**Nazwa przedmiotu:**

Geodezja wyższa

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Tomasz Olszak

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Geodezja i Kartografia

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

GK.NIK406

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

godziny kontaktowe 35h, w tym:
obecność na wykładach - 16h
obecność na ćwiczeniach - 16h
konsultacje - 3h
zapoznanie ze wskazaną literaturą - 10h
przygotowanie do zajęć laboratoryjnych - 10h
opracowanie projektów domowych - 30h
przygotowanie sprawozdań z ćwiczeń domowych - 15h

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

obecność na wykładach - 16h
obecność na ćwiczeniach - 16h
konsultacje - 3h
RAZEM 35h co odpowiada 1,4 punktu ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

obecność na ćwiczeniach - 16h
przygotowanie do zajęć laboratoryjnych - 10h
opracowanie projektów domowych - 30h
przygotowanie sprawozdań z ćwiczeń domowych - 15h
RAZEM 71h co odpowiada 2,8 punkt ECTS

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

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

**Wymagania wstępne:**

podstawowa wiedza z zakresu matematyki wyższej związana z algebrą liniową
wiedza z zakresu geodezji pierwszej

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

Przedmiotem geodezji wyższej jest zrozumienie i umiejętność posługiwania się geometrią i fizyką jako narzędziami badania geometrii i budowy Ziemi jako całości. Celem przedmiotu jest zapoznanie studenta z geodezyjnymi globalnymi układami współrzędnych i wprowadzenie powierzchni elipsoidy jako powierzchni na której wykonuje się obliczenia geodezyjne. Przedstawione i przećwiczone zostaną technologie pomiarów geodezyjnych związane z zakładaniem podstawowych osnów wysokościowych i grawimetrycznych. Na drugim semestrze pojawi się również tematyka integracji pomiarów satelitarnych w kontekście zastosowań niwelacji satelitarnej.

**Treści kształcenia:**

Wykład
1. Elementy grawimetrii geodezyjnej: metody pomiaru przyspieszenia; pomiary absolutne metodą balistyczną; pomiary względne grawimetrami statycznymi; metodyka pomiarów grawimetrami; korygowanie wyników pomiarów grawimetrycznych, poprawka lunisolarna (pływowa) do pomiarów grawimetrycznych.
2. Redukcje i anomalie grawimetryczne: rodzaje redukcji grawimetrycznych; redukcja i anomalia wolnopowietrzna; redukcja i anomalia Bouguera; poprawka terenowa; redukcja Poincarego – Preya.
3. Figura Ziemi wg Stokesa: potencjał zakłócający; podstawowe równanie geodezji fizycznej; wyznaczanie figury Ziemi (geoidy) na podstawie anomalii grawimetrycznych - geoida grawimetryczna; wzór Stokesa; odchylenia pionu; wzory Vening-Meinesza; grawimetryczne odchylenia pionu.
4. Precyzyjna niwelacja trygonometryczna: jednostronna i dwustronna; środowisko pomiarowe; poprawka refrakcyjna do kąta zenitalnego; pomiary liniowe; poprawki atmosferyczne i instrumentalne; niwelacja trygonometryczna o krótkich bokach; metodyka pomiaru.
5. Systemy wysokości: liczby geopotencjalne; wysokości geopotencjalne; wysokości dynamiczne; wysokości ortometryczne; wysokości normalne; telluroida; quasi-geoida; przeliczanie wysokości pomiędzy różnymi systemami wysokości, poprawki systemowe do pomiarów niwelacyjnych.
6. Niwelacja satelitarna: określenie „niwelacji satelitarnej”; wyznaczenie wysokości geoidy (quasi-geoidy)względem elipsoidy GRS’80 metoda satelitarno-niwelacyjną; sposoby grawimetrycznego wyznaczania geoidy; modele quasi-geoidy stosowane w Polsce (PL-GEOID2011, EGG08).
7. Powiązanie lokalnych układów obserwacyjnych z układem globalnym: lokalny układ obserwacyjny neu; koegzystencja lokalnych układów z globalnym; kilka uwag o odchyleniach pionu na fizycznej powierzchni Ziemi wyznaczanych metodą astronomiczną i metodą niwelacji trygonometrycznej; ciągi sytuacyjno-wysokościowe pomiędzy punktami GPS; tachimetria; redukcje wielkości obserwowanych na stanowisku tachimetrycznym ze względu na odchylenia pionu.
Ćwiczenia
1. Wstęp do niwelacji precyzyjnej, prezentacja sprzętu. Zapoznanie się z działaniem niwelatorów precyzyjnych .
Ćwiczenie pomiarowe: Pomiar pojedynczego stanowiska z kontrolą zamknięcia.
2. Technologia pomiarów niwelacji precyzyjnej, badanie i justowanie niwelatorów, opracowanie dziennika niwelacyjnego, analiza dokładności pomiaru odcinka i linii niwelacyjnej.
Ćwiczenie domowe: Opracowanie dziennika pomiaru odcinka niwelacyjnego, poprawki termiczna, komparacyjna i lunisolarna. Analiza dokładności linii niwelacyjnej.
3. Przyspieszenie siły ciężkości: zadania z teorii potencjału, przyspieszenia siły ciężkości, redukcji i anomalii grawimetrycznych.
Ćwiczenie domowe: Zadania z teorii potencjału i redukcji grawimetrycznych.
4. Metodologia względnych pomiarów grawimetrycznych.
Ćwiczenie pomiarowe: Wyznaczenie wartości przyspieszenia siły ciężkości na reperach odcinka niwelacyjnego.
5. Pomiar odcinka niwelacyjnego w terenie niwelatorem precyzyjnym.
Ćwiczenie pomiarowe: Opracowanie wyników pomiaru niwelatorem precyzyjnym.
6. Precyzyjna niwelacja trygonometryczna.
Ćwiczenie pomiarowe: Pomiar i opracowanie wyników pomiaru odcinka niwelacyjnego metodą precyzyjnej niwelacji trygonometrycznej.
7. Systemy wysokości w niwelacji precyzyjnej.
Ćwiczenie: Obliczenie poprawek systemowych dla odcinków niwelacyjnych. Niwelacja satelitarna w ujęciu krajowym i lokalnym. Ćwiczenie: Analiza dokładności wybranych modeli quasi-geoidy.
8. Semestralne zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych.

**Metody oceny:**

Zaliczenie wykładu następuje na podstawie egzaminu pisemnego odbywającego się w sesji letniej.
Zaliczenie ćwiczeń odbywa się na podstawie pisemnego sprawdzianu. Warunkiem dopuszczenia do sprawdzianu jest zaliczenie wszystkich ćwiczeń projektowych.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Barlik M., Pachuta A. Pruszyńska-Wojciechowska M.: Ćwiczenia z geodezji fizycznej i grawimetrii geodezyjnej; Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1992;
Barlik M.: Pomiary grawimetryczne w geodezji; WPW, Warszawa 1996;
Barlik M.: Wstęp do teorii figury Ziemi; WPW, Warszawa 1995;
Barlik M., Pachuta A.: Geodezja fizyczna i grawimetria geodezyjna; Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2007;
Hofmann-Wellenhof, Bernhard, Moritz, Helmut: Physical Geodesy 2nd, corr. ed. Springer 2006 - http://www.springer.com/earth+sciences+and+geography/geophysics/book/978-3-211-33544-4
ŁYSZKOWICZ A.: Geodezja Fizyczna. Wydawnictwo UWM, Olsztyn 2013
Czarnecki K.: Geodezja współczesna w zarysie; Wiedza i Życie Warszawa 1996;
Hlibowicki R. i inni: Geodezja Wyższa i Astronomia Geodezyjna; PWN, Warszawa 1981;
Praca zbiorowa: Niwelacja Precyzyjna; PPWK Warszawa 1993;
Margański S.: Pomiary niwelacyjne w podstawowych sieciach wysokościowych; WPW, Warszawa 1989;
Płatek A.: Geodezyjne dalmierze elektromagnetyczne i tachymetry elektroniczne – cz. I i II; PPWK Warszawa 1991;
Instrukcja techniczna O-1/O-2 Ogólne zasady wykonywania prac geodezyjnych
i kartograficznych; Główny Geodeta Kraju, Warszawa 2001;
Wytyczne techniczne G-1.10 Formuły odwzorowawcze i parametry układów współrzędnych; Główny Geodeta Kraju, Warszawa 2001.
Instrukcja techniczna G-2: Szczegółowa pozioma i wysokościowa osnowa geodezyjna i przeliczenia współrzędnych między układami /z płytą CD-ROM/, GUGIK 2001;
ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ADMINISTRACJI I CYFRYZACJI z dnia 14 lutego 2012 r. w sprawie osnów geodezyjnych, grawimetrycznych i magnetycznych
Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych

**Witryna www przedmiotu:**

www.republika.pl/zaoczni

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt GK.NIK406\_W01:**

Zna metody i technologię pomiarów grawimetrycznych. Zna zasady opracowania pomiarów względnych z uwzględnieniem poprawek instrumentalnych i środowiskowych.

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W02, K\_W03, K\_W08

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01, T1A\_W03, T1A\_W05, T1A\_W06, T1A\_W07, T1A\_W03

**Efekt GK.NIK406\_W02:**

Zna istotę i cele geodezji fizycznej jako metody badania figury Ziemi poprzez analizę pola siły ciężkości.

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W02, K\_W08, K\_W09

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01, T1A\_W03, T1A\_W03

**Efekt GK.NIK406\_W03:**

Zna pojęcie anomalii grawimetrycznych i ich wykorzystania związanego z zastosowaniem w geodezji.

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W02, K\_W08

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01, T1A\_W03

**Efekt GK.NIK406\_W04:**

Zna podstawowe elementy geometrii pola siły ciężkości oraz potrafi wskazać ich związki z obserwacjami geodezyjnymi. Rozumie zagadnienie redukcji obserwacji w polu siły ciężkości.

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W01, K\_W02, K\_W08

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01, T1A\_W07, T1A\_W01, T1A\_W03

**Efekt GK.NIK406\_W05:**

Zna technologię precyzyjnych pomiarów wykonywanych metoda niwelacji geometrycznej i niwelacji trygonometrycznej oraz sposób opracowania wyników tych pomiarów uwzględniające poprawki instrumentalne i środowiskowe.

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W02, K\_W03, K\_W04, K\_W08

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01, T1A\_W03, T1A\_W05, T1A\_W06, T1A\_W07, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W03

**Efekt GK.NIK406\_W06:**

Zna definicję wysokości w polu siły ciężkości. Poprawnie definiuje cechę geopotencjalną oraz potrafi zdefiniować wysokości w systemie geopotencjalnym, dynamicznym, ortometrycznym i normalnym.

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W01, K\_W02, K\_W03, K\_W04, K\_W08, K\_W09

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01, T1A\_W07, T1A\_W01, T1A\_W03, T1A\_W05, T1A\_W06, T1A\_W07, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W03, T1A\_W03

**Efekt GK.NIK406\_W07:**

Zna zastosowania niwelacji satelitarnej w ujęciu państwowym, globalnym i lokalnych w kontekście układów wysokościowych lokalnych. Ma świadomość dokładności posługiwania się tą tematyką

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W01, K\_W02, K\_W03, K\_W07, K\_W08, K\_W09

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01, T1A\_W07, T1A\_W01, T1A\_W03, T1A\_W05, T1A\_W06, T1A\_W07, T1A\_W03, T1A\_W06, T1A\_W03, T1A\_W03

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt GK.NIK406\_U01:**

Potrafi wykonać pomiar metodą precyzyjnej niwelacji geometrycznej oraz opracować wyniki tego pomiaru.

Weryfikacja:

ćwiczenie terenowe z kameralnym opracowaniem wyników

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U01, K\_U08, K\_U09, K\_U10, K\_U11

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U13, T1A\_U15, T1A\_U14

**Efekt GK.NIK406\_U02:**

Potrafi wykonać pomiar metodą precyzyjnej niwelacji trygonometrycznej oraz opracować wyniki tego pomiaru.

Weryfikacja:

ćwiczenie terenowe z kameralnym opracowaniem wyników

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U01, K\_U08, K\_U09, K\_U10

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U13, T1A\_U15

**Efekt GK.NIK406\_U03:**

Potrafi wykonać pomiar różnicy przyspieszenia siły ciężkości wraz z opracowaniem wyników uwzględniającym obliczenie poprawki pływowej i kalibracyjnej.

Weryfikacja:

ćwiczenie terenowe z kameralnym opracowaniem wyników

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U05, K\_U08, K\_U09, K\_U10, K\_U11

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U06, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U13, T1A\_U15, T1A\_U14

**Efekt GK.NIK406\_U04:**

Potrafi wyznaczyć różnicę potencjału przyspieszenia siły ciężkości na podstawie pomierzonych wartości przyspieszenia siły ciężkości i przewyższenia. Potrafi obliczyć cechę geopotencjalną.

Weryfikacja:

projekt obliczeniowy - ćwiczenie domowe

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U01, K\_U08, K\_U09

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U08, T1A\_U09

**Efekt GK.NIK406\_U05:**

Umie obliczyć wysokości w różnych systemach wysokości wykorzystywanych w geodezji na podstawie cechy geopotencjalnej oraz poprawki systemowe po pomierzonych przewyższeń w tych systemach.

Weryfikacja:

projekt obliczeniowy - ćwiczenie domowe

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U08, K\_U09

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U08, T1A\_U09

**Efekt GK.NIK406\_U06:**

Potrafi wyznaczyć wysokości normalne (ortometryczne) przy wykorzystaniu istniejącego modelu quasi-geoidy (geoidy) i wykonać analizę dokładności takiego podejścia.

Weryfikacja:

projekt obliczeniowy - ćwiczenie domowe

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U08, K\_U09

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U08, T1A\_U09

**Efekt GK.NIK406\_U07:**

Potrafi stworzyć i przeanalizować pod kątem dokładności lokalny model powierzchni odniesienia w postaci opisu analitycznego.

Weryfikacja:

projekt obliczeniowy - ćwiczenie domowe

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U01, K\_U03, K\_U08

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U03, T1A\_U09, T1A\_U10

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt :**

Weryfikacja:

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_K01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K01