

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim	<b>PODSTAWY METROLOGII I TECHNIKI EKSPERYMENTU</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>BASICS OF METROLOGY AND EXPERIMENT TECHNIQUES</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy)	<b>ENERGETYKA</b>
Specjalność (jeśli dotyczy)	
Stopień studiów i forma:	<b>I niestacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>ENN210003</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	18	9	9		
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 kontaktu (BK)	1	1,5	0,75		

\*niepotrzebne skreślić

**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 KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - posiada wiedzę dotyczącą podstawowych metod pomiarowych, zna równanie pomiaru, zna pojęcie wielkość fizyczna i jednostka miary oraz pojęcia: wzorzec pomiaru i wzorcowanie.

PEK\_W02 - zna i rozumie pojęcia dotyczące właściwości przyrządów: klasa niedokładności przyrządu pomiarowego, zakres wskazań i zakres pomiarowy przyrządu, czułość przyrządu, błąd dodatkowy przyrządu.

PEK\_W03 - zna i rozumie pojęcia: błąd pomiaru, niepewność pomiaru, błąd przypadkowy i systematyczny, poprawka, omyłka.

PEK\_W04 - zna metody i sposoby wyznaczenia niepewności pomiarowych dla metody bezpośredniej i pośredniej, wraz z zapisem wyniku pomiaru, jak również zna sposoby poprawy dokładności pomiaru.

PEK\_W05 - zna i rozumie potrzebę wykorzystania funkcji korelacji i regresji do sporządzania charakterystyk pomiarowych.

PEK\_W06 - zna metody i sposoby oraz narzędzia do pomiaru wielkości geometrycznych

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - zapisuje wynik pomiaru z przyjętą ilością cyfr znaczących, umie przystosować wzór wielkościowy do danych jednostek.

PEK\_U02 - oblicza błędy systematyczne, poprawki i analizuje własności przyrządów pomiarowych.

PEK\_U03 - umie wyznaczyć niepewność typu B.

PEK\_U04 - analizuje własności rozkładu normalnego i wyznacza niepewność typu A.

PEK\_U05 - umie wyznaczyć niepewność całkowitą w pomiarach pośrednich i bezpośrednich.

PEK\_U06 - umie wyznaczyć omyłkę pomiarową.

PEK\_U07 - potrafi wywzorcować przyrząd pomiarowy.

PEK\_U08 - umie zastosować analizę korelacyjną i regresyjną do przedstawienia charakterystyk pomiarowych.

PEK\_U09 – umie posługiwać się przyrządami do pomiaru wielkości geometrycznych

### TREŚCI PROGRAMOWE

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe pojęcia metrologii. Pomiar. Definicja pomiaru, podstawowe równanie pomiaru. Wielkości pomiarowe i jednostki miary, podział, przykłady.	2
Wy 2	Metody, przyrządy i narzędzia pomiarowe- podział, przykłady. Parametry charakteryzujące właściwości przyrządów pomiarowych	4
Wy 3÷5	Błędy i niepewności pomiarowe, zasady poprawy dokładności pomiaru	6

Wy 6	Zasady podawania wyników pomiarów, dokładność i zasady zaokrąglania liczb przybliżonych. Planowanie i opracowanie wyników pomiarów	2
Wy 7	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.	3
Wy 8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	<b>Suma godzin</b>	<b>18</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw 1	Rozwiązywanie zadań dotyczących błędów systematycznych na przykładzie elementarnych pomiarów temperatur, ciśnień i strumieni przepływów	1
Ćw 2	Rozwiązywanie zadań z zakresu obliczania niepewności metodą typu B i poprawnego zapisu wyniku pomiaru	2
Ćw 3	Rozwiązywanie zadań z zakresu ujawniania omyłek oraz liczenia niepewności metodą typu A ( rozkład Gaussa, Studenta )	2
Ćw 4	Rozwiązywanie zadań z zakresu obliczania niepewności rozszerzonej oraz poprawy dokładności pomiarów dla pomiarów pośrednich i bezpośrednich	2
Ćw 5	Rozwiązywanie zadań z zakresu metod korelacji i regresji	1
Ćw 6	Kolokwium zaliczeniowe	1
	<b>Suma</b>	<b>9</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie. Sprawy organizacyjne: przepisy ogólne, przepisy BHP	1
La2	Rozkład normalny, niepewność standardowa typu A	2
La3	Błędy w pomiarach bezpośrednich ( grubościomierz ultradźwiękowy)	2
La4	Metoda podstawowa pomiaru na przykładzie wyznaczania gęstości. Błędy w metodzie pośredniej.	2
La5	Analiza korelacyjna i regresyjna. Sprawdzanie i wzorcowanie aparatury i przyrządów pomiarowych (suwmiarka, mikrometr).	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>9</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
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 KSZTAŁCENIA-wykład**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEK_W01 ÷ PEK_W06	Zaliczenie pisemne

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA-ćwiczenia**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
---	--------------------------	---

P	PEK_U01÷ PEK_U05,	Zaliczenie pisemne
---	-------------------	--------------------

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA-laboratorium**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U04÷ PEK_U09	krótkie sprawdziany pisemne,
F2	PEK_U04÷ PEK_U09	odpowiedzi ustne
F3	PEK_U04÷ PEK_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

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
 PODSTAWY METROLOGII I TECHNIKI EKSPERYMENTU  
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU  
 ENERGETYKA**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	K1ENG_W05	C1	Wy1÷Wy2	N1,N8,N9
PEK_W02		C2,C3	Wy3÷Wy5	
PEK_W03		C2	Wy3÷Wy5	
PEK_W04		C3	Wy3÷Wy5	
PEK_W05		C4,C5	Wy6	
PEK_W06		C1,C4	Wy7	
PEK_U01	K1ENG_U11,	C3	Ćw3	N2÷N3
PEK_U02	K1ENG_U11	C2	Ćw1,Ćw2	N2÷N3
PEK_U03	K1ENG_U11	C3	Ćw3	N2÷N3
PEK_U04	K1ENG_U11,K1ENG_U12	C3,C6	La2,Ćw4	N2÷N7
PEK_U05	K1ENG_U11,K1ENG_U12	C3,C6	La3÷La4, Ćw3÷Ćw4	N2÷N7
PEK_U06	K1ENG_U12	C7,C6	La3	N4÷N7
PEK_U07	K1ENG_U12	C4,C6,C7	La5	N4÷N7
PEK_U08	K1ENG_U11,K1ENG_U12	C2,C6,C7	La5, Ćw5	N4÷N7
PEK_U09	K1ENG_U12	C1,C6	La5	N4÷N7