Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2013/2014

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma sudiów: niestacjonarne

Kod kierunku: Energ

Stopień studiów: I

Specjalności: Elektroenergetyka

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 oIN PW39 13/14
Kategoria przedmiotu	Przedmioty specjalnościowe
Liczba punktów ECTS	4.00
Semestry	7

2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

Semestr	Wykłady	Ćwiczenia	Laboratoria	Laboratoria komputerowe	Projekty	
7	20	10	0	0	0	0

3 Cele przedmiotu

Cel 1 Zapoznanie z obecnym stanem polskiej energetyki zawodowej i perspektywami jej dalszego rozwoju.

Cel 2 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.

Cel 3 Zapoznanie studentów z podstawowymi układami pracy elektrociepłowni. Sprawność elektrociepłowni, wskaźnik skojarzenia.

Cel 4 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, LMFBR i CANDU.

Cel 5 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 6 Zapoznanie studentów z układami gazowymi i gazowo-parowymi. Poprawa sprawności elektrowni z turbinami gazowymi. Obliczanie sprawności teoretycznej kombinowanych układów gazowo-parowych.

Cel 7 Zapoznanie studentów z generacją rozproszoną 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 Umiejętności 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.

EK6 Wiedza Student zna układy rozproszonej generacji energii elektrycznej oraz rodzaje ogniw paliwowych.

6 Treści programowe

Wykłady		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin

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 (węgla kamiennego i brunatnego, 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.	2
W4	Układy chłodzenia elektrowni. Układ otwarty i zamknięty, chłodzenie bezpośrednie i pośrednie. Konstrukcje chłodni kominowych. Zapotrzebowanie wody do skraplania pary.	2
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.	2
W6	Elektrownie z turbinami gazowymi: budowa, zasada działania, cykl przemian. Obliczanie sprawności cieplnej obiegu i sposoby poprawy sprawności. Kombinowane układy gazowo-parowe - charakterystyka, sprawność cieplna, istniejące na świecie rozwiązania i osiągane w nich parametry.	3
W7	Elektrownie jądrowe. Podstawy fizyki jądrowej, rodzaje i charakterystyka paliwa nuklearnego i jego obieg, typy energetycznych reaktorów jądrowych (budowa, zasada działania i osiągane parametry), bezpieczeństwo w elektrowniach jądrowych.	3
W8	Elektrownie wodne - zasoby wodne Polski i świata, podział i budowa elektrowni wodnych, zasady przetwarzania energii, oddziaływanie na środowisko. Energia wód morskich i oceanicznych: energia maretermiczna, pływów, prądów morskich i fal. Sposoby jej przetwarzania.	2
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	2

Ćwiczenia		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin

Ćwiczenia		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków 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.	3
C2	Obliczanie sprawności brutto i netto bloku energetycznego. Obliczanie wskaźników jednostkowego zużycia pary, ciepła i paliwa w elektrowni kondensacyjnej.	2
C3	Obliczanie zapotrzebowania wody do chłodzenia skraplaczy turbin parowych i krotności chłodzenia.	1
C4	Obliczanie sprawności układów kogeneracyjnych.	1
C5	Obliczanie sprawności cieplnej układów gazowych i bloków gazowo-parowych.	2
C6	Elektrownie wodne - obliczanie spadku dyspozycyjnego i strumienia wody dla elektrowni o zadanej mocy zainstalowanej	1

7 Narzędzia dydaktyczne

N1 Wykłady

N2 Dyskusja

N3 Prezentacje multimedialne

N4 Zadania tablicowe

N5 Konsultacje

8 Obciążenie pracą studenta

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	0
Konsultacje przedmiotowe	10
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	75
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta	**90**
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	4.00

9 Sposoby oceny

Ocena formująca

F1 Zadanie tablicowe

F2 Kolokwium

Ocena podsumowująca

P1 Egzamin pisemny

P2 Średnia ważona ocen formujących

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 ocen P1 i P2

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 definicję elektrociepłowni i potrafi wymienić typy elektrociepłowni.
Na ocenę 3.5	Student podaje definicję elektrociepłowni oraz potrafi wymienić i scharakteryzować poszczególne typy elektrociepłowni.
Na ocenę 4.0	Student podaje definicję elektrociepłowni oraz potrafi wymienić i scharakteryzować poszczególne typy elektrociepłowni. Umie przedstawić jak działają układy kogeneracyjne.
Na ocenę 4.5	Student podaje definicję elektrociepłowni oraz potrafi wymienić i scharakteryzować poszczególne typy elektrociepłowni. Umie przedstawić działanie układów kogeneracyjnych. Potrafi obliczyć sprawność teoretyczną elektrociepłowni z turbiną przeciwprężną i upustowo-kondensacyjną.
Na ocenę 5.0	Student podaje definicję elektrociepłowni oraz potrafi wymienić i scharakteryzować poszczególne typy elektrociepłowni. Umie przedstawić działanie układów kogeneracyjnych. Potrafi obliczyć sprawność teoretyczną elektrociepłowni z turbiną przeciwprężną i upustowo-kondensacyjną. 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.
Na ocenę 3.0	Student zna budowę elektrowni z turbiną gazową, realizowany w niej cyklu termodynamiczny oraz podstawowe typy kombinowanych układów gazowo-parowych.
Na ocenę 3.5	Student zna budowę elektrowni z turbiną gazową, realizowany w niej cyklu termodynamiczny oraz podstawowe typy kombinowanych układów gazowo-parowych. Potrafi obliczyć sprawność teoretyczną i rzeczywistą obiegu cieplnego tam realizowanego.
Na ocenę 4.0	Student zna budowę elektrowni z turbiną gazową, realizowany w niej cyklu 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.
Na ocenę 4.5	Student zna budowę elektrowni z turbiną gazową, realizowany w niej cyklu 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.
Na ocenę 5.0	Student zna budowę elektrowni z turbiną gazową, realizowany w niej cyklu 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.
Efekt kształcenia 6	
Na ocenę 2.0	Student nie zna definicji rozproszonych źródeł energii elektrycznej.
Na ocenę 3.0	Student zna definicję rozproszonych źródeł energii elektrycznej.
Na ocenę 3.5	Student zna definicję rozproszonych źródeł energii elektrycznej. Wymienia układy stosowane w energetyce rozproszonej.
Na ocenę 4.0	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 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 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. 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_W02, K_W08, K_U01, K_U05, K_U12, K_U13, K_U17, K_K02	Cel 1 Cel 2 Cel 3	W1 W2 W3 W4 C1 C2 C3	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 P1 P2
EK2	K_W02, K_W08, K_U01, K_U05, K_U12, K_U13, K_U17, K_K02	Cel 1 Cel 2 Cel 3	W1 W5 C4	N1 N3 N4 N5	F1 F2 P1 P2
EK3	K_W02, K_W08, K_U01, K_U05, K_U12, K_U13, K_U17, K_K02	Cel 2 Cel 4	W7	N1 N2 N3	F1 F2 P1 P2
EK4	K_W02, K_W08, K_U01, K_U05, K_U12, K_U13, K_U17, K_K02	Cel 5	W8 C6	N1 N2 N3 N5	F1 F2 P1 P2
EK5	K_W02, K_W08, K_U01, K_U05, K_U12, K_U13, K_U17, K_K02	Cel 6	W6 C4 C5	N1 N2 N4	F1 F2 P1 P2

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposoby oceny
EK6	K_W02, K_W08, K_U01, K_U05, K_U12, K_U13, K_U17, K_K02	Cel 7	W9	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 P1 P2

11 Wykaz literatury

Literatura podstawowa

[1] Maciej Pawlik, Franciszek Strzelczyk — *Elektrownie*, Warszawa, 2009, WNT

[2] Jacek Marecki — *Podstawy przemian energetycznych*, Warszawa, 2007, WNT

Literatura uzupełniająca

[1] Yunus engel, Michael A. Boles — *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)

. . . . . .