



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Technika wysokich napięć

### Przedmiot

Kierunek studiów

Elektrotechnika

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

2/3

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

15

Ćwiczenia

Laboratoria

15

Projekty/seminaria

Inne (np. online)

### Liczba punktów ECTS

3

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Wojciech Sikorski

email: wojciech.sikorski@put.poznan.pl

tel. (61) 665 20 35

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

ul. Piotrowo 3A 60-965 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

### Wymagania wstępne

Student potrafi wymienić i scharakteryzować podstawowe zjawiska fizyczne zachodzące w materiałach elektroizolacyjnych oraz wymienić i scharakteryzować typowe konstrukcje urządzeń elektroenergetycznych wysokiego napięcia. Ponadto posiada umiejętność wykonania podstawowych pomiarów diagnostycznych urządzeń elektroenergetycznych wysokiego napięcia i wielkości charakteryzujących wysokonapięciowy układ izolacyjny. Potrafi pracować i współdziałać w ramach zespołu

### Cel przedmiotu

Poznanie wielkości oraz zjawisk fizycznych stanowiących podstawę metod diagnostycznych urządzeń wysokiego napięcia. Praktyczna umiejętność zastosowania wybranej techniki pomiarowej służącej do diagnostyki i kompleksowej oceny stanu technicznego urządzeń wysokiego napięcia. Praktyczna



umiejętność przetwarzania oraz prawidłowego interpretowania wyników pomiarowych służących ocenie stanu technicznego urządzenia wysokiego napięcia.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza

1. Ma rozszerzoną wiedzę w zakresie konstrukcji i działania układów izolacyjnych urządzeń wysokiego napięcia
2. Ma wiedzę z zakresu zjawisk fizykochemicznych występujących w układach izolacyjnych wysokiego napięcia.
3. Ma szczegółową wiedzę dotyczącą diagnostyki urządzeń wysokiego napięcia; ma wiedzę w zakresie opracowywania wyników eksperymentów.

#### Umiejętności

1. Potrafi zaplanować proces testowania i diagnozowania wysokonapięciowego układu izolacyjnego
2. Potrafi przetworzyć oraz prawidłowo zinterpretować wyniki pomiarów diagnostycznych służących ocenie stanu technicznego urządzenia wysokiego napięcia.
3. Potrafi pozyskać informacje z literatury i innych źródeł związanych z budową i metodami diagnostycznymi urządzeń wysokiego napięcia.

#### Kompetencje społeczne

1. Uznaje znaczenie wiedzy z zakresu diagnostyki wysokonapięciowych urządzeń i osprzętu elektroenergetycznego w zapewnieniu ciągłości dostarczania energii elektrycznej dla przemysłu, odbiorców instytucjonalnych i indywidualnych.
2. Ma świadomość skali zagrożeń oraz wpływu skutków awarii urządzeń wysokiego napięcia na środowisko naturalne.

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

#### Wykłady:

- ocena wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym lub ustnym w czasie sesji egzaminacyjnej

#### Ćwiczenia laboratoryjne:

- sprawdziany i premiowanie wiedzy niezbędnej do realizacji postawionych problemów w danym obszarze zadań laboratoryjnych,
- ocena sprawozdania z wykonanego ćwiczenia laboratoryjnego.

### Treści programowe

#### Wykład:

- Fizykochemiczne procesy degradacji występujące w wysokonapięciowych układach izolacyjnych
- Problematyka wyładowań niezupełnych występujących w wysokonapięciowych układach izolacyjnych
- Problematyka zawilgocenia izolacji papierowo-olejowej
- Budowa nowoczesnych przetworników i sensorów przeznaczonych do detekcji wnz (przetworniki emisji



akustycznej, anteny UHF, przekładniki prądowe wysokiej częstotliwości)

- Nowoczesne metody diagnostyki urządzeń wysokiego napięcia:

- a) metody wykrywania wylądowań niezupełnych (elektromagnetyczne HF/UHF, AE, konwencjonalne IEC 60270)
- b) metody oceny wilgotności (Karl-Fischer, sondy pojemnościowe)
- c) metody detekcji deformacji uzwojeń transformatorów mocy (FRA/SFRA)
- d) analiza gazów rozpuszczonych w oleju izolacyjnym (DGA)
- e) techniki lokalizacji wylądowań niezupełnych (trilateracja, standardowa technika osłuchowa SAT).

Laboratoria

- detekcja i lokalizacja wylądowań niezupełnych metodą emisji akustycznej (EA)
- pomiar wylądowań niezupełnych konwencjonalną metodą elektryczną (PN-EN 60270)
- detekcja wylądowań niezupełnych rejestrowanych w paśmie częstotliwości HF/UHF
- detekcja defektów układu izolacyjnego transformatora na podstawie analizy gazów rozpuszczonych w oleju elektroizolacyjnym
- ocena stopnia zawilgocenia układu izolacyjnego metodami fizykochemicznymi (Karl-Fischer, sonda pojemnościowa)
- detekcja odkształceń uzwojeń transformatora metodą FRA/SFRA

### Metody dydaktyczne

Wykład: prezentacja multimedialna (w tym: rysunki, zdjęcia, animacje) uzupełniana przykładami podawanymi na tablicy, uwzględnianie różnych aspektów przedstawianych zagadnień, w tym: ekonomicznych, ekologicznych, prawnych i społecznych, przedstawianie nowego tematu poprzedzone przypomnieniem treści powiązanych, znanych studentom z innych przedmiotów,

Laboratorium: szczegółowe recenzowanie sprawozdań przez prowadzącego laboratoria i dyskusje nad komentarzami, demonstracje, praca w zespołach.

### Literatura

Podstawowa

1. Kaźmierski M., Olech W., Diagnostyka techniczna i monitoring transformatorów, ZPBE ENERGOPOMIAR - ELEKTRYKA Sp. z o.o. Gliwice; wyd. 2013r.
2. Florkowska B., Diagnostyka wysokonapięciowych układów izolacyjnych urządzeń elektroenergetycznych, Wydawnictwo AGH Kraków, 2009
3. Gulski E., Diagnozowanie wylądowań niezupełnych w urządzeniach wysokiego napięcia w eksploatacji, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, 2003
4. Flisowski Z., Technika wysokich napięć, WNT Warszawa, 2009
5. Gacek Z., Wysokonapięciowa technika izolacyjna, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2006
6. Mościcka-Grzesiak H., pod red., Inżynieria wysokich napięć w elektroenergetyce, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, tom I ? 1996, tom II ? 1999
7. Fleszyński J., pod red., Laboratorium wysokonapięciowe w dydaktyce i elektroenergetyce, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 1999



Uzupełniająca

1. Sivaji Chakravorti, Debangshu Dey, Biswendu Chatterjee , Recent Trends in the Condition Monitoring of Transformers, Springer-Verlag, 2013
2. S.V. Kulkarni, S.A. Khaparde, Transformer Engineering: Design, Technology, and Diagnostics, Second Edition, CRC Press, 2013
3. Sikorski W., Acoustic emission, InTech, 2012
4. Sikorski W., Acoustic emission: research and applications, InTech 2013
5. Sikorski W., Ultraczułe przetworniki emisji akustycznej zoptymalizowane do monitoringu wyładowań niezupełnych w transformatorach, Przegląd Elektrotechniczny, Tom 92, Wydanie 10, str. 11-16, 2016
6. Szymczak C., Sikorski W., Projektowanie i optymalizacja anten UHF do monitoringu wyładowań niezupełnych w transformatorze energetycznym, Przegląd Elektrotechniczny, Tom 92, Wydanie 10, str. 75-79, 2016

**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	60	3,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	30	1,5
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, przygotowanie do egzaminu, wykonanie sprawozdań z zajęć laboratoryjnych) <sup>1</sup>	30	1,5

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności