**Nazwa przedmiotu:**

Geodezja wyższa 2

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Andrzej Pachuta, prof. PW

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Geodezja i Kartografia

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

GK.SIK404

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

- udział w wykładach: 15 x 2 godz. = 30 godz.,
- udział w zajęciach laboratoryjnych: 15 x 2 godz. = 30 godz.,
- przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych: 7 x 1 godz. = 7 godz.,
- wykonanie (w domu) sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych: 7 x 2 godz. = 14 godz.,
- udział w konsultacjach związanych z realizacją projektu: 6 godz. = 6 godz. (zakładamy, że
 student korzysta z co drugich konsultacji),
- praca własna - 5 godzin
- przygotowanie do kolokwiów zaliczających laboratoria obecność na kolokwiach: = 15 godz.
- przygotowanie do egzaminu - 10 godz

Łączny nakład pracy studenta wynosi zatem127 godz., co odpowiada 4 punktom ECTS.

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

Wykłady w wymiarze 2 godziny tygodniowo - 15 x 2 = 30 godzin
Zajęcia laboratoryjne w wymiarze 2 godziny tygodniowo - 15 x 2 = 30 godzin
Udział w konsultacjach - 6 godzin

Łącznie 66 godzin, co odpowiada 2,2 punktom ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

Zajęcia laboratoryjne 15 x 2 = 30 godzin
Obliczenia, sprawozdania, konsultacje i praca własna = 15 godzin

Łącznie 45 godzin, co odpowiada 1,5 punktom ECTS

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

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

**Wymagania wstępne:**

Podstawowe wiadomości z trygonometrii sferycznej, algebry liniowej, geometrii różniczkowej oraz rachunku różniczkowego i całkowego. Wiadomości z poprzedniego semestru geodezji wyższej i Elektroniczych Metod Pomiarowych.

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

Rozumienie podstawowych pojęć z zakresu geodezji wyższej związanych z modelami pola siły ciężkości Ziemi. Przyswojenie informacji na temat pojęcia wysokości i systemów wysokości. Umiejętność prowadzenia i opracowania pomiarów geodezyjnych w podstawowych sieciach geodezyjnych i geodynamice.

**Treści kształcenia:**

Wykład: Modele pola siły ciężkości: elementy teorii potencjału zagadnienia brzegowe teorii potencjału, rozwinięcie potencjału w szeregi harmonicznych sferycznych, pole normalne siły ciężkości, geodezyjny układ odniesienia GRS’80, teoria sferoidy normalnej, geodezyjne efekty zjawisk pływowych. Zarys teorii figury Ziemi: redukcje grawimetryczne i anomalie grawimetryczne, podstawowe równanie geodezji fizycznej, zarys teorii Stokesa, odchylenia pionu, niwelacja astronomiczno-grawimetryczna, systemy wysokości (wysokości dynamiczne i ortometryczne), koncepcja Mołodeńskiego - wysokości normalne. Zmiany pola siły ciężkości w czasie: potencjał sił pływowych, potencjał reformacyjny, geodezyjne efekty zjawisk pływowych. Geodezyjne układy odniesienia: europejski układ odniesienia EUREF, sieci EUREF-POL i POLREF, problematyka orientacji elipsoid odniesienia, europejski system odniesienia wysokości EVRS. Niwelacja satelitarna GPS: podejścia globalne, regionalne i lokalne. Powiązanie lokalnych układów obserwacyjnych z układem globalnym: ciągi poligonowe pomiędzy punktami satelitarnymi, przyjście do tachimetrii. Wprowadzenie do problematyki badań geodynamicznych. Projekt: Niwelacja precyzyjna: technologia pomiaru niwelacyjnego, pomiar przewyższenia na stanowisku, podstawowa osnowa niwelacyjna, sprawdzenie i rektyfikacja niwelatora, pomiar odcinka niwelacyjnego, opracowanie wyników pomiarów niwelacyjnych, laboratoryjna i polowa komparacja łat niwelacyjnych, analiza dokładności pomiaru sieci niwelacyjnej, zasada działania niwelatorów kodowych. Niwelacja trygonometryczna: przygotowanie tachimetrów elektronicznych, technologia pomiarów niwelacji trygonometrycznej, niwelacja trygonometryczna z uwzględnieniem pola siły ciężkości, problem refrakcji w niwelacji trygonometrycznej. Zasilanie instrumentów geodezyjnych. Niwelacja satelitarna GPS: wysokości geometryczne a wysokości ortometryczne, wyznaczenie wysokości geoidy względem elipsoidy WGS-84, metody wyznaczenia nachylenia geoidy na małych obszarach.

**Metody oceny:**

Na podstawie § 5 p. 17 Regulaminu Studiów w Politechnice Warszawskiej (uchwalonego przez Senat PW w dniu 19 kwietnia 2006) wprowadza się następujący Regulamin przedmiotu ‘geodezja wyższa’: 1. Przedmiot obejmuje dwie formy zajęć: wykłady i ćwiczenia projektowe. 2. Obecność na ćwiczeniach projektowych jest obowiązkowa; trzykrotna nieobecność na ćwiczeniach w ciągu semestru powoduje nie zaliczenie ćwiczeń. 3. Warunkiem zaliczenia ćwiczeń laboratoryjnych jest wykonanie wszystkich tematów/projektów przewidzianych programem zajęć oraz pozytywne oceny ze sprawdzianów. Liczbę sprawdzianów oraz ich terminy podaje prowadzący ćwiczenia na początku semestru. Podczas sprawdzianów nie dopuszcza się korzystania z materiałów pomocniczych. 4. Formę i zakres sprawozdania z wykonanego tematu/projektu określa prowadzący ćwiczenia. Student jest zobowiązany dostarczyć sprawozdanie w formie pisemnej w terminie 2 tygodni od daty wydania/wykonania ćwiczenia (wydanie dotyczy tematów obliczeniowych; wykonanie odnosi się do tematów o charakterze pomiarowo-instrumentalnym). 5. Usprawiedliwiona nieobecność na ćwiczeniach o charakterze pomiarowo-instru¬mentalnym wymaga uzupełnienia ćwiczenia w terminie uzgodnionym z prowadzącym ćwiczenia 6. Egzamin odbywa się w formie pisemnej, w terminach ustalonych przez Dziekana; podczas egzaminów nie dopuszcza się korzystania z materiałów pomocniczych. 7. W przypadkach nieobjętych niniejszym regulaminem decyduje prowadzący przedmiot lub stosuje się ogólne zasady Regulaminu Studiów w Politechnice Warszawskiej

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Barlik, M., A. Pachuta: Geodezja fizyczna I grawimetria geodezyjna. Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa; Bomford, G., (1971): Geodesy - Third Edition. Oxford at the Clarendon Press; Czarnecki, K., (1996): Geodezja współczesna w zarysie. Wiedza i Życie; Heiskanen, W.A, H. Moritz, (1981): Physical Geodesy. Reprint, Institute of Physical Geodesy, TU, Graz; Herring, T. Volume editor, (2007: Treatise on geophysics. Vol.3. Geodesy. ElsevierB.V. Jordan/Eggert/Kneissl, (1969): Handbuch der Vermessungskunde. Band III,V; Stuttgart; Kadaj, R., (2002): Polskie układy współrzędnych – formuły transformacyjne, algorytmy i programy, http://www.geonet.net.pl, Rzeszów; Kamela C., (1952): Geodezja, t. III, PWT; Levallois, J.-J., (1970): Géodésie générale. Editions Eyrolles, Paris; Niwelacja precyzyjna - Praca zbiorowa, (1993): Niwelacja precyzyjna. PPWK; Różyczki, J., ((1973): Kartografia matematyczna. PWN, Warszawa; Szpunar, W., (1982): Podstawy geodezji wyższe., PPWK; Śledziński, J., (1978): Geodezja satelitarna. PPWK; Torge, W,. (1991): Geodesy - Second Edition. Walter de Gruyter, Berlin, New York; Vaniček, P., E.Krakiwsky, (1980): Geodesy: The Concepts. NorthHolland, Amsterdam; Warchałowski, E., (1954): Niwelacja geometryczna. PPWK; Wahr, J., (1996), geodety and gravity. Class Notes. Samizdat Press; Zakatow, P.S., (1959): Geodezja wyższa. PPWK. Instrukcja techniczna O-1/O-2 – Ogólne zasady wykonywania prac geodezyjnych i kartograficznych. Wyd. piąte, GUGiK, 2001 Wytyczne techniczne G-1.10 – Formuły odwzorowawcze i parametry układów współrzędnych. Wyd. drugie, GUGiK, 2001 Wytyczne techniczne G-1.11 – Podstawowa osnowa wysokościowa. Projektowanie, pomiar i opracowanie wyników. Wyd. pierwsze, GUGiK, 2002

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt GK.SIK404\_W01:**

Zna podstawowe pojęcia dotycząca pola siły ciężkości

Weryfikacja:

Sprawdzian

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

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

**Efekt GK.SIK404\_W02:**

Zna metody pomiarów absolutnych i różnicowych przyspieszenia siły ciężkości

Weryfikacja:

Sprawdzian

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

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

**Efekt GK.SIK404\_W03:**

Wie co to jest wysokość oraz ma wiedzę z zakresu systemów wysokości

Weryfikacja:

Sprawdzian i egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W02, K\_W03, K\_W09

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

**Efekt GK.SIK404\_W04:**

Potrafi zaprojektować podstawową osnowę wysokościową i wie jak przeprowadzić w niej pomiary za pomocą niwelatorów precyzyjnych

Weryfikacja:

sprawdzian i ocena wykonanych ćwiczeń domowych

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

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

**Efekt GK.SIK404\_W05:**

wie od czego zależy prawidłowa skala wykonywanych pomiarów niwelacji precyzyjnej i potrafi przedstawić ideę komparacji łat

Weryfikacja:

sprawdzian

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

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

**Efekt GK.SIK404\_W06:**

wie w jaki sposób można wyznaczyć odstęp geoidy od elipsoidy

Weryfikacja:

sprawdzian, egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W07, K\_W08

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W06, T1A\_W03

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt GK.SIK404\_U01:**

Potrafi wykonać względne pomiary grawimetryczne i wprowadzać odpowiednie poprawki (w tym poprawki pływowe), obliczać redukcje i anomalie grawimetryczne

Weryfikacja:

Sprawdzian

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U01, K\_U02, K\_U03, K\_U10, K\_U11

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U02, T1A\_U03, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U13, T1A\_U15, T1A\_U14

**Efekt GK.SIK404\_U03:**

Potrafi wykonać pomiary technologią niwelacji precyzyjnej i uwzględnić w wynikach odpowiednie poprawki wynikające z technologii pomiaru oraz poprawki systemowe

Weryfikacja:

Kontrola ćwiczenia laboratoryjnego

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U03, K\_U10, K\_U11

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U03, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U13, T1A\_U15, T1A\_U14

**Efekt GK.SIK404\_U02:**

Potrafi wykonać pomiary niwelacyjne za pomocą technologi synchronicznej niwelacji trygonometrycznej

Weryfikacja:

Sprawdzenie przebiegu prac terenowych i obliczeń dzienników pomiarowych

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U01, K\_U02, K\_U10, K\_U11

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U02, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U13, T1A\_U15, T1A\_U14

**Efekt GK.SIK404\_U04:**

Potrafi na podstawie map anomalii i na podstawie pomiarów niwelacyjnych i GPS stworzyć modele geoidy, potrafi z nich korzystać

Weryfikacja:

sprawdzenie ćwiczenia domowego

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U01, K\_U03, K\_U09, K\_U10, K\_U11, K\_U17

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U03, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U13, T1A\_U15, T1A\_U14, T1A\_U13, T1A\_U14, T1A\_U16

**Efekt GK.SIK404\_U05:**

Potrafi wykonać sprawdzenie instrumentu i łat do niwelacji precyzyjnej oraz wykonać komparację łat za pomocą komparatora interferencyjnego

Weryfikacja:

Kontrola wykonanego ćwiczenia

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U01, K\_U02, K\_U03, K\_U10

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U02, T1A\_U03, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U13, T1A\_U15

**Efekt GK.SIK404\_U06:**

Potrafi wprowadzać poprawki pływowe do pomiarów geodezyjnych

Weryfikacja:

Wpisz opis

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U11

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U14