

## KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	studia stacjonarne:	<b>M#2-S1-MiBM-IWP-510</b>
	studia niestacjonarne:	<b>M#2-N1-MiBM-IWP-607</b>
Nazwa przedmiotu	<b>Inżynieria odwrótne</b>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<b>Reverse engineering</b>	
Obowiązuje od roku akademickiego	<b>2024/2025</b>	

## USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	<b>MECHANIKA I BUDOWA MASZYN</b>
Poziom kształcenia	<b>I stopień</b>
Profil studiów	<b>ogólnoakademicki</b>
Forma i tryb prowadzenia studiów	<b>Studia stacjonarne i niestacjonarne</b>
Zakres	<b>inżynieria wzornictwa przemysłowego</b>
Jednostka prowadząca przedmiot	<b>Katedra Metrologii i Niekonwencjonalnych Metod Wytworzenia</b>
Koordynator przedmiotu	<b>dr hab. inż. Jerzy Bochnia, prof. PŚk</b>
Zatwierdził	<b>dr hab. Jakub Takosoglu, prof. PŚk, Dziekan WMiBM</b>

## OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	<b>Przedmiot specjalnościowy</b>	
Status przedmiotu	<b>Obowiązkowy</b>	
Język prowadzenia zajęć	<b>Polski</b>	
Usytuowanie w planie studiów - semestr	studia stacjonarne	<b>Semestr V</b>
	studia niestacjonarne	<b>Semestr VI</b>
Wymagania wstępne		
Egzamin (TAK/NIE)	<b>NIE</b>	
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>	

Forma prowadzenia zajęć		wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
<b>Liczba godzin w semestrze</b>	studia stacjonarne:	<b>15</b>		<b>15</b>	<b>15</b>	
	studia niestacjonarne:	<b>9</b>		<b>9</b>	<b>9</b>	

**EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Ma zaawansowaną uporządkowaną wiedzę z zakresu szeroko rozumianej informatyki, w tym grafiki inżynierskiej i nowoczesnych technologii informacyjno-komunikacyjnych, które stosuje się w rozwiązywaniu różnego rodzaju zagadnień inżynierskich związanych z mechaniką czy budową maszyn, szeroko rozumianym projektowaniem, w tym konstruowaniem oraz prototypowaniem i inżynierią odwrotną.	MiBM1_W03
	W02	Ma pogłębioną wiedzę dotyczącą nazewnictwa, budowy, zasady działania różnego rodzaju maszyn, urządzeń mechanicznych i mechatronicznych, w szczególności i skanerów 3D, określania podstawowych parametrów ich pracy.	MiBM1_W06
	W03	Zna, w stopniu zaawansowanym, addytywne nowoczesne techniki wytwarzania części maszyn, posiada także szczegółową wiedzę na temat budowy różnego rodzaju systemów służących do obróbki i kształtowania materiałów (zwłaszcza przy wykorzystaniu technologii inżynierii odwrotnej) oraz zaawansowaną wiedzę pozwalającą zaprojektować właściwy wariant wzoru przemysłowego. Zna w stopniu zaawansowanym nowoczesne metody skanowania 3D.	MiBM1_W07
	W04	Ma poszerzoną i uporządkowaną wiedzę w zakresie właściwości budowy różnego rodzaju struktur, stosowania różnych materiałów inżynierskich, co pozwala na odpowiedni dobór materiałów w obszarze budowy maszyn czy projektowanych form przemysłowych.	MiBM1_W08
	W05	Na poziomie zaawansowanym zna zarówno zasady jak i sposoby oraz cel tworzenia oraz analizy dokumentacji technicznej z elementami projektowania inżynierskiego przy wykorzystaniu programów graficznych i obliczeniowych, jak również podstawowych zasad projektowania, bazując na zasadzie od pomysłu do produktu końcowego.	MiBM1_W09
	W06	Posiada elementarną wiedzę niezbędną do organizowania pracy w określonym laboratorium zgodnie z zasadami BHP oraz ochrony środowiska, ja również ergonomii.	MiBM1_W19
Umiejętności	U01	Umiejętnie w sposób zaawansowany wykorzystuje wiedzę z obszaru nauk podstawowych do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich, z zakresu mechaniki czy budowy maszyn, począwszy od etapu projektowania, poprzez konstruowanie, dobór materiałów i technik wytwarzania, kreacji formy właściwej, kończąc na opracowaniu prototypu w postaci rzeczywistej bądź makiety wirtualnej, dokonując obiektywnej oceny i krytycznych analiz uzyskanych wyników.	MiBM1_U01
	U02	Potrafi świadomie wykorzystywać oprogramowanie komputerowe w obszarze mechaniki i budowy maszyn w zakresie projektowania, konstruowania, prototypowania (druk 3D), inżynierii odwrotnej (skanowanie 3D), technik wytwarzania, prezentacji wyników pracy.	MiBM1_U02





	U03	Potrafi opracować dokumentację dotyczącą realizacji zadania inżynierskiego z wykorzystaniem specjalistycznej terminologii z obszaru mechaniki i budowy maszyn, przygotować tekst zawierający omówienie wyników realizacji tego zadania, uwzględniając różne możliwe aspekty projektu wzoru przemysłowego, wykorzystując różne narzędzia pracy inżyniera. Potrafi dokonać analizy i syntezy uzyskanych wyników.	MiBM1_U04
	U04	Potrafi zaprojektować proces skanowania 3D i dobrać do tego celu odpowiednie parametry skanowania. Potrafi dokonać inspekcji wymiarów oraz opracować model bryłowy na podstawie otrzymanego modelu powierzchniowego.	MiBM1_U08
	U05	Potrafi dobrać odpowiednie materiały inżynierskie, dla zapewnienia poprawnej eksploatacji maszyny w obszarze wytwarzania z wykorzystaniem druku 3D i inżynierii odwrotnej.	MiBM1_U14
Kompetencje społeczne	K01	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy oraz konieczności pozyskiwania nowych informacji zarówno z literatury, jak i od ekspertów z dziedziny mechaniki i budowy maszyn w aspekcie inżynierii odwrotnej.	MiBM1_K01
	K02	Ma świadomość ważności i zrozumienie do pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na bezpieczeństwo innych ludzi oraz wpływu na środowisko i związanej z tymi zagadnieniami odpowiedzialności.	MiBM1_K02

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć*	Treści programowe
wykład	<p>Wprowadzenie do zagadnień skanowania 3D i podstaw inżynierii odwrotnej dla Kierunku Mechanika i Budowa Maszyn z uwzględnieniem Inżynierii Wzornictwa Przemysłowego.</p> <p>Skanowanie 3D jako narzędzie inżynierii odwrotnej. Stykowe i bezstykowe metody współrzędnościowej techniki pomiarowej.</p> <p>Metody digitalizacji stosowane w inżynierii odwrotnej. Triangulacja chmury punktów.</p> <p>Metody analizy i przetwarzania otrzymanych wyników pomiarów. Metody interpolacyjne w inżynierii odwrotnej.</p> <p>Charakterystyka programów komputerowych do skanowania i obróbki chmury punktów.</p> <p>Wprowadzenie do pracy z plikami cyfrowymi wykorzystywanymi w procesie skanowania 3D. Konwersja do plików CAD. Modelowanie i projektowanie z zastosowaniem skanowania 3D.</p> <p>Opis realizacji procesu produkcyjnego z wykorzystaniem inżynierii odwrotnej i technologii druku 3D. Studium przypadków.</p>
laboratorium	<p>Budowa i zasada działania zastosowanego skanera, interface oprogramowania.</p> <p>Skanowanie 3D obiektów o różnych kształtach. Dobór parametrów skanowania.</p> <p>Obróbka otrzymanej chmury punktów. Tworzenie modelu powierzchniowego.</p> <p>Konstrukcja geometrii i inspekcja wymiarów otrzymanego modelu. Opcje eksportu, tworzenie modelu CAD.</p> <p>Inspekcja wymiarów oraz analiza powstałych odchyłek związanych ze skanowaną geometrią.</p>





projekt	<p>Wybór rzeczywistego obiektu i jego charakterystyka wraz z rozeznaniem ochrony patentowej.</p> <p>Wykonanie skanowania 3D wybranego obiektu i obróbka otrzymanej chmury punktów. Inspekcja wymiarów.</p> <p>Opracowanie modelu rekonstrukcyjnego na podstawie uzyskanych wyników.</p> <p>Wprowadzenie zmian konstrukcyjnych z uwzględnieniem zasad ergonomii lub optymalizacji konstrukcji i estetyki.</p> <p>Wykonanie dokumentacji projektowej. Odtworzenie dokumentacji wykonawczej lub opracowanie projektu wzoru przemysłowego lub użytkowego.</p>
---------	---

## METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia (zaznaczyć X)					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01			X		X	
W02			X		X	
W03			X		X	
W04			X		X	
W05			X		X	
W06			X		X	
U01				X	X	
U02				X	X	
U03				X	X	
U04				X	X	
U05				X	X	
K01				X	X	
K02				X	X	

## FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć*	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	zaliczenie z oceną	Pozytywne zaliczenie końcowego kolokwium. Uzyskanie co najmniej 50 % punktów.
laboratorium	zaliczenie z oceną	Pozytywne zaliczenie sprawozdań z zajęć. Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną.
projekt	zaliczenie z oceną	Pozytywne zaliczenie opracowanego projektu.

## NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS												
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta										Jednostka
		studia stacjonarne					studia niestacjonarne					
		W	C	L	P	S	W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	15		15	15		9		9	9		h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2		2	2		2		2	2		h
3.	<b>Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>51</b>					<b>33</b>					h





4.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	2,0	1,3	ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	24	42	h
6.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	1,0	1,7	ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	50	50	h
8.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	2,0	2,0	ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	75	75	h
10.	<b>Punkty ECTS za moduł</b> <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	<b>3</b>		ECTS

## LITERATURA

- Bochnia J., Kozior T.: Podstawy Szybkiego Prototypowania, Druk 3D, Technologia FDM/FFF, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2024.
- Bochnia J.: Zastosowanie skanowania 3D w inżynierii odwrotnej, Mechanik, 3/2019.
- Adamczak S., Błasiak S., Bochnia J., Pomiary wielkości geometrycznych modeli kształtowanych przyrostowo z zastosowaniem skanera 3D, Mechanik, Tom: 87, Zeszyt: 8-9, 2014, pp. 17-25.
- Szelewski M., Wieczorowski M.: Inżynieria odwrotna i metody dyskretyzacji obiektów fizycznych, Mechanik nr 12/2015, pp. 183-188.
- Karbowski K.: Podstawy rekonstrukcji elementów maszyn i innych obiektów w procesach wytwarzania. Politechnika Krakowska, monografia 367, 2008.
- Kantaros A., Ganetsos T., Petrescu F.: Three-Dimensional Printing and 3D Scanning: Emerging Technologies Exhibiting High Potential in the Field of Cultural Heritage, Applied Science, 2023, 13, 4777. <https://doi.org/10.3390/app13084777>.
- Silva R., Silva B., Fernandes C., Morouço P., Alves N., Veloso A.: A Review on 3D Scanners Studies for Producing Customized Orthoses, Sensors 2024, 24, 1373. <https://doi.org/10.3390/s24051373>
- Instrukcje obsługi skanerów Atos II i 3D EinScan SE.

### Czasopisma naukowo-techniczne

- Mechanik, ISSN 0025-6552.
- 3D Printing and Additive Manufacturing, Mary Ann Liebert, Inc, ISSN 2329-7662.
- Virtual and Physical Prototyping, Taylor & Francis, ISSN 1745-2759.
- Materials, MDPI, ISSN 1996-1944.
- MM Science, ISSN 1803-1269.

