

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2016/2017

Wydział Fizyki, Matematyki i Informatyki

Kierunek studiów: Informatyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Teleinformatyka dla licencjatów

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                            |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Metody obliczeniowe w nauce i technice     |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Computer Methods in Science and Technology |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WFMiI I oIIS B1 16/17                      |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty podstawowe                      |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                                       |
| SEMESTRY                                | 2                                          |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | SEMINARIUM | PROJEKT |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|------------|---------|
| 2       | 30     | 0         | 15           | 0                                | 0          | 0       |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznać się z elementarnymi metodami numerycznymi mającymi zastosowanie w technice.

**Cel 2** Zapoznać się z metodą elementów skończonych jako najszerszej stosowaną metodą symulacji zjawisk fizycznych.

**Cel 3** Zapoznać się z modelami matematycznymi podstawowych zjawisk fizycznych.

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

1 Znajomość podstaw algebry liniowej: przestrzenie wektorowe, działania na wektorach, operacje macierzowe.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Ma poszerzoną wiedzę w zakresie metod matematycznych niezbędną do opisu i analizy zjawisk zachodzących w modelowanej rzeczywistości

**EK2 Wiedza** Zna metody stosowane do modelowania zjawisk i tworzenia oprogramowania w modelu obiektowym.

**EK3 Wiedza** Zna metody wykorzystywane do symulacji komputerowej.

**EK4 Umiejętności** Potrafi napisać opracowanie dotyczące własnych badań oraz je zaprezentować w języku polskim i obcym.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM |                                                                                                                                                                                                                                                          |                  |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                   | LICZBA<br>GODZIN |
| L1           | Rozwiązywanie zadań z elementarnych metod numerycznych za pomocą programu Matlab (interpolacja, całkowanie numeryczne, równania nieliniowe, równania różniczkowe zwyczajne, układy równań, iteracyjne rozwiązywanie układów równań, zagadnienia własne). | 4                |
| L2           | Zbieżność 1D metody elementów skończonych na siatkach równomiernych. Zadania z rozwiązaniami gładkimi i osobliwymi.                                                                                                                                      | 1                |
| L3           | Zbieżność 1D metody elementów skończonych na siatkach z adaptacją typu h. Obserwacja stopnia zbieżności.                                                                                                                                                 | 1                |
| L4           | Zbieżność 1D metody elementów skończonych na siatkach adaptacyjnych typu p i hp. Porównanie ze zbieżnością na siatkach równomiernych i h-adaptacyjnych.                                                                                                  | 1                |
| L5           | Zbieżność 2D metody elementów skończonych na siatkach równomiernych oraz adaptacyjnych typu h, p i hp.                                                                                                                                                   | 1                |
| L6           | Opracowanie sprawozdania z ćwiczenia nr 1. Porównanie otrzymanych wyników z teorią przekazaną na wykładzie.                                                                                                                                              | 1                |
| L7           | Rozwiązywanie 2D przepływów nieściśliwych z adaptacją h. Obserwacja przepływu wokół profilu skrzydła samolotu.                                                                                                                                           | 1                |
| L8           | Rozwiązywanie 2D przepływów ściśliwych z adaptacją typu h. Obserwacja wpływu gęstości siatki na dokładność rozwiązań.                                                                                                                                    | 1                |
| L9           | Rozwiązywanie 2D zadań z elektromagnetyzmu z adaptacją h. Zagadnienia w obszarach otwartych i w zamkniętych falowodach.                                                                                                                                  | 1                |
| L10          | Rozwiązywanie 3D zadań z teorii sprężystości z adaptacją h oraz hp. Wyświetlanie przemieszczeń i wybranych naprężeń.                                                                                                                                     | 1                |

| LABORATORIUM |                                                                                                                                               |                  |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                        | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L11</b>   | Rozwiązywanie rozpraszania fal elektromagnetycznych metodą elementów brzegowych w 2D. Rozpraszanie fal akustycznych modelowane za pomocą MES. | 1                |
| <b>L12</b>   | Opracowanie sprawozdania z ćwiczenia nr 3.                                                                                                    | 1                |

| WYKŁAD     |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                  |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                       | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b>  | Przypomnienie podstawowych wiadomości z algebry i analizy. Prezentacja elementarnych metod numerycznych (interpolacja, całkowanie numeryczne, równanie nieliniowe, równania różniczkowe zwyczajne, układy równań liniowych, wartości własne). Informacja o programie Matlab. | 2                |
| <b>W2</b>  | Eliptyczne zadanie brzegowe w 1D i jego sformułowanie wariacyjne. Przykłady. Idea metody elementów skończonych z aproksymacją liniową.                                                                                                                                       | 2                |
| <b>W3</b>  | MES z elementami wyższych stopni, $p > 1$ . Pojęcia wielomianów Lagrange'a jako funkcji kształtu. Różne typy warunków brzegowych. Przykłady.                                                                                                                                 | 2                |
| <b>W4</b>  | Algorytm składania globalnej macierzy sztywności z macierzy elementowych. Przykłady składania dla siatek nierównomiernych. Przykłady rozwiązań metodą elementów skończonych w 1D.                                                                                            | 2                |
| <b>W5</b>  | Obliczenia elementowe w 1D. Przykłady. Zastosowanie całkowania numerycznego.                                                                                                                                                                                                 | 2                |
| <b>W6</b>  | Podstawowe informacje o zbieżności metody elementów skończonych. Przykłady szacowania dokładności.                                                                                                                                                                           | 2                |
| <b>W7</b>  | Test sprawdzający wiadomości dotyczące metody elementów skończonych w 1D. Eliptyczne zadanie brzegowe w 2D i jego sformułowanie wariacyjne. Przykłady.                                                                                                                       | 2                |
| <b>W8</b>  | Metoda elementów skończonych dla problemów dwuwymiarowych, elementy trójkątne liniowe. Sposób traktowania różnych rodzajów warunków brzegowych.                                                                                                                              | 2                |
| <b>W9</b>  | Podstawowa informacja dotycząca równań różniczkowych dla różnych zjawisk fizycznych: teorii sprężystości, mechaniki płynów, elektromagnetyzmu i zjawisk falowych (np. akustyki). Nawiązanie do wcześniej poznanego materiału.                                                | 2                |
| <b>W10</b> | Podstawowa idea rozwiązania zadań z różnych dziedzin fizyki i techniki: teorii sprężystości, mechaniki płynów, elektromagnetyzmu, zjawisk falowych za pomocą metody elementów skończonych.                                                                                   | 2                |
| <b>W11</b> | MES w dwu wymiarach z elementem trójkątnym Lagrangea stopnia $p > 1$ .                                                                                                                                                                                                       | 2                |
| <b>W12</b> | Metoda elementów skończonych z elementami czworokątnymi biliniowymi i Lagrangea stopnia $p > 1$ .                                                                                                                                                                            | 2                |

| WYKŁAD     |                                                                                                                                                      |                  |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                               | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W13</b> | Algorytm składania globalnej macierzy sztywności z macierzy elementowych. Przykłady rozwiązań MES w 2D.                                              | 2                |
| <b>W14</b> | Obliczenia elementowe dla elementów trójkątnych. Przykłady liczbowe. Obliczenia elementowe dla elementów czworokątnych. Przykłady.                   | 2                |
| <b>W15</b> | Budowa programów metody elementów skończonych. Ważniejsze problemy informatyczne spotykane w programach MES. Algorytmy rozwiązywania układów równań. | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Ćwiczenia laboratoryjne

**N2** Wykłady

## 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                                                               | 45                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 6                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 2                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 30                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 25                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 12                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>120</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 4.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

**OCENA FORMUJĄCA**

**F1** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**OCENA PODSUMOWUJĄCA****P1** Test**WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU****W1** Pozytywna ocena z testu i z ćwiczeń laboratoryjnych**KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                   |
|---------------------|-----------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Poniżej 40% poprawnych odpowiedzi |
| NA OCENĘ 3.0        | Powyżej 40% poprawnych odpowiedzi |
| NA OCENĘ 3.5        | Powyżej 50% poprawnych odpowiedzi |
| NA OCENĘ 4.0        | Powyżej 60% poprawnych odpowiedzi |
| NA OCENĘ 4.5        | Powyżej 70% poprawnych odpowiedzi |
| NA OCENĘ 5.0        | Powyżej 80% poprawnych odpowiedzi |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                   |
| NA OCENĘ 2.0        | Poniżej 40% poprawnych odpowiedzi |
| NA OCENĘ 3.0        | Powyżej 40% poprawnych odpowiedzi |
| NA OCENĘ 3.5        | Powyżej 50% poprawnych odpowiedzi |
| NA OCENĘ 4.0        | Powyżej 60% poprawnych odpowiedzi |
| NA OCENĘ 4.5        | Powyżej 70% poprawnych odpowiedzi |
| NA OCENĘ 5.0        | Powyżej 80% poprawnych odpowiedzi |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                   |
| NA OCENĘ 2.0        | Poniżej 40% poprawnych odpowiedzi |
| NA OCENĘ 3.0        | Powyżej 40% poprawnych odpowiedzi |
| NA OCENĘ 3.5        | Powyżej 50% poprawnych odpowiedzi |
| NA OCENĘ 4.0        | Powyżej 60% poprawnych odpowiedzi |
| NA OCENĘ 4.5        | Powyżej 70% poprawnych odpowiedzi |
| NA OCENĘ 5.0        | Powyżej 80% poprawnych odpowiedzi |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                   |
| NA OCENĘ 2.0        | Poniżej 40% poprawnych odpowiedzi |

|              |                                   |
|--------------|-----------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0 | Powyżej 40% poprawnych odpowiedzi |
| NA OCENĘ 3.5 | Powyżej 50% poprawnych odpowiedzi |
| NA OCENĘ 4.0 | Powyżej 60% poprawnych odpowiedzi |
| NA OCENĘ 4.5 | Powyżej 70% poprawnych odpowiedzi |
| NA OCENĘ 5.0 | Powyżej 80% poprawnych odpowiedzi |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE                                                                           | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | I2_W01                                                                         | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | L2 L3 L4 L5 L7<br>L8 L9 L10 L11<br>W2 W3 W4 W5<br>W6 W8 W9 W10<br>W11 W12 W13<br>W14        | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK2               | I2_W05                                                                         | Cel 2 Cel 3          | L2 L3 L4 L5 L6<br>L7 L8 L9 L10<br>L11 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W10 W11 W12<br>W13 W14 W15 | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK3               | I2_W06                                                                         | Cel 1 Cel 2          | L2 L3 L4 L5 L7<br>L8 L9 L10 L11<br>W2 W3 W4 W5<br>W7 W8 W9 W10<br>W11 W12 W13<br>W14        | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK4               | I2_U02                                                                         | Cel 2 Cel 3          | L6 L12                                                                                      | N1                    | F1            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1 | O. C. Zienkiewicz — *Metoda Elementów Skończonych*, Warszawa, 1976, PWN

- [2] | **G. Rakowski** — *Metoda Elementów Skończonych. Wybrane Problemy.*, Warszawa, 1996, Oficyna Wydawnicza PW
- [3] | **W. Rachowicz** — *Metoda elementów skończonych i brzegowych. Podstawy kontroli błędów i adaptacji*, Kraków, 2012, Wydawnictwo PK

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **J.T. Oden, E.B. Becker** — *Finite Elements: An Introduction*, New York, 1981, Prentice Hall

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Waldemar Rachowicz (kontakt: [wrachowicz@pk.edu.pl](mailto:wrachowicz@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 prof. dr hab. inż. Waldemar Rachowicz (kontakt: [wrachowicz@pk.edu.pl](mailto:wrachowicz@pk.edu.pl))

2 dr hab. inż. Lech Bieniasz (kontakt: [nbbienia@cyf-kr.edu.pl](mailto:nbbienia@cyf-kr.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....  
.....