**Nazwa przedmiotu:**

Zmęczenie i diagnostyka konstrukcji płatowców

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Mirosław Rodzewicz

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Lotnictwo i Kosmonautyka

**Grupa przedmiotów:**

Obieralne

**Kod przedmiotu:**

NS652A

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2013/2014

**Liczba punktów ECTS:**

4

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

Wykład 30 h
Laboratorium 15 h
Przygotowanie do laboratorium 15 h
Opracowanie sprawozdań 16 h
Przygotowanie do kolokwiów 20 h
Konsultacje 4 h
Łącznie 100h

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

2 ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

1.8 ECTS

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 30h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 15h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Opanowana wiedza z zakresu konstrukcji i eksploatacji statków powietrznych

**Limit liczby studentów:**

brak

**Cel przedmiotu:**

Po zaliczeniu przedmiotu student ma umiejętności w zakresie sposobów rejestracji obciążeń eksploatacyjnych i wyznaczania spektrum obciążeń eksploatacyjnych , sposobów estymacji trwałości zmęczeniowej oraz sposobów diagnostyki struktur lotniczych.

**Treści kształcenia:**

Obciążenia zmienne i ich źródła. Charakterystyki zmęczeniowe materiałów używanych w lotnictwie. Oddziaływanie spiętrzeń naprężeń (karby). Zużycie zmęczeniowe konstrukcji pod wpływem oddziaływania obciążeń zmiennych (kumulacja zmęczenia). Fazy zmęczenia konstrukcji. Pozostała wytrzymałość statyczna i trwałość płatowca, wynikająca ze zmęczenia. Systemy eksploatacji w aspekcie trwałości zmęczeniowej konstrukcji. Diagnostyka – metody i systemy badawcze. Procedury badawcze w liniach lotniczych. Badania zmęczeniowe płatowców w procesie certyfikacji statku powietrznego.

**Metody oceny:**

Na podstawie ocen kolokwialnych
Praca własna: zadanie domowe: porównanie sposobów zliczania pełnych cykli obciążeń

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. S. Kocańda, J. Szala: "Podstawy obliczeń zmęczeniowych", PWN - Warszawa 1977
2. J. Szala: "Hipotezy sumowania uszkodzeń zmęczeniowych", Wyd. Uczelniane ATR, Bydgoszcz 1998
3. N. G. Belly: Fatigue and damage tollerance tests of aircraft structures, CWA 22 Corporation, 2001
Dodatkowe literatura:
B. Harris - edition: "Fatigue in composites", CRC Press, Cambridge England, 2003,
Jaap Schijve : "Fatigue of Structures and Materials Book Description", Hardcover 2009, 2nd Edition
Materiały na stronie: http://itlims.meil.pw.edu.pl/zsis/pomoce/BIPOL/stafiej.pdf
(Wiesław Stafiej "Obliczenia stosowane przy projektowaniu szybowców" PW 2000 )
Materiały dostarczone przez wykładowcę

**Witryna www przedmiotu:**

http://itlims.meil.pw.edu.pl/zsis/pomoce/MAT\_LOT/ANS652\_MR1.pdf

**Uwagi:**

-

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt NS652A\_W1:**

Ma wiedzę z dot. żródeł obciążeń zmiennych działających na statek powietrzny, zna sposoby pomiaru i rejestracji obciążeń oraz wymagania przepisów w tym zakresie.

Weryfikacja:

kolokwium nr 1

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W10, LiK2\_W13, LiK2\_W19

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W03, T2A\_W06

**Efekt NS652A\_W2:**

Zna sposoby wyznaczania spektrów obciążeń oraz ich ekstrapolacji.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 2 oraz praca domowa

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W10, LiK2\_W13, LiK2\_W19

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W03, T2A\_W06

**Efekt NS652A\_W3:**

Zna charakterystyki zmęczeniowe materiałów używanych w lotnictwie oraz oddziaływanie spiętrzeń naprężeń

Weryfikacja:

Kolokwium nr 3.

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W10, LiK2\_W14

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04

**Efekt NS652A\_W4:**

Zna teorie kumulacji uszkodzeń zmęczeniowych

Weryfikacja:

Kolokwium nr 3

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W10, LiK2\_W13, LiK2\_W14

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W03, T2A\_W04

**Efekt NS652A\_W5:**

Ma wiedzę na temat metod badań nieniszczących i diagnostyki struktur lotniczych.

Weryfikacja:

Zadanie domowe lub prezentacja i sprawozdania laboratoryjne.

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W10, LiK2\_W13, LiK2\_W15, LiK2\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W03, T2A\_W05, T2A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt NS652A\_U1:**

Umie okreslić zakresy obciążeń eksploatacyjnych statku powietrznego metodą obliczeniową lub doświadczalną.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 1 - zadanie

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U01, LiK2\_U09, LiK2\_U11, LiK2\_U15

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U01, T2A\_U09, T2A\_U11, T2A\_U15

**Efekt NS652A\_U2:**

Umie wyznaczyć tablice przejść oraz tablice półcykli obciążeń na podstawie zapisu sygnału obciążenia.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 2 - zadanie

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U09, LiK2\_U15

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09, T2A\_U15

**Efekt NS652A\_U3:**

Umie wyznaczyć przyrostowe spektrum obciążeń oraz wykorzystać je do utworzenia wieloblokowego spektrum obciążeń.

Weryfikacja:

Zadanie domowe

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U09, LiK2\_U15

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09, T2A\_U15

**Efekt NS652A\_U4:**

Potrafi zdygitalizować właściwości cykliczne materiałów lub struktur opisane w postaci wykresów Haigha lub krzywych S-N.

Weryfikacja:

Zadanie domowe

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U09, LiK2\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09, T2A\_U18

**Efekt NS652A\_U5:**

Jest w stanie wykorzystać teorię liniowej kumulacji zmęczenia w obliczeniach trwałości zmęczeniowej.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 2 - zadanie

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U09, LiK2\_U11, LiK2\_U15

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09, T2A\_U11, T2A\_U15

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt NS652A\_K1:**

Umie pracować w grupie i prezentować swoje wyniki

Weryfikacja:

Zajęcia laboratoryjne i sprawozdania.

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_K03, LiK2\_K04

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_K03, T2A\_K04