



## IV. Opis programu studiów

### 3. KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	<b>M#1-S1-IST-310b</b>
Nazwa przedmiotu	<b>Praktyczne i teoretyczne aspekty formowania polimerowych struktur w transporcie</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<b>Theoretical and Practical Aspects of Forming a Polymer Transport Structures</b>
Obowiązuje od roku akademickiego	<b>2020/2021</b>

#### USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	<b>INŻYNIERIA ŚRODKÓW TRANSPORTU</b>
Poziom kształcenia	<b>I stopień</b>
Profil studiów	<b>ogólnoakademicki</b>
Forma i tryb prowadzenia studiów	<b>studia stacjonarne</b>
Zakres	<b>wszystkie</b>
Jednostka prowadząca przedmiot	<b>Katedra Technik Komputerowych i Uzbrojenia</b>
Koordynator przedmiotu	<b>dr hab. inż. Rafał Chatys, prof. PŚk</b>
Zatwierdził	

#### OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	<b>przedmiot kierunkowy</b>
Status przedmiotu	<b>wybieralny</b>
Język prowadzenia zajęć	polski
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	<b>semestr 3</b>
Wymagania wstępne	
Egzamin (TAK/NIE)	NIE
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	seminarium
Liczba godzin w semestrze	<b>15</b>		<b>15</b>		

## EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Posiada wiedzę w zakresie matematyki, obejmującej metody numeryczne niezbędne do: - analizy działania systemów (agregat ciśnieniowy) stosowanych w automatycznym mieszaniu i podawaniu mieszaniny żywicznej do formy; - analizy przepływu i wymiany ciepła w modelowaniu procesu próżniowego w preformie (pakiecie komponentów) włóknistej.	IST1_W01
	W02	Posiada wiedzę z zakresu wytrzymałości materiałów oraz mechaniki, w tym mechaniki płynów, przy formowaniu kompozytów metodami próżniowymi.	IST1_W02
	W03	Posiada elementarną wiedzę z zakresu kultury pracy i doboru komponentów o osnowie polimerowej stosowanych w budowie pojazdów.	IST1_W03
Umiejętności	U01	Potrafi znajdować źródła nie tylko literaturowe w celu interpretacji formowanych opinii.	IST1_U01
	U02	Potrafi oszacować czas potrzebny na realizację zleconego zadania poprzez przygotowanie stanowiska pracy (z obsługą urządzenia czy maszyny) godnie z zasadami BHP i ochrony środowiska.	IST1_U03
	U03	Potrafi interpretować uzyskane wyniki z przeprowadzonych eksperymentów.	IST1_U04
Kompetencje społeczne	K01	Potrafi pracować w zespole i z zespołem.	IST1_K01
	K02	Rozumie potrzebę podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych.	IST1_K07

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć*	Treści programowe
wykład	1. Znaczenie komponentów polimerowych w życiu człowieka. Trendy i krótka historia rozwoju komponentów polimerowych w kompozytach o osnowie polimerowej jako materiału konstrukcyjnego.
	2. Podział, budowa, struktura oraz stany fizyczne komponentów polimerowych stosowanych w transporcie. Wyjaśnienie zagadnień: komponent, kompozyt, kompozyt warstwowy (laminat), kompozyt przekładkowy typu „sandwich”, wzmocnienie, osnowa (matryca), preforma, kąt ułożenia, utwardzacz, inhibitor, mieszanina żywiczna. Zasady doboru komponentów o osnowie polimerowej (jako „kompozycje polimerowe”) z aspektami mieszalności komponentów polimerowych.
	3. Polimery węglowe, (grafit, diament, włókna węglowe, węgiel w stanie szklistym)szklane i aramidowe. Przegląd i funkcje wzmocnień (fazy stałej czyli włókien w postaci tkanin: jednokierunkowych, krzyżowych, skośnych, szytych,..), rovingu, matotkanin czy mat oraz osnowy (matrycy jako fazy rozproszonej) na przykładzie asortymentu działających firm na rynku. Polimery ze strukturami fulerenowymi. Metody sporządzania kompozycji polimerowych. Polimery półprzewodzące (np. poliacetylen, polianiliny, polipirolu,...). Polimery plazmowe.
	4. Podstawowe metody badań właściwości mechanicznych, palnych, cieplnych, elektrycznych (przewodność, oddziaływanie elektrostatyczne, elektryczność statyczna na polimerach), elektroizolacyjnych czy fizycznych (jak chłonność wody, parametry w umiarkowanym i zimnym klimacie: wilgotność, temperatura, promieniowanie UV, starzenie polimerów.

	5. 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) wtlaczania mieszaniny żywicznej pod ciśnieniem do wnętrza formy przy formowaniu kompozytów polimerowych (włóknistych) metodami próżniowymi.
	6. Oddziaływanie komponentów polimerowych na środowisko. Aktualne kierunki rozwoju komponentów o osnowie polimerowej w transporcie.
laboratorium	1. Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych: przepisy BHP, zapoznanie się ze sprzętem znajdującym się w laboratorium. Sposób organizacji zajęć..
	2. Przygotowanie komponentów polimerowych, receptury mieszaniny żywicznej oraz układu warstw z wykorzystaniem preform włóknistych do formowania struktur kompozytowych ze wzmocnieniem polimerowym.
	3. Badanie czasu i temperatury nasycenia wzmocnienia polimerowego żywicą z utwardzaczem (mieszaniną żywiczną) struktur kompozytowych.
	4. Badanie i analiza wpływu objętości porcji mieszaniny żywicznej na przebieg procesu jej sieciowania i właściwości po utwardzaniu, zachodzących w jednostce czasu przy formowaniu struktur kompozytowych.
	5. Nasycenie wiązek włókien (jako elementarnych wiązek składowych) tkaniny o różnej długości w celu określenia zjawisk zachodzących w strukturze (rozwarstwienie, czy efekt skali).
	6. Szacowanie wytrzymałości kompozytu warstwowego z wykorzystaniem preform węglowych i szklanych (włóknistych) formowanego metodą ciśnieniową.

## 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

## 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	Obecność na zajęciach. Sprawozdany w postaci kartkówki z każdego laboratorium. Uzyskanie pozytywnych ocen ze wszystkich sprawdzianów.

## NAKŁAD PRACY STUDENTA

<b>Bilans punktów ECTS</b>
----------------------------

Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta					Jednostka
		W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	15		15			h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2		2			h
3.	<b>Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>34</b>					h
4.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego<sup>1</sup>,</b>	<b>1,4</b>					ECTS
5.	<b>Liczba godzin samodzielnej pracy studenta</b>	<b>16</b>					h
6.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy</b>	<b>0,6</b>					ECTS
7.	<b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b>	<b>32</b>					h
8.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym</b>	<b>1,3</b>					ECTS
9.	<b>Sumaryczne obciążenie pracą studenta</b>	<b>50</b>					h
10.	<b>Punkty ECTS za moduł</b> <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	<b>2</b>					ECTS

## **LITERATURA**

### **Wykaz literatury podstawowej**

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 ciśnienowo-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.