

## TREŚCI KSZTAŁCENIA

**Kierunek studiów:** geodezja i kartografia **Poziom studiów:** studia drugiego stopnia

**Profil kształcenia:** ogólnoakademicki

**Forma studiów:** stacjonarne i niestacjonarne **Wymiar kształcenia:** 3 semestry

**Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów:** 90 punktów ECTS

**Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:** magister inżynier

## CHARAKTERYSTYKA TREŚCI KSZTAŁCENIA – GRUPY TREŚCI

### I. WYMAGANIA OGÓLNE

#### 1. Laboratorium z języka obcego/ Foreign Language Laboratory

*Cel kształcenia:* kształtowanie i rozwijanie kompetencji językowych, pozwalających na rozumienie, tłumaczenie i posługiwanie się leksyką specjalistyczną z zakresu danego kierunku studiów na poziomie B2+.

*Treści merytoryczne:* wprowadzenie i wyćwiczenie materiału leksykalno-gramatycznego umożliwiającego przygotowanie do komunikacji w języku obcym w zakresie tematycznym dotyczącym wybranych elementów języka specjalistycznego, analiza tekstów naukowych i dyskusja, rozwiązywanie zadań i ćwiczeń językowych, tłumaczenie tekstów, prezentowanie rozmaitych metod uczenia się, zachęcanie do samooceny, samodzielnego poszukiwania prawidłowości językowych i formułowania reguł, różnorodność form pracy (indywidualna, w parach, w grupach).

#### *Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* wypowiedzi w języku obcym, zawierających leksykę specjalistyczną z zakresu danego kierunku studiów, zgodnie z tabelą wymagań dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego i proporcjonalnie do przewidzianej liczby godzin kursu

*Umiejętności (potrafi):* posługiwać się terminologią specjalistyczną, w zakresie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych właściwych dla studiowanego kierunku studiów, zabierać

głos w dyskusji lub debacie naukowej, przedstawiać własne argumenty i opinie, zadawać pytania, polemizować z argumentami innych rozmówców, tłumaczyć niezbyt złożone teksty specjalistyczne.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* kontynuacji uczenia się języka obcego.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

## **2. Przedsiębiorczość i zarządzanie projektami/ Entrepreneurship and Project Management**

*Cel kształcenia:* przekazanie rozszerzonych wiadomości związanych z przedsiębiorczością w tym znaczeniem przedsiębiorczości w warunkach gospodarki konkurencyjnej oraz wyzwaniami stojącymi przed współczesnymi przedsiębiorstwami.

*Treści merytoryczne:* zarządzanie przedsiębiorstwem: zarządzanie operacyjne i strategiczne, marketing w małym przedsiębiorstwie, rozpoznawanie potrzeb konsumentów, technik negocjacyjne, autoewaluacja działalności gospodarczej, etyka, odpowiedzialność społeczna. Wybrane problemy funkcjonowania i zarządzania MSP. Samozatrudnienie we współczesnej gospodarce (rola, znaczenie). Elementy ochrony danych osobowych i własności intelektualnej w małym przedsiębiorstwie. Zarządzanie projektami - elementy teorii i praktyki.

### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawowe pojęcia i procesy z zakresu ekonomii i zarządzania, uwarunkowania prawne i ekonomiczne funkcjonowania małych firm i mechanizmy ich działania, etapy zarządzania projektami finansowanymi z różnych źródeł, pojęcie ryzyka w działalności gospodarczej oraz etyki i etykiety w biznesie, elementy ochrony danych osobowych i własności intelektualnej w małej firmie. Zasady i procedury podejmowania własnej działalności gospodarczej.

*Umiejętności (potrafi):* zaplanować własny biznes, organizować warsztat pracy, przygotować wnioski rejestracyjne i o finansowanie działalności. Analizować szanse i zagrożenia prowadzenia firmy, oceniać skutki swoich działań, formułować strategie działania, rozwiązywać problemy decyzyjne. Kreować nowe idee i pomysły. Identyfikować procesy innowacyjne.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* wprowadzania nowych idei, innowacyjności, kreatywności, podejmowania działań na własną odpowiedzialność.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład.

### **3. Przedmiot z zakresu nauk humanistycznych lub z zakresu nauk społecznych/ Humanistic and Social Subject**

*Cel kształcenia:* wprowadzenie poszerzonej wiedzy, terminologii i różnych koncepcji badawczych dotyczących wybranego zagadnienia z obszaru nauk humanistycznych lub społecznych.

*Treści merytoryczne:* wykład stanowi monograficzne, całościowe ujęcie wybranego zagadnienia z zakresu np.: animacji kultury studenckiej, etyczne podstawy profesjonalizmu, etyki i kultury języka, komunikacji interpersonalnej, informacji w społeczeństwie wiedzy, zakładania własnego przedsiębiorstwa.

#### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* pojęcia, terminy i podstawowe założenia badawcze z omawianego zakresu wiedzy.

*Umiejętności (potrafi):* wykorzystać poznaną wiedzę w różnych sytuacjach zawodowych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* korzystania w życiu zawodowym i społecznym z różnych obszarów wiedzy.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład.

### **4. Technologie informacyjne/ Information Technologies**

*Cel kształcenia:* przygotowanie do realizacji zadań związanych z pozyskiwaniem, przetwarzaniem i opracowaniem danych geodezyjnych i kartograficznych w oparciu o znajomość narzędzi Matlab i język programowania.

*Treści merytoryczne:* charakterystyka podstawowych technologii informacyjnych w geomatyce. Wprowadzenie do programu Matlab. Systematyka typów danych wykorzystywane w językach programowania. Grafika w Matlabie. Metody integracji danych geodezyjnych i kartograficznych. Ustawienia i opis przestrzeni roboczej programu Matlab. Metody przechowywania i wywoływania geodezyjnych i kartograficznych danych w oparciu zmienne i sekwencje danych. Działania na danych, zmiennych i sekwencjach danych przy użyciu operatorów logicznych i arytmetycznych. Sposoby organizacji i optymalizacji procesów i programów. Działania na plikach i folderach. Aplikacje i usługi internetowe. M-pliki skryptowe. Tworzenie elementów graficznych w oparciu o geodezyjne i kartograficzne dane. Rozszerzenia, biblioteki i moduły do integrowania

różnych środowisk programowych.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawowe systemy informacyjne w geomatyce, rozpoznaje i charakteryzuje narzędzia i typy danych wykorzystywanych współcześnie w geodezji i kartografii.

*Umiejętności (potrafi):* zastosować właściwe technologie informacyjne do realizacji zadań inżynierskich, obsługiwać program Matlab, przygotować i organizować środowisko projektowe, planować zadania inżynierskie, korzystać z języka programowania oraz z danych geodezyjnych i kartograficznych w oparciu o standardowe narzędzia obliczeniowe, pisać własne funkcje w języku MATLAB. Tworzyć graficzny interfejs użytkownika.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* pracy w zespole, jest zorientowany na poszerzanie wiedzy związanej z rozwojem technologii informacyjnych.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

## **5. Prawo/ Law**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z prawem regulującym postępowania, w których uczestniczy geodeta.

*Treści merytoryczne:* tryb postępowań administracyjnych i administracyjno-sądowych, elementy prawa geologicznego, górniczego, wodnego, lotniczego, budowlanego w zakresie dotyczącym zagadnień geodezyjnych i kartograficznych.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* zakres postępowań i procedur administracyjnych i prawno-sądowych, w których uczestniczy geodeta, dokumenty nadające klauzule wykonalności postępowań geodety.

*Umiejętności (potrafi):* powołać się na wybrany akt prawa z zakresu geodezji i kartografii, gospodarki nieruchomościami, wyszukać akt prawny w Internecie oraz z niego skorzystać w zakresie niezbędnym do rozwiązania postawionego problemu.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* systematycznego podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych przez całe życie.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład.

## **II. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH**

### **1. Geodynamika/Geodynamics**

*Cel kształcenia:* przekazanie wiedzy na temat rozumienia procesów zachodzących na powierzchni Ziemi i w jej wnętrzu, modelowania procesów związanych z dynamiką Ziemi.

*Treści merytoryczne:* podział zjawisk geodynamicznych wg spektrum czasowego i przestrzennego. Tektonika wielkich płyt i ewolucja wnętrza Ziemi. Pojęcie uskoku przesuwczego i transformującego. Podział skorupy na płyty, platformy i kratony litosferyczne. Absolutny układ odniesienia w badaniu ruchu kontynentów. Neotektonika i współczesne ruchy skorupy ziemskiej. Lokalne badania geodynamiczne. Metody wyznaczenia czasu i ruchów bieguna. Techniki SLR, LLR, GPS (IGS) w wyznaczaniu parametrów ruchu obrotowego Ziemi i prędkości zmian współrzędnych. Wpływ deformacji pływowych na kierunek osi obrotu Ziemi i jej prędkość obrotową. Wyznaczanie prędkości ruchów skorupy ziemskiej na podstawie modeli przemieszczania się płyt kontynentalnych. Transformacje pomiędzy globalnymi ziemskimi układami odniesienia.

#### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* pogłębione zagadnienia z zakresu geodezji wyższej i fizycznej oraz geodynamiki, pojęcia globalnego układu odniesień przestrzennych oraz parametrów ruchu obrotowego Ziemi.

*Umiejętności (potrafi):* określać prędkości punktów na powierzchni Ziemi na podstawie różnych modeli ruchów płyt tektonicznych, wykonywać transformacje pomiędzy realizacjami układu ITRF oraz ETRF, wykorzystywać produkty IGS w badaniach geodynamicznych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* samodzielnego rozwiązywania zadań i problemów koncepcyjnych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

### **2. Zaawansowana matematyka/Advanced Mathematics**

*Cel kształcenia:* rozszerzenie wiedzy w zakresie zaawansowanych metod matematycznych mających zastosowania w geodezji i naukach inżyniersko-technicznych.

*Treści merytoryczne:* równania różniczkowe cząstkowe rzędu I i II-go. Klasyfikacja równań rzędu I-go. Zagadnienie Cauchy'ego, zagadnienie Dirichleta, zagadnienie Neumanna, zagadnienie Hankela. Równania hiperboliczne, paraboliczne, eliptyczne, Laplace'a. Rachunek wariacyjny: pojęcie funkcjonału, przykłady, ekstremum funkcjonału.

Pierwsza i druga wariacja. Zagadnienie brachistochrony. Rachunek tensorowy, przestrzenie wektorowe, iloczyn tensorowy przestrzeni wektorowych. Bazy iloczynu tensorowego przestrzeni skończone wymiarowych. Algebra tensorowa a algebra macierzy. Szereg trygonometryczny Fouriera. Szereg zespolony Fouriera. Widmo amplitudowe i fazowe. Przekształcenie Fouriera, transformata Fouriera, własności. Zagadnienie brzegowe. Równania hiperboliczne. Znajdowanie ekstremów funkcjonalów.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* zagadnienia z matematyki, fizyki i innych obszarów właściwych dla studiowanego kierunku studiów przydatne do formułowania i rozwiązywania złożonych zadań z zakresu studiowanego kierunku studiów.

*Umiejętności (potrafi):* podczas formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich integrować wiedzę z zakresu dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla studiowanego kierunku studiów.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* wdrażania i rozwijania idei potrzeby uczenia się przez całe życie, inspirowania i organizowania procesu uczenia się innych osób.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

**3. Zaawansowana teledetekcja satelitarna/Advanced Satellite Remote Sensing**

*Cel kształcenia:* pogłębienie wiedzy w zakresie przetwarzania teledetekcyjnych danych radarowych, ich zastosowań tematycznych oraz metod łączenia z danymi optycznymi.

*Treści merytoryczne:* wprowadzenie do teledetekcji radarowej. Rejestracja danych SAR. Główne charakterystyki amplitudowych obrazów SAR. Zastosowania tematyczne wykorzystujące obrazy amplitudowe. Interferometria SAR narzędziem do budowy NMPT. Różnicowy SAR (DInSAR) narzędziem monitorowania deformacji i przemieszczeń terenu: koncepcje, procesy, analiza przykładów, walidacja. „Persistent Scatterer Interferometry” – koncepcje, procesy/problemy, produkty, omówienie przykładów. „Ground-based SAR Interferometry”. Systemy satelitarne SAR. Zasoby danych SAR, oprogramowanie do cyfrowego przetwarzania danych SAR. Obliczenia w chmurze i infrastruktura do przetwarzania danych masowych. Wstępne przetwarzanie danych Sentinel-1. Kalibracja i normalizacja radiometryczna danych SAR. Filtracje szumu multiplikatywnego (speckle). Korekcje geometryczne obrazów radarowych. Zastosowania danych amplitudowych - monitorowanie zasięgów wód powierzchniowych, upraw rolniczych i użytkowania ziemi. Generowanie modelu wysokości terenu NMPT.

Charakterystyka misji Sentinel-2, radiometryczne wskaźniki szaty roślinnej. "Data fusion".

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* zagadnienia z zakresu zaawansowanych technologii teledetekcji satelitarnej.

*Umiejętności (potrafi):* wykorzystać zaawansowane technologie teledetekcji satelitarnej.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* skutecznie pracować w zespole i organizować współpracę w trakcie wykonywania projektów inżynierskich.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

### **III. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH**

#### **1. Geodezja fizyczna i grawimetria geodezyjna/Physical Geodesy and Gravimetry**

*Cel kształcenia:* poznanie modelu pola siły ciężkości i kształtu Ziemi, systemów wysokości i relacji między nimi. Znaczenia geoidy, przyspieszenia siły ciężkości i odchyłeń pionu.

*Treści merytoryczne:* geodezja fizyczna i jej miejsce w naukach o Ziemi, znaczenie w geodezji, Przypomnienie pojęć podstawowych, równanie Newtona, ruch obrotowy Ziemi. Pole zachowawcze, przyspieszenie i potencjał siły ciężkości oraz związki między nimi (gradient/całka). Równanie Laplace'a, potencjał siły ciężkości w postaci szeregu harmonik sferycznych, Własności harmonik sferycznych, zagadnienia brzegowe BVP. Modele geopotencjału i funkcjonały geopotencjału, Geoida, quasi-geoida, pole normalne, Systemy wysokości. Równanie Brunsa, równanie fundamentalne geodezji fizycznej, Równanie Stokesa, teoria figury Ziemi. Grawimetria naziemna. Grawimetria satelitarna. Redukcje grawimetryczne, Podstawowe wiadomości nt. budowy Ziemi, teoria izostazji.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* pole siły ciężkości Ziemi, zjawiska pływowe, pole magnetyczne Ziemi. Zasady wykonywania absolutnych i względnych pomiarów grawimetrycznych, magnetycznych.

*Umiejętności (potrafi):* obliczyć funkcjonały potencjału zakłócającego stosując programy do syntezy harmonicznej, obliczyć wielkości odniesienia dla rzeczywistego pola siły ciężkości w polu normalnym, obliczyć wielkości fizyczne potrzebne w GNSS i niwelacji wykorzystując globalne i lokalne modele geopotencjału lub geoidy, obliczyć empiryczne funkcje kowariancji w celu wyboru modelu analitycznego i stosuje metodę najmniejszych kwadratów w interpolacji z wykorzystaniem aplikacji naukowych, weryfikować modele

geoidy z wykorzystaniem GNSS i niwelacji, obliczać wysokości w różnych systemach wysokości.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* współpracy w grupie oraz rozszerzania swojej wiedzy w zakresie znaczenia figury Ziemi w różnych zagadnieniach i technikach obserwacji geodezyjnych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **2. Geodezyjne wyznaczanie przemieszczeń/ Geodetic Determination of Displacements**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z metodami badania przemieszczenia się brył, powierzchni, linii, punktów w środowisku naturalnym i antropogenicznym.

*Treści merytoryczne:* charakterystyka geodezyjnych sieci kontrolnych, diagnostyka pomiarów przemieszczeń, identyfikacja bazy odniesienia dla estymowanych przemieszczeń punktów kontrolowanych, definiowanie obliczeniowego układu odniesienia, estymacja przemieszczeń punktów kontrolowanych, statystyczna ocena istotności estymowanych przemieszczeń punktów kontrolowanych, identyfikacja bazy odniesienia i estymacja przemieszczeń punktów kontrolowanych w jednym procesie obliczeniowym, wyznaczanie minimalnych wykrywalnych przemieszczeń punktów kontrolowanych.

### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* etapy pomiarów monitorujących zachowanie się konstrukcji nośnych budynków i nawierzchni drogowych, metody sprawdzania stałości punktów dowiązania, zakres modelowania pomierzonych przemieszczeń.

*Umiejętności (potrafi):* zaplanować i przeprowadzić etapy monitorowania konstrukcji nośnych i nawierzchni drogowych, sprawdzić stałość punktów dowiązania, modelować pomierzone pomieszczenia za pomocą modeli reologicznych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* pracy w grupie podczas realizacji zadań inżynierskich.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **3. Praca magisterska/ Master Thesis**

*Cel kształcenia:* praktyczna pomoc w procesie przygotowywania i opracowywania pracy dyplomowej magisterskiej. Przedstawienie zagadnień związanych ze stroną merytoryczną



realizacji pracy dyplomowej magisterskiej.

*Treści merytoryczne:* analiza przypadków, dyskusja, rozwiązywanie zadań.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* znaczenie pogłębiania wiedzy w dziedzinie geodezji i kartografii, znaczenie planowania, przygotowania i rozwiązywania zagadnień badawczych w ramach realizowanej pracy magisterskiej, potrzebę integracji wiedzy z zakresu przepisów prawa dotyczących geodezji i kartografii dla celów inżynierskich i pozatechnicznych.

*Umiejętności (potrafi):* konstruować poszczególne etapy badawcze realizowane w pracy dyplomowej, korzystać z piśmiennictwa, formułować wnioski, zaprezentować wyniki badań własnych oraz brać udział w dyskusji.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* poszukiwania nowinek technicznych z zakresu geodezji i kartografii, samodzielnego rozwiązywania zadań i problemów koncepcyjnych.

*Forma prowadzenia zajęć:* praca magisterska.

#### **4. Satelitarne techniki pomiarowe/Satellite Survey Techniques**

*Cel kształcenia:* rozumienie działania systemów satelitarnych wykorzystywanych w geodezji i nawigacji. Znajomość metod i technik opracowania obserwacji satelitarnych.

*Treści merytoryczne:* systemy satelitarnego pozycjonowania (GPS, GLONASS, Galileo, Beidou, SBAS). Budowa i możliwości zastosowań odbiorników GNSS. Kodowe i fazowe techniki pozycjonowania GNSS. Formaty danych pomiarowych GNSS. Ogólnokrajowe sieci stacji referencyjnych GNSS. Wyznaczanie pozycji statycznej odbiornika GNSS z wykorzystaniem różnych technik pomiarowych. Wykonanie opracowania obserwacji w post-processingu. Formaty danych pomiarowych. Wyznaczanie pozycji odbiornika ruchomego w czasie rzeczywistym. Wykorzystanie serwisów sieci stacji referencyjnych w post-processingu i w czasie rzeczywistym. Transformacja współrzędnych punktów wyznaczonych za pomocą odbiornika GNSS.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* zasady architektury i działania różnych systemów GNSS, podstawowe warunki satelitarnego wyznaczania pozycji przy użyciu metod obserwacyjnych w trybie post-processingu i w czasie rzeczywistym.

*Umiejętności (potrafi):* zaplanować, wykonać i opracować obserwacje satelitarne GNSS różnymi technikami, obsługiwać odbiorniki satelitarne GNSS, wykorzystywać serwisy

sieci stacji referencyjnych, przeprowadzać kampanie pomiarowe, weryfikować wyniki wyznaczenia pozycji, sporządzać niezbędną dokumentację pomiarową i obliczeniową.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* pracy w zespole wykonując wybrane zadania projektowe, zdefiniowania priorytetów i kolejności dla poszczególnych etapów opracowania obserwacji GNSS i ich weryfikacji, poszerzania swojej wiedzy związanej z rozwojem technik GNSS.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **5. Seminarium dyplomowe/ MA Seminary**

*Cel kształcenia:* poznanie cech i etapów przygotowywania pracy magisterskiej.

*Treści merytoryczne:* zasady pisania i realizacji pracy magisterskiej. Wybór tematu pracy. Zakres przedmiotowy, czasowy realizacji pracy magisterskiej. Etapy badań naukowych. Badania własne autora pracy. Metodologia nauk inżynieryjno-technicznych. Źródła danych. Dobór próby w badaniach naukowych. Układ pracy magisterskiej. Przebieg obrony i egzaminu dyplomowego magisterskiego. Opracowanie referatu seminaryjnego związanego z tematem pracy dyplomowej. Przygotowanie prezentacji multimedialnej.

### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* zasadnicze elementy wiedzy z dziedziny, z której przygotowuje pracę dyplomową; podstawową literaturę przedmiotu z dziedziny obejmującą tematykę pracy.

*Umiejętności (potrafi):* sformułować problem badawczy, temat pracy oraz hipotezę badawczą; rozwiązać określony problem badawczy analizując i interpretując uzyskane wyniki a także formułując właściwe wnioski.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* przestrzegania etycznych zasad przygotowania pracy magisterskiej.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

## **IV. GRUPA TREŚCI ZWIĄZANYCH Z ZAKRESEM KSZTAŁCENIA**

### **IV. A GEODEZJA I TECHNOLOGIE INFORMATYCZNE**

#### **1. Bezzałogowe statki powietrzne (BSP)**

*Cel kształcenia:* teoretyczne i praktyczne aspekty wykorzystania bezzałogowych systemów latających.

*Treści merytoryczne:* międzynarodowe i krajowe organizacje lotnicze. Prawo lotnicze,

przestrzeń powietrzna, personel lotniczy, podstawy aerodynamiki i mechaniki lotu (zasady lotu), podstawy elektroniki, podstawy meteorologii, bezzałogowce: historia, budowa, rodzaje, zastosowanie; świadectwo UAVO; oprogramowania do obróbki danych. Budowa i eksploatacja BSL, naziemna stacja kontroli lotu (przygotowanie trasy nalotu). Wykorzystanie nowoczesnego symulatora lotów bezzałogowymi systemami latającymi Qadcopter, FixedWing, RC-Plane. Zasady sterowania bezzałogowcami, nauka operowania BSL w terenie, nalot fotogrametryczny, opracowanie danych.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* trendy rozwojowe i najistotniejsze nowe osiągnięcia z zakresu bezzałogowych statków latających.

*Umiejętności (potrafi):* planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe dla środowiska UAV (symulator lotów), interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski z wykorzystaniem bezzałogowych statków latających.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* współdziałania i pracy w grupie, przyjmując w niej różne role.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **2. Infrastruktura danych przestrzennych**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z założeniami INSPIRE, w tym utworzonej na podstawie wymienionej dyrektywy infrastruktury danych przestrzennych.

*Treści merytoryczne:* podstawowe pojęcia z zakresu Infrastruktury Informacji przestrzennej (SDI): INSPIRE, NSDI, GSDI. Główne aspekty NSDI: interoperacyjność, harmonizacja, teleinformatyczne bazy danych, dane referencyjne. Zasady tworzenia oraz użytkowania SDI. Organy administracyjne właściwe w sprawach tworzenia SDI. Metadane Infrastruktury Informacji Przestrzennej. Podstawowe standardy SDI. Zalecenia OGC. Partycypacja społeczna a SDI. Węzły Infrastruktury. Architektura informacji. Służby Geodezji i Kartografii we wdrażaniu INSPIRE. Metadane w praktyce. Metadane usług. Metadane zbiorów. Metadane wyszukiwania. Hurtownie danych. Pozyskiwanie danych referencyjnych. Harmonizowanie danych. Tworzenie projektu uwzględniającego standardy infrastruktury informacji przestrzennej. Umieszczenie danych na serwerze SDI. Zarządzanie elementami infrastruktury danych przestrzennych.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* techniki informacyjne w geodezji i kartografii.

*Umiejętności (potrafi):* wykorzystać rozwiązania informacyjne do celów geodezyjnych i kartograficznych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* realizacji samokształcenia przez całe życie.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

### **3. Internet GIS**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z wiedzą teoretyczną oraz rozwiązaniami technicznymi wykorzystywanymi do budowy rozproszonych (Web/Mobile GIS) systemów informacji geograficznej.

*Treści merytoryczne:* wprowadzenie do GIS. Systemy rozproszone a rozproszony GIS. Mobilny GIS, systemy oparte na lokalizacji LBS. Podstawowe komponenty rozproszonego GIS. Architektura klient-serwer, standardy rozproszonych usług GIS. Infrastruktura informacji przestrzennej. Standardy georeferencyjnych usług sieciowych OGC (WMS, WFS, WCS). Wprowadzenie do przestrzennych baz danych. System zarządzania bazą danych. Historia rozwoju systemów prezentujących mapy w sieci (ang. WebMapping). Projektowanie i budowa geoprzestrzennych systemów informacyjnych. Zastosowania rozproszonego GIS. Tworzenie projektu GIS, praca z oprogramowaniem GIS. Pozyskiwanie danych z wykorzystaniem sieci. Mapa bazowa. Wykorzystanie usług sieciowych w projektach GIS. Metody modelowania świata rzeczywistego oraz techniki wizualizacji. Budowa serwisów integrujących dane z wielu źródeł - map mashups. Typy baz danych przestrzennych, schemat bazy danych, tworzenie geobazy i zasilanie danymi. Budowa serwera usług WMS/WFS/WCS. Udostępnianie danych w sieci z wykorzystaniem biblioteki OpenLayer i Google API.

#### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* proces ewolucji systemów GIS, komponenty systemu GIS, działanie systemów rozproszonych i ich wpływ na rozwój technologii GIS, architekturę klient-serwer, standardy budowy rozproszonych serwisów GIS oraz SDI, zasady gromadzenia danych z wykorzystaniem baz danych oraz rolę systemu zarządzania bazą danych, interfejsy programistyczne wykorzystywane do budowy serwisów webmappingu, zasady projektowania i budowy systemów geoinformatycznych.

*Umiejętności (potrafi):* sformułować założenia budowy nowego projektu GIS, zintegrować i przetwarzać dane w różnych formatach, tworzyć strukturę bazy danych i importować do niej dane, prezentować w jaki sposób tworzyć serwer usługi WMS lub WFS,

wykorzystywać różne narzędzia w procesie tworzenia rozproszonych usług sieciowych lub rozwiązań integrujących dane z różnych źródeł typu meshup, publikować mapy z wykorzystaniem standardów usług sieciowych OGC, darmowych lub komercyjnych interfejsów programistycznych (API).

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* bycia liderem pracy w małych zespołach realizujących wybrane zadania projektowe GIS.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

#### **4. Inżynieria systemów informatycznych**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z metodyką projektowania systemów informatycznych oraz narzędziami i technikami wdrażania systemów geoinformacyjnych.

*Treści merytoryczne:* przegląd metodyk projektowych, cykle życia systemu. Notacja UML. Analiza problemu, diagram szkieletu ryby, granice systemu. Analiza potrzeb użytkowników, diagramy przypadków użycia. Perspektywa wewnętrzna, modelowanie systemów biznesowych. Perspektywa zewnętrzna, diagram sekwencji. Perspektywa strukturalna, komponentów, rozlokowania, diagram klas. Prototypowanie. Dokumentacja projektowa. Techniki i narzędzia wdrażania systemu. Zarządzanie projektem. Utrzymanie, administrowanie i rozwój systemu. Zapoznanie z oprogramowaniem do projektowania. Analiza problemu i potrzeb użytkowników. Perspektywa wewnętrzna i zewnętrzna systemu, strukturalna, komponentów i rozlokowania. Zarządzanie projektem. Przygotowanie dokumentacji projektowej.

##### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* oprogramowanie do projektowania oraz sposoby zarządzania projektem.

*Umiejętności (potrafi):* projektować komponenty systemu geoinformacyjnego oraz zarządzać projektami geoinformacyjnymi.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* samodzielnego rozwiązywania zadań i problemów koncepcyjnych, dostrzegania relacji pomiędzy obiektami w przestrzeni, świadomego korzystania z narzędzi geoinformatycznych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

#### **5. Metody prezentacji kartograficznej**

*Cel kształcenia:* przedstawienie teoretycznych zagadnień współczesnej kartografii z odniesieniem do rozwiązań praktycznych w zakresie generalizacji kartograficznej, map w postaci cyfrowej, związków kartografii z wizualizacją, metod przedstawień kartograficznych.

*Treści merytoryczne:* metodyka jako dział kartografii teoretycznej i praktycznej. Modele generalizacji kartograficznej, problemy generalizacji komputerowej: przegląd operatorów i przykłady algorytmów. Wizualizacja numerycznego modelu terenu z perspektywy rozwoju metod przedstawiania rzeźby terenu. Kartografia a semiotyka, teoria języka mapy. Klasyfikacja danych ilościowych i wybrane warianty metod przedstawień kartograficznych. Kartograficzna metoda badań. Wizualizacja w kartografii. Cechy map wirtualnych, atlasy elektroniczne, narzędzia użytkownika w mapach cyfrowych, mapy publikowane w Internecie. Wykorzystanie narzędzi wspomagających pierwotną i wtórną generalizację kartograficzną. Przykłady wizualizacji rzeźby terenu. Automatyzacja opracowania map tematycznych. Projekt zestawu znaków umownych z analizą semiotyczną. Tworzenie przedziałów klasowych z zastosowaniem różnych metod. Analiza funkcji użytkownika wybranych map internetowych.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* w zaawansowanym stopniu zagadnienia ze współczesnej kartografii, analizy przestrzenne oraz metody wizualizacji.

*Umiejętności (potrafi):* przetwarzać, analizować i wizualizować w różnorodny sposób dane przestrzenne.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* poszukiwania nowinek technicznych z zakresu geoinformatyki.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

## **6. Metody statystycznej analizy danych geodezyjnych**

*Cel kształcenia:* podstawy teoretyczne i aplikacyjne metod analizy obserwacji.

*Treści merytoryczne:* rozszerzona teoria błędów obserwacji. Wektory losowe i ich podstawowe parametry opisowe (w nawiązaniu do wektorów obserwacji i ich modeli). Uogólniona teoria metody najmniejszych kwadratów. Parametry opisowe estymatorów UMNK. Podstawy przestrzennej estymacji sekwencyjnej. Parametry Popisowe sekwencyjnych estymatorów. Swobodne układy obserwacyjne. Uogólnione odwrotności macierzy i ich zastosowania w estymacji metodą NK (układy swobodne). Parametry

opisowe estymatorów w układach swobodnych. Probabilistyczne modele obserwacji i metoda największej wiarygodności. Uogólnienie MNW (M-estymacja). Funkcje charakterystyczne w M-estymacji (funkcja wpływu, funkcja rygoru, funkcja wagowa). Układy obserwacyjne zmienne w czasie (modele, parametry). Estymacja parametrów w układach obserwacyjnych zmiennych w czasie. Tendencje rozwoju współczesnych metod analizy i opracowania obserwacji.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* zaawansowane metody opracowania obserwacji.

*Umiejętności (potrafi):* wykonać wyrównanie różnych typów osnów geodezyjnych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* współdziałania i pracy w grupie podczas realizacji różnych projektów inżynierskich, identyfikacji i rozstrzygnięcia problemów związanych z wykonywaniem zawodu geodety.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **7. Multisensorowe systemy pomiarowe**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z nowoczesnymi technologiami pomiarowymi wykorzystującymi innowacyjne sensory i metody pozyskiwania danych m.in. GNSS, INS, altymetria, echosonda, georadar.

*Treści merytoryczne:* wykorzystanie satelitarnej altymetrii radarowej w badaniu powierzchni Ziemi. Systemy inercjalne w nawigacji. Podstawowe informacje o hydrografii, batymetrii i pomiarach głębokości. Podstawy techniki georadarowej. Charakterystyka systemów mobilnych i rozproszonych. Architektura mobilnego systemu GIS. Modelowanie topografii oraz powierzchni wody z danych altymetrii radarowej. Integracja systemów inercjalnych z systemami GNSS. Praktyczne pomiary batymetryczne z wykorzystaniem echosondy ultradźwiękowej i sonaru holowanego. Pomiary z wykorzystaniem georadaru. Konfiguracja sensorów pomiarowych w systemach mobilnych. Dostosowanie przestrzeni roboczej do charakteru pomiarów.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* trendy rozwojowe i najistotniejsze nowe osiągnięcia z zakresu geodezji i kartografii, podstawowe metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu geodezji i kartografii.

*Umiejętności (potrafi):* ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć

(technik i technologii) w zakresie nowoczesnych metod pomiarowych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* oceny znaczenia wiedzy i konieczności stałego podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych.

Forma prowadzenia zajęć: wykład, ćwiczenia.

## **8. Przedmiot do wyboru: Metody numeryczne przetwarzania danych/ Numerical Data Processing Methods**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z metodami numerycznymi stosowanymi w geodezji i systemach informacji przestrzennej.

*Treści merytoryczne:* zadania metod numerycznych, model obliczeniowy - program, środowisko obliczeniowe. Arytmetyka zmiennoprzecinkowa, reprezentacja zmiennoprzecinkowa, standard IEEE 754, błędy zaokrągleń, praktyczne wyznaczanie precyzji arytmetyki, działania w arytmetyce zmiennoprzecinkowej. Równania nieliniowe, rozwiązywanie równań nieliniowych. Wybrane zadania algebry liniowej. Układy równań liniowych. Interpolacja i aproksymacja. Całkowanie i różniczkowanie numeryczne. Operacje na macierzach. Realizacja algorytmu wyrównania ścisłego. Realizacja wybranych algorytmów obliczeniowych z zakresu geodezji i systemów informacji przestrzennej.

### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* metody numeryczne do rozwiązywania zadań obliczeniowych z zakresu geodezji i systemów informacji przestrzennej.

*Umiejętności (potrafi):* zastosować metody numeryczne do rozwiązywania zadań obliczeniowych i analitycznych z zakresu geodezji i systemów informacji przestrzennej z wykorzystaniem narzędzi informatycznych oraz technik programowania algorytmów obliczeniowych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* samodzielnego rozwiązywania zadań i problemów koncepcyjnych, świadomego korzystania z narzędzi geoinformatycznych.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

## **9. Struktury danych i programowanie obiektowe 1**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z podstawowymi strukturami danych oraz standardowymi algorytmami ich obsługi i przetwarzania w wybranym języku programowania obiektowego.



*Treści merytoryczne:* istota programowania obiektowego. Klasa i ich typy, metody, właściwości oraz elementy programowania abstrakcyjnego, hermetyzacji, polimorfizmu i dziedziczenia. Struktura i podstawowe definicje: list, kolejek, stosów, drzew, grafów. Przykłady struktur zapisu danych. Wybrane algorytmy analiz danych przestrzennych. Algorytmy rekurencyjne, sortowania i analizy danych oraz procedury kompresji. Analiza złożoności algorytmów. Formy dostępu do danych (różne typy składowania danych). Podstawowe wiadomości na temat współczesnych hurtowni danych Optymalizacja SQL.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawowe analizy danych oraz standardowe algorytmy ich obsługi i przetwarzania wybranym języku programowania obiektowego.

*Umiejętności (potrafi):* wykorzystać wybrane algorytmy danych przestrzennych, algorytmy rekurencyjne, sortowania i analizy danych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* uczenia się przez całe życie, inspirowania i organizowania procesu uczenia się innych osób.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **10. Struktury danych i programowanie obiektowe 2**

*Cel kształcenia:* obsługa i przetwarzanie w wybranym języku programowania obiektowego.

*Treści merytoryczne:* praca w środowisku (Delphi/Lazarus), struktura projektu. Programowanie obiektowe, implementacja elementarnych klas obiektów związanych z geometrią zero- jedno- i dwuwymiarową. Elementy programowania: abstrakcyjność, hermetyzacja, polimorfizm i dziedziczenie. Analiza elementarnych problemów przestrzennych i propozycje ich rozwiązania w oparciu o zdefiniowane klasy. Tworzenie algorytmu funkcjonalnego. Dobór optymalnej struktury danych dla proponowanej ścieżki rozwiązania postawionego problemu.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* analizy teoretyczne w implementacjach realizowanych w środowisku programowym Object Pascal (Delphi/Lazarus).

*Umiejętności (potrafi):* wykorzystać analizy teoretyczne w implementacjach realizowanych w środowisku programowym Object Pascal (Delphi/Lazarus).

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* uczenia się przez całe życie, inspirowania

i organizowania procesu uczenia się innych osób.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **11. Techniki geowizualizacji**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z różnymi metodami prezentacji i wizualizacji danych dotyczących obiektów, zjawisk i procesów obserwowanych i zachodzących na Ziemi.

*Treści merytoryczne:* podstawy teoretyczne geowizualizacji. Zastosowania wizualizacji danych przestrzennych. Przegląd podstawowych technik i rozwiązań technologicznych geowizualizacji. Podstawowe metody prezentacji kartograficznej, tzw. model kartograficzny danych przestrzennych. Prezentacja graficzna powierzchni terenu. Wizualizacja 3D, interaktywna i dynamiczna - prezentacja multimedialna i animacja danych przestrzennych. Mapy w Internecie. Język KML i CityGML. Standard X3D. Trójwymiarowy GIS. Wizualizacja z uwzględnieniem czasu i niepewności. Technologia 3D/4D GIS. Prezentacja wyników analiz przestrzennych w środowisku GIS. Wizualizacja Powierzchni terenu. Przegląd wizualizacji map w Internecie. Model budynku w języku KML i/lub CityGML. Opracowanie animowanej sceny w standardzie X3D. Funkcjonalność 3D GIS.

### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* metody analiz przestrzennych i metody wizualizacji.

*Umiejętności (potrafi):* przetwarzać, analizować i wizualizować w różnorodny sposób dane przestrzenne.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* samodzielnego rozwiązywania zadań i problemów koncepcyjnych, obrazowego ilustrowania problemów przestrzennych, świadomego korzystania z narzędzi geoinformatycznych.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

## **12. Zaawansowane analizy geoprzestrzenne**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z metodyką zaawansowanych analiz geoprzestrzennych w trakcie rozwiązywania złożonych problemów przestrzennych.

*Treści merytoryczne:* metodyka modelowania. Zaawansowane modele danych. Obiektowość w modelowaniu danych przestrzennych. Integrowanie modeli przestrzennych. Hybrydowe i osadzone modele systemów geoinformacyjnych. Testowanie hipotez. Multikryterialne podejmowanie decyzji. Modele autonomiczne. Automaty

komórkowe. Sztuczna inteligencja w modelowaniu przestrzennym. Algebra map. Łączenie modeli. Testowanie modelu. Zdefiniowanie problemu. Stworzenie modelu konceptualnego. Wybór reprezentacji danych. Określenie sposobu kodowania danych. Wybór modelu danych przestrzennych. Zakodowanie danych w środowisku cyfrowym. Harmonizacja danych. Zbudowanie topologii. Dobór analiz przestrzennych i modelowania. Zastosowanie właściwej technologii modelowania.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* zaawansowane analizy atrybutowo-przestrzenne, metody modelowania właściwe dla rozwiązania danego problemu.

*Umiejętności (potrafi):* opracować model danych dostosowany do złożoności problemu, wykonać zaawansowane analizy atrybutowo-przestrzenne.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* postępowania zgodnie z paradygmatem geoinformatyki.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

**13. Zaawansowane techniki programowania 1**

*Cel kształcenia:* rozwinięcie umiejętności programowania w zakresie tworzenia aplikacji stacjonarnych i sieciowych.

*Treści merytoryczne:* programowanie obiektowe, imperatywne, języki programowania, kompilatory, interpretery, środowiska RAD. Konstrukcja programu komputerowego. Organizacja projektu w środowisku RAD, pakiety, komponenty, moduły. Elementy inżynierii oprogramowania, konstruowanie aplikacji, specyfikacja wymagań, projektowanie i fazy rozwoju produktu informatycznego. Wykorzystanie UML do modelowania aplikacji. Zewnętrzne źródła danych.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* zasady projektowania i tworzenia programu komputerowego na podstawie opracowanego algorytmu, różne technologie tworzenia aplikacji,

*Umiejętności (potrafi):* samodzielnie zaprojektować algorytm programu, wykorzystać możliwość programowania w systemach CAD/GIS, dobrać technologię programistyczną do konkretnego zagadnienia.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* samodzielnego rozwiązywania zadań i problemów koncepcyjnych, świadomego dostrzegania relacji pomiędzy obiektami w przestrzeni,

obrazowego ilustrowania problemów przestrzennych, świadomego korzystania z narzędzi geoinformatycznych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

#### **14. Zaawansowane techniki programowania 2**

*Cel kształcenia:* przygotowanie do współpracy z programistami w ramach przedsięwzięć informatycznych oraz samodzielnego rozwiązywania problemów geodezyjnych w środowiskach CAD/GIS.

*Treści merytoryczne:* obsługa dostępu do plików. Praktyczne przypomnienie zasad konstruowania programu komputerowego, programowanie imperatywne w językach wysokiego poziomu. Programowanie obiektowe, zasady organizacji projektu w środowisku RAD, pakiety, komponenty, moduły. Programowanie oparte na zdarzeniach, obsługa wyjątków, zewnętrzne źródła danych.

#### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* różnorodne technologie tworzenia aplikacji.

*Umiejętności (potrafi):* zaprojektować algorytm programu, tworzyć programy komputerowe na podstawie opracowanego algorytmu, wykorzystać możliwość programowania w systemach CAD/GIS, dobrać technologię programistyczną do konkretnego zagadnienia.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* samodzielnego rozwiązywania zadań i problemów koncepcyjnych, świadomego dostrzegania relacji pomiędzy obiektami w przestrzeni, obrazowego ilustrowania problemów przestrzennych, świadomego korzystania z narzędzi geoinformatycznych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

### **IV.B TECHNOLOGIE SATELITARNE W GEOMATYCE**

#### **1. Bezzałogowe Statki Powietrzne (BSP)**

*Cel kształcenia:* teoretyczne i praktyczne aspekty wykorzystania bezzałogowych systemów latających.

*Treści merytoryczne:* międzynarodowe i krajowe organizacje lotnicze. prawo lotnicze, przestrzeń powietrzna, personel lotniczy, podstawy aerodynamiki i mechaniki lotu (zasady lotu), podstawy elektroniki, podstawy meteorologii, bezzałogowce: historia, budowa, rodzaje, zastosowanie, świadectwo UAVO, oprogramowania do obróbki danych. Budowa

i eksploatacja BSL, naziemna stacja kontroli lotu (przygotowanie trasy nalotu). Wykorzystanie nowoczesnego symulatora lotów bezzałogowymi systemami latającymi Qadcopter, FixedWing, RC-Plane. Zasady sterowania bezzałogowcami, nauka operowania BSL w terenie, nalot fotogrametryczny, opracowanie danych.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* trendy rozwojowe i najistotniejsze nowe osiągnięcia z zakresu bezzałogowych statków latających.

*Umiejętności (potrafi):* planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe dla środowiska UAV (symulator lotów), interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski z wykorzystaniem bezzałogowych statków latających.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* współdziałania i pracy w grupie, przyjmując w niej różne role.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **2. Geowizualizacja / Geovisualization**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z różnymi metodami prezentacji i wizualizacji danych dotyczących obiektów oraz możliwości wykorzystania geowizualizacji w źródłach pozyskania geoinformacji. Zapoznanie z wizualizacją rozmieszczenia zjawisk, wizualizacją zróżnicowania informacji ilościowych i jakościowych, wizualizacją relacji informacyjnych.

*Treści merytoryczne:* teoretyczne podstawy geowizualizacji, wizualizacja kartograficzna, prezentacja trzeciego wymiaru oraz wymiaru czasowego, wykorzystanie multimediów w procesie geowizualizacji.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* w zaawansowanym stopniu zagadnienia z kartografii, analiz przestrzennych oraz metod wizualizacji w zakresie geowizualizacji informacji.

*Umiejętności (potrafi):* przygotować opracowania, w których wykorzystuje się dane środowiskowe i przestrzenne, korzystać i przetwarzać dane z dużych zbiorów danych w celu wizualizacji tych informacji na opracowaniach mapowych, wykorzystać narzędzia, metody i techniki pozyskiwania, wyszukiwania, harmonizacji i optymalizacji danych oraz informacji z różnych źródeł na potrzeby geowizualizacji.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* poznawania nowości i innowacyjnych rozwiązań

z zakresu geowizualizacji.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

### **3. Metody opracowania danych GNSS**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z metodami stosowanymi w procesie opracowania obserwacji GNSS.

*Treści merytoryczne:* obliczenia macierzowe, elipsoidy błędów, model matematyczny wyrównania (wyrównanie z warunkami wiążącymi parametry, wyrównanie wielogrupowe, wyrównanie z modelem słabo uwarunkowanym, regularyzacja zadania wyrównawczego), równania obserwacyjne i kombinacje liniowe obserwacji GNSS, obliczanie orbit, wyznaczanie pozycji autonomicznej (SPP), wyznaczania pozycji metodą DGPS, wyznaczanie nieoznaczoności pomiaru fazowego, metoda LAMBDA, metoda MAFA, obliczenia macierzowe, wyznaczanie elipsoidy błędów, wyrównanie z różnymi modelami matematycznymi w zadaniach precyzyjnego pozycjonowania, wyznaczanie pozycji autonomicznej (SPP), wyznaczanie pozycji metodą DGPS, wyznaczanie pozycji metodą RTK.

#### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* w rozszerzonym zakresie wiedzę związaną z przygotowaniem matematycznym w zakresie geodezji i kartografii i metodami stosowanymi w procesie opracowania obserwacji GNSS.

*Umiejętności (potrafi):* planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* kreatywnego, samodzielnego rozwiązywania zadań i problemów koncepcyjnych, świadomego korzystania z narzędzi geoinformatycznych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

### **4. Mobilne systemy pomiarowe**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z nowoczesnymi platformami pomiarowymi wykorzystywanymi do pozyskiwania danych przestrzennych. Prezentacja podstawowych komponentów sprzętowych i sensorów pomiarowych oraz metod pozyskiwania i przetwarzania danych terenowych z wykorzystaniem skaningu laserowego (MLS, ALS, TLS, PLS). Zapoznanie z metodami pozwalającymi na przygotowanie pomiaru, pozyskanie

geodanych oraz procedurą przetwarzania i opracowania pozyskanych danych.

*Treści merytoryczne:* wprowadzenie do mobilnych platform pomiarowych. Charakterystyka mobilnego skaningu laserowego (MLS). Wady i zalety technologii MLS. Procedura pozyskiwania i przetwarzania danych MLS. Metodologia przechowywania złożonych zbiorów danych. Definicja dokładności, precyzji oraz rozdzielczości danych. Procedury kontroli jakości pozyskanych danych. Sztuczna inteligencja i jej zastosowania do przetwarzania danych. Modelowanie danych przestrzennych na potrzeby GIS/BIM. Zastosowania mobilnych platform pomiarowych.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* trendy rozwojowe i najistotniejsze nowe osiągnięcia z zakresu geodezji i kartografii. Podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy realizacji pomiarów z wykorzystaniem mobilnych zestawów pomiarowych. Podstawowe pojęcia związane z pomiarami mobilnymi, podstawowe komponenty typowego systemu MLS, ALS, platformy pomiarowej oraz zasady ich integracji. Komputerowe narzędzia do przetwarzania danych ze skaningu oraz metody ich przetwarzania oraz przechowywania. Zastosowania mobilnych zestawów pomiarowych w różnych dziedzinach.

*Umiejętności (potrafi):* ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć (technik i technologii) w zakresie nowoczesnych metod pomiarowych. Formułować założenia budowy projektu pomiarowego. Planować kampanię pomiarową. Przeprowadzać pomiary terenowe z wykorzystaniem zaprojektowanego rozwiązania. Opracowywać wyniki pomiaru i sporządzać modele 3D.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* doceniania znaczenia wiedzy i konieczności stałego podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **5. Modelowanie geodanych**

*Cel kształcenia:* poznanie technologii gromadzenia i przetwarzania, udostępniania informacji przestrzennych, opracowywania map cyfrowych w zastosowaniach inżynierskich. Opanowanie umiejętności wykorzystywania narzędzi geomatycznych do rozwiązywania zadań współczesnej geodezji i kartografii.

*Treści merytoryczne:* zastosowanie kodowanych danych pomiarowych, w tym archiwalnych zbiorów geodanych i pozyskanych w pomiarze aktualizacyjnym, do opracowywania mapy cyfrowej. Przetwarzanie i udostępnianie zgromadzonych geodanych

oraz generowanie prezentacji graficznej i wizualizacji opracowanej bazy danych przestrzennych.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* technologie gromadzenia i przetwarzania oraz udostępniania informacji przestrzennych; technologię opracowywania map cyfrowych; wykorzystanie narzędzi geomatycznych do rozwiązywania zadań współczesnej geodezji i kartografii.

*Umiejętności (potrafi):* opracować mapy cyfrowe, wykorzystać narzędzia geomatyczne do rozwiązania zadań współczesnej geodezji i kartografii.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* przyjmowania odpowiedzialności za właściwy dobór technik pomiarowych i wykorzystania archiwalnych geodanych, sumiennego wykonywania opracowań geodezyjno-kartograficznych i innych powierzonych zadań.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **6. Nawigacja satelitarna 1**

*Cel kształcenia:* zrozumienie podstaw nawigacji, metod i technicznych środków do bezpiecznego kierowania obiektami po zadanej trasie; określanie pozycji.

*Treści merytoryczne:* wprowadzenie do nawigacji. Rys historyczny nawigacji. Podstawy matematyczne nawigacji. Fizyczne pola kuli ziemskiej. Systemy czasu, pomiar czasu. Mapy, odwzorowania, układy współrzędnych. Mapy elektroniczne. Standardy morskie i lotnicze. Nawigacja terestryczna. Astronawigacja. Radionawigacja. Systemy klasyczne i hiperboliczne. Charakterystyka systemów i serwisów GNSS wykorzystywanych w procesie nawigacji. Jednostki miary używane w nawigacji. Współrzędne geograficzne. Zboczenie nawigacyjne. Systemy określania kierunków w nawigacji. Róża wiatrów. Zamiana kierunków. Kursy i namiary. Pole magnetyczne Ziemi i statku morskiego/ statku powietrznego. Kompas magnetyczny. Geodezyjne układy współrzędnych. Geoida. Prędkość i droga statku. Nawigacja po loksodromie. Nawigacja po ortodromie. Podstawowe cechy nawigacyjnych odbiorników GNSS. Praktyczna konfiguracja i obsługa odbiornika nawigacyjnego GNSS.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawowe pojęcia z zakresu nawigacji satelitarnej; charakteryzuje teoretyczne podstawy zagadnień wykorzystywanych w określeniu pozycji, kursu i prędkości w nawigacji morskiej, lotniczej i lądowej.



*Umiejętności (potrafi):* obliczyć zadania i parametry nawigacyjne; korzystać i eksploatować urządzenia nawigacyjne, interpretować dane nawigacyjne, rozwiązywać problemy związane z bezpieczeństwem nawigacji.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* pracy w zespole wykonując wybrane zadania nawigacyjne, poszerzania wiedzy związanej z rozwojem nawigacji, nowych narzędzi, aplikacji i technologii GNSS.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **7. Nawigacja satelitarna 2**

*Cel kształcenia:* praktyczne zastosowania technologii GNSS w nawigacji.

*Treści merytoryczne:* charakterystyka systemów i serwisów GNSS wykorzystywanych w procesie nawigacji. Jednostki miary używane w nawigacji. Współrzędne geograficzne. Zboczenie nawigacyjne. Systemy określania kierunków w nawigacji. Róża wiatrów. Zamiana kierunków. Kursy i namiary. Pole magnetyczne Ziemi i statku morskiego/ statku powietrznego. Kompas magnetyczny. Geodezyjne układy współrzędnych. Geoida. Prędkość i droga statku. Nawigacja po loksodromie. Nawigacja po ortodromie. Podstawowe cechy nawigacyjnych odbiorników GNSS. Praktyczna konfiguracja i obsługa odbiornika nawigacyjnego GNSS.

### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* jednostki miary, systemy kierunków, kursy i namiary, poprawki kompasów, techniki wykorzystujące technologię satelitarną w procesie nawigacji.

*Umiejętności (potrafi):* koordynować, kontrolować i oceniać proces nawigacji z wykorzystaniem urządzeń nawigacyjnych, opracowywać dane nawigacyjne, planować proces nawigacji, posługiwać się odbiornikami GNSS; rozwiązywać problemy związane z bezpieczeństwem nawigacji.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* pracy w zespole wykonując wybrane zadania nawigacyjne, poszerzenia swojej wiedzy związanej z rozwojem nawigacji, nowych narzędzi, aplikacji i technologii GNSS.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **8. Obserwacje Ziemi**

*Cel kształcenia:* poznanie technologii przetwarzania danych, modyfikacji sygnału, wyznaczania GIA.

*Treści merytoryczne:* podstawowe pojęcia w geodyamice. Klasyczne metody pola siły ciężkości, inne metody wyznaczania pola grawitacyjnego, sztuczne satelity, przetwarzanie danych, zależność geodynamiki i redystrybucji masy, hydro sfera, ziemia sztywna, atmosfera, GIA, funkcja pobudzenia ruchu bieguna.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* technologie gromadzenia i przetwarzania danych geodynamicznych, wykorzystanie narzędzi geomatycznych do rozwiązywania zadań współczesnej geodezji i kartografii.

*Umiejętności (potrafi):* zbadać modyfikacje sygnału, wyznaczyć GIA, wykorzystać narzędzia geomatyczne do rozwiązania zadań współczesnej geodezji i kartografii.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* przyjmowania odpowiedzialności za właściwy dobór technik pomiarowych i wykorzystania geodanych, sumiennego wykonywania opracowań geodezyjno-kartograficznych i innych powierzonych zadań.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **9. Pomiary batymetryczne**

*Cel kształcenia:* nabycie wiedzy ogólnej z zakresu hydrografii oraz szczegółowej wiedzy w zakresie batymetrii śródlądowej. Nabycie umiejętności posługiwania się współczesnymi metodami i technikami wykonywania śródlądowych pomiarów batymetrycznych.

*Treści merytoryczne:* hydrografia i batymetria: podstawowe pojęcia i definicje. Standardy prac hydrograficznych. Podstawowe systemy pomiarowe. Prowadzenie sondażu hydroakustycznego. Integracja systemu pozycjonowania GNSS i systemu pomiaru głębokości. Zintegrowany System Batymetryczny. Podstawowe błędy pomiarowe. Jednowiązkowa sonda ultradźwiękowa. Kalibracja echosondy. Projektowanie profili pomiarowych. Zasady prowadzenia sondażu hydroakustycznego. Opracowanie, filtracja i kompresja surowych danych. Tworzenie map batymetrycznych i Numerycznego Modelu Terenu dna.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* na zaawansowanym poziomie kluczowe zagadnienia z zakresu hydrografii, standardy prac hydrograficznych, batymetrię śródlądową, prowadzenie jednowiązkowego sondażu hydroakustycznego, zintegrowany system batymetryczny, metody i techniki pomiarowe, najnowsze trendy rozwoju technik hydrograficznych.

*Umiejętności (potrafi):* wykorzystać wiedzę teoretyczną w zadaniach praktycznych z hydrografii, zaplanować pomiary i eksperymenty batymetryczne, wykonywać kalibrację systemu hydrograficznego, używać jednowiązkowej sondy ultradźwiękowej, kontrolować i nadzorować poprawną pracę systemu batymetrycznego, analizować zarejestrowane obserwacje, ocenić możliwość wykorzystania nowych metod pomiarowych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* współdziałania i pracy w grupie, organizacji i koordynacji pomiaru batymetrycznego.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **10. Pomiary georadarowe**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z nowoczesnymi technologiami pomiarowymi wykorzystującymi innowacyjne sensory i metody pozyskiwania danych m.in. georadar.

*Treści merytoryczne:* podstawy techniki georadarowej. Zapoznanie z technicznym użytkowaniem georadaru. Wykonanie pomiarów testowych. Transfer danych do komputera. Opracowanie i interpretacja wyników. Technologia GPR - zasada działania, urządzenia, zastosowanie, opracowanie wyników, filtracja obrazu.

### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawy techniki georadarowej, zasady transferu danych georadarowych, techniki i narzędzia georadarowe przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu geodezji i kartografii.

*Umiejętności (potrafi):* wykorzystać georadar do pomiarów oraz opracować wyniki pomiarów.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* oceny znaczenia wiedzy i konieczności stałego podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **11. Programowanie GIS**

*Cel kształcenia:* przygotowanie do realizacji zadań związanych z automatyzacją procesu przetwarzania danych w systemach GIS z wykorzystaniem języka Python.

*Treści merytoryczne:* wprowadzenie do GIS oraz języka Python, Geoprzetwarzanie danych w GIS, Podstawy języka Python, Moduły i funkcje (przeгляд bibliotek języka Python), źródła danych geoprzestrzennych i ich przetwarzanie z wykorzystaniem języka Python, przetwarzanie danych geoprzestrzennych z wykorzystaniem języka Python, GIS a bazy

danych, praca z bazami danych z wykorzystaniem języka Python. Dostosowanie środowiska GIS, ArcGIS ModelBuilder/QGIS GraphicalModeller, język Python a wybór środowiska programistycznego IDE, podstawy języka Python, operacje wejścia/wyjścia na plikach w formacie GIS, obsługa błędów i wyjątków, tworzenie funkcji i klas w języku Python, praca z danymi geoprzestrzennymi, obsługa baz danych.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawowe pojęcia i metody wykorzystywane w programowaniu obiektowym, techniki programowania z wykorzystaniem języka Python. Możliwości rozszerzenia oprogramowania GIS za pomocą skryptów i języków programowania.

*Umiejętności (potrafi):* wykorzystać nowoczesne rozwiązania technologiczne do automatyzacji zadań. Przygotować modele GIS z wykorzystaniem istniejących narzędzi, tworzyć nowe narzędzia z wykorzystaniem języka Python. Tworzyć aplikacje rozwiązujące wybrane zadania geoprzestrzenne. Wykorzystywać język Python do komunikacji z bazą danych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* bycia liderem lub pracy w małych zespołach realizujących wybrane zadania programistyczne. Poszerzania swojej wiedzy związanej z programowaniem.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **12. Zaawansowane metody opracowania obserwacji**

*Cel kształcenia:* rozumienie działania systemów satelitarnych wykorzystywanych w geodezji. Znajomość metod i technik zaawansowanego opracowania obserwacji satelitarnych.

*Treści merytoryczne:* globalne i regionalne systemy i układy odniesienia stosowane w geodezji. Satelitarne metody precyzyjnego pozycjonowania. Modele matematyczne precyzyjnego pozycjonowania satelitarnego. Zaawansowane techniki pozycjonowania. Źródła błędów obserwacji satelitarnych. Zaawansowane zastosowania systemów GNSS. Konwersja i analiza plików obserwacyjnych. Redukcja wpływu opóźnienia troposferycznego i jonosferycznego. Analiza szeregów czasowych wyników obserwacji satelitarnych. Metoda precise point positioning. Transformacja współrzędnych między układami ziemskimi. Zaawansowane zastosowania obserwacji satelitarnych.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* zakres zaawansowanych metod pomiaru w geodezji.

*Umiejętności (potrafi):* zaplanować, przeprowadzić i opracować wyniki precyzyjnych pomiarów satelitarnych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* uzupełniania i doskonalenia nabytej wiedzy i umiejętności, współdziałania i pracy w grupie.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

### **13. Zastosowania GNSS**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z nowoczesnymi technologiami GNSS.

*Treści merytoryczne:* możliwości zastosowania systemów satelitarnego pozycjonowania, systemy SBAS, aspekty kinematycznego pozycjonowania GNSS, integracja pomiarów GNSS z innymi sensorami, zastosowanie odbiorników GNSS w nawigacji lotniczej, wodnej, lądowej i rolnictwie.

#### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawy techniki i wykorzystanie techniki pomiarowej w technologii GNSS, techniki i narzędzia GNSS do rozwiązywania złożonych zadań inżynierskich z zakresu geodezji i kartografii.

*Umiejętności (potrafi):* wykonać pomiary satelitarne oraz opracować wyniki pomiarów.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* oceny znaczenia wiedzy i konieczności stałego podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **IV. C GEODEZJA INŻYNIERYJNA**

### **1. Ćwiczenia terenowe z geodezji**

*Cel kształcenia:* nabycie umiejętności pomiaru przemieszczeń i odkształceń z opracowaniem wyników pomiarów.

*Treści merytoryczne:* pomiar obiektu inżynierskiego i opracowanie wyników z wykorzystaniem wektorowego pola przemieszczeń.

#### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* praktyczne zastosowanie poznanych metod pomiarowych i sposobu opracowania wyników.

*Umiejętności (potrafi):* zastosować poznane metody pomiarowe i sposoby opracowania wyników.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* zarządzania pracą zespołu pomiarowego, pracy w grupie, sumiennego wykonywania obowiązków.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

## **2. Fotogrametria inżynierska**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z zasadami oraz opracowaniami fotogrametrii bliskiego zasięgu.

*Treści merytoryczne:* wprowadzenie do fotogrametrii bliskiego zasięgu. Proces fotogrametryczny od obiektu do modelu. Podstawowe metody pomiarów bezkontaktowych. System fotogrametrii analogowej i cyfrowej. Produkty fotogrametrii bliskiego zasięgu. Aplikacje inżynierskie i przemysłowe. Układy współrzędnych i transformacje w fotogrametrii. Rekonstrukcja obiektów: pojedyncze zdjęcie, stetogram, zdjęcia wielokrotne, „image matching”.

### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* zaawansowane metody z zakresu fotogrametrii analitycznej i cyfrowej w aplikacjach inżynierskich bliskiego zasięgu.

*Umiejętności (potrafi):* korzystać z analitycznych i cyfrowych metod fotogrametrii bliskiego zasięgu w zadaniach inżynierskich oraz specjalnych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* przyjmowania odpowiedzialności za właściwy dobór i wykorzystanie metod, sumiennego wykonywania obowiązków oraz pomocy kolegom i podwładnym w powierzonym zadaniach.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **3. Geodezyjne opracowanie tras komunikacyjnych**

*Cel kształcenia:* nabycie wiedzy i umiejętności geodezyjnego opracowania tras drogowych w pracach budowlanych i renowacyjnych z wykorzystaniem nowoczesnych systemów komputerowych.

*Treści merytoryczne:* ogólne informacje o transporcie. Projektowanie i modernizacja tras drogowych. Trasy kolejowe. Regulacja szlaków wodnych.

### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* akty prawne regulujące warunki techniczne opracowania geodezyjnego tras komunikacyjnych, konstrukcje geometryczne wykorzystywane podczas projektowania dróg kołowych oraz budownictwa wodnego.

*Umiejętności (potrafi):* wykorzystać nowoczesne narzędzia projektowania i opracowania geodezyjnego projektu – Civil 3D w niezbędnym zakresie.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* pracy w grupie, postępowania zgodnie z zasadami opisanymi w aktach prawnych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

#### **4. Mapa numeryczna w zastosowaniach inżynierskich**

*Cel kształcenia:* poznanie technologii gromadzenia i przetwarzania, udostępniania informacji przestrzennych, opracowywania map cyfrowych w zastosowaniach inżynierskich. Opanowanie umiejętności wykorzystywania narzędzi geomatycznych do rozwiązywania zadań współczesnej geodezji i kartografii.

*Treści merytoryczne:* zastosowanie kodowanych danych pomiarowych, w tym archiwalnych zbiorów geodanych i pozyskanych w pomiarze aktualizacyjnym, do opracowywania mapy cyfrowej. Przetwarzanie i udostępnianie zgromadzonych geodanych oraz generowanie prezentacji graficznej i wizualizacji opracowanej bazy danych przestrzennych.

#### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* technologie gromadzenia i przetwarzania oraz udostępniania informacji przestrzennych, technologię opracowywania map cyfrowych, wykorzystanie narzędzi geomatycznych do rozwiązywania zadań współczesnej geodezji i kartografii.

*Umiejętności (potrafi):* opracować mapy cyfrowe, wykorzystać narzędzia geomatyczne do rozwiązania zadań współczesnej geodezji i kartografii.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* przyjmowania odpowiedzialności za właściwy dobór technik pomiarowych i wykorzystania archiwalnych geodanych, sumiennego wykonywania opracowań geodezyjno-kartograficznych i innych powierzonych zadań.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

#### **5. Przedmiot do wyboru: Kartografia tematyczna/ Thematic Mapping**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z tematycznymi opracowaniami kartograficznymi.

*Treści merytoryczne:* podstawy rozumienia, czytania, edycji, tematycznych opracowań kartograficznych w obowiązującym standardzie w postaci opracowań analogowych i cyfrowych z wykorzystaniem różnych narzędzi informatycznych i rozwiązań klasycznych. Podstawy realizacji kartograficznych opracowań tematycznych 2 i 3D.

### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* tematyczne opracowania kartograficzne analogowych i cyfrowych.

*Umiejętności (potrafi):* odczytać informacje zawarte na mapie, zrozumieć ją, wykonać tematyczne opracowanie kartograficzne zgodnie z obowiązującymi przepisami w postaci analogowej i numerycznej.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* analizowania nowości technicznych z zakresu geoinformatyki, ciągłego dokształcania się.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **6. Podstawy geometrycznej analizy deformacji**

*Cel kształcenia:* uzyskanie wiedzy w zakresie opracowania geodezyjnych wyników pomiarów przemieszczeń i deformacji.

*Treści merytoryczne:* redukcja wektorów GNSS z układu geocentrycznego do układu – topocentrycznego – właściwego dla wyznaczania przemieszczeń i deformacji obiektów inżynierskich. Estymacja przemieszczeń punktów kontrolowanych obiektów metodą IWST. Wyznaczanie przemieszczeń i deformacji obiektów inżynierskich podejściem klasycznym. Wyznaczanie przemieszczeń i deformacji podejściem bazującym na kryterium informacyjnym. Estymacja kinematycznych parametrów przemieszczeń punktów kontrolowanych. Transformacja układu odniesienia dla przemieszczeń punktów kontrolowanych. Monitoring strukturalny przemieszczeń punktów kontrolowanych obiektów inżynierskich.

### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* zakres geodezyjnych pomiarów przemieszczeń, wszystkie etapy geodezyjnych pomiarów przemieszczeń oraz metody opracowania wyników pomiarów przemieszczeń, zasady modelowania estymowanych przemieszczeń punktów.

*Umiejętności (potrafi):* zaplanować i przeprowadzić wszystkie etapy geodezyjnych pomiarów przemieszczeń.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* współdziałania i pracy w grupie podczas realizacji różnych projektów inżynierskich.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **7. Podstawy geotechniki**

*Cel kształcenia:* uzyskanie wiedzy w zakresie podstaw geotechniki.



*Treści merytoryczne:* przegląd zagadnień geotechnicznych. Klasyfikacja gruntów. Właściwości fizyczne i mechaniczne. Woda w gruncie i zjawiska z nią związane. Zabezpieczenie przed skutkami filtracji. Agresywność korozyjna środowiska wodno-gruntowego. Naprężenie w gruncie. Odkształcenia i przemieszczenia w gruncie. Ścisłość gruntu i związki naprężenie-odkształcenie. Wytrzymałość gruntu na ścinanie. Nośność podłoża gruntowego. Parcie i odpór gruntu. Stateczność skarp i zboczy. Wzmocnienie i uszczelnianie podłoża gruntowego. Wpływ mrozu na grunty.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* zakres geodezji inżynierskiej w realizacji zadań inżynierskich, budownictwa i inżynierii lądowej.

*Umiejętności (potrafi):* zaplanować i przeprowadzić pomiary inżynierskie.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* współdziałania i pracy w grupie podczas realizacji różnych projektów inżynierskich.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład.

## **8. Podstawy konstrukcji budowlanych**

*Cel kształcenia:* zdobycie wiedzy z zakresu: prawa budowlanego, warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, podstawowych pojęć stosowanych w budownictwie, rodzajów budowli i konstrukcji inżynierskich, elementów, układów i ustrojów konstrukcyjnych budynków, zasad posadowienia budynków, sposobów zakładania izolacji akustycznych, cieplnych, przeciwwilgociowych i wodochronnych w budynkach. Nabycie umiejętności rozróżniania i klasyfikacji obiektów budowlanych, projektowania architektonicznego budynków jednorodzinnych z uwzględnieniem uwarunkowań prawnych i konstrukcyjnych.

*Treści merytoryczne:* prawo budowlane. Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Posadowienie obiektów budowlanych. Fundamentowanie bezpośrednie. Fundamentowanie pośrednie. Materiały i zasady wykonywania murów. Ściany. Ściany murowe. Kominy, ściany kominowe. Stropy na belkach stalowych, żelbetowe. Stropy gęstożebrowe. Dachy. Wiązary dachowe. Pokrycia dachowe, odprowadzanie wód. Stropodachy, tarasy, balkony.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* zasady pracy konstrukcji budowlanych.

*Umiejętności (potrafi):* przeprowadzić pomiary napięć w konstrukcjach budowlanych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* współdziałania i pracy w grupie podczas realizacji różnych projektów inżynierskich.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład.

## **9. Specjalistyczne instrumenty w pomiarach inżynierskich**

*Cel kształcenia:* poznanie technologii obsługi instrumentów geodezyjnych z pomiarach inżynierskich.

*Treści merytoryczne:* niwelatory cyfrowe. Elektroniczne niwelatory kodowe. Zakłócenia w pomiarach (noise). Dokładność, zalety. Procedury testowania.

### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* zakres geodezji inżynierskiej, pomiarów specjalnych, w tym z wykorzystaniem sensorów laserowych, ultradźwiękowych i elektromagnetycznych.

*Umiejętności (potrafi):* zaplanować pomiary i eksperymenty terenowe, wykonywać pomiary inżynierskie i pomiary specjalne oraz opracować i interpretować wyniki.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* przyjmowania odpowiedzialności za właściwy dobór technik pomiarowych, sumiennego wykonywania opracowań geodezyjno-kartograficznych i innych powierzonych zadań.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **10. Specjalistyczne oprogramowanie zagadnień inżynierskich**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z zastosowaniem systemów satelitarnych w pomiarach inżynierskich.

*Treści merytoryczne:* technika RTK/RTN. Ogólnopolskie sieci stacji referencyjnych. Wytyczne związane z realizacją pomiarów satelitarnych w pracach inżynierskich. Pomiary satelitarne osnów.

### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* układy współrzędnych stosowanych w Polsce i sposoby przejścia pomiędzy układami globalnymi a lokalnymi oraz objaśnia rodzaje błędów w pomiarach satelitarnych.

*Umiejętności (potrafi):* opracować wyniki pomiarów z uwzględnieniem złożeń oraz szacuje rozmiar błędów w pomiarach, ocenia możliwość zastosowania wybranej technologii GNSS do konkretnego zagadnienia inżynierskiego.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* podnoszenia kompetencji zawodowych przez całe życie.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

### **11. Specjalistyczne pomiary inżynierskie 1**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z pomiarami i opracowaniami wyników obiektów inżynierskich w pomiarach przemieszczeń z wykorzystaniem nowoczesnych metod pomiarowych i systemów komputerowych.

*Treści merytoryczne:* informacje ogólne o pomiarach przemieszczeń i odkształceń. Opracowanie wyników pomiaru z wykorzystaniem wektorowego pola przemieszczeń. Projektowanie płaszczyzn bilansujących z wykorzystaniem systemów inżyniersko-projektowych. Stosowanie sieci niwelacji precyzyjnej w badaniach przemieszczeń pionowych.

#### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* badania przemieszczeń i odkształceń obiektów inżynierskich, zagadnienie płaszczyzn bilansujących z zastosowaniem różnych kryteriów geometrycznych.

*Umiejętności (potrafi):* wykonać pomiar przemieszczeń i odkształceń obiektów inżynierskich, projektować płaszczyzny bilansujące z zastosowaniem różnych kryteriów geometrycznych, opracować i zinterpretować wyniki pomiarów kontrolnych z wykorzystaniem wektorowego pola przemieszczeń, opracować wyniki pomiarów wieżowych z wykorzystaniem aproksymacji powierzchni drugiego stopnia.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* działania w zespole, pełnienia funkcji kierownika zespołu pomiarowego.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

### **12. Specjalistyczne pomiary inżynierskie 2**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z opracowaniem wyników obiektów inżynierskich w pomiarach przemieszczeń z wykorzystaniem modelowania obiektów.

*Treści merytoryczne:* metody opracowania wyników pomiaru odkształceń i przemieszczeń z wykorzystaniem modelowania obiektów w układzie trójwymiarowym z wykorzystaniem aproksymacji wielomianem II stopnia oraz wektorowego pola przemieszczeń. Technologia BIM.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* zasady opracowania wyników pomiarów, technologię BIM.

*Umiejętności (potrafi):* opracować wyniki pomiarów.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* współdziałania i pracy w grupie przyjmując w niej inne role.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

**13. Technologie satelitarne w pomiarach inżynierskich 1**

*Cel kształcenia:* rozumienie zastosowania systemów satelitarnych w pomiarach inżynierskich. Znajomość metod i technik opracowania obserwacji satelitarnych.

*Treści merytoryczne:* technika RTK/RTN. Ogólnopolskie sieci stacji referencyjnych. Wytyczne związane z realizacją pomiarów satelitarnych w pracach inżynierskich. Pomiary satelitarne osnów. Problematyka układów odniesienia stosowanych w pomiarach satelitarnych. Możliwości i ograniczenia zastosowania poszczególnych technik satelitarnych w pomiarach inżynierskich.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* układy współrzędnych stosowanych w Polsce i sposoby przejścia pomiędzy układami globalnymi a lokalnymi oraz rodzaje błędów w pomiarach satelitarnych.

*Umiejętności (potrafi):* opracować wyniki pomiarów z uwzględnieniem złożań oraz szacować rozmiar błędów w pomiarach, ocenić możliwość zastosowania wybranej technologii GNSS do konkretnego zagadnienia inżynierskiego.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* ciągłego doksztalcania się w zakresie technologii satelitarnych ze względu na ich ciągły dynamiczny rozwój.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

**14. Technologie satelitarne w pomiarach inżynierskich 2**

*Cel kształcenia:* znajomość metod i technik opracowania obserwacji satelitarnych.

*Treści merytoryczne:* problematyka układów odniesienia stosowanych w pomiarach satelitarnych. Możliwości i ograniczenia zastosowania poszczególnych technik satelitarnych w pomiarach inżynierskich.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* układy współrzędnych stosowanych w Polsce, stosownie technik pozycjonowania GNSS w czasie rzeczywistym oraz w post-processingu.

*Umiejętności (potrafi):* ocenić możliwość zastosowania wybranej technologii GNSS do konkretnego zagadnienia inżynierskiego.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* ciągłego dokształcania się w zakresie technologii satelitarnych ze względu na ich ciągły dynamiczny rozwój.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **15. Zaawansowane metody opracowania obserwacji**

*Cel kształcenia:* rozumienie działania systemów satelitarnych wykorzystywanych w geodezji. Znajomość metod i technik zaawansowanego opracowania obserwacji satelitarnych.

*Treści merytoryczne:* globalne i regionalne systemy i układy odniesienia stosowane w geodezji. Satelitarne metody precyzyjnego pozycjonowania. Modele matematyczne precyzyjnego pozycjonowania satelitarnego. Zaawansowane techniki pozycjonowania. Źródła błędów obserwacji satelitarnych. Zaawansowane zastosowania systemów GNSS. Konwersja i analiza plików obserwacyjnych. Redukcja wpływu opóźnienia troposferycznego i jonosferycznego. Analiza szeregów czasowych wyników obserwacji satelitarnych. Metoda precise point positioning. Transformacja współrzędnych między układami ziemskimi. Zaawansowane zastosowania obserwacji satelitarnych.

### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* zakres zaawansowanych metod pomiaru w geodezji.

*Umiejętności (potrafi):* zaplanować, przeprowadzić i opracować wyniki precyzyjnych pomiarów satelitarnych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* uzupełniania i doskonalenia nabytej wiedzy i umiejętności, współdziałania i pracy w grupie.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia

## **IV D. GEODESY AND GEOINFORMATICS**

### **1. Space Radio-Diagnostic Techniques/Techniki diagnostyki radiowej środowiska kosmicznego**

*Cel kształcenia:* przekazanie wiedzy na temat radiowych badań środowiska kosmicznego w skład czego wchodzi podstawy technik obserwacji radioastronomicznych oraz

podstawowa wiedza na temat źródeł kosmicznych fal radiowych. Przekazanie wiedzy na temat propagacji fal radiowych w różnych środowiskach. Przekazanie wiedzy na temat bliskiego otoczenia Ziemi.

*Treści merytoryczne:* fizyczne podstawy emisji fal radiowych. Propagacja fal radiowych w różnych ośrodkach. Naturalna emisja fal radiowych w kosmosie. Techniki detekcji fal radiowych. Budowa atmosfery ziemskiej i wpływ na propagację sygnału. Ćwiczenia z modułami GPS. Badanie TEC przy pomocy metod GNSS. Propagacja fal radiowych. Detekcja fal radiowych ze Słońca przy pomocy systemu LOFAR. Detekcja fal radiowych z Pulsarów przy pomocy systemu LOFAR. Badania scyntytacji radiowych przy pomocy systemu LOFAR.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* na zaawansowanym poziomie kluczowe zagadnienia z geodezji, geodezji wyższej i fizycznej oraz geodynamiki i astronomii geodezyjnej.

*Umiejętności (potrafi):* pozyskiwać i wykorzystywać informacje w geodezji, geodezji wyższej i fizycznej oraz geodynamiki i astronomii geodezyjnej.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* ciągłego dokształcania się, podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych, inspirowania i organizowania procesu uczenia się innych osób.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **2. GIS Programming/Programowanie GIS**

*Cel kształcenia:* przygotowanie do realizacji zadań związanych z automatyzacją procesu przetwarzania danych w systemach GIS z wykorzystaniem języka Python.

*Treści merytoryczne:* wprowadzenie do GIS oraz języka Python, Geoprzetwarzanie danych w GIS, Podstawy języka Python, Moduły i funkcje (przegląd bibliotek języka Python), źródła danych geoprzestrzennych i ich przetwarzanie z wykorzystaniem języka Python, przetwarzanie danych geoprzestrzennych z wykorzystaniem języka Python, GIS a bazy danych, praca z bazami danych z wykorzystaniem języka Python. Dostosowanie środowiska GIS, ArcGIS ModelBuilder/QGIS GraphicalModeller, język Python a wybór środowiska programistycznego IDE, podstawy języka Python, operacje wejścia/wyjścia na plikach w formacie GIS, obsługa błędów i wyjątków, Tworzenie funkcji i klas w języku Python, praca z danymi geoprzestrzennymi, obsługa baz danych.

### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawowe pojęcia i metody wykorzystywane w programowaniu obiektowym, techniki programowania z wykorzystaniem języka Python oraz oprogramowania GIS za pomocą skryptów i języków programowania.

*Umiejętności (potrafi):* wykorzystywać nowoczesne rozwiązania technologiczne do automatyzacji zadań. Przygotowywać modele GIS z wykorzystaniem istniejących narzędzi, tworzyć nowe narzędzia z wykorzystaniem języka Python. Tworzyć aplikacje rozwiązujące wybrane zadania geoprzestrzenne. Wykorzystywać język Python do komunikacji z bazą danych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* bycia liderem lub pracy w małych zespołach realizujących wybrane zadania programistyczne. Do poszerzania swojej wiedzy związanej z programowaniem.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

### **3. Data Base Design/Projektowanie baz danych**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z zagadnieniami związanymi z projektowaniem i tworzeniem baz danych, w tym baz danych przestrzennych. Zapoznanie z podstawowymi zasadami modelowania i projektowania baz danych, relacyjnym modelem danych, standardowym językiem baz danych SQL oraz podstawami logicznej organizacji i strukturami fizycznymi wykorzystywanymi w systemach baz danych, w tym baz danych przestrzennych.

*Treści merytoryczne:* wprowadzenie do problematyki baz danych. Systemy zarządzania bazą danych. Rola systemów zarządzania bazą danych przestrzennych w GIS. Modelowanie schematów pojęciowych i schematów implementacyjnych w modelu relacyjnym. Wykonywanie i optymalizacja zapytań w systemach baz danych. Bazy danych przestrzennych, reprezentacja danych przestrzennych, formaty danych, przetwarzanie i analiza. Elementy programowania w PL/SQL.

### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* na rozszerzonym poziomie zakres programowania, projektowania i prowadzenia geoinformacyjnych baz danych.

*Umiejętności (potrafi):* zaprojektować strukturę bazy danych, w tym bazy danych przestrzennych, zaktualizować i zarządzać danymi w systemie oraz je udostępniać, wykorzystać odpowiednie narzędzia informatyczne.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* stosowania w pracy nowości technicznych i innowacyjnych rozwiązań z geodezji i geoinformatyki.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

#### **4. Airborne and Terrestrial Laser Scanning/Lotniczy i naziemny skaningu laserowy**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z możliwościami wykorzystania lotniczego skaningu laserowego.

*Treści merytoryczne:* zasada działania lotniczego skaningu laserowego. Metody i algorytmy przetwarzania danych pochodzących ze skaningu laserowego. Klasyfikacja chmury punktów. Zagadnienie nadmiarowości danych. Segmentacja chmury punktów. Metody numeryczne w przetwarzaniu chmury punktów. Obliczenia dotyczące układów inercjalnych. Przetwarzanie chmury punktów. Klasyfikacja i segmentacja. Modelowanie powierzchni.

#### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* zasady działania skaningu laserowego.

*Umiejętności (potrafi):* potrafi opracować chmurę punktów.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* samodzielnego uzupełniania i poszerzania wiedzy w zakresie nowoczesnych procesów i technologii.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

#### **5. GNSS Applications/Zastosowania GNSS**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z nowoczesnymi technologiami GNSS.

*Treści merytoryczne:* możliwości zastosowania systemów satelitarnego pozycjonowania, systemy SBAS, aspekty kinematycznego pozycjonowania GNSS, integracja pomiarów GNSS z innymi sensorami, zastosowanie odbiorników GNSS w nawigacji lotniczej, wodnej, lądowej i rolnictwie.

#### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawy techniki pomiarowe wykonane w technologii GNSS, techniki i narzędzia GNSS przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu geodezji i kartografii.

*Umiejętności (potrafi):* wykonać pomiary satelitarne oraz opracować wyniki pomiarów.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* oceny znaczenia wiedzy i konieczności stałego



podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **6. Satellite Navigation/Nawigacja satelitarna**

*Cel kształcenia:* zrozumienie podstaw nawigacji, metod i technicznych środków do bezpiecznego kierowania obiektami po zadanej trasie, określanie pozycji, wybór odpowiedniej trasy, określanie błędów pomiaru, zdolność do praktycznego zastosowania technologii GNSS w nawigacji.

*Treści merytoryczne:* wprowadzenie do nawigacji. Rys historyczny nawigacji. Podstawy matematyczne nawigacji. Fizyczne pola kuli ziemskiej. Systemy czasu, pomiar czasu. Mapy, odwzorowania, układy współrzędnych. Mapy elektroniczne. Standardy morskie i lotnicze. Nawigacja terestryczna. Astronawigacja. Radionawigacja. Systemy klasyczne i hiperboliczne. Charakterystyka systemów i serwisów GNSS wykorzystywanych w procesie nawigacji. Jednostki miary używane w nawigacji. Współrzędne geograficzne. Zboczenie nawigacyjne. Systemy określania kierunków w nawigacji. Róża wiatrów. Zamiana kierunków. Kursy i namiary. Pole magnetyczne Ziemi i statku morskiego/ statku powietrznego. Kompas magnetyczny. Geodezyjne układy współrzędnych. Geoida. Prędkość i droga statku. Nawigacja po loksodromie. Nawigacja po ortodromie. Podstawowe cechy nawigacyjnych odbiorników GNSS. Praktyczna konfiguracja i obsługa odbiornika nawigacyjnego GNSS.

### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawowe pojęcia z zakresu nawigacji satelitarnej, teoretyczne podstawy zagadnień wykorzystywanych w określeniu pozycji, kursu i prędkości w nawigacji morskiej, lotniczej i lądowej, jednostki miary, systemy kierunków, kursy i namiary, poprawki kompasów, techniki wykorzystujące technologię satelitarną w procesie nawigacji.

*Umiejętności (potrafi):* obliczyć zadania i parametry nawigacyjne, korzystać i eksploatować urządzenia nawigacyjne, interpretować dane nawigacyjne, koordynować, kontrolować i oceniać proces nawigacji z wykorzystaniem urządzeń nawigacyjnych, opracować dane nawigacyjne, planować proces nawigacji, posługiwać się odbiornikami GNSS, rozwiązywać problemy związane z bezpieczeństwem nawigacji.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* pracy w zespole wykonując wybrane zadania nawigacyjne, poszerzenia wiedzy związanej z rozwojem nawigacji, nowych narzędzi,

aplikacji i technologii GNSS.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **7. Diffuse GIS/ Rozproszony GIS**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z najnowszymi rozwiązaniami technicznymi stosowanymi w systemach sieciowego GIS-u oraz metodami pozwalającymi na automatyzację i przyspieszenie procesu pozyskiwania, przetwarzania i opracowania danych przestrzennych.

*Treści merytoryczne:* charakterystyka systemów sieciowych, mobilnych i rozproszonych. Świat rzeczywisty a model danych. Czynniki wpływające na dokładność pomiaru, miary dokładności stosowane w przenośnych odbiornikach. Bazy danych, projektowanie schematu bazy danych i zasilanie bazy danymi. Bezprzewodowe metody transmisji danych. Źródła i metody pozyskiwania danych przestrzennych. Metody integracji geodanych. Zastosowania.

### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* pojęcia geoinformatyczne, podstawowe komponenty systemu, sprzętowe konfiguracje klienta systemu, modele danych stosowane w systemach GIS, komputerowe narzędzia do projektowania mobilnych baz danych, zasady budowy geobazy, zastosowania systemów sieciowych w różnych dziedzinach.

*Umiejętności (potrafi):* planować kampanię pomiarową, dobierać niezbędne komponenty sprzętowe dostosowane do charakterystyki planowanych pomiarów, przeprowadzać pomiary terenowe z wykorzystaniem zaprojektowanego rozwiązania.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* ciągłego dokształcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych, uznania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu zadań praktycznych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **8. GNSS Data Processing/ Metody opracowania danych GNSS**

*Cel kształcenia:* zdobycie wiedzy na temat metod stosowanych w procesie opracowania obserwacji GNSS.

*Treści merytoryczne:* obliczenia macierzowe, elipsoidy błędów, model matematyczny wyrównania (wyrównanie z warunkami wiążącymi parametry, wyrównanie wielogrupowe, wyrównanie z modelem słabo uwarunkowanym, regularyzacja zadania wyrównawczego);

równania obserwacyjne i kombinacje liniowe obserwacji GNSS, obliczanie orbit, wyznaczanie pozycji autonomicznej (SPP), wyznaczanie pozycji metodą DGPS, wyznaczanie nieoznaczoności pomiaru fazowego, metoda LAMBDA; metoda MAFA, obliczenia macierzowe, wyznaczanie elipsoidy błędów, wyrównanie z różnymi modelami matematycznymi w zadaniach precyzyjnego pozycjonowania, wyznaczanie pozycji autonomicznej (SPP), wyznaczanie pozycji metodą DGPS, wyznaczanie pozycji metodą RTK.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* w rozszerzonym zakresie wiedzę związaną z przygotowaniem matematycznym w zakresie geodezji i kartografii, trendy rozwojowe i najistotniejsze nowe osiągnięcia z zakresu opracowania danych GNSS.

*Umiejętności (potrafi):* planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* kreatywnego, samodzielnego rozwiązywania zadań i problemów koncepcyjnych, świadomego korzystania z narzędzi geoinformatycznych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

**9. Advanced Geodesy/ Zaawansowane metody w geodezji**

*Cel kształcenia:* rozumienie działania systemów satelitarnych wykorzystywanych w geodezji. Znajomość metod i technik zaawansowanego opracowania obserwacji satelitarnych.

*Treści merytoryczne:* globalne i regionalne systemy i układy odniesienia stosowane w geodezji. Satelitarne metody precyzyjnego pozycjonowania. Modele matematyczne precyzyjnego pozycjonowania satelitarnego. Zaawansowane techniki pozycjonowania. Źródła błędów obserwacji satelitarnych. Zaawansowane zastosowania systemów GNSS. Konwersja i analiza plików obserwacyjnych. Redukcja wpływu opóźnienia troposferycznego i jonosferycznego. Analiza szeregów czasowych wyników obserwacji satelitarnych. Metoda precise point positioning. Transformacja współrzędnych między układami ziemskimi. Zaawansowane zastosowania obserwacji satelitarnych.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* zaawansowane metody pomiaru w geodezji.

*Umiejętności (potrafi):* zaplanować, przeprowadzić i opracować wyniki precyzyjnych pomiarów satelitarnych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* uzupełniania i doskonalenia nabytej wiedzy i umiejętności, współdziałania i pracy w grupie.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **10. Bathymetric Surveys/ Pomiary batymetryczne**

*Cel kształcenia:* nabycie wiedzy ogólnej z zakresu hydrografii, szczegółowej wiedzy w zakresie batymetrii śródlądowej oraz umiejętności posługiwania się współczesnymi metodami i technikami wykonywania śródlądowych pomiarów batymetrycznych.

*Treści merytoryczne:* hydrografia i batymetria: podstawowe pojęcia i definicje. Standardy prac hydrograficznych. Podstawowe systemy pomiarowe. Prowadzenie sondu hydroakustycznego. Integracja systemu pozycjonowania GNSS i systemu pomiaru głębokości. Zintegrowany System Batymetryczny. Podstawowe błędy pomiarowe. Jednowiązkowa sonda ultradźwiękowa. Kalibracja echosondy. Projektowanie profili pomiarowych. Zasady prowadzenia sondu hydroakustycznego. Opracowanie, filtracja i kompresja surowych danych. Tworzenie map batymetrycznych i Numerycznego Modelu Terenu dna.

### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* na zaawansowanym poziomie zagadnienia z zakresu hydrografii, standardy prac hydrograficznych, batymetrię śródlądową, jednowiązkowy sondaż hydroakustyczny, zintegrowany system batymetryczny, metody i techniki pomiarowe, najnowsze trendy rozwoju technik hydrograficznych.

*Umiejętności (potrafi):* wykorzystać wiedzę teoretyczną w zadaniach praktycznych z hydrografii, zaplanować pomiary i eksperymenty batymetryczne, wykonywać kalibrację systemu hydrograficznego, używać jednowiązkowej sondy ultradźwiękowej, kontrolować i nadzorować poprawną pracę systemu batymetrycznego, analizować zarejestrowane obserwacje, ocenić możliwość wykorzystania nowych metod pomiarowych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* współdziałania i pracy w grupie, zorganizowania i koordynowania pomiarami batymetrycznymi.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **11. Unmanned Aerial Vehicles (UAV)/ Bezzałogowe statki powietrzne (BSP)**

*Cel kształcenia:* przedstawienie specjalistycznych zadań praktycznych oraz technicznego słownictwa stosowanego w geodezji i kartografii, nawigacji satelitarnej, geomatyce, lotnictwie cywilnym oraz automatyce, elektronice, informatyce związanej z bezzałogowymi systemami latającymi.

*Treści merytoryczne:* międzynarodowe i krajowe organizacje lotnicze. Prawo lotnicze, przestrzeń powietrzna, personel lotniczy, podstawy aerodynamiki i mechaniki lotu (zasady lotu), podstawy elektroniki, podstawy meteorologii, bezzałogowce: historia, budowa, rodzaje, zastosowanie, świadectwo UAVO, oprogramowania do obróbki danych. Budowa i eksploatacja BSL, naziemna stacja kontroli lotu (przygotowanie trasy nalotu). Wykorzystanie nowoczesnego symulatora lotów bezzałogowymi systemami latającymi Qadcopter, FixedWing, RC-Plane. Zasady sterowania bezzałogowcami, nauka operowania BSL w terenie, nalot fotogrametryczny oraz opracowanie danych.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* trendy rozwojowe i najistotniejsze nowe osiągnięcia z zakresu bezzałogowych statków latających.

*Umiejętności (potrafi):* planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe dla środowiska UAV (symulator lotów), interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski z wykorzystaniem bezzałogowych statków latających.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* współdziałania i pracy w grupie, przyjmując w niej różne role.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **12. Geovisualisation/ Geowizualizacja**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z różnymi metodami prezentacji i wizualizacji danych dotyczących obiektów oraz możliwości wykorzystania geowizualizacji w źródłach pozyskania geoinformacji. Zapoznanie z wizualizacją rozmieszczenia zjawisk, wizualizacją zróżnicowania informacji ilościowych i jakościowych, wizualizacją relacji informacyjnych.

*Treści merytoryczne:* teoretyczne podstawy geowizualizacji, wizualizacja kartograficzna, prezentacja trzeciego wymiaru oraz wymiaru czasowego, wykorzystanie multimediów w procesie geowizualizacji.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* w zaawansowanym stopniu zagadnienia z kartografii, analiz przestrzennych oraz metod wizualizacji w zakresie geowizualizacji informacji.

*Umiejętności (potrafi):* przygotować opracowania, w których wykorzystuje się dane środowiskowe i przestrzenne, korzystać i przetwarzać dane z dużych zbiorów danych w celu wizualizacji tych informacji na opracowaniach mapowych, wykorzystać narzędzia, metody i techniki pozyskiwania, wyszukiwania, harmonizacji i optymalizacji danych oraz informacji z różnych źródeł na potrzeby geowizualizacji.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* poznawania nowości i innowacyjnych rozwiązań z zakresu geowizualizacji.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

### **13. Spatial Data Infrastructure/Infrastruktura informacji przestrzennej**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z zagadnieniami dotyczącymi znormalizowanego podejścia do modelowania pojęciowego informacji geograficznej, z normami serii ISO 19100 w dziedzinie informacji geograficznej, specyfikacjami OGC i OMG, środkami formalnymi modelowania informacji geograficznej, przepisami prawnymi, specyfikacjami i regułami implementacyjnymi w zakresie budowy krajowych infrastruktur informacji przestrzennej oraz INSPIRE.

*Treści merytoryczne:* teoretyczne aspekty opisu i zarządzania informacją geograficzną. Znormalizowane podejście do modelowania informacji geograficznej. Normy ISO serii 19100 oraz specyfikacje OGC i OMG w dziedzinie informacji geograficznej. Reguły budowy schematów aplikacyjnych UML. Przepisy prawne, specyfikacje i reguły implementacyjne w zakresie budowy krajowych infrastruktur informacji przestrzennej oraz INSPIRE. Aspekty organizacyjne i techniczne budowy infrastruktur informacji przestrzennej. Architektura zorientowana na usługi (SOA). Sieciowe usługi geoinformacyjne. Metadane. Tezaurusy. Idea interoperacyjnej wymiany danych. Język XML i XMLSchema. Reguły budowy schematów aplikacyjnych GML. Transformacja UML- GML.

#### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* na rozszerzonym poziomie zasady programowania, projektowania i prowadzenia systemów geoinformatycznych, wykorzystania oprogramowania CAD oraz metod transmisji danych.

*Umiejętności (potrafi):* projektować komponenty systemu geoinformatycznego,

posługiwać się narzędziami geoinformatycznymi oraz oprogramowaniem CAD, aktualizować i zarządzać danymi w systemie oraz udostępniać dane, formułować i rozwiązywać zadania inżynierskie, integrować wiedzę z zakresu przepisów prawa oraz wiedzę z zakresu geodezji i kartografii dla celów inżynierskich i pozatechnicznych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* podnoszenia swojej świadomości o cyfryzacji życia publicznego.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

#### **14. Geospatial Artificial Intelligence/ Sztuczna inteligencja w geoprzestrzeni**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z wiedzą teoretyczną oraz praktyczną z zakresu wykorzystania algorytmów sztucznej inteligencji na danych przestrzennych oraz z różnymi aspektami związanymi z przetwarzaniem dużych zbiorów danych przestrzennych, w tym z metodami przechowywania oraz przetwarzania tego typu danych oraz możliwościami w zakresie stosowania metod uczenia maszynowego oraz głębokiego w GIS.

*Treści merytoryczne:* wprowadzenie do przetwarzania i analizy danych, geoprzestrzenne rozwiązania w zakresie przechowywania i przetwarzania dużych danych, podstawowe definicje oraz wprowadzenie do algorytmów sztucznej inteligencji, w tym uczenia maszynowego rodzaje systemów uczenia maszynowego (uczenie nadzorowane i uczenie nienadzorowane, drzewa decyzyjne i las losowy, metoda wektorów nośnych (SVM), wnioskowanie i estymacja bayesowska, drzewa klasyfikacyjne i regresyjne). deep learning i jego zastosowania w GIS.

##### ***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawowe pojęcia z zakresu dużych zbiorów danych (big data), w tym danych geoprzestrzennych, zagadnienia związane z przechowywaniem, zarządzaniem, przetwarzaniem, analizą, wizualizacją i weryfikacją jakości danych przestrzennych. Programowanie w języku Python na potrzeby analizy danych (czasowo-przestrzennych) i realizacji zadań związanych z uczeniem maszynowym/głębokim.

*Umiejętności (potrafi):* stosować uczenie maszynowe do klasyfikacji obrazów w środowisku GIS (ArcGIS/QGIS). Wykorzystywać nadzorowaną klasyfikację na danych wielospektralnych w środowisku GIS (ArcGIS/QGIS). Przeprowadzać segmentację i analizy obrazu w środowisku GIS (ArcGIS/QGIS). Wykonywać analizy w zakresie wykrywania obiektów z wykorzystaniem uczenia głębokiego w środowisku GIS (ArcGIS/QGIS).

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* bycia liderem lub pracy w małych zespołach realizujących wybrane zadania projektowe GeoAI.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **V. PRAKTYKA**

### **1. Praktyka zawodowa/ Professional Practice**

*Cel kształcenia:* pogłębianie wiedzy i umiejętności praktycznych, kształtowanie sumienności samodzielności i rzetelności w wykonywaniu zadanych prac, rozpoznanie wymagań stawianych inżynierom na rynku pracy.

*Treści merytoryczne:* zapoznanie się z organizacją pracy w przedsiębiorstwie geodezyjnym, geoinformatycznym, budowlanym, telekomunikacyjnym, itp. w którym realizowana jest praktyka. Poszerzanie umiejętności na poziomie magisterskim.

*Wiedza (zna i rozumie):* na pogłębionym poziomie zasady działalności i cel działalności przedsiębiorstwa, w którym realizowana jest praktyka; zagadnienia prawa geodezyjnego i kartograficznego, przepisy BHP, dokumentację kartograficzną, projektową, budowlaną, technologie i organizacje robót geoinformatycznych.

*Umiejętności (potrafi):* wykorzystać zdobytą wiedzę z zakresu geodezji i kartografii do realizacji zadań praktycznych oraz znaleźć rozwiązanie na pojawiający się problem natury technicznej i organizacyjnej.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* odpowiedzialnego i samodzielnego wykonywania zadań, swojego rozwoju zawodowego oraz współpracy z otoczeniem gospodarczym.

*Forma prowadzenia zajęć:* praktyka.

## **V. INNE**

### **1. Ergonomia/ Ergonomy**

*Cel kształcenia:* przybliżenie podstawowych zagadnień związanych z ergonomią rozumianą w sensie interdyscyplinarnym, uświadomienie zagrożeń i problemów (także zdrowotnych) związanych z niewłaściwymi rozwiązaniami ergonomicznymi na stanowiskach pracy zawodowej oraz w życiu pozazawodowym a także korzyści wynikających z prawidłowych działań w tym zakresie.

*Treści merytoryczne:* podstawowe metody badawcze stosowane podczas projektowania i weryfikacji ergonomicznej stanowiska pracy. Obciążenia statyczne jako jeden z głównych czynników powodujących rozwój chorób zawodowych. Zagrożenia



wynikające z pracy zmianowej. Stres w pracy i jego wpływ na organizm człowieka.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawowe pojęcia związane z ergonomią, ze szczególnym uwzględnieniem ergonomii stanowiska pracy.

*Umiejętności (potrafi):* ocenić (w zakresie podstawowym) warunki pracy zawodowej, warunki występujące podczas aktywności pozazawodowej oraz zagrożenia z tym związane.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* reagowania na zagrożenia wynikające z wadliwych rozwiązań i nieprawidłowości w zakresie jakości ergonomicznej.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład.

## **2. Etykieta/ Etiquette**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z wybranymi zagadnieniami dotyczącymi savoir-vivre'u oraz protokołu dyplomatycznego.

*Treści merytoryczne:* Zasady savoir-vivre'u i ceremoniału dyplomatycznego, precedencji, różnice kulturowe w protokole dyplomatycznym i etykiecie, etykieta stołowa.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawowe zagadnienia z zakresu zasad protokołu dyplomatycznego i etykiety międzynarodowej.

*Umiejętności (potrafi):* zastosować zasady savoir-vivre'u i precedencji podczas spotkań i uroczystości na różnych szczeblach.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* zauważania istnienia różnic kulturowych w stosunkach międzynarodowych. Jest otwarty na kontakty międzykulturowe.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład.

## **3. Ochrona własności intelektualnej/ Protection of intellectual property**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z elementarnymi zasadami, pojęciami oraz procedurami prawa ochrony własności intelektualnej: znajomość ustawowego aparatu pojęciowego związanego z ochroną prawną własności intelektualnej, zaznajomienie z polami eksploatacji utworów, umiejętność identyfikacji oraz implementacji dozwolonych pól eksploatacji utworów w trybie analizy krytycznej oraz działalności naukowej w środowisku akademickim, świadome korzystanie z ustawowych pól eksploatacji

utworów w środowisku akademickim oraz życiu prywatnym (np. w środowisku sieciowym).

*Treści merytoryczne:* pojęcie własności intelektualnej, przedmiot i podmioty prawa własności intelektualnej, treść praw autorskich i pokrewnych. Ograniczenia praw autorskich, licencje ustawowe i umowne, dozwolony użytek osobisty i publiczny utworów. Naruszenia praw autorskich (plagiat i piractwo intelektualne). Regulacje szczególnie z zakresu prawa autorskiego - ochrona programów komputerowych i baz danych.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* ustawowy aparat pojęciowy związany z ochroną prawną własności intelektualnej, pola eksploatacji utworów i tryby ich użytku.

*Umiejętności (potrafi):* identyfikować oraz implementować dozwolone pola eksploatacji utworów w toku analizy krytycznej oraz działalności naukowej w środowisku akademickim.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* świadomego korzystania z ustawowych pól eksploatacji utworów w środowisku akademickim oraz życiu prywatnym (np. środowisku sieciowym).

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład.

#### **4. Szkolenie w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy/ Training in Health and Safety at Work**

*Cel kształcenia:* przekazanie podstawowych wiadomości na temat ogólnych zasad postępowania w razie wypadku podczas nauki i w sytuacjach zagrożeń, okoliczności i przyczyn wypadków studentów, zasad udzielania pierwszej pomocy w razie wypadku, jak również wskazanie potencjalnych zagrożeń.

*Treści merytoryczne:* regulacje prawne z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy. Obowiązujące ustawy, rozporządzenia w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w uczelniach. Identyfikacja, analiza i ocena zagrożeń dla życia i zdrowia na poszczególnych kierunkach studiów (czynniki niebezpieczne, szkodliwe i uciążliwe). Analiza okoliczności i przyczyn wypadków, omówienie przyczyn wypadków. Ogólne zasady postępowania w razie wypadku podczas nauki i w sytuacjach zagrożeń (np. pożaru). Zasady udzielania pierwszej pomocy w razie wypadku – apteczka pierwszej pomocy.

***Efekty uczenia się:***

*Wiedza (zna i rozumie):* zasady postępowania w razie wypadku podczas nauki i w sytuacjach zagrożeń, okoliczności i przyczyny wypadków, zasady udzielania pierwszej pomocy w razie wypadku.

*Umiejętności (potrafi):* postępować z materiałami niebezpiecznymi i szkodliwymi dla zdrowia, stosować zasady bezpieczeństwa związane z pracą, posługiwać się środkami ochrony indywidualnej i środkami ratunkowymi, w tym udzielić pierwszej pomocy.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* zachowania ostrożności w postępowaniu z materiałami niebezpiecznymi i szkodliwymi dla zdrowia; dbania o przestrzeganie zasad BHP przez siebie i swoich kolegów, przyjmowania odpowiedzialności za bezpieczeństwo i higienę pracy w swoim otoczeniu, angażowania się w podejmowanie czynności ratunkowych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład.