



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Komputerowe wspomaganie projektowania [S1Bud1>KWP]

### Przedmiot

Kierunek studiów  
Budownictwo

Rok/Semestr  
2/4

Studia w zakresie (specjalność)  
–

Profil studiów  
ogólnoakademicki

Poziom studiów  
pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu  
polski

Forma studiów  
stacjonarne

Wymagalność  
obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład  
30

Laboratorium  
30

Inne (np. online)  
0

Ćwiczenia  
0

Projekty/seminaria  
0

### Liczba punktów ECTS

4,00

### Koordynatorzy

dr inż. Krzysztof Szajek  
krzysztof.szajek@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Student posiada podstawową wiedzę z zakresu fizyki, wytrzymałości materiałów oraz mechaniki budowli. Student posiada wiedzę z zakresu matematyki, w tym operacji macierzowych i wektorowych, rozwiązywania układów równań, podstaw rozwiązywania równań różniczkowych oraz całkowania. Student posiada podstawową wiedzę z zakresu informatyki i programowania. Student potrafi korzystać ze sprzętu komputerowego. Student potrafi wykorzystywać dostępne źródła informacji, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski. Student potrafi rozwiązywać podstawowe problemy inżynierskie. Student potrafi pracować w zespole.

### Cel przedmiotu

Wprowadzenie do metody elementów skończonych jako narzędzia do modelowania i analizy wytrzymałościowej konstrukcji inżynierskich ze szczególnym naciskiem na formułowanie problemu i ocenę dokładności. Przedstawienie podstawowych założeń, ograniczeń i algorytmu metody oraz wyprowadzenie równań opisujących wybrane elementy skończone. Omówienie wybranych zagadnień modelowanie konstrukcji w budownictwie. Nabycie umiejętności rozwiązywania typowych problemów ogólnodostępnymi narzędziami informatycznymi (np. arkusze kalkulacyjne, SciLab+CALFEM), ale także z wykorzystaniem oprogramowania specjalistycznego, opartego na metodzie elementów skończonych.

## Przedmiotowe efekty uczenia się

### Wiedza:

Ma wiedzę z działów matematyki, fizyki, chemii, biologii i innych obszarów nauki przydatną do formułowania i rozwiązywania zadań związanych z budownictwem zrównoważonym (budownictwo, inżynieria środowiska i architektura).

Ma wiedzę z zakresu mechaniki teoretycznej, wytrzymałości materiałów i zasad ogólnego kształtowania konstrukcji.

Ma podstawową wiedzę na temat algorytmów działania wybranych programów komputerowych (również wykorzystujących technologię BIM) wspomagających obliczanie i projektowanie konstrukcji, organizację robót budowlanych, kosztorysowanie oraz techniczne wyposażenie budynków oraz algorytmów działania programów do oceny i projektowania budynków energooszczędnych.

### Umiejętności:

Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.

Potrafi posługiwać się technikami informacyjno-komunikacyjnymi właściwymi do realizacji zadań typowych dla działalności inżynierskiej.

Potrafi poprawnie wybrać do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich z zakresu budownictwa zrównoważonego: metody numeryczne, analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne; uzyskać wyniki i przeprowadzić ich weryfikację.

Potrafi korzystać z wybranych programów komputerowych wspomagających decyzje projektowe w budownictwie zrównoważonym, w tym programów opierających się na technologii BIM; potrafi krytycznie ocenić otrzymane wyniki analizy numerycznej obiektów budowlanych.

### Kompetencje społeczne:

Posiada umiejętność adaptowania się do nowych i zmieniających się okoliczności, potrafi określić priorytety przy realizacji określonego przez siebie i innych zadania, działając m.in. w interesie społecznym.

Jest odpowiedzialny za rzetelność uzyskanych wyników swoich prac i ich interpretację.

Posiada umiejętność krytycznej oceny wyników własnej pracy.

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Podstawę zaliczenia stanowi kolokwium. Uzupełnieniem mogą być dodatkowe testy i zadania wykonane w trakcie semestru oraz udział i aktywność w zajęciach laboratoryjnych.

Kryterium oceny: 5,0 (>90%), 4.5 (>80%), 4.0 (>70%), 3.5 (>60%), 3.0 (>50%), 2,0 (<50%).

## Treści programowe

Wprowadzenie do metody elementów skończonych jako narzędzia do modelowania i analizy wytrzymałościowej konstrukcji budowlanych. Przedstawienie podstawowych założeń, ograniczeń i algorytmu metody oraz wyprowadzenie równań opisujących wybrane elementy skończone. Omówienie wybranych zagadnień modelowanie konstrukcji.

## Tematyka zajęć

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

\* Wprowadzenie do metody elementów skończonych (MES).

\* Zagadnienie problemu brzegowego liniowej teorii sprężystości.

\* Założenia i wyprowadzenie równań opisujących:

- element kratowy 1D oraz 2D,
- transformację macierzy sztywności elementu kratowego 2D,
- element belkowy 2D,
- transformacje macierzy sztywności elementu belkowego 2D,
- sprowadzenie obciążenia przęsłowego do obciążeń węzłowych,
- [opcjonalnie] element belkowy 3D,

- macierz geometryczna dla elementu belkowego 2D,
- [opcjonalnie] element skończony trójkątny CST i LST
- \* Omówienie algorytmu MES.
- \* Prezentacja algorytmu MES na przykładach:
  - układ kratowy jednowymiarowy,
  - kratownica płaska,
  - belka jedno- i wieloprzęsłowa,
  - rama płaska,
  - [opcjonalnie] rama przestrzenna,
  - analiza nieliniowa układu ramowego (macierz geometryczna),
  - stateczność początkowa układu ramowego,
  - [opcjonalnie] tarcza.

Program laboratorium obejmuje następujące zagadnienia:

- \* Przypomnienie i przećwiczenie środowiska SciLab w zakresie:
  - posługiwania się trybem wsadowym (SciNote) oraz interakcyjnym (konsola),
  - instrukcji iteracyjnych oraz warunkowych,
  - operacji macierzowych i wektorowych,
  - rozwiązywania układów równań liniowych,
  - definicji, importowania oraz wywoływania funkcji.
- \* Wprowadzenie do systemu obliczeniowego CALFEM.
- \* Analiza konstrukcji budowlanych z użyciem CALFEM:
  - układy kratowe 1D oraz 2D,
  - belki oraz układy ramowe,
  - układy mieszane z użyciem elementów belkowych oraz kratowych,
  - układy ramowe z uwzględnieniem macierzy geometrycznej,
  - stateczność początkowa układów ramowych,
  - [opcjonalnie] płaski stan odkształcenia/naprężenia.
- \* Modelowanie konstrukcji inżynierskich (przykłady):
  - belka o przekroju zmiennym liniowo,
  - przeguby,
  - osiadanie oraz podatność podpór,
  - określenie mnożnika krytycznego obciążenia,
  - itp.

Ćwiczenia laboratoryjne wykonywane za pomocą biblioteki CALFEM należy sprawdzić lub równolegle wykonywać w wybranym programie obliczeniowym. Zaleca się wykonywanie ćwiczeń w grupach.

## Metody dydaktyczne

Metoda demonstracji: wykład z prezentacją multimedialną, przedstawienie etapów wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych.

Metoda projektu: realizacja ćwiczeń laboratoryjnych.

Metoda doświadczeń i obserwacji.

## Literatura

Podstawowa

1. Wei-Chau Xie, Differential equations for engineers, Cambridge University Press 2010
2. M. Asghar Bhatti, Fundamental Finite Element Analysis and Applications with Mathematica and MATLAB Computations, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2005
3. A.J.M. Ferreira, MATLAB Codes for Finite Element Analysis Solids and Structures Solid Mechanics and Its Applications, Springer, 2008
4. Y.W. Kwon & H. Bang, The Finite Element Method Using MATLAB, CRC Press, 2000
5. E. Onate, Structural Analysis with the Finite Element Method. Linear Statics. VOL.1 Basis and Solids, Springer, 2013
6. E. Onate, Structural Analysis with the Finite Element Method. Linear Statics. VOL.2 Beams, Plates and Shells, Springer, 2013

Uzupełniająca

1. J.C. Butcher, Numerical Methods for Ordinary Differential Equations, John Wiley &

Sons, Ltd., 2003

2. A.P.Boresi, K.P.Chong, S.Saigal, Approximate Solution Methods in Engineering Mechanics, John Wiley & Sons, Inc.,2003

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	110	4,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	60	2,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwii/egzaminu, wykonanie projektu)	50	2,00