**Nazwa przedmiotu:**

Współczesne Siłownie Cieplne

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż Adam Smyk

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Energetyka

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty obieralne

**Kod przedmiotu:**

ML.NS725

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

3

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1) Liczba godzin kontaktowych 47 , w tym:
a) udział w wykładach - 30 godz.,
b) udział w ćwiczeniach - 15 godz.,
c) konsultacje - 2 godz.
2) Praca własna studenta - 30 godz., w tym:
a) realizacja zadań domowych - 15 godz.,
b) bieżące przygotowywanie się do zajęć, studia literaturowe - 10 godz.,
c) przygotowywanie się do kolokwium zaliczeniowego - 5 godz.
Razem - 77 godz. - 3 punkty ECTS.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

1,9 punktu ECTS - liczba godzin kontaktowych 47 , w tym::
a) udział w wykładach - 30 godz.,
b) udział w ćwiczeniach - 15 godz.,
c) konsultacje - 2 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

-

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 15h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Wiedza z wymiany ciepła, termodynamiki i teorii maszyn cieplnych oraz na temat głównych urządzeń stanowiących wyposażenie siłowni cieplnych, w tym: kotłów, turbin, pomp, wymienników ciepła i skraplaczy energetycznych, generatorów. Wskazana wiedza z podstaw rachunku dyskonta (efektywności inwestycji).

**Limit liczby studentów:**

50

**Cel przedmiotu:**

Zdobycie umiejętności wiązania współpracy głównych urządzeń w ramach obiegu cieplnego siłowni oraz nauczenie sposobu analiz układów cieplnych siłowni i ich oceny termodynamicznej i ekonomicznej, a także podstawowe przygotowanie do projektowania i eksploatacji siłowni.

**Treści kształcenia:**

Rola energii w gospodarce oraz uwarunkowania zmiany zapotrzebowanie na energię elektryczną i ciepło. Zasoby światowe i krajowe oraz charakterystyka paliw. Siłownie cieplne w kraju i na świecie. Czynniki robocze i układy cieplne siłowni. Układy cieplne współczesnych bloków kondensacyjnych i ciepłowniczych.. Sposoby podwyższania sprawności S.C. Charakterystyki obciążeń. Wskaźniki energetyczne i ekonomiczne oceny pracy S.C. Dobór głównych urządzeń S.C. Skojarzona produkcja ciepła i energii elektrycznej.
Obliczenia cieplno-przepływowe - dla warunków projektowych i w zmienionych warunkach pracy. Układy pomocnicze: gospodarka paliwowa, usuwanie odpadów, gospodarka wodna, potrzeby własne. Plan generalny i kompozycja budynku głównego S.C. Kierunki rozwoju siłowni cieplnych – nowe technologie S.C, wzrost parametrów pary i sprawności urządzeń i podukładów.

**Metody oceny:**

Metody oceny: Prace domowe - zadania obliczeniowe i opisowe (40%). Kolokwium zaliczające (60%). Praca własna: np. projekt, podczas którego studenci powinny zaprojektować i zestawić prosty układ cieplny bloku kondensacyjnego lub bloku ciepłowniczego i dokonać oceny termodynamicznej (sprawność, jednostkowe zużycie ciepła) i ekonomicznej (NPV, jednostkowy koszt wytwarzania).

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Zalecana literatura:
 1. Pawlik M., Strzelczyk F.: Elektrownie, WNT Warszawa.
 2. Chmielniak T.: Technologie energetyczne. WNT Warszawa.
 3. Andrzejewski S.: Podstawy projektowania siłowni cieplnych. WNT Warszawa.
Dodatkowa literatura:
1. P.K.Nag: Power Plant Engineering. McGraw-Hill Offices 2008.
2. J. Paska: Ekonomika w elektroenergetyce. OWPW, Warszawa, 2007.
3. Materiały dostarczone przez wykładowcę.

**Witryna www przedmiotu:**

www.itc.pw.edu.pl

**Uwagi:**

1. Przedmiot jest podsumowaniem i rozwinięciem wiedzy dotyczącej wszystkich maszyn i urządzeń siłowni oraz wiedzy ekonomicznej uprzednio zdobytej przez studenta. Stąd podział na 2 godz. wykładu i 1 godz. ćwiczeń, w tym komputerowych z wykorzystaniem oprogramowania.
2. Limit grupy 50 osób umożliwia zorganizowanie ćwiczeń oraz wyjazdu do krajowych nowoczesnych elektrowni i/lub elektrociepłowni, realizowany od wielu lat.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.NS725\_W1:**

Zna podstawowe układy cieplne elektrowni kondensacyjnych i elektrociepłowni oraz rolę głównych urządzeń bloku w tych układach.

Weryfikacja:

Kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_W1:**

Zna podstawowe układy cieplne elektrowni kondensacyjnych i elektrociepłowni oraz rolę głównych urządzeń bloku w tych układach.

Weryfikacja:

Kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_W17

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_W1:**

Zna podstawowe układy cieplne elektrowni kondensacyjnych i elektrociepłowni oraz rolę głównych urządzeń bloku w tych układach.

Weryfikacja:

Kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_W31

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_W2:**

Zna główne układy technologiczne siłowni cieplnych i ich rolę w pracy siłowni.

Weryfikacja:

Kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_W2:**

Zna główne układy technologiczne siłowni cieplnych i ich rolę w pracy siłowni.

Weryfikacja:

Kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_W16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_W3:**

 Zna definicje głównych wskaźników służących do określania efektywności energetycznej siłowni cieplnych, w tym: sprawności energetycznej, jednostkowego zużycia ciepła, a dla układów skojarzonych także -PES tj. oszczędność energii pierwotnej oraz potrafi je obliczyć.

Weryfikacja:

Kolokwium, prace domowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_W17

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_W3:**

 Zna definicje głównych wskaźników służących do określania efektywności energetycznej siłowni cieplnych, w tym: sprawności energetycznej, jednostkowego zużycia ciepła, a dla układów skojarzonych także -PES tj. oszczędność energii pierwotnej oraz potrafi je obliczyć.

Weryfikacja:

Kolokwium, prace domowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_W28

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_W3:**

 Zna definicje głównych wskaźników służących do określania efektywności energetycznej siłowni cieplnych, w tym: sprawności energetycznej, jednostkowego zużycia ciepła, a dla układów skojarzonych także -PES tj. oszczędność energii pierwotnej oraz potrafi je obliczyć.

Weryfikacja:

Kolokwium, prace domowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_W3:**

 Zna definicje głównych wskaźników służących do określania efektywności energetycznej siłowni cieplnych, w tym: sprawności energetycznej, jednostkowego zużycia ciepła, a dla układów skojarzonych także -PES tj. oszczędność energii pierwotnej oraz potrafi je obliczyć.

Weryfikacja:

Kolokwium, prace domowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_W4:**

Zna formuły służące do określania kosztów wytwarzania energii elektrycznej i ciepła w elektrowniach i elektrociepłowniach oraz kryteria ekonomicznej oceny efektywności budowy elektrowni i elektrociepłowni (NPV, NPVR, IRR) i potrafi je obliczyć.

Weryfikacja:

Kolokwium, praca domowa.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_W28

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_W4:**

Zna formuły służące do określania kosztów wytwarzania energii elektrycznej i ciepła w elektrowniach i elektrociepłowniach oraz kryteria ekonomicznej oceny efektywności budowy elektrowni i elektrociepłowni (NPV, NPVR, IRR) i potrafi je obliczyć.

Weryfikacja:

Kolokwium, praca domowa.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_W31

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_W4:**

Zna formuły służące do określania kosztów wytwarzania energii elektrycznej i ciepła w elektrowniach i elektrociepłowniach oraz kryteria ekonomicznej oceny efektywności budowy elektrowni i elektrociepłowni (NPV, NPVR, IRR) i potrafi je obliczyć.

Weryfikacja:

Kolokwium, praca domowa.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_W32

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.NS725\_U1:**

 Potrafi korzystać z literatury przedmiotu w tym: książek, publikacji wyników badań naukowych, czasopism i baz danych z Internetu w obszarze elektroenergetyki i ciepłownictwa.

Weryfikacja:

Kolokwium, prace domowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_U1:**

 Potrafi korzystać z literatury przedmiotu w tym: książek, publikacji wyników badań naukowych, czasopism i baz danych z Internetu w obszarze elektroenergetyki i ciepłownictwa.

Weryfikacja:

Kolokwium, prace domowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_U1:**

 Potrafi korzystać z literatury przedmiotu w tym: książek, publikacji wyników badań naukowych, czasopism i baz danych z Internetu w obszarze elektroenergetyki i ciepłownictwa.

Weryfikacja:

Kolokwium, prace domowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_U1:**

 Potrafi korzystać z literatury przedmiotu w tym: książek, publikacji wyników badań naukowych, czasopism i baz danych z Internetu w obszarze elektroenergetyki i ciepłownictwa.

Weryfikacja:

Kolokwium, prace domowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_U1:**

 Potrafi korzystać z literatury przedmiotu w tym: książek, publikacji wyników badań naukowych, czasopism i baz danych z Internetu w obszarze elektroenergetyki i ciepłownictwa.

Weryfikacja:

Kolokwium, prace domowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_U2:**

 Potrafi określić efektywność energetyczną obiegu cieplnego siłowni, w tym: sprawność i jednostkowe zużycie ciepła w bloku kondensacyjnym.

Weryfikacja:

Zadanie domowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_U2:**

 Potrafi określić efektywność energetyczną obiegu cieplnego siłowni, w tym: sprawność i jednostkowe zużycie ciepła w bloku kondensacyjnym.

Weryfikacja:

Zadanie domowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_U2:**

 Potrafi określić efektywność energetyczną obiegu cieplnego siłowni, w tym: sprawność i jednostkowe zużycie ciepła w bloku kondensacyjnym.

Weryfikacja:

Zadanie domowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U17

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_U3:**

Potrafi obliczyć jednostkowy koszt wytwarzania energii elektrycznej oraz wskaźniki ekonomiczne: NPV, NPVR, IRR bloku energetycznego.

Weryfikacja:

Zadanie domowe II.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_U3:**

Potrafi obliczyć jednostkowy koszt wytwarzania energii elektrycznej oraz wskaźniki ekonomiczne: NPV, NPVR, IRR bloku energetycznego.

Weryfikacja:

Zadanie domowe II.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_U3:**

Potrafi obliczyć jednostkowy koszt wytwarzania energii elektrycznej oraz wskaźniki ekonomiczne: NPV, NPVR, IRR bloku energetycznego.

Weryfikacja:

Zadanie domowe II.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_U4:**

Potrafi określić i analizować rolę poszczególnych urządzeń i układów technologicznych siłowni oraz ich wpływ na sprawność i efektywność ekonomiczną.

Weryfikacja:

Kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_U4:**

Potrafi określić i analizować rolę poszczególnych urządzeń i układów technologicznych siłowni oraz ich wpływ na sprawność i efektywność ekonomiczną.

Weryfikacja:

Kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_U4:**

Potrafi określić i analizować rolę poszczególnych urządzeń i układów technologicznych siłowni oraz ich wpływ na sprawność i efektywność ekonomiczną.

Weryfikacja:

Kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_U4:**

Potrafi określić i analizować rolę poszczególnych urządzeń i układów technologicznych siłowni oraz ich wpływ na sprawność i efektywność ekonomiczną.

Weryfikacja:

Kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_U5:**

Potrafi określić korzyści energetyczne i ekonomiczne skojarzonego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej, w tym: oszczędność energii pierwotnej oraz jednostkowy zdyskontowany koszt wytwarzania ciepła w EC .

Weryfikacja:

Kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U17

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_U5:**

Potrafi określić korzyści energetyczne i ekonomiczne skojarzonego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej, w tym: oszczędność energii pierwotnej oraz jednostkowy zdyskontowany koszt wytwarzania ciepła w EC .

Weryfikacja:

Kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_U5:**

Potrafi określić korzyści energetyczne i ekonomiczne skojarzonego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej, w tym: oszczędność energii pierwotnej oraz jednostkowy zdyskontowany koszt wytwarzania ciepła w EC .

Weryfikacja:

Kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U22

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka ML.NS725\_K1:**

Potrafi pracować w grupie i wspólnie analizować uzyskane wyniki.

Weryfikacja:

Zadanie domowe II.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_K1:**

Potrafi pracować w grupie i wspólnie analizować uzyskane wyniki.

Weryfikacja:

Zadanie domowe II.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS725\_K1:**

Potrafi pracować w grupie i wspólnie analizować uzyskane wyniki.

Weryfikacja:

Zadanie domowe II.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_K06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**