

**WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa w języku polskim** Miernictwo elektryczne 2**Nazwa w języku angielskim** Electrical Metrology 2**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektrotechnika**Specjalność (jeśli dotyczy):****Stopień studiów i forma:** I stopień, stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu** ELR023302**Grupa kursów** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Liczba punktów ECTS	<b>1</b>		<b>2</b>		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,8		2		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

W zakresie wiedzy:

1. Ma podstawową wiedzę w zakresie podstawowych operacji matematycznych, własności funkcji (trygonometryczne, potęgowe, wykładnicze, logarytmiczne, i odwrotne do nich), rachunku różniczkowego i całki nieoznaczonej funkcji jednej zmiennej.
2. Ma podstawową wiedzę w zakresie miernictwa elektrycznego i jednostek miar. Zna właściwości metrologiczne podstawowych narzędzi pomiarowych, zna układy do pomiaru mocy w obwodach jednofazowych i trójfazowych. Ma wiedzę w zakresie metod obliczeniowych stosowanych przy opracowaniu wyników pomiarów

W zakresie umiejętności:

1. Potrafi poprawnie i efektywnie zastosować wiedzę z rachunku różniczkowego i całkowitego funkcji jednej zmiennej do jakościowej i ilościowej analizy zagadnień.
2. Potrafi wykonać pomiary wielkości elektrycznych z wykorzystaniem przyrządów analogowych, cyfrowych i oscyloskopu. Potrafi wyznaczać, na podstawie pomiarów, charakterystyki elementów nieliniowych, zaprezentować otrzymane wyniki pomiarów w formie liczbowej, tabelarycznej i wyciągnąć właściwe wnioski.

W zakresie kompetencji:

1. Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane działania.

### **CELE PRZEDMIOTU**

C1 Zapoznanie studenta z wiedzą dotyczącą: stosowania przetworników pomiarowych i przetworników normujących w sieciach wysokiego napięcia, pomiarów mocy biernej, układów mostkowych wykorzystywanych w technice pomiarowej, znajomości zasady działania wybranych przyrządów cyfrowych.

C2 Uświadomienie studentowi możliwości stosowania metod pomiarowych w technice pomiarowej, przeprowadzania analizy metrologicznej układów pomiarowych.

C3 WYROBIEŃCIE umiejętności obliczania niepewności i poprawnego zapisu wyniku pomiaru w stosowanych układach pomiarowych w zakresie pomiaru różnych wielkości elektrycznych.

C4 Nabycie praktycznych umiejętności łączenia obwodów elektrycznych, wykonywania pomiarów mostkami pomiarowymi, pomiary mocy czynnej i biernej w układach trójfazowych, pomiary dużych wartości prądów, pomiary parametrów blach elektrotechnicznych, zastosowanie metody różnicowej.

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – Zna układy pomiarowe do pomiaru mocy biernej oraz do pomiaru mocy czynnej w sieciach wysokiego napięcia.

PEK\_W02 – Ma wiedzę dotyczącą pomiarów rezystancji i impedancji oraz jej składowych z zastosowaniem metody odchyłowej i zerowej.

PEK\_W03 – Ma wiedzę na temat wzorców napięcia i prądu oraz stosowania metody kompensacyjnej.

PEK\_W04 – Posiada podstawową wiedzę dotyczącą techniki pomiarów analogowych i cyfrowych. Zna przetworniki wartości skutecznej i zasadę działania przetwornika z podwójnym całkowaniem.

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – Potrafi wykonać pomiary mocy czynnej w układach jednofazowych i trójfazowych oraz mocy biernej w układach trójfazowych i umie opracować wynik pomiaru stosując teorię niepewności.

PEK\_U02 – Ma umiejętności pomiaru rezystancji oraz indukcyjności i pojemności metodami mostkowymi.

PEK\_U03 – Potrafi wykonać pomiary częstotliwości i przesunięcia fazowego stosując oscyloskop oraz fazomierze i częstotliwościomierze cyfrowe.

PEK\_U04 – Ma umiejętności sprawdzania podstawowych przyrządów pomiarowych, umie wyznaczyć błąd metody.

PEK\_U05 – Potrafi wykonać pomiary napięć odkształconych wykorzystując przyrządy wirtualne.

PEK\_U06 – Ma umiejętności pomiarów prądów o dużych wartościach oraz weryfikacji dokładności przetwarzania transformatorów metodą różnicową.

PEK\_U07 – Potrafi przeprowadzić badania parametrów blach elektrotechnicznych i sporządzać charakterystyki próbek blachy.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 – Rozumie potrzebę pracy w zespole, jest świadomy odpowiedzialności za wykonywaną pracę.

PEK\_K02 – Wyszukuje informacje oraz potrafi poddać je krytycznej analizie.

PEK\_K03 – Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Definicje mocy biernej. Pomiary mocy biernej odbiorników jednofazowych.	1
Wy2	Pomiary mocy biernej odbiorników w sieci trójfazowej.	1
Wy3	Przekładniki prądowe i napięciowe. Przetworniki prądu i napięcia z indukcyjnymi halotronowymi detektora zera.	2
Wy4	Pomiary mocy odbiorników jednofazowych w sieciach wysokiego napięcia. Pomiary mocy odbiorników w sieciach trójfazowych wysokiego napięcia	2
Wy5	Pomiary rezystancji przyrządami analogowymi, cyfrowymi i mostkami. Mostek Wheatstone'a i Thomsona.	2
Wy6	Pomiary impedancji mostkami prądu przemiennego. Mostek Wiena, Maxwella-Wiena, Scheringa i transformatorowy.	2
Wy7	Wzorce napięcia, kompensatory napięcia stałego.	1
Wy8	Przetworniki wartości skutecznej prądu i napięcia zmiennego.	1
Wy9	Technika pomiarów analogowych i cyfrowych. Próbkowanie, kwantowanie i kodowanie sygnałów. Woltomierz cyfrowy z podwójnym całkowaniem.	2
Wy10	Podsumowanie i zaliczenie przedmiotu	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Prezentacja regulaminu BHP i regulaminu wewnętrznego laboratorium. Ustalenie zasad zaliczenia przedmiotu. Obliczanie niepewności w pomiarach pośrednich.	2
La2	Pomiary mocy czynnej w obwodzie jednofazowym. Wyznaczanie współczynnika mocy. Określanie niepewności wyniku pomiaru.	2
La3	Pomiar mocy czynnej odbiorników trójfazowych z możliwością pomiaru dużych wartości prądu. Wyznaczanie współczynnika mocy. Określanie niepewności wyniku pomiaru.	2
La4	Pomiary rezystancji z zastosowaniem mostka Wheatstone'a. Obliczanie niepewności pomiaru mostkiem technicznym i laboratoryjnym.	2

La5	Pomiary bezpośrednie elementów RLC. Zapoznanie z dwuelementowymi układami zastępczymi oraz szacowanie niepewności pomiaru wybranymi przyrządami pomiarowymi.	2
La6	Pomiary częstotliwości i przesunięcia fazowego, z zastosowaniem oscyloskopu - metodą czasową i metodą elipsy. Określanie niepewności wyniku pomiaru.	2
La7	Pomiary napięć przyrządem wirtualnym. Poznanie możliwości pomiarowych prostego przyrządu wirtualnego do pomiarów podstawowych parametrów sygnałów napięciowych i ich widma częstotliwościowego.	2
La8	Pomiary napięcia i prądu stałego. Obliczanie błędów metody pomiaru napięcia woltomierzem, prądu amperomierzem oraz określanie wpływu składowej przemiennej na pomiar napięcia stałego	2
La9	Pomiary dużych wartości prądu za pomocą różnych narzędzi pomiarowych: przekładnika prądowego, bocznika prądowego, przetwornika indukcyjnego, amperomierza cęgowego, cewki Rogowskiego.	2
La10	Pomiary mocy biernej w obwodach trójfazowych w sieciach trójprzewodowych i czteroprzewodowych. Wyznaczanie współczynnika mocy. Określanie niepewności wyniku pomiaru.	2
La11	Pomiary rezystancji z zastosowaniem mostka Thomsona. Obliczanie niepewności pomiaru mostkiem technicznym i laboratoryjnym.	2
La12	Pomiary przekładni transformatorów metodą różnicową i woltomierzami. Obliczanie niepewności pomiarowej i zapis wyniku pomiaru.	2
La13	Pomiary parametrów blach elektrotechnicznych w układzie pomiarowym z aparatem Epsteina do wyznaczenia metodą statyczną charakterystyki magnesowania blach elektrotechnicznych.	2
La14	Sprawdzanie błędów podstawowych przyrządów pomiarowych. Poznanie techniki pomiarowej sprawdzania elektrycznych przyrządów pomiarowych.	2
La15	Zaliczenie i uzupełnienie zaległości laboratoryjnych.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1		
Pr2		
Pr3		
	Suma godzin	

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		
Se2		
Se3		
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1. Wykład tradycyjny, prezentacje multimedialne	
N2. Laboratorium – sprawdzenie wiadomości w formie kartkówek i odpowiedzi ustnych, przygotowanie sprawozdania, konsultacje	

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_W04	Kolokwium w formie pisemnej
F1	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_U04, PEK_U05, PEK_U06, PEK_U07	Sprawdzenie i ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych
F2	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_U04, PEK_U05, PEK_U06, PEK_U07	Aktywność na zajęciach laboratoryjnych
F3	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_U04, PEK_U05, PEK_U06, PEK_U07	Ocena sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
$P=0,4 \cdot F1 + 0,2 \cdot F2 + 0,4 \cdot F3$		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Chwaleba A., Poniński M., Siedlecki A.: *Metrologia elektryczna*, WNT, Warszawa 2010.
- [2] *Miernictwo elektryczne – Ćwiczenia laboratoryjne*, praca zbiorowa pod redakcją D. Koczeli, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2001
- [3] Tumański S.: *Technika pomiarowa*, WNT, Warszawa, 2007
- [4] Derlecki S., *Metrologia elektryczna i elektroniczna*, Podręczniki Akademickie- Pol. Łódzka, 2010
- [5] Kalus-Jęcek B., *Wzorce wielkości elektrycznych i ocena niepewności pomiarów*, Wyd. Pol. Łódzkiej, Łódź, 2000

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Kwiatkowski W.: *Miernictwo elektryczne. Analogowa technika pomiarowa*, OW Pol. Warszawskiej, Warszawa, 1998
- [2] Lisowski M., *Podstawy metrologii*, Of. Wyd. Pol. Wrocławskiej, Wrocław, 2011
- [3] Marcyniuk A., Pasecki E., Pluciński M., Szadkowski B., *Podstawy Metrologii Elektrycznej*, Warszawa, WNT, 1984.
- [4] Orzeszkowski Z.: *Podstawy metrologii elektrycznej*, Wyd. Pol. Wrocławskiej, Wrocław 1981.
- [5] Czajewski J., *Podstawy metrologii elektrycznej*, OW Pol. Warszawskiej, Warszawa, 2008
- [6] Piotrowski J., *Podstawy miernictwa*, WNT, 2003

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Daniel Dusza, daniel.dusza@pwr.wroc.pl**

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**MIERNICTWO ELEKTRYCZNE 2**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU ELEKTROTECHNIKA**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu***</b>	<b>Treści programowe***</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego***</b>
<b>PEK_W01 (wiedza)</b>	K1ETK_W22	C1, C2	Wy1, Wy2, Wy3, Wy4	N1
<b>PEK_W02</b>	K1ETK_W22	C1, C2	Wy5, Wy6	N1
<b>PEK_W03</b>	K1ETK_W22	C1	Wy7	N1
<b>PEK_W04</b>	K1ETK_W22	C1	Wy8, Wy9	N1
<b>PEK_U01 (umiejętności)</b>	K1ETK_U19	C3, C4	La1, La2, La3, La10	N2
<b>PEK_U02</b>	K1ETK_U19	C3, C4	La1, La4, La5, La11	N2
<b>PEK_U03</b>	K1ETK_U19	C3, C4	La6	N2
<b>PEK_U04</b>	K1ETK_U19	C3, C4	La8, La14	N2
<b>PEK_U05</b>	K1ETK_U19	C3, C4	La7	N2
<b>PEK_U06</b>	K1ETK_U19	C3, C4	La1, La9, La12	N2
<b>PEK_U07</b>	K1ETK_U19	C3, C4	La1, La13	N2
<b>PEK_K01 (kompetencje)</b>	K1ETK_K05	C1, C2, C3, C4	La1-La14	N1, N2
<b>PEK_K02</b>	K1ETK_K04	C1, C2, C3, C4	La1-La14	N1, N2
<b>PEK_K03</b>	K1ETK_K08	C1, C2, C3, C4	La1-La14	N1, N2

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej