



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Diagnostyka urządzeń elektroenergetycznych [S2Elenerg1>DUE]

### Przedmiot

Kierunek studiów  
Elektroenergetyka

Rok/Semestr  
1/2

Studia w zakresie (specjalność)  
Użytkowanie energii elektrycznej

Profil studiów  
ogólnoakademicki

Poziom studiów  
drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu  
polski

Forma studiów  
stacjonarne

Wymagalność  
obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład  
30

Laboratorium  
30

Inne (np. online)  
0

Ćwiczenia  
0

Projekty/seminaria  
0

### Liczba punktów ECTS

4,00

### Koordynatorzy

dr hab. inż. Jarosław Gielniak prof. PP  
jaroslaw.gielniak@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Rozszerzona i pogłębiona wiedza w zakresie miernictwa oraz oceny niepewności pomiaru, matematyki (matematyka dyskretna i stosowana, probabilistyka, rachunek różniczkowy, numeryczne metody optymalizacji). Wiedza w zakresie analizy obwodów elektrycznych. Umiejętność oceniania przydatności oraz doboru metod obliczeniowych lub oprogramowania do rozwiązania określonego zagadnienia.

### Cel przedmiotu

Poznanie rodzajów oraz zakresu testów i badań urządzeń elektroenergetycznych. Nabycie umiejętności doboru odpowiednich metod diagnostycznych zarówno w odniesieniu do urządzeń nowych jak i eksploatowanych. Poznanie podstaw teoretycznych oraz praktycznych wykonywania badań i prowadzenia monitoringu stanu urządzeń elektroenergetycznych. Opanowanie umiejętności stawiania diagnozy i formułowania zaleceń co do dalszej eksploatacji urządzeń.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. zna strategię eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych
2. ma pogłębioną wiedzę w zakresie testów, badań i monitoringu transformatorów energetycznych,

izolatorów, kabli, kondensatorów, stacji i linii izolowanych gazowo

Umiejętności:

1. potrafi dobrać odpowiednie metody diagnostyczne urządzeń elektroenergetycznych biorąc pod uwagę stosowane dla tych urządzeń strategie eksploatacji, ich znaczenie w systemie oraz stan techniczny
2. potrafi przeprowadzić podstawowe pomiary wielkości charakteryzujących stan techniczny urządzeń elektroenergetycznych
3. potrafi postawić diagnozę stanu technicznego urządzenia, wydać zalecenia co do sposobu dalszej eksploatacji oraz sporządzić profesjonalny raport z badań
4. potrafi wykonać pomiary natężenia pola elektromagnetycznego oraz analizę rozkładu tego pola
5. potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę do projektowania urządzeń i systemów diagnostycznych

Kompetencje społeczne:

1. rozumie współczesne problemy bezpieczeństwa energetycznego oraz znaczenie odpowiednio prowadzonej diagnostyki w aspekcie niezawodności pracy systemu elektroenergetycznego

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład:

1. Ocena wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym. Ocena egzaminu na podstawie systemu punktowego, wymagane uzyskanie 50% maksymalnej liczby punktów.

Ćwiczenia laboratoryjne:

1. Ocena wiedzy i umiejętności związanych z realizacją ćwiczenia laboratoryjnego - ocena sprawozdania z wykonanego ćwiczenia.
2. Sprawdzanie przygotowania do ćwiczeń podczas rozmowy wprowadzającej do ćwiczenia.
3. Kolokwia sprawdzające przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych.

### Treści programowe

Poruszane zagadnienia obejmują omówienie potrzeb prowadzenia badań diagnostycznych, strategie eksploatacji, rodzaje badań diagnostycznych, techniki prowadzenia badań diagnostycznych, postawienie diagnozy, sformułowanie zaleceń eksploatacyjnych z oraz prognozy co do dalszych perspektyw pracy urządzeń elektroenergetycznych. Zagadnienia związane z diagnostyką będą omawiane w kontekście badań takich urządzeń jak rozdzielnice, kable, transformatory, izolatory przepustowe, silniki, kondensatory, przekładniki, dławiki.

### Tematyka zajęć

Wykład:

1. Strategie eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych
  2. Rodzaje badań diagnostycznych
  3. Metody diagnostyczne transformatorów: metody spektroskopii dielektrycznej (RVM, FDS, PDC), metoda pomiaru wyładowań niepełnych (elektryczna, akustyczna, radiowa UHF), metoda pomiaru odkształceń uzwojeń, metoda termowizyjna, metoda Karla Fischera, wibroakustyka
  4. Metody diagnostyczne kabli: metoda fali odbitej, metoda pomiaru izolacji kabla, pomiar współczynnika strat dielektrycznych
  5. Metody diagnostyczne kondensatorów: metoda termowizyjna, metoda pomiaru pojemności elektrycznej, badanie rezystancji izolacji
  6. Metody diagnostyczne izolatorów: metoda termowizyjna, metoda pomiaru wyładowań niepełnych
  7. Metody diagnostyczne stacji GIS: metody pomiaru wyładowań niepełnych (UHF)
  8. Metody detekcji i lokalizacji uszkodzeń oraz metody monitoringu urządzeń elektroenergetycznych
  9. Metody fizykochemiczne oceny stanu izolacji (metoda DGA, metoda spektroskopii w podczerwieni, badanie stopnia polimeryzacji, badanie liczby kwasowej, badania standardowe cieczy izolacyjnych)
- Laboratorium:
1. Detekcja odkształceń uzwojeń transformatora przy wykorzystaniu odpowiedzi częstotliwościowej
  2. Badanie zawilgocenia izolacji papierowej metodą RVM
  3. Badanie zawilgocenia izolacji papierowej metodą FDS
  4. Metoda prądów polaryzacji i depolaryzacji w badaniach zawilgocenia izolacji stałej

5. Pomiar ładunku pozornego wyładowań niezupełnych konwencjonalną metodą elektryczną PN-EN 60270
6. Lokalizacja źródeł wyładowań niezupełnych techniką trilateracyjną
7. Pomiar wyładowań niezupełnych metodą HF/VHF/UHF
8. Badania wibroakustyczne rdzenia transformatora
9. Metody pomiaru zawilgocenia cieczy elektroizolacyjnych – metoda KFT, czujnik pojemnościowy
10. Analiza gazów rozpuszczonych w oleju – metoda DGA
11. Pomiar zawartości cząstek stałych w cieczy elektroizolacyjnej
12. Pomiar natężenia pola elektrycznego wokół izolatora średniego napięcia

## Metody dydaktyczne

### Wykłady:

wykład z prezentacją multimedialną (w tym: rysunki, zdjęcia) uzupełniany przykładami podawanymi na tablicy. Teoria przedstawiana w ścisłym powiązaniu z praktyką

### Laboratorium:

ćwiczenia laboratoryjne realizowane w kilkuosobowych zespołach, zestawianie układów pomiarowych w praktyce, podział zadań między współpracujących, wykonywanie pomiarów i analiza uzyskanych wyników prowadzona w aspekcie oceny stanu badanych urządzeń

## Literatura

### Podstawowa

1. Florkowska B., Diagnostyka wysokonapięciowych układów izolacyjnych urządzeń elektroenergetycznych, Wydawnictwa AGH, Kraków 2016
2. Kaźmierski M., Olech W., Diagnostyka techniczna i monitoring transformatorów, Zakład Pomiarowo-Badawczy Energetyki ENERGOPOMIAR-ELEKTRYKA, Gliwice, 2013
3. Flisowski Z., Technika wysokich napięć, WNT, Warszawa, 2017
4. Gacek Z., Wysokonapięciowa technika izolacyjna we współczesnej elektroenergetyce, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2016

### Uzupełniająca

1. Gielniak J., Zawilgocenie izolacji papierowo-olejowej transformatorów wysokiego napięcia, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2012
2. Florkowska B., Wytrzymałość elektryczna gazowych układów izolacyjnych wysokiego napięcia, Wydawnictwo AGH, Kraków, 2003
3. Gielniak J., Przybyłek P., Mościcka-Grzesiak H., Wytrzymałość elektryczna nanomodyfikowanych dielektryków ciekłych, Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, R. 91 NR 2/2015
4. Gielniak J., Dombek G., Wróblewski R., Fire Safety and Electrical Properties of Mineral Oil/Synthetic Ester Mixtures, 8th International Symposium on Electrical Insulating Materials, September 12-15, 2017, Toyohashi Chamber of Commerce & Industry, Toyohashi City, Japan, Conference Proceedings of ISEIM 2017, V1-10, p. 227-230

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	60	2,50
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	40	1,50