

# PROJEKT

WIZUALIZACJA DANYCH SENSORYCZNYCH

---

## Założenia projektowe

# Wizualizacja samopozycjonującej się platformy fotowoltaicznej

---

Albert LIS, 235534

*Termin:* Śr 17:05

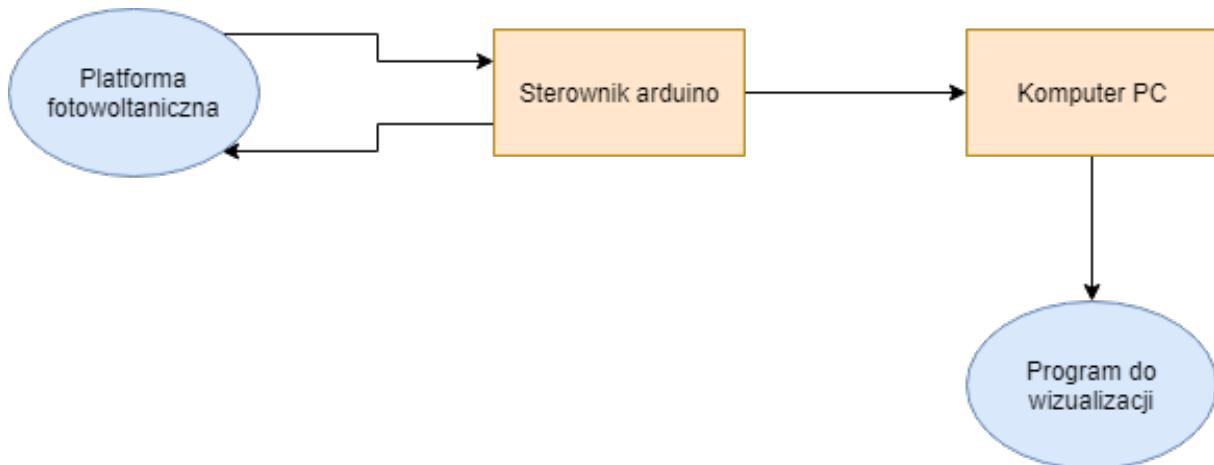
*Prowadzący:*  
dr inż. Bogdan KRECZMER

# **Spis treści**

<b>1</b>	<b>Opis projektu</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Założenia projektowe</b>	<b>2</b>
2.1	Komunikacja . . . . .	2
2.2	Wizualizacja . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Harmonogram pracy</b>	<b>3</b>
3.1	Zakres prac . . . . .	3
3.2	Kamienie milowe . . . . .	3
3.3	Wykres Gantta . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Projekt interfejsu graficznego</b>	<b>5</b>
4.1	Funkcjonalność UI . . . . .	5
4.2	Funkcjonalność aplikacji . . . . .	5
4.3	Graficzna reprezentacja aplikacji . . . . .	5
<b>5</b>	<b>Wstępne rezultaty</b>	<b>7</b>
5.1	Zmiany w projekcie . . . . .	7
5.2	Zrealizowane zadania . . . . .	7
<b>6</b>	<b>Zaawansowane rezultaty</b>	<b>8</b>
6.1	Komunikacja . . . . .	8
6.2	Graficzny interfejs użytkownika . . . . .	9
<b>7</b>	<b>Rezultaty prawie końcowe</b>	<b>11</b>
7.1	Zrealizowane zadania . . . . .	11
7.2	Zmiany w projekcie . . . . .	12
<b>8</b>	<b>Rezultaty końcowe</b>	<b>12</b>
8.1	Zrealizowane zadania . . . . .	12
8.2	Końcowy wygląd aplikacji . . . . .	12
<b>9</b>	<b>Podsumowanie</b>	<b>14</b>

# 1 Opis projektu

Celem projektu jest stworzenie wizualizacji 3D platformy fotowoltaicznej. Platforma jest sterowana za pomocą mikrokontrolera i czterech czujników. Dzięki temu ma możliwość podążania za najintensywniejszym źródłem światła i pozycjonowania się w sposób umożliwiający optymalne korzystanie z energii słonecznej. Dane o pozycji platformy zostaną przesłane do komputera PC. W komputerze zostanie uruchomiona aplikacja pozwalająca pokazywać aktualną pozycję platformy.



Rysunek 1: Architektura systemu

## 2 Założenia projektowe

### 2.1 Komunikacja

1. Połączenie ze sterownikiem  
Realizowane za pomocą modułu Wi-Fi ESP8266 i protokołu UDP/TCP lub bez łączności bezprzewodowej z użyciem portu szeregowego.
2. Połączenie modułu Wi-Fi z mikrokontrolerem  
Realizowane za pomocą portu szeregowego.

### 2.2 Wizualizacja

1. Środowisko  
Zostanie wykorzystany silnik graficzny UNITY w darmowej wersji.
2. Modele  
Zostaną wygenerowane za pomocą programu Blender.
3. Tekstury  
Zostaną stworzone za pomocą programu GIMP lub pobrane z dowolnej internetowej bazy z darmowymi teksturami.

### **3 Harmonogram pracy**

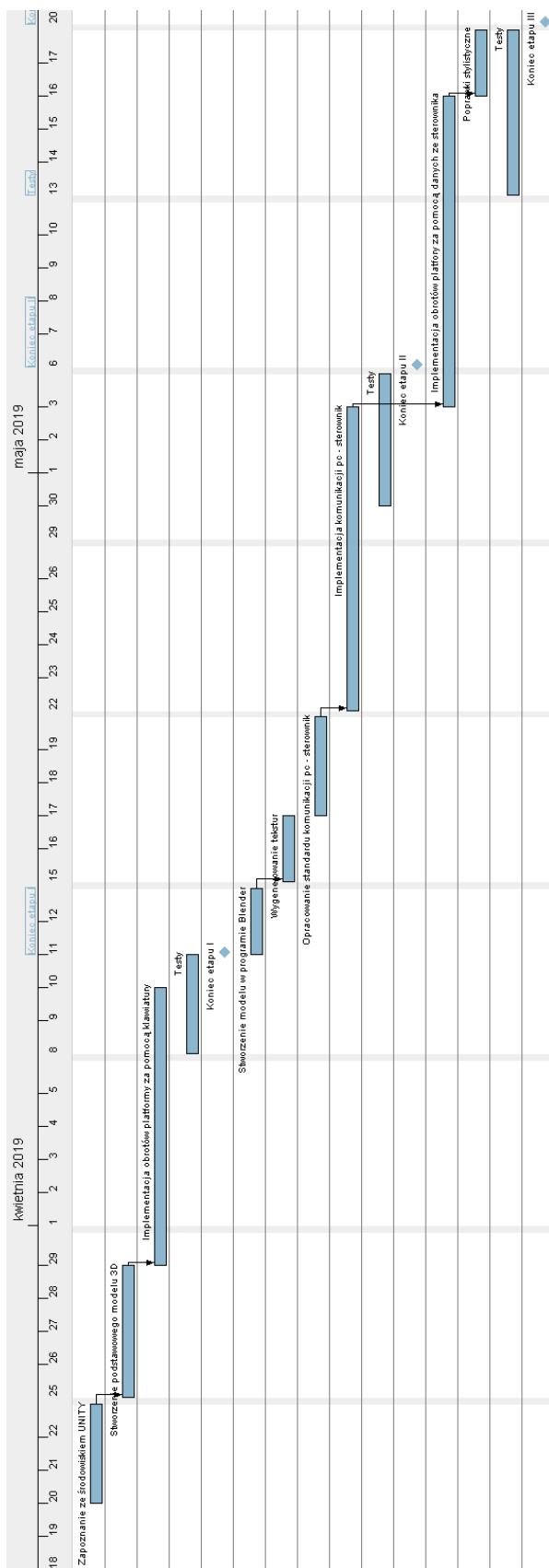
#### **3.1 Zakres prac**

1. Zapoznanie się ze środowiskiem UNITY  
Stworzenie kilku prostych projektów tak aby zapoznać się ze środowiskiem i jego możliwościami.
2. Stworzenie podstawowego modelu 3D  
Stworzenie prostego modelu platformy bez dbałości o detale.
3. Implementacja obrotów platformy za pomocą klawiatury  
Stworzenie wizualizacji poruszania się modelu za pomocą strzałek na klawiaturze.
4. Stworzenie dokładnych modeli w programie Blender  
Stworzenie dokładnego odwzorowania platformy z uwzględnieniem połączeń krawędzi.
5. Wygenerowanie tekstur  
Stworzenie lub pobranie z internetu tekstur dla obiektów.
6. Opracowanie standardu komunikacji sterownik - PC  
Zastanowienie się nad sposobem przesyłania informacji oraz ich kodowaniem.
7. Implementacja komunikacji sterownik - PC  
Implementacja jednostronnej komunikacji między sterownikiem a PC.
8. Implementacja obrotów platformy za pomocą danych ze sterownika  
Modyfikacja istniejącego sterowania w taki sposób aby zwizualizowany stan platformy zgadzał się z rzeczywistym.
9. Poprawki stylistyczne  
Poprawa elementów które okazały się niedopracowane w trakcie projektu.

#### **3.2 Kamienie milowe**

1. Implementacja działającej wizualizacji w oparciu o sterowanie klawiaturą
2. Implementacja poprawnej komunikacji sterownik - PC
3. Implementacja wizualizacji w oparciu o dane ze sterownika

### 3.3 Wykres Gantta



Rysunek 2: Diagram Gantta

## 4 Projekt interfejsu graficznego

### 4.1 Funkcjonalność UI

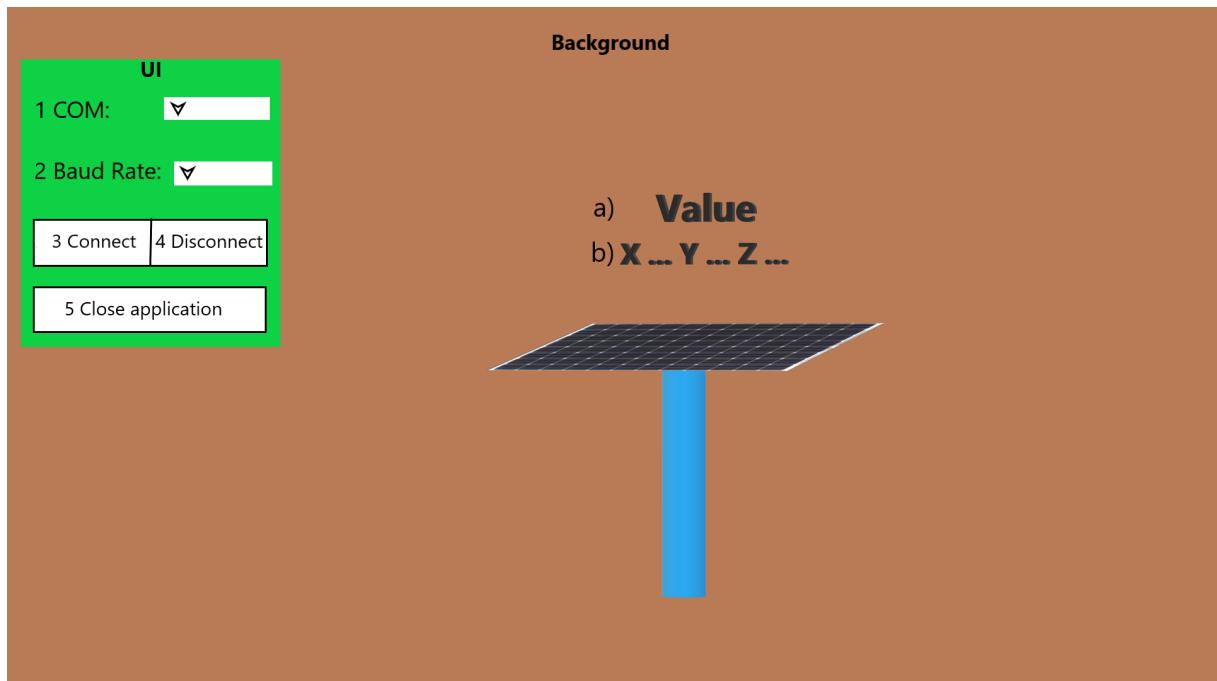
1. Lista wyboru nazwy portu szeregowego  
Powinna umożliwić wybranie portu do którego podłączony jest sterownik.
2. Lista wyboru prędkości połączenia  
Powinna zawierać takie prędkości wyrażone w bodach względem których przesłanie pakietu danych będzie trwało mniej niż 1/60s.
3. Przycisk nawiązania połączenia  
Przycisk umożliwiający nawiązanie połączenia ze sterownikiem po wybraniu odpowiednich parametrów.
4. Przycisk zakończenia połączenia  
Przycisk umożliwiający zakończenie połączenia ze sterownikiem.
5. Przycisk zamknięcia aplikacji  
Przycisk umożliwiający zamknięcie aplikacji. Powinien realizować również akcję zamknięcia połączenia jeśli nadal by było ono otwarte.

### 4.2 Funkcjonalność aplikacji

1. Wyświetlanie aktualnej wartości natężenia światła  
Wartość natężenia światła powinna być wyświetlana nad platformą np w postaci napisu 3D.
2. Wyświetlanie aktualnej pozycji  
Powyżej/poniżej wartości natężenia światła powinna być wyświetlana informacja o aktualnej pozycji. Za pomocą schematu XYZ.

### 4.3 Graficzna reprezentacja aplikacji

#### I. Schemat



Rysunek 3: Wygląd aplikacji

## II. Szczegółowy opis UI

### 1 COM

Lista modyfikująca parametr odpowiedzialny za nazwę portu w skrypcie obsługi portu szeregowego.

### 2 Baud Rate

Lista modyfikująca parametr odpowiedzialny za prędkość transmisji w skrypcie obsługi portu szeregowego.

### 3 Connect

Przycisk wywołujący funkcję odpowiedzialną za nawiązanie połączenia w skrypcie obsługi portu szeregowego.

### 4 Disconnect

Przycisk wywołujący funkcję odpowiedzialną za zamknięcie połączenia w skrypcie obsługi portu szeregowego.

### 5 Close application

Przycisk wywołujący skrypt odpowiedzialny za zamknięcie aplikacji.

## III. Szczegółowy opis napisów interaktywnych

### a) Value

Napis wyświetlający bieżącą wartość natężenia światła. Połączony ze skryptem rotacji aby dostosowywał swoje położenie względem kamery.

### b) X ... Y ... Z ...

Napis wyświetlający aktualne położenie we współrzędnych kartezjańskich. Połączony ze skryptem rotacji aby dostosowywał swoje położenie względem kamery.

## 5 Wstępne rezultaty

### 5.1 Zmiany w projekcie

Nastąpiła zmiana środowiska programistycznego z Unity na Qt + OpenGL. To pociągnęło za sobą zmiany w harmonogramie pracy i podejście do projektu. Najpierw zostanie stworzona komunikacja między PC a sterownikiem a następnie wizualizacja 3D. Dodatkowo zmieni się format przesyłanych danych. Aktualnie przewiduję że pakiet danych będzie wyglądał następująco:

"H<liczba1> V<liczba2> L<liczba3> I<liczba4> CRC<liczba5>\n".

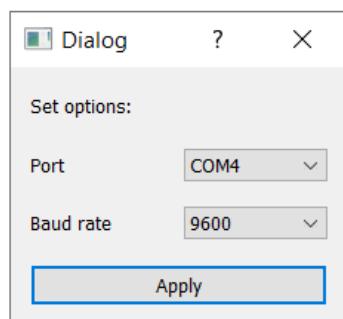
Gdzie:

- H - Symbol poprzedzający wartość kąta rotacji w kierunku horyzontalnym
- <liczba1> - wartość kąta rotacji w kierunku horyzontalnym wyrażona w stopniach z zakresu 0 - 360°
- V - Symbol poprzedzający wartość kąta rotacji w kierunku wertykalnym
- <liczba2> - wartość kąta rotacji w kierunku wertykalnym wyrażona w stopniach z zakresu 0 - 180°
- L - Symbol poprzedzający wartość natężenia światła
- <liczba3> - wartość natężenia światła wyrażona w luksach z zakresu 1 - 65535 lux
- I - Symbol poprzedzający wartość przepływu prądu
- <liczba4> - wartość przepływu prądu wyrażona w miliamperach z zakresu 0 - 65535 mA
- CRC - Ciąg znaków poprzedzający wartość 8-bitowej sumy kontrolnej
- <liczba5> - wartość sumy kontrolnej z zakresu 0 - 255
- \n - symbol końca pakietu danych

### 5.2 Zrealizowane zadania

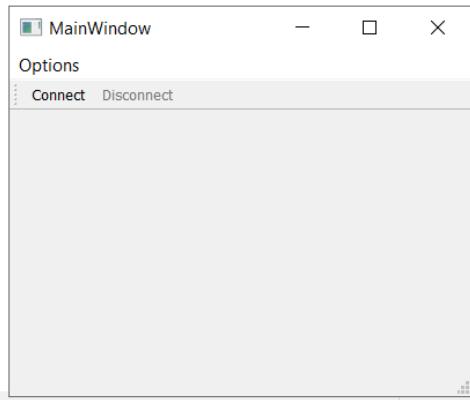
#### 1. Graficzny interfejs użytkownika

Stworzyłem aplikację komunikującą się ze sterownikiem za pomocą portu szeregowego. Aplikacja po uruchomieniu prosi o podanie prędkości komunikacji w bodach oraz portu do którego został przyłączony sterownik. Domyślna prędkość to 9600 bodów. Natomiast lista portów wczytuje tylko te dostępne.



Rysunek 4: Okno opcji

Po zaakceptowaniu ustawień uruchamia się okno główne w którym mamy opcje Connect oraz Disconnect. Obie wzajemnie się wykluczają. Dodatkowo gdy połączenie jest aktywne wygaszona zostaje opcja zmiany ustawień połączenia.



Rysunek 5: Okno główne

## 2. Komunikacja

Komunikacja jest uruchamiana w osobnym wątku tak aby nie zakłócać pracy głównego okna. Port szeregowy został skonfigurowany z 8 bitami danych, bitem parzystości oraz bitem stopu. Aktualnie przesyłane dane wyświetlam za pomocą konsoli. Gdy suma kontrolna się nie zgadza wyświetlам komunikat o niepoprawnej ramce danych.

## 6 Zaawansowane rezultaty

### 6.1 Komunikacja

Zmianie uległ format danych. Zostały dodane dodatkowe pola. Oraz liczona jest suma kontrolna 8-bitowa. Nazwa sumy: CRC-8-Dallas/Maxim, Wielomian: 0x8C.

"H<liczba1> V<liczba2> L<liczba3> U<liczba4> I<liczba5> P<liczba6> CRC<liczba7> \n"

Gdzie:

- H - Symbol poprzedzający wartość kąta rotacji w kierunku horyzontalnym
- <liczba1> - wartość kąta rotacji w kierunku horyzontalnym wyrażona w stopniach z zakresu 0 - 360 °
- V - Symbol poprzedzający wartość kąta rotacji w kierunku wertykalnym
- <liczba2> - wartość kąta rotacji w kierunku wertykalnym wyrażona w stopniach z zakresu 0 - 180 °
- L - Symbol poprzedzający wartość natężenia światła
- <liczba3> - wartość natężenia światła wyrażona w luksach z zakresu 1 - 65535 lux
- U - Symbol poprzedzający wartość napięcia
- <liczba4> - wartość napięcia wyrażona w miliwoltach z zakresu 0 - 65535 mV
- I - Symbol poprzedzający wartość przepływu prądu
- <liczba5> - wartość przepływu prądu wyrażona w miliamperach z zakresu 0 - 65535 mA
- P - Symbol poprzedzający wartość mocy
- <liczba6> - wartość mocy wyrażona w miliwatach z zakresu 0 - 65535 mW
- CRC - Ciąg znaków poprzedzający wartość 8-bitowej sumy kontrolnej
- <liczba7> - wartość sumy kontrolnej z zakresu 0 - 255
- \n - symbol końca pakietu danych

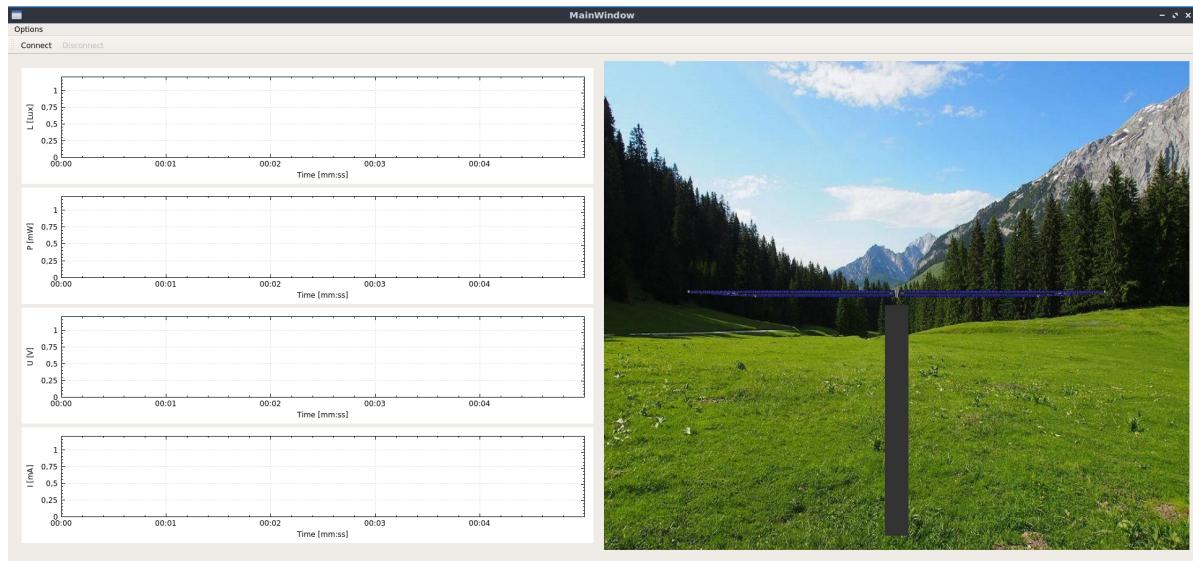
Przykładowe wyniki (suma kontrolna wysyłana jest decymalnie w procesie wyświetlania została przekonwertowana do heksadecymalnego):

```
H 60 V 60 U 60 L 60 I 60 P 60 Checksum correct: 55  
H 61 V 61 U 61 L 61 I 61 P 61 Checksum correct: 20  
H 62 V 62 U 62 L 62 I 62 P 62 Checksum correct: a6  
H 63 V 63 U 63 L 63 I 63 P 63 Checksum correct: d3  
H 64 V 64 U 64 L 64 I 64 P 64 Checksum correct: b3
```

Rysunek 6: Przykładowe wyniki

## 6.2 Graficzny interfejs użytkownika

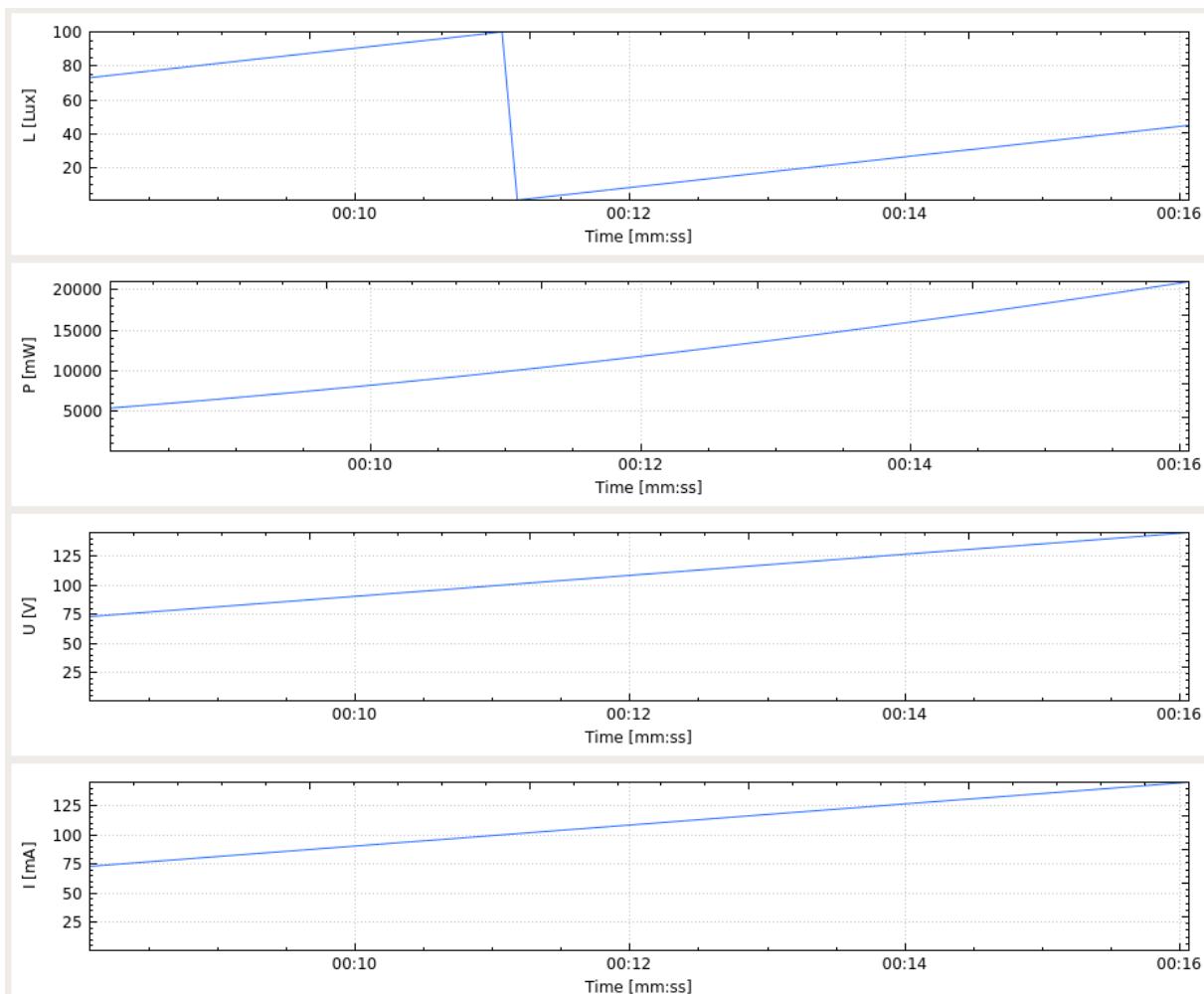
### 1. Okno główne



Rysunek 7: Okno główne

Po lewej znajdują się wykresy wartości pomiarowych. Natomiast po prawej stronie mamy wizualizację platformy fotowoltaicznej.

### 2. Wykresy



Rysunek 8: Wykresy

Do rysowania wykresów używam biblioteki zewnętrznej QCustomPlot. Na osi pionowej znajdują się poszczególne wartości pomiarów. Na osi poziomej mamy czas w formacie minuty:sekundy. Wykres jest dynamiczny o stałym oknie czasowym. Na przykładowym rysunku 8 wynosi ono 8 sekund.

### 3. Wizualizacja



Rysunek 9: Wizualizacja

Zaimplementowałem dwuosiową rotację. Horyzontalna (cała platforma) oraz wertykalna (tylko panel fotowoltaiczny).

## 7 Rezultaty prawie końcowe

### 7.1 Zrealizowane zadania

Ze względu na wysoki poziom zaawansowania projektu ograniczyłem się do podstawowych zadań, a dostępne zasoby, wykorzystałem do realizacji projektów równoległych.

Zrealizowane zadania:

1. Stworzenie dokumentacji za pomocą generatora Doxygen.
2. Dopracowanie komunikacji między sterownikiem a komputerem.
  - Obliczenie ilości półkroków silnika krokowego  
Ilość półkroków jakie wykonuje silnik w czasie pełnego obrotu wynosi 2734.
  - Wykorzystanie rzeczywistych pomiarów położenia horyzontalnego i wertykalnego.
  - Wykorzystanie rzeczywistych pomiarów natężenia światła.
  - Wykorzystanie dzielnika napięciowego do pomiaru przepływu prądu oraz napięcia.
3. Testy poprawności modyfikacji.

## 7.2 Zmiany w projekcie

Niestety w trakcie transportu nieodwracalnemu uszkodzeniu uległ panel fotowoltaiczny, co dyskwalifikuje jego użycie w projekcie. Na jego miejsce zostanie użyty fotorezystor, który będzie symulował jego działanie. Po pierwszych testach i wprowadzeniu współczynników korekcyjnych rozwiązanie działa poprawnie.

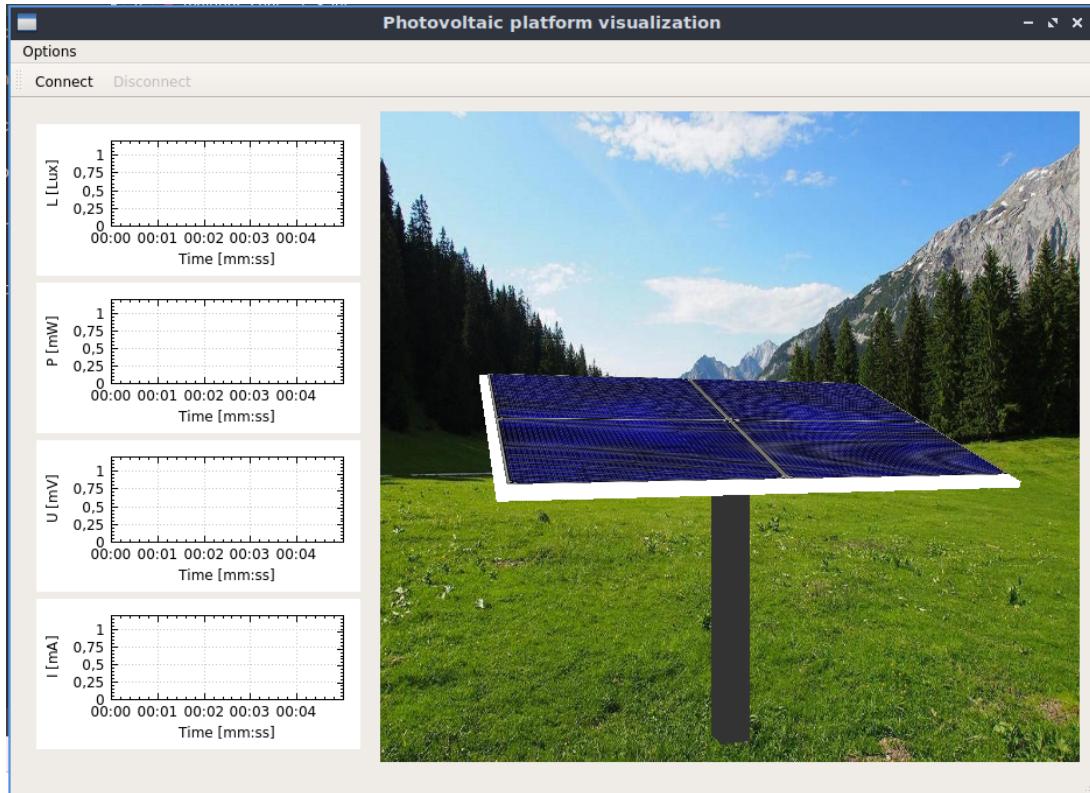
# 8 Rezultaty końcowe

## 8.1 Zrealizowane zadania

Udało się zrealizować większość prac z wcześniej ustalonego harmonogramu. Wizualizacja platformy działa poprawnie, choć z widocznym opóźnieniem (około 0,1 - 0,5 s). Natężenie światła mierząc z dokładnością do 4 lx. Czujnik zezwala na pomiar z dokładnością do 0,5 lx, jednak wtedy czas pomiaru trwa 120 ms i wprowadza to znaczne opóźnienia w działaniu platformy. Dodatkowo wyższa rozdzielcość pomiaru nie ma logicznego sensu bez wcześniejszej kalibracji względem profesjonalnego sprzętu. Aktualnie czas pomiaru wynosi 16 ms. W mikrokontrolerze zaimplementowałem quasirównoległość wykonywania zadań. Czas ponownego wykonywania najbardziej czasochłonnej operacji (komunikacji z czujnikiem natężenia światła) ustawiłem na 277 ms. Wybrałem liczbę pierwszą tak aby jak najczęściej trafiać w czas bezczynności mikrokontrolera i zwiększyć tym samym jego płynność działania. Dane są wysyłane co 50 ms więc poziom natężenia światła jest odświeżany (na komputerze) co trzeci cykl danych. Dokładność pozycjonowania platformy zarówno horyzontalnie jak i wertykalnie wynosi  $1^\circ$  (stopień kątowy). Dla serwomechanizmu (pozycjonowania wertykalnego) jest to limit narzucony przez wykorzystywane API. Natomiast dla silnika krokowego (pozycjonowania horyzontalnego) istnieje możliwość rozszerzenia dokładności do  $\frac{360 \cdot 2}{2734} \approx 0.26^\circ$ .

## 8.2 Końcowy wygląd aplikacji

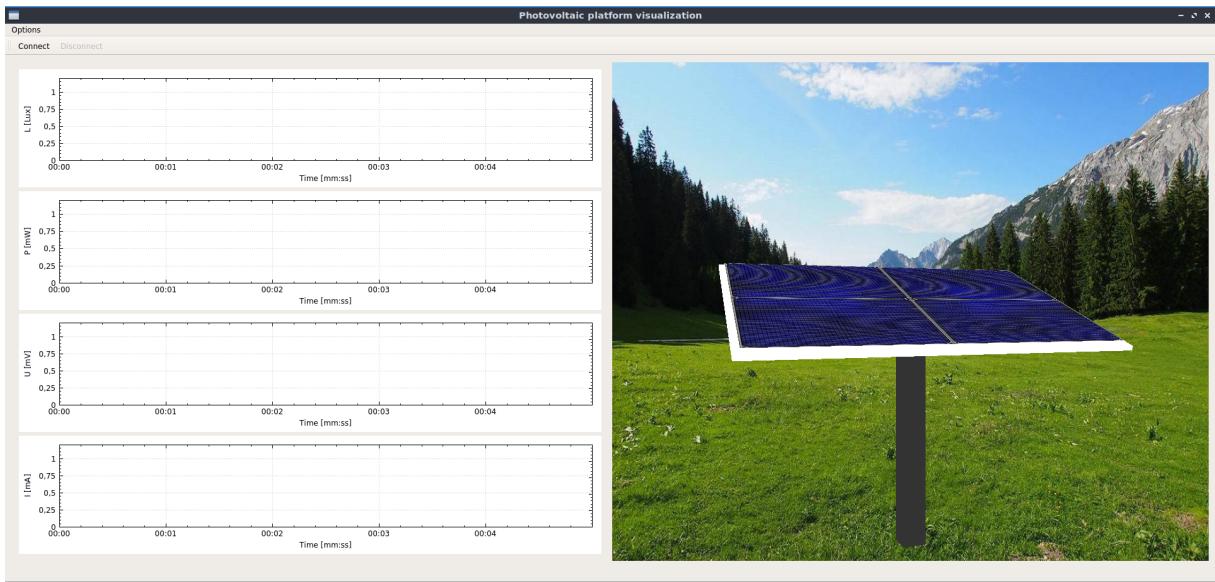
Okno w trybie niezmaksymalizowanym:



Rysunek 10: Wygląd końcowy okna niezmaksymalizowane

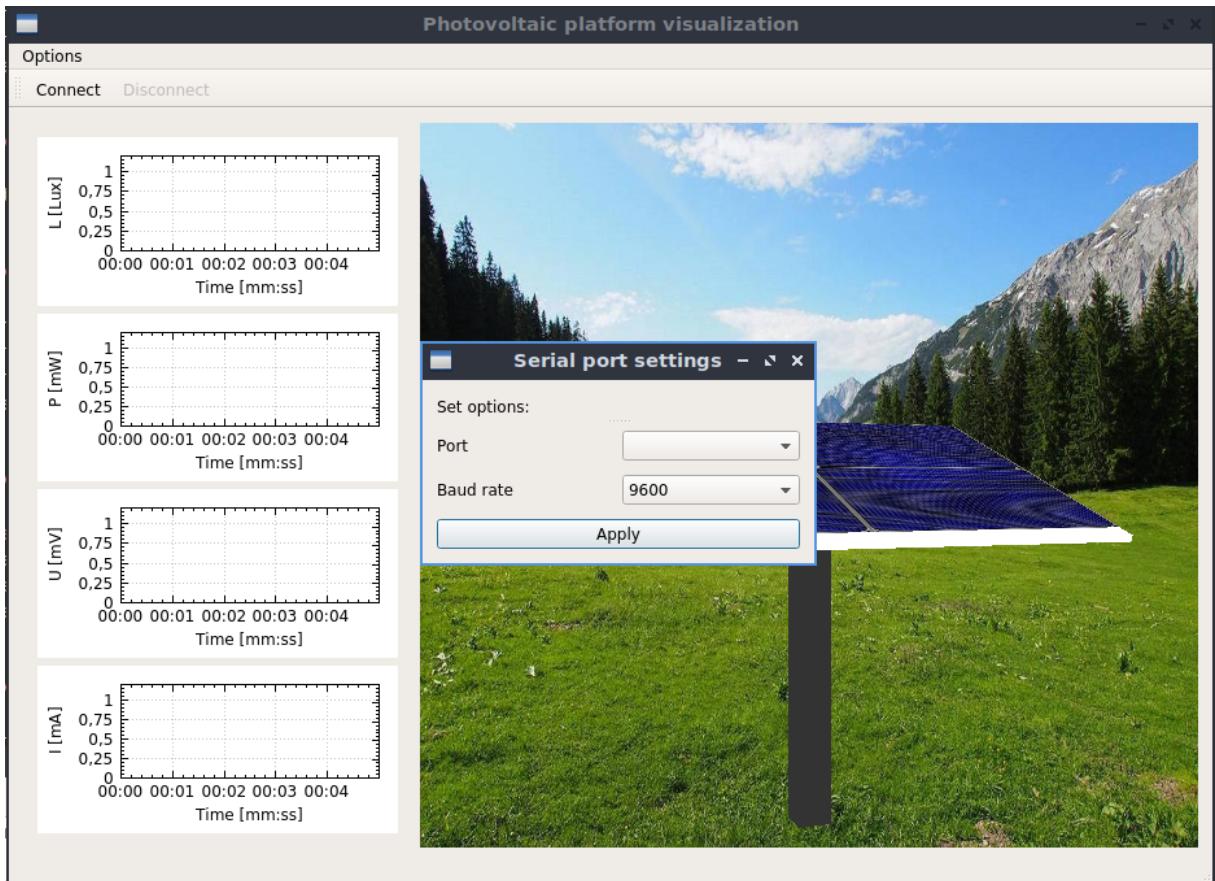
W tym trybie wykresy zajmują  $\frac{1}{3}$  przestrzeni, natomiast wizualizacja  $\frac{2}{3}$ .

Okno w trybie zmaksymalizowanym:



Rysunek 11: Wygląd końcowy okno zmaksymalizowane

Gdy okno jest zmaksymalizowane obszar jest dzielony po równo na wykresy i wizualizację. Wygląd okna po uruchomieniu ustawień portu szeregowego:



Rysunek 12: Wygląd końcowy okno ustawień

Po uruchomieniu okna ustawień nie jest możliwe wykonywanie operacji w oknie głównym aż do czasu zamknięcia okna ustawień. W sekcji Port wyświetlane są dostępne porty szeregowe. Jeśli nie ma żadnego lista jest pusta jak na rysunku: 12. Domyślna prędkość połączenia wynosi 9600 bodów.

## 9 Podsumowanie

Udało się zrealizować większość założeń projektowych. Nie udało się osiągnąć zakładanej płynności 60 fps (frames per second). Wynika to z ograniczeń mikrokontrolera i czujnika natężenia światła, którego czas konwersji (szerzej opisane w 8.1) wynosi 16 ms. Natomiast aby otrzymać zakładaną płynność czas wykonania wszystkich czynności na mikrokontrolerze i wysłania pakietu danych powinien się mieścić w czasie  $\frac{1}{60}$  s  $\approx$  16.67 ms. Ustawiony przeze mnie czas wysyłania wynosi 50 ms. Pozwala to uzyskać (przy braku błędów transmisji) częstotliwość odświeżania na poziomie 20 fps. Warto zwrócić uwagę, że komercyjne systemy sterowania platformami z reguły są wolno zmienne. Pozycja zmienia się wraz z pozycją słońca. Nawet w przypadku zbudowanego modelu częstotliwość ta była wystarczająca aby uzyskać dobrą płynność obrazu.