



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Diagnostyka urządzeń [S2ZE1E>DU]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Zielona energia/Green Energy

Rok/Semestr

2/3

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

angielski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratorium

30

Inne

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

3,00

### 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. 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

Kompetencje społeczne:

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:

- Strategie eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych i rodzaje badań diagnostycznych
- Metody diagnostyki układów izolacyjnych: metody spektroskopii dielektrycznej (RVM, FDS, PDC), metody pomiaru wyładowań niezupełnych (elektryczna, akustyczna, radiowa UHF)
- Metody oceny stanu układu mechanicznego urządzeń (wibroakustyka, metoda oceny odkształceń uzwojeń SFRA)
- Metody fizykochemiczne oceny stanu izolacji (metoda DGA, metoda spektroskopii w podczerwieni, badanie stopnia polimeryzacji, badanie liczby kwasowej, badania standardowe cieczy)

Laboratorium:

- Detekcja odkształceń uzwojeń transformatora przy wykorzystaniu odpowiedzi częstotliwościowej
- Badanie zawilgocenia izolacji papierowej metodą FDS
- Lokalizacja źródeł wyładowań niezupełnych techniką trilateracyjną
- Badania wibroakustyczne rdzenia transformatora
- Analiza gazów rozpuszczonych w oleju – metoda DGA
- Metody pomiaru zawilgocenia cieczy elektroizolacyjnych (KFT, czujnik pojemnościowy)
- Pomiar wyładowań niezupełnych metodami elektromagnetycznymi (HF, VHF, UHF)
- Pomiar ładunku pozornego wyładowań niezupełnych konwencjonalną metodą elektryczną
- Reguły sporządzania profesjonalnych raportów z badań
- Badanie stopnia polimeryzacji papieru celulozowego metodą mikroskopową

### 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 kilkusobowych 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                                                                                                                                  | 90     | 3,00 |
| Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem                                                                                            | 45     | 1,50 |
| Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) | 45     | 1,50 |