

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim**      **Materiałoznawstwo lotnicze**  
**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:**      **Aerospace materials**  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):**      **LOTNICTWO I KOSMONAUTYKA**  
**Specjalność (jeśli dotyczy):**      .....  
**Poziom i forma studiów:**      **I stopień, stacjonarna**  
**Rodzaj przedmiotu:**      **obowiązkowy**  
**Kod przedmiotu**      **LSN110024**  
**Grupa kursów**      **NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę*		zaliczenie na ocenę*		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		1,5		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Podstawowe wiadomości z fizyki i chemii.
2. Podstawy materiałoznawstwa.
3. Podstawowa wiedza w zakresie materiałów polimerowych i materiałów kompozytowych na ośnawach polimerowych i metalowych.
4. Umiejętność czytania i rozumienia oraz interpretowania rysunków technicznych i schematów stosowanych w dokumentacjach technicznych.

### **CELE PRZEDMIOTU**

C1. Zdobyć wiedzę w zakresie podziału i właściwości polimerowych oraz metalowych materiałów kompozytowych oraz ich metod wytwarzania

C2. Zapoznanie studentów z podstawową wiedzą na temat wytwarzania materiałów kompozytowych polimerowych i metalowych, ich właściwościami oraz ich zastosowaniem. Zapoznanie się studentów z odlewniczymi metodami wytwarzania kompozytów na osnowie metalowej.

C3. Poznanie właściwości materiałów kompozytowych o wzmocnieniu włóknistym i osnowie polimerowej i metalowej. Poznanie najważniejszych technologii wytwarzania elementów i konstrukcji oraz zastosowań we współczesnych konstrukcjach lekkich, do zastosowań w lotnictwie. Omówienie i pokazanie w trakcie zajęć laboratoryjnych sposobów wytwarzania, badań materiałów kompozytowych oraz zasad projektowania i użytkowania z omówieniem zastosowań lotniczych w tym konstrukcji elementów kadłuba, poszycia samolotów, oraz zastosowań w silnikach lotniczych, hydraulice, wyposażeniu wnętrza.

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

#### **Z zakresu wiedzy:**

PEU\_W01 Ma podstawową wiedzę z zakresu otrzymywania i zastosowania materiałów kompozytowych. Zna rodzaje osnowy i mechanizmy umocnienia. Ma podstawową wiedzę z zakresu metod wytwarzania kompozytów.

K1LIK\_W06 Ma podstawową wiedzę w zakresie budowy, możliwości kształtowania struktury i własności oraz potencjalnych zastosowań inżynierskich poszczególnych grup materiałów, takich jak: stale stopowe, stopy nieżelazne, metale i stopy lekkie, polimery, materiały ceramiczne oraz kompozyty stosowane w inżynierii lotniczej i kosmicznej

#### **Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 Potrafi posługiwać się terminologią z zakresu materiałów kompozytowych ich wytwarzania oraz badań nad nimi. Potrafi scharakteryzować wybrane materiały kompozytowe. Potrafi dobrać i przygotować komponenty materiałów kompozytowych w celu uzyskania prawidłowego efektu umocnienia

K1LIK\_U01 - potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie

#### **Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 Potrafi wyszukiwać informacje oraz je krytycznie analizować, racjonalnie tłumaczyć i uzasadniać własny punkt widzenia z wykorzystaniem wiedzy z zakresu materiałoznawstwa lotniczego

PEU\_K02 Ma świadomość znaczenia zespołowej współpracy dotyczącej metod wyboru strategii mającej na celu optymalne rozwiązywanie powierzonych danej grupie problemów.

PEU\_K03 Rozumie potrzebę przestrzegania obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim i społeczeństwie.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Charakterystyka wymagań stawianym lotniczym materiałom konstrukcyjnym	1
Wy2	Charakterystyka polimerowych tworzyw wielkocząsteczkowych stosowanych w lotnictwie	2
Wy3	Kompozyty polimerowe wzmocnione włóknami, cząstkami dyspersyjnymi oraz kompozyty warstwowe typu GLARE.	2
Wy4	Metody wytwarzania kompozytów polimerowych.	2
Wy5	Materiały kompozytowe na podstawie metalowej i ceramicznej – pojęcia podstawowe, podział, zastosowanie.	2
Wy6	Metody wytwarzania materiałów kompozytowych: in-situ oraz ex-situ	2
Wy7	Mechanizmy umocnienia w kompozytach. Rodzaje połączeń na granicach fazowych osnowa - umocnienie	2
Wy8	Metody wytwarzania kompozytów polimerowych termoplastycznych, elastomerowych oraz duroplastów. Podstawy projektowania i obliczeń konstrukcji kompozytowych.	2
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	BHP w laboratorium i wprowadzenie, przygotowanie próbek	2
La2	Laminowanie ręczne jako metoda wytwarzania laminatów warstwowych – zastosowanie, wytwarzanie i badania właściwości mechanicznych.	2
La3	Wytwarzanie kompozytów wielowarstwowych metodą prasowania płytowego.	2
La4	Infuzja jako metoda wytwarzania laminatów warstwowych – zastosowanie, wytwarzanie i badania właściwości mechanicznych.	2
La5	Badania wybranych struktur rdzeniowych - typu plaster miodu, piana	2
La6	Wytwarzanie elementów hybrydowych typu polimer-metal metodami wtryskiwania i prasowania.	2
La7	Nanoszenie powłok ochronnych na materiałach kompozytowych i substratach metalowych.	2
La8	Badanie właściwości powłok ochronnych na materiałach kompozytowych i podłożach metalowych.	2
La9	Technologia wytwarzania porowatych kształtek ceramicznych	2
La10	Prasowanie metalu ze stanu ciekłego	2
La11	Gazowa infiltracja ciśnieniowa preform ceramicznych ciekłym metalem	2
La12	Wytwarzanie kompozytów na bazie metali lekkich metodą odlewania z mieszaniami ceramicznych elementów umacniających	2
La13	Wytwarzanie elementów kompozytowych na bazie samorozwijającej się syntezy wysokotemperaturowej (SHS)	2
La14	Wykonywanie wybranego elementu na bazie technologii RTM - Resin Transfer Molding.	2
La15	Wykonanie elementu kompozytowego na bazie metody nawijania oraz przeciągania – pultruzji.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem slajdów.  
 N2. Praca własna – przygotowanie do laboratorium.  
 N3. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego.  
 N4. Przygotowanie sprawozdania.  
 N5. Konsultacje.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Wykład)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 - PEU_W03	kolokwium
P = F1		

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01 - PEU_U03	kartkówka La1 – La14
F2	PEU_K01 - PEK_K03	Sprawozdanie
P = średnia z wszystkich ocen		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Godzimirski J., Lotnicze materiały konstrukcyjne, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa 2008.  
 [2] Chodorowski J., Cieszewski A., Radomski T., Materiałoznawstwo lotnicze, Politechnika Warszawska, Warszawa 2003.  
 [3] Kaczmar J. W., Wytwarzanie, właściwości i zastosowanie elementów z materiałów kompozytowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2013.  
 [4] Konopka Z., Metalowe kompozyty odlewane, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2011.  
 [5] Górny Z., Sobczak J., Nowoczesne tworzywa odlewnicze na bazie metali nieżelaznych, Instytut Odlewnictwa, Kraków 2005.  
 [6] Sobczak J., Kompozyty metalowe, 2001;

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Boczkowska A., Kapuściński J., Lindemann Z., Witemberg-Perzyk D., Wojciechowski S. - Kompozyty. Wydanie II zmienione - Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2003.  
 [2] Królikowski W., Polimerowe kompozyty konstrukcyjne, PWN, Warszawa 2012.

[3] Ozimina D., Madej M., Tworzywa sztuczne i materiały kompozytowe, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2010.
[4] Leda H., Kompozyty polimerowe z włóknami ciągłymi: wytwarzanie, właściwości, zastosowanie, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2006.
[5] Ehrenstein G.W., Brocka-Krzemińska Ż., Materiały polimerowe. Struktura, właściwości, zastosowanie, PWN, Warszawa 2016.
[6] Ehrenstein G.W., Brocka-Krzemińska Ż. Materiały polimerowe. Struktura, właściwości, zastosowanie. PWN, Warszawa 2016.
[7] Ślęziona J., Podstawy technologii kompozytów, 1998;
<b>OPIEKUNOWIE PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
<b>Dr Paulina Mayer, e-mail: <a href="mailto:paulina.mayer@pwr.edu.pl">paulina.mayer@pwr.edu.pl</a></b>