



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	studia stacjonarne:	M#2-S2-MiBM-208
	studia niestacjonarne:	M#2-N2-MiBM-208
Nazwa przedmiotu	Badania zaawansowanych metod druku 3D	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Materials Characterization in Advanced 3D Printing	
Obowiązuje od roku akademickiego	2024/2025	

USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	MECHANIKA I BUDOWA MASZYN
Poziom kształcenia	II stopień
Profil studiów	ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	Studia stacjonarne i niestacjonarne
Zakres	wszystkie
Jednostka prowadząca przedmiot	Katedra Metrologii i Niekonwencjonalnych Metod Wytwarzania
Koordinator przedmiotu	dr hab. inż. Tomasz Koziór, prof. PŚk
Zatwierdził	dr hab. Jakub Takosoglu, prof. PŚk, Dziekan Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	Przedmiot kierunkowy	
Status przedmiotu	obowiązkowy	
Język prowadzenia zajęć	polski	
Usytuowanie w planie studiów - semestr	studia stacjonarne	Semestr II
	studia niestacjonarne	Semestr II
Wymagania wstępne		
Egzamin (TAK/NIE)	NIE	
Liczba punktów ECTS	2	

Forma prowadzenia zajęć		wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
Liczba godzin w semestrze	studia stacjonarne:	15		30		
	studia niestacjonarne:	9		18		



Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology

Projekt „Dostosowanie kształcenia w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki”
nr FERS.01.05-IP.08-0234/23



Wydział Mechatroniki
i Budowy Maszyn

**EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Ma pogłębioną i uporządkowaną wiedzę w zakresie zjawisk występujących we maszynach i urządzeniach mechanicznych w szczególności drukarek 3D w aspekcie przeprowadzania badań właściwości mechanicznych.	MiBM2_W02
	W02	Ma uporządkowaną i pogłębioną teoretycznie wiedzę z zakresu zadań inżynierskich związanych z mechaniką i budową maszyn, szeroko rozumianym projektowaniem z uwzględnieniem prototypowania, zna główne tendencje rozwojowe w tych dziedzinach w szczególności w obszarze druku 3D.	MiBM2_W03
	W03	Ma szczegółową i pogłębioną wiedzę na temat technologii wytwarzania i obróbki części maszyn, w szczególności na temat technologii przyrostowych, zagadnień szybkiego prototypowania, posiada także uporządkowaną i pogłębioną wiedzę na temat budowy różnego rodzaju systemów służących do obróbki i kształtowania materiałów.	MiBM2_W05
	W04	Ma pogłębioną wiedzę w obszarze pomiarów parametrów geometrycznych, mechanicznych, eksploatacyjnych czy wytrzymałościowych w szczególności w obszarze druku 3D.	MiBM2_W08
	W05	Ma ugruntowaną wiedzę niezbędną do rozumienia ekonomicznych, ekologicznych w obszarze procesu technologicznego wytwarzania modeli z zastosowaniem technologii druku 3D. Zna fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji.	MiBM2_W14
Umiejętności	U01	Potrafi wykorzystać wiedzę do formułowania i rozwiązywania złożonych zadań inżynierskich w różnych obszarach mechaniki i budowy maszyn zarówno na etapie projektowania, konstruowania, doboru materiałów, wytwarzania, prototypowania, testowania. Potrafi dokonywać oceny, krytycznej analizy i syntezy uzyskanych wyników oraz wyrażania swoich opinii i uwag.	MiBM2_U01
	U02	Potrafi zaprojektować proces technologiczny typowych części maszyn w obszarze mechaniki i budowy maszyn i dobrać do tego celu odpowiednie maszyny i urządzenia.	MiBM2_U07 MiBM2_U13
	U03	Potrafi wykonywać pomiary różnego rodzaju wielkości i parametrów związanych z procesem wytwarzania, testów oraz eksploatacji części i systemów mechanicznych, potrafi interpretować uzyskane wyniki, analizować niepewność pomiaru i wyciągać wnioski.	MiBM2_U10
	U04	Potrafi dobrać odpowiednie materiały inżynierskie, technologie wytwarzania oraz parametry technologiczne, dla zapewnienia odpowiedniej jakości wytwarzanych modeli oraz poprawnej eksploatacji maszyny lub systemu w różnych obszarach mechaniki i budowy maszyn uwzględniając wielowariantowe rozwiązania o ile zachodzi taka potrzeba.	MiBM2_U12





	U05	Potrafi dostrzegać złożone powiązania decyzji inżynierskich z obszarem pozatechnicznym w tym dostrzegać aspekty środowiskowe, ekonomiczne, prawne oraz wynikające z zasad zrównoważonego projektowania z zachowaniem kryteriów bezpieczeństwa i dostępności zgodnie z obowiązującymi wymaganiami i normami.	MiBM2_U14
Kompetencje społeczne	K01	Ma świadomość potrzeby samodzielnego uzupełniania i poszerzania wiedzy z zakresu mechaniki i budowy maszyn. Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy, znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz konieczności pozyskiwania nowych informacji zarówno z literatury, jak i od ekspertów z dziedziny mechaniki i budowy maszyn. Rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego doskonalenia (studia III stopnia, studia podyplomowe, kursy), mającego na celu podnoszenie kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych.	MiBM2_K01
	K02	Ma świadomość ważności i zrozumienia 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.	MiBM2_K02
	K03	Jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych związanych z kierunkiem studiów mechanika i budowa maszyn, przestrzegania zasad etycznych oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad z uwzględnieniem zmieniających się potrzeb społecznych, dba o dorobek, etos i tradycje zawodu. Przestrzega zasad etyki zawodowej oraz podejmuje działania na rzecz ich przestrzegania.	MiBM2_K05

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć	Treści programowe
wykład	<p>Zapoznanie studentów z zaawansowanymi technologiami druku 3D na bazie tworzyw sztucznych oraz metali stosowanymi w praktyce przemysłowej oraz badawczej zarówno w obszarze prototypowania jak i wytwarzania serii produkcyjnych.</p> <p>Wprowadzenie do bezpiecznego użytkowania ww. metod druku 3D w aspekcie nowoczesnych materiałów inżynierskich w oparciu o aktualne normy i literaturę.</p> <p>Omówienie badań dotyczących oceny wybranych właściwości/cech jakości modeli wytwarzanych z wykorzystaniem technologii druku 3D, a także wprowadzenie do oszacowania wpływu parametrów technologicznych na jakość wytwarzanych modeli.</p> <p>Wprowadzenie do procesu planowania, realizacji oraz analizy wyników badań na podstawie literatury badawczej oraz norm międzynarodowych.</p> <p>Omówienie norm obecnie stosowanych w druku 3D, ze szczególnym ukierunkowaniem na aspekt przemysłowy oraz badawczy.</p> <p>Metody prezentacji wyników badań z uwzględnieniem standardowego odchylenia i niepewności pomiarów.</p> <p>Omówienie problemów ekologicznych i etycznych w aspekcie stosowania druku 3D, utylizacji materiałów oraz możliwości recyklingu.</p>





laboratorium	Przeprowadzenie ćwiczeń laboratoryjnych obejmujących swoim obszarem analizę wpływu wybranych parametrów technologicznych procesu druku 3D na wybrane właściwości wytwarzanych modeli. Realizacja ćwiczeń laboratoryjnych obejmuje swoim obszarem analizę właściwości reologicznych (relaksacji i pełzania), wytrzymałości na rozciąganie, ściskanie i zginanie, ocenę technologicznej warstwy wierzchniej, ocenę mikroskopową powierzchni, ocenę sztywności. Wykonanie ćwiczeń wprowadzających do zaawansowanych technologii druku 3D takich jak selektywne spiekanie laserowe – SLS oraz Foto-utwardzanie ciekłych żywic polimerowych – PJM z zastosowaniem drukarek 3D znajdujących się w laboratorium. Zastosowanie standardowych modeli próbek, modeli o strukturze komórkowej oraz modeli cienkościennych. Przeprowadzenie rozszerzonej oceny plików stosowanych w druku 3D z ukierunkowaniem na jakość wytwarzanych modeli. Prezentacja wyników testów z zastosowaniem oceny statystycznej (standardowe odchylenie, niepewność pomiarów).
--------------	---

METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01			X			
W02			X			
W03			X			
W04			X			
W05			X			
U01					X	
U02					X	
U03					X	
U04					X	
U05					X	
K01						X
K02						X
K03						X

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	zaliczenie z oceną	Zaliczenie kolokwium na minimum 50%.
laboratorium	zaliczenie z oceną	Oddanie i zaliczenie wszystkich sprawozdań laboratoryjnych na minimum 50% każde.

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		30			9		18			h





2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2		2		2		2		h
3.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	49				31				h
4.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	1,6				1,0				ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	11				29				h
6.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	0,4				1,0				ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	40				40				h
8.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	1,3				1,3				ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	60				60				h
10.	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS= 25-30 godzin obciążenia studenta</i>					2				ECTS

LITERATURA

1. Bochnia J., Kozior T.: Podstawy Szybkiego Prototypowania, Druk 3D, Technologia FDM/FFF, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2024.
2. Bochnia J.: Wybrane właściwości fizyczne materiałów kształtowanych technologiami przyrostowymi, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2018.
3. Budzik G., Siemiński P.: Techniki przyrostowe. Druk 3D. Drukarki 3D, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2015.
4. Budzik G., Woźniak J., Przeszlowski Ł.: Druk 3D jako element przemysłu przyszłości. Analiza rynku i tendencje rozwoju., Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2022.
5. Chua., Chee Kai.: 3D printing and additive manufacturing: principles and applications, the 5th edition of rapid prototyping: principles and application, World Scientific, 2017.

Międzynarodowe Normy

1. PN-EN ISO/ASTM 52900: Additive manufacturing — General principles — Fundamentals and vocabulary, 2021.
2. PN-EN ISO/ASTM 52901: Additive manufacturing — General principles — Requirements for purchased AM parts, 2018.
3. ISO 3384-1: Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of stress relaxation in compression — Part 1: Testing at constant temperature, 2019.
4. ISO 527-1:Plastics — Determination of tensile properties - Part 1: General principles, 2019.
5. ISO 178: Plastics — Determination of flexural properties, 2019.
6. ISO 604: Plastics — Determination of compressive properties, 2002.
7. ISO 899-1: Plastics — Determination of creep behaviour, Part 1: Tensile creep, 2017.

