



## IV. Opis programu studiów

### 3. KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	<b>M#1-N2-MiBM-106</b>
Nazwa przedmiotu	<b>Metrologia Warstwy Wierzchniej</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<b>Surface Metrology</b>
Obowiązuje od roku akademickiego	<b>2020/2021</b>

#### USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	<b>MECHANIKA I BUDOWA MASZYN</b>
Poziom kształcenia	<b>II stopień</b>
Profil studiów	<b>ogólnoakademicki</b>
Forma i tryb prowadzenia studiów	<b>studia niestacjonarne</b>
Zakres	<b>wszystkie</b>
Jednostka prowadząca przedmiot	<b>Katedra Technologii Mechanicznej i Metrologii</b>
Koordinator przedmiotu	<b>Dr hab. inż. Krzysztof Stępień, prof. PŚk</b>
Zatwierdził	

#### OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	<b>przedmiot podstawowy</b>
Status przedmiotu	<b>obowiązkowy</b>
Język prowadzenia zajęć	<b>polski</b>
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	<b>semestr 1</b>
Wymagania wstępne	<b>Metrologia I, Metrologia II</b>
Egzamin (TAK/NIE)	<b>TAK</b>
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	seminarium
Liczba godzin w semestrze	<b>9</b>		<b>9</b>		

## EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Ma wiedzę na temat podstaw fizycznych zjawisk wykorzystywanych w pomiarach struktury geometrycznej powierzchni.	MiBM2_W02 MiBM2_W12
	W02	Zna metody pomiaru struktury geometrycznej powierzchni za przenośnych i stacjonarnych przyrządów pomiarowych, ma wiedzę na temat doboru parametrów pomiaru oraz prawidłowej interpretacji wyników pomiarów, posiada wiedzę na temat tolerancji geometrycznych.	MiBM2_W01 MiBM2_W02
Umiejętności	U01	Potrafi posługiwać się różnego rodzaju przyrządami do pomiaru struktury geometrycznej powierzchni. Potrafi dobrać przyrząd do określonego zadania pomiarowego, dobrać parametry pomiaru, posługując się przy tym literaturą naukową i normami.	MiBM2_U01 MiBM2_U11
	U02	Potrafi dobrać parametry opisujące stan powierzchni mierzonej, dokonać analizy danych pomiarowych, dokonać interpretacji wyników i ocenić ich wiarygodność.	MiBM2_U11
Kompetencje społeczne	K01	Docenia znaczenie profesjonalnego podejścia przy dokonywaniu pomiarów.	MiBM2_K02

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć*	Treści programowe
wykład	Podstawowe wiadomości na temat pomiarów struktury geometrycznej powierzchni. Rys historyczny metrologii warstwy wierzchniej. Skrótowy przegląd narzędzi do pomiaru struktury geometrycznej powierzchni. Klasyfikacja składowych struktury geometrycznej powierzchni. Definicja zarysów kształtu, falistości oraz chropowatości powierzchni. Maszyn. Pomiary stykowe. Klasyfikacja przyrządów stykowych. Zasada działania przyrządów stykowych i ich zastosowanie. Charakterystyka wybranych przyrządów stykowych. Pomiary bezstykowe. Klasyfikacja przyrządów bezstykowych. Zasada działania przyrządów bezstykowych i ich zastosowanie. Charakterystyka wybranych przyrządów bezstykowych. Mikroskopy z sondą skanującą. Typy mikroskopów z sondą skanującą. Zasada działania mikroskopów z sondą skanującą. Tryby pracy, Zastosowanie mikroskopów z sondą skanującą. Parametry oceny struktury geometrycznej powierzchni – 2D. Klasyfikacja parametrów, ich definicje, typy oraz zastosowanie. Metoda motywów. Parametry oceny struktury geometrycznej powierzchni – 3D. Klasyfikacja parametrów, ich definicje, typy oraz zastosowanie. Ocena nierówności powierzchni za pomocą krzywych – krzywa nośności, krzywa udziału materiałowego. Ocena nierówności powierzchni za pomocą analizy Fouriera oraz analizy falkowej.
laboratorium	Wprowadzenie. Znaczenie właściwego doboru parametrów pomiaru struktury geometrycznej powierzchni. Badanie wpływu metody filtracji na wyniki pomiaru struktury geometrycznej powierzchni. Badanie powtarzalności i odtwarzalności pomiarów chropowatości za pomocą profilometru przenośnego. Pomiary struktury geometrycznej powierzchni 2D za pomocą stacjonarnego profilometru stykowego. Pomiary topografii powierzchni za pomocą profilometru optycznego. Ocena dokładności pomiaru parametrów 2D chropowatości powierzchni za pomocą profilometru optycznego. Ocena dokładności pomiaru parametrów 2D chropowatości powierzchni za pomocą stykowego profilometru stacjonarnego. Ocena możliwości pomiaru mikrostruktury geometrycznej powierzchni za pomocą mikroskopu sił atomowych. Badanie dokładności pomiaru struktury geometrycznej powierzchni za pomocą głowicy konfokalnej. Badanie korelacji między wynikami pomiaru struktury geometrycznej powierzchni metodą stykową oraz optyczną. Badanie powtarzalności pomiaru struktury geometrycznej powierzchni profilometrem optycznym. Ocena wpływu sklejania obszarów pomiarowych na wynik pomiaru topografii powierzchni profilometrem optycznym.

\*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

### METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia (zaznaczyć X)					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01		X				
W02		X				
U01					X	
U02					X	
K01						X

### FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć*	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	egzamin	Uzyskanie 50 pkt na 100 możliwych.
laboratorium	zaliczenie z oceną	Obecność na zajęciach. Oddanie prawidłowo wykonanych sprawozdań. Uzyskanie co najmniej 50 % punktów z kolokwium przeprowadzanych w trakcie semestru.

\*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

### NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS							
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta					Jednostka
		W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	9		9			h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	4		2			h
3.	<b>Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	24					h
4.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	1					ECTS
5.	<b>Liczba godzin samodzielnej pracy studenta</b>	51					h
6.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy</b>	2					ECTS
7.	<b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b>	38					h
8.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym</b>	1,5					ECTS
9.	<b>Sumaryczne obciążenie pracą studenta</b>	75					h
10.	<b>Punkty ECTS za moduł</b> <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	3					

## **LITERATURA**

1. R. Leach, Optical measurements of surface topography, Springer, 2011.
2. S. Adamczak, „Pomiary geometryczne powierzchni”, WNT, 2009.
3. E. Ratajczyk, A. Woźniak, Współrzędnościowe Systemy Pomiarowe, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2016.
4. J. Arendarski, Niepewność pomiarów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2013.
5. W. Jakubiec, J. Malinowski, Metrologia Wielkości Geometrycznych, WNT, Warszawa, 2007.
6. S. Adamczak, W. Makiela, Metrologia w budowie maszyn – zadania z rozwiązaniami, PWN, 2018, Warszawa,
7. Praca zbiorowa pod redakcją Z. Humiennego „Geometrical Product Specifications - Course for Technical Universities” – Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2001.
8. S. Adamczak, W. Makiela, Podstawy metrologii i inżynierii jakości dla mechaników – ćwiczenia praktyczne, PWN, Warszawa, 2010.
9. Connie L. Dotson, Fundamentals of dimensional metrology, Cengage Learning, 2016.