

POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA

Decyzja nr 106/2024

Dziekana Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa  
z dnia 30 października 2024 r.

w sprawie utworzenia i wprowadzenia do oferty przedmiotów obieralnych od roku akademickiego 2024/2025

Na podstawie § 11 ust. 4 pkt 5 Regulaminu organizacyjnego Politechniki Warszawskiej, stanowiącego załącznik do zarządzenia nr 92/2019 Rektora PW z dnia 4 grudnia 2019 r. w sprawie nadania Regulaminu organizacyjnego Politechniki Warszawskiej, postanawia się, co następuje:

§ 1

1. Na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej tworzy się i od roku akademickiego 2024/2025 wprowadza się do oferty dydaktycznej następujące przedmioty obieralne:
  - 1) na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych pierwszego stopnia o profilu ogólnoakademickim na kierunkach: lotnictwo i kosmonautyka, robotyka i automatyka, energetyka, mechanika i projektowanie maszyn:
    - a) Bezzałogowe systemy powietrzne. Akwizycja danych - 2 ECTS;
    - b) Bezzałogowe systemy powietrzne. SORA - 1 ECTS.
2. Karty przedmiotów zawierające szczegółowy opis przedmiotów stanowią załączniki do decyzji od 1 do 2.

§ 2

Decyzja wchodzi w życie z dniem podpisania.

DZIEKAN

prof. dr hab. inż. Artur Rusowicz

## KARTA PRZEDMIOTU

<b>Nazwa przedmiotu:</b>	Bezzałogowe Systemy Powietrzne. Akwizycja danych Unmanned Aerial Systems - Data Acquisition		
<b>Stopień studiów:</b>	I (inżynierski)		
<b>Kierunek studiów, specjalność:</b>	Lotnictwo i Kosmonautyka, Robotyka i Automatyka, Energetyka, Mechanika i Projektowanie Maszyn		
<b>Kod przedmiotu:</b>	<b>Semestr studiów: od 3</b>	<b>Liczba punktów ECTS: 2</b>	
<b>Poziom przedmiotu:</b> zaawansowany	<b>Typ przedmiotu:</b> obieralny		
	Wykłady:	0h	
	Ćwiczenia:	0 h	
Wymiar przedmiotu: 60 h	Laboratoria:	15 h	Praca własna: 45 h
	Konsultacje:	0 h	
	Projekt:	0 h	
<b>Odpowiedzialny za przedmiot:</b>	mgr inż. Paweł Waligóra		
<b>Limit grupy:</b> 5 osób			
Przedmiot prowadzony w języku polskim, częściowo wyjazdowo w terenie (zbieranie danych przy pomocy dronów), a częściowo w laboratorium komputerowym (przetwarzanie danych).			

### Cele przedmiotu

Kontynuacja przedmiotów Bezzałogowe Systemy Powietrzne Teoria oraz Praktyka, gdzie student praktycznie wykorzystuje wiedzę zdobytą z poprzednich dwóch przedmiotów oraz nabywa praktyczne umiejętności wykonywania misji bezzałogowych celem akwizycji danych, a następnie przetworzenia pozyskanych danych w gotowy produkt.

Cele szczegółowe przedmiotu obejmują:

- C1 – Praktyczne zastosowanie procedur operacyjnych przygotowujących do lotu
- C2 – Akwizycja danych w locie manualnym
- C3 – Akwizycja danych w locie automatycznym – programowanie misji
- C4 – Obróbka video i fotografii lotniczej
- C5 – Tworzenie na bazie zdjęć lotniczych podstawowych produktów takich jak: ortofotomapy, chmury punktów, modele 3D
- C6 – Przetwarzanie danych z sensorów lidarowych

### Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1. Posiadanie uprawnień do pilotowania BSP co najmniej w zakresie kategorii Open A1/A2/A3

### Efekty uczenia się (wiedza)

- EW1 – Student zna obowiązujące w miejscu wykonywania lotu ograniczenia w przestrzeni powietrznej dla bezzałogowych systemów powietrznych
- EW2 – Student wie, jak wykonać akwizycję danych w locie manualnym i automatycznym
- EW3 – Student wie, jak zaprogramować lot automatyczny, aby uzyskać zamierzony efekt
- EW4 – Student wie, na jakie problemy można napotkać w trakcie akwizycji i jak ich unikać
- EW5 – Student zna podstawy GIS i wie, jaki mają one wpływ na akwizycję danych
- LiK1\_W11 – Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie podstaw aerodynamiki statków powietrznych i mechaniki lotu; zna podstawy stateczności i sterowania samolotem.
- LiK1\_W14 – Zna zasady działania systemów: sterowania lotem, wspomaganie lądowania, antykolizyjnych; czujników i układów nawigacji inercjalnej, rejestratorów lotu, systemów łączności. Posiada wiedzę na temat podstawowych instalacji stosowanych w statkach latających.

### **Efekty uczenia się (umiejętności)**

EU1 – Student umie prawidłowo wykonywać akwizycję danych dla różnych typowych scenariuszy

EU2 – Student umie zgłosić lot do organów PAŻP i AFIS

EU3 – Student umie obsługiwać różnego rodzaju oprogramowanie do przetwarzania zdjęć lotniczych

EU4 – Student umie analizować przetworzone dane i wyciągać wnioski

LiK1\_U01 – Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku obcym; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.

### **Efekty uczenia się (kompetencje społeczne)**

LiK1\_K03 - Ma świadomość konieczności działania w sposób profesjonalny i przestrzegania zasad etyki zawodowej.

LiK1\_K04 - Ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania, związaną z pracą zespołową.

### **Treści merytoryczne przedmiotu**

<b>Laboratorium</b>	<b>Liczba godzin</b>
1. Zajęcia organizacyjne – wstęp do fotografii lotniczej	1
2. Akwizycja danych w terenie przy pomocy BSP z różnymi sensorami	8
3. Przetwarzanie danych w gotowy produkt - obróbka foto video	1
4. Przetwarzanie danych w gotowy produkt - ortofotomapy RGB i Multispectralne	1
5. Przetwarzanie danych w gotowy produkt - analizy na chmurach punktów	1
6. Przetwarzanie danych w gotowy produkt - modele 3D	1
7. Przetwarzanie danych w gotowy produkt - prezentacja danych w QGIS i Potree	1
8. Przetwarzanie danych w gotowy produkt - raport z inspekcji farm fotowoltaicznych	1

Akwizycja danych w terenie obejmuje:

- Lot manualny foto video
- Ustawienie i pomiar fotopunktów
- Lot manualny fotogrametryczny i inspekcyjny
- Lot automatyczny mapujący na potrzeby ortofotomapy (zdjęcia w nadirze)
- Lot automatyczny mapujący na potrzeby obrazowania 3D (zdjęcia skośne)
- Lot automatyczny mapujący na obiekty liniowe
- Lot automatyczny z sensorem lidarowym

#### Literatura podstawowa i uzupełniająca

1. Podstawy fotogrametrii, Krystian Pyka, Kraków 2023
2. Rozporządzenie wykonawcze komisji (UE) 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych.
3. Sprostowanie do rozporządzenia wykonawczego Komisji (UE) 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych (Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 152 z dnia 11 czerwca 2019 r.)
4. Rozporządzenie delegowane komisji (UE) 2019/945 z dnia 12 marca 2019 r. w sprawie bezzałogowych systemów powietrznych oraz operatorów bezzałogowych systemów powietrznych z państw trzecich
5. Ustawa z dnia 3 lipca 2002 r. Prawo lotnicze. Dz.U. 2002 nr 130 poz. 1112
6. Wytyczne nr 6 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 11 maja 2023 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego NSTS-01 dla operacji w zasięgu widoczności wzrokowej (VLOS) lub z widokiem z pierwszej osoby (FPV), wykonywanych z użyciem bezzałogowego statku powietrznego o masie startowej mniejszej niż 4 kg.
7. Wytyczne nr 7 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 11 maja 2023 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego NSTS-02 dla operacji w zasięgu widoczności wzrokowej (VLOS) z użyciem bezzałogowego statku powietrznego kategorii wielowirnikowiec (MR), o masie startowej mniejszej niż 25 kg
8. Wytyczne nr 8 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 11 maja 2023 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego NSTS-03 dla operacji w zasięgu widoczności 123 wzrokowej (VLOS) z użyciem bezzałogowego statku powietrznego kategorii stałopłat (A) o masie startowej mniejszej niż 25 kg.
9. Wytyczne nr 10 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 11 maja 2023 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego NSTS-05 dla operacji poza zasięgiem widoczności wzrokowej (BVLOS) z użyciem bezzałogowego statku powietrznego o masie startowej mniejszej niż 4 kg, w odległości nie większej niż 2 km od pilota bezzałogowego statku powietrznego.
10. Wytyczne nr 12 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 11 maja 2023 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego NSTS-07 dla operacji poza zasięgiem widoczności wzrokowej (BVLOS) z użyciem bezzałogowego statku powietrznego kategorii stałopłat (A) o masie startowej mniejszej niż 25 kg, w odległości nie większej niż 2 km od pilota bezzałogowego statku powietrznego.
11. Wytyczne nr 17/2023 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 6 czerwca 2023 r. w sprawie wyznaczania stref geograficznych dla systemów bezzałogowych statków powietrznych.
12. Wytyczne nr 18/2023 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 6 czerwca 2023 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego NSTS-06 dla operacji poza zasięgiem widoczności wzrokowej (BVLOS) z użyciem bezzałogowego statku powietrznego kategorii wielowirnikowiec (MR) o masie startowej mniejszej niż 25 kg, w odległości nie większej niż 2 km od pilota bezzałogowego statku powietrznego.

---

**Obciążenie studenta pracą**

Forma aktywności	Średnia liczba godzin
Godziny kontaktowe z nauczycielem (zajęcia)	15
Godziny kontaktowe z nauczycielem (konsultacje)	0
Praca własna (przyswojenie materiału, studiowanie literatury), prace domowe - projekty	45
SUMA	60

**Narzędzia dydaktyczne**

1. Zajęcia praktyczne z lotów, indywidualna praca studenta z instruktorem.
2. Oprogramowanie do przetwarzania danych ze zdjęć lotniczych
3. Strony internetowe narzędzi/mapy lotnicze do wykorzystania w zadaniach

**Metody oceny (F – formująca, P – podsumowująca)**

Zaliczenie projektów

## KARTA PRZEDMIOTU

<b>Nazwa przedmiotu:</b>	Bezzałogowe Systemy Powietrzne. SORA		
	Unmanned Aerial Systems - Specific Operation Risk Assessment		
<b>Stopień studiów:</b>	I (inżynierski)		
<b>Kierunek studiów, specjalność:</b>	Lotnictwo i Kosmonautyka, Robotyka i Automatyka, Energetyka, Mechanika i Projektowanie Maszyn		
<b>Kod przedmiotu:</b>	<b>Semestr studiów: od 3</b>	<b>Liczba punktów ECTS: 1</b>	
<b>Poziom przedmiotu:</b> zaawansowany	<b>Typ przedmiotu:</b> obieralny		
	Wykłady:	0h	
	Ćwiczenia:	15 h	
<b>Wymiar przedmiotu:</b> 30 h	Laboratoria:	0 h	Praca własna: 15 h
	Konsultacje:	0 h	
	Projekt:	0 h	
<b>Odpowiedzialny za przedmiot:</b>	mgr inż. Paweł Waligóra		
<b>Limit grupy:</b>	15 osób		
Przedmiot prowadzony stacjonarnie w języku polskim.			

### Cele przedmiotu

Kontynuacja przedmiotów Bezzałogowe Systemy Powietrzne Teoria oraz Praktyka, gdzie student wykonuje projekt polegający na przygotowaniu koncepcji operacji lotniczej i analizie ryzyka SORA dla scenariuszy wykraczających poza scenariusze standardowe NSTS i STS, dla których konieczne jest złożenie do ULC wniosku o zgodę na operację, którego integralną częścią jest ww. analiza ryzyka.

Cele szczegółowe przedmiotu obejmują:

- C1 – umiejętność stworzenia koncepcji operacji lotniczej „Conops”
- C2 – umiejętność przeprowadzenia dla „Conops” analizy ryzyka
- C3 – umiejętność zastosowania środków bezpieczeństwa ograniczających ryzyko na ziemi i w powietrzu

### Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1. Posiadanie uprawnień do pilotowania BSP co najmniej w zakresie kategorii Open A1/A2/A3

### Efekty uczenia się (wiedza)

EW1 – Student wie, jak wykonywać podstawowe obliczenia niezbędne do przeprowadzenia analizy ryzyka  
EW2 – Student wie, jakie środki stosować, aby zmiętygować ryzyko

LiK1\_W11 – Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie podstaw aerodynamiki statków powietrznych i mechaniki lotu; zna podstawy stateczności i sterowania samolotem.

LiK1\_W14 – Zna zasady działania systemów: sterowania lotem, wspomaganie lądowania, antykolizyjnych; czujników i układów nawigacji inercjalnej, rejestratorów lotu, systemów łączności. Posiada wiedzę na temat podstawowych instalacji stosowanych w statkach latających.

### Efekty uczenia się (umiejętności)

EU1 – Student wie, jak przygotować Conops przy użyciu dostępnych narzędzi wspierających ten proces

LiK1\_U01 – Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku obcym; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.

### **Efekty uczenia się (kompetencje społeczne)**

LiK1\_K03 - Ma świadomość konieczności działania w sposób profesjonalny i przestrzegania zasad etyki zawodowej.

LiK1\_K04 - Ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania, związaną z pracą zespołową.

### **Treści merytoryczne przedmiotu**

<b>Laboratorium</b>	<b>Liczba godzin</b>
1. Zajęcia organizacyjne – rozdanie projektów	1
2. Koncepcja operacyjna	1
3. Koncepcja operacyjna	1
4. Koncepcja operacyjna	1
5. Koncepcja operacyjna	1
6. Określenie wewnętrznej klasy ryzyka na ziemi iGRC	1
7. Określenie końcowej klasy ryzyka na ziemi GRC	1
8. Określenie wstępnej klasy ryzyka w ruchu powietrznym ARC	1
9. Zastosowanie środków łagodzących ryzyko na poziomie strategicznym. Definicja ryzyka końcowego ARC	1
10. Definicja wymagań w zakresie łagodzenia ARC na poziomie taktycznym oraz poziomów solidności	1
11. Przyporządkowanie poziomów solidności SAIL	1
12. Identyfikacja celów bezpieczeństwa na poziomie operacyjnym OSO	1
13. Zagadnienia dotyczące obszaru przyległego i przestrzeni powietrznej	1
14. Kompleksowe Portfolio Bezpieczeństwa	1
15. Zaliczenie projektów indywidualnych	1

### **Literatura podstawowa i uzupełniająca**

1. Rozporządzenie wykonawcze komisji (UE) 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych.
2. Sprostowanie do rozporządzenia wykonawczego Komisji (UE) 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych (Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 152 z dnia 11 czerwca 2019 r.)
3. Rozporządzenie delegowane komisji (UE) 2019/945 z dnia 12 marca 2019 r. w sprawie bezzałogowych systemów powietrznych oraz operatorów bezzałogowych systemów powietrznych z państw trzecich
4. Easy Access Rules 2024. Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems (Regulations (EU) 2019/947 and 2019/945) Internet: <https://www.easa.europa.eu/en/downloads/110913/en> (wgląd 01-09-2023)
5. JARUS Annex A do SORA nr dokumentu: JAR-DEL-WG6-D.04 oraz pozostałe załączniki
6. Ustawa z dnia 3 lipca 2002 r. Prawo lotnicze. Dz.U. 2002 nr 130 poz. 1112
7. Wytyczne nr 17/2023 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 6 czerwca 2023 r. w sprawie wyznaczania stref geograficznych dla systemów bezzałogowych statków powietrznych.

---

**Obciążenie studenta pracą**

Forma aktywności	Średnia liczba godzin
Godziny kontaktowe z nauczycielem (zajęcia)	15
Godziny kontaktowe z nauczycielem (konsultacje)	0
Praca własna (przyswojenie materiału, studiowanie literatury), prace domowe - projekty	15
SUMA	30

**Narzędzia dydaktyczne**

1. Oprogramowanie wspomagające przygotowanie Conops
2. Strony internetowe narzędzi/mapy lotnicze do wykorzystania w zadaniach

**Metody oceny (F – formująca, P – podsumowująca)**

Zaliczenie projektów