

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2015/2016

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Transport

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: T

Stopień studiów: II

Specjalności: Eksploatacja i niezawodność w transporcie, Eksploatacja i mechatronika samochodowa, Inżynieria maszyn budowlanych i systemów transportu przemysłowego, Logistyka i spedycja

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

| | |
|---|--|
| NAZWA PRZEDMIOTU | Zastosowanie MES w systemach i urządzeniach transportowych |
| NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM | FEM Application in Transport Systems and Facilities |
| KOD PRZEDMIOTU | T901 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU | Przedmioty kierunkowe |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS | 2.00 |
| SEMESTRY | 1 |

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM KOMPUTERO- WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 |

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Student poznaje ogólne zasady modelowania MES na przykładzie obliczeń numerycznych wybranych podzespołów i elementów urządzeń transportowych. Zaznajamia się z określaniem pól naprężeń i deformacji w konstrukcjach, z uwzględnieniem błędów oszacowania.

Cel 2 Student zapoznaje się z działaniem i obsługą wybranego komercyjnego systemu MES. W podanym systemie zaznajamia się z dialogowym i wsadowym trybem tworzeniem modeli geometrycznych, modeli MES oraz prawidłowym wprowadzaniem obciążeń i warunków brzegowych.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Student posiada przewidziana programem studiów wiedzę w zakresie algebry macierzowej, mechaniki, wytrzymałości materiałów oraz podstaw konstrukcji maszyn.
- 2 Student zna podstawy i metody graficznego zapisu konstrukcji (CAD) w zakresie przewidzianym programem studiów.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Student zna podstawy geometrycznego modelowania (w ramach MES) prostych i złożonych, typowych podzespołów urządzeń transportowych.

EK2 Wiedza Student posiada wiedzę nt. poprawnej budowy modeli MES i zasad uzyskania poprawnego rozwiązania problemu numerycznego wraz z oszacowaniem błędu rozwiązania.

EK3 Umiejętności Student potrafi zamodelować w trybie dialogowym wybrany problem inżynierski w zakresie dotyczącym urządzeń transportowych wykorzystując wybrany system MES.

EK4 Umiejętności Student potrafi napisać prosty plik wsadowy do systemu MES (np. ANSYS) wykorzystując podstawowe komendy odpowiedniego języka programowania (w przypadku ANSYSa - APDL).

6 TREŚCI PROGRAMOWE

| PROJEKT | | |
|---------|---|------------------|
| LP | TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA GODZIN |
| P1 | Przykłady zjawisk modelowanych komputerowo. Koncepcja MES na przykładzie rozwiązania równania Poissona. Pojęcie, definicja i przykłady funkcji próbnych (kształtu). Błędy numerycznego modelowania rzeczywistych obiektów w MES. Definicja stopni swobody elementu skończonego. Agregacja elementów w metodzie przemieszczeń. Warunki brzegowe w zadaniach MES. | 3 |
| P2 | Elementy prętowe - obliczenie macierzy sztywności rozciąganego pręta metodą klasyczną i metodą wariacyjną Ritz'a. Agregacja elementów w metodzie klasycznej. Elementy belkowe - funkcje kształtu, macierz sztywności elementu belkowego. Zastosowanie elementów prętowo - belkowych w obliczeniach kratowych, przestrzennych elementach konstrukcji dźwignic. | 3 |
| P3 | Płaski stan naprężenia i odkształcenia - przykłady konstrukcji i urządzeń transportowych. Sposoby zapisu przemieszczeń, odkształceń i naprężeń w formie wektorowej i macierzowej. Funkcje kształtu MES elementów trójkątnych i czworokątnych (płaski stan naprężenia). Określenie macierzy sztywności płaskiego elementu. | 3 |

| PROJEKT | | |
|-----------|--|------------------|
| LP | TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA GODZIN |
| P4 | Płyty i powłoki, siły wewnętrzne i stopnie swobody. Powłokowe elementy skończone niższego i wyższego rzędu - przykłady aplikacji w zagadnieniach transportowych. Przestrzenny stan naprężenia. ES typu tetrahedron i heksahedron. Warunki brzegowe w zagadnieniach sprężystych rozwiązywanych za pomocą MES. Oszacowanie błędu obliczeń MES - estymatory błędu, zbieżność rozwiązań MES. Adaptacja siatki ES i wg stopnia aproksymacji. Struktura i schemat działania systemów komercyjnych MES. | 4 |
| P5 | Przykład komercyjnego systemu MES ANSYS - wprowadzenie, zasady działania. Tryb dialogowy i wsadowy na przykładzie analizy płaskiej tarczy. Globalne i lokalne układy współrzędnych. Tworzenie płaskich modeli w trybie "z dołu do góry" oraz "z góry na dół" na przykładzie płaskich i osiowosymetrycznych modeli MES. Przykłady logicznych operacji Boolea dla obiektów płaskich. | 4 |
| P6 | Modelowanie płyt i powłok przez wyciąganie powierzchni z wzorca lub za pomocą generacji bezpośredniej. Budowa i analiza przykładowych zadań testowych. Modelowanie bryłowe, definicja płaszczyzny roboczej, prymitywy graficzne. Algebra Boolea dla brył: dodawanie, odejmowanie, część wspólna, nakładanie, sklejanie. Zagadnienia analizy sprężysto-plastycznej w konstrukcjach i urządzeniach transportowych. | 8 |
| P7 | Analiza MES stateczności konstrukcji, drgań własnych i analizy harmonicznej. Modelowanie zagadnień kontaktu. Program Workbench - prezentacja, obsługa. Moduły Design Modeler oraz Simulation. | 5 |

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Ćwiczenia projektowe

N2 Prezentacje multimedialne

N3 Dyskusja

N4 Praca w grupach

N5 Konsultacje

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym: | |
| Godziny wynikające z planu studiów | 30 |
| Konsultacje przedmiotowe | 8 |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji | 4 |
| Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym: | |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury | 4 |
| Opracowanie wyników | 6 |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji | 8 |
| SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA | 60 |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU | 2.00 |

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Test

F2 Projekt indywidualny

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Wykonanie i zaliczenie realizowanego w ramach przedmiotu projektu.

W2 Konieczność uzyskania oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia.

W3 Ocena końcowa ustalana jest jako średnia ważona z ocen formujących z przypisaniem wag: 40% oceny z testu oraz 60% z oceny zaliczeniowej realizowanego projektu.

KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 | |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0 | - |

| | |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 3.0 | Student posiada wiedzę w zakresie podstaw MES. Student potrafi zamodelować w wybranym systemie MES, np. ANSYS prostą konstrukcję belkową, powłokową lub płytową, poprawnie wprowadzić warunki brzegowe i obciążenia w modelu, a następnie określić ugięcia i stan naprężenia w konstrukcji oraz ocenić błąd otrzymanego droga numeryczna rozwiązania. |
| NA OCENĘ 3.5 | - |
| NA OCENĘ 4.0 | - |
| NA OCENĘ 4.5 | - |
| NA OCENĘ 5.0 | - |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 | |
| NA OCENĘ 2.0 | - |
| NA OCENĘ 3.0 | jw. |
| NA OCENĘ 3.5 | - |
| NA OCENĘ 4.0 | - |
| NA OCENĘ 4.5 | - |
| NA OCENĘ 5.0 | - |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 | |
| NA OCENĘ 2.0 | - |
| NA OCENĘ 3.0 | jw. |
| NA OCENĘ 3.5 | - |
| NA OCENĘ 4.0 | - |
| NA OCENĘ 4.5 | - |
| NA OCENĘ 5.0 | - |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 | |
| NA OCENĘ 2.0 | - |
| NA OCENĘ 3.0 | jw. |
| NA OCENĘ 3.5 | - |
| NA OCENĘ 4.0 | - |
| NA OCENĘ 4.5 | - |
| NA OCENĘ 5.0 | - |

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1 | K2_W02, K2_W11, K2_W15 | Cel 1 | | N1 N2 N3 N4 N5 | F1 P1 |
| EK2 | K2_W02, K2_W11, K2_W15 | Cel 1 Cel 2 | | N1 N2 N3 N4 N5 | F1 P1 |
| EK3 | K2_UO02, K2_UP01, K2_UP09, K2_UB07 | Cel 2 | | N1 N2 N3 N4 N5 | F2 P1 |
| EK4 | K2_UO02, K2_UP01, K2_UP09, K2_UB07 | Cel 2 | | N1 N2 N3 N4 N5 | F2 P1 |

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Łaczek S. — *Modelowanie i analiza konstrukcji w systemie MES ANSYS v.11*, Kraków, 2011, Wyd.PK
- [2] Bielski J. — *Wprowadzenie do inżynierskich zastosowań MES*, Kraków, 2010, Wyd.PK
- [3] Radwańska M. — *Metody komputerowe w wybranych zagadnieniach mechaniki konstrukcji*, Kraków, 2004, Wyd.PK
- [4] Grądzki R. — *Wprowadzenie do metody elementów skończonych*, Łódź, 2002, Wyd.PŁ

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] Bijak-Żochowski M., Jaworski A., Krzesiński G., Zagrajek A. — *Mechanika materiałów i konstrukcji (t.II)*, Warszawa, 2006, Wyd.PW
- [2] Rakowski G., Kacprzyk Z., — *Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji*, Warszawa, 2005, Wyd.PW

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Bogdan, Artur Szybiński (kontakt: bogdan.szybinski@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 Dr inż. Bogdan Szybiński (kontakt: boszyb@mech.pk.edu.pl)

2 Dr inż. Stanisław Łaczek (kontakt: laczek@mech.pk.edu.pl)

3 Dr inż. Paweł Romanowicz (kontakt: promek@mech.pk.edu.pl)

4 Dr inż. Maciej Krasieński (kontakt: mkr@mech.pk.edu.pl)

5 Dr hab. inż. Henryk Sanecki (kontakt: hsa@mech.pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....
.....
.....
.....
.....