

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

Nazwa przedmiotu w języku polskim	<b>Wytrzymałość konstrukcji lotniczych</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Strength of aircraft structures
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Lotnictwo i kosmonautyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów:	I stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu	W09LIK-SI2330
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	60			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>	<b>2</b>			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,5	0,75			

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

Kompetencje z zakresu podstaw wytrzymałości materiałów oraz rachunku całkowego.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Zapoznanie ze stosowanym nazewnictwem i klasyfikacją struktur cienkościennych.
- C2 – Zaznajomienie ze specyfiką stosowaną w obliczeniach i opisem podstawowych kryteriów analizy.
- C3 – Zaznajomienie z obliczeniami wytrzymałościowymi dźwigarów lotniczych.
- C4 – Zaznajomienie z opisem pracy wytrzymałościowej elementów przenoszących skręcanie.
- C5 – Zaznajomienie z analizą wytrzymałościową konstrukcji skorupowych i półskorupowych
- C6 – Zapoznanie z cechami szczególnymi obciążeń krytycznych płyt i powłok.
- C7 – Wytrobienie umiejętności wyznaczania wielkości odkształceń i naprężeń w elementach konstrukcji cienkościennych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy - student powinien umieć:

PEU\_W01 - opisać klasyfikację struktur cienkościennych korzystając ze stosownego nazewnictwa

PEU\_W02 – definiować podstawowe kryteria analizy wytrzymałościowej struktur cienkościennych

PEU\_W03 – scharakteryzować pracę wytrzymałościową dźwigarów lotniczych

PEU\_W04 – opisać pracę wytrzymałościową rur cienkościennych o różnych przekrojach

PEU\_W05 – opisać pracę wytrzymałościową konstrukcji skorupowych i półskorupowych

PEU\_W06 – wskazać i opisać cechy płyt i powłok

Z zakresu umiejętności – student powinien potrafić:

PEU\_U01 - dobierać kryteria analizy wytrzymałościowej dla różnych przypadków obciążenia

PEU\_U02 - rozwiązywać podstawowe zagadnienia analizy wytrzymałościowej elementów struktur lotniczych tj. wyznaczania odkształceń i naprężeń dla różnych przypadków obciążenia oraz interpretować uzyskane wyniki

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wytrzymałość złożona. Hipotezy wyężeniowe	2
Wy2	Wyboczenie prętów prostych.	2
Wy3	Zmęczenie materiału - podstawy	2
Wy4	Metody energetyczne	2
Wy5	Dźwigary o pasach równoległych i zbieżnych.	2
Wy6	Zginanie prętów skorupowych o przekroju otwartym.	2
Wy7	Zginanie prętów półskorupowych o przekroju otwartym.	2
Wy8	Zginanie prętów skorupowych o przekroju zamkniętym.	2
Wy9	Zginanie prętów półskorupowych o przekroju zamkniętym.	2
Wy10	Skręcanie swobodne prętów cienkościennych	2
Wy11	Równanie różniczkowe płyty cienkiej	2
Wy12	Płyty kołowe obciążone symetrycznie i prostokątne	2
Wy13	Powłoki	2
Wy14	Naprężenia krytyczne w płytach i powłokach	2
Wy15	Metodyka obliczeń konstrukcji cienkościennych. Lekkość i sztywność konstrukcji. Współczynnik bezpieczeństwa.	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Obliczenia naprężeń zredukowanych dla wybranych przypadków obciążenia	2
Ćw2	Wyboczenie	2
Ćw3	Obliczenia zmęczeniowe	2
Ćw4	Obliczenia wytrzymałościowe płyt	2

Ćw5	Obliczenia wytrzymałościowe powłok	2
Ćw6	Obliczanie sił normalnych w pasach i wydatku naprężeń stycznych w ścianie dźwigara o pasach równoległych	2
Ćw7	Obliczanie sił normalnych w pasach i wydatku naprężeń stycznych w ścianie dźwigara o pasach zbieżnych	2
Ćw8	Wyznaczanie sztywności skręcania rur cienkościennych	2
Ćw9	Obliczenia porównawcze naprężeń i odkształceń dla rur cienkościennych o różnych kształtach zamkniętego przekroju poprzecznego	2
Ćw10	Wyznaczanie rozkładu wydatku naprężeń stycznych wzdłuż obwodu przekroju konstrukcji skorupowej otwartej	2
Ćw11	Obliczanie położenia środka sił poprzecznych względem różnych biegunów dla konstrukcji skorupowej otwartej	2
Ćw12	Wyznaczanie rozkładu wydatku naprężeń stycznych dla zadanej konstrukcji półskorupowej otwartej	2
Ćw13	Wyznaczanie rozkładu wydatku naprężeń stycznych wzdłuż obwodu przekroju konstrukcji skorupowej zamkniętej. Obliczenie wydatku równoważącego w różnych punktach przecięcia.	2
Ćw14	Ustalanie położenia środka sił poprzecznych dla konstrukcji skorupowej zamkniętej	2
Ćw15	Kolokwium zaliczające ćwiczenia lub projekt	2
	Tematy do samodzielnego opracowania przez studentów: 1. Wyznaczanie współczynnika lekkości konstrukcji dla różnych przypadków jej obciążenia i ustalenie wniosków. 2. Wyznaczanie metodą przybliżoną i dokładną wartości momentów bezwładności $I_y$ i $S_{ymax}$ dla rzeczywistego dźwigara oraz ich porównanie. 3. Obliczanie sztywności zginania ścianki i pasów dźwigara wykonanych z różnych materiałów i ich porównanie. 4. Ustalenie wpływu przecięcia przekroju na naprężenia i odkształcenia dla rur cienkościennych o różnych kształtach przekroju poprzecznego.	
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
<p>N1. Wykład:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji lub prezentacji.</li> <li>– praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu</li> </ul> <p>N2. Ćwiczenia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ćwiczenia rachunkowe;</li> <li>– dyskusja rozwiązań zadań;</li> <li>– krótkie sprawdziany pisemne;</li> <li>– praca własna – przygotowanie do ćwiczeń N2.</li> </ul> <p>N3. Konsultacje</p>	

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_W01÷PEU_W06	Egzamin pisemny
F1	PEU_U02	Rozwiązywanie zadań

F2	PEU_U01,PEU_U02	Kolokwium zaliczające ćwiczenia, projekt (model i obliczenia wybranych elementów konstrukcji lotniczych)
$P=(F1+3 \cdot F2)/4$		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Nowotarski I.: Wytrzymałość konstrukcji lotniczych. Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa 1986.
- [2] Brzoska Z.: Statyka i stateczność konstrukcji prętowych i cienkościennych. PWN, Warszawa 1965.
- [3] Bijak-Żochowski i inni: Mechanika materiałów i konstrukcji tom 1,2. Politechnika Warszawska, Warszawa 2006.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Naleszkiewicz J.: Zagadnienia stateczności sprężystej. PWN, Warszawa 1958.
- [2] Megson T.H.G.: Aircraft structures, John Wiley & Sons Inc., New York, Toronto, 1999.
- [3] Bielajew N.M., Wytrzymałość materiałów, WMON, Warszawa, 1954
- [4] Huber M.T., Stereomechanika techniczna (Wytrzymałość materiałów), PWN, Warszawa, 1958
- [5] Katarzyński S., Kocańda S., Zakrzewski M., Badanie własności mechanicznych metali, WNT, Warszawa, 1967
- [6] Kocańda S., Szala J., Podstawy obliczeń zmęczeniowych, PWN, Warszawa, 1985
- [7] Walczak J., Wytrzymałość materiałów oraz podstawy teorii sprężystości i plastyczności, PWN, Warszawa-Kraków, 1967
- [8] Zakrzewski M., Zawadzki J., Wytrzymałość Materiałów, Skrypt PWr, Wrocław, 1975

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Dr hab. inż. Grzegorz Lesiuk, prof. uczelni – [Grzegorz.lesiuk@pwr.edu.pl](mailto:Grzegorz.lesiuk@pwr.edu.pl)