



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Zakłócenia w układach elektroenergetycznych [S2Eltech2>ZwUE]

### Przedmiot

Kierunek studiów  
Elektrotechnika

Rok/Semestr  
1/2

Studia w zakresie (specjalność)  
Sieci i automatyka elektroenergetyczna

Profil studiów  
ogólnoakademicki

Poziom studiów  
drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu  
polski

Forma studiów  
stacjonarne

Wymagalność  
obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład	Laboratorium	Inne
15	15	0
Ćwiczenia	Projekty/seminaria	
0	0	

### Liczba punktów ECTS

2,00

### Koordynatorzy

dr hab. inż. Krzysztof Walczak prof. PP  
krzysztof.walczak@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Student ma podstawową wiedzę w zakresie elektrotechniki, elektroenergetyki i metrologii. Potrafi zestawić układ pomiarowy; potrafi przeprowadzić pomiary podstawowych wielkości fizycznych i opracować wyniki tych pomiarów. Potrafi pracować w grupie i rozumie znaczenie pracy zespołowej.

### Cel przedmiotu

Poznanie teoretycznych i praktycznych problemów związanych z zakłóceniami występującymi w sieciach elektroenergetycznych. Rozumienie przyczyn i skutków stanów przejściowych w układach elektroenergetycznych. Poznanie norm postępowania zgodnego z zasadami ochrony i koordynacji układów elektroenergetycznych w warunkach zakłóceń.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. Student potrafi wymienić i scharakteryzować podstawowe typy zakłóceń występujących w sieciach elektroenergetycznych.
2. Student potrafi scharakteryzować i ocenić odporność na narażenia zakłóceniami typowych urządzeń pracujących w sieci elektroenergetycznej.

3. Student potrafi wymienić zasady postępowania pozwalające na ograniczenie oddziaływania zakłóceń na urządzenia pracujące w sieci elektroenergetycznej.

Umiejętności:

1. Student potrafi zidentyfikować przyczynę powstawania zakłócenia i ocenić zagrożenie z niego wynikające dla prawidłowej pracy sieci elektroenergetycznej.
2. Student potrafi zbadać i przeanalizować sygnały generowane przez różnego typu zakłócenia oraz ocenić poziom odporności na zakłócenia wybranych urządzeń elektroenergetycznych.
3. Student potrafi dobrać elementy ochrony przeciwzakłóceń wybranych urządzeń elektroenergetycznych.

Kompetencje społeczne:

1. Student ma świadomość konieczności rozpowszechniania wiedzy na temat niebezpieczeństwa porażenia elektrycznego w następstwie zakłócenia pracy lub awarii elementów systemu elektroenergetycznego.

### 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 testach pisemnych lub ustnych.

Laboratorium:

- sprawdziany i premiowanie wiedzy niezbędnej do realizacji postawionych problemów w danym obszarze zadań laboratoryjnych,
- ocenianie ciągle, na każdych zajęciach - premiowanie przyrostu umiejętności posługiwania się poznanymi zasadami i metodami,
- ocena wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadania ćwiczeniowego, ocena sprawozdania z wykonanego ćwiczenia.

### Treści programowe

Klasyfikacja źródeł zakłóceń - intencjonalne i nieintencjonalne, stosowane definicje; podstawy analizy sygnałów zakłócających występujących w sieciach elektroenergetycznych; stany przejściowe; zaburzenia elektromagnetyczne; zakłócenia zwarciove; przepięcia wewnętrzne i zewnętrzne; odporność na narażenia zakłóceń; ochrona przeciwzakłóceń; koordynacja układów elektroenergetycznych w warunkach zakłóceń. Zakłócenia związane z odkształceniem przebiegów napięć i prądów.

### Tematyka zajęć

Wykłady:

Podczas wykładów omawiane są następujące zagadnienia: klasyfikacja źródeł zakłóceń - intencjonalne i nieintencjonalne, stosowane definicje; podstawy analizy sygnałów zakłócających występujących w sieciach elektroenergetycznych; stany przejściowe; zaburzenia elektromagnetyczne; zakłócenia zwarciove; przepięcia wewnętrzne i zewnętrzne; odporność na narażenia zakłóceń; środki ochrony przed przepięciami; koordynacja układów elektroenergetycznych w warunkach zakłóceń.

Zakłócenia w sieciach SN

Zwarcia doziemne, podstawowe parametry doziemne sieci SN, kontrola jakości kompensacji ziemnozwarciowej, przepięcia ziemnozwarciowe w sieciach SN, zjawisko ferrezonansu w sieciach SN. Przykłady zakłóceń (zwarcia doziemne, przerywane, wysokooporowe, z równoczesną przerwą w fazie od strony zasilania). Zakłócenia w sieciach niskich napięć z uwzględnieniem generacji lokalnej i magazynów energii.

Laboratorium:

Zajęcia laboratoryjne dotyczą: pomiarów i oceny poziomów zakłóceń, badań wrażliwości i poziomów odporności urządzeń elektrycznych na zakłócenia elektromagnetyczne, sposobów ograniczania oddziaływania zakłóceń na sieć elektroenergetyczną.

Badanie wytrzymałości udarowej urządzeń elektroenergetycznych

Wyznaczanie wybranych parametrów doziemnych na laboratoryjnym modelu sieci SN. Praca niepełnofazowa transformatora. Sprężenia indukcyjne w infrastrukturze elektroenergetycznej. Zakłócenia towarzyszące pracy baterii kondensatorów w sieciach dystrybucyjnych.

## Metody dydaktyczne

Wykład: prezentacja multimedialna, ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy

Laboratorium: ćwiczenia laboratoryjne, praca w grupach

## Literatura

Podstawowa:

1. Hoppel W., Sieci średnich napięć: automatyka zabezpieczeniowa i ochrona od porażeń, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2017.
2. Lorenc J., Admitancyjne zabezpieczenia ziemnozwarciowe, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2007.
3. Machczyński W., Wprowadzenie do kompatybilności elektromagnetycznej, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2004.
4. Normy PN-EN 61000-6-1/2/3/4, Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) - Wymagania dot. odporności i emisyjności.
5. Flisowski Z., Technika wysokich napięć, WNT, Warszawa, 2005.

Uzupełniająca:

1. Charoy A., Kompatybilność elektromagnetyczna. Zakłócenia w urządzeniach elektronicznych, t. I-IV, WNT, Warszawa, 1999.
2. Boolen M. H., Gu I., Signal Processing of Power Quality Disturbances, John Wiley & Sons, 2006.

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	55	2,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	30	1,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	25	1,00