Politechnika Śląska
Wydział Mechaniczny Technologiczny

Projekt Inżynierski

Aplikacja operatora robota eksploracyjnego

Wykonał : Marcin Nagi
Prowadzący projekt: dr hab. inż. Piotr PRZYSTAŁKA, prof. PŚ
Opiekun: dr inż. Wawrzyniec PANFIL
Gliwice, 2020

Plan prezentacji

1. Wstęp
2. Cel i zakres projektu
3. Założenia projektowe
4. Obiekt badań
5. Projekt i implementacja oprogramowania
6. Badania weryfikacyjne oprogramowania
7. Podsumowanie

Wstęp

- SKN AI-METH
- Silesian Phoenix
- European Rover Challenge

Rys. 1. Logo SKN *AI – METH* [źródło: https://sknaimeth.polsl.pl/]

Rys. 2. Logo zespołu *Silesian Phoenix* [źródło: https://sknaimeth.polsl.pl/]

Rys. 3. Zespół *Silesian Phoenix* podczas zawodów ERC 2019 w Kielcach

Cel i zakres projektu

- Celem projektu inżynierskiego było zaprojektowanie oraz wykonanie intuicyjnej aplikacji operatora robota eksploracyjnego – łazika marsjańskiego *Phoenix II*
- Do zakresu prac należało: przygotowanie graficznych makiet interfejsu użytkownika, zastosowanie istniejącego sposobu komunikacji pomiędzy aplikacją a modułami robota (ROS), implementacja oprogramowania oraz przeprowadzenie testów weryfikacyjnych

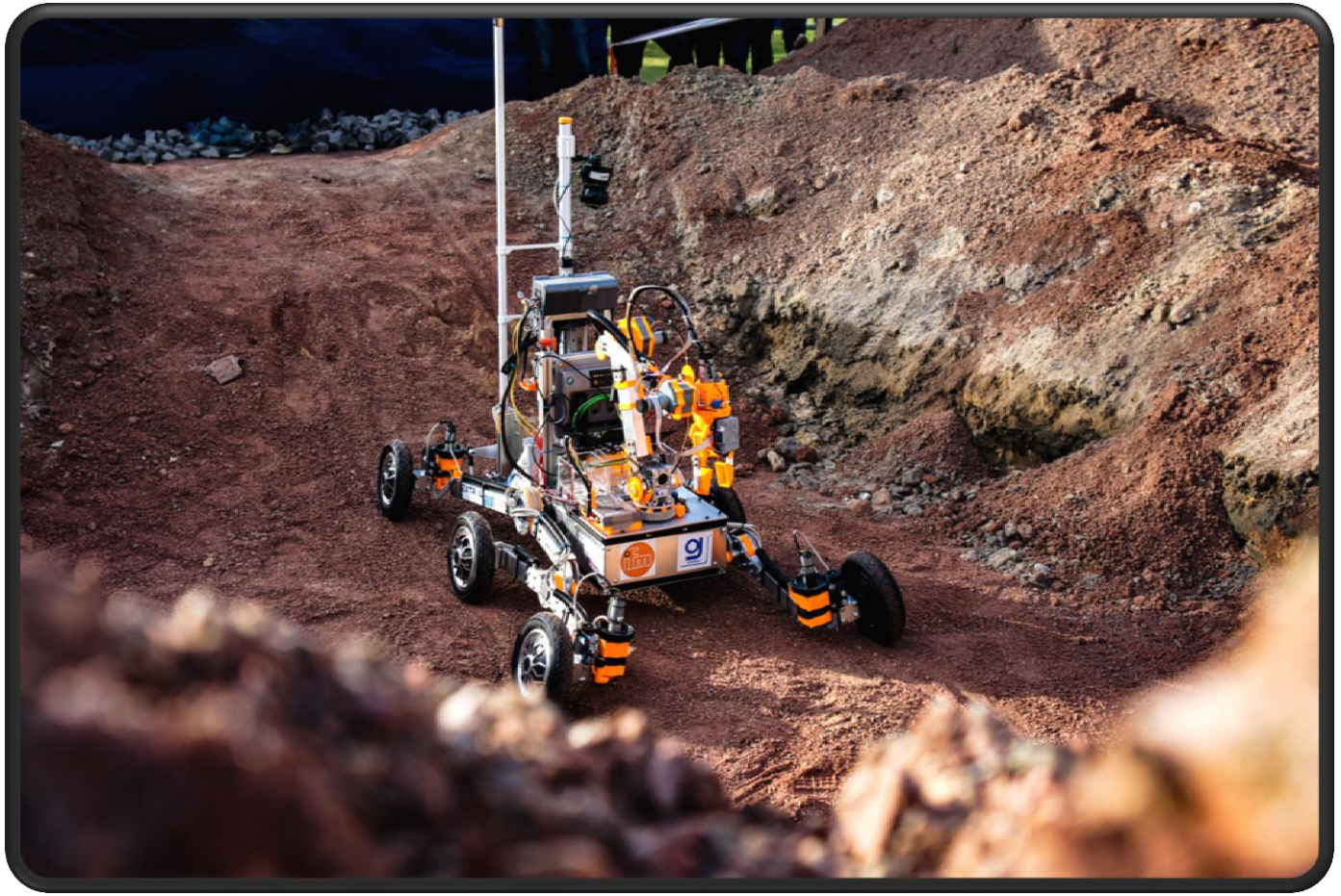
Założenia projektowe

- Główna platforma programistyczna: Robot Operating System, Qt
- Użyte narzędzia: QtDesigner 5, Python 3, PyQt5, Balsamiq Mockups 3
- Zastosowanie wzorca Model – View – Controller
- Utworzenie ergonomicznego, intuicyjnego i funkcjonalnego interfejsu użytkownika
- Rozwój rozproszonej aplikacji operatora

Obiekt badań

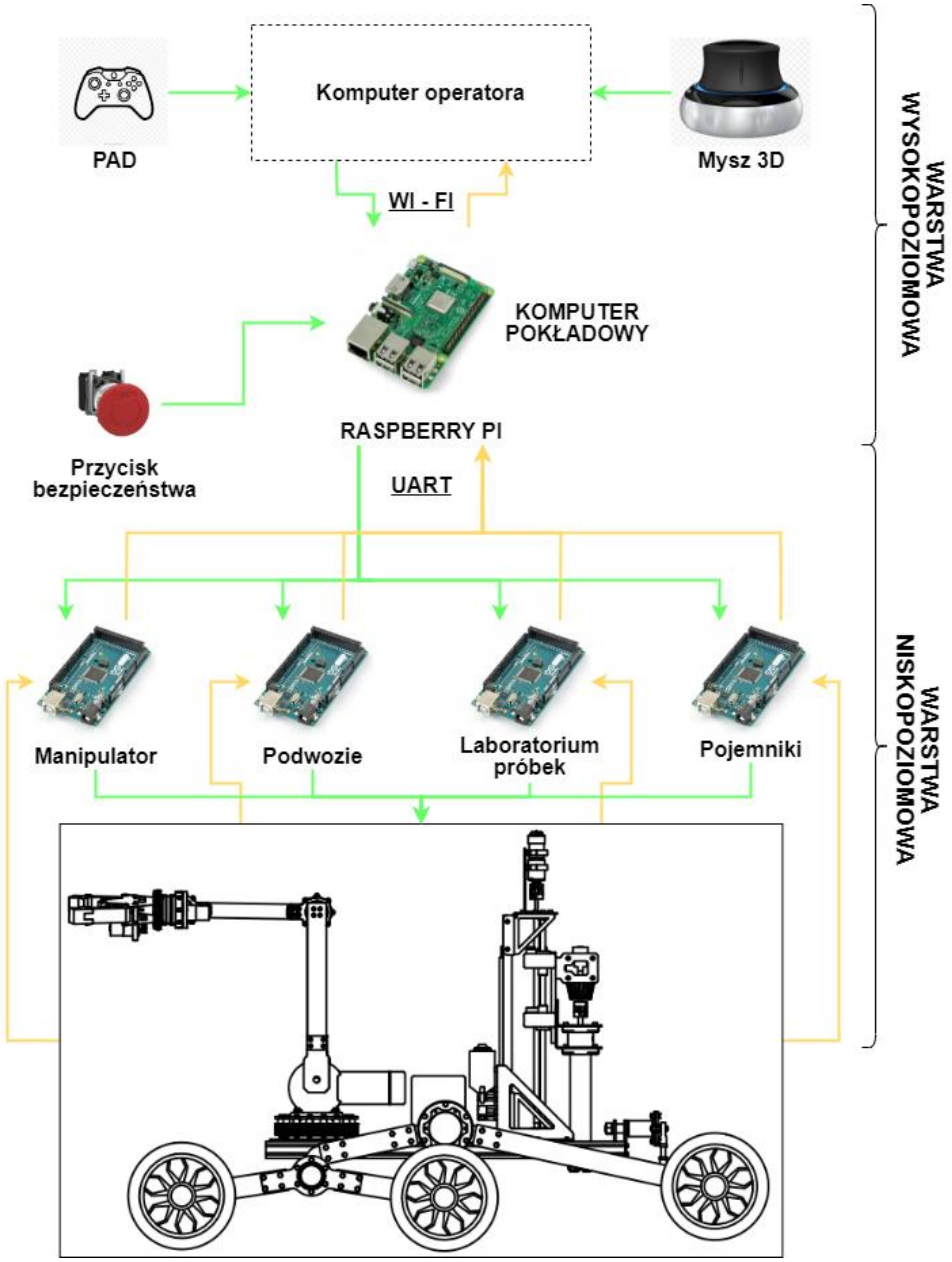
Robot *Phoenix II* składa się z modułów:

- Podwozia
- Manipulatora
- Laboratorium próbek gleby
- Pojemników na próbki powierzchniowe
- Systemu bezpieczeństwa



Rys. 4. Łazik marsjański *Phoenix II* podczas zawodów ERC 2019 [autor: Wojciech Nitka]

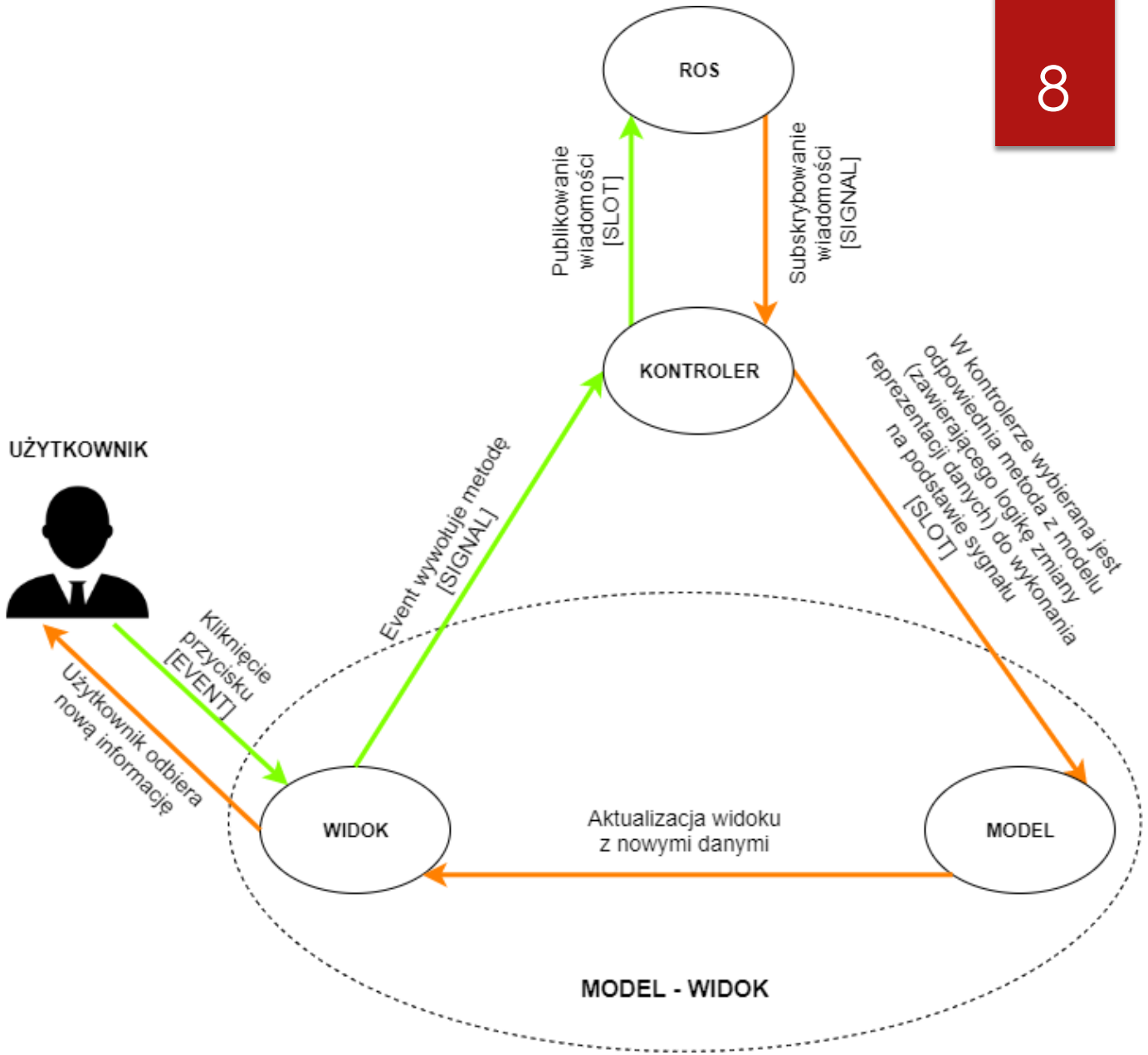
Układ sterowania robota



Rys. 5. Schemat sterowania robota eksploracyjnego

Projekt i implementacja oprogramowania

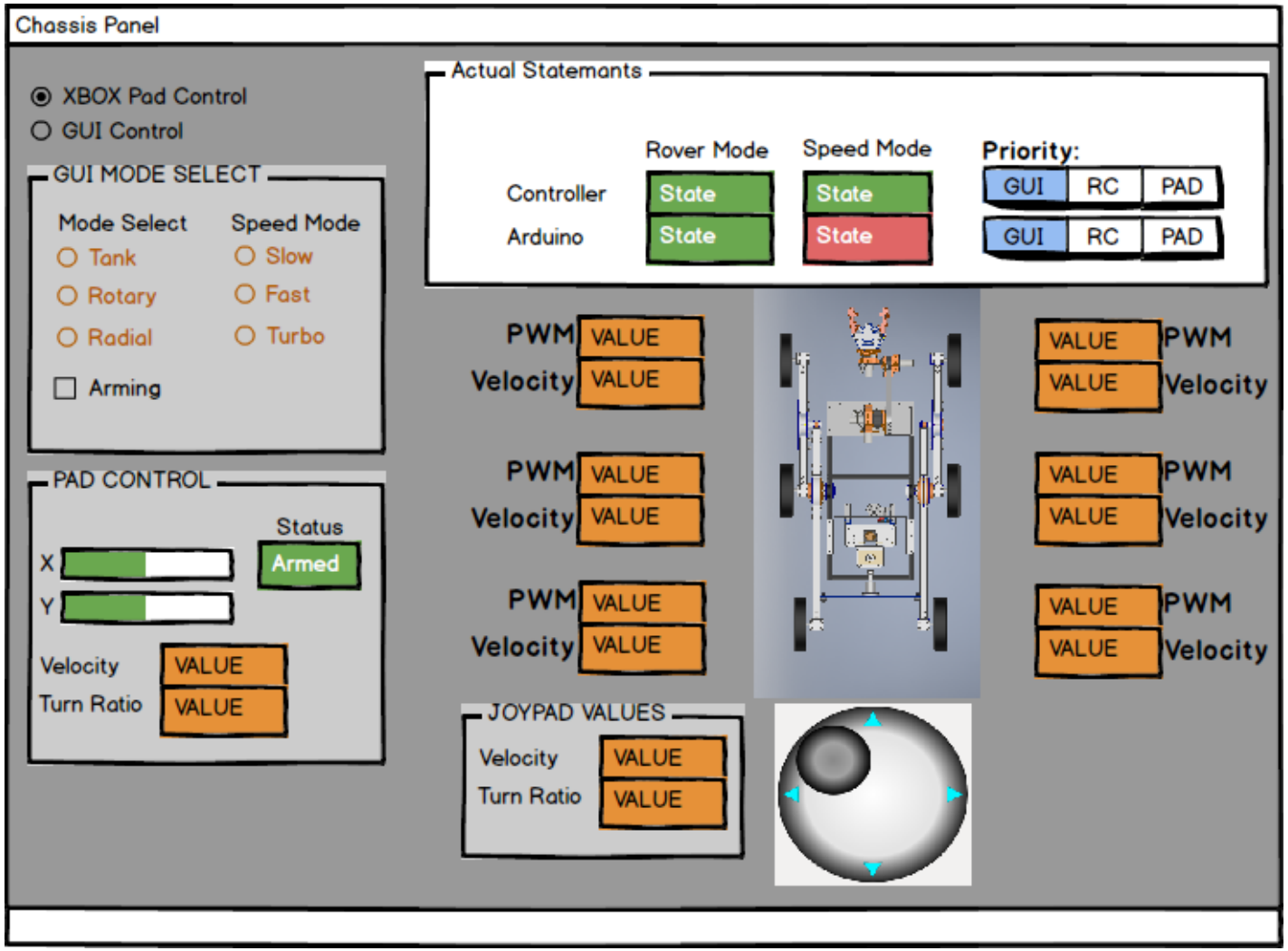
Wzorzec architektury oprogramowania Model –View – Controller



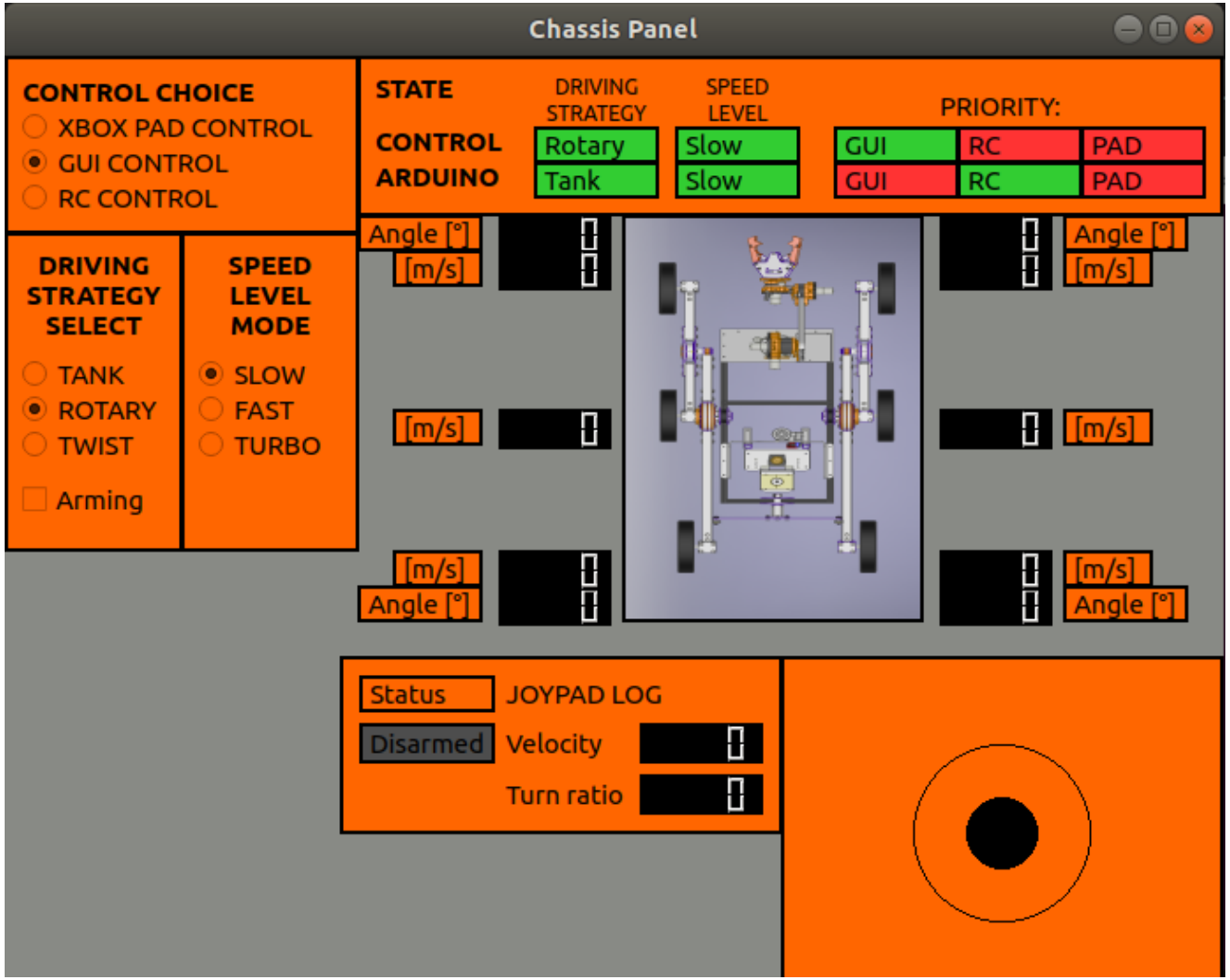
Rys. 6. Wzorzec MVC

Aplikacja do sterowania podwoziem (1)

- Wybór sposobu sterowania
- Wybór trybu oraz prędkości jazdy z poziomu GUI
- Wirtualny joystick do kontroli jazdy
- Wyświetlenie statusów robota
- Informacje o uzbrajaniu
- Informacje wyjściowe z kontrolera XBOX



Rys. 7. Koncepcja makiety UI do sterowania podwoziem



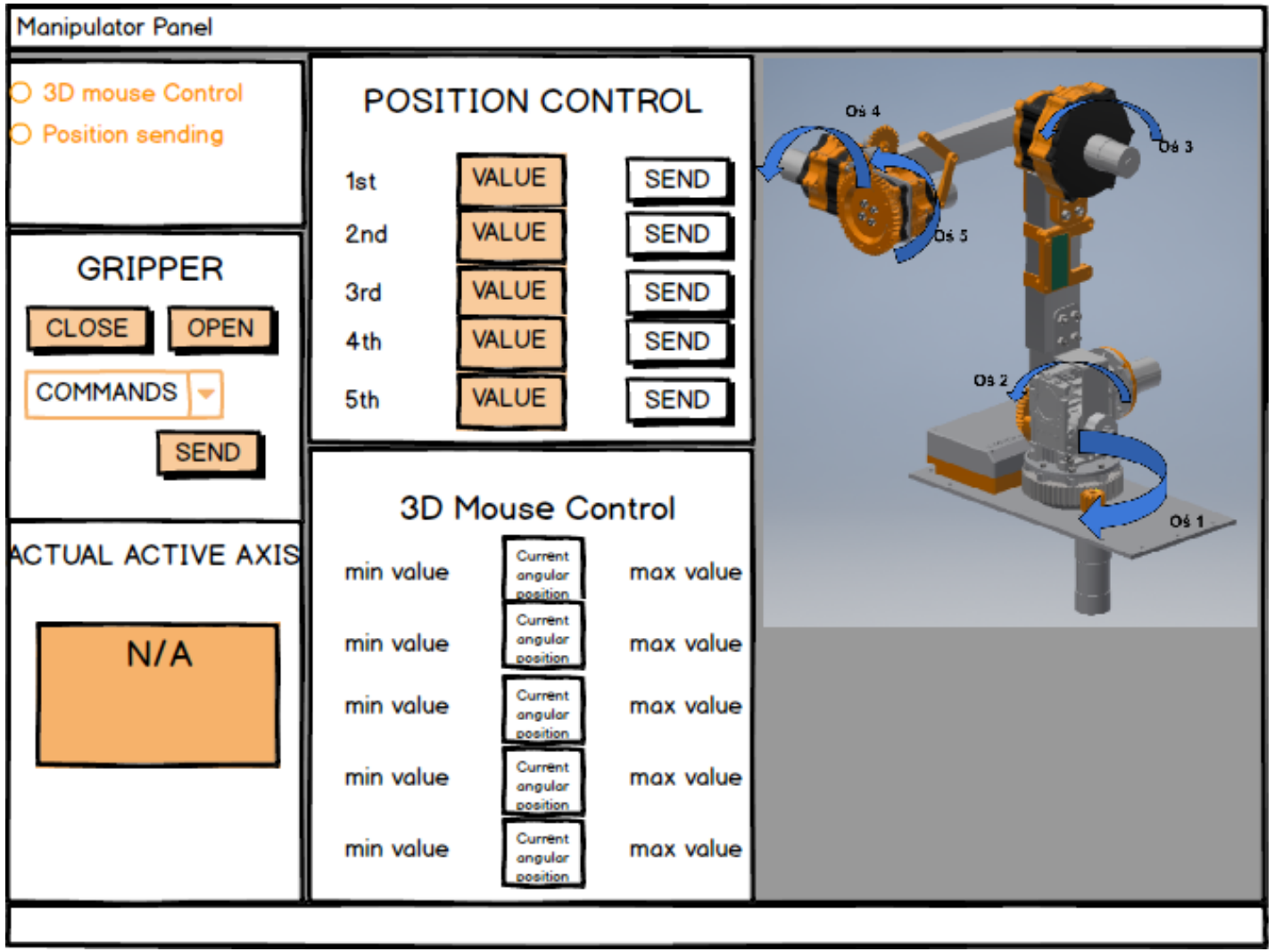
Rys. 8. Aplikacja podwozia – ramka *JOYPAD LOG*

Aplikacja do sterowania podwoziem (2)

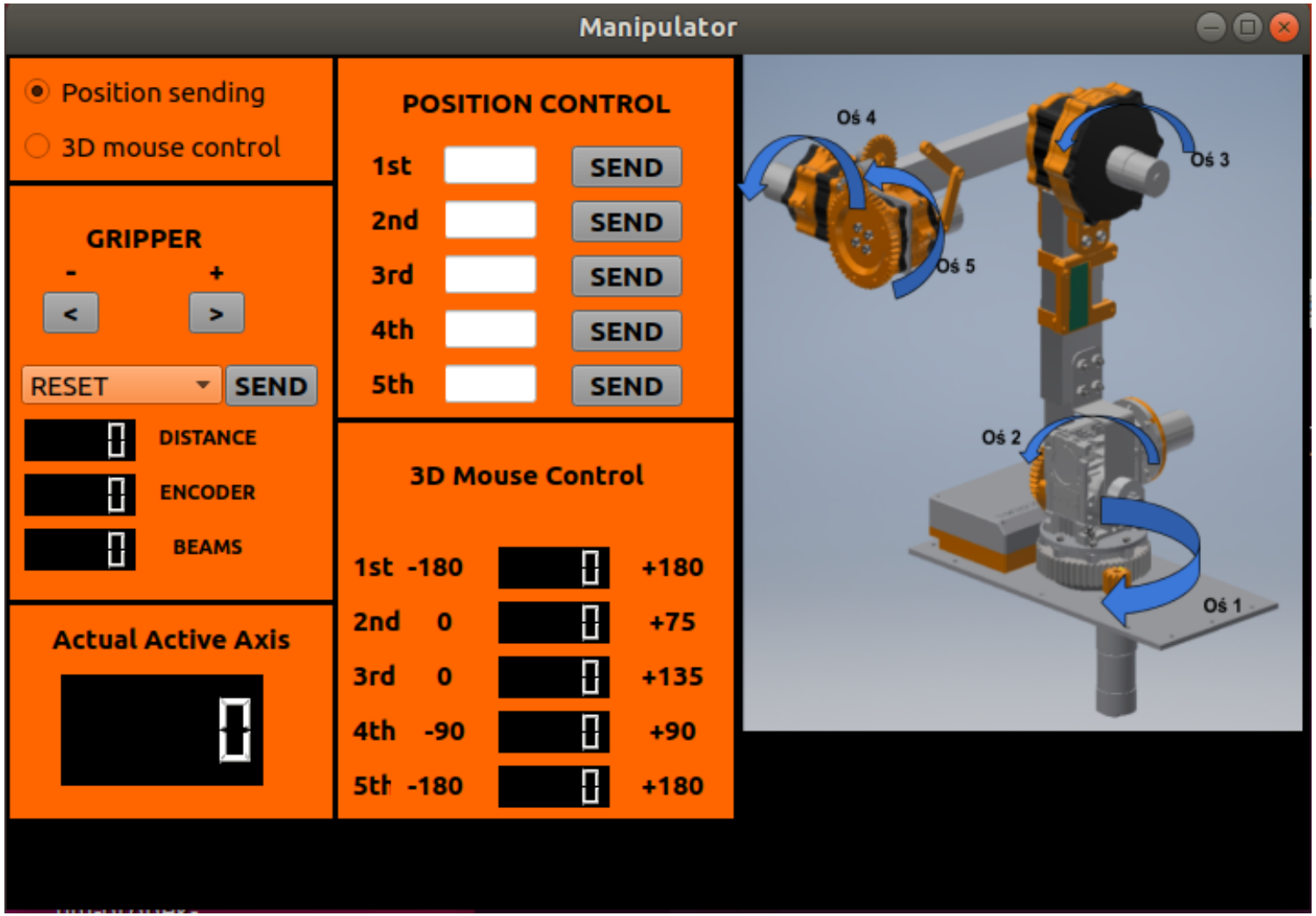
WERSJA KOŃCOWA APLIKACJI OPERATORA DO STEROWANIA PODWOZIEM ŁAZIKA MARSJAŃSKIEGO

Aplikacja do sterowania manipulatorem (1)

- Wybór sposobu sterowania manipulatorem
- Wysyłanie komend do chwytaka
- Wysyłanie wartości kątowej do poszczególnych osi w trybie Position Sending
- Wyświetlanie aktualnych pozycji kątowych członów manipulatora



Rys. 9. Koncepcja makiety UI do sterowania manipulatorem



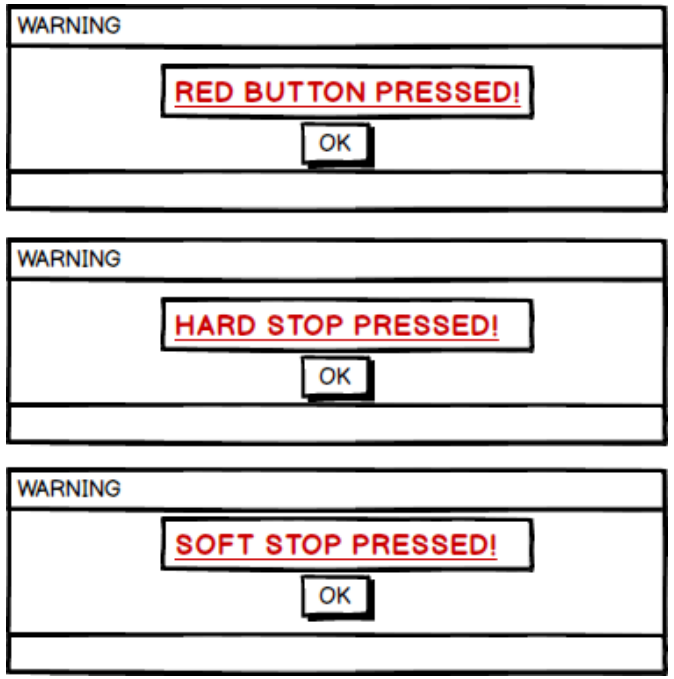
Rys. 10. Okienko aplikacji do sterowania manipulatorem

Aplikacja do sterowania manipulatorem (2)

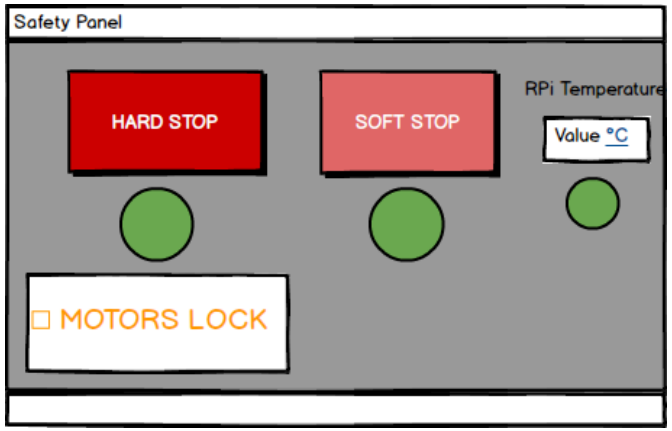
WERSJA KOŃCOWA APLIKACJI OPERATORA DO STEROWANIA MANIPULATOREM

Aplikacja do sterowania systemem bezpieczeństwa (1)

- Wysyłanie komend Hard Stop, Soft Stop, Motors Lock
- Wyświetlanie wartości temperatury procesora komputera pokładowego
- Informowanie o stanie robota



Rys. 11. Koncepcja makiety UI okien dialogowych safety



Rys. 12. Koncepcja makiety UI systemu bezpieczeństwa

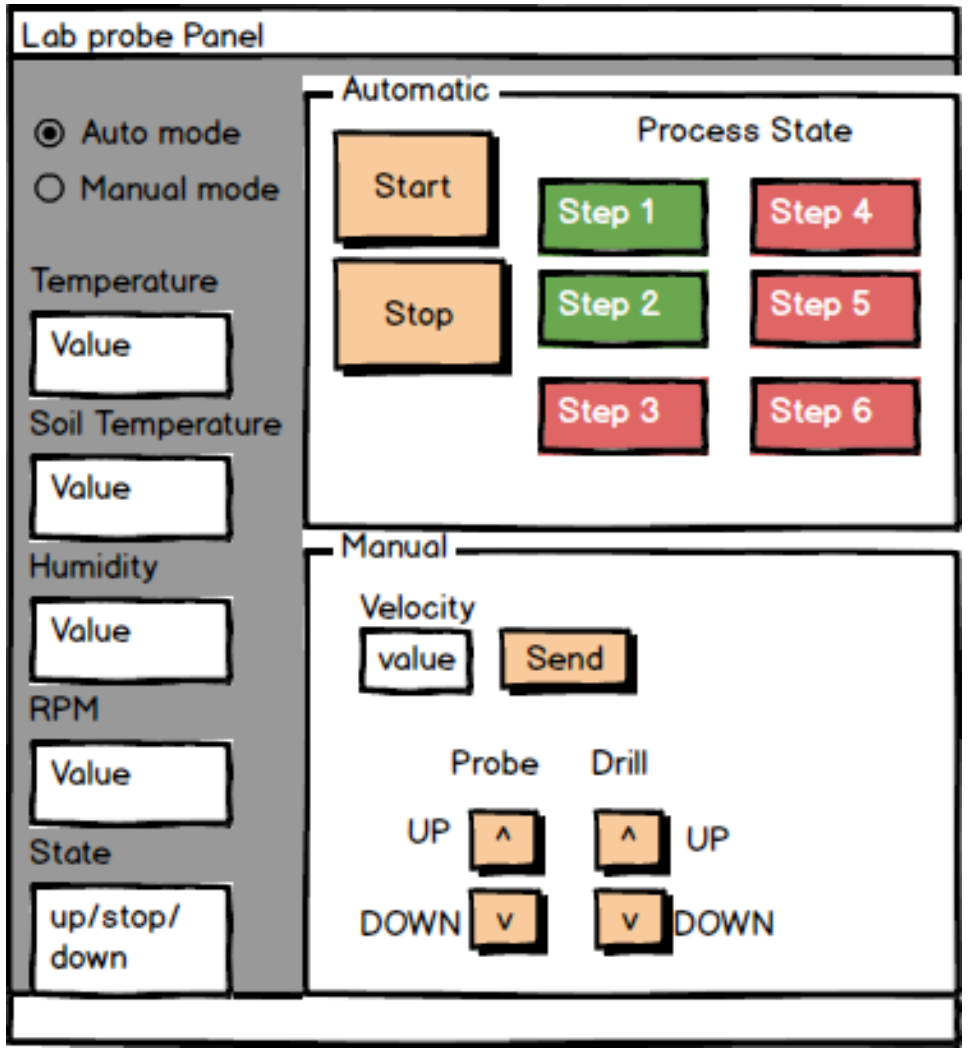
Aplikacja do sterowania systemem bezpieczeństwa (2)

WERSJA KOŃCOWA APLIKACJI SYSTEMU BEZPIECZEŃSTWA

Rys. 13. Okienko aplikacji systemu bezpieczeństwa wraz z oknami dialogowymi

Aplikacja do sterowania układem laboratorium próbek (1)

- Wybór sposobu sterowania
- Wysyłanie komend Start i Stop w trybie automatycznym oraz wyświetlenie informacji o przebiegu procesu
- W trybie kontroli manualnej wysyłanie prędkości obrotowej wiertnicy oraz możliwość kontroli położenia laboratorium
- Wyświetlanie wartości z czujników laboratorium



Rys. 14. Koncepcja makiety UI układu laboratorium próbek

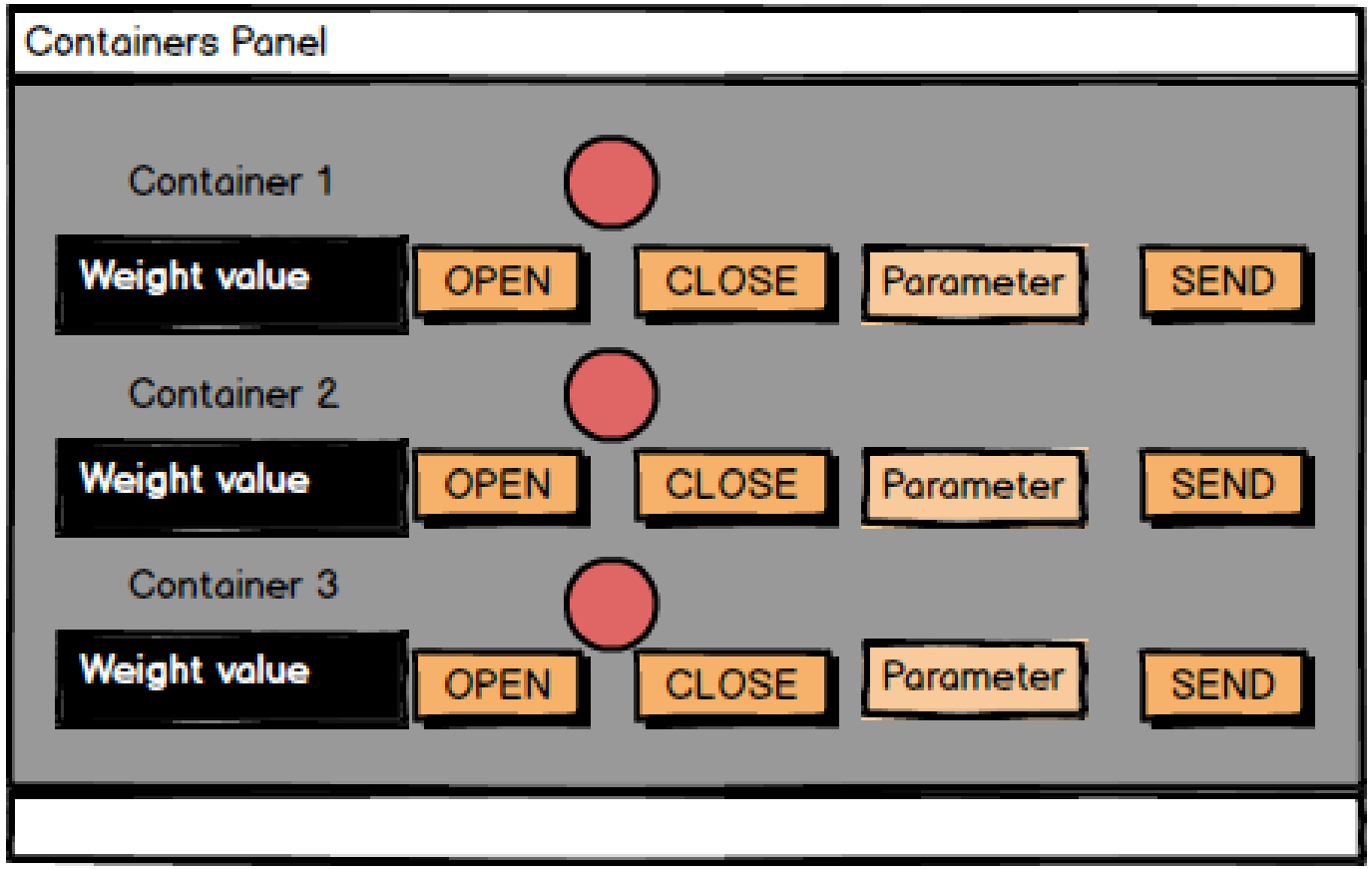
Rys. 15. Okienko aplikacji układu laboratorium próbek

Aplikacja do sterowania układem laboratorium próbek (2)

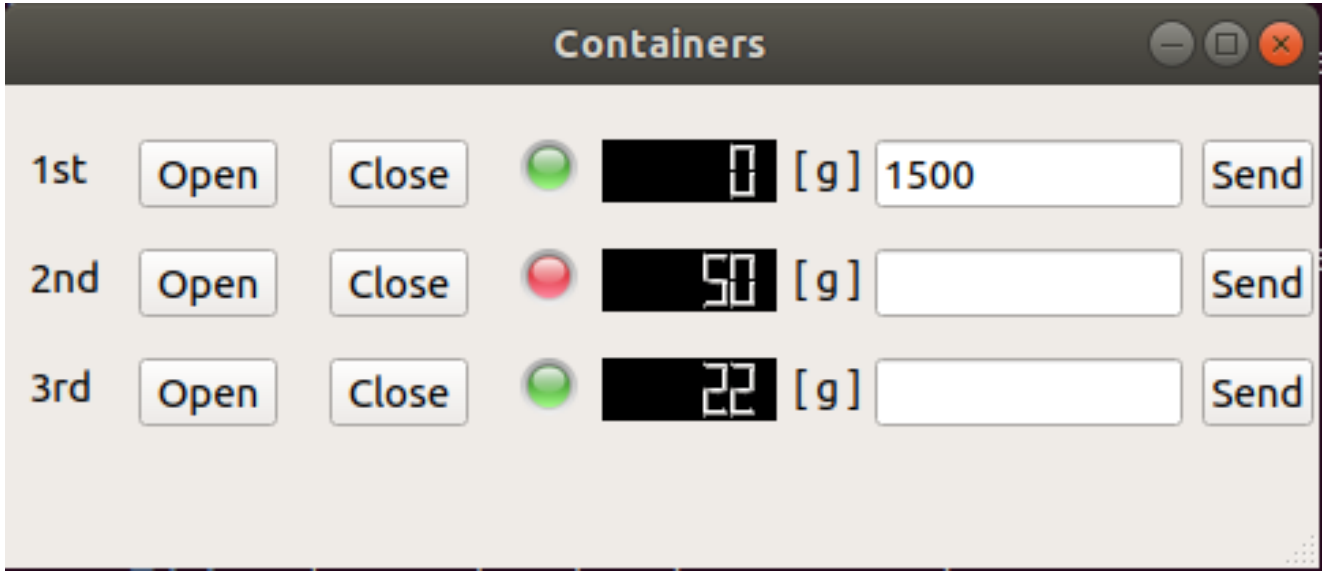
WERSJA KOŃCOWA APLIKACJI UKŁADU LABORATORIUM PRÓBEK

Aplikacja do sterowania pojemnikami na próbki

- Wyświetlenie o masie pobranej próbki dla każdego pojemnika
- Wysłanie wartości kalibracyjnej belek tensometrycznych dla każdego pojemnika
- Otwarcie i zamknięcie pokryw pojemników



Rys. 16. Koncepcja makiety UI modułu pojemników



Rys. 17. Okienko aplikacji modułu pojemników

Aplikacja do sterowania pojemnikami na próbki (2)

WERSJA KOŃCOWA APLIKACJI DO STEROWANIA POJEMNIKAMI

Badania weryfikacyjne (1)

Testy jednostkowe:

- Aplikacja podwozia – 47 testów
- Aplikacja manipulatora – 26 testów
- Aplikacja systemu bezpieczeństwa – 8 testów
- Aplikacja układu laboratorium próbek – 25 testów
- Aplikacja do sterowania pojemnikami – 15 testów

L.p.	Opis	Oczekiwany rezultat	Wynik
	Przyciski wyboru kontroli		
1.	Zaznaczenie przycisku *XBOX PAD CONTROL*.	Wysłanie wartości 1, wiadomości typu UInt8 na topic *gui/priorityDevice*. Włączenie ramki *PAD LOG* oraz wyłączenie ramki *JOY-PAD LOG*.	Pozytywny

Rys. 18. Przykładowy test jednostkowy dla aplikacji podwozia

4.	Publikowanie wartości typu Float64 na topic *safety/temperature*. Wysyłane wartości: 50, 65, 75, 82.	Wyświetlenie wysłanych wartości w etykiecie LCD dla odczytu temperatury z Raspberry Pi. W przypadku wartości 50 kolor czcionki i sygnalizatora jest zielony, dla wartości 65 żółty, 75 - pomarańczowy, a dla 82 czerwony.	Pozytywny

Rys. 19. Przykładowy test jednostkowy dla aplikacji systemu bezpieczeństwa

Badania weryfikacyjne (2)

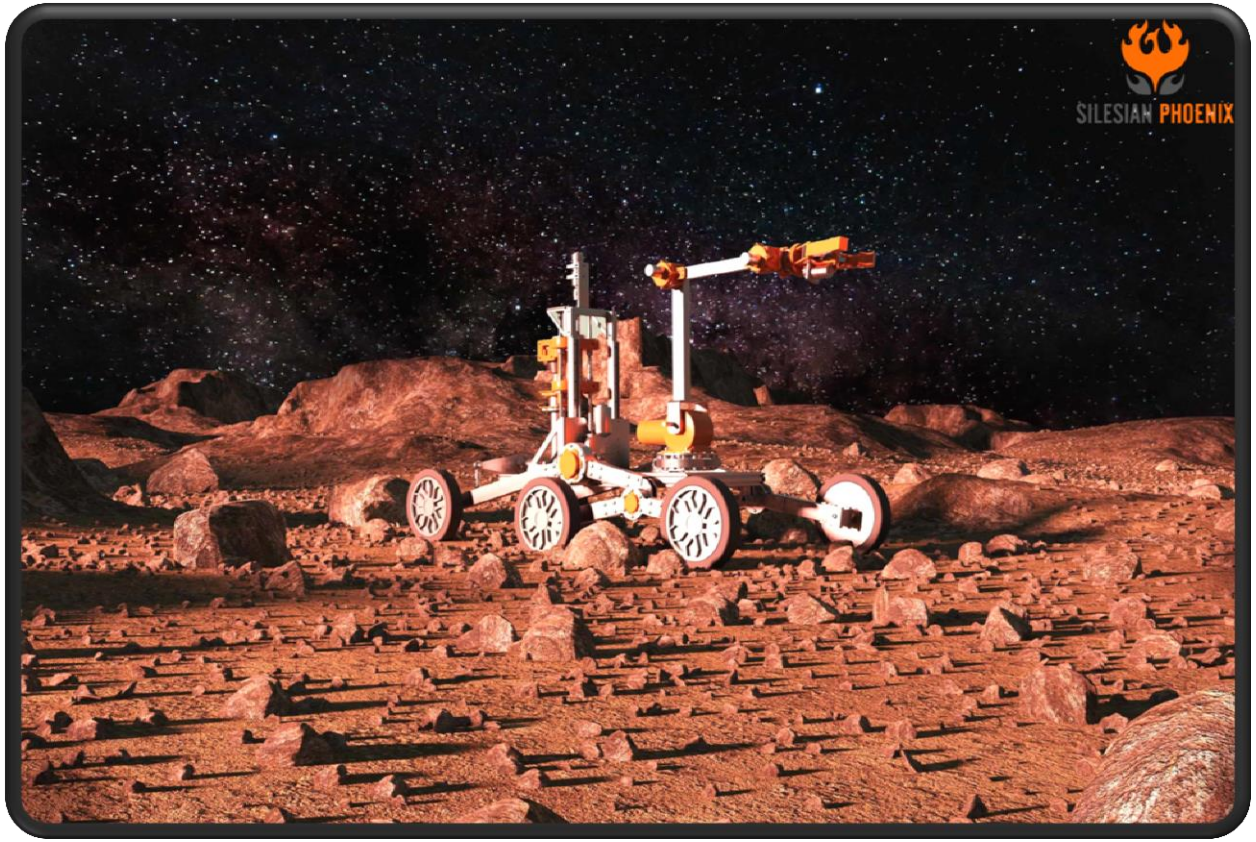
Dodatkowo przeprowadzone testy ogólne:

- Testy dotyczące weryfikacji opóźnień aplikacji
- Test funkcjonalności myszy 3D
- Test niezawodności aplikacji

Rys. 20. Łazik marsjański podczas testów

Podsumowanie

- Aplikacja działa szybko
- Aplikacja jest niezawodna
- Aplikacja nie jest w pełni odporna na błędy
- Rozproszenie aplikacji sterującej zwiększa jej niezawodność
- Zastosowanie wzorca projektowego ułatwia i systematyzuje pracę



Rys. 20. Render modelu łazika [autor: Tadeusz Caban]

Dziękuję za uwagę