**Nazwa przedmiotu:**

Wytrzymałość konstrukcji cienkościennych 1

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Tomasz Zagrajek

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Lotnictwo i Kosmonautyka

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

NS642

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2014/2015

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

Wyklad 15 h
Cwiczenia 15 h
Laboratorium 15 h
zadania domowe - 30 h
przygotowanie do kolokwiów -20 h
przygotowanie do laboratoriow 15 h
konsultacje 10 h
Razem ok. 120 h

**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:**

1.2 ECTS

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

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

**Wymagania wstępne:**

NK342 - Metoda elementów skończonych 1 (MES1)
ZNK427 - Wytrzymałość konstrukcji 2 (WK2)

**Limit liczby studentów:**

minimum 15

**Cel przedmiotu:**

Budowa modeli matematycznych złożonych konstrukcji cienkościennych z uwzględnieniem niezbędnych uproszczeń. Samodzielne analizy typowych konstrukcji cienkościennych za pomocą metod analitycznych i metody elementów skończonych (MES).

**Treści kształcenia:**

Struktura konstrukcji cienkościennych, wprowadzanie obciążeń zewnętrznych ( wręgi, podłużnice, płaszcz) modele matematyczne. Nieliniowa (duże deformacje) techniczna teoria powłok o małej wyniosłości: przemieszczenia, odkształcenia, naprężenia, przemieszczeniowe równania równowagi, mieszane równania równowagi, warunki brzegowe. Równania stateczności płyt i powłok o małej wyniosłości (twierdzenie Lapunowa) , obciążenie krytyczne. Małe i duże ugięcia płyt prostokątnych i powłok walcowych , rozwiązania analityczne ścisłe i przybliżone ( Galerkina, Ritza, kolokacji). Obciążenia krytyczne ściskanych, ścinanych, skręcanych płyt prostokątnych i powłok walcowych, rozwiązania analityczne ścisłe i przybliżone ( energetyczna). Zastosowanie metody elementów skończonych do analizy struktur cienkościennych - ćwiczenia laboratoryjne z wykorzystaniem systemu ANSYS: wprowadzenie siły skupionej w powłokę stożkową, statyka tylnej części kadłuba śmigłowca rola wręg i podłużnic, stateczność płyt prostokątnych i powłok walcowych, stożkowych ściskanych, ścinanych, skręcanych, praca po utracie stateczności, duże ugięcia (analiza nieliniowa) płyt i powłok.

**Metody oceny:**

2 kolokwia (teoretyczne i zadaniowe), odrobienie i zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych, zadania domowe.
Praca własna: zadania domowe, analiza MES typowej konstrukcji cienkościennej

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Bijak-Żochowski M., Jaworski A., Krzesiński G., Zagrajek T.: Mechanika Materiałów i Konstrukcji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2006,
2. Brzoska Z.: Wytrzymałość Materiałów, PWN, Warszawa, 1979,
3. Brzoska Z.: Statyka i Stateczność Konstrukcji Prętowych i Cienkościennych, PWN, Warszawa, 1979,
Dodatkowe literatura:
1.Zagrajek T.,Krzesiński G., Marek P. : Metoda Elementów Skończonych w Mechanice Konstrukcji - Ćwiczenia z zastosowaniem systemu ANSYS, Oficyna Wydawnicz Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2005
Pozycje literaturowe z zakresu metody elementów skończonych dotyczące elementów powłokowych.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt NS642\_W1:**

Zna strukturę konstrukcji cienkościennych, założenia technicznej teorii powłok o małej wyniosłości oraz jakosciowo równania opisujące przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia z uwzględnieniem dużych deformacji.

Weryfikacja:

na podstawie kolokwium teoretycznego

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

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

**Efekt NS642\_W2:**

Ma podstawową wiedzę o metodach analitycznych służących wyznaczania przemieszczeń, odkształceń i naprężeń w prostych płytach prostokątnych, powłokach walcowych oraz o metodzie elementów skończonych pozwalającej rozwiązywać złożone przypadki konstrukcji cienkościennych.

Weryfikacja:

na podstawie kolokwium zadaniowego i laboratorium MES-ANSYS

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W10, LiK2\_W14, LiK2\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W07

**Efekt NS642\_W3:**

Zna podstawowe pojęcia oraz jakościowo równania służące do określenia obciążeń krytycznych w strukturach cienkościennych.

Weryfikacja:

na podstawie kolokwium teoretycznego

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W10, LiK2\_W14, LiK2\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W07

**Efekt NS642\_W4:**

Ma podstawową wiedzę o metodach analitycznych służących do wyznaczania obciążeń krytycznych dla prostych płyt prostokątnych, powłok walcowych ściskanych, skręcanych i ścinanych oraz metodzie energetycznej i elementów skończonych pozwalających określać obciążenia krytyczne dla złożonych struktur.

Weryfikacja:

na podstawie kolokwium zadaniowego i laboratorim MES-ANSYS

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W10, LiK2\_W14, LiK2\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt NS642\_U1:**

Potrafi zbudować proste modele matematyczne rzeczywistych struktur cienkościennych.

Weryfikacja:

na podstawie kolokwium zadaniowego i laboratorium MES-ANSYS

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U08, LiK2\_U09, LiK2\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U08, T2A\_U09, T2A\_U18

**Efekt NS642\_U2:**

Potrafi wyznaczyć przemieszczenia, odkształcenia, naprężenia dla prostych obciążeń w płytach prostokątnych, powłokach walcowych rozwiązując różniczkowe równania równowagi w sposób ścisły lub przybliżony (np. metody kolokacji, Galerkina, Ritza) korzystając z podręczników.

Weryfikacja:

na podstawie kolokwium zadaniowego

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U08, LiK2\_U09, LiK2\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U08, T2A\_U09, T2A\_U18

**Efekt NS642\_U3:**

Potrafi wyznaczyć przemieszczenia, odkształcenia, naprężenia w niezbyt złożonych konstrukcjach cienkościennych za pomocą metody elementów skończonych korzystając z systemu ANSYS

Weryfikacja:

na podstawie wykonywanych zadań na laboratorium MES-ANSYS

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U08, LiK2\_U09, LiK2\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U08, T2A\_U09, T2A\_U18

**Efekt NS642\_U4:**

Potrafi wyznaczyć obciążenia krytyczne dla płyt prostokątnych, powłok walcowych ściskanych, ścinanych i skręcanych rozwiązując różniczkowe równania w sposób ścisły lub przybliżony (metoda energetyczna) korzystając z podręczników.

Weryfikacja:

na podstawie kolokwium zadaniowego

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U08, LiK2\_U09, LiK2\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U08, T2A\_U09, T2A\_U18

**Efekt NS642\_U5:**

Potrafi wyznaczyć obciążenia krytyczne niezbyt złożonych konstrukcjach cienkościennych za pomocą metody elementów skończonych korzystając z systemu ANSYS

Weryfikacja:

na podstawie wykonywanych zadań na laboratorium MES-ANSYS

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U08, LiK2\_U09, LiK2\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U08, T2A\_U09, T2A\_U18