**Nazwa przedmiotu:**

Numeryczne analizy struktur warstwowych

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Jarosław Mańkowski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika Pojazdów i Maszyn Roboczych

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

1150-MBKCI-IZP- 0404

**Semestr nominalny:**

7 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

1) Liczba godzin kontaktowych – 17 godz., w tym:
• wykład - 16 godz.;
• konsultacje – 1 godz.
2) Praca własna studenta – 60 godz., w tym:
• studia literaturowe: 10 godz.
• przygotowanie do zajęć: 20 godz.
• przygotowanie do sprawdzianów i egzaminu: 30 godz.
3) RAZEM – 77 godz.

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

0,7 punktów ECTS – liczba godzin kontaktowych – 17 godz., w tym:
• wykład - 16 godz.;
• konsultacje – 1 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1,2 punktów ECTS – 30 godz., w tym:
• przygotowanie do sprawdzianów i egzaminu: 30 godz.

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 16h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Znajomość podstaw mechaniki obejmująca zakres przedmiotów: Mechanika ogólna I, Mechanika ogólna II. Znajomość podstaw wytrzymałości materiałów obejmująca zakres przedmiotów: Wytrzymałość materiałów I, Wytrzymałość materiałów II. Znajomość podstaw konstrukcji maszyn obejmująca zakres przedmiotów: Podstaw konstrukcji maszyn, Projektowanie podstaw konstrukcji maszyn I, II. Znajomość podstaw metody elementów skończonych oraz umiejętność posługiwania się systemem Abaqus obejmująca zakres przedmiotu: Metoda elementów skończonych. Znajomość podstaw analizy struktur cienkościennych obejmująca zakres przedmiotów: Analiza sztywnościowo-wytrzymałościowa konstrukcji cienkościennych, Podstawy projektowania konstrukcji cienkościennych, Mechanika elementów laminowanych

**Limit liczby studentów:**

zgodnie z zarządzeniem Rektora PW

**Cel przedmiotu:**

Poznanie podstawowych zasad i sposobów analiz kompozytów i struktur warstwowych z wykorzystaniem MES. Nabycie przez studentów umiejętności wykorzystania podstawowych zasad i sposobów wykorzystywanych w MES do analiz struktur warstwowych i kompozytów oraz ukształtowanie świadomości podstawowych możliwości i ograniczeń MES w analizach struktur warstwowych i kompozytów.

**Treści kształcenia:**

1. Wstęp. Wiadomości podstawowe, przegląd oprogramowania do analizy numerycznych struktur warstwowych.
2. Metoda elementów skończonych w analizie laminatów.
3. Płaski stan naprężenia - wykład obejmuje omówienie problemów związanych z modelowaniem MES właściwości pojedynczej warstwy ortotropowej oraz struktury złożonej z wielu warstw.
4. Proste przypadki analizy płyt laminowanych - wykład obejmuje wykorzystanie MES do analiz płyt i belek laminowanych pracujących w prostym stanie obciążenia.
5. Analiza sił krytycznych i częstości drgań własnych za pomocą MES.
6. Koncentracja naprężenia. Wykład obejmuje zagadnienia związane z analizą stanu naprężenia występującego wokół koncentratora, w płaskim stanie naprężenia.
7. Analizy numeryczne prostych struktur laminowanych pracujących w złożonym stanie obciążenia. Wykład obejmuje podstawowe zagadnienia dotyczące modelowania tego typu konstrukcji. Sposoby wprowadzania obciążeń. Definiowanie warunków brzegowych.
8. Modelowanie węzłów konstrukcyjnych. Wykład obejmuje problemy związane z modelowaniem struktur warstwowych złożonych geometrycznie kształtach.
9. Wprowadzanie obciążeń i warunków brzegowych do struktur laminowanych - problemy modelowania i analiz MES połączeń metal-kompozyt.

**Metody oceny:**

Wykład
Trzy sprawdziany oceniane zgodnie z obowiązującą skalą ocen.
Egzamin ustny lub pisemny.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

• Osiński J., Obliczenia wytrzymałościowe elementów maszyn z zastosowaniem metody elementów skończonych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998.
• Niezgodziński M. E. Niezgodziński T. Wzory, wykresy i tablice wytrzymałościowe. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo Techniczne, 1996.
• Tylikowski A., Kurnik W., Mechanika elementów laminowanych, Oficyna Wydaw. Politech. Warszawskiej, 1997, ISBN 8387012238

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt 1150-MBKCI-IZP- 0404\_W1:**

Zna cechy charakterystyczne podstawowych metod numerycznych stosowanych w analizach struktur warstwowych.

Weryfikacja:

Sprawdzian, egzamin.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W04, KMiBM\_W06, KMiBM\_W17

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, InzA\_W02, T1A\_W02, T1A\_W07, InzA\_W02, InzA\_W03, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W06, InzA\_W02, InzA\_W05

**Efekt 1150-MBKCI-IZP- 0404\_W2:**

Zna podstawy wykorzystania metody elementów skończonych w analizach laminatów.

Weryfikacja:

Sprawdzian, egzamin.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W04, KMiBM\_W06, KMiBM\_W17

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, InzA\_W02, T1A\_W02, T1A\_W07, InzA\_W02, InzA\_W03, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W06, InzA\_W02, InzA\_W05

**Efekt 1150-MBKCI-IZP- 0404\_W3:**

Posiada dobrze ugruntowaną wiedzę z zakresu oceny wytężenia struktur warstwowych. Zna metody modelowania właściwości warstw ortotropowych, wprowadzania warunków brzegowych oraz obciążeń do laminatów.

Weryfikacja:

Sprawdzian, egzamin.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W04, KMiBM\_W06, KMiBM\_W17, KMiBM\_W18, KMiBM\_W19, KMiBM\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, InzA\_W02, T1A\_W02, T1A\_W07, InzA\_W02, InzA\_W03, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W06, InzA\_W02, InzA\_W05, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W08

**Efekt 1150-MBKCI-IZP- 0404\_W4:**

Ma świadomość uproszczeń stosowanych w modelach obliczniowych warstwowych.

Weryfikacja:

Sprawdzian, egzamin.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W18, KMiBM\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W08

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt 1150-MBKCI-IZP- 0404\_U1:**

Student potrafi wykonać proste analizy wytrzymałościowe płyt i belek laminowanych.

Weryfikacja:

Sprawdzian, egzamin.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U03, KMiBM\_U16, KMiBM\_U24

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, InzA\_U01, T1A\_U09, InzA\_U01, InzA\_U02, InzA\_U06, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U05

**Efekt 1150-MBKCI-IZP- 0404\_U2:**

Student potrafi zaplanować i wykonać analizy wytrzymałościowe złożonych struktur warstwowych (węzłów konstrukcyjnych) pracujących w złożonym stanie obciążenia

Weryfikacja:

Sprawdzian, egzamin.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U03, KMiBM\_U10, KMiBM\_U15, KMiBM\_U16, KMiBM\_U17, KMiBM\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, InzA\_U01, T1A\_U09, InzA\_U01, InzA\_U02, InzA\_U06, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, InzA\_U01, InzA\_U02, T1A\_U11, T1A\_U12, InzA\_U06, InzA\_U08, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, T1A\_U10, T1A\_U13, T1A\_U16

**Efekt 1150-MBKCI-IZP- 0404\_U3:**

Potrafi wykonać analizy postaci, sił krytycznych i częstości drgań własnych.

Weryfikacja:

Sprawdzian, egzamin.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U03, KMiBM\_U10, KMiBM\_U15, KMiBM\_U16, KMiBM\_U17, KMiBM\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, InzA\_U01, T1A\_U09, InzA\_U01, InzA\_U02, InzA\_U06, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, InzA\_U01, InzA\_U02, T1A\_U11, T1A\_U12, InzA\_U06, InzA\_U08, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, T1A\_U10, T1A\_U13, T1A\_U16

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt 1150-MBKCI-IZP- 0404\_K1:**

Student jest świadomy konieczności pogłębiania wiedzy w zakresie zaawansowanych technik obliczeniowych oraz zna możliwości dalszego rozwoju w tym kierunku na wydz. Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych. Rozumie problemy związane z oceną bezpieczeństwa konstrukcji i ma świadomość odpowiedzialności ciążącej na osobie dokonującej analiz wytrzymałościowych.

Weryfikacja:

Sprawdzian, egzamin.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_K01, KMiBM\_K02, KMiBM\_K03

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K01, T1A\_K02, InzA\_K01, T1A\_K05