

**KARTA PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	studia stacjonarne:	M#2-S1-AiR-AMiP-605
	studia niestacjonarne:	M#2-N1-AiR-AMiP-706
Nazwa przedmiotu	Materiały kompozytowe w automatyce	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Composite materials in Automation	
Obowiązuje od roku akademickiego	2025/2026	

USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	AUTOMATYKA I ROBOTYKA
Poziom kształcenia	I stopień
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	Studia stacjonarne i niestacjonarne
Zakres	Automatyka maszyn i procesów
Jednostka prowadząca przedmiot	Katedra Mechatroniki i Uzbrojenia
Koordinator przedmiotu	dr heb. 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	6
	studia niestacjonarne	7
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	Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie niektórych działów matematyki, do sprawnego posługiwania się metodami numerycznymi niezbędnymi do szacowania właściwości mechanicznych kompozytów warstwowych (laminatów) czy zastosowań metod sztucznej inteligencji, tj. działaniu agregatu ciśnieniowego (aplikatora) w automatycznym mieszaniu i podawaniu systemu żywicznego do formy, określając przepływ i wymianę ciepła w modelowaniu procesu próżniowego w preformie włóknistej (w pakiecie komponentów, czyli n-warstwowym laminacie).	AiR1_W01
	W02	Ma pogłębioną i uporządkowaną wiedzę w zakresie projektowania oraz metod numerycznych i ich zastosowania do symulacji i optymalizacji struktur kompozytowych szczególnie komponentów o osnowie polimerowej.	AiR1_W04
	W03	Ma zaawansowaną wiedzę w zakresie mechatroniki obejmującą zagadnienia projektowania, budowy i eksploatacji struktur kompozytowych (komponentów o osnowie polimerowej) w doborze materiałów w obszarze automatyki.	AiR1_W06
Umiejętności	U01	Potrafi dokonać analizy i modelowania pracy systemów technicznych (najczęściej urządzeń technologicznych i zautomatyzowanych systemów produkcyjnych do których zaliczamy aplikator, określający przepływ i wymianę ciepła w modelowaniu procesu formowania struktur kompozytowych metodą próżniową (tj. w wytwarzaniu kompozytu jako pakiet komponentów, czyli n-warstwowego laminatu).	AiR1_U05
	U02	Potrafi zastosować odpowiednie metody numeryczne do obliczeń wytrzymałościowych (stałych materiałowych) i symulacji związanych z rozwiązywaniem zadań dotyczących projektowania struktur kompozytowych które posłużą w budowaniu układów automatyki (i robotyki) oraz robotów.	AiR1_U08
	U03	Ma umiejętność planowania ciągłego samokształcenia się oraz ukierunkowywania innych w tym zakresie w celu rozwiązywania i realizacji metod formowania i szacowania stałych materiałowych nowych coraz bardziej złożonych struktur kompozytowych, podnosząc tym samym kompetencje zawodowe.	AiR1_U13



Kompetencje społeczne	K01	Ma świadomość potrzeby samodzielnego uzupełniania i poszerzania wiedzy z zakresu doboru struktur kompozytowych (poprzez numeryczne prognozowanie właściwości mechanicznych kompozytów wytworzonych z pomocą metod sztucznej inteligencji - tj. aplikatora z automatycznym mieszaniem systemu żywicznego w celu realizacji zadań z automatyki i robotyki. 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.	AiR1_K01
	K02	Jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy oraz przygotowany do optymalnych działań organizacyjnych.	AiR1_K03

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć	Treści programowe
wykład	Zapoznanie się z podstawowymi definicjami i zagadnieniami (jak laminat, komponent, kompozyt przekładkowy typu „sandwich”,..., preforma, kąt ułożenia, utwardzacz, inhibitor, system żywiczny). Krótki zarys historyczny rozwoju kompozytów w automatyce oraz klasyfikacja komponentów o osnowie polimerowej. Charakterystyka wzmocnień stosowanych w kompozytach: włókna węglowe, szklane, aramidowe w postaci tkanin, mat, rowingu, UD,..., itd.). Laminaty – architektura ułożenia warstw w kompozycie warstwowym. Kompozyty hybrydowe. Komponenty o osnowie polimerowej nieorganiczne, organiczne, naturalne, syntetyczne, czy modyfikowane. Przegląd modeli obliczeniowych (analitycznych) przy określaniu wytrzymałości statycznej, zmęczeniowej, czy palnych. Wpływ warunków eksploatacji na właściwości wytrzymałościowe kompozytów polimerowych. Starzenie się polimerów w różnych klimatycznych strefach kuli ziemskiej. Niszczące oddziaływanie atmosfery na właściwości mechaniczne kompozytów (wilgotność, temperatura, agresywne środowisko, woda morska). Analiza porównawcza wpływu parametrów technologicznych (nadciśnienie, podciśnienie, przepływ systemu żywicznego, utwardzanie, żelowanie,...) przy wytwarzaniu włóknistych kompozytów o osnowie polimerowej (laminatów) metodami próżniowymi (w formach zamkniętych tj. metoda: RTM, Lekkiego - RTM, worka próżniowego, czy infuzji) i metodach klasycznych (jak laminowanie na „mokro”, autoklaw). Omówienie podstawowych urządzeń (aplikatorów) włączania systemu żywicznego pod ciśnieniem do wnętrza formy przy formowaniu (wytwarzaniu) kompozytów o osnowie polimerowej. Problemy i perspektywy rozwoju materiałów o osnowie polimerowej w automatyce (jak np. biomateriały, czy implanty).





laboratorium	Poszerzenie wiedzy odnośnie kultury pracy z komponentami o osnowie polimerowej stosowanych w automatyce. Wytwarzaniu struktur kompozytowych (tj. przygotowanie komponentów polimerowych, receptury sporządzania systemów żywicznych) metodami próżniowymi (pod ciśnieniem w formach zamkniętych). Oszacowanie "czasu życia systemu żywicznego" (tzw. piku egzotermicznego) oraz czasu nasycenia wzmocnienia systemem żywicznym (żywica + utwardzacz) w formowaniu laminatu (kompozytów warstwowych, czy hybrydowych). Zależność czasu żelowania, dotwardzania na właściwości wytrzymałościowe kompozytu (laminatu). Realizację powyższej informacji planuje wykonanie 5 ćwiczeń laboratoryjnych 1. Przegląd komponentów o osnowie polimerowej stosowanych przy formowaniu laminatu o osnowie polimerowej. 2. Szacowanie piku egzotermicznego w czasie procesu sieciowania systemów żywicznych z uwzględnieniem czasu i proporcji komponentów systemu żywicznego. 3. Prognozowanie wytrzymałości kompozytu warstwowego. 4. Szacowanie wytrzymałości kompozytu jednokierunkowego i laminatu o osnowie polimerowej z uwzględnieniem stałych materiałowych 5. Formowanie n- warstwowego laminatu o osnowie polimerowej jedną z metod wtłaczania żywicy pod ciśnienie do wnętrza formy (do wyboru: metoda infuzji, metoda RTM, metoda I-RTM, metoda worka próżniowego) 5. Porównanie prognozowanej i otrzymanej wartości wytrzymałości formowanego laminatu po statycznej próbie rozciągania.
--------------	---

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			
U01					X	
U02					X	
U03					X	
K01						X
K02						X

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	zaliczenie z oceną	Pozytywne zaliczenie sprawdzianu w postaci kolokwium. Piszący losuje bilet z przygotowanym zestawem pytań.





laboratorium	zaliczenie z oceną	Pozytywne zaliczenie sprawdzianów z każdego laboratorium. Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną ocen częściowych.
--------------	--------------------	--

NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS													
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta										Jedn ostka	
		studia stacjonarne					studia niestacjonarne						
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	W	C	L	P	S	W	C	L	P	S	h	
		15		30			9		18				
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	1,96					1,24					ECTS	
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	26					44					h	
6.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	1,04					1,76					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					2					ECTS	
9.	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	75					75					h	
10.	Punkty ECTS za moduł 1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta	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 M.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 M.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.
- 11 Gibson R.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.

