

**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) Specjalność (jeśli dotyczy)	<b>LOTNICTWO I KOSMONAUTYKA</b>
Poziom i forma studiów:	<b>I, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>LSN110003</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

	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		

\*niepotrzebne skreślić

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

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 wielkość fizyczna i jednostka miary oraz pojęcia: wzorec 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

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 (pomiaru bezpośrednie i pośrednie), 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
	<b>Suma</b>	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
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
	<b>Suma</b>	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
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
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</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 UCZENIA SIĘ -wykład**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
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 uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_U01 ÷ PEU_U05,	Zaliczenie pisemne

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ -laboratorium**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
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