

**KARTA PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	studia stacjonarne:	M#2-S1-MiBM-UiK-510
	studia niestacjonarne:	M#2-N1-MiBM-UiK-607
Nazwa przedmiotu	Wytwarzanie elementów uzbrojenia z kompozytów	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Manufacturing of Composite Weapon Elements	
Obowiązuje od roku akademickiego	2024/2025	

USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	MECHANIKA I BUDOWA MASZYN
Poziom kształcenia	I stopień
Profil studiów	ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	Studia stacjonarne i niestacjonarne
Zakres	uzbrojenie i kryminalistyka
Jednostka prowadząca przedmiot	Katedra Mechatroniki i Uzbrojenia
Koordynator przedmiotu	dr hab. inż. Rafał Chatys, prof.PŚk.
Zatwierdził	dr hab. Jakub Takosoglu, prof. PŚk, Dziekan Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

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

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

EFEKTY UCZENIA SIĘ



Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Student posiada wiedzę w zakresie matematyki do sprawnego posługiwania się metodami numerycznymi niezbędnymi do szacowania właściwości mechanicznych kompozytów warstwowych (laminatów) czy analizy działania systemów (agregat ciśnieniowy) stosowanych w automatycznym mieszaniu i podawaniu systemu żywicznego do formy; - analizy przepływu i wymiany ciepła w modelowaniu procesu próżniowego w preformie włóknistej (pakiecie komponentów- warstw w laminacie).	MiBM1_W01
	W02	Student ma uporządkowaną wiedzę w zakresie szacowania właściwości struktur kompozytowych, zastosowania materiałów inżynierskich jakimi są kompozyty o osnowie polimerowej w doborze materiałów w obszarze budowy maszyn.	MiBM1_W08
	W03	Student na w stopniu zaawansowanym wiedzę związaną z zakresu technologii wytwarzania (formowania) struktur kompozytowych (laminatów, Sandwich, kompozytów przekładkowych i hybrydowych) o osnowie polimerowej stosowanych w budowie elementów maszyn i urządzeń.	MiBM1_W011
	W04	Student posiada uporządkowaną zaawansowaną wiedzę na temat podstaw termodynamiki oraz mechaniki płynów (przepływ wybranego systemu żywicznego) przy wytwarzaniu struktur i komponentów o osnowie polimerowej do zastosowań (tych dziedzin nauki) w różnych obszarach mechaniki i budowy maszyn, np. przy projektowaniu i badaniu elementów techniki uzbrojenia (kamizelka kuloodporna, pancerz,...).	MiBM1_W016
	W05	Student posiada wiedzę z zakresu kultury pracy niezbędną do organizowania pracy z komponentami o osnowie polimerowej zgodnie z przepisami BHP, ochrony środowiska i ergonomii.	MiBM1_W19
Umiejętności	U01	Student potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę z obszaru nauk podstawowych do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich w różnych obszarach mechaniki i budowy maszyn, zarówno na etapie projektowania, doboru szczególnie komponentów o osnowie polimerowej, czy wytwarzania struktur kompozytowych (laminatów). Potrafi dokonywać oceny, krytycznej analizy i syntezy uzyskanych wyników oraz wyrażania swoich opinii i uwag.	MiBM1_U01 MiBM1_U02 MiBM1_U14
	U02	Student potrafi wykorzystać metody analityczne i numeryczne w szacowaniu właściwości mechanicznych komponentów i kompozytów o osnowie polimerowej. Potrafi wykonywać proste analizy wytrzymałościowe dla komponentów o osnowie polimerowej przy wykorzystywaniu klasycznych metod obliczeniowych.	MiBM1_U12 MiBM1_U13





	U03	Student potrafi planować i organizować sobie oraz zespołowi pracę w sposób efektywny i bezpieczny zgodnie z zasadami zachowania bezpieczeństwa, ochrony środowiska, ergonomii i przepisów ppoż, potrafi pracować samodzielnie i w zespole.	MiBM1_U17 MiBM1_U20
Kompetencje społeczne	K01	Student 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. Rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego doskonalenia (studia II i III stopnia, studia podyplomowe, kursy), mającego na celu podnoszenie kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych.	MiBM1_K01 MiBM1_K03
	K02	Jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy oraz przygotowany do optymalnych działań organizacyjnych.	MiBM1_K04

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć*	Treści programowe
wykład	Wprowadzenie – podstawowe definicje i określenia najważniejszych pojęć i zagadnień (laminat, kompozyt przekładkowy typu „sandwich”,..., preforma, kąt ułożenia, utwardzacz, inhibitor, mieszanina żywiczna; rys historyczny rozwój i podział materiałów konstrukcyjnych w transporcie. Klasyfikacja, rodzaje komponentów o osnowie polimerowej (ogólna charakterystyka wzmocnień: włókien węglowych, szklanych, aramidowych w postaci tkanin, mat, rowingu, UD,...) i ich zastosowanie. Laminaty – architektura ułożenia warstw w kompozycie. Kompozyty hybrydowe Polimery nieorganiczne, organiczne, naturalne, syntetyczne, modyfikowane. Przegląd modeli obliczeniowych (analitycznych) przy określaniu wytrzymałości statycznej i zmęczeniowej. Wpływ warunków eksploatacji na właściwości wytrzymałościowe kompozytów polimerowych. Starzenie się polimerów w różnych klimatycznych strefach kuli ziemskiej. Niszczące oddziaływanie atmosfery na materiały kompozytowe (wilgotność, temperatura, agresywne środowisko, woda morska). Analiza porównawcza wpływu parametrów technologicznych (naciśnienie, pod-ciśnienie, przepływ mieszaniny żywicznej, utwardzanie, żelowanie,...) przy wytwarzaniu włóknistych kompozytów o osnowie polimerowej w formach zamkniętych (metod: RTM, Lekkiego - RTM, worka próżniowego, czy infuzji) i metodach klasycznych (jak laminowanie na „mokro”, autoklaw). Omówienie podstawowych urządzeń (aplikatorów) wtlaczania mieszaniny żywicznej pod ciśnieniem do wnętrza formy przy formowaniu kompozytów polimerowych (włóknistych) metodami próżniowymi. Problemy i perspektywy rozwoju materiałów o osnowie polimerowej. Biomateriały. Implanty.





laboratorium	<p>Wykonanie 11 ćwiczeń laboratoryjnych</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Poszerzenie wiedzy odnośnie kultury pracy z komponentami o osnowie polimerowej - 1h 2. Przegląd komponentów o osnowie polimerowej stosowanych przy formowaniu kompozytów warstwowych (laminatów) - 2h 3. Szacowanie piku egzotermicznego w czasie procesu sieciowania systemów żywiczych z uwzględnieniem czasu i proporcji komponentów w procesie polimeryzacji - 3h 4. Aspekty statystyczne wpływu złożoności struktury kompozytu przy szacowaniu indywidualnych właściwości komponentów o osnowie polimerowej - 4h 5. Prognozowanie wytrzymałości laminatu - 2h 6. Formowanie n- warstwowego laminatu o osnowie polimerowej metod na mokro -4h 7. Formowanie n- warstwowego laminatu o osnowie polimerowej jedną z metod wtlaczania żywicy pod ciśnienie do wnętrza formy (do wyboru: metoda infuzji, metoda RTM, metoda I-RTM, czy metoda worka próżniowego) - 4h 8. Porównanie prognozowanej i otrzymanej wytrzymałości formowanego laminatu metodą na mokro i jedną z metod wtlaczani żywicy pod ciśnienie do wnętrza formy po statycznej próbie rozciągania - 2h 9. Szacowanie wytrzymałości kompozytu jednokierunkowego i laminatu o osnowie polimerowej z uwzględnieniem stałych materiałowych - 2h 10. Aspekty wytwarzania wybranego elementu uzbrojenia z kompozytu - 4h 11. Tworzenie form silikonowych - 2h
--------------	--

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			
W03			x			
W04			x			
W05			x			
U01					x	
U02					x	
U03					x	
K01						x
K02						x

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć*	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	zaliczenie z oceną	Sprawdzian w formie pytań otwartych - w postaci dwóch kolokwium. Piszący losuje bilet z przygotowanym zestawem pytań z zakresu komponentów o osnowie polimerowej (I kolokwium) i kompozytów (II kolokwium).





laboratorium	zaliczenie z oceną	Sprawozdania i kartkówka z każdego laboratorium
--------------	--------------------	---

NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS												
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta										Jednos tka
		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	2,0					1,2					ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	26					44					h
6.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	1,0					1,8					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.	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	3										ECTS

LITERATURA

1. Altenbach H., Altenbach J., Kissing W.: Mechanics of Composite Structural Elements. Springer - Verlag Berlin Heidelberg, New York, 2004;
2. Boczkowska A., Kapuściński J., Lindemann Z., Witemberg-Pietrzyk D., Wojciechowski S.: Kompozyty Skrypt PW, Warszawa, 2013;
3. Królikowski W.: Polimerowe kompozyty konstrukcyjne, PWN, 2017;
4. Ashby Michael F., David R. H. Jones: Materiały inżynierskie, tom I. "Własności i zastosowanie" oraz tom II "Kształtowanie struktury i własności, dobór materiałów", WNT, Warszawa, 1998;
5. Ashby Michael F.: Dobór materiałów w projektowaniu inżynierskim. tom III., WNT, Warszawa, 1998;
6. Rabek J. F.: Współczesna wiedza o polimerach, Wyd. Naukowe WNT, Warszawa, 2008;
7. Kozioł M.: Nasycenie ciśnienowo-próżniowe zszywanych oraz tkanych trójwymiarowo preform z włókna szklanego. Seria Monografia 644, Wyd. PŚ, Gliwice, 2016;
8. Śledziona J.: Podstawy technologii kompozytów, Wyd. PŚ, Gliwice, 1998;
9. Dąbrowski H.: Wytrzymałość polimerowych materiałów włóknistych, Wyd. PW, Wrocław, 2002;
10. German J.: Podstawy mechaniki materiałów włóknistych, Skrypt PK, Kraków, 1996;





Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



11. Gibson Ronald F.: Principles of Composite Material Mechanics, Publ. CRC Press, Taylor&Francis Group, Boca Ration-London-New York, 2007;
12. Jancelewicz B.: Polymeric composite structures - Engineering Methods for Plasticity and Strength Calculations, 1992;
13. Mortensen A.: Concise Encyclopedia of Composite Material, Publ. ELSEVIER, Singapur - London-New York, 2007;
14. Żuchowska D.: Polimery konstrukcyjne. WNT, Warszawa, 2004.

Wykaz literatury uzupełniającej

15. Lubin H.: Handbook of Composites, I i II tom, London-New York, 1988;
16. Simamury S.: Углеродные волокна, tłumaczenie z j. japońskiego, Москва, Мир, 1987;
17. Przygocki W., Włochowicz A.: Fizyka polimerów, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 2001;
18. Wilczyński A.: Polimerowe kompozyty włókniste, WNT., Warszawa, 1996;
19. Kleinchof M.: Применение полимерных композитных материалов в конструкторских транспортных средств. Riga Aviation University, Riga, 1997;
20. Pampuch R.: Współczesne materiały ceramiczne, AGH UWND, Kraków,

Czasopisma

1. Kwartalnik PTMK "Composites. Theory and Practice".
2. Magazyn Techniki Militarnej "Prezentuj broń"



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