



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Rozproszone systemy pomiarowe w sieciach elektroenergetycznych [N2Eltech2-ISP>RSPwSE]

### Przedmiot

Kierunek studiów  
Elektrotechnika

Rok/Semestr  
2/4

Studia w zakresie (specjalność)  
Inteligentne systemy pomiarowe

Profil studiów  
ogólnoakademicki

Poziom studiów  
drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu  
polski

Forma studiów  
niestacjonarne

Wymagalność  
obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład	Laboratorium	Inne
10	0	0
Ćwiczenia	Projekty/seminaria	
0	10	

### Liczba punktów ECTS

2,00

### Koordynatorzy

dr hab. inż. Piotr Kuwałek  
piotr.kuwalek@put.poznan.pl

dr hab. inż. Grzegorz Wiczyński prof. PP  
grzegorz.wiczynski@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Podstawowe wiadomości z elektrotechniki, metrologii i teorii sygnałów. Podstawowe wiadomości z elektroniki. Umiejętność efektywnego samokształcenia w dziedzinie związanej z przedmiotem. Świadomość konieczności poszerzania swoich kompetencji i wykazywania gotowości do podjęcia współpracy w ramach zespołu.

### Cel przedmiotu

Poznanie wybranych zagadnień z zakresu rozproszonych systemów pomiarowych, w tym inteligentnych liczników energii elektrycznej. Poznanie wybranych aktualnych problemów oceny jakości energii elektrycznej w sieciach elektroenergetycznych.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. Potrafi określić obszary zastosowań i zakres możliwości zastosowań nowoczesnych rozproszonych

systemów pomiarowych.

2. Potrafi objaśnić zasady i techniki akwizycji i przetwarzania sygnałów pomiarowych na potrzeby współczesnych aplikacji przemysłowych w sieciach elektroenergetycznych.

Umiejętności:

Potrafi kreatywnie projektować nowoczesne systemy pomiarowe, wykorzystując możliwości oferowane przez współcześnie dostępne technologie, z uwzględnieniem ograniczeń aktualnego poziomu wiedzy i techniki.

Kompetencje społeczne:

1. Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy w obszarze nowoczesnych rozproszonych systemów pomiarowych.

2. Rozumie potrzebę szerszej popularyzacji wiedzy z zakresu prostych i złożonych rozproszonych systemów pomiarowych stosowanych w sieciach elektroenergetycznych.

## 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 pisemnym sprawdzianie egzaminacyjnym o charakterze testowym i rachunkowym (arkusz sprawdzianu pisemnego zawiera niezbędne informacje do wykonania zadań rachunkowych). Próg zaliczeniowy: 50% punktów.

Projekt

Ocena wiedzy niezbędnej do realizacji postawionych problemów w obszarze zadań projektowych. Ocena umiejętności związanych z realizacją zadania pomiarowego. Ocena przygotowanego projektu.

## Treści programowe

Treści programowe wykładów obejmują zagadnienia z zakresu:

- wymagań prawnych i normatywnych dla pomiarów w sieciach elektroenergetycznych;
- wybranych zagadnień związanych z problematyką oceny jakości energii elektrycznej oraz możliwości wykorzystania rozproszonych systemów pomiarów na potrzeby diagnostyki jakości energii elektrycznej;
- struktury systemów rozproszonych oraz problemów występujących w tych systemach;
- współczesnych elementów pomiarowych w rozproszonych systemach pomiarowych, w tym inteligentnych liczników energii elektrycznej AMI;
- problematyki przetwarzania i analizowania danych pozyskanych z rozproszonych systemów pomiarowych.

Treści programowe zajęć projektowych są ściśle powiązane z tematyką wykładów. W ramach projektu realizowane są zadania pomiarowe, w których studenci zapoznają się ze współczesną infrastrukturą pomiarową, z wyzwaniem i wymaganiami związanymi z rozproszonymi systemami pomiarowymi oraz przetwarzaniem danych w takich systemach.

## Tematyka zajęć

Wykłady

W1: Wymagania prawne i normatywne dla pomiarów w sieciach elektroenergetycznych.

W2: Wybrane zagadnienia związane z problematyką oceny jakości energii elektrycznej.

W3: Struktura systemów rozproszonych. Problemy w tego typu systemach. Elementy składowe systemów rozproszonych.

W4: Charakterystyka systemów rozproszonych we współczesnych sieciach elektroenergetycznych.

W5: Inteligentne liczniki energii elektrycznej AMI jako elementy składowe rozproszonych systemów pomiarowych. Możliwości pomiarowe inteligentnych liczników energii elektrycznej AMI.

W6: Wybrane zagadnienia diagnostyki zaburzeń w sieciach elektroenergetycznych bazujące na rozproszonych systemach pomiarowych.

W7: Problematyka przetwarzania i analizowania danych pozyskanych z rozproszonych systemów pomiarowych.

Projekt

P1: BHP, wprowadzenie i określenie wymagań.

P2: Pomiar wielkości, które podlegają bezpośredniemu pomiarowi przez liczniki energii elektrycznej.

Oscyloskopowe pomiary napięć sieciowych. Bezinwazyjne pomiary prądów w sieciach

elektroenergetycznych. [Zajęcia laboratoryjne o charakterze pokazowym]

P3: Zapoznanie się z inteligentnymi licznikami energii elektrycznej AMI i z oprogramowaniem do zdalnej komunikacji z tymi licznikami.

P4: Quasi-symultaniczna rejestracja chwilowych wartości napięć i prądów z użyciem przetworników pomiarowych oraz wybranych wielkości zarejestrowanych z użyciem inteligentnych liczników energii elektrycznej AMI (moc czynna, moc bierna, parametry napięciowe: wartość skuteczna, częstotliwość podstawowa, THD).

P5-P7: Opracowanie skryptu lub arkusza liczącego: moc czynną, moc bierną z użyciem różnych definicji (co najmniej dwie: def. Budeanu i def. Fryzego), wartość skuteczną, częstotliwość podstawową, wyższe harmoniczne z uwzględnieniem metody podgrupowania i THD.

Raport końcowy powinien zawierać:

- sprawozdania z zajęć wprowadzających [P1-P4];
- definicje wielkości mierzonych w ramach projektu [P4], wytyczne normatywne względem pomiarów wybranych mierzonych wielkości oraz zestawienie dopuszczalnych odchyłeń mierzonych wielkości w sieci elektroenergetycznej, które określono w aktualnych wymaganiach normatywnych i w aktualnych wymaganiach prawnych;
- opis przygotowanego skryptu/arkusza kalkulacyjnego;
- analiza porównawcza wyników uzyskanych przez opracowany skrypt i wyników zarejestrowanych przez inteligentne liczniki energii elektrycznej AMI;
- ocena jakości energii elektrycznej w sieci laboratoryjnej.

## Metody dydaktyczne

Wykłady

Prezentacje multimedialne (w tym rysunki, zdjęcia, filmy) uzupełniane przykładami podawanymi na tablicy. Zagadnienia teoretyczne są przedstawiane w ścisłym powiązaniu z praktyką.

Projekt

Realizacja pracy w zespołach i wykonywanie zadań projektowych.

Zastosowane metody kształcenia są zorientowane na studentów i motywują ich do aktywnego udziału w procesie nauczania poprzez dyskusje i referaty.

## Literatura

Podstawowa:

1. Normy dotyczące systemów rozproszonych, m.in. z zakresu liczników energii elektrycznej i protokołów komunikacji z nimi (np. EN 50470, EN 62056-4-7, EN 62056-5-3, EN 62056-6-1, EN 62056-6-2).
2. Normy dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej: PN-EN 50160, PN-EN 61000-4-30, PN-EN 61000-4-15, PN-EN 61000-4-7.
3. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego. (Dz.U. Nr 93, poz. 623, z dnia 29 maja 2007 r.).
4. Z. Kowalski, Jakość energii elektrycznej, Wyd. PŁ, Łódź, 2007.
5. J. Szabat, Podstawy teorii sygnałów, WKiŁ, Warszawa 2003.
6. G. Wiczyński, Badanie wahań napięcia w sieciach elektrycznych, Wyd. PP, Poznań, 2010.
7. Z. Hanzelka, Jakość dostawy energii elektrycznej. Zaburzenia wartości skutecznej napięcia, Wyd. AGH, Kraków, 2013.

Uzupełniająca:

8. D. Zmarzły, Badania jakości energii w wybranej farmie wiatrowej, Wyd. PO, Opole, 2014.
9. T. Sikorski, Monitoring i ocena jakości energii w sieciach elektroenergetycznych z udziałem generacji rozproszonej, Wyd. PWR, Wrocław, 2013.
10. T. Tarasiuk, Ocena jakości energii elektrycznej w okrętowych systemach elektroenergetycznych z wykorzystaniem procesorów sygnałowych, Wyd. Akademii Morskiej, Gdynia, 2009.
11. P. Ruszel, Kompatybilność elektromagnetyczna elektronicznych urządzeń pomiarowych, Wyd. PWR, Wrocław, 2008.
12. K.L. Kaiser, Electromagnetic compatibility handbook, CRC Press, 2005.
13. A. Bień, Metrologia jakości energii elektrycznej w obszarze niskoczęstotliwościowych zaburzeń napięcia sieci, Wyd. AGH, Kraków, 2003.
14. R. Schaumann, Van Valkenburg, E. Mac, Design of analog filters, Oxford University Press, 2001.
15. www.electropedia.org
16. Wiczyński G., Kuwałek P., Voltage Distortion Influence on Flicker Severity Measurement by AMI

- Energy Meters, IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 69, no. 10, pp. 10684-10693, 2022.
17. Wiczyński G., Kuwałek P., Influence of Sampling Rate on Flicker Assessment by IEC Flickermeter Built-in AMI Energy Meters, IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 69, no. 9, pp. 9566-9574, 2022.
18. Kuwałek P., Wiczyński G., Problem of Total Harmonic Distortion Measurement Performed by Smart Energy Meters, Measurement Science Review, vol. 22, no. 1, pp. 1-10, 2022.

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	57	2,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	22	1,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwii/egzaminu, wykonanie projektu)	35	1,00