

Nazwa w jęz. angielskim: Advanced Modelling of Structural Materials
Nazwa w języku polskim: Zaawansowane modelowanie materiałów konstrukcyjnych

Dane dotyczące zajęć:
Information on course:

Jednostka oferująca: Wydział Budownictwa // dr hab. inż. Grzegorz Wandzik, prof. PŚ
Course offered by: Faculty of Civil Engineering // dr hab. inż. Grzegorz Wandzik, prof. PŚ

Język wykładowy:
angielski
Language:
English
Strona WWW: Course homepage:
Skrócony opis:
Kurs obejmuje zagadnienia z zakresu modelowania materiałów stosowanych w konstrukcjach budowlanych. Główne cele kursu związane są ze zrozumieniem potrzeby i zasad modelowania materiałów w projektowaniu i analizie konstrukcji budowlanych. W ramach kursu studenci zapoznają się stosowaną nomenklaturą i konsekwencjami stosowania uproszczeń w odwzorowaniu zachowania materiałów od prostych modeli jednowymiarowych do złożonego opisu przestrzennego.
Short description:
The course covers issues in the field of modeling materials used in building structures. The main objectives of the course are related to understanding the need and principles of material modeling in the design and analysis of building structures. During the course, students become familiar with the nomenclature used and the consequences of using simplifications in mapping the behavior of materials, from simple one-dimensional models to complex spatial descriptions.
Opis:
Treści programowe Wykład: 1. Modele materiałowe jako forma uproszczenia odwzorowania jego zachowania. Konieczność stosowania modeli i zasady ich konstruowania. Przegląd typów modeli materiałowych. Zachowanie materiału i jego opis zależny od analizowanego problemu – od prostych modeli w projektowaniu po złożone modele do badań i analiz naukowych. 2. Analiza liniowa vs analiza nieliniowa. Typy nieliniowości w analizie i projektowaniu konstrukcji. Konsekwencje wynikające z zastosowania nadmiernie uproszczonych lub niepotrzebnie skomplikowanych modeli materiałowych. Umiejętność doboru właściwego modelu do rozpatrywanego zagadnienia. Wady i zalety modeli liniowych i nieliniowych. 3. Proste modele materiałowe stosowane w zagadnieniach inżynierskich. Dostosowanie modeli wynikające z różnorodności zachowania materiałów konstrukcyjnych (beton, stal, grunt). 4. Modele jednowymiarowe. Zróżnicowanie sposobu modelowania materiałów w zależności od analizowanego problemu. Modele używane w projektowaniu konstrukcji żelbetowych do oceny stanów granicznych nośności i użyteczności. Przykłady zastosowania modeli jednowymiarowych do oceny nośności przekrojów żelbetowych o złożonych kształtach. 5. Stosowanie metod numerycznych w obliczeniach bazujących na złożonych modelach materiałowych. Implementacja modeli materiałowych w obliczeniach z użyciem MES i MRS. Poszukiwanie rozwiązania zagadnień z użyciem metod numerycznych (całkowanie numeryczne, rozwiązywanie równań, układów równań liniowych, równań różniczkowych metodami numerycznymi). Zasady funkcjonowania algorytmów przyrostowych i iteracyjno-przyrostowych w zagadnieniach nieliniowych. 6. Modelowanie podłoża. Interakcja konstrukcji z podłożem. Uwzględnienie złożonego zachowania materiałów w oprogramowaniu inżynierskim. 7. Wzmocnienie i osłabienie materiału. Wzmocnienie kinematyczne i izotropowe. Efekt Bauschingera. Przegląd kryteriów zniszczenia i plastyczności. Prawo płynięcia. 8. Rezerwa plastyczna. Redystrybucja sił wewnętrznych jako efekt właściwości plastycznych materiału. Naprężenie, odkształcenie i energia jako kryteria stanów granicznego. Opis krok po kroku analizy wykonanej z wykorzystaniem MES. Modelowanie zarysowania – uproszczenia stosowane w modelowaniu. Modele w

skali makro, meso i mikro. Efekt skali. Naprężenie nominalne i rzeczywiste.

9. Zachowanie materiału w złożonych stanach naprężenia i odkształcenia. Konieczność uogólnienia zachowań plastycznych wymaganych do analizy 3D. Formy reprezentacji naprężeń i odkształceń. Niezmienniki, składowe aksjatorowe i dewiatorowe stanów naprężenia i odkształcenia. Reprezentacja kryteriów zniszczenia i uplastycznienia w przestrzeni naprężeń. Sposoby odwzorowania kryteriów w przestrzeni naprężeń. Badanie właściwości materiałów w złożonych przestrzennych stanach naprężenia.

Laboratorium:

W trakcie semestru studenci rozwiązują wybrany problem inżynierski w, którym wykorzystywane jest nieliniowe modelowanie materiału. Mogą nimi być: analiza wybranych problemów mechanicznych rozwiązywanych za pomocą aplikacji opracowanych przez wykładowcę (interakcja fundament - podłoże, zachowanie się pali pod obciążeniem poziomym, projektowanie przekrojów żelbetowych z wykorzystaniem nieliniowych modeli materiałowych).

Seminarium:

Studenci opracowują jeden temat wybrany z listy. Podczas seminarium prezentowane i omawiane są tematy wybrane przez studentów.

Liczba godzin zajęć z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów.

Wykład: stacjonarne: 16 h

Laboratorium: stacjonarne: 20 h

Seminarium: stacjonarne: 24 h

Liczba punktów ECTS: 5

Description:

Lecture:

1. Material models as a form of simplifying the representation of its behavior. The need to use models and the principles of their construction. Overview of material model types. The behavior of the material and its description depend on the analyzed problem - from simple models in design to complex models for scientific research and analysis.

2. Linear vs non-linear analysis. Types of nonlinearity in the analysis and design of structures. Consequences of using overly simplified or unnecessarily complex material models. The ability to select the appropriate model for the issue under consideration. Pros and cons of linear and nonlinear models.

3. Simple material models used in engineering problems. Adaptation of models resulting from the diversity of behavior of structural materials (concrete, steel, soil).

4. One-dimensional models. Differentiation of the method of modeling materials depending on the analyzed problem. Models used in the design of RC structures to assess the ultimate and serviceability limit states. Examples of one-dimensional models use of to assess the load-bearing capacity of RC sections with complex shapes.

5. The use of numerical methods in calculations based on complex material models. Implementation of material models in calculations using FEM and FDM. Searching for problems solutions using numerical methods (numerical integration, solving equations, systems of linear equations, differential equations using numerical methods). Principles of incremental and iterative-incremental algorithms in nonlinear problems.

6. Subsoil modeling. Structure interaction with the sunsoil. Implementation of the complex material behavior in engineering software.

7. Hardening and softening of the material. Kinematic and isotropic hardening. Bauschinger effect. Review of failure and plasticity criteria. The flow rules.

8. Plastic reserve. Redistribution of internal forces as a result of the plastic properties of the material. Stress, strain and energy as criteria for limit states. Step-by-step description of the analysis performed using FEM. Cracks modeling – simplifications used in modeling. Macro, meso and micro scale models. Scale effect. Nominal and actual stress.

9. Material behavior in complex states of stress and strain. The need to generalize the plastic behaviors required for 3D analysis. Forms of stress and strain representation. Invariants, axiator and deviator components of stress and strain states. Representation of the failure and yield criteria in stress space. Methods of mapping criteria in stress space. Testing material properties in complex spatial states of stress.

Laboratories:

During the semester, students solve a selected engineering problem that uses nonlinear material modeling. These may include: analysis of selected mechanical problems solved using applications developed by the lecturer (foundation-soil interaction, behavior of piles under horizontal load, design of reinforced concrete sections using non-linear material models).

Seminars:

Students work on one topic selected from the list. During the seminar, topics selected by students are presented and discussed.

Number of hours of classes with direct participation of academic teachers or other persons teaching courses and students.

Contact hours:

Lecture: full-time studies: 16 h

Laboratories: full-time studies: 20 h

Seminar: full-time studies: 24 h

Number of ECTS credits: 5

Literatura/ Bibliography:

[1] Chen Wai-Fah: Constitutive Equations for Engineering Materials, Volume 2, Plasticity and Modeling.

[2] Chen W.F., Zhang H.: Structural Plasticity. Theory, problems and CAE software.

[3] Zienkiewicz O.C., Taylor R.L.: The Finite Element Method

[4] Wandzik G.: Advanced modelling of structural materials - teaching materials.

Efekty uczenia się:**WIEDZA:**

(1) Zrozumienie konieczności stosowania uproszczeń w modelowaniu materiałów stosowanym do celów projektowych - [efekt K2A_W04]

(2) Znajomość metody uwzględniania nieliniowości materiałowych w analizie MES i MRS - [efekt K2A_W04]

(3) Zrozumienie sposobów implementacji zjawisk związanych z zachowaniem materiału wpływających na nośność przekrojów/elementów/konstrukcji - [efekt K2A_W04]

UMIĘTNOŚCI:

(4) umiejętność wykonywania obliczeń statycznych i wytrzymałościowych z wykorzystaniem nieliniowych modeli materiałowych - [efekt K2A_U04].

(5) Umiejętność doboru modelu materiałowego odpowiedniego do analizowanego problemu [efekt K2A_U05].

(6) Umiejętność krytycznej oceny wyników analizy numerycznej konstrukcji modelowanych liniowymi i nieliniowymi modelami materiałowymi - [efekt K2A_U06]

Learning outcomes:**KNOWLEDGE:**

(1) Understanding the need to use simplifications in material modeling used for design purposes - [effect K2A_W04].

(2) Knowledge of the method of taking into account material nonlinearities in FEM and MRS analysis - [effect K2A_W04].

(3) Understanding how to implement phenomena related to material behavior affecting the load-bearing capacity of cross-sections/elements/structures - [effect K2A_W04].

SKILLS:

(4) Ability to perform static and strength calculations using non-linear material models - [effect K2A_U04].

(5) Ability to select a material model appropriate to the analyzed problem [effect K2A_U05]

(6) Ability to critical evaluation of results of numerical analysis of structures modeled with linear and nonlinear material models - [effect K2A_U06]

Metody i kryteria oceniania:**WARUNKI ZALICZENIE PRZEDMIOTU:**

(1) Aktywna obecność na zajęciach.

(2) Rozwiązanie indywidualnego problemu będącego tematem laboratorium.

(3) Zaliczenie kolokwium obejmującego wykłady i seminarium.

OCENA KOŃCOWA:

40% (kolokwium), 40% (laboratorium), 20% (prezentacja na seminarium).

Wykład: Zaliczenie w formie pisemnej. Kryterium zaliczenia: minimum 50% maksymalnej liczby punktów.

Assessment methods and assessment criteria:**REQUIREMENTS:**

- (1) Active attendance at classes.
- (2) Solving the individual problem that is the topic of the laboratory.
- (3) Passing a colloquium including lectures and seminars.

FINAL ASSESSMENT:

40% (colloquium), 40% (laboratory), 20% (seminar).

Lecture: Passing the course in the form of written test. Criterion for passing the course: 50% of maximal number of points.

**Przynależność do grup przedmiotów w cyklach:
Element of course groups in various terms:**

Opis grupy przedmiotów Course group description	Cykl pocz. First term	Cykl kon. Last term
przedmioty obieralne studia stacjonarne stopień studiów – II stopień kierunek studiów – budownictwo lub pokrewne, semestr dowolny	2024/2025	