**Nazwa przedmiotu:**

Geodezja satelitarna

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Janusz Walo

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Geodezja i Kartografia

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

GK.NIK405(SAT)

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1) Liczba godzin kontaktowych - 37, w tym:
a) udział w wykładach: 8 x 2 godz. =16 godz.,
b) udział w ćwiczeniach projektowych: 8 x 2 godz. = 16 godz.,
c) udział w konsultacjach związanych z realizacją projektu: 6 x 0.5 godz. = 3 godz.,
d) egzamin: 2 godz.
2) Praca własna studenta - 64 godzin, w tym:
a) przygotowanie do zajęć projektowych: 10 godz.,
b) realizacja zadań projektowych: 20 godz.,
c) analiza dodatkowej literatury: 9 godz.,
d) przygotowanie do egzaminu i zaliczeń: 25 godz., )
Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 punktom ECTS.

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

1,5 punktu ECTS - liczba godzin kontaktowych - 37, w tym:
a) udział w wykładach: 8 x 2 godz. =16 godz.,
b) udział w ćwiczeniach projektowych: 8 x 2 godz. = 16 godz.,
c) udział w konsultacjach związanych z realizacją projektu: 6 x 0.5 godz. = 3 godz.,
d) egzamin: 2 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2,3 punktu ECTS - liczba godzin o charakterze praktycznym - 58, w tym:
a) udział w zajęciach projektowych: 8 x 2 godz. = 16 godz.,
b) udział w konsultacjach związanych z realizacją projektu: 4 x 0.5 godz. = 2 godz.,
c) przygotowanie do zajęć projektowych: 10 godz.,
d) realizacja zadań projektowych: 20 godz.,
e) analiza dodatkowej literatury: 2 godz.,
f) przygotowanie do zaliczeń: 8 godz.

**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, geometrii elipsoidy i układów współrzędnych, algebry liniowej, geometrii różniczkowej, rachunku różniczkowego i całkowego oraz znajomość fizyki zakresu szkoły średniej.

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami pomiarów wykorzystywanych w geodezji satelitarnej, w tym przede wszystkim z technologiami pomiarów satelitarnych GNSS i ich wykorzystaniem w zastosowaniach geodezyjnych.

**Treści kształcenia:**

Wykład: Wiadomości podstawowe z teorii ruchu sztucznych satelitów Ziemi: ruch keplerowski i perturbowany; prawa Keplera dla ruchu SSZ; elementy orbity; rodzaje orbit; równanie ruchu SSZ; całkowanie równań ruchu; równanie orbity; ruch po orbicie kołowej i eliptycznej; równanie Keplera; współrzędne orbitalne i przestrzenne satelity; elementy orbity prawie kołowej; wyznaczanie tras przelotów satelitów; satelita stacjonarny i jego zastosowania; ruch perturbowany; podział sił perturbujących; elementy oskulacyjne; perturbacje wiekowe, długookresowe, krótkookresowe i dobowe; perturbacje spowodowane niecentralnym polem grawitacyjnym i oporem atmosfery. Techniki obserwacji SSZ: podział i klasyfikacja technik obserwacyjnych; zasady wykorzystania satelitarnych pomiarów laserowych, altimetrycznych i gradiometrycznych; encyklopedia wiadomości o technikach fotograficznej i dopplerowskiej. Pomiary GNSS: budowa systemu GPS; analiza sygnału satelitów GPS; odbiorniki i anteny GPS; metoda kodowa i fazowa pomiaru odległości do satelity.
problem inicjalizacji w pomiarach GPS; pomiary absolutne i różnicowe. Technologie pomiarów GNSS: pomiary statyczne, szybkie statyczne, kinematyczne, RTK i DGPS; błędy pomiarów GPS; tworzenie różnic obserwacji GPS, liniowe kombinacje obserwacji fazowych i możliwości ich wykorzystania; zalety i wady pomiarów opartych na globalnym systemie pozycyjnym GPS. Inne istniejące i planowane globalne satelitarne systemy nawigacyjne: Systemy GLONASS, Compass i Galileo. Podobieństwa i różnice systemów; korzyści z łącznego stosowania systemów. Przegląd regionalnych systemów QZSS, IRNSS GAGAN, NIGCOMSAT etc. Satelitarne i naziemne systemy wspomagania w tym system ASG-EUPOS. Krótki przegląd działających obecnie misji satelitarnych (DORIS, GOCE, CHAMP, GRACE).
Ćwiczenia projektowe: zadania z teorii ruchu sztucznych satelitów Ziemi; wyznaczenie współrzędnych horyzontalnych satelity geostacjonarnego; obliczenie współczynników DOP; planowanie i pomiar w terenie technologią statyczną i szybką statyczną; opracowanie obserwacji GNSS - wyznaczenie wektorów i wyrównanie sieci satelitarnej; ocena jakości rozwiązania; przygotowanie i pomiar w terenie technologią RTK; zasady korzystania z serwisów ASG-EUPOS.

**Metody oceny:**

Warunkiem zaliczenia ćwiczeń projektowych jest wykonanie wszystkich tematów/projektów przewidzianych programem zajęć, sporządzenie sprawozdań oraz pozytywne oceny ze sprawdzianów. Wymagana jest obecność na zajęciach projektowych w celu bieżącej kontroli realizacji tematów. Egzamin odbywa się w formie pisemnej i obejmuje pytania problemowe i krótkie zadania. Na ocenę ostateczną składają się: ocena z ćwiczeń projektowych z wagą 0.5 oraz ocena z egzaminu z wagą 0.5.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Czarnecki, K.: Geodezja współczesna w zarysie. WiŻ, 1996
Hofmann-Wallenhof, B., H.Lichtenegger, J.Collins: GPS - Theory and Practice. Springer, 1997
Hofmann-Wallenhof, B., H.Lichtenegger, E.Wasle: GNSS – Global Navigation Satellite Systems – GPS, GLONASS, Galileo and more. Springer-Verlag, 2008
Lamparski, J.: NAVSTAR GPS. Od teorii do praktyki. Wyd. UW-M, Olsztyn, 2001
Leick, A.: GPS satellite surveying. John Wiley & Sons, 1990
Narkiewicz, J.: GPS i inne satelitarne systemy nawigacyjne. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, wyd. I, 2007
Seeber, G.: Satellite geodesy. 2nd Edition. Walter de Gruyter, 2004
Specht, C.: System GPS. Biblioteka Nawigacji nr 1. Wydawnictwo Bernardinum. Pelplin 2007.
Śledziński, J.: Geodezja satelitarna. PPWK, Warszawa, 1978

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

Zaliczenie ćwiczeń projektowych z geodezji satelitarnej stanowi warunek dopuszczenia do ćwiczeń terenowych z geodezji wyższej i satelitarnej po II roku studiów.

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt GK.NIK405(SAT)\_W1:**

zna zasady ruchu keplerowskiego i perturbowanego sztucznych satelitów Ziemi

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W02

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01

**Efekt GK.NIK405(SAT)\_W2:**

rozumie zasady wykorzystania satelitarnych pomiarów laserowych, altimetrycznych, gradiometrycznych oraz ma podstawowe wiadomości o technikach fotograficznej i dopplerowskiej.

Weryfikacja:

Egzamin

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

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

**Efekt GK.NIK405(SAT)\_W3:**

ma uporządkowaną wiedzę na temat zasad działania systemów nawigacji satelitarnej GNSS w tym systemów GPS, Glonass, Compass i Galileo

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W04, K\_W07, K\_W08

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

**Efekt GK.NIK405(SAT)\_W4:**

ma wiedzę na temat zasad wykonywania pomiarów GNSS, ich opracowania oraz przygotowania dokumentacji geodezyjnej

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W04, K\_W07, K\_W08, K\_W09, K\_W16

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

**Efekt GK.NIK405(SAT)\_W5:**

ma wiedzę w zakresie budowy i wykorzystania satelitarnych i naziemnych systemów wspomagania GNSS w tym serwisów systemu ASG-EUPOS

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W07

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

**Efekt GK.NIK405(SAT)\_W6:**

ma podstawową wiedzę na temat budowy i zasady działania odbiorników satelitarnych GNSS

Weryfikacja:

Egzamin

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

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt GK.NIK405(SAT)\_U1:**

potrafi obliczać podstawowe parametry ruchu sztucznego satelity Ziemi takie jak prędkość, wysokość, okres obiegu, zakres widzialności etc.

Weryfikacja:

Sprawozdanie i sprawdzian pisemny

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01

**Efekt GK.NIK405(SAT)\_U2:**

potrafi obliczyć współrzędne horyzontalne satelity w celu określenia widoczności sztucznego satelity Ziemi (planowania pomiaru)

Weryfikacja:

Sprawozdanie i sprawdzian pisemny

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

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

**Efekt GK.NIK405(SAT)\_U3:**

potrafi obliczyć współrzędne geocentryczne kartezjańskie satelity GPS na podstawie efemerydy pokładowej oraz obliczyć szacowaną dokładność wyznaczenia pozycji i czasu w pomiarach satelitarnych GPS (współczynniki DOP)

Weryfikacja:

Sprawozdanie i sprawdzian pisemny

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

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

**Efekt GK.NIK405(SAT)\_U4:**

potrafi wykonać pomiary GNSS na potrzeby zakładania sieci satelitarnych oraz wyznaczenia położenia szczegółów terenowych (technologie statyczna, szybka statyczna i RTK) oraz potrafi wykonać opracowanie wyników tych pomiarów (wyznaczenie wektorów i wyrównanie sieci satelitarnej)

Weryfikacja:

Obserwacja pracy w terenie, sprawozdanie i sprawdzian pisemny

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U02, K\_U03, K\_U10, K\_U11, K\_U17

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U02, T1A\_U03, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U13, T1A\_U15, T1A\_U14, T1A\_U13, T1A\_U14, T1A\_U16

**Efekt GK.NIK405(SAT)\_U5:**

potrafi korzystać z serwisów systemów wspomagania pomiarów GNSS w tym serwisów systemu ASG-EUPOS

Weryfikacja:

Sprawozdanie i sprawdzian pisemny

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

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

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt GK.NIK405(SAT)\_K1:**

Rozumie potrzebę podnoszenia kompetencji zawodowych i społecznych

Weryfikacja:

Sprawdzanie przygotowania do zajęć i obserwacja współpracy w ramach wykonywanych zadań

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_K01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K01