

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2018/2019

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: E

Stopień studiów: I

Specjalności: Systemy i urządzenia energetyczne

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                  |
|-----------------------------------------|----------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Przesyłanie energii elektrycznej |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Power transmission systems       |
| KOD PRZEDMIOTU                          | E207                             |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe            |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                             |
| SEMESTRY                                | 4                                |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 4       | 15     | 15        | 15           | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie naturalnych i antropogennych procesów rozprzestrzeniania się energii elektromagnetycznej.

**Cel 2** Poznanie technicznych metod i układów służących do transportu energii elektrycznej w zależności od jej ilości oraz stopnia i szybkości jej zmian.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Co najmniej dostateczna znajomość matematyki, fizyki i chemii inżynierskiej.
- 2 Zaliczenie "Podstaw Elektrotechniki", "Podstaw Elektroniki", "Elektromechanicznych Przemian Energii", "Gospodarki Energetyczno-ciepłej".

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** ma wiedzę w zakresie problematyki pól elektromagnetycznych, związanej z transmisją i przetwarzaniem energii elektromagnetycznej.

**EK2 Wiedza** ma wiedzę w zakresie elektroenergetyki, zna technologie uzyskiwania, przetwarzania i przesyłania energii elektrycznej na skalę przemysłową.

**EK3 Umiejętności** potrafi wykorzystać poznane metody obliczeniowe i pomiarowe oraz modele matematyczne do projektowania i analizy działania nieskomplikowanych układów zasilania energią elektryczną.

**EK4 Umiejętności** potrafi porównać rozwiązania obiektów i układów elektroenergetycznych w aspektach zadanych kryteriów użytkowych i ekonomicznych.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                  |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BŁOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L1</b>    | Badanie czwórników elektrycznych z 6 różnymi konfiguracjami obciążenia (R, L C). Badanie wpływu zmiany modeli linii ( model I, II i III rodzaju) na charakterystykę $U = f(I)$ .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 4                |
| <b>L2</b>    | Kompensacja mocy biernej: dwustopniowy układ do kompensacji mocy biernej z 6-cioma różnymi kondensatorami. Wyznaczanie współczynnika mocy dla następujących przypadków: 1) brak kompensacji, 2) załączony pierwszy stopień kompensacji, 3) załączony drugi stopień kompensacji, 4) załączone obydwa stopnie kompensacji.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4                |
| <b>L3</b>    | Badanie wpływu przekładni transformatora na właściwości zasilanych z niego układów elektrycznych, widziane z pierwotnych zacisków transformatora.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 4                |
| <b>L4</b>    | Przepisy i zasady dotyczące wyposażenia i organizacji prac związanych z obiektami elektroenergetycznymi niskich i wysokich napięć na przykładzie stanowisk probierczych 110 kV laboratorium TWN. Zapoznanie się z układem zasilającym stanowisko probiercze, zasadami przestrzennego rozłożenia obiektów wysokonapięciowych, źródłami wysokiego napięcia elektrycznego, łącznikami, uziemiaczami i zabezpieczeniami, przyrządami do pomiaru wysokich napięć. Badanie rozkładu napięcia elektrycznego w powietrzu, w otoczeniu urządzeń wysokonapięciowych i skuteczności separowania pól elektromagnetycznych za pomocą fragmentarycznych klatek Faraday'a. | 3                |

| WYKŁAD |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                  |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP     | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | LICZBA<br>GODZIN |
| W1     | Przesyłanie energii w polu elektromagnetycznym: promieniowanie energii ciała drgającego - ruch falowy (fale elektromagnetyczne), wektor gęstości mocy Poyntinga. Energia elektromagnetyczna w dielektrykach i przewodnikach elektrycznych: rola ośrodków w procesie transmisji energii. Oddziaływanie przewodników metalicznych z polem elektromagnetycznym w zależności od jego szybkości.                                                                                                                                                                                                                                             | 3                |
| W2     | Promieniowanie energii elektromagnetycznej i energia elektromagnetyczna prowadzona. Różnice w przesyłaniu sygnałów elektromagnetycznych komunikacyjnych - małej mocy i sygnałów elektroenergetycznych dużej mocy. Trasowanie skoncentrowanego przepływu energii elektromagnetycznej za pomocą światłowodów i falowodów. Linie i obwody elektryczne jako szczególny przypadek folowodu.                                                                                                                                                                                                                                                  | 3                |
| W3     | Fizyczne elementy obwodów elektroenergetycznych: źródła mocy zmiennych skrośnej i poprzecznej, akumulatory i przetworniki energii, przenośniki i węzły oraz ich charakterystyki. Modele matematyczne i schematy zastępcze linii elektroenergetycznych oraz urządzeń i aparatów elektrycznych współpracujących z nimi. Moce i energie oraz ich rola w opisie właściwości linii elektroenergetycznych.                                                                                                                                                                                                                                    | 3                |
| W4     | Rodzaje i właściwości linii elektroenergetycznych w zależności od budowy i roli spełnianej w systemie elektroenergetycznym. Metodyka projektowania sieci i linii elektroenergetycznych: założenia projektowe (charakter i obciążenia odbiorów, kształt sieci i rodzaj linii, wysokość napięcia elektrycznego itp.), określenie stopnia bezpieczeństwa, niezawodności i ekonomiczności, dobór schematów zastępczych i obliczenia ich parametrów, obliczenia rozprężu prądów roboczych i wartości prądów zwarciovych, obliczenia przekrojów przewodów elektrycznych, obliczenia strat i spadków napięć elektrycznych, dobór zabezpieczeń. | 6                |

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                    | LICZBA<br>GODZIN |
| C1        | Schematy zastępcze układu przesyłowego. Obliczanie elementów schematów zastępczych: impedancje, admitancje, rezystancje, reaktancje, konduktancje i susceptancje maszyn elektrycznych, transformatorów i linii elektroenergetycznych. Czwórniki zastępcze i ich łączenie. | 5                |
| C2        | Obliczanie rozprężu prądów i spadków napięć w symetrycznych sieciach otwartych, zamkniętych i węzłowych. Zapoznanie się z metodami obliczania spadków napięć w sieciach obciążonych niesymetrycznie: analityczną, uproszczoną porównawczą i składowych symetrycznych.     | 5                |
| C3        | Dobór przekrojów przewodów wg kryteriów: nagrzewania prądami roboczymi i zwarciovymi, dopuszczalnych spadków napięcia, gospodarczej gęstości prądu, ograniczania zjawiska ulotu elektrycznego.                                                                            | 5                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia projektowe

N3 Ćwiczenia laboratoryjne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI                                                                                 | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                               | 45                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 0                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 3                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 45                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 10                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 17                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>120</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 4.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Zadanie tablicowe

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F3 Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

|                     |
|---------------------|
| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |
|---------------------|

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Brak wiedzy na temat zjawisk energetycznych i przesyłania energii w polach elektromagnetycznych, właściwości dielektryków i przewodników w polu elektromagnetycznym oraz ich roli w procesie transmisji energii, możliwości i sposobów koncentracji przepływu energii elektromagnetycznej. Nieznajomość różnic w przesyłaniu sygnałów elektromagnetycznych komunikacyjnych - małej mocy i sygnałów elektroenergetycznych dużej mocy.                                        |
| NA OCENĘ 3.0        | Podstawowa znajomość zjawisk energetycznych i przesyłania energii w polach elektromagnetycznych, właściwości dielektryków i przewodników w polu elektromagnetycznym oraz ich roli w procesie transmisji energii, możliwości i sposobów koncentracji przepływu energii elektromagnetycznej. Umiejętność werbalnego i graficznego przedstawienia różnic w przesyłaniu sygnałów elektromagnetycznych komunikacyjnych - małej mocy i sygnałów elektroenergetycznych dużej mocy. |
| NA OCENĘ 3.5        | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 4.0        | Rozszerzona wiedza na temat zjawisk energetycznych i przesyłania energii w polach elektromagnetycznych, właściwości dielektryków i przewodników w polu elektromagnetycznym oraz ich roli w procesie transmisji energii, możliwości i sposobów koncentracji przepływu energii elektromagnetycznej. Umiejętność analitycznego przedstawienia różnic w przesyłaniu sygnałów elektromagnetycznych komunikacyjnych - małej mocy i sygnałów elektroenergetycznych dużej mocy.     |
| NA OCENĘ 4.5        | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 5.0        | Dodatkowo umiejętność analitycznego i graficznego opisu zjawisk energetycznych w stałych i wolnozmiennych polach elektromagnetycznych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 2.0        | Nieznajomość fizycznych elementów linii elektroenergetycznych: źródeł mocy zmiennych skrośnej i poprzecznej, akumulatorów i przetworników energii oraz ich charakterystyk. Brak wiedzy na temat roli pojęć mocy i energii w opisie właściwości oraz projektowaniu linii elektroenergetycznych. Nieznajomość rodzajów i właściwości linii elektroenergetycznych w zależności od budowy i roli spełnianej w systemie elektroenergetycznym.                                    |
| NA OCENĘ 3.0        | Znajomość fizycznych elementów linii elektroenergetycznych: źródeł mocy zmiennych skrośnej i poprzecznej, akumulatorów i przetworników energii oraz ich charakterystyk. Wiedza na temat roli pojęć mocy i energii w opisie właściwości oraz projektowaniu linii elektroenergetycznych. Znajomość rodzajów i właściwości linii elektroenergetycznych w zależności od budowy i roli spełnianej w systemie elektroenergetycznym.                                               |
| NA OCENĘ 3.5        | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 4.0        | Dodatkowo umiejętność oceny istotności zjawisk zachodzących w liniach i urządzeniach elektroenergetycznych w zależności od szybkozmienności napięć elektrycznych pojawiających się w nich oraz umiejętność modelowania ich.                                                                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.5        | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 5.0        | Dodatkowo wiedza na temat wpływu rozmaitych rozwiązań konstrukcyjnych w urządzeniach i liniach elektroenergetycznych na ich właściwości oraz koszty inwestycyjne i eksploatacyjne.                                                                                                                              |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 2.0        | Nieznajomość modeli matematycznych i schematów zastępczych linii elektroenergetycznych oraz urządzeń i aparatów elektrycznych współpracujących z nimi. Nieznajomość metod obliczeniowych i pomiarowych służących do projektowania i analizy działania nieskomplikowanych układów zasilania energią elektryczną. |
| NA OCENĘ 3.0        | Znajomość modeli matematycznych i schematów zastępczych linii elektroenergetycznych oraz urządzeń i aparatów elektrycznych współpracujących z nimi. Znajomość metod obliczeniowych i pomiarowych służących do projektowania i analizy działania nieskomplikowanych układów zasilania energią elektryczną.       |
| NA OCENĘ 3.5        | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 4.0        | Dodatkowo umiejętność wykorzystania poznanych metod obliczeniowych i pomiarowych do projektowania i analizy działania nieskomplikowanych układów zasilania energią elektryczną.                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.5        | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 5.0        | Dodatkowo umiejętność wykorzystania poznanych metod obliczeniowych i pomiarowych do projektowania i analizy działania bardziej rozbudowanych układów zasilania energią elektryczną.                                                                                                                             |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 2.0        | Brak umiejętności porównania rozwiązań obiektów i układów elektroenergetycznych z punktu widzenia ich użyteczności technicznej.                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.0        | Umiejętność oceniania i porównywania rozwiązań obiektów i układów elektroenergetycznych z punktu widzenia ich użyteczności technicznej.                                                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 3.5        | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 4.0        | Dodatkowo umiejętność porównania i oceny rozwiązań obiektów i układów elektroenergetycznych z punktu widzenia zadanych kryteriów ekonomicznych.                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.5        | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 5.0        | Dodatkowo umiejętność analizy rozwiązań z punktu widzenia bezpieczeństwa pracy i oddziaływań na środowisko.                                                                                                                                                                                                     |

## 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_W12                                                                         | Cel 1           | L1 L2 L3 L4       | N1                    | F1 F2 F3 P1   |
| EK2               | K1_W12                                                                         | Cel 1 Cel 2     | L1 L2 L3 L4       | N1 N2 N3              | F1 F2 F3 P1   |
| EK3               | K1_W12                                                                         | Cel 2           | L2 L3 L4          | N1 N2 N3              | F1 F2 F3 P1   |
| EK4               | K1_W12                                                                         | Cel 1 Cel 2     | L2 L3 L4          | N1 N2 N3              | F1 F2 F3 P1   |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **Kujarczyk Z., Mińczuk A.** — *Elektroenergetyczne sieci rozdzielcze*, Warszawa, 2004, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
- [2 ] **Turowski J.** — *Elektrodynamika techniczna*, Warszawa, 1993, WN-T
- [3 ] **Marzecki J.** — *Rozdzielcze sieci elektroenergetyczne*, Warszawa, 2001, Wydawnictwo Naukowe PWN,
- [4 ] **Marzecki J.** — *Przemysłowe sieci elektroenergetyczne*, Warszawa - Radom, 2006, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji...
- [5 ] **Strojny J. Strzałka J.** — *Zbiór zadań z sieci elektrycznych*, Kraków, 2000, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] **Pilawski M.** — *Fizyczne Podstawy Elektrotechniki*, Warszawa, 2010, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne
- [2 ] **Piątek Z., Jabłoński P.** — *Podstawy teorii pola elektromagnetycznego*, Warszawa, 2010, WN-T

### LITERATURA DODATKOWA

- [1 ] Internet

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Leszek Palion (kontakt: [leszek.palion@gmail.com](mailto:leszek.palion@gmail.com))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 prof. Vadim Hudym (kontakt: )



## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....