**Nazwa przedmiotu:**

Lotniczy skaning laserowy

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Zdzisław Kurczyński

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Geodezja i Kartografia

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

GK.SMK

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

Obliczania punktów ECTS dla przedmiotu
godziny kontaktowe: 45h, w tym:
obecność na wykładach: 15h,
obecność na zajęciach projektowych: 30h
przygotowanie do zajęć projektowych: 15h
udział w konsultacjach 3h
przygotowanie sprawozdań z ćwiczeń: 15h
Razem nakład pracy studenta: 78h = 3 p. ECTS

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

obecność na wykładach: 15h,
obecność na zajęciach projektowych: 30h
udział w konsultacjach 3h
Razem nakład pracy studenta: 48h = 1,7 p. ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

obecność na zajęciach projektowych: 30h
przygotowanie do zajęć projektowych: 15h
przygotowanie sprawozdań z zajęć projektowych: 15h
Razem nakład pracy studenta: 60h = 2 p. ECTS

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 15h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 30h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Wiedza i umiejętności w zakresie matematyki, geodezji, podstaw opracowania danych pomiarowych i fotogrametrii na poziomie 1-go stopnia kształcenia na kierunku geodezja i kartografia, w tym: Matematyka I i II (Statystyka matematyczna) sem. 4, Podstawy informatyki (sem. 3), Rachunek wyrównawczy (sem.2), Podstawy fotogrametrii (sem. 4), Fotogrametryczne technologie pomiarowe (sem. 5). Wiedza w zakresie technologii fotogrametrycznych na poziomie 2-go stopnia kształcenia, w tym Technologie fotogrametryczne (sem. 1).

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

Opanowanie zaawansowanej wiedzy teoretycznej w zakresie skanowania laserowego, pozyskiwanego z pułapu lotniczego (załogowego) i BSL. Nabycie umiejętności opracowania takich danych dla tworzenia zaawansowanych produktów geoinformacyjnych (modele wysokościowe, modele 3D, inne).

**Treści kształcenia:**

Wykład:
1. Pozyskiwanie danych ALS
1.1 Składowe systemu
1.2 Rejestrowane parametry
1.3 Rozkład śladów punktów laserowych na pow. Ziemi (optyczny układ skanujący). Zależność gęstości i równomierności gęstości punktów od parametrów systemu i parametr lotu.
1.4 Typowe parametry skanerów topograficznych. Systemy ALS na rynku
1.5 Właściwości danych ALS
1.6 Formaty zapisu danych (LAS ASPRS, szczegółowo). Kompresja
2. Rejestracja kilku odbić (ech). Wzrost gęstości punktów poprzez technikę MPA (możliwości i ograniczenia)
3. Rejestracja pełnego kształtu fali odbitej (fullwave).
3.1 Interakcja sygnał-obiekt
3.2 Dekompozycja sygnału - metody
3.3 Możliwości i ograniczenia. Zastosowania
4. Współdziałanie skanera z kamerą obrazową
4.1 Połączenie z kamerą średnioformatową. Warunki realizacji nalotów
4.2 Kolorowanie chmury punktów ALS (podstawa metodyczna). Typowe błędy
5. Georeferencja danych ALS
5.1 Rola obserwacji GNSS/INS w orientacji danych ALS
5.2 Klasyfikacja błędów wpływających na dokładność danych ALS
5.3 Podział obszaru opracowania na bloki i szeregi
5.4 Wyrównanie trajektorii lotu
5.5 Orientacja wzajemna danych ALS
5.6 Osnowa terenowa (płaszczyzny referencyjne, płaszczyzny kontrolne, rozkład, …)
5.7 Wskaźniki jakości/ dokładności wyrównania
6. Opracowanie danych ALS
6.1 Filtracja. Metody (szczegółowo algorytm Axelsona, …). Budowa NMT
6.2 Klasyfikacja. Typowe klasy (wg LAS ASPRS). Budowa NMPT.
6.3 Jakość NMT/NMPT. Parametry standaryzujące jakość. Parametry NMT/NMPT a parametry danych ALS
6.4 Ilustracja i komentarz do typowych błędów opracowania danych ALS
7. Kalibracja platformy skanującej
7.1 Powiązanie błędów (syt i wys) z parametrami kalibracji systemu.
7.2 Pole kalibracyjne dla danych ALS
8. Systemy skanowania bispektralnego i multispektralnego
8.1 Skaner batymetryczny (specyfika, głębokość penetracji, …)
8.2 Wielospektralne systemy ALS (przykłady konstrukcji i finalnych produktów)
9. Systemy fotonowe (specyfika, właściwości, przykłady konstrukcji, …)
9.1 Specyfika systemów fotonowych i Geiger-mode
9.2 przykłady konstrukcji, analiza efektywności
9.3 Ocena jakości danych skanerów fotonowych
10. Systemy skanowania laserowego z pokładu UAV
10.1 Przegląd rozwiązań LIDAR przeznaczonych dla UA
10.2 Metody orientacji danych ULS
10.3 Analiza jakości i możliwości zastosowań danych ULS
11. ALS – przykłady zastosowań

Ćwiczenia lab.:
1. Wyrównanie i georeferencja bloku danych ALS wraz z oceną jakości chmury punktów (8 godz.)
2. Filtracja i klasyfikacja chmury punktów ALS (4 godz.)
3. Generowanie numerycznych modeli wysokościowych wraz z oceną dokładności i jakości finalnego produktu (6 godz.)
4. Tworzenie modeli 3d budynków wraz z analizą dokładności i szczegółowości produktu (8 godz.)
5. Uzupełnienie i zaliczenie ćwiczeń (4 godz.)

**Metody oceny:**

Wykład:
Do zaliczenia wykładu wymagane jest uzyskanie pozytywnych ocen z dwóch sprawdzianów w semestrze.

Ćwiczenia:
Do zaliczenia ćwiczeń wymagane jest: wykonanie wszystkich tematów/projektów przewidzianych programem zajęć i uzyskanie pozytywnych ocen ze wszystkich sprawozdań. Obrona ustna sprawozdań. Do zaliczenia sprawdzianu wymagane jest uzyskanie 60% punktów. Ocenę łączną stanowi średnia arytmetyczna z sprawdzianów oraz zaliczenia ćwiczeń. Oceny wpisywane są według zasady: 5,0 - pięć (4,76 - 5,0); 4,5 - cztery i pół (4,26-4,74); 4,0 – cztery (3,76-4,25); 3,5 (trzy i pół (3,26 - 3,75), 3,0 – trzy (3,0-3,25). Nieusprawiedliwiona nieobecność na więcej niż 2-ch zajęciach oznacza niezaliczenie przedmiotu. Student nieobecny na zajęciach ma obowiązek zgłosić się do prowadzącego (mail, osobiście) celem uzgodnienie terminu odrobienia ćwiczeń.

Ocena końcowa z przedmiotu:
Warunkiem zaliczenia przedmiotu są pozytywne oceny z egzaminu i zaliczenia ćwiczeń. Ocena końcowa jest średnią z egzaminu i zaliczenia ćwiczeń.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Kurczyński: konspekty z wykładów
2. Kurczyński: Fotogrametria. PWN, 2014
3. Kurczyński: Lotnicze i satelitarne obrazowanie Ziemi. Tom 1 i 2. Oficyna Wydawnicza PW. Wydanie II, 2013
4. Butowtt, Kaczyński: Fotogrametria. WAT, 2010
5. Kraus K.: Photogrammetry. Geometry from Images and Laser Scans (Second Edition). Walter de Gruyter. Berlin, New York, 2007
6. Kurczyński: Słownik z zakresu fotogrametrii (polsko-angielski i angielsko-polski). GEODETA, Warszawa, 2014

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt :**

Weryfikacja:

**Powiązane efekty kierunkowe:**

**Powiązane efekty obszarowe:**

**Efekt W-1:**

Zna działanie lotniczego skaningu laserowego, parametrów wynikowych danych (chmury punktów) oraz formatów ich zapisu.

Weryfikacja:

Zaliczenie dwóch sprawdzianów z wykładów. Obrona ustna sprawozdań

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W13, K\_W11

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W07

**Efekt W-2:**

Zna metody georeferencji danych ALS oraz kalibracji platform skanujących.

Weryfikacja:

Zaliczenie dwóch sprawdzianów z wykładów. Obrona ustna sprawozdań

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W16, K\_W11

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W07

**Efekt W-3:**

Zna techniki opracowania danych ALS i technologie wytworzenia z nich produktów: różnych modeli wysokościowych, modeli 3D.

Weryfikacja:

Zaliczenie dwóch sprawdzianów z wykładów. Obrona ustna sprawozdań

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W13, K\_W11

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W07

**Efekt W-4:**

Zna najnowsze trendy w zakresie skanowania laserowego, a w tym zasady działania wielospektralnych skanerów laserowych, systemów fotonowych i systemów dedykowanych dla BSL.

Weryfikacja:

Zaliczenie dwóch sprawdzianów z wykładów. Obrona ustna sprawozdań

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W11

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W04, T2A\_W07, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt :**

Weryfikacja:

**Powiązane efekty kierunkowe:**

**Powiązane efekty obszarowe:**

**Efekt U-1:**

Potrafi poddać dane lotniczego skaningu laserowego georeferencji i ocenić jakość tej georeferencji

Weryfikacja:

Zaliczenie dwóch sprawdzianów z wykładów. Obrona ustna sprawozdań

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U11, K\_U17

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09, T2A\_U10, T2A\_U11, T2A\_U10, T2A\_U12, T2A\_U07, T2A\_U18, T2A\_U19

**Efekt U-2:**

Potrafi opracować dane ALS, w tym poddać je filtracji, klasyfikacji i wytworzyć produkty: różne modele wysokościowe i modele 3D budynków wraz z oceną dokładności tych produktów.

Weryfikacja:

Zaliczenie dwóch sprawdzianów z wykładów. Obrona ustna sprawozdań

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U16, K\_U17, K\_U19

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U10, T2A\_U12, T2A\_U10, T2A\_U12, T2A\_U08, T2A\_U10, T2A\_U17

**Efekt U-3:**

Zna stan i standardy pokrycia kraju danymi ALS i produktami pochodnymi z ich opracowania oraz potrafi je pozyskać z państwowego zasobu geodezyjnego.

Weryfikacja:

Zaliczenie dwóch sprawdzianów z wykładów. Obrona ustna sprawozdań

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U18, K\_U22

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U08, T2A\_U09, T2A\_U10, T2A\_U17, T2A\_U15, T2A\_U09, T2A\_U12, T2A\_U17, T2A\_U18

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt :**

Weryfikacja:

**Powiązane efekty kierunkowe:**

**Powiązane efekty obszarowe:**

**Efekt K-1:**

potrafi współpracować i pracować w grupie

Weryfikacja:

Zaliczenie dwóch sprawdzianów. Obrona ustna sprawozdań. Praca w zespołach dwuosobowych

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_K04, K\_K06

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_K03, T2A\_K02