**Nazwa przedmiotu:**

Komputerowe systemy analizy konstrukcji

**Koordynator przedmiotu:**

Artur Zbiciak, dr hab. inż., prof. PW; Rafał Michalczyk dr inż.

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Budownictwo

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

KOMSAK

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

Razem 75 godz. = 3 ECTS: wykład 15 godz.; wspólne ćwiczenia w sali komputerowej 15 godz.; wspólna praca nad projektem 15 godz.; zapoznanie z literaturą, instrukcjami 5 godz.; samodzielna praca nad projektem 20 godz.; przygotowanie raportu końcowego i prezentacji 5 godz.

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

Razem 45 godz. = 2 ECTS: wykład 15 godz.; wspólne ćwiczenia w sali komputerowej 15 godz.; praca wspólna nad projektem 15 godz.;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

Razem 50 godz. = 2 ECTS: wspólne ćwiczenia w sali komputerowej 15 godz.; wspólna praca nad projektem 15 godz.; samodzielna praca nad projektem 20 godz.

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

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

**Wymagania wstępne:**

Bierna znajomość języka angielskiego (czytanie ze zrozumieniem), mechanika budowli, teoria sprężystości lub mechanika ośrodków ciągłych, metoda elementów skończonych, informatyka. Przydatne: programowanie komputerowe.

**Limit liczby studentów:**

20

**Cel przedmiotu:**

Przedmiot jest zorientowany na praktyczne zastosowania metody elementów skończonych w analizie konstrukcji i mechanice ośrodków ciągłych, przy wykorzystaniu komercyjnych programów; ABAQUS, LS-DYNA i MSC PATRAN. Celem kursu jest nauka świadomego wykorzystywania nowoczesnych narzędzi informatycznych w tworzeniu symulacji komputerowych.Sposób prowadzenia przedmiotu jest oparty na studium różnych przypadków, z wykorzystaniem wcześniej opracowanych przez prowadzącego zbiorów wejściowych.

**Treści kształcenia:**

Wstępne przedstawienie programów ABAQUS i LS-DYNA. Preprocesory graficzne, solvery i postprocesory. Różnica między obliczeniami typu implicit i explicit w zarysie. Obliczenia równoległe, mpp i superkomputery. Kompletne opracowanie modelu elementów skończonych, dla belki uderzonej spadającą masą. Wykorzystanie graficznych możliwości preprocessingu programu LSPREPOST. Struktura pliku wsadowego, węzły, elementy, pojęcie „part”, materiały, warunki brzegowe i początkowe, powiązania węzłów, ustawienia kontrolne. Uruchamianie obliczeń, zatrzymywanie, modyfikacja modelu i ponowne uruchomienie. Struktura danych wynikowych. Graficzne przetwarzanie rezultatów obliczeń przy wykorzystaniu programu LSPREPOST. Wprowadzenie do pakietu ABAQUS/CAE. Budowa modelu MES przy wykorzystaniu wbudowanego systemu pomocy. Przegląd typów elementów skończonych. Biblioteki modeli materiałowych i równań stanu. Typowe materiały i materiały do specjalnych zastosowań, włóknina, zastosowanie materiału cable jako sprężenie, zastosowanie materiałów null i void w mechanice płynów. Warunki brzegowe i obciążenie. „Rigid walls”, warunki początkowe, wymuszenie przemieszczeń, prędkości i przyśpieszeń, grawitacja. Dynamika ciał sztywnych. „Multi Point Constraints”. „Spot welds” jako elementy specjalne. Algorytm kontaktu. Analiza uderzeń ciał odkształcalnych. Usuwanie elementu w trakcie obliczeń. Przykład przebicia płyty pociskiem. Całkowanie po czasie. Porównanie algorytmów implicit i explicit. Kontrola kroku całkowania, kryterium Couranta. Przełączanie obliczeń między solverami implicit i explicit w ABAQUSie i LS-DYNA. „Dynamic relaxation” i tłumienie globalne. Przykład dotyczący dynamiki mostu drogowego. Budowa modeli MES o złożonej geometrii przy wykorzystaniu programu MSC Patran. Importowanie geometrii ze zbiorów AutoCAD. Wizualizacja wyników. Symulacja rozchodzenia się fal sprężystych w ośrodkach wielowarstwowych. Nieniszcząca metoda diagnostyczna Impact-Echo. Zagadnienia stateczności. Wyznaczanie wartości własnych i metoda Riksa. Nieliniowe zagadnienie stateczności przykładowej konstrukcji stalowej. Siły śledzące. Przepływ ciepła, sprzężenie analizy termicznej i naprężeniowej. Bezsiatkowa metoda elementów skończonych – „Smooth Particle Hydrodynamics” (SPH). Przykład: uderzenie ptaka w łopatki turbiny.

**Metody oceny:**

Zaliczenie przedmiotu będzie uzależnione od aktywnego uczestnictwa w zajęciach, opracowania i wygłoszenia minimum jednej prezentacji dotyczącej części programu merytorycznego oraz wykonania jednej pracy semestralnej. Indywidualne tematy pracy semestralnej będą opracowane przez prowadzącego przy współpracy ze studentem. Przedmiot kończy się prezentacją prac semestralnych.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Dassault Systèmes SIMULIA 2011. ABAQUS Theory Manual, Version 6.10, ABAQUS User’s Manual, Version 6.610, J.O. Hallquist, LS-DYNA Theory Manual, Livermore Software Technology Corporation, 2006. J.O. Hallquist, LS-DYNA Keword Manual, Livermore Software Technology Corporation, 2007. Wymienione podręczniki są dostępne nieodpłatnie w wersji elektronicznej.

**Witryna www przedmiotu:**

http://www.il.pw.edu.pl/index.php/studia/ii-stopnia-magisterskie

**Uwagi:**

W miarę możliwości (liczby prowadzonych projektów badawczych) najbardziej aktywni studenci będą angażowani w prace badawcze. Przewiduje się udział studentów we wspólnych publikacjach.

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt KOMSAKW1:**

Zna strukturę modelu MES zbudowanego z wykorzystaniem komercyjnych programów. Rozumie znaczenie podstawowych komponentów takiego modelu. Zna praktyczne przykłady zastosowania metody elementów skończonych (MES) w analizie konstrukcji i mechanice ośrodków ciągłych. Rozumie pojęcia weryfikacji i walidacji.

Weryfikacja:

Praca semestralna, raport, prezentacje.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K2\_W03, K2\_W04, K2\_W05

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W07, T2A\_W04, T2A\_W07, T2A\_W04, T2A\_W06, T2A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt KOMSAKU1:**

Potrafi zbudować model numeryczny z wykorzystaniem komercyjnych programów, opartych na metodzie elementów skończonych. Potrafi przeprowadzić obliczenia i analizować wyniki.

Weryfikacja:

Model MES, raport, prezentacja.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K2\_U03, K2\_U08

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U08, T2A\_U11, T2A\_U05

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt KOMSAKK1:**

Potrafi prezentować publicznie swoje osiągnięcia badawcze lub zdobytą wiedzę.

Weryfikacja:

Prezentacja opracowanej samodzielnie części materiału, prezentacja wyników samodzielnej analizy numerycznej.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K2\_K02, K2\_K04

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_K01, T2A\_K06, T2A\_K06, T2A\_K07