

# Systemy wbudowane

## Projekt drona

Paweł Grzegorzewski, Paweł Haraburda, Jan Nawrat

### 1 Słownik pojęć

W dokumentacji używane będą następujące pojęcia:

- BSP – bezzałogowy statek powietrzny (ang. *unmanned aerial vehicle*, skr. *UAV*), statek powietrzny bez możliwości zabierania pasażerów, w tym przypadku pilotowany zdalnie
- dron – inaczej BSP
- kontroler – niewielkie urządzenie umożliwiające sterowanie BSP na odległość poprzez RC, używające urządzenia z systemem Android lub iOS jako wyświetlacza
- RC – Radio Control, zdalne sterowanie realizowane drogą radiową

### 2 Jakie są założenia projektu (CO)

System zajmuje się obsługą BSP z kamerą na pokładzie, odpowiada za umożliwienie lotu oraz sterowania zewnątrz. Sterowanie dronem będzie odbywało się z użyciem kontrolera. Użytkownik będzie miał możliwość sterowania lotem w trzech osiach oraz zapisywania fotografii. Opcjonalnie do kontrolera będzie można podłączyć urządzenie mobilne z systemem Android lub iOS i uzyskać dostęp do poglądu z kamery pokładowej na żywo. W przypadku awarii lub utraty połączenia z kontrolerem dron podejmie próbę powrotu do miejsca startu. Wstępna kalibracja BSP będzie możliwa do wykonania przez użytkownika bez kwalifikacji ani wcześniejszego doświadczenia.

### 3 W jaki sposób założenia zostaną zrealizowane (JAK)

1. Łączność modułu sterującego z BSP – dron zostanie wyposażony w moduł RC, za pomocą którego będzie łączył się z kontrolerem. Poprzez użycie połączenia USB z kontrolerem i dedykowanej aplikacji obraz z kamery na pokładzie będzie mógł być odbierany i wyświetlany na urządzeniu mobilnym.
2. Sterowanie – kontroler będzie umożliwiał sterowanie BSP w trzech osiach poprzez odpowiednie manipulowanie dwoma drążkami (jeden w osiach x i z, drugi w osi y). Ruchy te będą odpowiednio interpretowane poprzez oprogramowanie na pokładzie drona i wysyłane będą sygnały sterujące do odpowiednich silników i powierzchni sterowych drona.

3. Wspomaganie lotu – dron będzie wyposażony w system stabilizacji lotu, który wykorzystuje algorytmy kontroli lotu i czujniki inercyjne, zapewniając płynne i precyzyjne manewry.
4. Podgląd na żywo – system będzie umożliwiał transmisję obrazu z kamery zainstalowanej na pokładzie drona do dedykowanej aplikacji w czasie rzeczywistym.
5. Wykonywanie fotografii – możliwe będzie wykonanie fotografii zintegrowaną kamerą na pokładzie drona. Kontroler będzie wyposażony w dwa przyciski oraz lampkę kontrolną przeznaczone do obsługi tej funkcji.
6. Zapisywanie lokalizacji startowej – BSP będzie zapisywał lokalizację miejsca startowego w pamięci wewnętrznej poprzez wykorzystanie systemu GPS, co pozwala na szybkie odnalezienie punktu startowego w przypadku konieczności powrotu.
7. Automatyczne powracanie do lokalizacji startowej – w przypadku utracenia połączenia z kontrolerem BSP automatycznie powróci do miejsca startowego wykorzystując odpowiednie algorytmy nawigacyjne i zapisaną lokalizację startową.
8. Kalibracja przez użytkownika – procedura kalibracji BSP będzie intuicyjna i będzie możliwa do przeprowadzenia przez użytkownika bez żadnych kwalifikacji. Razem z dronem dostarczana będzie instrukcja kalibracji ”krok po kroku”.
9. Diody kontrolne - każde ramię z silnikiem zostanie wyposażone w diodę kontrolną. Diody te będą ułatwiały proces kalibracji, a podczas lotu będą zwiększały widoczność BSP

## 4 Gdzie system jest wykorzystywany (GDZIE)

Korzystać z systemu można w obszarach zamkniętych jak i otwartych. Między innymi: obszary zurbanizowane, terenty wiejskie, obszary leśne oraz górskie. Urządzenie nie nadaje się do korzystania w wodzie.

### 4.1 Ograniczenia systemu.

Korzystając z urządzenia trzeba brać pod uwagę czynniki takie jak:

- Pogoda – przy dużym wietrze mogą wystąpić problemy ze sterownością, przy wzmożonym deszczu może dojść do zwarcia w systemie, bądź w momencie burz do uderzenia piorunem. W sytuacji dużego zachmurzenia lub mgły obraz z kamery może być niewyraźny oraz jest możliwe utrata widoczności drona. Korzystając z urządzenia w niższych temperaturach prawdopodobne jest szybsze wyczerpanie akumulatora.
- Wysokość – w momencie osiągnięcia większych wysokości dron stanowi poważniejsze zagrożenie w momencie awarii systemu. Trzeba też brać pod uwagę możliwe kolizje z innymi statkami powietrznymi (innymi dronami, samolotami, helikopterami).
- Zasięg – dron posiada ograniczony zasięg latania spowodowany utratą sygnału z kontrolerem na dalszych odległościach.
- Prawne – każde państwo posiada własne regulacje prawne dotyczące latania dronami oraz innymi bezzałogowymi statkami powietrznymi takie jak limit wysokości latania, brak możliwości latania w miastach bądź nad tłumami.

## 5 Dla kogo system jest przeznaczony (KTO)

- Serwisant – naprawa urządzenia, wymiana części, testowanie działania systemu.
- Użytkownik – rekreacyjne/ekstremalne latanie dronem, robienie zdjęć/filmów, kalibracja oraz ładowanie urządzenia, podgląd z kamery urządzenia na telefonie za pomocą dedykowanej aplikacji.

## 6 Przypadki użycia

<b>Nazwa</b> PU: Włączenie drona	<b>Numer PU:</b> 1	<b>Priorytet:</b> wysoki
<b>Aktor</b> podstawowy: użytkownik	<b>Typ opisu:</b> szczegółowy	
<b>Udziałowcy i cele:</b>	Użytkownik, potrzeba przełączenia switcha z off na on na dronie	
<b>Wyzwalacz:</b> Przełączenie switcha z off na on w dronie	<b>Typ wyzwalacza:</b> zewnętrzny	
<b>Powiązania:</b> Wysyłanie video live z kamery w dronie do kontrolera		
<b>Zwykły przepływ zdarzeń:</b>	1. Przesunięcie switcha z pozycji 'off' na pozycje 'on'  2. Uruchomienie drona, pojawienie się kontrolki na dronie świadczącej o włączeniu	
<b>Przepływy poboczne:</b> brak		
<b>Przepływy alternatywne/wyjatkowe:</b>	1. Przesunięcie switcha z pozycji 'off' na pozycje 'on'  2. Nie włączenie się drona, spowodowane uszkodzeniem akumulatorów bądź brakiem ich naładowania	

Tabela 1: Przypadki użycia dla włączenia drona

Nazwa PU: Wyłączenie drona	Numer PU: 2	Priorytet: wysoki
Aktor podstawowy: użytkownik	Typ opisu: szczegółowy	
Udziałowcy i cele: Użytkownik, potrzeba przełączenia switcha z on na off na dronie		
Wyzwalacz: Przełączenie switcha z on na off w dronie	Typ wyzwalacza: zewnętrzny	
Powiązania: brak		
Zwykły przepływ zdarzeń:	1. Przesunięcie switcha z pozycji 'on' na pozycje 'off'  2. Wyłączenie drona, zniknięcie kontrolki na dronie świadczącej o włączeniu	
Przepływy poboczne: brak		
Przepływy alternatywne/wyjątkowe:	1. Przesunięcie switcha z pozycji 'on' na pozycje 'off'  2. Nie wyłączenie się drona, spowodowane uszkodzeniem systemu	

Tabela 2: Przypadki użycia dla wyłączenia drona

<b>Nazwa PU:</b> Włączenie kontrolera	<b>Numer PU:</b> 3	<b>Priorytet:</b> wysoki
<b>Aktor podstawowy:</b> użytkownik	<b>Typ opisu:</b> szczegółowy	
<b>Udziałowcy i cele:</b> Użytkownik, potrzeba przełączenia switcha z off na on na kontrolerze		
<b>Wyzwalacz:</b> Przełączenie switcha z 'off' na 'on' na kontrolerze	<b>Typ wyzwalacza:</b> zewnętrzny	
<b>Powiązania:</b> brak		
<b>Zwykły przepływ zdarzeń:</b>	1. Przesunięcie switcha z pozycji 'off' na pozycje 'on'  2. Uruchomienie kontrolera, pojawienie się kontrolki na kontrolerze świadczącej o włączeniu	
<b>Przepływy poboczne:</b> brak		
<b>Przepływy alternatywne/wyjątkowe:</b>	1. Przesunięcie switcha z pozycji 'off' na pozycje 'on'  2. Nie włączenie się kontrolera, spowodowane uszkodzeniem akumulatorów bądź brakiem ich naładowania	

Tabela 3: Przypadki użycia dla włączenia kontrolera

<b>Nazwa PU:</b> Wyłączenie kontrolera	<b>Numer PU:</b> 4	<b>Priorytet:</b> wysoki
<b>Aktor podstawowy:</b> użytkownik	<b>Typ opisu:</b> szczegółowy	
<b>Udziałowcy i cele:</b> Użytkownik, potrzeba przełączenia switcha z 'off' na 'on' na kontrolerze		
<b>Wyzwalacz:</b> Przełączenie switcha z 'on' na 'off' na kontrolerze	<b>Typ wyzwalacza:</b> zewnętrzny	
<b>Powiązania:</b> brak		
<b>Zwykły przepływ zdarzeń:</b>	1. Przesunięcie switcha z pozycji 'on' na pozycje 'off'  2. Wyłączenie akumulatora	
<b>Przepływy poboczne:</b> brak		
<b>Przepływy alternatywne/wyjątkowe:</b>	1. Przesunięcie switcha z pozycji 'off' na pozycje 'on'  2. Nie wyłączenie się kontrolera, spowodowane uszkodzeniem systemu	

Tabela 4: Przypadki użycia dla wyłączenia kontrolera

<b>Nazwa PU:</b> Uruchomienie silników drona	<b>Numer PU:</b> 5	<b>Priorytet:</b> wysoki
<b>Aktor podstawowy:</b> użytkownik	<b>Typ opisu:</b> szczegółowy	
<b>Udziałowcy i cele:</b> Użytkownik, potrzeba naciśnięcia przycisku na kontrolerze		
<b>Wyzwalacz:</b> Przytrzymanie przycisku 'uruchom silniki' przez 3 sekundy	<b>Typ wyzwalacza:</b> zewnętrzny	
<b>Powiązania:</b> Przesył kontroler - dron		
<b>Zwykły przepływ zdarzeń:</b>	<div>1. Przytrzymanie przycisku 'uruchomienie silników' przez 3 sekundy</div> <div>2. Przesłanie sygnału z kontrolera do drona</div> <div>3. Dron zapisuje lokalizację GPS</div> <div>4. Dron sprawdza czy możliwe jest włączenie silników</div> <div>5. Dron uruchamia silniki</div>	
<b>Przepływy poboczne:</b> brak		
<b>Przepływy alternatywne/wyjątkowe:</b>	<div>1. Przytrzymanie przycisku 'uruchomienie silników' przez 3 sekundy</div> <div>2. Dron nie uruchamia silników z powodu braku połączenia między kontrolerem a dronem</div> <div>3. Dron nie uruchamia silników z powodu nie włączenia go</div>	

Tabela 5: Przypadki użycia dla uruchomienia silników drona

<b>Nazwa PU:</b> Wyłączenie silników drona	<b>Numer PU:</b> 6	<b>Priorytet:</b> wysoki
<b>Aktor podstawowy:</b> użytkownik	<b>Typ opisu:</b> szczegółowy	
<b>Udziałowcy i cele:</b> Użytkownik, potrzeba naciśnięcia przycisku na kontrolerze		
<b>Wyzwalacz:</b> Przytrzymanie przycisku 'wyłącz silniki' przez 3 sekundy	<b>Typ wyzwalacza:</b> zewnętrzny	
<b>Powiązania:</b> Przesył kontroler - dron		
<b>Zwykły przepływ zdarzeń:</b>	<div>1. Przytrzymanie przycisku 'wyłącz silnik' przez 3 sekundy</div> <div>2. Przesłanie sygnału z kontrolera do drona</div> <div>3. Dron wyłącza silniki</div>	
<b>Przepływy poboczne:</b> brak		
<b>Przepływy alternatywne/wyjątkowe:</b>	<div>1. Przytrzymanie przycisku 'wyłącz silniki' przez 3 sekundy</div> <div>2. Dron nie wyłącza silników z powodu braku połączenia między kontrolerem a dronem</div>	

Tabela 6: Przypadki użycia dla wyłączenia silników drona

<b>Nazwa PU:</b> Przesył sygnału z kontrolera do drona	<b>Numer PU:</b> 7	<b>Priorytet:</b> wysoki
<b>Aktor podstawowy:</b> Kontroler	<b>Typ opisu:</b> ogólny	
<b>Udziałowcy i cele:</b> Kontroler jako nadawca i dron jako odbiorca sygnału		
<b>Wyzwalacz:</b> Ruch kontrolerem	<b>Typ wyzwalacza:</b> wewnętrzny	
<b>Powiązania:</b> Odbiór sygnału z drona do kontrolera		
<b>Zwykły przepływ zdarzeń:</b>	1. Kontroler sprawdza czy jest połączenie z dronem  2. Kontroler przesyła sygnał do drona	
<b>Przepływy poboczne:</b> brak		
<b>Przepływy alternatywne/wyjątkowe:</b>	1. Kontroler nie posiada połączenia z dronem  2. Zapala się kontrolka odpowiedzialna za informowanie o braku połączenia	

Tabela 7: Przesył sygnału z kontrolera do drona

<b>Nazwa PU:</b> Przesył sygnału z drona do kontrolera	<b>Numer PU:</b> 8	<b>Priorytet:</b> wysoki
<b>Aktor podstawowy:</b> Dron	<b>Typ opisu:</b> ogólny	
<b>Udziałowcy i cele:</b> Dron jako nadawca i kontroler jako odbiorca sygnału		
<b>Wyzwalacz:</b>	<b>Typ wyzwalacza:</b> wewnętrzny	
<b>Powiązania:</b> Odbiór sygnału z kontrolera do drona		
<b>Zwykły przepływ zdarzeń:</b>	1. Dron sprawdza czy jest połączenie z kontrolerem  2. Dron przesyła sygnał do kontrolera	
<b>Przepływy poboczne:</b> brak		
<b>Przepływy alternatywne/wyjątkowe:</b>	1. Dron nie posiada połączenia z kontrolerem  2. Zapala się kontrolka odpowiedzialna za informowanie o braku połączenia	

Tabela 8: Przesył sygnału z drona do kontrolera

Nazwa PU: Odbiór sygnału do kontrolera z drona	Numer PU: 9	Priorytet: wysoki
Aktor podstawowy: kontroler	Typ opisu: ogólny	
Udziałowcy i cele: Kontroler jako odbiorca i dron jako nadawca sygnału		
Wyzwalacz:	Typ wyzwalacza: wewnętrzny	
Powiązania: Odbiór sygnału z drona do kontrolera		
Zwykły przepływ zdarzeń: 1. Kontroler odbiera sygnał wysłany z drona		
Przepływy poboczne: brak		
Przepływy alternatywne/wyjątkowe: 1. Kontroler nie posiada połączenia z dronem 2. Kontroler nie otrzymuje sygnału z drona		

Tabela 9: Odbiór sygnału do kontrolera z drona



<b>Nazwa PU:</b> Odbiór sygnału do drona z kontrolera	<b>Numer PU:</b> 12	<b>Priorytet:</b> wysoki
<b>Aktor podstawowy:</b> kontroler	<b>Typ opisu:</b> ogólny	
<b>Udziałowcy i cele:</b> Kontroler jako nadawca i dron jako odbiorca sygnału		
<b>Wyzwalacz:</b>	<b>Typ wyzwalacza:</b> wewnętrzny	
<b>Powiązania:</b> Odbiór sygnału z kontrolera do drona		
<b>Zwykły przepływ zdarzeń:</b> 1. Dron odbiera sygnał wysłany z kontrolera		
<b>Przepływy poboczne:</b> brak		
<b>Przepływy alternatywne/wyjątkowe:</b> 1. Kontroler nie posiada połączenia z dronem 2. Dron nie otrzymuje sygnału z kontrolera		

Tabela 10: Odbiór sygnału do drona z kontrolera

<b>Nazwa PU:</b> Wyciągnięcie karty pamięci SD	<b>Numer PU:</b> 10	<b>Priorytet:</b> niski
<b>Aktor podstawowy:</b> użytkownik	<b>Typ opisu:</b> ogólny	
<b>Udziałowcy i cele:</b> Użytkownik, dron w celu przekazania karty z drona do użytkownika		
<b>Wyzwalacz:</b> wciśnięcie płytki zawierającej kartę SD	<b>Typ wyzwalacza:</b> zewnętrzny	
<b>Powiązania:</b> brak		
<b>Zwykły przepływ zdarzeń:</b>	<div>1. wciśnięcie płytki zawierającej kartę SD</div> <div>2. odskoczenie płytki</div> <div>3. usunięcie możliwości zapisu na karte SD w tym fotografowanie</div> <div>4. wsunięcie płytki spowrotem (poprzez użytkownika)</div> <div>5. jeśli wykryto kartę to przwrócenie możliwości zapisu na karte SD</div>	
<b>Przepływy poboczne:</b> brak		
<b>Przepływy alternatywne/wyjątkowe:</b>	<div>1. wciśnięcie płytki zawierającej kartę SD</div> <div>2. nie odskoczenie płytki</div> <div>3. dostęp do karty SD poprzez rozkręcenie drona</div> <div>4. usunięcie możliwości zapisu na karte SD w tym fotografowanie</div> <div>5. skrócenie drona spowrotem (poprzez użytkownika)</div> <div>6. jeśli wykryto kartę to przwrócenie możliwości zapisu na karte SD</div>	

Tabela 11: Przypadki użycia dla wyciągnięcia karty pamięci SD

Nazwa PU: Kalibracja drona	Numer PU: 11	Priorytet: średni
Aktor podstawowy: użytkownik	Typ opisu: ogólny	
Udziałowcy i cele: Użytkownik, dron		
Wyzwalacz: Wciśnięcie przycisku służącego do kalibracji na dronie	Typ wyzwalacza: zewnętrzny	
Powiązania: brak		
Zwykły przepływ zdarzeń:	<div>1. wciśnięcie przycisku rozpoczynającego kalibrację trzymając go prosto, poziomo</div> <div>2. zaświecenie się lampki kontrolnej na zielono</div> <div>3. obrócenie drona względem osi <math>z</math> o 90%</div> <div>4. zaświecenie się lampki kontrolnej na zielono</div> <div>5. obrócenie drona względem osi <math>z</math> o 90%</div> <div>6. zaświecenie się lampki kontrolnej na zielono</div> <div>7. obrócenie drona względem osi <math>z</math> o 90%</div> <div>8. zaświecenie się lampki kontrolnej na zielono</div> <div>9. obrócenie drona względem osi <math>z</math> o 90%</div> <div>10. zaświecenie się lampki kontrolnej na zielono</div> <div>11. powrót do punktu 3 tym razem względem osi <math>x</math>, kontynuacja do punktu 10, po czym powtórzenie względem osi <math>y</math></div> <div>12. zakończenie kalibracji</div> <div>13. testowanie lotu poprzez użytkownika, jeśli efekt nie zadowalający powrót do punktu pierwszego</div>	
Przepływy poboczne: brak		
Przepływy alternatywne/wyjątkowe:	<div>1. wciśnięcie przycisku rozpoczynającego kalibrację</div> <div>2. nieudana kalibracja</div> <div>3. zaświecenie się kontrolek na czerwono</div> <div>4. wyłączenie trybu kalibracji</div>	

Tabela 12: Przypadki użycia dla wyciągnięcia karty pamięci SD

<b>Nazwa PU:</b> Ładowanie akumulatorów drona	<b>Numer PU:</b> 14	<b>Priorytet:</b> średni
<b>Aktor podstawowy:</b> użytkownik	<b>Typ opisu:</b> ogólny	
<b>Udziałowcy i cele:</b> Użytkownik, dron w celu naładowania akumulatorów drona		
<b>Wyzwalacz:</b> podpięcie kabla USB-C (podłączonego do zasilania) do drona	<b>Typ wyzwalacza:</b> zewnętrzny	
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Powiązania:</b> brak</li><li>• <b>Asocjacja:</b> brak</li><li>• <b>Zawieranie:</b> brak</li><li>• <b>Rozszerzenie:</b> brak</li><li>• <b>Generalizacja:</b> brak</li></ul>		
<b>Zwykły przepływ zdarzeń:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. podpięcie kabla USB-C (podłączonego do zasilania) do drona</li><li>2. rozpoczęcie procesu ładowania akumulatorów</li><li>3. osiągnięcie maskymalnej pojemności akumulatorów</li><li>4. wyciągneicie kabla zasilającego</li></ol>	
<b>Przepływy poboczne:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. podpięcie kabla USB-C (podłączonego do zasilania) do drona</li><li>2. rozpoczęcie procesu ładowania akumulatorów</li><li>3. wyciągneicie kabla zasilającego</li></ol>	
<b>Przepływy alternatywne/wyjatkowe:</b> brak		

Tabela 13: Przypadki użycia dla ładowania drona

<b>Nazwa PU:</b> Ładowanie akumulatorów kontrolera	<b>Numer PU:</b> 15	<b>Priorytet:</b> średni
<b>Aktor podstawowy:</b> użytkownik	<b>Typ opisu:</b> ogólny	
<b>Udziałowcy i cele:</b> Użytkownik, kontroler w celu naładowania akumulatorów kontrolera		
<b>Wyzwalacz:</b> podpięcie kabla USB-C (podłączonego do zasilania) do kontrolera	<b>Typ wyzwalacza:</b> zewnętrzny	
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Powiązania:</b> brak</li><li>• <b>Asocjacja:</b> brak</li><li>• <b>Zawieranie:</b> brak</li><li>• <b>Rozszerzenie:</b> brak</li><li>• <b>Generalizacja:</b> brak</li></ul>		
<b>Zwykły przepływ zdarzeń:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. podpięcie kabla USB-C (podłączonego do zasilania) do kontrolera</li><li>2. rozpoczęcie procesu ładowania akumulatorów</li><li>3. osiągnięcie maskymalnej pojemności akumulatorów</li><li>4. wyciągneicie kabla zasilającego</li></ol>	
<b>Przepływy poboczne:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. podpięcie kabla USB-C (podłączonego do zasilania) do kontrolera</li><li>2. rozpoczęcie procesu ładowania akumulatorów</li><li>3. wyciągneicie kabla zasilającego</li></ol>	
<b>Przepływy alternatywne/wyjatkowe:</b> brak		

Tabela 14: Przypadki użycia dla ładowania kontrolera

<b>Nazwa PU:</b> Wysyłanie obrazu z kamery na żywo	<b>Numer PU:</b> 16	<b>Priorytet:</b> średni
<b>Aktor podstawowy:</b> dron	<b>Typ opisu:</b> szczegółowy	
<b>Udziałowcy i cele:</b> dron oraz kontroler z podłączonym telefonem w celu udostępnienia możliwości poglądu		
<b>Wyzwalacz:</b> uruchomienie drona	<b>Typ wyzwalacza:</b> zewnętrzny	
<b>Powiązania:</b> brak		
<b>Zwykły przepływ zdarzeń:</b>	1. włączenie drona  2. rozpoczęcie wysyłania wideo  3. odbiór wideo poprzez drona  4. wyświetlanie wideo na dronie	
<b>Przepływy poboczne:</b> brak		
<b>Przepływy alternatywne/wyjatkowe:</b> brak		

Tabela 15: Przypadki użycia dla przesyłania obrazu na żywo