

## Standardy kształcenia dla kierunku studiów:

### Geodezja i kartografia

#### A. STUDIA PIERWSZEGO STOPNIA

##### I. WYMAGANIA OGÓLNE

Studia pierwszego stopnia trwają nie krócej niż 7 semestrów. Liczba godzin zajęć nie powinna być mniejsza niż 2500. Liczba punktów ECTS (European Credit Transfer System) nie powinna być mniejsza niż 210.

##### II. KWALIFIKACJE ABSOLWENTA

Absolwent powinien posiadać podstawową wiedzę z zakresu matematyki, nauk przyrodniczych i nauk technicznych oraz wiedzę specjalistyczną z obszaru geodezji i kartografii. Powinien znać język obcy na poziomie biegłości B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego Rady Europy oraz posiadać umiejętności posługiwania się językiem specjalistycznym z zakresu geodezji i kartografii. Absolwent powinien wykazywać znajomość współczesnych metod badania i modelowania kształtu i własności fizycznych Ziemi, obserwacji ich zmian w czasie oraz numerycznego opracowywania i prezentacji wyników pomiarów geodezyjnych, teledetekcyjnych i fotogrametrycznych. Powinien umieć określać i ewidencjonować stan własności nieruchomości ziemi oraz pozyskiwać dane dla systemów informacji przestrzennej, gospodarki gruntami, projektowania rozwoju obszarów wiejskich, wykonywania map gospodarczych, zasadniczych, topograficznych i tematycznych oraz geodezyjnej realizacji i obsługi inwestycji. Powinien posiadać umiejętności korzystania z wiedzy w pracy i życiu codziennym, kierowania zespołami ludzkimi wykonującymi zadania zlecane, zakładania małych firm i zarządzania nimi oraz korzystania z prawa w zakresie niezbędnym do wykonywania zawodu i prowadzenia działalności gospodarczej. Absolwent powinien być przygotowany do prowadzenia działalności inżynierskiej w zakresie geodezji, kartografii oraz systemów informacji o terenie, a także posługiwania się nowoczesnymi technikami pomiarów geodezyjnych, satelitarnych, fotogrametrycznych i teledetekcyjnych oraz przetwarzania wyników tych pomiarów i ich wykorzystania. Powinien być przygotowany do pracy w: przedsiębiorstwach geodezyjnych, małych firmach, administracji oraz szkolnictwie – po ukończeniu specjalności nauczycielskiej (zgodnie ze standardami kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela). Absolwent powinien być przygotowany do podjęcia studiów drugiego stopnia.

##### III. RAMOWE TREŚCI KSZTAŁCENIA

###### 1. GRUPY TREŚCI KSZTAŁCENIA, MINIMALNA LICZBA GODZIN ZAJĘĆ ZORGANIZOWANYCH ORAZ MINIMALNA LICZBA PUNKTÓW ECTS

	godziny	ECTS
A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH	270	26
B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH	615	60
<b>Razem</b>	<b>885</b>	<b>86</b>

**2. SKŁADNIKI TREŚCI KSZTAŁCENIA W GRUPACH, MINIMALNA LICZBA GODZIN ZAJĘĆ ZORGANIZOWANYCH ORAZ MINIMALNA LICZBA PUNKTÓW ECTS**

	<b>godziny</b>	<b>ECTS</b>
<b>A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH</b>		
<b>Treści kształcenia w zakresie:</b>	<b>270</b>	<b>26</b>
1. Matematyki	120	
2. Fizyki	90	
3. Grafiki inżynierskiej	30	
4. Informatyki	30	
<b>B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH</b>		
<b>Treści kształcenia w zakresie:</b>	<b>615</b>	<b>60</b>
1. Geomatyki		
2. Rachunku wyrównawczego		
3. Geodezji podstawowej, geodezji satelitarnej i astronomii geodezyjnej		
4. Geodezyjnych pomiarów szczegółowych		
5. Geodezji inżynierskiej		
6. Kartografii		
7. Fotogrametrii i teledetekcji		
8. Katastru i gospodarki nieruchomościami		
9. Systemów informacji przestrzennej		

**3. TREŚCI I EFEKTY KSZTAŁCENIA**

**A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH**

**1. Kształcenie w zakresie matematyki**

*Treści kształcenia:* Podstawowe struktury algebraiczne – grupa, pierścień, ciało. Ciało liczb zespolonych. Postać trygonometryczna liczb zespolonych. Ciągi liczbowe, granica ciągu. Funkcja rzeczywista jednej zmiennej rzeczywistej i jej podstawowe własności. Przegląd funkcji elementarnych. Granica funkcji, ciągłość funkcji, pochodna funkcji i jej podstawowe własności i zastosowanie geometryczne. Funkcja wielu zmiennych, granica, ciągłość. Pochodne cząstkowe i kierunkowe, gradient, różniczka, wzór Taylora. Zastosowania geometryczne pochodnych funkcji wielu zmiennych. Funkcja uwikłana, pochodna funkcji uwikłanej. Szeregi liczbowe, kryteria zbieżności. Szeregi potęgowe, szereg Taylora. Rachunek całkowy. Różniczkowanie i całkowanie szeregu potęgowego. Całka niewłaściwa. Zastosowania geometryczne całek. Całki wielokrotne, współrzędne walcowe i sferyczne, całki krzywoliniowe. Równania różniczkowe zwyczajne rzędu pierwszego – rozwiązanie ogólne, zagadnienie Cauchy’ego. Rachunek wektorowy. Kartezjański ortogonalny układ współrzędnych. Elementy teorii pola, twierdzenie Greena, całki powierzchniowe, wektor rotacji i jego zastosowania, twierdzenie Stokesa, twierdzenie Gaussa. Elementy algebry liniowej – działania, przestrzeń liniowa: baza i wymiar, macierze, działania na macierzach, przekształcenia liniowe, macierz przekształcania liniowego, wyznaczniki i ich własności, macierz odwrotna, rząd macierzy. Równania macierzowe. Rozwiązywanie układów równań liniowych. Wzory Cramera, twierdzenie Kroneckera-Capelli’ego. Elementy geometrii analitycznej – iloczyn skalarny, iloczyn wektorowy, iloczyn mieszany, płaszczyzna, prosta. Powierzchnie drugiego stopnia, kwadryki, sfera – dwukąt i trójkąt sferyczny, wzory podstawowe trygonometrii sferycznej. Probabilistyczne podstawy teorii błędów pomiarów i

metod wyrównywania – zmienne losowe jednowymiarowe, wynik pomiaru jako zmienna losowa, typowe rozkłady zmiennych losowych, parametry zmiennych losowych, zmienne losowe wielowymiarowe (wektory losowe). Macierz kowariancji. Elementy wnioskowania statystycznego: estymatory – ich własności i metody uzyskiwania, estymacja punktowa, estymacja przedziałowa.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia matematycznego opisu zjawisk i procesów w przyrodzie; posługiwania się metodami matematycznymi w naukach o Ziemi – szczególnie geodezji i kartografii.

## **2. Kształcenie w zakresie fizyki**

*Treści kształcenia:* Mechanika – Kinematyka punktu materialnego, prawa dynamiki Newtona. Zasady zachowania. Praca i energia. Transformacja Galileusza. Siły bezwładności. Ruch bryły sztywnej. Drgania harmoniczne. Szczególna teoria względności. Prawo grawitacji. Drgania i fale w ośrodkach sprężystych. Elektromagnetyzm – Prawo Coulomba, pole elektrostatyczne. Twierdzenie Gaussa. Polaryzacja dielektryków. Równanie ciągłości prądu. Siła elektromotoryczna. Różniczkowe prawo Ohma. Energia pola elektrostatycznego. Pole magnetyczne. Prawo Biota-Savarta. Siła Lorentza. Prawo Ampere’a. Własności magnetyczne ośrodków. Indukcja elektromagnetyczna. Równania Maxwella. Drgania elektryczne. Równanie falowe. Elementy optyki falowej i geometrycznej. Elementy akustyki, hałas. Elementy fizyki ciała stałego. Podstawy mechaniki kwantowej. Promieniotwórczość naturalna i sztuczna. Elementy fizyki jądrowej. Promieniowanie kosmiczne.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* pomiaru lub określenia podstawowych wielkości fizycznych; rozumienia zjawisk i procesów fizycznych w przyrodzie; wykorzystywania praw przyrody w naukach o Ziemi, technice i życiu codziennym.

## **3. Kształcenie w zakresie grafiki inżynierskiej**

*Treści kształcenia:* Elementy geometrii wykreślnej – rzut prostokątny i środkowy. Podstawy projektowania wspomagane komputerowo. Systemy CAD (Computer Aided Design). Reprezentacja grafiki w systemach CAD. Tekst w systemach CAD. Narzędzia edycyjne. Symbole punktowe (grupy). Symbole liniowe, szrafury. Podstawowe koncepcje pracy w przestrzeni trójwymiarowej. Elementy automatyzacji w przetwarzaniu danych.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* projektowania z wykorzystaniem narzędzi CAD.

## **4. Kształcenie w zakresie informatyki**

*Treści kształcenia:* Systemy operacyjne i sieci komputerowe. Elementy programowania komputerowego, algorytmy. Zasady programowania w geodezji. Geodezyjne pakiety użytkowe. Komputerowe bazy danych i systemy zarządzania. Projektowanie aplikacji. Relacyjne, obiektowe i hierarchiczne modele baz danych. Elementy programowania obiektowego. Oprogramowanie wspomagające wykonywanie obliczeń geodezyjnych.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* użytkowania komputerów i oprogramowania dla potrzeb geodezyjnych; użytkowania sieci komputerowych.

# **B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH**

## **1. Kształcenie w zakresie geomatyki**

*Treści kształcenia:* Opis przestrzeni. Przestrzeń trójwymiarowa. Rola układu współrzędnych. Problem definicji i orientacji – geometria. Linia pionu, pole siły ciężkości, ruch obrotowy Ziemi. Odwzorowania mapowe. Metody pozyskiwania danych geodezyjnych. Metody teledetekcyjne i fotogrametryczne pozyskiwania danych. Przestrzeń dwuwymiarowa. Rola pomiarów szczegółowych w geodezji inżynierskiej. Błędy pomiarowe. Ocena wiarygodności wyników w oparciu o dokładność pomiarów. Mapy cyfrowe i analogowe. Rola kartografii i baz danych w geomatyce.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia podstaw i stosowania zasad analitycznego opisu Ziemi w różnych działach geodezji i kartografii.

## 2. Kształcenie w zakresie rachunku wyrównawczego

*Treści kształcenia:* Algebra macierzy – podstawowe działania, odwrotności nieosobliwych macierzy kwadratowych, układy równań liniowych o kwadratowej i nieosobliwej macierzy współczynników, uogólnione odwrotności macierzy i ich zastosowania do rozwiązywania układów równań, elementy analizy macierzowej. Probabilistyczne podstawy teorii błędów pomiarów i metod wyrównania – zmienne losowe jednowymiarowe, wynik pomiaru jako zmienna losowa, typowe rozkłady zmiennych losowych, parametry opisowe zmiennych losowych, zmienne losowe wielowymiarowe, wektory losowe. Elementy wnioskowania statystycznego w rachunku wyrównawczym – estymacja punktowa, estymacja punktowa metodą najmniejszych kwadratów, estymacja przedziałowa. Model macierzy kowariancji w rachunku wyrównawczym – współczynnik wariancji, macierz kofaktorów, macierz wag, zasady propagacji. Metody wyrównania obserwacji geodezyjnych i analizy dokładności – metoda parametryczna, metoda warunkowa. Mieszane metody wyrównania – metoda parametryczna z warunkami wiążącymi parametry, metoda warunkowa z parametrami. Wyrównanie obserwacji zależnych.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia metod wyrównania obserwacji geodezyjnych w stopniu umożliwiającym ich stosowanie w różnych działach geodezji i kartografii.

## 3. Kształcenie w zakresie geodezji podstawowej, geodezji satelitarnej i astronomii geodezyjnej

*Treści kształcenia:* Transformacje układów współrzędnych. Elipsoida jako powierzchnia odniesienia. Układ współrzędnych na elipsoidzie – współrzędne geodezyjne, związki między współrzędnymi elipsoidalnymi a kartezjańskimi. Elementy astronomii geodezyjnej. Niebieski i ziemski system odniesienia – definicje i wzajemne związki. Zagadnienia geometryczne geodezji. Definicje i klasyfikacja odwzorowań używanych w geodezji i kartografii, zniekształcenia odwzorowawcze. Modele pola siły ciężkości Ziemi, elementy teorii potencjału, pole normalne siły ciężkości, zmiany pola siły ciężkości w czasie. Systemy wysokości, metody pomiarów niwelacyjnych. Elementy grawimetrii geodezyjnej. Wyznaczanie figury Ziemi metodami grawimetrycznymi i astronomiczno-geodezyjnymi. Podstawowe sieci geodezyjne – sieci zintegrowane, modernizacja sieci podstawowych w Polsce. Ruch sztucznych satelitów Ziemi. Perturbacje. Wyznaczanie orbit. Metody obserwacji. Satelitarne metody badania pola grawitacyjnego Ziemi. Modele pola grawitacyjnego Ziemi używane w geodezji satelitarnej. Satelitarne metody wyznaczania położenia punktów i tworzenia sieci satelitarnych. Metody obserwacji satelitarnych – zastosowania. Globalne Systemy Pozycyjne – GPS (Global Positioning System), GLONASS (GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM), Galileo. Technologie pomiarowe GPS – statyczne, kinematyczne. Wyznaczenia pozycji w czasie rzeczywistym. Rola stacji permanentnych GNSS (Global Navigation Satellite Systems). Zastosowania sztucznych satelitów Ziemi do badań geodynamicznych.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* posługiwania się systemami odniesienia i układami współrzędnych stosowanymi w geodezji, geodynamice, geodezji satelitarnej i astronomii; wykonywania transformacji między układami; wykonywania pomiarów geodezyjnych na dużych obszarach; pozyskiwania, interpretacji oraz wykorzystywania danych znajdujących się w ośrodkach dokumentacji geodezyjnej.

## 4. Kształcenie w zakresie geodezyjnych pomiarów szczegółowych

*Treści kształcenia:* Rodzaje pomiarów geodezyjnych. Geodezyjne dalmierze elektromagnetyczne. Zasady elektronicznych pomiarów odległości. Optyczne dalmierze interferencyjne. Teodolity elektroniczne. Elektroniczne systemy pomiaru kątów. Teodolity, oprogramowanie teodolitów elektronicznych. Zintegrowane tachimetry elektroniczne. Oprogramowanie i funkcje tachimetrów. Automatyczna rejestracja wyników. Tachimetry z systemami automatycznego naprowadzania na cel. Niwelatory laserowe i cyfrowe. Łaty pomiarowe do niwelatorów cyfrowych. Oprogramowanie niwelatorów. Pomiaru sytuacyjne

– układy współrzędnych na płaszczyźnie, metody pomiarów kątów i długości. Pomiary wysokości – metoda niwelacji geometrycznej, niwelatory techniczne, sieci niwelacyjne, niwelacja trygonometryczna. Pomiary sytuacyjno-wysokościowe, tachimetria, automatyzacja pomiarów tachimetrycznych. Szczegółowe osnowy geodezyjne. Opracowanie wyników pomiarów. Sporządzenie mapy zasadniczej, mapy numerycznej, mapy dla celów projektowych, mapy dla celów prawnych.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* obsługi instrumentów elektronicznych w zakresie pomiaru, rejestracji i transmisji danych do/z komputera; organizacji i wykonywania prac związanych z pomiarami szczegółowymi na terenach o różnym pokryciu i użytkowaniu.

#### **5. Kształcenie w zakresie geodezji inżynierskiej**

*Treści kształcenia:* Elementy budownictwa oraz inżynierii lądowej i wodnej. Ogólna charakterystyka oraz klasyfikacja obiektów budowlanych według kryteriów technicznych, ekonomicznych i funkcjonalnych. Ustrój nośny budowli – jego elementy i klasyfikacja. Aspekty bezpieczeństwa budowli. Elementy konstrukcyjne budynku. Elementy sieci uzbrojenia terenu – wodociągi, kanalizacja, przewody gazowe oraz przewody ciepłownicze, elektryczne i telekomunikacyjne. Infrastruktura techniczna. Zasady projektowania, technologie budowy, rodzaje konstrukcji obiektów budowlanych, ocena stanu ich bezpieczeństwa. Mapy do projektowania – mapy topograficzne, zasadnicze, pochodne i tematyczne. Numeryczne modele terenu, aktualizacja mapy zasadniczej. Geodezyjna realizacja procesów inwestycyjnych. Pomiary inwentaryzacyjne na potrzeby budownictwa. Analiza dokładności osnow realizacyjnych i konstrukcji tyczenia. Geodezyjne opracowanie projektu zagospodarowania terenu i projektu architektoniczno-budowlanego. Sporządzenie szkiców dokumentacyjnych i szkiców tyczenia. Tyczenie lokalizacyjne, geodezyjna obsługa budowy obiektów. Wyznaczanie odchyłek projektowych budowli i urządzeń przemysłowych. Badanie odkształceń i wyznaczanie przemieszczeń w trakcie budowy. Tyczenie tras, obsługa geodezyjna budowy dróg i autostrad. Mapy miejskie – zasadnicze mapy miast, mapy pochodne i tematyczne, aktualizacja mapy zasadniczej. Geodezyjne opracowanie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego obszarów miejskich oraz innych dokumentów planistycznych.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* wykonywania pomiarów oraz podstawowych prac geodezyjnych niezbędnych dla planowania i realizacji inwestycji.

#### **6. Kształcenie w zakresie kartografii**

*Treści kształcenia:* Koncepcje, funkcje i formy mapy. Zasady redagowania i opracowywania treści map. Nazewnictwo geograficzne. Generalizacja kartograficzna. Statystyczne metody przetwarzania danych przestrzennych. Kartograficzne aspekty Systemu Informacji Przestrzennej (SIP) (GIS – Geographic Information System). Kartografia tematyczna. Kartografia cyfrowa. Automatyzacja procesu opracowania i wydawania map. Technologia wytwarzania map.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* redagowania i opracowywania map z zastosowaniem narzędzi informatycznych.

#### **7. Kształcenie w zakresie fotogrametrii i teledetekcji**

*Treści kształcenia:* Definicja fotogrametrii. Wykonywanie fotogrametrycznych zdjęć lotniczych i naziemnych. Metody obserwacji i pomiarów na zdjęciach. Analityczne i analogowe opracowanie stereogramu. Technologie fotogrametryczne – ich zastosowania. Ortofotomapa, wykorzystanie Numerycznego Modelu Terenu (NMT). Metody numeryczne przetwarzania obrazów. Fotogrametria cyfrowa, klasyfikacja tematyczna treści obrazów cyfrowych. Podstawy fizyczne teledetekcji. Zależności energetyczne w układzie Słońce – obiekt – urządzenie rejestrujące. Pasma pochłaniania promieniowania, okna atmosferyczne stosowane w teledetekcji. Charakterystyki spektralne obiektów – metody pomiaru, krzywe spektralne typowych obiektów, znaczenie charakterystyk spektralnych w teledetekcji. Fotograficzne metody rejestracji. Metody i zasady fotointerpretacji. Skanery. Zobrazowania radarowe. Zdjęcia satelitarne. Zastosowania teledetekcji.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* stosowania nowoczesnych metod opracowywania zdjęć lotniczych i satelitarnych w celu uzyskania map i ich fotointerpretacji przy pomocy nowoczesnych narzędzi informatycznych.

#### **8. Kształcenie w zakresie katastru i gospodarki nieruchomościami**

*Treści kształcenia:* Pojęcie nieruchomości. Gospodarstwa rolne. Ewidencja gruntów i budynków – kataster nieruchomości. Podstawy prawne funkcjonowania katastru, organy prowadzące kataster w Polsce. Jednostki katastralne. Podmioty i przedmioty w katastrze – zbiory informacji o podmiotach i przedmiotach. Systematyka użytków gruntowych. Jednostki rejestrowe, grupy rejestrowe. Operat katastralny. Dokumentacja stanu prawnego i technicznego obiektów katastralnych. Zasady zakładania ewidencji gruntów i jej modernizacji. Zasady aktualizacji danych katastralnych. Kataster gruntów a księgi wieczyste – wzajemne powiązania. Podstawowe pojęcia i definicje z zakresu planowania przestrzennego. Koncepcje polityki przestrzennego zagospodarowania. Badania, studia i analizy przestrzennego zagospodarowania. Studia, analizy, strategie i scenariusze rozwoju przestrzennego. Proces planowania. Komunalizacja mienia i uwłaszczenia osób fizycznych i prawnych – dokumentacja geodezyjna z tym związana. Zasady gospodarowania nieruchomościami stanowiącymi własność Skarbu Państwa i Jednostek Samorządu Terytorialnego. Zasoby nieruchomości – zasady ich tworzenia i gospodarowania nimi. Sprzedaż i oddawanie nieruchomości w użytkowanie wieczyste. Oddawanie nieruchomości w trwały zarząd. Zamiana nieruchomości. Podziały i scalania nieruchomości. Wywłaszczenia nieruchomości. Zwroty nieruchomości. Zasady gospodarowania gruntami na obszarach wiejskich – struktura agrarna, struktura władania i użytkowania gruntów, scalanie i wymiana gruntów, gospodarka gruntami na obszarach leśnych, dokumentacja geodezyjno-kartograficzna dla potrzeb gospodarowania na obszarach leśnych. Wartość rynkowa i odtworzeniowa nieruchomości. Regulacje prawne związane z wyceną nieruchomości. Podejścia, metody i techniki wyceny nieruchomości.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* zakładania i prowadzenia katastru; wykonywania podstawowych czynności w procesie wyceny nieruchomości; zrozumienia procesów związanych z opracowaniem planów zagospodarowania przestrzennego; wykonywania prac geodezyjnych związanych z gospodarką nieruchomościami.

#### **9. Kształcenie w zakresie systemów informacji przestrzennej**

*Treści kształcenia:* Podstawowe pojęcia z zakresu systemów informacji przestrzennej (SIP/GIS). SIP na tle innych systemów informacyjnych. Części składowe SIP. Funkcjonalne podejście do SIP. Bazy danych przestrzennych – typy, część geometryczna i opisowa. Metody projektowania i eksploatacji baz danych. Wizualizacja danych. Mapy a bazy danych i systemy informacji przestrzennej. Zakres pojęcia model. Model – obraz rzeczywistości, model (postać) danych. Modelowanie zjawisk. Analizy przestrzenne – analiza przydatności terenu, tablice decyzyjne. Decyzje i cele wykorzystywania SIP/GIS.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* pozyskiwania i aktualizacji danych SIP; wykorzystywania danych z zakresu informacji przestrzennej w geodezji i kartografii.

### **IV. PRAKTYKI**

Praktyki powinny trwać nie krócej niż 4 tygodnie.

Zasady i formę trwania praktyk ustala jednostka uczelni prowadząca kształcenie.

### **V. INNE WYMAGANIA**

1. Programy nauczania powinny przewidywać zajęcia z zakresu wychowania fizycznego – w wymiarze 60 godzin, którym można przypisać do 2 punktów ECTS; języków obcych – w wymiarze 120 godzin, którym należy przypisać 5 punktów ECTS; technologii informacyjnej – w wymiarze 30 godzin, którym należy przypisać 2 punkty ECTS. Treści kształcenia w zakresie technologii informacyjnej: podstawy technik informatycznych, przetwarzanie tekstów, arkusze kalkulacyjne, bazy danych, grafika menedżerska i/lub prezentacyjna,

usługi w sieciach informatycznych, pozyskiwanie i przetwarzanie informacji – powinny stanowić co najmniej odpowiednio dobrany podzbiór informacji zawartych w modułach wymaganych do uzyskania Europejskiego Certyfikatu Umiejętności Komputerowych (ECDL – European Computer Driving Licence).

2. Programy nauczania powinny zawierać treści humanistyczne, z zakresu prawa, ekonomii lub inne poszerzające wiedzę ogólną w wymiarze nie mniejszym niż 60 godzin, którym należy przypisać nie mniej niż 3 punkty ECTS.
3. Programy nauczania powinny przewidywać zajęcia z zakresu ochrony własności intelektualnej, bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii.
4. Przynajmniej 50% zajęć powinny stanowić ćwiczenia audytoryjne, laboratoryjne, projektowe lub terenowe (polowe).
5. Praktyki łącznie z zajęciami polowymi powinny być nieodłącznym elementem przygotowania do wykonywania zawodu.
6. Student otrzymuje 15 punktów ECTS za przygotowanie pracy dyplomowej (projektu inżynierskiego) i przygotowanie do egzaminu dyplomowego.

### **ZALECENIA**

1. Wskazana jest znajomość języka angielskiego.
2. Przy tworzeniu programów nauczania mogą być stosowane kryteria FEANI (Fédération Européenne d'Associations Nationales d'Ingénieurs).

## B. STUDIA DRUGIEGO STOPNIA

### I. WYMAGANIA OGÓLNE

Studia drugiego stopnia trwają nie krócej niż 3 semestry. Liczba godzin zajęć nie powinna być mniejsza niż 900. Liczba punktów ECTS nie powinna być mniejsza niż 90.

### II. KWALIFIKACJE ABSOLWENTA

Absolwent powinien posiadać umiejętności posługiwania się zaawansowaną wiedzą z zakresu nauk technicznych oraz geodezji i kartografii. Powinien posiadać umiejętności: kierowania zespołami, wykazywania inicjatywy twórczej, podejmowania decyzji oraz radzenia sobie z podstawowymi problemami prawnymi i administracyjnymi jednostek gospodarczych. Absolwent powinien być przygotowany do pracy: w przedsiębiorstwach geodezyjnych i kartograficznych, w przedsiębiorstwach pokrewnych, we własnej firmie geodezyjnej lub kartograficznej, w administracji państwowej i samorządowej oraz w szkolnictwie – po ukończeniu specjalności nauczycielskiej (zgodnie ze standardami kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela). Absolwent powinien być przygotowany do podjęcia studiów trzeciego stopnia (doktoranckich) i podejmowania prac badawczych.

### III. RAMOWE TREŚCI KSZTAŁCENIA

#### 1. GRUPY TREŚCI KSZTAŁCENIA, MINIMALNA LICZBA GODZIN ZAJĘĆ ZORGANIZOWANYCH ORAZ MINIMALNA LICZBA PUNKTÓW ECTS

	godziny	ECTS
A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH	120	12
B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH	150	15
<b>Razem</b>	<b>270</b>	<b>27</b>

#### 2. SKŁADNIKI TREŚCI KSZTAŁCENIA W GRUPACH, MINIMALNA LICZBA GODZIN ZAJĘĆ ZORGANIZOWANYCH ORAZ MINIMALNA LICZBA PUNKTÓW ECTS

	godziny	ECTS
A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH	<b>120</b>	<b>12</b>
<b>Treści kształcenia w zakresie:</b>		
1. Zaawansowanej matematyki		
2. Zaawansowanych metod opracowywania obserwacji		
3. Geodynamiki		
4. Cyfrowego przetwarzania obrazu		
B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH	<b>150</b>	<b>15</b>
<b>Treści kształcenia w zakresie:</b>		
1. Geodezji fizycznej i grawimetrii geodezyjnej		
2. Pomiarów przemieszczeń		
3. Satelitarnych technik pomiarowych		
4. Gospodarki nieruchomościami		



### 3. TREŚCI I EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH

##### 1. Kształcenie w zakresie zaawansowanej matematyki

*Treści kształcenia:* Rachunek tensorowy. Równania różniczkowe zwyczajne pierwszego i drugiego rzędu. Równania różniczkowe cząstkowe. Elementy teorii pola. Elementy geometrii różniczkowej. Funkcje analityczne.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia pogłębionego opisu matematycznego zjawisk fizycznych; posługiwania się zaawansowanymi metodami matematycznymi w geodezji i naukach o Ziemi.

##### 2. Kształcenie w zakresie zaawansowanych metod opracowywania obserwacji

*Treści kształcenia:* Rozwinięte modele opracowywania wyników pomiarów geodezyjnych – błędy systematyczne, probabilistyczne modele losowych błędów pomiaru, wynik pomiaru jako funkcja losowa. Teoretyczne podstawy niestandardowych metod estymacji w geodezji – estymacja metodą największej wiarygodności z zastosowaniem probabilistycznych modeli błędów pomiarów, M-estymacja (składowa funkcji celu, funkcja wagowa). Wyrównania odporne na błędy grube. Swobodne sieci geodezyjne. Wyrównania swobodne. Wyrównania wieloetapowe (sekwencyjne). Wielogrupowe sieci geodezyjne. Filtracja i predykcja funkcji losowych. Metody filtracji. Kolokacja metodą najmniejszych kwadratów. Analiza spektralna. Całkowanie numeryczne.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* stosowania zaawansowanych metod opracowywania obserwacji geodezyjnych; rozwiązywania naukowo-technicznych problemów geodezji.

##### 3. Kształcenie w zakresie geodynamiki

*Treści kształcenia:* Podział zjawisk geodynamicznych według spektrum czasowego i przestrzennego. Tektonika wielkich płyt i ewolucja wnętrza Ziemi. Pojęcie uskoku przesuwczego i transformującego. Podział skorupy na płyty, platformy i kratony litosferyczne. Badania paleomagnetyczne w rekonstrukcji ruchu kontynentów i bieguna. System odniesienia w badaniu ruchu kontynentów. Neotektonika i współczesne ruchy skorupy ziemskiej. Metody pośrednie i bezpośrednie badania współczesnych ruchów tektonicznych. Wpływ deformacji pływowych na kierunek osi obrotu Ziemi i jej prędkość obrotową. Deformacje niepływowe i ich wpływ na deformacje skorupy ziemskiej i grawitację. Techniki kosmiczne i satelitarne w wyznaczaniu parametrów ruchu obrotowego Ziemi i zmian pozycji stacji.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia procesów zachodzących na powierzchni Ziemi i w jej wnętrzu; modelowania procesów związanych z dynamiką Ziemi.

##### 4. Kształcenie w zakresie cyfrowego przetwarzania obrazu

*Treści kształcenia:* Metody pozyskiwania obrazów cyfrowych – bezpośrednie i pośrednie (skanowanie). Specyfika obrazu cyfrowego – kwantowanie, rozdzielczość, charakterystyki przestrzenne i częstotliwościowe. Przechowywanie obrazu cyfrowego, formaty plików, metody kompresji. Przetwarzanie obrazów źródłowych – korekcje radiometryczne, zmiany rozdzielczości i piramidy obrazu, próbkowanie obrazu (resampling). Filtracje obrazu cyfrowego metodą splotu – odszumianie, poprawa jakości. Wykrywanie cech obrazu cyfrowego – punktowych i liniowych. Tekstura i wyszukiwanie wzorców obrazu cyfrowego – znaczki tłowe, punkty sygnalizowane. Dopasowanie obrazów – korelacja, tworzenie obrazów epipolarnych, dopasowanie powierzchniowe (Area Base Matching), dopasowanie cech (Feature Base Matching), wieloobrazowe. Specjalistyczne przetwarzanie obrazu – rzutowanie na płaszczyznę i powierzchnie (drapowanie). Zastosowanie algorytmów analizy obrazu do innych danych rastrowych i nieobrazowych. Ocena obrazów cyfrowych na podstawie histogramów jedno, dwu i wielowymiarowych. Kontrast obrazu. Histogramy a przetworzenia funkcjami. Filtracja cyfrowa – analiza kształtu i wymiaru. Metoda głównych składowych (Principal Component Analysis – PCA) – korelacja, wariancja, kowariancja, w

zastosowaniu do cyfrowych obrazów wielowymiarowych (wielospektralnych). Klasyfikacyjne funkcje decyzyjne dla wielowymiarowych histogramów reprezentujących obraz wielospektralny.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* posługiwania się podstawowymi metodami technik cyfrowego przetwarzania obrazów; stosowania technik cyfrowego przetwarzania obrazu w fotogrametrii cyfrowej, teledetekcji, kartografii i geodezji.

## **B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH**

### **1. Kształcenie w zakresie geodezji fizycznej i grawimetrii geodezyjnej**

*Treści kształcenia:* Normalne pole siły ciężkości Ziemi. Potencjał siły ciężkości elipsoidy, elipsoidalne prawo rozkładu ciężkości. Metody grawimetryczne badania figury (kształtu) Ziemi. Problem Bjerhammara na tle teorii Stokesa i Mołodińskiego. Interpolacja odchyłeń pionu na podstawie informacji grawimetrycznych i danych satelitarnych. Światowe i krajowe sieci grawimetryczne. Współczesne metody pomiarów grawimetrycznych dla potrzeb geodezji i geodynamiki. Pomiaru nowoczesnymi grawimetrami statycznymi. Justacja i kalibracja grawimetru statycznego. Gradientometria geodezyjna. Funkcje autokowariancji anomalii grawimetrycznych i kowariancji pośrednich. Korelacje anomalii z topografią i głębokością granicy Mohorovičica. Wpływ globalnych i lokalnych zjawisk geodynamicznych na ciężkość. Niwelacja astronomiczno–grawimetryczna. Odstępy geoidy od quasi-geoidy Mołodińskiego. Grawimetryczne wyznaczanie elementów redukcji obserwacji geodezyjnych i astronomicznych. Wykorzystanie charakterystyk pola siły ciężkości w opracowaniu geodezyjnych pomiarów inżynierskich.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia i stosowania metod badania pola siły ciężkości Ziemi; pomiaru parametrów pola siły ciężkości Ziemi dla praktycznych potrzeb geodezji i nauk o Ziemi.

### **2. Kształcenie w zakresie pomiarów przemieszczeń**

*Treści kształcenia:* Przemieszczenie, odkształcenie, odchyłka projektowa. Przyczyny powstawania przemieszczeń i odkształceń. Specyfika geodezyjnych pomiarów przemieszczeń. Wyznaczanie przemieszczeń pionowych na podstawie pomiarów niwelacji precyzyjnej. Wyznaczanie przemieszczeń poziomych – sieć trygonometryczna niepełna, sieć trygonometryczna pełna, sieć kątowno liniowa, metoda stałej prostej. Geodezyjna interpretacja wyników pomiarów przemieszczeń. Metody pomiaru przemieszczeń względnych. Automatyzacja pomiarów przemieszczeń i odkształceń. Wybrane metody opracowywania wyników pomiarów przemieszczeń – modele kinematyczne. Identyfikacja punktów stałych w sieciach kontrolnych. Identyfikacja oparta na rezultatach wyrównania wstępnego różnicy przewyższeń – metoda kolejnych wyrównań, metoda wspólnego przedziału ufności, metoda kolejnych wyrównań swobodnych, badanie wzajemnych przemieszczeń w grupie potencjalnych punktów odniesienia.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* wykonywania i interpretacji pomiarów przemieszczeń obiektów inżynierskich.

### **3. Kształcenie w zakresie satelitarnych technik pomiarowych**

*Treści kształcenia:* Planowanie obserwacji GPS (Global Positioning System). Projektowanie sieci satelitarnych GPS. Wybór stanowiska pomiarów GPS, program obserwacji. Strategie wykonywania obserwacji GPS. Rodzaje anten GPS – centrum fazowe, problem wielodrożności sygnału. Opracowanie obserwacji satelitarnych GPS. Różnice obserwacji GPS, liniowe kombinacje obserwacji fazowych i kodowych. Możliwości wykorzystania liniowych kombinacji obserwacji fazowych. Zaawansowane metody opracowania obserwacji GPS. System GLONASS (GLObal NAVigation Satellite System) – opis działania. Podobieństwa i różnice systemów GPS i GLONASS. Łączne wykorzystanie systemów GPS i GLONASS. Inne istniejące i projektowane systemy satelitarne: GNSS (Global Navigation Satellite System), EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service), Galileo, DORIS (Digitales Oberösterreichisches Raum-Informationssystem), PRARE (Precise

Range And Range-Rate Equipment). Satelitarne globalne, regionalne i krajowe sieci geodynamiczne.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* wykonywania pomiarów satelitarnych, ich opracowywania i interpretacji wyników; posługiwanie się satelitarnymi systemami informacji geograficznej i geodezyjnej.

#### **4. Kształcenie w zakresie gospodarki nieruchomościami**

*Treści kształcenia:* Racjonalna gospodarka nieruchomościami jako czynnik atrakcyjności i konkurencyjności lokalizacyjnej – lokalnej i krajowej. Interakcje gospodarki nieruchomościami z polityką gospodarczą i przestrzenną państwa, regionów i gmin, ze szczególnym uwzględnieniem miast. Rola gospodarki nieruchomościami w ekonomii państwa, kraju, regionów, powiatów, gmin, jednostek osadniczych oraz komercyjnych podmiotów prawnych i osób fizycznych. Rynek nieruchomości – rodzaje, czynniki, dynamika. Zasady gospodarowania nieruchomościami wynikające z ustaw szczególnych: ustawy o własności lokali, ustawy o gospodarowaniu nieruchomościami rolnymi Skarbu Państwa, ustawy o lasach. Rodzaje dokumentacji geodezyjno-kartograficznej. Rola geodetów w realizacji zadań związanych z gospodarką nieruchomościami.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* wykonywania prac geodezyjnych związanych z gospodarką nieruchomościami; zarządzania nieruchomościami w zakresie geodezyjnym.

#### **IV. INNE WYMAGANIA**

1. Przynajmniej 50% zajęć winno być przeznaczone na ćwiczenia audytoryjne, laboratoryjne, projektowe lub terenowe (polowe).
2. Studia drugiego stopnia mogą ukończyć osoby, które zaliczyły łącznie 60% treści podstawowych i kierunkowych określonych w standardach kształcenia dla studiów pierwszego stopnia kierunku geodezja i kartografia.
3. Za przygotowanie pracy magisterskiej i przygotowanie do egzaminu dyplomowego student otrzymuje 20 punktów ECTS.