**Nazwa przedmiotu:**

Geodezja satelitarna

**Koordynator przedmiotu:**

Prof. dr hab. inż. Janusz Śledziński

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Geodezja i Kartografia

**Grupa przedmiotów:**

Wspólne

**Kod przedmiotu:**

-

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2010/2011

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

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

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 450h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 450h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Do zrozumienia wykładów wymagana jest znajomość matematyki i mechaniki teoretycznej z zakresu programu I i II semestru studiów na Wydziale Geodezji i Kartografii oraz znajomość fizyki zakresu szkoły średniej.

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Słuchacze poznają podstawy technologii pomiarów satelitarnych w zastosowaniu do zakładania i utrzymywania w aktualności podstawowych osnów geodezyjnych. Omówione zostaną technologie pomiarów statycznych i kinematycznych, w tym również pomiarów w czasie rzeczywistym (RTK - real time kinematic) oraz pomiarów dyferencjalnych DGPS (Differential Global Positioning System). Omówione też zostaną różne istniejące satelitarne systemy nawigacyjne i wykorzystanie satelitarnych wielofunkcyjnych stacji referencyjnych. Część wykładu poświęcona będzie encyklopedycznym zagadnieniom wyznaczania modeli pola grawitacyjnego Ziemi na podstawie obserwacji satelitarnych.

**Treści kształcenia:**

Treść merytoryczna wykładów:
1. 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. Analiza ruchu perturbowanego. Perturbacje wiekowe, długookresowe, krótkookresowe i dobowe. Wzory Gaussa, Lagrange’a i Kauli. Perturbacje spowodowane niecentralnym polem grawitacyjnym i oporem atmosfery.
2. Techniki obserwacji SSZ.
2.1. Podział i klasyfikacja technik obserwacyjnych. Encyklopedia wiadomości o technikach fotograficznej, laserowej i dopplerowskiej.
2.2 Pomiary GPS. Konstrukcja systemu GPS. Analiza sygnału satelitów GPS. Odbiorniki i anteny GPS. Metoda kodowa i fazowa pomiaru odległości do satelity.
Problem inicjalizacji - inicjalizacja statyczna i kinematyczna. Pomiary absolutne i różnicowe. Pomiary w czasie rzeczywistym, postprocessing. Technologie pomiarów GPS: pomiary statyczne, kinematyczne, „stop and go”, „reoccupation”, pomiary szybkie statyczne (fast/rapid static), DGPS. Błędy pomiarów GPS. Problem wyznaczania wysokości z pomiarów GPS. Łączne wykorzystanie pomiarów GPS i pomiarów niwelacyjnych i grawimetrycznych. Tworzenie różnic obserwacji GPS, liniowe kombinacje obserwacji fazowych. Różne możliwości wykorzystania liniowych kombinacji obserwacji fazowych. Projektowanie sieci satelitarnych GPS. Wybór stanowiska pomiarów GPS. Program obserwacji. Zasady wykonywania pomiaru sieci GPS. Zalety i wady pomiarów opartych na globalnym systemie pozycyjnym GPS.
2.3 System GLONASS. Podobieństwa i różnice systemów GPS i GLONASS. Korzyści z łącznego stosowania obu systemów.
2.4 Inne istniejące systemy satelitarne.
Chiński system COMPASS, japoński Quasi-Zenith Satellite System QZSS, Indyjski system Indian Radionavigation Satellite System IRNSS GAGAN (GPS and GEO Augmented Navigation System), nigeryjski NIGCOMSAT (Nigerian Communication Satellites). Międzynarodowy Komitet GNSS (International Committee on GNSS – ICG), System of Systems.
2.5 Warunki, jakie musi spełniać system satelitarny, aby mógł stanowić system nawigacyjny. System GNSS. Systemy WAAS, LAAS, EGNOS, GALILEO. Systemy stacji referencyjnych CORS, SWEPOS, SAPOS, EUPOS. Sieci stacji referencyjnych w innych krajach.
2.6 Istniejące sieci satelitarne globalne i regionalne.
 IGS, EPN (EUREF). Geodezyjne sieci satelitarne na terenie Polski: EUREF-POL, sieć podstawowa ZTWP/DMA, sieci podstawowe GPS wojskowa i POLREF; sieci geodynamiczne: SAGET, EXTENDED SAGET, CERGOP, sieci lokalne. Stacje permanentne na terenie Polski.
3. Krótki przegląd działających obecnie misji satelitarnych (DORIS, GOCE, CHAMP, GRACE). Organizacje międzynarodowe MUGG/MAG, EGU, CGSIC i inne. Program GGOS.
4. Encyklopedyczne wiadomości z zakresu profilowania geoidy. Encyklopedyczne wiadomości na temat altimetrii satelitarnej i pomiarów satelitów z satelitów.
5. Zasada satelitarnych metod wyznaczania pola potencjalnego Ziemi. Funkcje kuliste w zastosowaniu do przedstawienia potencjału ciężkościowego. Przedstawienie pola potencjału ciężkościowego Ziemi w formie funkcji kulistych. Elementarne funkcje strefowe, sektorowe i tesseralne. Związek współczynników pola potencjalnego Ziemi z różnymi rodzajami perturbacji orbit satelitarnych. Wyznaczanie współczynników strefowych, sektorowych i tesseralnych. Wzory Mersona-King Hele’go i Kozai. Modele pola potencjalnego Ziemi.

Treść merytoryczna ćwiczeń laboratoryjnych:
Wprowadzenie do GPS
Teoria ruchu sztucznych satelitów – zadania
Wyznaczenie współrzędnych horyzontalnych satelity geostacjonarnego
Obliczenie współrzędnych geocentrycznych satelity GPS na podstawie efemerydy pokładowej
Obliczenie współczynników PDOP, HDOP, VDOP, GDOP, TDOP
Sprawdzian
Omówienie technologii pomiarowych-planowanie pomiaru
Projekt szczegółowej osnowy II klasy zakładanej technologią GNSS
Pomiar w terenie technologią statyczną i szybką statyczną
Opracowanie obserwacji GNSS - wyznaczenie wektorów ; ocena jakości rozwiązania – prezentacja, przykład
Opracowanie obserwacji GNSS – wyrównanie sieci ; ocena jakości rozwiązania – prezentacja, przykład
Samodzielne opracowanie sieci pomierzonej technologią GNSS
Omówienie technologii GPS-RTK; pomiar w terenie
System ASG-EUPOS – serwisy, opracowanie obserwacji statycznych
Sprawdzian

**Metody oceny:**

Zaliczenie wykładów: egzamin

Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych: końcowe kolokwium zaliczające

Zasady ustalania oceny łącznej z przedmiotu: średnia ważona

**Egzamin:**

**Literatura:**

1. K. Czarnecki: Geodezja współczesna w zarysie. Wyd. Wiedza i Życie, Warszawa 1994
2. J. Januszewski. Systemy satelitarne GPS, GALILEO i inne. Wyd. Naukowe PWN Warszawa 2006
3. J. Narkiewicz. Podstawy układów nawigacyjnych. Wyd.WKiŁ Warszawa 1999
4. J. Narkiewicz.GPS Globalny System Pozycyjny. Wyd.WKiŁ Warszawa 2003
5. J. Śledziński. Geodezja satelitarna. Wyd. PPWK Warszawa 1978
6. M. Szymoński. Nawigacyjne wykorzystania sztucznych satelitów Ziemi.Wyd. WKiŁ, Warszawa,1989
7. D. Wells et al.. Guide to GPS positioning. Canadian GPS Associates,second printing, Fredericton, New Brunswick, CanadaDecember 1987
8. Gregory T. French. Understanding the GPS. GeoResearch, Inc. 1996
9. Geomatics Canada. Geodetic Survey Division. GPS Positioning Guide. Ottawa, Kanada 1995
10. Bernhard Hofmann-Wellenhof, Gerhard Kienast, Herbert Lichtenegger. GPS in der Praxis. Springer-Verlag Wien New York. 1994
11. Bernhard Hofmann-Wellenhof, Herbert Lichtenegger, James Collins. GPS Theory and Practice. Springer-Verlag Wien New York. 2nd edition 1993
12. Günter Seeber. Satellite Geodesy. 2nd completely revised and extended edition. Walter de Gruyter. Berlin-New York, 2003.
13. Académie de Marine, Académie Nationale de l’Air et de l’Espace, Bureau des Longitudes. System Nawigacyjny Galileo. Aspekty strategiczne, naukowe i techniczne. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2006.

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe