

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2018/2019

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: Energ

Stopień studiów: I

Specjalności: Maszyny i urządzenia elektryczne

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Elektrownie i elektrociepłownie
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Power and Combined-Heat-and-Power Plants
KOD PRZEDMIOTU	WIEiK ENERGET oIS PW42 18/19
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	6

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁADY	ĆWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKTY	
6	30	15	0	0	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Wprowadzenie podstawowych pojęć umożliwiających opis elektrowni i elektrociepłowni. Zapoznanie studentów z podstawowymi układami elektrowni kondensacyjnych, obiegiem termodynamicznym realizowanym w niej oraz sprawnością teoretyczną obiegu i sposobami jej poprawy. Zapoznanie studentów z podstawowymi układami pracy elektrociepłowni. Sprawność elektrociepłowni, wskaźnik skojarzenia.

Cel 2 Zapoznanie studentów z zagadnieniami energetyki jądrowej (reakcje rozpadu pierwiastków radioaktywnych i reakcje syntezy) pozwalające na zrozumienie procesów zachodzących w energetycznych reaktorach jądrowych. Przedstawienie konstrukcji i zasady działania reaktorów jądrowych typu BWR, PWR, GCR, HTGR, LMFBF i CANDU.

Cel 3 Zapoznanie studentów ze sposobami wykorzystania energii wody do produkcji energii elektrycznej w elektrowniach wodnych śródlądowych oraz elektrowniach wykorzystujących energię cieplną wód morskich i oceanicznych, energię fal morskich, pływów i prądów morskich.

Cel 4 Zapoznanie studentów z układami gazowymi i gazowo-parowymi. Poprawa sprawności elektrowni z turbinami gazowymi. Obliczanie sprawności teoretycznej kombinowanych układów gazowo-parowych. Generacja rozproszona energii elektrycznej w elektrowniach z silnikami spalinowymi i układach z ogniwami paliwowymi.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Zaliczenie przedmiotu: Termodynamika przemian energetycznych i wymiany ciepła.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Umiejętności Student objaśnia podstawowe układy elektrowni kondensacyjnych i przemiany w nich zachodzące. Student potrafi obliczyć sprawność teoretyczną elektrowni, sprawności brutto i netto bloku energetycznego.

EK2 Wiedza Student objaśnia budowę elektrociepłowni z turbiną przeciwprężną i turbiną upustowo-kondensacyjną. Student potrafi omówić przemiany zachodzące w elektrociepłowni, obliczyć wskaźnik skojarzenia i sprawność teoretyczną elektrociepłowni.

EK3 Wiedza Student objaśnia budowę poszczególnych typów energetycznych reaktorów jądrowych, zna podstawowe parametry reaktorów.

EK4 Wiedza Student zna typy elektrowni wodnych śródlądowych i ich funkcje w systemie elektroenergetycznym. Student potrafi obliczyć sprawność elektrowni wodnej, w oparciu o znajomość wysokości spadku i strumienia objętości przepływającej wody dobiera odpowiedni typ turbiny. Student zna rodzaje energii wód morskich i oceanicznych i ich wykorzystanie.

EK5 Wiedza Student zna budowę i zasadę działania bloków z turbinami gazowymi i układów gazowo-parowych. Student potrafi opisać sposoby poprawy sprawności bloków z turbinami gazowymi, obliczyć ich sprawność teoretyczną oraz sprawność teoretyczną kombinowanych układów gazowo-parowych. Student zna układy rozproszonej generacji energii elektrycznej oraz rodzaje ogniw paliwowych.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BŁOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Obliczanie sprawności teoretycznej idealnego obiegu Rankina. Ocena wpływu parametrów początkowych i końcowych na sprawność teoretyczną idealnego obiegu Rankina. Przegrzew międzystopniowy pary i regeneracyjne podgrzewanie wody zasilającej kocioł. Sprawność cieplna rzeczywistego obiegu Rankina.	6
C2	Obliczanie sprawności brutto i netto bloku energetycznego. Obliczanie wskaźników jednostkowego zużycia pary, ciepła i paliwa w elektrowni kondensacyjnej.	2

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C3	Obliczanie zapotrzebowania wody do chłodzenia skraplaczy turbin parowych i krotności chłodzenia.	1
C4	Obliczanie sprawności układów kogeneracyjnych.	2
C5	Obliczanie sprawności cieplnej układów gazowych i bloków gazowo-parowych.	3
C6	Elektrownie wodne - obliczanie spadku dyspozycyjnego i strumienia wody dla elektrowni o zadanej mocy zainstalowanej.	1

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Charakterystyka stanu obecnego polskiej energetyki zawodowej i perspektywy jej dalszego rozwoju. Ukazanie zasobów paliwowych Polski na tle świata - rejony występowania głównych paliw kopalnych (węgiel kamienny i brunatny, gazu ziemnego i ropy naftowej) i szacowany czas ich eksploatacji.	2
W2	Definicja elektrowni i elektrociepłowni. Podział elektrowni i elektrociepłowni w zależności od: rodzaju silnika cieplnego, oddawanej energii, zużywanego paliwa i czasu pracy w systemie elektroenergetycznym. Podstawowe obiegi elektrowni kondensacyjnych (obieg paliwo-powietrze-spaliny, obieg cieplny, układy chłodzenia skraplaczy turbin parowych, układ wyprowadzenia mocy).	2
W3	Obliczanie sprawności cieplnej (teoretycznej i rzeczywistej) elektrowni i sposoby poprawy sprawności. Sprawność brutto i netto elektrowni. Wskaźniki jednostkowe zużycia pary, ciepła i paliwa w elektrowni kondensacyjnej.	3
W4	Układy chłodzenia elektrowni. Układ otwarty i zamknięty, chłodzenie bezpośrednie i pośrednie. Konstrukcje chłodni kominowych. Zapotrzebowanie wody do skraplania pary.	3
W5	Definicja elektrociepłowni. Rodzaje elektrociepłowni. Skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i cieplnej. Obliczanie sprawności teoretycznej elektrociepłowni. Wskaźnik skojarzenia, wskaźniki jednostkowe zużycia pary, ciepła i paliwa w elektrociepłowni.	3
W6	Elektrownie jądrowe. Podstawy fizyki jądrowej, rodzaje i charakterystyka paliwa nuklearnego i jego obieg. Typy energetycznych reaktorów jądrowych (konstrukcje, zasada działania i osiągane parametry). Bezpieczeństwo w elektrowniach jądrowych.	5
W7	Elektrownie wodne - zasoby wodne Polski i świata. Podział, budowa elektrowni wodnych, zasady przetwarzania energii, oddziaływanie na środowisko. Energia wód morskich i oceanicznych: energia maretermiczna, pływów, prądów morskich i fal. Sposoby jej przetwarzania.	4

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W8	Elektrownie z turbinami gazowymi: budowa, zasada działania, cykl przemian. Obliczanie sprawności cieplnej obiegu i sposoby jej poprawy. Kombinowane układy gazowo-parowe - charakterystyka, sprawność cieplna, istniejące na świecie rozwiązania i osiągane w nich parametry.	4
W9	Energia wód morskich i oceanicznych: energia maretermiczna, pływów, prądów morskich i fal. Sposoby jej przetwarzania. Rozproszona generacja energii elektrycznej - elektrownie z silnikami spalinowymi, ogniwa paliwowe.	4

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 Prezentacje multimedialne

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	5
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	60
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	115
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Zadanie tablicowe

F2 Kolokwium**OCENA PODSUMOWUJĄCA****P1** Egzamin pisemny**WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU**

W1 Do egzaminu mogą przystąpić studenci, którzy zaliczyli wszystkie kolokwia.

W2 Egzamin pisemny składa się z części teoretycznej i zadaniowej.

W3 Ocena końcowa jest średnią ważoną z ocen $0,3 \cdot F2 + 0,7 \cdot P1$

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi scharakteryzować stanu polskiej energetyki zawodowej. Nie zna podstawowych układów elektrowni i przemian energetycznych w nich zachodzących.
NA OCENĘ 3.0	Student przedstawia stan polskiej energetyki zawodowej oraz wymienia podstawowe układy elektrowni i przemiany energetyczny w nich zachodzące.
NA OCENĘ 3.5	Student przedstawia stan polskiej energetyki zawodowej oraz wymienia podstawowe układy elektrowni i przemiany energetyczny w nich zachodzące. Wymienia sposoby poprawy sprawności teoretycznej elektrowni kondensacyjnej.
NA OCENĘ 4.0	Student definiuje sprawność teoretyczną i rzeczywistą elektrowni kondensacyjnej, zna różnice między nimi. Wymienia sposoby poprawy sprawności teoretycznej elektrowni kondensacyjnej i omawia je.
NA OCENĘ 4.5	Student definiuje sprawność teoretyczną i rzeczywistą elektrowni kondensacyjnej, zna różnice między nimi. Wymienia sposoby poprawy sprawności teoretycznej elektrowni kondensacyjnej i omawia je. Charakteryzuje sprawność brutto i netto elektrowni (bloku) kondensacyjnej.
NA OCENĘ 5.0	Student definiuje sprawność teoretyczną i rzeczywistą elektrowni kondensacyjnej, zna różnice między nimi. Wymienia sposoby poprawy sprawności teoretycznej elektrowni kondensacyjnej i omawia je. Charakteryzuje sprawność brutto i netto elektrowni (bloku) kondensacyjnej. Umie wymienić i zapisać za pomocą wzorów wskaźniki jednostkowe zużycia pary, ciepła i paliwa w elektrowni kondensacyjnej.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna definicji elektrociepłowni.
NA OCENĘ 3.0	Student zna definicje elektrociepłowni i potrafi wymienić typy elektrociepłowni.
NA OCENĘ 3.5	Student podaje definicje elektrociepłowni oraz potrafi wymienić i scharakteryzować poszczególne typy elektrociepłowni.
NA OCENĘ 4.0	Student podaje definicje elektrociepłowni oraz potrafi wymienić i scharakteryzować poszczególne typy elektrociepłowni. Umie przedstawić jak działają układy kogeneracyjne.

NA OCENĘ 4.5	Student podaje definicje elektrociepłowni oraz potrafi wymienić i scharakteryzować poszczególne typy elektrociepłowni. Umie przedstawić działanie układów kogeneracyjnych. Potrafi obliczyć sprawność teoretyczną elektrociepłowni z turbina przeciwpiezna i upustowo-kondensacyjna.
NA OCENĘ 5.0	Student podaje definicje elektrociepłowni oraz potrafi wymienić i scharakteryzować poszczególne typy elektrociepłowni. Umie przedstawić działanie układów kogeneracyjnych. Potrafi obliczyć sprawność teoretyczną elektrociepłowni z turbina przeciwpiezna i upustowo-kondensacyjna. Omawia wskaźnik skojarzenia, wskaźniki jednostkowe zużycia pary, ciepła i paliwa w elektrociepłowni.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna budowy atomu i procesów zachodzących podczas rozszczepiania jądra atomu pierwiastka radioaktywnego.
NA OCENĘ 3.0	Student zna budowę atomu i procesy zachodzące podczas rozszczepiania jądra atomu pierwiastka radioaktywnego.
NA OCENĘ 3.5	Student zna budowę atomu i procesy zachodzące podczas rozszczepiania jądra atomu pierwiastka radioaktywnego. Charakteryzuje paliwo nuklearne, opisuje budowę kasety paliwowej i wymienia poszczególne etapy cyklu paliwowego w elektrowni jądrowej.
NA OCENĘ 4.0	Student zna budowę atomu i procesy zachodzące podczas rozszczepiania jądra atomu pierwiastka radioaktywnego. Charakteryzuje paliwo nuklearne, opisuje budowę kasety paliwowej i wymienia poszczególne etapy cyklu paliwowego w elektrowni jądrowej. Wymienia typy energetycznych reaktorów jądrowych.
NA OCENĘ 4.5	Student zna budowę atomu i procesy zachodzące podczas rozszczepiania jądra atomu pierwiastka radioaktywnego. Charakteryzuje paliwo nuklearne, opisuje budowę kasety paliwowej i wymienia poszczególne etapy cyklu paliwowego w elektrowni jądrowej. Wymienia typy energetycznych reaktorów jądrowych i szczegółowo omawia budowę wraz z zasadą działania.
NA OCENĘ 5.0	Student zna budowę atomu i procesy zachodzące podczas rozszczepiania jądra atomu pierwiastka radioaktywnego. Charakteryzuje paliwo nuklearne, opisuje budowę kasety paliwowej i wymienia poszczególne etapy cyklu paliwowego w elektrowni jądrowej. Wymienia typy energetycznych reaktorów jądrowych i szczegółowo omawia budowę wraz z zasadą działania. Zna aspekty związane z zapewnieniem bezpieczeństwa w elektrowniach jądrowych i przeróbką zużytego paliwa nuklearnego.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi scharakteryzować zasobów wodnych Polski i świata.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi scharakteryzować zasoby wodne Polski i świata.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi scharakteryzować zasoby wodne Polski i świata. Zna zasady przetwarzania energii wód śródlądowych w elektrowniach wodnych.

NA OCENĘ 4.0	Student potrafi scharakteryzować zasoby wodne Polski i świata. Zna zasady przetwarzania energii wód śródlądowych w elektrowniach wodnych. Wymienia typy elektrowni wodnych śródlądowych.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi scharakteryzować zasoby wodne Polski i świata. Zna zasady przetwarzania energii wód śródlądowych w elektrowniach wodnych. Wymienia typy elektrowni wodnych śródlądowych. Opisuje budowę elektrowni wodnych zbiornikowych i przepływowych. Umie obliczyć sprawność elektrowni wodnej. Opisuje oddziaływanie elektrowni wodnych na środowisko.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi scharakteryzować zasoby wodne Polski i świata. Zna zasady przetwarzania energii wód śródlądowych w elektrowniach wodnych. Wymienia typy elektrowni wodnych śródlądowych. Opisuje budowę elektrowni wodnych zbiornikowych, przepływowych i szczytowo-pompowych. Umie obliczyć sprawność elektrowni wodnej oraz dobrać typ turbiny na podstawie znajomości spadku dyspozycyjnego i strumienia objętości przepływającej wody. Opisuje oddziaływanie elektrowni wodnych na środowisko.
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna budowy elektrowni z turbiną gazową, realizowanego w niej cyklu termodynamicznego oraz podstawowych typów kombinowanych układów gazowo-parowych. Student nie zna definicji rozproszonych źródeł energii elektrycznej.
NA OCENĘ 3.0	Student zna budowę elektrowni z turbiną gazową, realizowany w niej cykl termodynamiczny oraz podstawowe typy kombinowanych układów gazowo-parowych. Student zna definicje rozproszonych źródeł energii elektrycznej.
NA OCENĘ 3.5	Student zna budowę elektrowni z turbiną gazową, realizowany w niej cykl termodynamiczny oraz podstawowe typy kombinowanych układów gazowo-parowych. Potrafi obliczyć sprawność teoretyczną i rzeczywistą obiegu cieplnego tam realizowanego. Student zna definicję rozproszonych źródeł energii elektrycznej. Wymienia układy stosowane w energetyce rozproszonej.
NA OCENĘ 4.0	Student zna budowę elektrowni z turbiną gazową, realizowany w niej cykl termodynamiczny oraz podstawowe typy kombinowanych układów gazowo-parowych. Potrafi obliczyć sprawność teoretyczną i rzeczywistą obiegu cieplnego tam realizowanego. Wymienia i opisuje sposoby poprawy sprawności obiegu Braytona. Student zna definicję rozproszonych źródeł energii elektrycznej. Wymienia układy stosowane w energetyce rozproszonej. Omawia obiegi termodynamiczne stosowane w silnikach z zapłonem iskrowym i samoczynnym.
NA OCENĘ 4.5	Student zna budowę elektrowni z turbiną gazową, realizowany w niej cykl termodynamiczny oraz podstawowe typy kombinowanych układów gazowo-parowych. Potrafi obliczyć sprawność teoretyczną i rzeczywistą obiegu cieplnego tam realizowanego. Wymienia i opisuje sposoby poprawy sprawności obiegu Braytona. Oblicza sprawność teoretyczną układów gazowo-parowych pracujących w układzie szeregowym i równoległym. Student zna definicję rozproszonych źródeł energii elektrycznej. Wymienia układy stosowane w energetyce rozproszonej. Omawia obiegi termodynamiczne stosowane w silnikach z zapłonem iskrowym i samoczynnym. Wymienia podstawowe rodzaje ogniw paliwowych i zachodzące w nich przemiany umożliwiające wytworzenie energii elektrycznej.

NA OCENĘ 5.0	Student zna budowę elektrowni z turbiną gazową, realizowany w niej cykl termodynamiczny oraz podstawowe typy kombinowanych układów gazowo-parowych. Potrafi obliczyć sprawność teoretyczną i rzeczywistą obiegu cieplnego tam realizowanego. Wymienia i opisuje sposoby poprawy sprawności obiegu Braytona. Oblicza sprawność teoretyczną układów gazowo-parowych pracujących w układzie szeregowym i równoległym. Wymienia kierunki rozwoju turbin gazowych, charakteryzuje spotykane na świecie rozwiązania bloków gazowo-parowych i osiągane w nich parametry. Student zna definicje rozproszonych źródeł energii elektrycznej. Wymienia układy stosowane w energetyce rozproszonej. Omawia obiegi termodynamiczne stosowane w silnikach z zapłonem iskrowym i samoczynnym. Wymienia podstawowe rodzaje ogniw paliwowych i zachodzące w nich przemiany umożliwiające wytworzenie energii elektrycznej. Charakteryzuje parametry robocze poszczególnych typów ogniw paliwowych i podaje miejsca ich wykorzystania.
--------------	---

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_W08 K_U01 K_U04 K_K01 K_K04	Cel 1	C1 C2 C3 W1 W2 W3 W4	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK2	K_W08 K_U01 K_U04 K_K01 K_K04	Cel 2	C1 C2 C3 C4 W5	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK3	K_W08 K_U01 K_U04 K_K01 K_K04	Cel 2	W6	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK4	K_W08 K_U01 K_U04 K_K01 K_K04	Cel 3	C6 W7 W9	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK5	K_W08 K_U01 K_U04 K_K01 K_K04	Cel 4	C6 W8 W9	N1 N2 N3	F1 F2 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

[1 | Pawlik M., Strzelczyk F. — *Elektrownie*, Warszawa, 2009, WNT

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1 | Marecki J. — *Podstawy przemian energetycznych*, Warszawa, 2007, WNT

[2 | Cengel Y., Boles M.A. — *Thermodynamics: An Engineering Approach*, New York, 2011, McGraw-Hill

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Tomasz Sobota (kontakt: tsobota@mech.pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Tomasz Sobota (kontakt: tsobota@mech.pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....