

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2013/2014

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Inżynieria Bezpieczeństwa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: B

Stopień studiów: I

Specjalności: Bezpieczeństwo transportu drogowego, Bezpieczeństwo maszyn, urządzeń i systemów energetycznych, Bezpieczeństwo pracy i środowiska

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Analiza konstrukcji za pomocą MES |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | FEM Analysis of Structures        |
| KOD PRZEDMIOTU                          | B211                              |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe             |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                              |
| SEMESTRY                                | 5                                 |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 5       | 9      | 0         | 0            | 9                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** wprowadzenie do współczesnych metod analizy wytrzymałościowej, sztywnościowej i probabilistycznej konstrukcji inżynierskich; zapoznanie się z komercyjnym pakietem obliczeniowym dla konstrukcji inżynierskich

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 zaliczone przedmioty: Mechanika ogólna, Wytrzymałość materiałów

2 znajomość podstawowych operacji na macierzach i wektorach

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** znajomość podstawowych pojęć metody elementów skończonych

**EK2 Wiedza** rozumienie procesu agregacji elementów w strukturę

**EK3 Wiedza** rozumienie problemu transformacji między układami lokalnymi i globalnym, sposobu wyznaczania stopni swobody, sił węzłowych, odkształceń, naprężeń oraz poziomu niezawodności

**EK4 Umiejętności** zastosowanie praktyczne pakietu ANSYS do modelowania i analizy wytrzymałościowej prostych konstrukcji prętowych i powierzchniowych

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Motywacja do stosowania współczesnych metod obliczeniowych. Modelowanie rzeczywistych konstrukcji  | 1                |
| <b>W2</b> | Wprowadzenie do MES na przykładzie kratownicy; element: stopnie swobody, macierze geometryczna, sił, sztywności; struktura: agregacja, macierze globalne, podstawowy układ równań MES, wprowadzenie warunków brzegowych, wyznaczanie reakcji | 2                |
| <b>W3</b> | rozszerzenie na przypadek konstrukcji belkowych (zginanie), pojęcie funkcji kształtu na przykładzie elementu belkowego; transformacja do układu globalnego i powrotna do układów lokalnych   | 2                |
| <b>W4</b> | przykład elementu płaskiego trójkątnego o stałym odkształceniu; omówienie elementów wyższych rzędów powierzchniowych i przestrzennych; pojęcie punktów całkowania Gaussa; dyskretyzacja warunków brzegowych i obciążeń                       | 1                |
| <b>W5</b> | estymatory dokładności rozwiązania mes; ogólny schemat algorytmu mes; przemieszczeniowe stopnie swobody; podział zadań między projektantem i systemem komputerowym   | 1                |
| <b>W6</b> | poszerzenie informacji o pracy z programem ANSYS: możliwość definiowania materiałów o własnościach zależnych od temperatury oraz materiałów sprężystoplastycznych; wprowadzenie do projektowania probabilistycznego przy pomocy pakietu      | 1                |
| <b>W7</b> | poszerzenie informacji o pracy z programem ANSYS: technika submodelingu  | 1                |

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |  |                  |
|--------------------------|--|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>                | Wprowadzenie do praktycznych obliczeń. Wstępne zapoznanie się z systemem ANSYS; konfiguracja programu  | 1                |
| <b>K2</b>                | Budowa prostego modelu belkowego pod dyktando. Pojęcia obiektów definiujących strukturę (punkt bazowy, linia, powierzchnia), wybór elementu z biblioteki, wprowadzanie własności geometrycznych i materiałowych. Nakładanie więzów i przykładanie obciążeń | 2                |
| <b>K3</b>                | Przegląd i analiza wyników po rozwiązaniu. Wykresy deformacji, sił wewnętrznych, naprężeń dla prostej belki  | 1                |
| <b>K4</b>                | analiza przestrzennego układu ramowego na bazie umiejętności nabytych w ćwiczeniu z belką  | 1                |
| <b>K5</b>                | Przykładowa analiza modelu w płaskim stanie naprężenia. Uwagi o operacjach na modelu (dodawanie i odejmowanie powierzchni). Określanie i testowanie gęstości siatki i zbieżności rozwiązania   | 2                |
| <b>K6</b>                | kolokwium zaliczeniowe - samodzielne wykonanie modelowania i obliczeń  | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Ćwiczenia laboratoryjne

**N3** Prezentacje multimedialne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 0   |
| Konsultacje przedmiotowe   | 6   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 4   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 32  |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 0   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>42</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 2.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Ćwiczenie praktyczne

F2 Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 obecność na wykładach i laboratorium

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | —   |
| NA OCENĘ 3.0        | umiejętność wyjaśnienia pojęć: element skończony, stopnie swobody, macierze elementowe, podstawowy układ mes, dyskretyzacja konstrukcji, warunków brzegowych i obciążeń |
| 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        | wyjaśnienie reguł agregacji elementów w strukturę oraz procesu budowy globalnej macierzy sztywności  |
| 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        | wyjaśnienie konieczności transformacji macierzy i wektorów między układami lokalnymi i układem globalnym; wyjaśnienie w jaki sposób wyznacza się reakcje więzów w mes; wyjaśnienie jak wyliczane są odkształcenia i naprężenia w mes |
| 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        | samodzielne wykonanie przynajmniej jednego z dwóch zadań modelowania i analizy prostej konstrukcji   |
| 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 SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K1_W01   | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |
| EK2               | K1_W01,<br>K1_W02  | Cel 1           | W2 W3 W4 W5       | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |
| EK3               | K1_W01,<br>K1_UP07   | Cel 1           | W5 W6 W7          | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |
| EK4               | K1_UP07,<br>K1_K06   | Cel 1           | W6 W7             | N1 N3                 | F2 P1         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **J. Bielski** — *Wprowadzenie do inżynierskich zastosowań metody elementów skończonych*, Kraków, 2010, Wydawnictwo PK
- [2 ] **S. Łaczek** — *Wprowadzenie do systemu elementów skończonych ANSYS*, Kraków, 1999, Wydawnictwo PK
- [3 ] **S. Łaczek** — *Modelowanie i analiza konstrukcji w systemie MES ANSYS v.11*, Kraków, 2011, Wydawnictwo PK

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] **O.C. Zienkiewicz** — *Metoda elementów skończonych*, Warszawa, 1972, Arkady
- [2 ] **R. Bąk, T. Burczyński** — *Wytrzymałość materiałów z elementami ujęcia komputerowego*, Warszawa, 2001, WNT
- [3 ] **T. Zagrajek, G. Krzesiński, P. Marek** — *Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji; ćwiczenia z zastosowaniem systemu ANSYS*, Warszawa, 2005, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż., prof. PK Jan, Jerzy Bielski (kontakt: [jan.bielski@pk.edu.pl](mailto:jan.bielski@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr inż. Jan Bielski (kontakt: [Jan.Bielski@pk.edu.pl](mailto:Jan.Bielski@pk.edu.pl))
- 2 dr inż. Paweł Foryś (kontakt: [pforys@pk.edu.pl](mailto:pforys@pk.edu.pl))
- 3 dr Katarzyna Tajs-Zielińska (kontakt: [Katarzyna.Tajs-Zielinska@pk.edu.pl](mailto:Katarzyna.Tajs-Zielinska@pk.edu.pl))



## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

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