



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Odporność dynamiczna konstrukcji [S2Bud1E-IOB>ODK]

Przedmiot

Kierunek studiów

Budownictwo/Civil Engineering

Rok/Semestr

1/2

Studia w zakresie (specjalność)

Inteligentne i odporne budynki

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

angielski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład

15

Laboratorium

30

Inne

0

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

0

Liczba punktów ECTS

3,00

Koordynatorzy

dr hab. inż. Zdzisław Pawlak prof. PP
zdzislaw.pawlak@put.poznan.pl

Wykładowcy

Wymagania wstępne

Student powinien znać podstawy rachunku różniczkowego i całkowego oraz analizy macierzowej, metody analizy statycznej konstrukcji, a także elementarne zagadnienia analizy dynamicznej. Wymagana jest również podstawowa znajomość programowania komputerowego.

Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest przygotowanie studentów do oceny odporności dynamicznej konstrukcji budowlanych obciążonych wiatrem, oddziaływaniami sejsmicznymi oraz pracą maszyn poprzez wyznaczanie parametrów modalnych, analizę drgań w dziedzinie czasu i częstotliwości oraz weryfikację komfortu, użyteczności i bezpieczeństwa w ujęciu performance-based, z wykorzystaniem narzędzi MES oraz podstaw pomiarów terenowych i badań laboratoryjnych.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

- zna podstawy modelowania dynamicznego konstrukcji oraz wyprowadzania równań ruchu
- zna metody wyznaczania parametrów modalnych (częstotliwości własne, postacie drgań, tłumienie) i ich interpretacji

- zna podstawowe metody analizy drgań wymuszonych: harmoniczných, impulsowych i losowych w dziedzinie czasu i częstotliwości
- zna zasady analizy odpowiedzi konstrukcji na oddziaływania wiatru, obciążenia sejsmiczne oraz drgania od pracy maszyn
- zna podstawowe podejścia do oceny komfortu, użyteczności i bezpieczeństwa konstrukcji w ujęciu performance-based
- zna podstawy pomiarów drgań oraz weryfikacji/kalibracji modeli obliczeniowych na podstawie danych eksperymentalnych

Umiejętności:

- potrafi wyznaczyć parametry modalne ustrojów prętowych i objętościowych oraz zinterpretować ich wpływ na odpowiedź dynamiczną
- potrafi przeprowadzić analizę drgań w dziedzinie czasu i częstotliwości oraz ocenić poziom odpowiedzi (np. przemieszczenia, przyspieszenia)
- potrafi wykonać obliczenia i interpretację odpowiedzi konstrukcji na wybrane wymuszenia dynamiczne (wiatr, sejsmika, praca maszyn)
- potrafi zastosować oprogramowanie MES do analizy dynamicznej oraz porównać wyniki z danymi pomiarowymi/testami laboratoryjnymi na poziomie podstawowym
- potrafi sformułować wnioski projektowe dotyczące poprawy odporności dynamicznej (np. modyfikacja sztywności/masy/tłumienia, zastosowanie tłumików)

Kompetencje społeczne:

- jest odpowiedzialny za rzetelność obliczeń, poprawność interpretacji wyników i krytyczną ocenę przyjętych założeń modelu
- jest gotów do samodzielnego uzupełniania i systematycznego poszerzania wiedzy w zakresie dynamiki konstrukcji oraz narzędzi obliczeniowo-pomiarowych

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

1. Zaliczenie pisemne obejmujące treści wykładowe;
2. Ocena z kolokwium pisemnego z ćwiczeń, obejmująca poprawność wykonania obliczeń, dobór modelu obliczeniowego, analizę odpowiedzi dynamicznej oraz interpretację uzyskanych wyników;
3. Ocena indywidualnych sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych;
4. Ocena samodzielności, terminowości i rzetelności wykonania zadań oraz poprawności interpretacji uzyskanych wyników.

Próg zaliczeniowy dla zaliczenia pisemnego, kolokwium i sprawozdań wynosi 50% punktów.

Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie oceny pozytywnej z każdej wymaganej formy.

Stosuje się kryteria oceny zgodnie z Regulaminem studiów Politechniki Poznańskiej.

Treści programowe

- Podstawy odporności dynamicznej konstrukcji budowlanych poddanych oddziaływaniom dynamicznym.
- Modelowanie dynamiczne konstrukcji prętowych i objętościowych oraz zapis równań ruchu.
- Parametry modalne konstrukcji i metody ich wyznaczania.
- Analiza drgań swobodnych i wymuszonych w dziedzinie czasu i częstotliwości.
- Oddziaływania dynamiczne od wiatru, sejsmiki i pracy maszyn oraz metody oceny odpowiedzi konstrukcji.
- Modele tłumienia i podstawy redukcji drgań konstrukcji.
- Metody numeryczne stosowane w analizie dynamicznej oraz wykorzystanie narzędzi MES.
- Kryteria komfortu, użyteczności i bezpieczeństwa oraz podstawy weryfikacji modeli z wykorzystaniem danych eksperymentalnych.

Tematyka zajęć

Wykłady:

- Odporność dynamiczna konstrukcji - rodzaje oddziaływań dynamicznych, charakterystyki odpowiedzi oraz podstawowe miary oceny.
- Modelowanie dynamiczne konstrukcji - idealizacje obliczeniowe, układy dyskretnie i ciągłe, równania

ruchu oraz interpretacja macierzy M , C i K .

- Analiza modalna konstrukcji - częstości własne, postacie drgań, tłumienie oraz metody wyznaczania parametrów modalnych.
- Drgania swobodne oraz wymuszone harmoniczne i impulsowe - odpowiedź konstrukcji w dziedzinie czasu i częstotliwości, rezonans i funkcje przenoszenia.
- Drgania losowe i zmienne w czasie - opis wymuszeń losowych, PSD oraz wybrane miary odpowiedzi dynamicznej.
- Drgania od pracy maszyn - modelowanie wymuszeń, analiza odpowiedzi oraz ocena użyteczności i komfortu.
- Oddziaływania sejsmiczne - podstawy modelowania i analizy odpowiedzi konstrukcji w ujęciu czasowym i widmowym oraz wprowadzenie do podejścia performance-based design.
- Tłumienie drgań i weryfikacja modeli - modele tłumienia, podstawy stosowania tłumików drgań, rola MES oraz podstawy pomiarów terenowych i laboratoryjnych.

Ćwiczenia:

- Zadania z zakresu modelowania dynamicznego układów o jednym i wielu stopniach swobody.
- Wyznaczanie parametrów modalnych i ocena ich wpływu na odpowiedź konstrukcji.
- Obliczanie odpowiedzi konstrukcji na wymuszenia harmoniczne i impulsowe.
- Ocena przemieszczeń i przyspieszeń według kryteriów użyteczności i komfortu.
- Interpretacja wyników i formułowanie wniosków inżynierskich.

Laboratoria:

- Modelowanie dynamiczne konstrukcji w środowisku MES.
- Analiza modalna modeli numerycznych i interpretacja wyników.
- Analiza odpowiedzi konstrukcji w dziedzinie czasu i częstotliwości.
- Modelowanie wybranych oddziaływań dynamicznych w środowisku obliczeniowym.
- Opracowanie wyników analiz w formie raportu.

Metody dydaktyczne

- wykłady problemowe z prezentacją zagadnień teoretycznych i przykładów inżynierskich (wiatr, sejsmika, praca maszyn)
- ćwiczenia rachunkowe i interpretacyjne (kolokwia) - obliczenia odpowiedzi w czasie i w dziedzinie częstotliwości, parametry modalne, ocena kryteriów komfortu/użyteczności
- laboratoria komputerowe - podstawowy workflow analizy dynamicznej w środowisku MES oraz analiza wyników (postprocessing, porównanie wariantów)
- laboratoria sprawozdawcze - opracowanie raportów (wyniki, wnioski, krytyczna ocena założeń modelu)
- demonstracje pomiarowe / omówienie procedur badań terenowych i laboratoryjnych (czujniki, akwizycja, interpretacja danych)

Literatura

Podstawowa:

- Chopra A.K.: Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering, Pearson, 2020.
- Paz M., Kim Y.H.: Structural Dynamics: Theory and Computation, Springer, 2019.
- Humar J.L.: Dynamics of Structures, CRC Press / Taylor & Francis, 2012.
- Hart G.C., Wong K.: Structural Dynamics for Structural Engineers, Wiley, New York, 2000.

Uzupełniająca:

- Clough R.W., Penzien J.: Dynamics of Structures, McGraw-Hill, New York, 1993.
- Meirovitch L.: Computational Methods in Structural Dynamics, Sijthoff & Noordhoff, Alphen aan den Rijn, 1980.
- ISO 10137:2007: Bases for design of structures - Serviceability of buildings and walkways against vibrations.
- EN 1998-1 (Eurocode 8): Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings.
- EN 1991-1-4 (Eurocode 1): Actions on structures - Part 1-4: General actions - Wind actions.

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	90	3,00
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)	30	1,00