Poziome zestawienie logotypów. 
Z lewej strony logotyp Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego. Znak graficzny zbudowany z układu trzech połączonych gwiazd w kolorach: biały, żółty i czerwony, na tle trapezu. Na środku logotyp Rzeczpospolita Polska. Znak graficzny odzwierciedla biało-czerwoną flagę Polski. Z prawej strony logotyp Dofinansowane przez Unię Europejską. Znak graficzny odzwierciedla flagę Unii Europejskiej. Niebieski prostokąt na środku którego, żółte gwiazdy tworzą okrąg.

Wykonawca:OVERBUILT SPÓŁKA AKCYJNA, al. Zwycięstwa 96/98, 81-451 Gdynia, NIP: 5862368539, REGON: 388711795, KRS: 0000909278

Miejscowość: Gdynia

Data: 28.02.2025

Instrukcja obsługi Wirtualnego symulatora pilotażu dronów.

Instrukcja opracowana w ramach realizacji przedmiotu umowy nr U/4/2024/LOT/UŁA.

Instrukcja opracowana na potrzebę realizacji projektu pn. „Administrowanie przestrzenią powietrzną przyszłości – edukacja poprzez symulację i praktykę na potrzeby gospodarki przyszłości” (numer projektu: FERS.01.05-IP.08-0263/23) realizowanego w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus.

Projekt realizowany przez Uczelnią Łazarskiego.

Spis treści

[I. Opis budowy symulatora 2](#_Toc192249827)

[II. Korzystanie z symulatora przez instruktora (personel dydaktyczny) 4](#_Toc192249828)

[III. Korzystanie z symulatora przez studentów oraz studentki 9](#_Toc192249829)

[IV. Korzystanie z symulatora przez personel techniczny – utrzymanie symulatora w pełnej sprawności 15](#_Toc192249830)

[V. Informacje z zakresu BHP dotyczące korzystania z symulatora 16](#_Toc192249831)

[VI. Informacje o wdrożonych rozwiązaniach w zakresie przeciwdziałania / minimalizowania ryzyka występowania u użytkowników symulatora objawów tzw. choroby symulatorowej 17](#_Toc192249832)

[VII. Informacje o wdrożonych rozwiązaniach w zakresie spełnienia przez symulator „Standardów dostępności dla polityki spójności 2021-2027” 19](#_Toc192249833)

[VIII. Informacje o wdrożonych rozwiązaniach w zakresie uwzględnienia stosowania zasady „nie czyń poważnych szkód” środowisku (zasada DNSH) 21](#_Toc192249834)

[IX. Sterowanie 22](#_Toc192249835)

[X. Ostrzeżenia 24](#_Toc192249836)

[XI. Informacje wyświetlone podczas lotu 25](#_Toc192249837)

[XII. Komunikaty w sytuacjach niestandardowych 25](#_Toc192249838)

# Opis budowy symulatora

1. Wirtualny symulator pilotażu bezzałogowych statków powietrznych (BSP) stanowi zaawansowane rozwiązanie dydaktyczne składające się z precyzyjnie dobranej infrastruktury sprzętowej oraz dedykowanego oprogramowania specjalistycznego, które w synergicznym połączeniu kreują immersyjne środowisko szkoleniowe bazujące na technologii wirtualnej rzeczywistości, zoptymalizowane pod kątem efektywnego transferu kompetencji operatorskich.
2. Symulator został zaprojektowany jako narzędzie dydaktyczne zawierające celowe uproszczenia, którego głównym zadaniem jest zaznajomienie uczestników ze specyfiką pracy jako operator bezzałogowego statku powietrznego (BSP). Aplikacja koncentruje się na edukacyjnych aspektach pilotażu, umożliwiając bezpieczne szkolenie bez ryzyka uszkodzenia rzeczywistego sprzętu.
3. Architektura systemu symulatora obejmuje następujące komponenty funkcjonalne:
   1. oprogramowanie sterujące symulatorem z interfejsem instruktora pozwalającym na modyfikację parametrów symulacji w czasie rzeczywistym wraz z systemem zarządzania scenariuszami z biblioteką gotowych misji szkoleniowych;
   2. sprzęt techniczny, wykazany poniżej.
4. Symulator może wykorzystywać bezprzewodowe połączenie pomiędzy goglami VR a komputerami za pomocą technologii Wi-Fi 6, co zapewnia swobodę ruchu i eliminuje ryzyko potknięcia o przewody.
5. Wykaz sprzętu technicznego wchodzącego w skład symulatora:
   1. Laptop Lenovo Legion (3 szt.);
      1. procesor: AMD Ryzen 9 7945HX;
      2. karta graficzna: RTX 4070;
      3. pamięć RAM: 32 GB;
      4. pojemność dyskowa: 1 TB;
   2. Gogle VR: Meta Quest 3 wraz z kontrolerami haptycznymi (3 szt.);
   3. Okablowanie do powyższego sprzętu.
6. Symulator został zbudowany w oparciu o silnik Unity Engine, zapewniający stabilność działania, szeroki zakres funkcjonalności oraz kompatybilność z różnorodnymi systemami i urządzeniami.
7. Architektura oprogramowania została zaprojektowana w sposób modularny, umożliwiający:
   1. Łatwą rozbudowę o dodatkowe scenariusze szkoleniowe;
   2. Elastyczną modyfikację istniejących elementów symulatora;
   3. Integrację nowych modeli dronów i środowisk symulacyjnych;
   4. Aktualizację poszczególnych modułów bez konieczności ingerencji w cały system.
8. Wykorzystanie popularnego silnika Unity dodatkowo ułatwia potencjalną dalszą modyfikację symulatora przez zespoły programistyczne posiadające doświadczenie z tą technologią.
9. Struktura kodu źródłowego zapewnia długoterminową wartość i użyteczność rozwiązania poprzez możliwość dostosowania do zmieniających się potrzeb edukacyjnych.

# Korzystanie z symulatora przez instruktora (personel dydaktyczny)

1. Przed rozpoczęciem zajęć instruktor powinien uruchomić system symulacyjny poprzez włączenie głównej stacji roboczej oraz zalogowanie się do systemu operacyjnego.
2. Po uruchomieniu systemu należy przeprowadzić szybką kontrolę połączenia wszystkich stanowisk uczestników.

|  |
| --- |
| **Ekran startowy symulatora Akademii Łazarskiego na niebieskim tle. W lewym górnym rogu znajdują się dwa przyciski wyboru języka: "Polski / Polish" oraz "English / Angielski". Na środku ekranu widnieje logo Łazarski Aviation Academy przedstawiające kulę ziemską z napisem "ŁAZARSKI" na środku oraz napisami "AVIATION" na górze i "ACADEMY" na dole, w białym kolorze na niebieskim tle. Poniżej logo znajdują się cztery przyciski: zielony "Uruchom symulator", żółty "Odtwórz nagranie z rejestru", biały "Otwórz folder z wynikami" oraz czerwony "Wyłącz aplikację". Na dole ekranu widoczne są logotypy: Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego, flaga Polski z napisem "Rzeczpospolita Polska", flaga Unii Europejskiej z informacją "Dofinansowane przez Unię Europejską" oraz logo firmy Overbuilt z informacją "Symulator opracowany przez Overbuilt S.A.".Rys 2-1.** Ekran startowy symulatora Akademii Łazarskiego na niebieskim tle. W lewym górnym rogu znajdują się dwa przyciski wyboru języka: "Polski / Polish" oraz "English / Angielski". Na środku ekranu widnieje logo Łazarski Aviation Academy przedstawiające kulę ziemską z napisem "ŁAZARSKI" na środku oraz napisami "AVIATION" na górze i "ACADEMY" na dole, w białym kolorze na niebieskim tle. Poniżej logo znajdują się cztery przyciski: zielony "Uruchom symulator", żółty "Odtwórz nagranie z rejestru", biały "Otwórz folder z wynikami" oraz czerwony "Wyłącz aplikację". Na dole ekranu widoczne są logotypy: Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego, flaga Polski z napisem "Rzeczpospolita Polska", flaga Unii Europejskiej z informacją "Dofinansowane przez Unię Europejską" oraz logo firmy Overbuilt z informacją "Symulator opracowany przez Overbuilt S.A.". |

1. Po uruchomieniu aplikacji symulatora, po krótkim ładowaniu na ekranie laptopa powinno pojawić się menu główne (Rys. 2-1), z którego poziomu instruktor może:
   1. Uruchomić tryb symulatora;

|  |
| --- |
| Interfejs symulatora na niebieskim tle. U góry znajduje się pięć zielonych przycisków z napisami: "Test wstępny", "Scenariusz #1 Plac manewrowy", "Scenariusz #2 Akcja poszukiwawcza", "Scenariusz #3 Transport powietrzny" oraz "Test końcowy". Na środku ekranu widnieje napis "Wprowadź imię i nazwisko uczestnika:" z polem tekstowym, które zawiera podpowiedź "Kliknij tutaj, aby wpisać imie oraz nazwisko...". Na dole ekranu znajdują się dwa przyciski: zielony z napisem "Uruchom symulator" oraz czerwony z napisem "Wstecz". Jest to prawdopodobnie ekran startowy symulatora szkoleniowego z różnymi scenariuszami ćwiczeń. |

**Rys 2-2.** Interfejs symulatora na niebieskim tle. U góry znajduje się pięć zielonych przycisków z napisami: "Test wstępny", "Scenariusz #1 Plac manewrowy", "Scenariusz #2 Akcja poszukiwawcza", "Scenariusz #3 Transport powietrzny" oraz "Test końcowy". Na środku ekranu widnieje napis "Wprowadź imię i nazwisko uczestnika:" z polem tekstowym, które zawiera podpowiedź "Kliknij tutaj, aby wpisać imię oraz nazwisko...". Na dole ekranu znajdują się dwa przyciski: zielony z napisem "Uruchom symulator" oraz czerwony z napisem "Wstecz". Jest to prawdopodobnie ekran startowy symulatora szkoleniowego z różnymi scenariuszami ćwiczeń.

* + 1. Uruchomienie trybu symulatora tworzy nowy panel, z którego instruktor może wybrać scenariusz, który ma zostać uruchomiony, a także skonfigurować jego parametry, jeśli taka opcja jest przewidziana dla danego scenariusza.
  1. Uruchomić tryb odtwarzania, pozwalający na odtworzenie zarejestrowanej już wcześniej symulacji;

|  |
| --- |
| Ekran wyboru rejestru symulacji na niebieskim tle. Po lewej stronie znajduje się lista ośmiu plików rejestrów z tego samego dnia i godziny, ponumerowanych kolejno. Obok każdej nazwy pliku znajduje się pomarańczowy przycisk z napisem "Open". Po prawej stronie ekranu widnieje instrukcja: "Wybierz rejestr, który chcesz wyświetlić, używając listy po lewej stronie." Na dole ekranu znajduje się czerwony przycisk "Wstecz" służący do powrotu do poprzedniego ekranu. Wszystkie pliki rejestrów pochodzą z tej samej daty i zostały utworzone w niewielkich odstępach czasu.  **Rys 2-3.** Ekran wyboru rejestru symulacji na niebieskim tle. Po lewej stronie znajduje się lista ośmiu plików rejestrów z tego samego dnia i godziny, ponumerowanych kolejno. Obok każdej nazwy pliku znajduje się pomarańczowy przycisk z napisem "Open". Po prawej stronie ekranu widnieje instrukcja: "Wybierz rejestr, który chcesz wyświetlić, używając listy po lewej stronie." Na dole ekranu znajduje się czerwony przycisk "Wstecz" służący do powrotu do poprzedniego ekranu. Wszystkie pliki rejestrów pochodzą z tej samej daty i zostały utworzone w niewielkich odstępach czasu. |

* + 1. Uruchomienie trybu odtwarzania otworzy nowy panel, zawierający spis wszystkich dostępnych w systemie rejestrów symulacji. Instruktor może wybrać dowolny z nich, aby zobaczyć jego podsumowanie, podsumowanie wskazuje – w oparciu o funkcjonalność automatyczną – najważniejsze informacje, zdarzenia oraz błędy popełnione podczas symulacji;

|  |
| --- |
| Ekran z wykresem wyników symulacji na niebieskim tle. U góry znajdują się trzy białe przyciski pozwalające przełączać między różnymi parametrami do wyświetlenia. Główną część ekranu zajmuje wykres z osią pionową pokazującą poziom mierzonego parametru i osią poziomą przedstawiającą czas trwania symulacji. Wykres przedstawiony jest czerwoną linią na szarym tle z siatką pomocniczą. Po lewej stronie ekranu wyświetlone są informacje o scenariuszu, czasie trwania oraz dacie utworzenia zapisu. Poniżej znajdują się dwa przyciski: biały do odtworzenia symulacji oraz czerwony umożliwiający powrót do menu głównego. Na dole ekranu widnieje instrukcja dotycząca obsługi przycisków. Wykres pokazuje zmiany mierzonego parametru w czasie trwania ćwiczenia, z widocznymi wzrostami i spadkami wartości w różnych momentach symulacji.  **Rys 2-4.** Ekran z wykresem wyników symulacji na niebieskim tle. U góry znajdują się trzy białe przyciski pozwalające przełączać między różnymi parametrami do wyświetlenia. Główną część ekranu zajmuje wykres z osią pionową pokazującą poziom mierzonego parametru i osią poziomą przedstawiającą czas trwania symulacji. Wykres przedstawiony jest czerwoną linią na szarym tle z siatką pomocniczą. Po lewej stronie ekranu wyświetlone są informacje o scenariuszu, czasie trwania oraz dacie utworzenia zapisu. Poniżej znajdują się dwa przyciski: biały do odtworzenia symulacji oraz czerwony umożliwiający powrót do menu głównego. Na dole ekranu widnieje instrukcja dotycząca obsługi przycisków. Wykres pokazuje zmiany mierzonego parametru w czasie trwania ćwiczenia, z widocznymi wzrostami i spadkami wartości w różnych momentach symulacji. |

* + 1. Będąc w panelu podsumowania, instruktor ma możliwość odtworzenia pełnego przebiegu symulacji, poprzez wciśnięcie przycisku na interfejsie;
  1. Otworzyć folder zawierający rejestr wszystkich zarejestrowanych do tej pory symulacji na obecnym urządzeniu;
     1. Wszelkie zmiany na plikach zawartych w katalogu rejestru, w tym kopiowanie, usuwanie, a także wklejanie, wpłyną na rejestr wyświetlany w aplikacji;
     2. Wykonawca nie ponosi odpowiedzialności za problemy wynikłe wskutek zmian, które nastąpiły w konsekwencji do ręcznego zarządzania plikami rejestru;
     3. Folder zostanie otworzony za pomocą domyślnego eksploratora plików używanego przez system operacyjny.
  2. Wyłączyć aplikację symulatora;

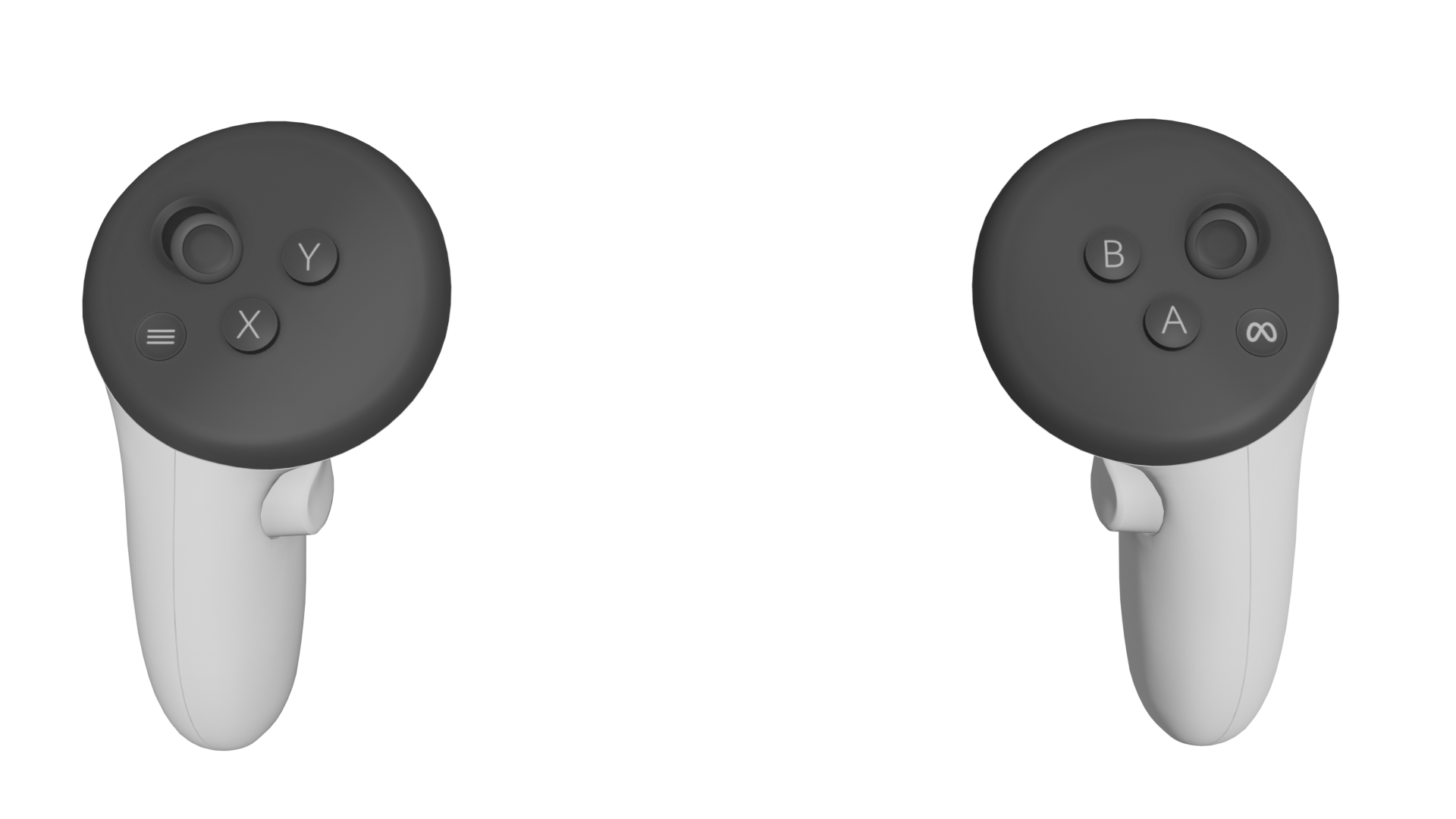
|  |
| --- |
| Ekran interfejsu symulatora podczas pracy na niebieskim tle. W lewym górnym rogu wyświetlony jest status systemów: "GPS Działający" (na zielonym tle), "Optyka Uszkodzona" (na czerwonym tle) oraz "Wietrznie" (również na czerwonym tle). Pod statusami widoczne są dodatkowe informacje: "Wyłącz za 10 sekund" oraz status "Niedostępne" dla dwóch pozostałych funkcji. W prawym górnym rogu znajduje się szary przycisk "Ukryj Menu". Na dole ekranu umieszczone są przyciski: "Pokaż widok z BSP" (po lewej stronie), żółty przycisk "Pauza" (pośrodku), biały przycisk "Zrestartuj symulację (Przytrzymaj)" oraz czerwony przycisk "Zakończ symulację (Przytrzymaj)" (po prawej stronie). Nad przyciskami kontrolnymi widnieje instrukcja: "Kliknij i przytrzymaj, aby wcisnąć przycisk."  **Rys 2-5:** Ekran interfejsu symulatora podczas pracy na niebieskim tle. W lewym górnym rogu wyświetlony jest status systemów: "GPS Działający" (na zielonym tle), "Optyka Uszkodzona" (na czerwonym tle) oraz "Wietrznie" (również na czerwonym tle). Pod statusami widoczne są dodatkowe informacje: "Wyłącz za 10 sekund" oraz status "Niedostępne" dla dwóch pozostałych funkcji. W prawym górnym rogu znajduje się szary przycisk "Ukryj Menu". Na dole ekranu umieszczone są przyciski: "Pokaż widok z BSP" (po lewej stronie), żółty przycisk "Pauza" (pośrodku), biały przycisk "Zrestartuj symulację (Przytrzymaj)" oraz czerwony przycisk "Zakończ symulację (Przytrzymaj)" (po prawej stronie). Nad przyciskami kontrolnymi widnieje instrukcja: "Kliknij i przytrzymaj, aby wcisnąć przycisk." |

1. Podczas gdy uczestnicy biorą udział w symulacji, instruktor ma do swojej dyspozycji Panel Instruktora, który można wyświetlić poprzez kliknięcie przycisku w prawym górnym rogu ekranu, bądź wciskając klawisz Esc na klawiaturze. Z poziomu panelu instruktora, instruktor może:
   1. Wstrzymać przebieg symulacji, z możliwością dalszego wznowienia;
   2. Całkowicie przerwać przebieg symulacji — wymaga kliknięcia i przytrzymania przycisku, celem zapobiegnięcia przypadkowej aktywacji;
   3. Zrestartować scenariusz od początku — wymaga kliknięcia i przytrzymania przycisku, celem zapobiegnięcia przypadkowej aktywacji;
   4. Natychmiastowo, lub po upływie 10 sekund, wyłączyć moduł GPS w symulatorze BSP, a następnie ponownie go włączyć;
   5. Natychmiastowo, lub po upływie 10 sekund, wyłączyć moduł kamery w symulatorze BSP, a następnie ponownie go włączyć;
   6. Natychmiastowo, lub po upływie 10 sekund, przełączyć pogodę z bezwietrznej na wietrzną, a następnie przełączyć ją ponownie.
   7. Failsafe – po kliknięciu przycisku „failsafe” na panelu admina, dron automatycznie wraca do miejsca startu.
2. Znajdując się na ekranie podsumowania, instruktor może przejrzeć dane pozyskane z odbytej symulacji:
   1. Wykresy dla poszczególnych aspektów symulacji, pomiędzy którymi instruktor może przemieszczać się za pomocą przycisków funkcyjnych umieszczonych na górze ekranu.
   2. Za pomocą panelu informacyjnego umieszczonego z lewej strony ekranu, instruktor może zapoznać się z informacjami takimi jak:
      1. Nazwa scenariusza, na którym odbyła się zarejestrowana symulacja;
      2. Łączny czas trwania symulacji;
      3. Data oraz godzina, kiedy rozpoczęła się symulacja.

# Korzystanie z symulatora przez studentów oraz studentki

1. Przed rozpoczęciem korzystania z symulatora każdy uczestnik powinien odbyć obowiązkowe szkolenie wprowadzające przeprowadzone przez instruktora, obejmujące zasady bezpiecznego korzystania z gogli VR oraz podstawowe protokoły sterowania bezzałogowym statkiem powietrznym (BSP) w środowisku wirtualnym.
2. Przygotowanie do sesji symulacyjnej obejmuje indywidualną kalibrację gogli VR, w tym dostosowanie rozstawu źrenic (IPD) oraz odpowiednie dopasowanie pasków mocujących, zapewniające optymalne warunki użytkowania urządzenia. W przypadku osób z wadą wzroku, rekomenduje się użycie soczewek kontaktowych, a nie okularów.
3. Na polecenie instruktora uczestnik aplikuje gogle VR i uczestniczy w procedurze testów wstępnych, służących aklimatyzacji do środowiska wirtualnego oraz adaptacji do specyfiki użytkowania urządzeń VR.
4. Uczestnik realizuje test wstępny, w ramach którego odpowiada na pytania prezentowane w środowisku wirtualnym poprzez selekcję odpowiednich opcji w interfejsie użytkownika.
5. Po zakończeniu kwestionariusza uczestnik zdejmuje gogle VR, chyba że instruktor podejmie decyzję o kontynuacji i bezpośrednim przejściu do realizacji pierwszego scenariusza szkoleniowego.
6. Zgodnie z instrukcjami prowadzącego, uczestnik aplikuje gogle VR w celu realizacji wyznaczonego scenariusza szkoleniowego.
7. Po zakończeniu każdego modułu szkoleniowego (scenariusza lub kwestionariusza), instruktor podejmuje decyzję o dezaktywacji lub dalszym wykorzystywaniu systemu VR przez uczestnika.
8. Realizacja scenariuszy ma inny przebieg, w zależności o wybranego scenariusza oraz decyzji instruktora.
   1. **Scenariusz 1** - Plac manewrowy
      1. Uczestnik zapoznaje się z komunikatem inicjującym, przedstawiającym specyfikację zadania, rolę operatora BSP, w którą się wciela, oraz kontekst operacyjny, włączając w to warunki atmosferyczne.
      2. Uczestnik realizuje procedurę pre-flight checklist, obejmującą zestaw standardowych czynności kontrolnych wymaganych przed rozpoczęciem operacji BSP.
      3. Uczestnik inicjuje procedurę notyfikacyjną poprzez wykorzystanie urządzenia mobilnego zlokalizowanego w środowisku wirtualnym, zgłaszając intencję wykonania operacji BSP.
      4. Uczestnik uruchamia BSP zgodnie z procedurą operacyjną określoną w sekcji VIV (Sterowanie) niniejszej dokumentacji.
      5. Wykorzystując wirtualne elementy sterujące, uczestnik inicjuje procedurę startu BSP, a następnie realizuje manewr zawisu na określonej wysokości przez okres 5 sekund.
      6. Uczestnik realizuje lot po trajektorii linearnej w płaszczyźnie horyzontalnej, połączony z manewrami wznoszenia i zniżania zgodnie z instrukcjami otrzymanymi przez instruktora.
      7. W ramach finalnego elementu fazy wprowadzającej, uczestnik realizuje procedurę lądowania BSP w wyznaczonym punkcie startowym.
      8. Instruktor dezaktywuje moduły kamery oraz GPS, obligując uczestnika do realizacji operacji w trybie VLOS (Visual Line of Sight).
      9. Uczestnik powtarza sekwencję operacyjną określoną w punktach 5-7, operując wyłącznie w trybie VLOS, bez wsparcia podglądu wizyjnego z kamery BSP.
      10. Po osiągnięciu wysokości, określonej przez instruktora, w trybie VLOS, uczestnik realizuje procedurę dezaktywacji modułu GPS. Po zapoznaniu się z charakterystyką lotu BSP przy nieaktywnym module GPS, uczestnik reaktywuje moduł i kontynuuje realizację zadań zgodnie z wytycznymi instruktora.
      11. Po wykonaniu zadań w trybie VLOS, uczestnik ma za zadanie ponownie wylądować. Następnie, uczestnik powtarza pełną sekwencję operacyjną w trybie FPV (First Person View).
      12. Uczestnik za kierownictwem instruktora przeprowadza diagnostykę stanu baterii oraz poziomu emisji akustycznej, a następnie realizuje manewr wznoszenia do wysokości zapewniającej minimalną percepcję hałasu na poziomie gruntu, po czym realizuje dwie pełne pętle.
      13. Po zakończeniu wyznaczonych zadań uczestnik realizuje procedurę lądowania w wyznaczonym punkcie startowym, z zachowaniem odpowiednich środków ostrożności.
      14. Uczestnik przeprowadza procedurę dezaktywacji BSP.
      15. Uczestnik realizuje post-flight checklist.
      16. Uczestnik wypełnia procedurę notyfikacyjną zakończenia operacji BSP poprzez wirtualny telefon, którego wcześniej użył do zgłoszenia startu.
      17. Po zakończeniu scenariusza uczestnik zdejmuje gogle VR i wraz z instruktorem przeprowadza analizę danych telemetrycznych oraz statystyk wykonania zadania.
      18. Uczestnik opuszcza stanowisko szkoleniowe.
   2. **Scenariusz 2** - Poszukiwania zaginionych osób
      1. Uczestnik zapoznaje się z komunikatem inicjującym, przedstawiającym specyfikację zadania, rolę operatora BSP, w którą się wciela, oraz kontekst operacyjny, włączając w to warunki atmosferyczne.
      2. Uczestnik realizuje procedurę pre-flight checklist, obejmującą zestaw standardowych czynności kontrolnych wymaganych przed rozpoczęciem operacji BSP.
      3. Uczestnik uzyskuje dane dotyczące parametrów obszaru poszukiwań, liczby poszukiwanych osób, oraz ich ostatniej znanej lokalizacji.
      4. Uczestnik inicjuje procedurę notyfikacyjną poprzez wykorzystanie urządzenia mobilnego zlokalizowanego w środowisku wirtualnym, zgłaszając intencję wykonania operacji BSP.
      5. Uczestnik uruchamia BSP zgodnie z procedurą operacyjną określoną w sekcji VIV (Sterowanie) niniejszej dokumentacji.
      6. Uczestnik nawiguje BSP w kierunku ostatniej znanej pozycji osób poszukiwanych i realizuje lot patrolowy nad wyznaczonym obszarem.
      7. Uczestnik realizuje procedurę poszukiwawczą, mającą na celu identyfikację maksymalnej liczby osób poszukiwanych w minimalnym czasie, przy czym stopień trudności tego zadania jest zależny od parametrów wybranych na początku misji przez instruktora.
      8. Uczestnik lokalizuje osoby poszukiwane i dokumentuje ich współrzędne w systemie kartograficznym BSP.
      9. Uczestnik podejmuje decyzję o powrocie do punktu startowego na podstawie dostępnych danych telemetrycznych i środowiskowych.
      10. Po powrocie do punktu startowego uczestnik realizuje procedurę zakończenia misji, obejmującą dezaktywację BSP, realizację post-flight checklist oraz notyfikację zakończenia operacji.
   3. **Scenariusz 3** - Transport powietrzny
      1. Uczestnik zapoznaje się z komunikatem inicjującym, przedstawiającym specyfikację zadania, rolę operatora BSP, w którą się wciela, oraz kontekst operacyjny, włączając w to warunki atmosferyczne.
      2. Uczestnik realizuje procedurę pre-flight checklist, obejmującą zestaw standardowych czynności kontrolnych wymaganych przed rozpoczęciem operacji BSP.
      3. Uczestnik przeprowadza analizę dostępnych widoków kartograficznych oraz punktów docelowych dostawy. Uczestnik opracowuje optymalną trasę przelotu, z uwzględnieniem wysokości, czasu trwania misji oraz parametrów energetycznych baterii.
      4. Uczestnik realizuje procedurę przygotowania ładunku.
      5. Uczestnik zapoznaje się z funkcjonalnością systemu zwalniania ładunku.
      6. Uczestnik inicjuje procedurę startu oraz realizuje lot zgodnie z zaplanowaną trajektorią.
      7. Uczestnik przeprowadza procedurę precyzyjnego zrzutu ładunku w wyznaczonych punktach, wykorzystując dedykowane elementy sterujące.
      8. Uczestnik realizuje procedurę zrzutu finalnego ładunku w warunkach podwyższonej presji czasowej.
      9. Po zakończeniu dostawy wszystkich ładunków uczestnik realizuje procedurę powrotu do punktu startowego.
      10. Uczestnik otrzymuje dane analityczne dotyczące czasu trwania misji oraz dystansu operacyjnego.
      11. Uczestnik otrzymuje podsumowanie efektywności misji, obejmujące liczbę skutecznie dostarczonych ładunków.
      12. Symulacja zostaje zakończona.
9. Po zakończeniu wszystkich scenariuszy szkoleniowych uczestnik realizuje test końcowy, analogiczny do testu wstępnego, służący ocenie przyrostu kompetencji operacyjnych.

W momencie gdy instruktor wyda polecenie uruchomienia silników BSP, uczestnik powinien ustawić elementy sterujące w pozycji przedstawionej na Rys. 3-1, utrzymując tę konfigurację do momentu aktywacji silników:



**Rys 3-1.** obraz przedstawia kontrolery Meta Quest 3, w którym lewy drążek skierowany jest w dół i w prawo, a prawo drążek w dół i w lewo.

# Korzystanie z symulatora przez personel techniczny – utrzymanie symulatora w pełnej sprawności

1. Wszystkie osoby korzystające z symulatora są zobowiązane do przestrzegania ogólnych zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, ze szczególnym uwzględnieniem specyfiki korzystania z urządzeń wirtualnej rzeczywistości.
2. Procedury konserwacyjne obejmują zarówno aspekty sprzętowe, jak i programowe, mające na celu zapewnienie długotrwałej i bezawaryjnej pracy wszystkich elementów symulatora.
3. Główne zadania konserwacyjne:
   1. Konserwacja gogli VR:
      1. Czyszczenie soczewek specjalistycznymi ściereczkami mikrofibrą i płynami dedykowanymi do optyki VR;
      2. Kontrola stanu pasków mocujących i ich wymiana w przypadku zużycia;
      3. Kalibracja sensorów ruchu zgodnie z procedurą producenta;
   2. Przegląd kontrolerów, w tym sprawdzenie stanu przycisków, joysticków oraz systemu haptycznego;
   3. Konserwacja stacji roboczych:
      1. Czyszczenie systemów chłodzenia z kurzu za pomocą sprężonego powietrza;
      2. Sprawdzanie temperatur pracy podzespołów podczas symulacji;
      3. Wprowadzanie poprawek bezpieczeństwa do systemu operacyjnego;
   4. Weryfikacja stanu infrastruktury sieciowej, w tym sprawdzenie jakości połączeń bezprzewodowych i przewodowych.

# Informacje z zakresu BHP dotyczące korzystania z symulatora

1. Wszystkie osoby korzystające z symulatora są zobowiązane do przestrzegania ogólnych zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, ze szczególnym uwzględnieniem specyfiki korzystania z urządzeń wirtualnej rzeczywistości.
2. Przed pierwszym użyciem symulatora każdy użytkownik musi zapoznać się z niniejszą instrukcją oraz przejść krótkie szkolenie z zasad bezpiecznego korzystania z gogli VR.
3. Zasady bezpieczeństwa podczas korzystania z symulatora:
   1. **Organizacja przestrzeni**:
      1. Stanowiska uczestników powinny być umieszczone w odległości minimum 1,5 metra od siebie, aby zapobiec kolizjom podczas korzystania z gogli VR;
      2. Obszar wokół stanowiska musi być wolny od przeszkód, kabli i innych elementów, o które użytkownik mógłby się potknąć;
      3. Pomieszczenie powinno być dobrze oświetlone, ale bez bezpośredniego światła słonecznego padającego na gogle VR lub sensory, zaleca się zamontowanie żaluzji oraz umieszczenie tablicy ostrzegawczej, zobacz punkt X;
      4. Do pomieszczenie nie można wnosić napoi.
   2. **Ograniczenia zdrowotne** — z symulatora nie powinny korzystać osoby:
      1. Cierpiące na epilepsję lub inne schorzenia neurologiczne;
      2. Z poważnymi wadami wzroku, jeśli nie są skorygowane;
      3. W stanie wskazującym na spożycie alkoholu lub innych substancji psychoaktywnych;
   3. **Limity czasowe** — zaleca się, aby pojedyncza sesja nie przekraczała 45 minut, po czym powinna nastąpić co najmniej 15-minutowa przerwa;
   4. **Postępowanie w sytuacjach awaryjnych**:
      1. W przypadku awarii sprzętu natychmiast przerwać korzystanie i powiadomić personel techniczny;
      2. W razie pożaru postępować zgodnie z ogólną instrukcją przeciwpożarową placówki;
      3. Przy objawach złego samopoczucia natychmiast przerwać sesję i zdjąć gogle VR;
   5. **Higiena użytkowania** — po każdej sesji należy:
      1. Zdezynfekować część twarzową gogli VR za pomocą dedykowanych chusteczek antybakteryjnych;
      2. Wyczyścić kontrolery środkiem dezynfekującym;
      3. Wymienić jednorazowe osłony higieniczne na goglach VR, jeśli są stosowane.

# Informacje o wdrożonych rozwiązaniach w zakresie przeciwdziałania / minimalizowania ryzyka występowania u użytkowników symulatora objawów tzw. choroby symulatorowej

1. Architektura symulatora została zaprojektowana z uwzględnieniem najnowszych badań neurofizjologicznych dotyczących problematyki tzw. choroby symulatorowej (VR sickness), która manifestuje się poprzez zespół objawów psychofizycznych takich jak zawroty głowy, nudności, dezorientacja czy zimne poty.
2. Etiologia choroby symulatorowej bazuje na konflikcie sensorycznym powstającym przy rozbieżności między bodźcami wizualnymi percypowanymi przez użytkownika za pośrednictwem systemu VR, które sugerują ruch; a sygnałami proprioceptywnymi rejestrowanymi przez układ przedsionkowy (błędnik), które nie potwierdzają tego ruchu; Mózg otrzymuje wówczas sprzeczne informacje: oczy rejestrują przemieszczanie się w przestrzeni, podczas gdy błędnik, odpowiedzialny za percepcję równowagi, nie odnotowuje zmiany pozycji użytkownika.
3. Zastosowane mechanizmy neutralizacji ryzyka dyskomfortu użytkownika:
   1. Implementacja modelu symulacji minimalizującego konflikt sensoryczny:
      1. Intencjonalne wykluczenie mechanizmów sztucznego poruszania się za pomocą manipulatorów analogowych, które są główną przyczyną choroby symulatorowej (gdy użytkownik w rzeczywistości pozostaje nieruchomy, siedząc lub stojąc);
      2. Wykorzystanie pełnych możliwości systemu śledzenia pozycji gogli Meta Quest 3, umożliwiającego precyzyjne odwzorowanie rzeczywistych ruchów użytkownika w przestrzeni wirtualnej;
      3. Zapewnienie pełnej korelacji między faktycznymi ruchami użytkownika a ich projekcją w środowisku symulacji — gdy użytkownik porusza się fizycznie (chodzi, kuca, wychyla się, obraca głowę), jego ruchy są naturalnie przenoszone do symulacji.
   2. Optymalizacja techniczna środowiska symulacji:
      1. Utrzymanie stabilnej częstotliwości odświeżania obrazu na poziomie minimum 90 Hz;
      2. Minimalizacja opóźnień między ruchem użytkownika a reakcją systemu (latencji) do wartości poniżej 20 ms.
   3. Ergonomia interfejsu użytkownika:
      1. Stabilizacja elementów interfejsu względem pola widzenia użytkownika;
      2. Eliminacja efektów paralaksy w krytycznych obszarach informacyjnych;
      3. Zrównoważona dynamika prezentacji danych telemetrycznych, zapobiegająca nadmiernej stymulacji wzrokowej;
      4. Implementacja konsystentnych punktów referencyjnych w przestrzeni wirtualnej, w tym wirtualnego stanowiska stanowiącej stabilny punkt odniesienia dla mózgu użytkownika.
4. Specyfikacja trybu pierwszoosobowego (FPV):
   1. W trybie FPV, analogicznie do rzeczywistych systemów pilotażu BSP, ruchy głowy użytkownika nie są uwzględniane w kalkulacji rotacji wirtualnej kamery, co może indukować dyskomfort zbliżony do tego doświadczanego przy korzystaniu z fizycznych gogli FPV;
   2. W celu minimalizacji potencjalnego dyskomfortu w trybie FPV, rekomenduje się ograniczenie czasu korzystania z tego trybu, szczególnie na początkowych etapach adaptacji do symulatora.
   3. Wdrożono procedury bezpieczeństwa obejmujące:
      1. Limitację czasu ciągłej ekspozycji w trybie FPV;
      2. Możliwość natychmiastowego przełączenia do trybu trzecioosobowego.

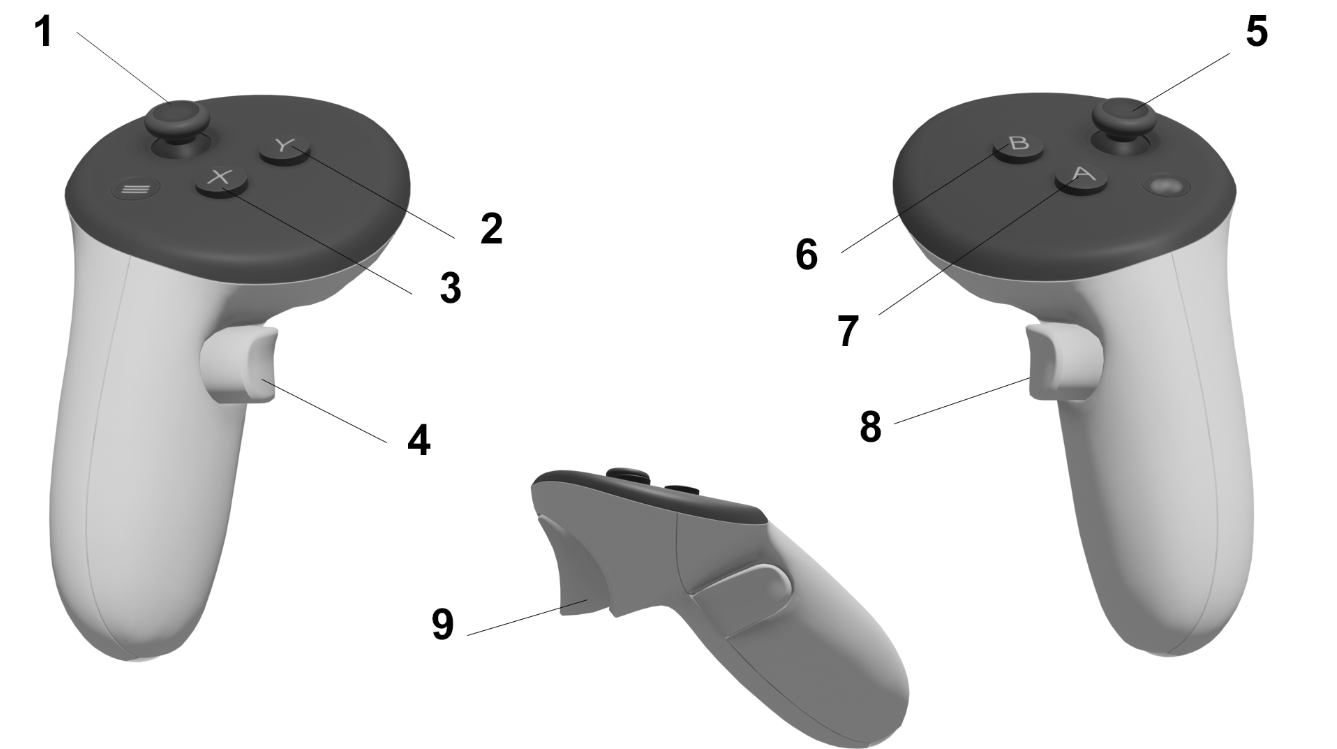
# Informacje o wdrożonych rozwiązaniach w zakresie spełnienia przez symulator „Standardów dostępności dla polityki spójności 2021-2027”

1. Symulator został zaprojektowany zgodnie ze „Standardami dostępności dla polityki spójności 2021-2027", uwzględniając szeroki zakres potrzeb osób z różnymi formami niepełnosprawności:
   1. Ograniczenia wynikające z niepełnosprawności ruchowej:
      1. Możliwość korzystania z symulatora zarówno w pozycji stojącej, jak i siedzącej (w tym z poziomu wózka inwalidzkiego);
      2. Ergonomiczne rozmieszczenie elementów sterujących ułatwiające dostęp osobom z ograniczoną możliwością ruchu.
   2. Ograniczenia wynikające z dysfunkcji wzroku:
      1. Możliwość dostosowania IPD (rozstawu źrenic) w goglach VR dla optymalnego dopasowania do indywidualnych parametrów użytkownika;
      2. Zastosowanie soczewek typu "Pancake", zapewniających ostry obraz przy prawidłowym ustawieniu gogli na głowie;
      3. Kompatybilność z okularami korekcyjnymi o wąskich ramkach, rekomendowane soczewki kontaktowe;
      4. Interfejs z wysokim kontrastem i odpowiednią wielkością elementów dla osób słabowidzących;
      5. Paleta kolorystyczna dostosowana do potrzeb osób z różnymi formami daltonizmu.
   3. Ograniczenia wynikające z niepełnosprawności słuchu:
      1. Możliwość regulacji głośności dźwięków występujących w symulacji;
      2. Możliwość podłączenia indywidualnych słuchawek do systemu;
      3. Kompletna dostępność symulacji dla osób głuchych poprzez percepcję wzrokową (obraz, tekst, wizualne sygnały informacyjne);
      4. Wizualne odpowiedniki wszystkich sygnałów dźwiękowych występujących w symulacji.
   4. Kompleksowa dostępność cyfrowa interfejsu użytkownika:
      1. Spełnienie wymogów dostępności cyfrowej dla wszystkich komunikatów tekstowych występujących w symulacji, m.in. odpowiednie czcionki, odpowiednie kontrasty, wielkość tekstu i inne elementy wpływające na dostępność;
      2. Zastosowanie odpowiednich czcionek bezszeryfowych dla optymalnej czytelności;
      3. Zapewnienie właściwych kontrastów między elementami interfejsu zgodnie ze standardem dostępności WCAG Level AAA (minimum 7:1 dla standardowego tekstu);
      4. Domyślna wielkość tekstu zaprojektowana w większej skali, zapewniająca optymalną czytelność bez potrzeby dodatkowego skalowania.
   5. Dostępność informacyjna i komunikacyjna:
      1. Opracowanie wszystkich komunikatów występujących w symulacji prostym językiem, zapewniającym ich zrozumiałość;
      2. Hierarchiczna organizacja treści ułatwiająca nawigację i percepcję informacji;
      3. Wielokanałowe przekazywanie istotnych informacji (wizualnie i dźwiękowo);
      4. Intuicyjny układ interfejsu redukujący obciążenie poznawcze podczas obsługi symulatora.
   6. Realistyczne ograniczenia dostępności w symulatorze:
      1. Symulator, oprócz funkcji edukacyjnej, ma za zadanie przygotowywać uczestników do rzeczywistego pilotażu BSP, dlatego niektóre aspekty dostępności zostały intencjonalnie ograniczone, aby odzwierciedlać faktyczną specyfikę pracy operatora drona;
      2. Interfejs kontroli drona odwzorowuje rzeczywiste rozwiązania stosowane w komercyjnych BSP, które z uwagi na specyfikę operacyjną nie implementują pełnego zakresu udogodnień dostępnościowych;
      3. Elementy symulacji bezpośrednio związane z pilotażem BSP zachowują ograniczenia dostępności występujące w rzeczywistych urządzeniach, co ma kluczowe znaczenie dla właściwego przygotowania operatorów do pracy z rzeczywistym sprzętem;
      4. Takie podejście pozwala uczestnikom na realistyczne doświadczenie wyzwań związanych z obsługą BSP oraz wypracowanie odpowiednich strategii kompensacyjnych niezbędnych w praktyce zawodowej.
   7. Implementacja w symulatorze zaawansowanych rozwiązań informatycznych i technologicznych w zakresie przeciwdziałania / minimalizowania ryzyka występowania u uczestników objawów tzw. choroby symulatorowej, co umożliwia bezpieczne i komfortowe korzystanie z symulatora przez osoby z różnymi potrzebami, przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej jakości doświadczenia edukacyjnego i realistycznego odwzorowania specyfiki pracy operatora BSP.

# Informacje o wdrożonych rozwiązaniach w zakresie uwzględnienia stosowania zasady „nie czyń poważnych szkód” środowisku (zasada DNSH)

1. W procesie projektowania, produkcji oraz eksploatacji symulatora uwzględniono zasadę „nie czyń poważnych szkód" środowisku (Do No Signifiant Harm — DNSH), zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/852 w sprawie ustanowienia ram ułatwiających zrównoważone inwestycje.
2. Symulator jako narzędzie edukacyjne realizuje bezpośrednio cel środowiskowy poprzez umożliwienie szkolenia pilotów dronów bez konieczności używania rzeczywistych bezzałogowych statków powietrznych, co eliminuje zużycie paliwa, emisję hałasu oraz ryzyko wypadków w środowisku naturalnym.
3. Konkretne rozwiązania zgodne z zasadą DNSH wdrożone w projekcie:
   1. Efektywność energetyczna poprzez zastosowanie komponentów sprzętowych o najwyższej klasie efektywności energetycznej;
   2. Komponenty symulatora wybrane pod kątem trwałości i możliwości naprawy zamiast wymiany;
   3. Optymalizacja oprogramowania pod kątem zużycia energii;
   4. Scenariusze szkoleniowe uwzględniające aspekty ochrony środowiska oraz promocja dobrych praktyk w zakresie zrównoważonego wykorzystania dronów;
   5. Dokumentacja techniczna i instrukcje dostępne w formie cyfrowej, co eliminuje potrzebę drukowania materiałów papierowych.

# Sterowanie



**[Fig. 1]** Obrazek przedstawia schemat kontrolerów do gier VR (wirtualnej rzeczywistości). Ukazane są trzy kontrolery: dwa pokazane z góry (lewy i prawy) oraz jeden pokazany z boku. Kontrolery mają biały korpus i ciemną, szarą górną część z przyciskami.

Na obrazku widoczne są oznaczenia numeryczne od 1 do 9, które wskazują poszczególne elementy kontrolerów i ich funkcje:

Na lewym kontrolerze:

* Pozycja 1: Na górnej, zaokrąglonej części kontrolera znajduje się analogowy joystick lub okrągły przycisk dotykowy, umieszczony w górnej lewej części powierzchni. Służy do kontroli drona (zależnie od wybranego trybu), a wciśnięcie gałki analogowej uruchamia mechanizm zwalniający paczkę.
* Pozycja 2: W prawej części górnej powierzchni znajdują się dwa okrągłe przyciski oznaczone literami X i Y, ułożone jeden pod drugim. Służą do zmiany trybu kontroli drona.
* Pozycja 3: Dolna część górnej powierzchni kontrolera, prawdopodobnie zawierająca dodatkowe przyciski funkcyjne lub panel dotykowy. Służy do zmiany kamery.
* Pozycja 4: Na przedniej krawędzi uchwytu kontrolera znajduje się spust lub przycisk, który jest obsługiwany palcem wskazującym. Służy do podnoszenia przedmiotów.

Na prawym kontrolerze:

* Pozycja 5: Na górnej, zaokrąglonej części kontrolera znajduje się analogowy joystick lub okrągły przycisk dotykowy, umieszczony w górnej prawej części powierzchni. Służy do kontroli drona (zależnie od wybranego trybu), a wciśnięcie gałki analogowej umożliwia oznaczenie miejsca.
* Pozycja 6: W lewej części górnej powierzchni znajdują się dwa okrągłe przyciski oznaczone literami A i B, ułożone jeden pod drugim. Służą do ruchu kamerą do góry.
* Pozycja 7: Dolna część górnej powierzchni kontrolera, podobnie jak w lewym kontrolerze. Służy do ruchu kamerą w dół.
* Pozycja 8: Na przedniej krawędzi uchwytu kontrolera znajduje się spust lub przycisk, analogiczny do tego w pozycji 4 na lewym kontrolerze. Służy do podnoszenia przedmiotów.
* Pozycja 9: Pokazuje boczny widok kontrolera, gdzie widać profil urządzenia z wygodnym uchwytem i widocznym spustem na przedniej krawędzi, dostosowanym do naturalnego ułożenia palca wskazującego podczas trzymania kontrolera. Spust służy do interakcji z interfejsem użytkownika i zatwierdzania, natomiast lewy trigger umożliwia zmianę mapy.

Kontrolery mają ergonomiczny kształt przystosowany do trzymania w dłoniach, z przyciskami rozmieszczonymi tak, aby były łatwo dostępne dla kciuków i palców wskazujących podczas obsługi drona i interakcji w wirtualnej rzeczywistości.

# Ostrzeżenia

Obrazek przedstawia ostrzeżenie dotyczące gogli VR (wirtualnej rzeczywistości). Na szarym tle, u góry widnieje duży napis "UWAGA!" napisany białymi literami.
Po lewej stronie znajduje się grafika przedstawiająca przekreślone słońce (żółte słońce z promienistymi krawędziami otoczone czerwonym okręgiem z ukośną kreską przekreślającą), co symbolizuje zakaz wystawiania na działanie słońca.
Po prawej stronie widoczne są gogle VR w kolorze białym, z widocznym czarnym frontem i soczewkami, które odbijają niebieskawe światło.
Na dole obrazka, w czerwonej ramce, znajduje się biały napis ostrzegawczy: "Chroń soczewki gogli przed wypaleniem od światła słonecznego".
Całość ma charakter ostrzeżenia technicznego, informującego użytkowników o konieczności ochrony soczewek gogli VR przed bezpośrednim światłem słonecznym, które może uszkodzić urządzenie poprzez wypalenie elementów optycznych.


**[Fig. 2]** Obrazek przedstawia ostrzeżenie dotyczące gogli VR (wirtualnej rzeczywistości). Na szarym tle, u góry widnieje duży napis "UWAGA!" napisany białymi literami.

Po lewej stronie znajduje się grafika przedstawiająca przekreślone słońce (żółte słońce z promienistymi krawędziami otoczone czerwonym okręgiem z ukośną kreską przekreślającą), co symbolizuje zakaz wystawiania na działanie słońca.

Po prawej stronie widoczne są gogle VR w kolorze białym, z widocznym czarnym frontem i soczewkami, które odbijają niebieskawe światło.

Na dole obrazka, w czerwonej ramce, znajduje się biały napis ostrzegawczy: "Chroń soczewki gogli przed wypaleniem od światła słonecznego".

Całość ma charakter ostrzeżenia technicznego, informującego użytkowników o konieczności ochrony soczewek gogli VR przed bezpośrednim światłem słonecznym, które może uszkodzić urządzenie poprzez wypalenie elementów optycznych.

Plik wektorowy: <https://drive.google.com/file/d/1prAelejYhBEaslcr3ulcWYj5BvGZo2Zw/view>

# Informacje wyświetlone podczas lotu

1. Wysokość w metrach.
2. Prędkość wznoszenia / opadania w m/s.
3. Prędkość pozioma w km/h.
4. Odległość od miejsca startu.
5. Kurs geograficzny (kompas).
6. Mapa w trybie ortofotomapa lub topograficzna (ze wskazaniem kursu do miejsca startu).
7. Tryb lotu: BVLOS (po zasłonięciu przez obiekt, lub po odleceniu na 500m) / VLOS / FPV ( gdy nakładamy wirtualne gogle).
8. Stan naładowania baterii.
9. Sygnał GPS.
10. Dźwięk na poziomie gruntu.
11. Zasięg C2C.
12. Miernik laserowy.

# Komunikaty w sytuacjach niestandardowych

1. Przekroczenie wysokości 120 AGL.
2. Stan naładowania baterii wymagający powrotu do bazy (60%, na żółto, 30% na czerwono).
3. Uszkodzenie drona w sytuacji twardego lądowania.
4. Zniszczenie drona – w sytuacji uszkodzenia w powietrzu:
   1. w scenariuszu 1, powrót do startu (domyślnie);
   2. w scenariuszach 2 i 3, dron kontynuuje lot (domyślnie).
5. Domyślne ustawienia można zmienić z panelu administratora.
6. Tryb powrotu do domu – tryb „failsafe” odbywa się jako operacja w trybie lotu automatycznym.

#FunduszeUE #FunduszeEuropejskie