

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Podstawy metrologii i techniki eksperymentu
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Basics of metrology and experiment techniques
Kierunek studiów (jeśli dotyczy)	Mechanika i budowa maszyn energetycznych
Specjalność (jeśli dotyczy)	
Stopień studiów i forma:	I niestacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu	W09MBE-NI2303
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	18	9	9		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	30	30		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	1	1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1	1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1	0,75	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 wielkość 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**

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
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
	Suma godzin	18

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
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
	Suma	9

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
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
	Suma godzin	9

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
<p>N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów</p> <p>N2. Ćwiczenia rachunkowe – krótkie 10 min sprawdziany pisemne</p> <p>N3. Ćwiczenia rachunkowe – dyskusja rozwiązań zadań</p> <p>N4. Laboratorium – krótkie sprawdziany pisemne z przygotowania do zajęć</p> <p>N5. Laboratorium – dyskusja nt sposobu wykonywania eksperymentu</p> <p>N6. Laboratorium - omówienie wykonanych sprawozdań z przeprowadzonych pomiarów</p> <p>N7. Praca własna- przygotowanie do ćwiczeń i laboratoriów</p> <p>N8. Konsultacje</p> <p>N9. Praca własna – przygotowanie do zaliczenia</p>

#### 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] *Mala encyklopedia metrologii*, WNT, Warszawa 1989
- [4] A.Chwaleba, M. Poniński, A. Siedlecki: *Metrologia elektryczna*, WNT, Warszawa 2000

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

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