**Nazwa przedmiotu:**

Przesyłanie energii elektrycznej i technika zabezpieczeń I

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Henryk Kaproń

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Energetyka

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

NK381

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2011/2012

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

 30 godz. wykład
15 godz. ćwiczenia
10 godz. przygotowań do ćwiczeń
10 godz. przygotowań do kolokwium
10 godz. praca własna

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

75 godz. kontaktowych:

30 godz. wykład
15 godz. ćwiczenia
10 godz. przygotowań do ćwiczeń
10 godz. przygotowań do kolokwium
10 godz. praca własna

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

0,5 punktu ECTS - ok. 15 godzin pracy studenta - przygotowanie się do ćwiczeń i kolokwiów

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

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

**Wymagania wstępne:**

Elektrotechnika I; Elektrotechnika II; Maszyny elektryczne I; Maszyny elektryczne II

**Limit liczby studentów:**

brak limitu

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie się z podstawowymi zagadnieniami technicznymi związanymi z wytwarzaniem, przesyłem, dystrybucją i użytkowaniem energii elektrycznej. Zapoznanie się z układami elektrycznymi elektrowni. Zapoznanie się z układami przesyłu i dystrybucji energii elektrycznej. Zapoznanie się z pracą systemu elektroenergetycznego. Zapoznanie się z podstawowymi urządzeniami elektroenergetycznymi. Zapoznanie się z podstawowymi odbiorami energii elektrycznej. Zapoznanie się z zasadami i środkami ochrony przepięciowej i odgromowej. Zapoznanie się z funkcjonowaniem rynku energii elektrycznej. Pogłębienie wiadomości z zakresu stosowania środków ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach elektrycznych.

**Treści kształcenia:**

Treści merytoryczne przedmiotu: System elektroenergetyczny. Ogólna charakterystyka systemu elektroenergetycznego. Struktura systemu. Poziomy napięć. Regulacja napięcia. Regulacja mocy czynnej i częstotliwości. Sposoby połączenia z ziemią punktu neutralnego. Niezawodność sieci elektroenergetycznych. Eksploatacja sieci elektroenergetycznych. Krajowy System Elektroenergetyczny. Generacja rozproszona. Inteligentne Sieci Energetyczne. Moc i energia w systemie elektroenergetycznym. Moc czynna. Moc bierna. Energia. Zmienność przebiegu obciążenia. Prognozowanie zapotrzebowania na moc i energię elektryczną. Straty mocy i energii. Straty w przewodach. Straty mocy w transformatorach. Metody zmniejszania strat. Źródła i odbiorniki energii elektrycnej. Odbiorniki mocy biernej. Wpływ przesyłu mocy biernej na pracę elementów sieci. Współczynnik mocy. Energetyczny równoważnik mocy biernej. Typy kompensacji. Kompensacja na zaciskach transformatora. Poprawa współczynnika mocy silników indukcyjnych. Problemy kompensacji mocy biernej przy odkształceniach napięcia. Rezonans w układach z baterią kondensatorów. Jakość energii elektrycznej. Poziom i odchylenie napięcia. Wahania napięcia. Zapady napięcia zasilającego. Odbiorniki nieliniowe. Przebiegi odkształcone. Źródła i skutki wyższych harmonicznych. Harmoniczne w układach trójfazowych w różnych połączeniach sieci. Metody ograniczania zawartości harmonicznych. Niesymetria w układach wielofazowych. Wytwarzanie energii elektrycznej. Sposoby wytwarzania energii elektrycznej. Jednostki wytwórcze energii elektrycznej. Klasyfikacja elektrowni. Podstawowe parametry podsystemu wytwórczego. Układy elektryczne elektrowni. Układy wyprowadzenia mocy. Transformatory blokowe, zaczepowe i sprzęgające. Podstawowe układy elektryczne elektrowni. Rozłącznik generatorowy. Przykłady układów elektrycznych elektrowni. Układy potrzeb własnych elektrowni. Klasyfikacja potrzeb własnych. Zasilanie urządzeń własnych elektrowni. Napędy elektryczne urządzeń potrzeb własnych. Generatory synchroniczne i ich regulacja. Podstawowe własności generatorów synchronicznych. Wykresy fazorowe. Moc czynna i bierna układu generator-transformator. Dopuszczalny obszar pracy generatora. Sprawność generatorów. Charakterystyka U(Q). Zwarcie trójfazowe generatora synchronicznego. Równanie ruchu wirnika. Układy odwzbudzania generatora. Forsowanie wzbudzenia. Regulatory generatorów synchronicznych. Zabezpieczenia generatorów. Regulacja transformatorów. Rodzaje transformatorów regulacyjnych. Regulacja za pomocą przełączników zaczepów. Regulatory transformatorów. Kompensacja mocy biernej w sieciach elektroenergetycznych. Baterie kondensatorów i ich regulacja. Kompensacja a regulacja napięcia. Bocznikowe urządzenia FACTS. Kompensacja bocznikowa w sieciach WN. Regulacja przepływów w sieciach przesyłowych i kompensacja szeregowa. Regulacja kąta obciążenia. Kompensacja reaktancji linii przesyłowej. Szeregowe urządzenia FACTS. Grupowa regulacja napięcia i mocy biernej. Regulacja stacji elektrownianych. Regulacja stacji transformatorowych. Stabilność systemu elektroenergetycznego. Kołysania wirników generatorów. Praca asynchroniczna. Stabilność napięciowa. Środki poprawy stabilności. Regulacja częstotliwości i mocy w systemie elektroenergetycznym. Regulacja pierwotna. Regulacja wtórna. Regulacja trójna. Zwarcia w systemach elektroenergetycznych. Rodzaje zwarć. Prądy robocze i zwarciowe. Cieplne i elektrodynamiczne działanie prądów zwarciowych. Przyczyny powstawania i skutki zwarć. Parametry prądów zwarciowych. Metody obliczania prądów zwarciowych: udarowego, wyłączeniowego, zastępczego cieplnego. Parametry obwodów zwarciowych: systemu elektroenergetycznego, pozostałych elementów obwodu zwarciowego. Metody ograniczania skutków działania prądów zwarciowych. Ochrona przepięciowa i odgromowa. Podstawowe źródła narażeń udarowych. Strefowa koncepcja ochrony odgromowej i przepięciowej. Zewnętrzna i wewnętrzna ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Ochrona odgromowa elektrowni wiatrowych. Ograniczania przepięć w instalacji elektrycznej. Ograniczniki przepięć. Przykłady rozwiązań ochrony odgromowej i przepięciowej. Urządzenia elektroenergetyczne. Widomości wstępne. Łączniki elektroenergetyczne WN i nn. Przebiegi łączeniowe. Wyłączniki: instalacyjne, silnikowe, sieciowe i stacyjne, ograniczające, różnicowoprądowe. Łączniki stycznikowe. Bezpieczniki. Przewody elektroenergetyczne. Dobór przewodów. Rozdzielnice i rozdzielnie o napięciu do 1 kV. Sterowanie i zabezpieczanie odbiorników. Selektywność zabezpieczeń. Układy i urządzenia zasilania rezerwowego i gwarantowanego. Stacje elektroenergetyczne. Wiadomości ogólne: elementy składowe i klasyfikacja stacji, lokalizacja i plan generalny stacji, warunki sieciowe. Układy połączeń rozdzielnic i stacji: uwagi ogólne i wymagania podstawowe, układy połączeń rozdzielnic niskich i średnich napięć, układy połączeń rozdzielnic wysokich i najwyższych napięć, układy połączeń stacji. Rozwiązania konstrukcyjne rozdzielni i stacji: wymagania ogólne, rozdzielnice napowietrzne, rozdzielnice wnętrzowe, rozdzielnice hermetycznie osłonięte. Elementy torów głównych: transformatory, szyny zbiorcze, izolatory, aparaty łączeniowe, dławiki zwarciowe, ograniczniki przepięć. Potrzeby własne stacji. Obwody pomocnicze i nastawne. Urządzenia sprężonego powietrza. Urządzenia telekomunikacji i telemechaniki. Eksploatacja stacji elektroenergetycznych. Układy sterowania i nadzoru. Układy regulacji. Układy pomiaru energii. Elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa (EAZ). Wiadomości podstawowe. Zakłócenia w pracy systemów elektroenergetycznych. Obwody pomiarowe w układach automatyki zabezpieczeniowej. Obwody sterowania i sygnalizacji w układach automatyki zabezpieczeniowej. Elementy układów EAZ. Zabezpieczenia linii elektroenergetycznych. Zabezpieczenia transformatorów sieciowych. Zabezpieczenia szyn zbiorczych i lokalnej rezerwy wyłączników. Zabezpieczenia generatorów i bloków generator-transformator. Zabezpieczenia silników prądu przemiennego. Wybrane układy automatyki: SPZ, SZR, SCO, SPZ po SCO, AWSC. Prace kontrolno-pomiarowe. Rozliczeniowe pomiary energii elektrycznej. Przekładniki napięciowe i prądowe. Liczniki energii. Analizatory parametrów sieci elektrycznych. Inne urządzenia i przyrządy pomiarowe. Elektroniczne urządzenia pomiarowe. Badania instalacji elektrycznych niskiego napięcia. Prace pomiarowe przy instalacjach i urządzeniach elektrycznych. Wykonywanie pomiarów eksploatacyjnych przy urządzeniach elektroenergetycznych o napięciu znamionowym do 1kV i powyżej 1kV. Rezerwowanie w automatyce zabezpieczeniowej. Informatyka w elektroenergetyce. Typowe odbiorniki energii elektrycznej. Wiadomości ogólne. Silniki elektryczne. Przemysłowe urządzenia elektrotermiczne. Elektryczne źródła światła: domowe, uliczne, przemysłowe. Inne typowe odbiorniki: prostowniki, baterie akumulatorów, UPS, zespoły prądotwórcze, urządzenia do elektrolizy. Układy zasilania odbiorców. Zasilanie odbiorców nieprzemysłowych. Rodzaje odbiorców. Zasady obliczania mocy zapotrzebowanej. Elektroenergetyczne sieci miejskie. Wnętrzowe instalacje elektroenergetyczne. Nowoczesne systemy instalacji elektrycznych. Zasilanie odbiorców przemysłowych. Niezawodność zasilania. Źródła i sposoby zasilania zakładów przemysłowych. Układy sieci rozdzielczych zakładów przemysłowych. Rynek energii elektrycznej. Organizacja i działanie. Struktura rynku energii. Segmenty rynku energii. Zadania OSP i OSD. Towarowa Giełda Energii. Koszty wytwarzania energii elektrycznej. Ustawa Prawo energetyczne. Rozporządzenia wykonawcze. Rola i obowiązki ministra właściwego ds. gospodarki. Rola i obowiązki Prezesa URE. Taryfowanie. Elektrownie na rynku energii elektrycznej. Opłaty przesyłowe. Umowy o przyłączenie do sieci i dostarczanie energii elektrycznej. Instytucja sprzedawcy z urzędu. Ubóstwo energetyczne. Urządzenia elektroenergetyczne w energetyce wiatrowej. Rodzaje elektrowni wiatrowych. Generatory. Podstawowe układy zasilania elektrowni wiatrowych. Współpraca elektrowni wiatrowej z systemem elektroenergetycznym. Zasilanie farm wiatrowych. Ochrona przeciwporażeniowa w instalacjach elektrycznych. Działanie prądu elektrycznego na organizm ludzki. Ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach elektrycznych o napięciu do 1 kV. Typy układów sieci. Klasyfikacja urządzeń elektrycznych. Ochrona przeciwporażeniowa w układach TN, TT i IT. Ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach elektrycznych o napięciu powyżej 1 kV. Uziomy i przewody ochronne. Wpływ pól elektrycznych i magnetycznych małej częstotliwości na ludzi.

**Metody oceny:**

Metody oceny: 2 kolokwia. Praca własna: wykonanie prostego projektu z zakresu elektroenergetyki.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Zalecana literatura: 1. Laudyn D., Pawlik M, Strzelczyk F.: Elektrownie, WNT, 2000. 2. Machowski J.: Regulacja i stabilność systemu elektroenergetycznego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2007. 3. Markiewicz H., Wołkowiński K.: Urządzenia elektroenergetyczne, WNT, Warszawa, 1985. 4. Praca zbiorowa pod redakcją Sz. Kujszczyka: Elektroenergetyczne sieci rozdzielcze, PWN, Warszawa, 2004. 5. Paska J.: Wytwarzanie energii elektrycznej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2005. 6. Sowa A.: Kompleksowa ochrona odgromowa i przepięciowa, COSIW SEP, 2005. Dodatkowa literatura: 1. Anuszczyk J.: Maszyny elektryczne w energetyce, WNT, Warszawa, 2005. 2. Gładyś H., Matla R.: Praca elektrowni w systemie elektroenergetycznym, WNT, Warszawa, 1999. 3. Markiewicz H.: Instalacje elektryczne, WNT, Warszawa, 2007. 4. Marzecki J.: Elektroenergetyczne sieci miejskie. Zagadnienia wybrane, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2006. 5. Masny J., Teresiak Z.: Przemiany energii elektrycznej, WNT, Warszawa, 1985. 6. Hering M.: Podstawy elektrotermii, WNT, Warszawa, 1992. 7. Szpor S., Samuła J.: Ochrona odgromowa, WNT, Warszawa, 1983. 8. Wiatr J., Orzechowski M.: Poradnik projektanta elektryka, MEDIUM Dom Wydawniczy, Warszawa, 2006. 9. Poradnik inżyniera elektryka, tom 2, WNT, Warszawa, 2007. 10. Poradnik inżyniera elektryka, tom 3, WNT, Warszawa, 2005. Materiały dostarczone przez wykładowcę: elektroniczna wersja wykładów (www. itc.pw.edu.pl)

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt EW2:**

Zna uwarunkowania techniczne wytwarzania, przesyłu, dystrybucji oraz użytkowania energii elektrycznej oraz układów elektrycznych elektrowni.

Weryfikacja:

kolokwium, egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** E1\_W12, E1\_W15, E1\_W19, E1\_W22, E1\_W23

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W04, T1A\_W05

**Efekt EW1:**

Zna zasady techniczno-ekonomiczne funkcjonowania Systemu Elektroenergetycznego.

Weryfikacja:

kolokwium, egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** E1\_W12, E1\_W15, E1\_W21

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W04

**Efekt EW3:**

Zna zasady działania i eksploatacji podstawowych urządzeń elektroenergetycznych.

Weryfikacja:

kolokwium, egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** E1\_W15, E1\_W19, E1\_W22

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W04

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt EU1:**

Potrafi rozwiązywać proste zadania obliczeniowe z zakresu Sieci i Systemów Elektroenergetycznych.

Weryfikacja:

kolokwium, egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** E1\_U12, E1\_U18, E1\_U20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U09, T1A\_U13, T1A\_U14

**Efekt EU2:**

Potrafi scharakteryzować podstawowe urządzenia i układy służące wytwarzaniu i przesyłaniu energii elektrycznej oraz zabezpieczaniu elementów Systemu Elektroenergetycznego.

Weryfikacja:

kolokwium, egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** E1\_U20, E1\_U26

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U14, T1A\_U09, T1A\_U16

**Efekt EU3:**

Potrafi scharakteryzować typowe odbiorniki i układy zasilania odbiorców.

Weryfikacja:

kolokwium, egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** E1\_U18, E1\_U20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U13, T1A\_U14

**Efekt EU4:**

Potrafi określić i scharakteryzować podstawowe parametry pracy Systemu Elektroenergetycznego.

Weryfikacja:

kolokwium, egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** E1\_U18, E1\_U20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U13, T1A\_U14

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt EK1:**

Ma świadomość znaczenia i odpowiedzialności sektora elektroenergetyki w funkcjonowaniu spoleczeństwa

Weryfikacja:

kolokwium, egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** E1\_K02, E1\_K05

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K02, T1A\_K05