

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2023/2024

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: I

Specjalności: Systemy i urządzenia energetyczne

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Elektrownie i elektrociepłownie
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Power and Cogeneration Plants
KOD PRZEDMIOTU	WIŚIE EN oIS D1 23/24
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	5

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

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

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie się z budową i obliczeniami elektrowni jądrowych, parowo-gazowych oraz elektrociepłowni z silnikami Diesla. Zapoznanie się z podstawowymi sposobami poprawy sprawności wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach cieplnych: konwencjonalnych, jądrowych, parowo-gazowych i w elektrowniach z silnikami spalinowymi.

Cel 2 Zapoznanie się z budową i obliczeniami systemów chłodzenia wody w elektrowniach. Porównanie układów chłodzenia mokrych, suchych i hybrydowych. Zapoznanie się z metodami obliczeń urządzeń elektrowni ciepłych: kondensatory turbin i urządzenia i instalacje do wytwarzania próżni w kondensatorach, podgrzewacze regeneracyjne, pompy kondensatu i wody zasilającej, odgazowywacze, rozprężacze wody. Stacje redukcyjno-schładzające.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Analiza matematyczna. Termodynamika. Wymiana ciepła. Technologie i maszyny energetyczne.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Zna układy cieplne elektrowni konwencjonalnych, jądrowych, parowo-gazowych i elektrowni z silnikami spalinowymi. Zna sposoby poprawy sprawności wytwarzania energii elektrycznej i cieplnej w elektrowniach konwencjonalnych, jądrowych, parowo-gazowych i elektrowni z silnikami spalinowymi.

EK2 Umiejętności Potrafi określić sposoby obliczania cieplnego podstawowych i pomocniczych urządzeń układu cieplnego elektrowni.

EK3 Umiejętności Potrafi obliczyć sprawności układów cieplnych w różnego rodzaju elektrowniach cieplnych. Potrafi dobrać parametry i obliczyć cieplnie urządzenia pomocnicze w układzie elektrowni takie jak pompę wody zasilającej, kondensator, podgrzewacze regeneracyjne, odgazowywacz, rozprężacz, stację redukcyjno-schładzającą, strumień wody w układzie odsalania.

EK4 Umiejętności Potrafi obliczyć sprawności cieplne układów różnego rodzaju elektrowni w których występuje międzystopniowy przegrzew pary, regeneracja ciepła w elektrowniach konwencjonalnych i układach parowo-gazowych, podwójne komory spalania, międzystopniowe chłodzenie powietrza w turbinach gazowych.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

CWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Obliczanie sprawności elektrowni konwencjonalnych i jądrowych, oraz elektrociepłowni upustowo - kondensacyjnych i upustowo-przeciwprężnych.	2
C2	Obliczanie sprawności elektrowni o parametrach pod-krytycznych, nad-krytycznych oraz ultra-nadkrytycznych. Wpływ temperatury wody chłodzącej w skraplaczu na sprawność elektrowni. Sprawność elektrowni z pojedynczym i podwójnym między-stopniowym przegrzewaniem pary.	4
C3	Obliczanie podgrzewaczy regeneracyjnych mieszankowych i przeponowych. Obliczanie sprawności elektrowni przy różnych liczbach podgrzewaczy regeneracyjnych.	4
C4	Obliczanie odgazowywacza i rozprężacza oraz stacji redukcyjno-schładzającej. Wyznaczanie pola powierzchni kondensatora. Obliczanie strumienia masy odsolin.	2
C5	Obliczanie sprawności obiegów z turbinami gazowymi oraz silnikami spalinowymi.	3

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Układ cieplny współczesnej elektrowni konwencjonalnej i jądrowej. Układy cieplne wybranych elektrociepłowni upustowo-kondensacyjnych i upustowo-przeciwprężnych.	2
W2	Sposoby poprawy sprawności wytwarzania energii elektrycznej: podwyższanie początkowych parametrów pary i obniżanie parametrów końcowych, podgrzewanie regeneracyjne wody zasilającej, między-stopniowe przegrzewanie pary.	2
W3	Elementy układów cieplnych elektrowni. Podgrzewacze regeneracyjne niskopiętne, podgrzewacze regeneracyjne wysokopiętne, pompy wody zasilającej, odgazowywacz, stacje redukcyjno schładzające, wyparki, odsalanie układu, rozprężacze odmulin i odsolin.	3
W4	Elektrownie z turbinami gazowymi i elektrownie parowo-gazowe. Układy z regeneracją ciepła, dwoma komorami spalania i międzystopniowym chłodzeniem powietrza. Kotły odzyskowe z jednym, dwoma i trzema stopniami ciśnienia. Chłodziarki z lewobieżnym obiegiem Braytona.	3
W5	Elektrownie jądrowe z reaktorami wodnociśnieniowymi i reaktorami wrzącymi. Budowa reaktora jądrowego. Obieg pierwotny i wtórny. Wytwornice pary.	2
W6	Agregaty prądotwórcze z silnikami spalinowymi. Układ chłodzenia silnika. Sprawność termodynamiczna i cieplna silnika spalinowego. Elektrociepłownie z silnikami spalinowymi.	3

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Projekt układu cieplnego konwencjonalnej elektrowni cieplnej. Wyznaczanie wskaźników charakteryzujących pracę zaprojektowanej elektrowni: jednostkowego zużycia ciepła, pary i paliwa.	15

LABORATORIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Wyznaczanie sprawności bloku ciepłowniczego przy pełnym wykorzystaniu ciepła oraz bez produkcji ciepła użytkowego.	2
L2	Określenie bilansu wysokopiętnych regeneracyjnych wymienników ciepła.	3
L3	Wyznaczanie mocy elektrycznej produkowanej i sprzedawanej przez elektrociepłownię oraz części tej energii, która jest zużywana na potrzeby własne.	3

LABORATORIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L4	Wyznaczanie ilości energii cieplnej produktowej przez elektrociepłownię i oddawanej do sieci MPEC.	3
L5	Zapoznanie się ze sposobami redukcji substancji szkodliwych w spalinach emitowanych do atmosfery. Odpylanie spalin, sposoby zmniejszania zawartości tlenków azotu i dwutlenku siarki w spalinach.	2
L6	Produkcja i przesył ciepła w elektrociepłowni. Podgrzewacze wody sieciowej, pomiar strumienia masy wody sieciowej. Akumulatory gorącej wody.	2

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Ćwiczenia laboratoryjne

N2 Ćwiczenia projektowe

N3 Wykłady

N4 Zadania tablicowe

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	60
Konsultacje przedmiotowe	1
Egzaminy i zaliczenia w sesji	2
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	20
Opracowanie wyników	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	20
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	113
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Odpowiedź ustna

F2 Kolokwium

F3 Ćwiczenie praktyczne

F4 Projekt indywidualny

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny

P2 Ocena z ćwiczeń

P3 Ocena z projektu

P4 Ocena z laboratorium

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Student musi uzyskać ocenę pozytywną z wszystkich efektów kształcenia aby zaliczyć przedmiot.

W2 Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną ocen uzyskaną z egzaminu pisemnego, ćwiczeń, laboratoriów i projektów.

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego

NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego

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_W20 K1_W23 K1_W25 K1_W26	Cel 1 Cel 2	C1 C2 C5 W1 W2 P1 L1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1 P2
EK2	K1_U05 K1_U08 K1_U12	Cel 1 Cel 2	C3 C4 W2 W3 P1 L2 L3 L4	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1 P2

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK3	K1_U12 K1_U13 K1_U18	Cel 1 Cel 2	C1 C2 C3 C5 W2 W6 P1 L1 L6	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1 P2
EK4	K1_U12 K1_U13 K1_U18	Cel 1 Cel 2	C1 C2 C3 C4 C5 W3 W4 W5 W6 P1 L1 L6	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1 P2

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Pawlik M., Strzelczyk F. — *Elektrownie*, Warszawa, 2009, WNT
- [2] | Frank Kreith — *Handbook of energy efficiency and renewable energy*, Boca Raton, 2007, CRC Press

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Chmielniak T. — *Technologie energetyczne*, Warszawa, 2008, WNT
- [2] | Kutz M. — *Mechanical Engineers Handbook*, Hoboken, 2006, Wiley & Sons

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Jan Taler (kontakt: jan.taler@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr hab. inż. Tomasz Sobota (kontakt: tomasz.sobota@pk.edu.pl)
- 2 dr inż. Karol Kaczmarowski (kontakt: karol.kaczmarowski@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....