



## IV. Opis programu studiów

### 3. KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	<b>M#1-N1-MiBM-UiTI-510</b>
Nazwa przedmiotu	<b>Wytwarzanie struktur kompozytowych w uzbrojeniu</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<b>Production of composite structures in armament</b>
Obowiązuje od roku akademickiego	<b>2020/2021</b>

#### USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	<b>Uzbrojenie i Techniki Informacyjne</b>
Poziom kształcenia	<b>I stopień</b>
Profil studiów	<b>Ogólnoakademicki</b>
Forma i tryb prowadzenia studiów	<b>Studia niestacjonarne</b>
Zakres	<b>Wszystkie zakresy</b>
Jednostka prowadząca przedmiot	<b>Katedra Technik Komputerowych i Uzbrojenia</b>
Koordynator przedmiotu	<b>Prof. nadzw. dr hab. inż. Rafał Chatys</b>
Zatwierdził	

#### OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

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

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	Inne
Liczba godzin w semestrze	<b>9</b>		<b>18</b>		

## EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Posiada elementarną wiedzę z zakresu kultury pracy i doboru komponentów o osnowie polimerowej stosowanych w uzbrojeniu.	MiBM1-W03
	W02	Posiada wiedzę w zakresie materiałów konstrukcyjnych i struktur kompozytowych (polimerowych) stosowanych w technice uzbrojenia.	MiBM1-W11
	W03	Posiada wiedzę z zakresu wytrzymałości materiałów oraz mechaniki, w tym mechaniki płynów, przy formowaniu kompozytów metodami próżniowymi.	MiBM1-W21
Umiejętności	U01	Potrafi znajdować źródła nie tylko literaturowe w celu interpretacji formowanych opinii.	MiBM1-U01
	U02	Potrafi oszacować czas potrzebny na realizację zleconego zadania poprzez przygotowanie stanowiska pracy (z obsługą urządzenia czy maszyny) zgodnie z zasadami BHP i ochrony środowiska.	MiBM1-U02
	U03	Potrafi interpretować uzyskane wyniki z przeprowadzonych eksperymentów.	MiBM1-U03
Kompetencje społeczne	K01	Rozumie potrzebę podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych	MiBM1-K01
	K02	Potrafi pracować w zespole i z zespołem.	MiBM1-K04

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć*	Treści programowe
wykład	<p>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. Polimer a tworzywo sztuczne (plastomery, duroplasty, elastomery). 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 morską). Analiza porównawcza wpływu parametrów technologicznych (nadciśnienie, podciśnienie, 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) włączania mieszaniny żywicznej pod ciśnieniem do wnętrza formy przy formowaniu kompozytów polimerowych (włóknistych) metodami próżniowymi. Problemy i perspektywy rozwoju materiałów polimerowych. Biomateriały. Implanty.</p>

laboratorium	Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych: przepisy BHP, zapoznanie się ze sprzętem znajdującym się w laboratorium. Sposób organizacji zajęć. Poszerzenie wiedzy o kulturze pracy z komponentami o podstawie polimerowej tj. przygotowanie komponentów polimerowych, receptury sporządzania mieszanin żywicznych oraz układów warstw z wykorzystaniem preform przy formowaniu (wytwarzaniu) struktur kompozytowych. Badania oceniające wpływ temperatury (na poziom piku temperaturowego) oraz czasu nasycenia wzmocnienia (żywica + utwardzacz) mieszaniny żywiczną kompozytu. Zależność czasu żelowania, dotwardzania na właściwości wytrzymałościowe laminatu. Szacowanie i weryfikacja numeryczna właściwości wytrzymałościowych wytworzonego laminatów metodą ciśnieniową (próżniową).
--------------	---

\*) 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			
W03			X			
U01					X	
U02			X			
U03			X			
K01						X
K02						X

A.

## 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 tworzyw sztucznych (I kolokwium) i kompozytów (II kolokwium).
laboratorium	zaliczenie z oceną	Sprawozdania i kartkówka z każdego laboratorium

\*) 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		18			h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2		2			h
3.	<b>Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	22					h
4.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	0,9					ECTS
5.	<b>Liczba godzin samodzielnej pracy studenta</b>	28					h

6.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy</b>	1,1	ECTS
7.	<b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b>	25	h
8.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym</b>	1	ECTS
9.	<b>Sumaryczne obciążenie pracą studenta</b>	50	h
10.	<b>Punkty ECTS za moduł</b> <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	<b>3</b>	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, 2015;
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. Rabek J. F.: Współczesna wiedza o polimerach, Wyd. Naukowe WNT, Warszawa, 2008;
6. Śledziona J.: Podstawy technologii kompozytów, Wyd. PŚ, Gliwice, 1998;
7. Kozioł M.: Nasycenie ciśnieniowo-próżniowe zszywanych oraz tkanych trójwymiarowo preform z włókna szklanego. Seria Monografia 644, Wyd. PŚ, Gliwice, 2016;
8. Ashby Michael F.: Dobór materiałów w projektowaniu inżynierskim. tom III., WNT, W-wa, 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 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. Ochelski S.: Metody doświadczalne mechaniki kompozytów konstrukcyjnych, Wyd. Naukowo-Techniczne WNT, Warszawa, 2004;
15. Żuchowska D.: Polimery konstrukcyjne. WNT, Warszawa, 2004.

### Wykaz literatury uzupełniającej

16. Lubin H.: Handbook of Composites, I i II tom, London-New York, 1988;
17. Simamury S.: Углеродные волокна, tłumaczenie z j. japońskiego, Москва, Мир, 1987;
18. Przygocki W., Włochowicz A.: Fizyka polimerów, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 2001;
19. Wilczyński A.: Polimerowe kompozyty włókniste, WNT., Warszawa, 1996;
20. Kleinchof M.: Применение полимерных композитных материалов в конструкциях транспортных средств. Riga Aviation University, Riga, 1997;
21. Pampuch R.: Współczesne materiały ceramiczne, AGH UWND, Kraków, 2005.