



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Metody komputerowe [S2Bud1-KB>MK]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Budownictwo

Rok/Semestr

1/1

Studia w zakresie (specjalność)

Konstrukcje budowlane

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego 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

prof. dr hab. inż. Wojciech Sumelka

wojciech.sumelka@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Wiedza: Matematyka: podstawy rachunku różniczkowego i całkowego oraz rachunku macierzowego; Mechanika Budowli, Wytrzymałość Materiałów i Teoria Sprężystości na poziomie 6 KRK; Podstawy metod numerycznych i Technologie Informacyjne na poziomie 6 KRK; Umiejętności: Potrafi samodzielnie przeprowadzić analizę statyczną konstrukcji prętowych; Umie zastosować metodę przemieszczeń do rozwiązywania układów prętowych; Umie posługiwać się wybranymi narzędziami komputerowymi analizy i projektowania konstrukcji; Kompetencje społeczne: Jest świadomy celowości ciągłego dokończania się w dyscyplinach związanych z kierunkiem studiów oraz dyscyplinach pokrewnych;

### Cel przedmiotu

Zapoznanie Studentów ze współczesnymi metodami i narzędziami komputerowej analizy konstrukcji. Nabycie umiejętności modelowania zadań i skutecznego przeprowadzenia obliczeń konstrukcji wspomagających proces projektowania. Wykształcenie osobistej odpowiedzialności projektanta za wyniki analiz komputerowych - krytycznej oceny jakości tych wyników.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie matematyki, fizyki i chemii, tworzącą podstawy teoretyczne przydatne do formułowania i rozwiązywania zadań związanych z budownictwem - [KB\_W01]
2. zna kluczowe zagadnienia mechaniki ośrodków ciągłych; zna zasady analizy zagadnień statyki, stateczności i dynamiki - [KB\_W03]
3. ma zaawansowaną wiedzę szczegółową na temat zagadnień wytrzymałości materiałów, modelowania materiałów i konstrukcji; ma wiedzę na temat podstaw teoretycznych Metody Elementów Skończonych oraz ogólnych zasad prowadzenia nieliniowych obliczeń konstrukcji inżynierskich - [KB\_W04]
4. ma pogłębioną wiedzę na temat algorytmów działania wybranych programów komputerowych wspomagających analizę i projektowanie obiektów budowlanych oraz przydatnych do planowania i zarządzania przedsięwzięciami budowlanymi, w tym technologii BIM (Building Information Modeling) - [KB\_W08]
5. ma zaawansowaną wiedzę szczegółową na temat podstaw teoretycznych analizy i optymalizacji konstrukcji oraz projektowania wybranych obiektów budowlanych - [KB\_W09]

#### Umiejętności:

1. potrafi wykonać klasyczną analizę statyczną, dynamiczną i analizę stateczności ustrojów prętowych (kratownic, ram i cięgien) statycznie wyznaczalnych i niewyznaczalnych oraz konstrukcji powierzchniowych (tarcz, płyt, membran i powłok) - [KB\_U03]
2. korzysta z zaawansowanych narzędzi specjalistycznych w celu wyszukania użytecznych informacji, komunikacji oraz pozyskiwania oprogramowania wspomagającego pracę projektanta i organizatora procesów budowlanych - [KB\_U04]
3. potrafi poprawnie zdefiniować komputerowy model obliczeniowy i przeprowadzić zaawansowaną analizę w zakresie liniowym złożonych obiektów budowlanych, ich elementów i połączeń oraz stosować podstawowe techniki obliczeń nieliniowych wraz z krytyczną oceną wyników analizy numerycznej - [KB\_U05]
4. wykorzystując posiadaną wiedzę potrafi wybrać właściwe metody i narzędzia (analityczne, numeryczne, symulacyjne, eksperymentalne) do rozwiązywania problemów technicznych - [KB\_U12]
5. umie, zgodnie z zasadami naukowymi, wykorzystując warsztat naukowy formułować i testować hipotezy związane z prostymi problemami badawczymi, prowadzące do rozwiązania problemów inżynierskich, technologicznych i organizacyjnych pojawiających się w budownictwie; potrafi sporządzić opracowania przygotowujące go do podjęcia pracy naukowej - [KB\_U16]

#### Kompetencje społeczne:

1. jest odpowiedzialny za rzetelność uzyskanych wyników swoich prac oraz prac podległego mu zespołu - [KB\_K01]
2. jest odpowiedzialny za bezpieczeństwo pracy własnej i zespołu - [KB\_K02]
3. ma świadomość konieczności podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych, jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści - [KB\_K05]
4. ma świadomość potrzeby dbałości o zdrowie własne i sprawność fizyczną - [KB\_K10]

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Zaliczenie z wykładu odbywa się na podstawie odpowiedzi pisemnej przeprowadzonej w czasie sesji egzaminacyjnej. W czasie odpowiedzi Studenci odpowiadają na 4-6 pytań (zadania, wyprowadzenie zależności lub w formie opisu procedury) lub w wersji testowej na 20 pytań. W przypadkach wątpliwych może być stosowana rozmowa

sprawdzająca osiągnięte efekty. Próg zaliczeniowy: 50% punktów.

W czasie ćwiczeń laboratoryjnych Studenci są oceniani na bieżąco na podstawie postępu prac przy modelowaniu i obliczaniu zadań jedno- dwu- i trójwymiarowych oraz semestralnego projektu. Ocena dotyczy każdego z wydanych problemów. Próg zaliczeniowy: 50% punktów.

### Treści programowe

Program wykładów:

Modelowanie matematyczne w Inżynierii Lądowej.

Podsumowanie podstawowych rezultatów mechaniki ośrodka ciągłego wykorzystywanych w Inżynierii Lądowej.

Wprowadzenie do zaawansowanej Metody Elementów Skończonych (MES) w zagadnieniach analizy konstrukcji budowlanych.

Modelowanie konstrukcji budowlanych jako ciał trójwymiarowych (konstrukcje o dowolnym kształcie).  
Modelowanie konstrukcji budowlanych jako ciał dwuwymiarowych (ściany, ściany oporowe, tamy).  
Modelowanie konstrukcji płytowych.  
Statyka liniowa i nieliniowa konstrukcji budowlanych (MES) (wprowadzenie - sformułowanie 1D).  
Zaawansowana statyka nieliniowa konstrukcji budowlanych (MES) (sformułowanie 3D).  
Zaawansowana statyka nieliniowa konstrukcji budowlanych (MES) (stateczność początkowa, sterowanie siłą/przemieszczeniem, metoda Riksa).  
Dynamika konstrukcji budowlanych (MES) - analiza liniowa (drżania własne, drżania ustalone - obciążenie harmoniczne).  
Dynamika konstrukcji budowlanych (MES) - analiza liniowa/nieliniowa (superpozycja modalna, całkowanie jawne/niejawne, dowolne obciążenie zmienne w czasie).  
Dynamika konstrukcji budowlanych (MES) - analiza nieliniowa (całkowanie jawne/niejawne, dowolne obciążenie zmienne w czasie).  
Podsumowanie wykładów.  
Program laboratoriów:  
Wprowadzenie do programu Abaqus- przykład wspornika (Getting Started with Abaqus: Interactive Edition Appendix B).  
Wprowadzenie do programu Abaqus - przykład połączenia przegubowego (Getting Started with Abaqus: Interactive Edition: Appendix C).  
Statyka liniowa - analiza porównawcza wpływu gęstości siatki elementów skończonych oraz typu elementu (typ funkcji kształtu, całkowanie, inne)/ analiza porównawcza modelu zbudowanego z elementów kontynuacyjnych i strukturalnych (płyta, belka) - materiał liniowo sprężysty izotropowy.  
Statyka nieliniowa - zrozumienie procesu przyrostowo iteracyjnego.  
Statyka liniowa/nieliniowa - materiał sprężysty ortotropowy vs. materiał sprężysty izotropowy / materiał sprężysto-plastyczny vs. sprężysty.  
Dynamika liniowa - problem własny/drżania wymuszone.  
Konsultacje i realizacja indywidualnego zadania - ZALICZENIE.

## Tematyka zajęć

Program wykładów:  
Modelowanie matematyczne w Inżynierii Lądowej.  
Podsumowanie podstawowych rezultatów mechaniki ośrodka ciągłego wykorzystywanych w Inżynierii Lądowej.  
Wprowadzenie do zaawansowanej Metody Elementów Skończonych (MES) w zagadnieniach analizy konstrukcji budowlanych.  
Modelowanie konstrukcji budowlanych jako ciał trójwymiarowych (konstrukcje o dowolnym kształcie).  
Modelowanie konstrukcji budowlanych jako ciał dwuwymiarowych (ściany, ściany oporowe, tamy).  
Modelowanie konstrukcji płytowych.  
Statyka liniowa i nieliniowa konstrukcji budowlanych (MES) (wprowadzenie - sformułowanie 1D).  
Zaawansowana statyka nieliniowa konstrukcji budowlanych (MES) (sformułowanie 3D).  
Zaawansowana statyka nieliniowa konstrukcji budowlanych (MES) (stateczność początkowa, sterowanie siłą/przemieszczeniem, metoda Riksa).  
Dynamika konstrukcji budowlanych (MES) - analiza liniowa (drżania własne, drżania ustalone - obciążenie harmoniczne).  
Dynamika konstrukcji budowlanych (MES) - analiza liniowa/nieliniowa (superpozycja modalna, całkowanie jawne/niejawne, dowolne obciążenie zmienne w czasie).  
Dynamika konstrukcji budowlanych (MES) - analiza nieliniowa (całkowanie jawne/niejawne, dowolne obciążenie zmienne w czasie).  
Podsumowanie wykładów.  
Program laboratoriów:  
Wprowadzenie do programu Abaqus- przykład wspornika (Getting Started with Abaqus: Interactive Edition Appendix B).  
Wprowadzenie do programu Abaqus - przykład połączenia przegubowego (Getting Started with Abaqus: Interactive Edition: Appendix C).  
Statyka liniowa - analiza porównawcza wpływu gęstości siatki elementów skończonych oraz typu elementu (typ funkcji kształtu, całkowanie, inne)/ analiza porównawcza modelu zbudowanego z elementów kontynuacyjnych i strukturalnych (płyta, belka) - materiał liniowo sprężysty izotropowy.  
Statyka nieliniowa - zrozumienie procesu przyrostowo iteracyjnego.  
Statyka liniowa/nieliniowa - materiał sprężysty ortotropowy vs. materiał sprężysty izotropowy / materiał

sprężysto-plastyczny vs. sprężysty.  
Dynamika liniowa - problem własny/drgania wymuszone.  
Konsultacje i realizacja indywidualnego zadania - ZALICZENIE.

## Metody dydaktyczne

1. Wykład: prezentacja multimedialna, ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy.
2. Laboratoryjne: prezentacja multimedialna, ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy oraz wykonanie zadań podanych przez prowadzącego.

## Literatura

### Podstawowa

1. T.Łodygowski, W.Kąkol, Metoda elementów skończonych w wybranych zagadnieniach mechaniki konstrukcji inżynierskich, dostępne na stronie internetowej Zakładu Komputerowego Wspomagania Projektowania
2. G.Rakowski, Z. Kacprzyk, Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
3. M. Kleiber, P.Kowalczyk, Wprowadzenie do nieliniowej termomechaniki ciał odkształcalnych, IPPT PAN, 2011
4. J. Ostrowska-Maciejewska, K. Kowalczyk-Gajewska, Rachunek tensorowy w mechanice ośrodków ciągłych, IPPT PAN, 2013

### Uzupełniająca

1. O.C.Zienkiewicz, (R.Taylor), The finite element method, wyd. 1 - 6, 1972 - 2007
2. T.J.R.Hughes, The finite element method. Linear static and dynamics, Prentice-Hall Eds., 1987

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	60	2,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	40	2,00