elektrociepłownie geotermalne.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi narysować układy cieplne elektrowni kondensacyjnej, elektrociepłowni upustowo- -kondensacyjnej i upustowo-przeciwprężnej. Potrafi zapisać wzór na sprawność elektrowni i omówić poszczególne jego składniki, a w szczególności wyprowadzić wzór na sprawność obiegu Rankine'a.
NA OCENĘ 4.0	Dodatkowo student umie narysować różne układy chłodzenia kondensatorów turbin oraz obliczyć strumień wody chłodzącej kondensator. Umie omówić i wyprowadzić wzory na poprawę sprawności obiegu Rankine'a poprzez zmianę parametrów pary, podgrzewanie regeneracyjne wody zasilającej i międzystopniowe przegrzewanie pary.
NA OCENĘ 5.0	Student umie narysować obiegi termodynamiczne i układy cieplne różnych rodzajów elektrowni parowo- -gazowych, w tym wyprowadzić wzór na sprawność obiegu Joule'a-Braytona. Umie narysować schemat elektrowni jądrowej i elektrowni z silnikiem spalinowym. Potrafi narysować obieg termodynamiczny Otto i wyprowadzić wzór na sprawność termodynamiczną obiegu.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 3.0	Student posiada wiedzę o różnych źródłach energii konwencjonalnych i odnawialnych. Potrafi wskazać zakres ich zastosowań. Posiada wiedzę dotyczącą sprawności, kosztów eksploatacyjnych różnych sposobów wytwarzania ciepła i energii elektrycznej.
NA OCENĘ 4.0	Posiada wiedzę z zakresu obliczania sprawności obiegów termodynamicznych występujących w elektrowniach i elektrociepłowniach, w tym obiegu Rankine'a, Joule'a-Braytona i obiegu Otto. Ma wiedzę dotyczącą poprawy sprawności obiegów termodynamicznych, potrafi wymienić różne sposoby poprawy sprawności oraz wyprowadzić odpowiednie wzory.

NA OCENĘ 5.0	Student ma wiedzę w zakresie projektowania układów cieplnych elektrowni i elektrociepłowni, w tym elektrowni kondensacyjnych, elektrociepłowni upustowo-kondensacyjnych i upustowo-przeciwprężnych. Ma wiedzę z zakresu obiegów ORC, układów cieplnych elektrowni parowo-gazowych i elektrowni z silnikami spalinowymi. Dysponuje wiedzą z zakresu pomp ciepła i ich zastosowania do ogrzewania budynków. Ma wiedzę związaną z zasadą działania i konstrukcją urządzeń elektrociepłowni: kotłów, turbin, podgrzewaczy regeneracyjnych, kondensatorów, pomp wody zasilającej, pomp wody chłodzącej, stacji redukcyjno-schładzających, odgazowywaczy i rozprężaczy.
--------------	---

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_W15	Cel 2 Cel 3 Cel 4 Cel 5 Cel 6 Cel 7 Cel 8	W1 W3 W4 W5 W6 C2 C3 C4 C5	N1 N2 N3	F1 F2 F3 P1
EK2	K_W15	Cel 1 Cel 2 Cel 3 Cel 4	W1 W2 W3 W4 W5 W6 C1 C2 C3 C4 C5	N1 N2 N3	F1 F2 F3 P1
EK3	K_W15	Cel 3 Cel 4 Cel 5	W3 W4 C2 C3 C4 C5	N1 N2 N3	F1 F2 F3 P1
EK4	K_W15	Cel 2 Cel 3 Cel 4 Cel 5 Cel 6 Cel 8	W1 W3 W4 W5 W6 C2 C3 C4 C5	N1 N2 N3	F1 F2 F3 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] M. Pawlik, F. Strzelczyk — *Elektrownie*, Warszawa, 2010, WNT
- [2] Witold M. Lewandowski — *Proekologiczne odnawialne źródła energii*, Warszawa, 2012, WNT

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] Jinzue Yan — *Handbook of clean energy systems*, Chichester, 2015, John Wiley and Sons

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab.inż. Dawid Taler (kontakt: dtaler@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż., prof. PK Dawid Taler (kontakt: dtaler@pk.edu.pl)

2 dr inż. Jan Wrona (kontakt: jwrona@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....
.....