**Nazwa przedmiotu:**

Modele matematyczne w badaniu przemieszczeń

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Sławomir Łapiński

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Geodezja i Kartografia

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

GK.SMS246

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

3

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1. Liczba godzin kontaktowych - 33 godziny, w tym:
a) udział w wykładach - 15 godzin,
b) udział w ćwiczeniach projektowych - 15 godzin,
c) udział w konsultacjach - 3 godziny.
2. Praca własna studenta - 50 godzin, w tym:
a) wykonanie (w domu) niezbędnych analiz i obliczeń oraz operatów z ćwiczeń projektowych - 25 godzin,
b) zapoznanie się ze wskazaną literaturą - 15 godzin,
c) przygotowanie do zaliczenia - 10 godzin.
Razem: 83 godziny = 3 ECTS

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

1.5 punktu ECTS - liczba godzin kontaktowych - 33 godziny, w tym:
a) udział w wykładach - 15 godzin,
b) udział w ćwiczeniach projektowych - 15 godzin,
c) udział w konsultacjach - 3 godziny.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

1.5 punktu ECTS - 40 godzin, w tym:
a) udział w ćwiczeniach projektowych - 15 godzin,
b) wykonanie (w domu) niezbędnych analiz i obliczeń oraz operatów z ćwiczeń projektowych - 25 godzin.

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 15h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 15h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Powinien mieć podstawową wiedzę z zakresu rachunku wyrównawczego, analiz dokładności i niezawodności sieci pomiarowych oraz elementarną wiedzę z mechaniki budowli.

**Limit liczby studentów:**

15

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie się z różnymi modelami matematycznymi do badania i analizy przemieszczeń przydatnymi do współpracy geodecie inżynieryjnemu z fachowcami w dziedzinie budownictwa i inżynierii.

**Treści kształcenia:**

WYKŁAD
Specyfika modeli matematycznych do badania przemieszczeń. Klasyfikacja modeli matematycznych stosowanych w badaniu przemieszczeń – rys ewolucyjny i stan aktualny. Modele matematyczne do badania przemieszczeń bazujące na kinematycznym modelu sieci. Przykład modelu kinematycznego dla pomiarów rozproszonych w czasie. Modele objaśniające i modele typu „wejście-wyjście”. Filtr Kalmana – założenia i podstawowe zależności. Koncepcja modelu dwuetapowego Perelmutera. Istota podejścia „back analysis”.

ĆWICZENIA PROJEKTOWE
Przykład zastosowania jednoepokowego modelu kinematycznego sieci (sieć pozioma). Zastosowanie modelu kinematycznego prof. Romana Kadaja do opracowania obserwacji w sieci niwelacyjnej.
Praktyczny przykład zastosowania filtru Kalmana w analizie przemieszczeń.

**Metody oceny:**

Zaliczenie wykładu: sprawdzian zaliczeniowy w formie pisemnej w formie stacjonarnej lub zdalnej.
Zaliczenie ćwiczeń projektowych: obowiązek uczestnictwa w zajęciach; dopuszczalne są 2 nieobecności usprawiedliwione. Obowiązek usprawiedliwienia nieobecności w terminie 1 tygodnia po nieobecności na zajęciach.
Tryb i terminarz zaliczeń:
• Wykład-zaliczenie – sprawdzian z wykładów na ostatniej godzinie wykładu w semestrze. Sprawdzian poprawkowy wyznaczany jest w sesji w terminie nie kolidującym z Harmonogramem Sesji;
• Ćwiczenia projektowe - zaliczane na podstawie zaliczenia każdego z tematów ćwiczeniowych oraz zaliczenia pracy semestralnej w formie odpowiedzi ustnej lub pisemnej, w terminie – ostatnie zajęcia w semestrze.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Prószyński W., Kwaśniak M., (2015) Podstawy geodezyjnego wyznaczania przemieszczeń. Pojęcia i elementy metodyki., Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa.
2. Welsch W. M., Heunecke O., (2001) Models and terminology for the analysis of geodetic monitoring observations. Official Report of the Ad-Hoc Committee of FIG Working Group 6.1
3. Kadaj R., Modele, metody i algorytmy obliczeniowe sieci kinematycznych w zastosowaniu do badań przemieszczeń \_x000B\_i odkształceń obiektów.  Monografia.  Wydawnictwo AR w Krakowie, 1998.
4. Kalman R. E. , (1960) A new approach to linear filtering and prediction problems. Transactions of the ASME-Journal of Basic Engineering, 82:35—45, 1960.
5. Filtr Kalmana od teorii do praktyki. url: https://forbot.pl/blog/filtr-kalmana-teorii-praktyki-1-id2855
6. Papo H., Perelmuter A., (1993) Two-step analysis of dynamical networks. Manuscripta Geodaetica 18: 422-430.
7. Szelewski M., Wieczorowski M., (2015) Inżynieria odwrotna i metody dyskretyzacji obiektów fizycznych. Mechanik nr 12/2015, DOI:10.17814/mechanik.2015.12.584.
8.Chen Y.Q., (1983) Analysi of deformation surveys – a generalized method. Ph.D. Thesis - reprint, 1996 , Geodesy and Geomatics Engineering, UNB, Canada.
9.Czemplik A., Praktyczne wprowadzenie do opisu, analizy i symulacji dynamiki obiektów, Dolnośląska Biblioteka Cyfrowa, PWr 2012, ebook.
10. Raymond R. Tan i inni (2018) Introduction to Input–Output Models. Lecture Notes in Management and Industrial Engineering. Springer

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt GK.SMS246\_W1:**

zna podstawowe cechy zaawansowanych modeli matematycznych stosowanych w geodezyjnym badaniu przemieszczeń

Weryfikacja:

wykonanie i zaliczenie odpowiedniego ćwiczenia oraz zaliczenie wykładów

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W01, K\_W03, K\_W10, K\_W11

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W02, T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W07, T2A\_W01, T2A\_W04, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W06, T2A\_W07

**Efekt GK.SMS246\_W2:**

zna strukturę i szczegółowe własności kinematycznego modelu jednoepokowej sieci geodezyjnej dla różnych postaci ruchu punktów tej sieci

Weryfikacja:

wykonanie i zaliczenie odpowiedniego ćwiczenia oraz zaliczenie wykładów

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W01, K\_W03

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W02, T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W07

**Efekt GK.SMS246\_W3:**

zna założenia i podstawowe zależności filtru Kalmana w wersji stosowanej w geodezyjnym badaniu przemieszczeń

Weryfikacja:

wykonanie i zaliczenie odpowiedniego ćwiczenia oraz zaliczenie wykładu

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W07

**Efekt GK.SMS246\_W4:**

zna koncepcję modelu dwuetapowego Papo i Perelmutera

Weryfikacja:

zaliczenie wykładu

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W07

**Efekt GK.SMS246\_W5:**

zna metodę analizy odwrotnej („back analysis”) Chena

Weryfikacja:

zaliczenie wykładu

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt GK.SMS246\_U1:**

potrafi skonstruować model kinematyczny jednoepokowej sieci geodezyjnej dla przewidywanej postaci i dynamiki ruchu jej punktów oraz wykonać niezbędne obliczenia i analizy wyników

Weryfikacja:

wykonanie i zaliczenie ćwiczenia

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U14

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U07, T2A\_U10, T2A\_U12, T2A\_U16, T2A\_U17, T2A\_U18, T2A\_U19

**Efekt GK.SMS246\_U2:**

potrafi opracować wyniki pomiaru przemieszczeń w sieci 1D bądź 2D z użyciem filtru Kalmana

Weryfikacja:

wykonanie i zaliczenie ćwiczenia

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U14

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U07, T2A\_U10, T2A\_U12, T2A\_U16, T2A\_U17, T2A\_U18, T2A\_U19

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt GK.SMS246\_K1:**

potrafi nawiązać kontakt i współpracować ze specjalistami z zakresu budownictwa i inżynierii

Weryfikacja:

zaliczenie wykładu

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_K04, K\_K05, K\_K06

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_K03, T2A\_K05, T2A\_K02

**Efekt GK.SMS246\_K2:**

ma świadomość odpowiedzialności za poprawność wyników swojego pomiaru, jako danych wejściowych do modeli specjalistycznych z zakresu budownictwa i inżynierii pozwalających dokonać oceny bezpieczeństwa badanych obiektów

Weryfikacja:

zaliczenie wykładu

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_K05

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_K05