

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim
Nazwa w języku angielskim

Podstawy metrologii i techniki eksperymentu
BASICS OF METROLOGY AND EXPERIMENT
TECHNIQUES

Kierunek studiów (jeśli dotyczy)

ENERGETYKA

Specjalność (jeśli dotyczy)

Stopień studiów i forma:

I stacjonarna

Rodzaj przedmiotu:

obowiązkowy

Kod przedmiotu

ESN110003

Grupa kursów

NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	60	30		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	2	1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2	1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1	1,5	0,75		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Kompetencje w zakresie matematyki i fizyki potwierdzone pozytywnymi ocenami na świadectwie ukończenia szkoły ponadgimnazjalnej

CELE PRZEDMIOTU

C1 - Zapoznanie studentów z podstawowymi metodami pomiarowymi i własnościami przyrządów pomiarowych

C2 - Przedstawienie sposobów ujawniania omyłek pomiarowych i usuwania błędów systematycznych

C3 - Zaznajomienie studentów i przedstawienie problemów dotyczących metod wyznaczania niepewności pomiarowych, sposobów poprawy dokładności pomiarów i zapisu wyniku pomiaru

- C4 - Przedstawienie zasad sprawdzania i wzorcowania aparatury i przyrządów pomiarowych
 C5 - Przedstawienie problemów związanych z planowaniem eksperymentu, poprawnym opracowaniem wyników eksperymentu
 C6 - Przygotowanie studentów do prawidłowego przeprowadzenia prostego eksperymentu
 C7 - WYROBIENIE UMIEJĘTNOŚCI PRAWIDŁOWEJ PREZENTACJI CHARAKTERYSTYK POMIAROWYCH

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 - posiada wiedzę dotyczącą podstawowych metod pomiarowych, zna równanie pomiaru, zna pojęcie wielkości fizyczna i jednostka miary oraz pojęcia: wzorzec pomiaru i wzorcowanie.

PEU_W02 - zna i rozumie pojęcia dotyczące właściwości przyrządów: klasa niedokładności przyrządu pomiarowego, zakres wskazań i zakres pomiarowy przyrządu, czułość przyrządu, błąd dodatkowy przyrządu.

PEU_W03 - zna i rozumie pojęcia: błąd pomiaru, niepewność pomiaru, błąd przypadkowy i systematyczny, poprawka, omyłka.

PEU_W04 - zna metody i sposoby wyznaczenia niepewności pomiarowych dla metody bezpośredniej i pośredniej, wraz zapisem wyniku pomiaru, jak również zna sposoby poprawy dokładności pomiaru.

PEU_W05 - zna i rozumie potrzebę wykorzystania funkcji korelacji i regresji do sporządzania charakterystyk pomiarowych.

PEU_W06 - zna metody i sposoby oraz narzędzia do pomiaru wielkości geometrycznych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 - zapisuje wynik pomiaru z przyjętą ilością cyfr znaczących, umie przystosować wzór wielkościowy do danych jednostek.

PEU_U02 - oblicza błędy systematyczne, poprawki i analizuje własności przyrządów pomiarowych.

PEU_U03 - umie wyznaczyć niepewność typu B.

PEU_U04 - analizuje własności rozkładu normalnego i wyznacza niepewność typu A.

PEU_U05 - umie wyznaczyć niepewność całkowitą w pomiarach pośrednich i bezpośrednich.

PEU_U06 - umie wyznaczyć omyłkę pomiarową.

PEU_U07 - potrafi wywzorcować przyrząd pomiarowy.

PEU_U08 - umie zastosować analizę korelacyjną i regresyjną do przedstawienia charakterystyk pomiarowych.

PEU_U09 – umie posługiwać się przyrządami do pomiaru wielkości geometrycznych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy 1 Wy 2	Zajęcia wstępne, literatura do przedmiotu, podstawowe pojęcia metrologii. Pomiar. Definicja pomiaru, podstawowe równanie pomiaru. Wielkości pomiarowe, podział, wielkości, przykłady. Jednostki miar i wzory, podział, przykłady, zastosowanie	4
Wy 3	Wzorce pomiarowe, podział i przykłady realizacji	2

Wy 4 Wy 5	Metody, przyrządy i narzędzia pomiarowe- podział, przykłady. Parametry charakteryzujące właściwości przyrządów pomiarowych	4
Wy 6	Błędy pomiarowe (przypadkowe, systematyczne, nadmierne)- definicje, usuwanie błędów systematycznych, ujawnianie omyłek	2
Wy 7	Zasady podawania wyników pomiarów, dokładność i zasady zaokrąglania liczb przybliżonych. Przykłady	2
Wy 8 ÷ Wy 10	Niepewności pomiarowe – standardowa, standardowa łączna, rozszerzona, sposoby obliczeń (pomiarów bezpośrednich i pośrednich), przykłady. Rozkłady normalny i Studenta. Poprawa dokładności pomiaru	6
Wy 11	Metody korelacji i regresji – podstawy. Planowanie i opracowanie wyników pomiarów	2
Wy 12 ÷ Wy 14	Metrologia wielkości geometrycznych – metody pomiaru długości i kąta. Przyrządy pomiarowe: suwmiarki, mikrometry, kątomierze, poziomice, płytki wzorcowe, grubościomierze ultradźwiękowe, czujniki pomiarowe. Niepewności wzorcowania i sprawdzania mikromierzy i suwmiarek.	6
Wy 15	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw. 1	Sprawy organizacyjne. Cyfry znaczące i zapis niepewności.	2
Ćw. 2	Błędy systematyczne. Rozwiązywanie zadań z zakresu przystosowania wzorów wielkościowych do jednostek.	2
Ćw. 3	Rozwiązywanie zadań dotyczących własności przyrządów pomiarowych oraz z zakresu obliczania niepewności metodą typu B.	2
Ćw. 4	Własności rozkładu Gaussa, rozwiązywanie zadań z zakresu obliczania liczenia niepewności metodą typu A.	2
Ćw. 5,6,7	Rozwiązywanie zadań z zakresu obliczania niepewności rozszerzonej oraz poprawy dokładności pomiarów dla pomiarów pośrednich i bezpośrednich.	6
Ćw.8	Kolokwium zaliczeniowe.	1
	Suma	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La.1	Wprowadzenie. Sprawy organizacyjne: przepisy ogólne, przepisy BHP.	1
La.2	Rozkład normalny, niepewność standardowa typu A.	2
La.3	Błędy w pomiarach bezpośrednich (grubościomierz ultradźwiękowy).	2
La.4	Metoda podstawowa pomiaru na przykładzie wyznaczania gęstości. Błędy w metodzie pośredniej.	2
La.5	Sprawdzanie i wzorcowanie aparatury i przyrządów pomiarowych (suwmiarka, mikrometr).	2
La.6	Analiza korelacyjna i regresyjna.	2
La.7	System do pomiaru strumienia objętości wody za pomocą zwężki.	2
La.8	Ćwiczenie dodatkowe, zaliczenie.	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów	
N2. Ćwiczenia rachunkowe – krótkie 10 min sprawdziany pisemne	
N3. Ćwiczenia rachunkowe – dyskusja rozwiązań zadań	
N4. Laboratorium – krótkie sprawdziany pisemne z przygotowania do zajęć	
N5. Laboratorium – dyskusja nt sposobu wykonywania eksperymentu	
N6 Laboratorium - omówienie wykonanych sprawozdań z przeprowadzonych pomiarów	
N7. Praca własna- przygotowanie do ćwiczeń i laboratoriów	

N8. Konsultacje
N9. Praca własna – przygotowanie do zaliczenia

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ-wykład

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEU_W01 ÷ PEU_W06	Zaliczenie pisemne

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ -ćwiczenia

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEU_U01 ÷ PEK_U05,	Zaliczenie pisemne

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ -laboratorium

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEU_U04 ÷ PEU_U09	krótkie sprawdziany pisemne,
F2	PEU_U04 ÷ PEU_U09	odpowiedzi ustne
F3	PEU_U04 ÷ PEU_U09	ocena sprawozdań (obrona sprawozdań, dyskusja)
P= 0,4F1 +0,4F2+0,2F3		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] D. Turzeniecka : *Ocena niepewności wyniku pomiarów*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1997.
- [2] *Wyrażanie niepewności pomiaru*. Przewodnik. Główny Urząd Miar 1995.
- [3] John R. Taylor: *Wstęp do analizy błęd pomiarowego*. PWN 1999.
- [4] J. Arendarski: *Niepewność pomiaru*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2003.
- [5] J. Piotrowski, K. Kostyrko: *Wzorcowanie aparatury pomiarowej*, PWN, Warszawa 2000.
- [6] W. Jakubiec, J.Malinowski: *Metrologia wielkości geometrycznych*, WNT, Warszawa 2004.
- [7] W. Jakubiec, S.Zator, P. Majda : *Metrologia*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne 2014.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] J. Piotrowski: *Podstawy miernictwa*, WNT, Warszawa 2002
- [2] L. Augustyniak : *Teoria pomiarów w przykładach*, Gdynia 1999
- [3] *Mała encyklopedia metrologii*, WNT, Warszawa 1989
- [4] A.Chwaleba, M. Poniński, A. Siedlecki: *Metrologia elektryczna*, WNT, Warszawa 2000

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

Dr hab. inż. Artur Andruszkiewicz, prof. PWr.; artur.andruszkiewicz@pwr.wroc.pl