**Nazwa przedmiotu:**

Analiza sztywnościowo-wytrzymałościowa konstrukcji nośnych

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Piotr Żach

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika Pojazdów i Maszyn Roboczych

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

1150-MBWPI-IZP-0321

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1) Liczba godzin kontaktowych: - 27 godz., w tym:
• wykład - 16 godz.,
• laboratorium - 8 godz.,
• konsultacje – 1 godz.
• egzamin – 2 godz.;
2) Praca własna studenta – 76 godz., w tym:
• bieżące przygotowywanie się do wykładów i laboratorium: 10 godz.,
• studia literaturowe: 10 godz.,
• przygotowanie do zajęć: 20 godz.
• przygotowanie projektu: 25 godz.
• przygotowywanie się do egzaminu – 11 godz.;
3) RAZEM – 103 godz.

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

1,1 punktów ECTS – liczba godzin kontaktowych – 27 godz., w tym:
• wykład - 16 godz.;
• laboratorium - 8 godz;
• konsultacje – 1 godz.;
• egzamin – 2 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2,9 punktów ECTS – 76 godz., w tym:
• bieżące przygotowywanie się do wykładów i laboratorium: 10 godz.,
• studia literaturowe: 10 godz.,
• przygotowanie do zajęć: 20 godz.
• przygotowanie projektu: 25 godz.
• przygotowywanie się do egzaminu – 11 godz.;

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 16h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 8h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Podstawy 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 (zakres przedmiotu: Metody Elementów Skończonych) i Solid Works w zakresie modelowania parametrycznego i obliczeń strukturalnych.

**Limit liczby studentów:**

zgodnie z zarządzeniem Rektora PW

**Cel przedmiotu:**

Poznanie zaawansowanych metod obliczeń sztywnościowo-wytrzymałościowych stosowanych w analizach konstrukcji maszyn.

**Treści kształcenia:**

Wykład: Integracja systemów CAD – MES. Zagadnienia wymiany danych pomiędzy systemami CAD – MES. Integracja oprogramowania wchodzącego obejmującego podstawowy pakiet komputerowego wspomagania projektowania i wytwarzania. Modele geometryczne dla MES, w tym zagadnienia właściwego przygotowania modelu geometrycznego do dyskretyzacji, modelowanie powierzchniowe i bryłowe. Analiza sił krytycznych i częstości drgań własnych oraz szczegółowa ocena koncentracji naprężeń. Zadnienia współczynnika kształtu w kontekście funkcje kształtu oraz jakości siatki. Wprowadzenie do analiz nieliniowych. Ocena wytężenia konstrukcji – naprężenia normalne, styczne oraz zredukowane. Koncentracje naprężeń wynikające z utwierdzenia modelu oraz łączenia siatek MES.
Laboratorium: Integracja systemów CAD – MES. Modele geometryczne dla MES. Konstrukcje prętowe. Konstrukcje belkowe. Analiza sił krytycznych i częstości drgań własnych. Koncentracja naprężenia. Analizy zagadnień nieliniowych. Modelowania połączeń typu sworzeń – otwór.

**Metody oceny:**

Kontrola osiągnięcia wymaganego programem poziomu kształcenia w zakresie podstaw teoretycznych weryfikowana będzie w trakcie ćwiczeń laboratoryjnych, odbiorów prac indywidualnych (projektów) oraz egzaminu.
Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych będzie miało miejsce na podstawie wykonanej i rozliczonej tj. złożonej w formie pisemnej i zaprezentowanej, pracy indywidualnej realizowanej w trakcie zajęć (projektu).

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Osiński J., Obliczenia wytrzymałościowe elementów maszyn z zastosowaniem metody elementów skończonych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998.
2. Niezgodziński M. E. Niezgodziński T. Wzory, wykresy i tablice wytrzymałościowe. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo Techniczne, 1996.

**Witryna www przedmiotu:**

https://usosweb.usos.pw.edu.pl/kontroler.php?\_action=actionx:katalog2/przedmioty/edytujPrzedmiot%28prz\_kod:1150-MBWPI-ISP-321;callback:g\_d93b016a%29

**Uwagi:**

-

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt 1150-MBWPI-IZP-0321\_W1:**

Student zna metody integracji systemów CAD – MES

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W07, KMiBM\_W08

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W04, InzA\_W04, T1A\_W09, InzA\_W04

**Efekt 1150-MBWPI-IZP-0321\_W2:**

Student posiada wiedzę o modelowaniu i przygotowaniu modelu geometrycznego w MES, w tym zagadnienia dyskretyzacji, modelowania przy wykorzystaniu elementów prostych, powierzchniowych i bryłowych.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W04, KMiBM\_W18

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

**Efekt 1150-MBWPI-IZP-0321\_W3:**

Student zna zasady określania i wyznaczania sił krytycznych i częstości drgań własnych.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W04, KMiBM\_W18

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

**Efekt 1150-MBWPI-IZP-0321\_W4:**

Student zna zasady oceny naprężeń w układach lokalnych.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W04, KMiBM\_W18

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

**Efekt 1150-MBWPI-IZP-0321\_W5:**

Student zna zasady dokonywania oceny wytężenia konstrukcji.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W04, KMiBM\_W18

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt 1150-MBWPI-IZP-0321\_U1:**

Zna podstawowe zagadnienia związane z wymianą danych pomiędzy systemami CAD – MES; sposoby integracji programów wchodzących w skład szeroko pojętego komputerowego wspomagania projektowania i wytwarzania; podstawowe formaty plików zawierających dane geometrii.

Weryfikacja:

Egzamin, ocena opracowania projektu

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U02, KMiBM\_U03, KMiBM\_U16

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

**Efekt 1150-MBWPI-IZP-0321\_U2:**

Posiada wiedzę i umiejętności z zakresu przygotowania modelu geometrycznego do dyskretyzacji. Potrafi dokonać podziału geometrii na odpowiednie obszary (modelowanie powierzchniowe) oraz na odpowiednie objętości (modelowanie bryłowe.

Weryfikacja:

Egzamin, ocena opracowania projektu

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U15, KMiBM\_U16, KMiBM\_U18

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

**Efekt 1150-MBWPI-IZP-0321\_U3:**

Student potrafi wykonać analizę sił krytycznych oraz częstości drgań własnych struktury z wykorzystaniem różnych modeli MES.

Weryfikacja:

Egzamin, ocena opracowania projektu

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

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

**Efekt 1150-MBWPI-IZP-0321\_U4:**

Posiada wiedzę oraz umiejętności praktycznego wykorzystania systemów MES w analizie stanu naprężenia wokół koncentratora, w płaskim stanie naprężenia przy liniowym i nieliniowym modelu materiału. Potrafi dokonać optymalizacji zadania MES pod względem liczby elementów, rodzaju elementów (funkcje kształtu) oraz jakości siatki (deformacja siatki i jej wpływ na wyniki analiz).

Weryfikacja:

Egzamin, ocena opracowania projektu

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

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

**Efekt 1150-MBWPI-IZP-0321\_U5:**

Posiada wiedzę oraz umiejętności praktycznego zastosowania systemów MES w zakresie modelowania oraz oceny stanu naprężeń i przemieszczeń konstrukcji cienkościennych wykonywanych za pomocą elementów powłokowych.

Weryfikacja:

Egzamin, ocena opracowania projektu

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

**Powiązane efekty obszarowe:** 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-MBWPI-IZP-0321\_U6:**

Student potrafi dobrać odpowiednie parametry oraz wykonać nieliniową statyczną analizę stanu wytężenia i deformacji struktury bryłowej wykonanej z materiału o nieliniowej charakterystyce.

Weryfikacja:

Egzamin, ocena opracowania projektu

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

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U09, InzA\_U01, InzA\_U02, InzA\_U06, 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-MBWPI-IZP-0321\_K1:**

Student jest świadomy konieczności pogłębiania wiedzy w zakresie zaawansowanych technik obliczeniowych. Rozumie problemy związane z oceną bezpieczeństwa konstrukcji i ma świadomość odpowiedzialności ciążącej na osobie dokonującej analiz wytrzymałościowych.

Weryfikacja:

Ocena wykonywania zadań w trakcie realizacji ćwiczeń laboratoryjnych i na podstawie projektu.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_K02, KMiBM\_K03, KMiBM\_K04

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K02, InzA\_K01, T1A\_K05, T1A\_K03, T1A\_K04, InzA\_K02