



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Technika wysokich napięć [N2Eltech2>TWN]

### Przedmiot

Kierunek studiów  
Elektrotechnika

Rok/Semestr  
2/3

Studia w zakresie (specjalność)  
Układy elektryczne w przemyśle i pojazdach

Profil studiów  
ogólnoakademicki

Poziom studiów  
drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu  
polski

Forma studiów  
niestacjonarne

Wymagalność  
obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład  
10

Laboratorium  
10

Inne (np. online)  
0

Ćwiczenia  
0

Projekty/seminaria  
0

### Liczba punktów ECTS

3,00

### Koordynatorzy

dr inż. Wojciech Sikorski  
wojciech.sikorski@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### 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 wysokonapięciowych 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

Główne treści programowe obejmują zjawiska fizyczne zachodzące w wysokonapięciowych układach izolacyjnych (m.in. procesy starzeniowe, wyładowania niezupełne, problematyka zawilgocenia) oraz nowoczesne metody diagnostyki urządzeń wysokiego napięcia.

### Tematyka zajęć

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) konwencjonalne i niekonwencjonalne metody wykrywania wyładowań niezupełnych, tj. elektromagnetyczne HF/VHF/UHF, EA, PN-EN 60270)
  - b) metody oceny zawilgocenia izolacji (Karl-Fischer, sondy pojemnościowe)
  - c) metody detekcji deformacji uzwojeń transformatorów mocy (FRA/SFRA)
  - d) analiza gazów rozpuszczonych w oleju izolacyjnym (DGA)
  - e) techniki lokalizacji wyładowań niezupełnych (trilateracja, standardowa technika osłuchowa SAT).

Laboratoria

- detekcja i lokalizacja wyładowań niezupełnych metodą emisji akustycznej (EA)
- pomiar wyładowań niezupełnych konwencjonalną metodą elektryczną (PN-EN 60270)
- detekcja wyładowań 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 wyładowań niepełnych 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 niepełnych 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 niepełnych w transformatorze energetycznym, Przegląd Elektrotechniczny, Tom 92, Wydanie 10, str. 75-79, 2016

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	75	3,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	20	1,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	55	2,00