**Nazwa przedmiotu:**

Satelitarne techniki pomiarowe

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Tomasz Liwosz

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Geodezja i Kartografia

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

GK.SMK120

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

1. Godziny kontaktowe 50, w tym:
a) Obecność na wykładach: 15 h
b) Obecność na zajęciach projektowych: 30 h
c) konsultacje: 5 h
2. Praca własna studenta 40 godzin, w tym:
a) Wykonanie ćwiczeń domowych: 20 h
b) Przygotowanie do egzaminu: 20 h

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

2 punkty ECTS, 50 godzin, w tym:
a) Obecność na wykładach: 15 h
b) Obecność na zajęciach projektowych: 30 h
c) Konsultacje: 5 h

**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 zajęciach projektowych: 20 h
b) Wykonanie ćwiczeń domowych i przygotowanie sprawozdań: 20 h

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 15h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 30h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Podstawowe wiadomości z geodezji, astronomii geodezyjnej, geodezji satelitarenej, matematyki i fizyki

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Studenci zdobędą podstawową wiedzę w zakresie współczesnych geodezyjnych technik pomiarowych, a w szczególności dotyczące ich zastosowań (wady i zalety poszczególnych technik), źródeł błędów pomiarowych i sposobów ich eliminacji. Studenci poznają zasady projektowania i zakładania osnów zintegrowanych, w tym z wykorzystaniem sieci stacji ASG-EUPOS. Przekazywana na przedmiocie wiedza jest szczególnie istotna w kontekście rozwoju współczesnych satelitarnych technik pomiarowych, a także wyzwań rynku pracy.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
1. Rozwój satelitarnych technik pomiarowych. Historia
2. Technika GNSS: GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou. Charakterystyka systemów. Źródła błędów obserwacyjnych. Perurbacje orbit satelitów GNSS.
3. Techniki SLR, VLBI, DORIS. Zasada pomiaru.
4. Parametry wyznaczane technikami satelitarno-kosmicznymi.
5. Zastosowania satelitarno-kosmicznych technik pomiarowych w geodezji i geodynamice. Geodezyjne układy odniesienia.
6. Altimetria satelitarna. Zasada pomiaru. Zastosowania w geodezji. Misje satelitarne.
7. Badanie pola grawitacyjnego Ziemi metodami satelitarnymi. Aktualne modele pola grawitacyjnego Ziemi. Misje CHAMP, GRACE, GOCE.
8. Integracja geodezyjnych technik satelitarno-kosmicznych. Geodezyjny Globalny System Obserwacji Ziemi (GGOS).
Ćwiczenia:
1. Wyznaczanie współrzędnych satelitów GPS, GLONASS, Galileo oraz porównanie ich torów podsatelitarnych. Analiza warunków obserwacyjnych dla wybranej lokalizacji.
2. Analiza wpływu modelowania wybranych poprawek obserwacyjnych na wyznaczaną pozycję punktu z obserwacji kodowych GNSS.
3. Kalibracja pomiarów RTK/RTN – analiza dokładności przeliczenia pomiędzy układami współrzędnych płaskich w Polsce z uwzględnieniem empirycznych i matematycznych ich realizacji. Analiza dokładności stosowania liniowej transformacji płaskiej w kontekście wpasowania układu odtwarzanego przez RTK/RTN w układ terenowy.
4. Zastosowanie niwelacji satelitarnej – analiza globalnych i państwowych modeli geoidy (quasi-geoidy). Tworzenie lokalnego modelu opisu quasi-geoidy w kontekście układu EVRF2007.
5. Analiza danych otrzymanych na podstawie pomiarów altimetrii satelitarnej.
6. Wyrównanie sieci szczegółowej 3 klasy zakładanej metodą hybrydową, przez kombinację pomiarów GNSS i klasycznych.

**Metody oceny:**

Egzamin końcowy obejmujący całość wyłożonego materiału
Zaliczenie zadań domowych i klasówka na ćwiczeniach
Ocena końcowa: średnia ocena z egzaminu i ćwiczeń

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Hofmann-Wellenhof B., H. Lichtenegger, E. Wasle (2007) GNSS: Global Navigation Satellite Systems, Springer
2. Seeber, G. "Satellite Geodesy", de Gruyter, 2003

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

brak

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt GK.SMK120\_W1:**

Student zna zalety i wady geodezyjnych satelitarnych i kosmicznych technik pomiarowych w zakresie wyznaczania parametrów geodynamicznych takich jak środek masy Ziemi oraz parametrów związanych z ruchem obrotowym Ziemi: współrzędnych bieguna i UT1-UTC. Zna koncepcje i tryby stosowane w satelitarnych misjach do badania pola grawitacyjnego Ziemi; zna misje dotychczas zrealizowane i potrafi je scharakteryzować. Zna zasadę satelitarnych pomiarów altimetrycznych oraz ma wiedzę na temat ich zastosowania w geodezji. Student zna wpływ atmosfery na pomiary w satelitarnych i kosmicznych technikach wykonywane na falach radiowych oraz w widmie optycznym.

Weryfikacja:

Egzamin na końcu semestru

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W02

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W02

**Efekt GK.SMK120\_W2:**

Student zna zasady wykorzystania satelitarnych pomiarów laserowych, altimetrycznych i gradiometrycznych. Student zna podstawowe źródła błędów występujące w pomiarach GNSS i ma wiedzę na temat ich modelowania. Zna zasady projektowania i zakładania osnów zintegrowanych, w tym z wykorzystaniem sieci stacji ASG-EUPOS

Weryfikacja:

Egzamin, kolokwium na ćwiczeniach

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W03

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt GK.SMK120\_U1:**

Potrafi korzystać z podanej literatury oraz źródeł dodatkowych przekazywanych na zajęciach. Potrafi samodzielnie dokonać klasyfikacji satelitarnych technik pomiarowych w zakresie ich zastosowania, a także metod i błędów pomiarowych.

Weryfikacja:

Egzamin na koniec semestru z całości materiału

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U01

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U01

**Efekt GK.SMK120\_U2:**

Student potrafi wykonać pomiary i opracować wyniki w grupie.

Weryfikacja:

Ocena sprawozdań z ćwiczeń, obserwacja studenta w trakcie zajęć

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U02

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U02, T2A\_U03

**Efekt GK.SMK120\_U3:**

Student potrafi sporządzić sprawozdania z przeprowadzonych ćwiczeń projektowych

Weryfikacja:

Ocena sprawozdań z ćwiczeń

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U03

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U04

**Efekt GK.SMK120\_U4:**

Potrafi wyrównać sieć szczegółową 3 klasy zakładanej metodą hybrydową, przez kombinację pomiarów GNSS i klasycznych.

Weryfikacja:

Ocena sprawozdania z ćwiczenia

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U05

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U10, T2A\_U11

**Efekt GK.SMK120\_U5:**

Zna zalety i wady poszczególnych satelitarnych i kosmicznych technik pomiarowych w kontekście wyznaczania rozmaitych parametrów geodynamicznych (środek masy Ziemi, UT1-UTC, współrzędne bieguna), a także parametrów definiujących ziemski układ odniesienia (początek układu, skala).
Potrafi zastosować niwelację satelitarną do analizy globalnych i państwowych modeli geoidy (quasi-geoidy). Potrafi stworzyć lokalny model opisujący quasi-geoidę. Potrafi kalibrować pomiary RTK/RTN poprzez analizę dokładności przeliczenia pomiędzy układami współrzędnych płaskich w Polsce z uwzględnieniem empirycznych i matematycznych ich realizacji.

Weryfikacja:

Egzamin na końcu semestru, ocena sprawozdania z wykonania projektu

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U11

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09, T2A\_U10, T2A\_U11