

# Spis Treści

---

- [1. Wstęp](#)
- [2. Cele i założenia](#)
- [3. Przebieg pracy](#)
- [4. Część informatyczna](#)
  - [4.1. Backend - strona serwerowa](#)
  - [4.2. Frontend - strona użytkownika](#)
  - [4.3. Działanie aplikacji](#)
  - [4.4. Wygląd aplikacji](#)
- [5. Część mechatroniczna - sterownik](#)
  - [5.1. Prototyp sterownika](#)
  - [5.2. Gotowy produkt - sprzęt](#)
  - [5.3. Gotowy produkt - program](#)

## 1. Wstęp

## 2. Cele i założenia

## 3. Przebieg pracy

## 4. Część informatyczna

Jedną z najważniejszych zalet **Net-Worku** jest jego infrastruktura informatyczna. W celu zbudowania funkcjonującego systemu wykorzystane zostały najnowsze frameworki oraz języki programowania. Samo oprogramowanie zostało napisane w kilku językach, strona serwerowa została napisana w języku **Go**, natomiast strona użytkownika została napisana w języku **JavaScript** wraz z frameworkiem **Vue.js** i komponentami w najnowszym standardzie material, **Vuetify**, do automatyzacji komplikacji i uruchamiania oprogramowania został wykorzystany **Make** oraz **Bash**.

Komunikacja w oprogramowaniu opiera się na protokołach **Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) w wersji 3.11** oraz **Representational State Transfer (REST)**, oba protokoły są przydatne w różnych kontekstach komunikacyjnych. Protokół **MQTT** został wykorzystany ze względu na jego lekkość i efektywność, co czyni go idealnym rozwiązaniem dla aplikacji związanych z **Internetem Rzeczy (IoT)** oraz systemów o niskich wymaganiach zasobowych. Dzięki modelowi publikacji i subskrypcji (**PUBSUB**), **MQTT** umożliwia efektywną wymianę danych między urządzeniami w czasie rzeczywistym. Z kolei architektura **REST** stanowi uniwersalny interfejs komunikacyjny, który pozwala na zarządzanie zasobami w sposób zrozumiały dla ludzi oraz maszyn. Wykorzystanie tych protokołów pozwala na elastyczne i skalowalne budowanie aplikacji, które są w stanie efektywnie komunikować się z różnymi systemami i urządzeniami.

## 4.1. Backend - strona serwerowa

W celu zbudowania bezpiecznego oraz wydajnego serwera **REST** i brokera **MQTT**, wykorzystane zostały następujące pakiety języka **Go**:

- **GIN 1.9.1**
- **COMMQTT 2.5.4**

Technologie te pozwalają na bezpośrednią integrację obu protokołów komunikacyjnych w jednej bazie kodu. W przypadku pakietu **GIN** dodatkowe możliwości wprowadzania **middleware'ów** (programów pośrednich między żądaniem a właściwą częścią aplikacji) pozwolity na proste wbudowanie dodatkowych zabezpieczeń dostępu do serwera **REST**, takich jak:

- **Ograniczenie szybkości zapytań (Rate Limiting)** które jak sama nazwa wskazuje zmniejsza częstotliwość odpowiedzi na zapytania pochodzących od jednego klienta w określonym przedziale czasowym, co może pomóc w zapobieganiu nadmiernemu obciążeniu serwera.
- **Tokeny JWT (Json Web Token)** które stanowią sposób na uwierzytelnianie i autoryzację użytkowników w serwerze **REST**. **JWT** są tokenami zawierającymi informacje o użytkowniku oraz jego uprawnieniach, podpisane przez serwer, co pozwala na bezpieczne przesyłanie tych danych między klientem a serwerem. Dzięki nim można łatwo kontrolować dostęp do zasobów oraz identyfikować użytkowników w systemie.

Natomiast pakiet **COMMQTT** zapewnia nie tylko implementację protokołu **MQTT**, ale również możliwość bezpośredniego konfigurowania, monitorowania oraz ingerencji w broker **MQTT**. Dzięki temu można skonfigurować różne parametry działania brokera w sposób programowy, takie jak na przykład maksymalny rozmiar wiadomości czy maksymalna liczba połączonych klientów, a także monitorować jego wydajność i obciążenie. Ważną kwestią jest też możliwość uwierzelniania klientów którzy próbują połączyć się z brokerem, realizowane jest to poprzez pozyskiwanie danych na temat klientów z bazy danych oraz porównywanie danych z którymi dany klient próbuje się połączyć. W wyniku tego można zapewnić bezpieczne i kontrolowane połączenia między klientami a brokerem **MQTT**.

Dzięki wykorzystaniu tych pakietów możliwe było zrealizowanie nie tylko bezpiecznego, ale także wydajnego serwera **REST** oraz brokera **MQTT**, który spełnia wymagania zarówno pod kątem funkcjonalności, jak i wydajności.

Ważną rzeczą w naszym oprogramowaniu jest również integracja z relacyjną **bazą danych PostgreSQL**, aplikacja wykorzystuje ją aby przetrzymywać lub odczytywać dane na temat zarejestrowanych użytkowników, urządzeń, konfiguracji urządzeń czy wtyczek. Ingerować w nią mogą zarejestrowani użytkownicy posiadający odpowiedni poziom uprawnień.

Dodawanie i obsługa urządzeń opiera się na wcześniej wspomnianych **wtyczkach**. Są one implementacjami programowymi, które mogą być dynamicznie załadowane do głównego projektu jako moduły zewnętrzne lub statycznie, bezpośrednio przy komplikacji głównego programu. Funkcjonalność taką umożliwia wbudowany do języka **Go**, pakiet **Plugin**. Wtyczki te są kompilowane do plików typu **.so (Shared Object)** (odpowiednik plików DLL tylko że dla systemów na bazie UNIX'a), umożliwiając ich dynamiczne ładowanie i wykonanie w kontekście głównej aplikacji. Dzięki temu rozwiążaniu możliwe jest rozszerzanie funkcjonalności **Net-Worku** poprzez dodawanie nowych wtyczek bez konieczności modyfikacji kodu głównego programu. Wtyczki te stanowią modularne rozszerzenia aplikacji, co pozwala na elastyczne dostosowywanie i rozbudowywanie systemu w zależności od potrzeb użytkowników.

Wtyczki muszą posiadać zarówno stronę serwerową jak i stronę użytkownika, strona serwerowa wykorzystywana jest do komunikacji instancji wtyczki z urządzeniem któremu została przypisana. Odbywa się to poprzez interfejs **API (Application Programming Interface)** udostępniony przez wtyczkę, który umożliwia komunikację, poprzez różne protokoły komunikacyjne, z głównym systemem sterowania oraz obsługę żądań związanych z danym urządzeniem.

Z kolei strona użytkownika wtyczki dostarcza interfejs graficzny, który umożliwia użytkownikowi konfigurację oraz monitorowanie działania danego urządzenia. Jest to miejsce, w którym użytkownik może na przykład zarządzać ustawieniami, przeglądać historię działania urządzenia, oraz podejmować różne akcje w zależności od funkcjonalności wtyczki i urządzenia. W ten sposób wtyczki pełnią kluczową rolę w zapewnieniu interakcji pomiędzy użytkownikiem a systemem sterowania, umożliwiając zarówno monitorowanie, jak i zarządzanie podłączonymi urządzeniami.

Wtyczki mogą mieć dowolną funkcjonalność dostosowaną do wymogów konkretnego urządzenia lub systemu, co umożliwia elastyczne dostosowanie ich do różnorodnych zastosowań. W ten sposób, dzięki wtyczkom, użytkownik może rozbudowywać funkcjonalność systemu sterowania zgodnie z własnymi potrzebami.

Dodatkowe narzędzia i paczki użyte przy tworzeniu i testowaniu strony serwerowej:

- Curl
- Postman
- MQTT Explorer
- PostgreSQL Explorer
- [github.com/charmbracelet/lipgloss](https://github.com/charmbracelet/lipgloss)
- [github.com/didip/tollbooth](https://github.com/didip/tollbooth)
- [github.com/gin-contrib/cors](https://github.com/gin-contrib/cors)
- [github.com/gin-gonic/gin](https://github.com/gin-gonic/gin)
- [github.com/golang-jwt/jwt/v5](https://github.com/golang-jwt/jwt/v5)
- [github.com/hashicorp/mdns](https://github.com/hashicorp/mdns)
- [github.com/joho/godotenv](https://github.com/joho/godotenv)
- [github.com/spf13/viper](https://github.com/spf13/viper)
- [golang.org/x/crypto](https://golang.org/x/crypto)
- [gorm.io/gorm](https://gorm.io/gorm)

## 4.2. Frontend - strona użytkownika

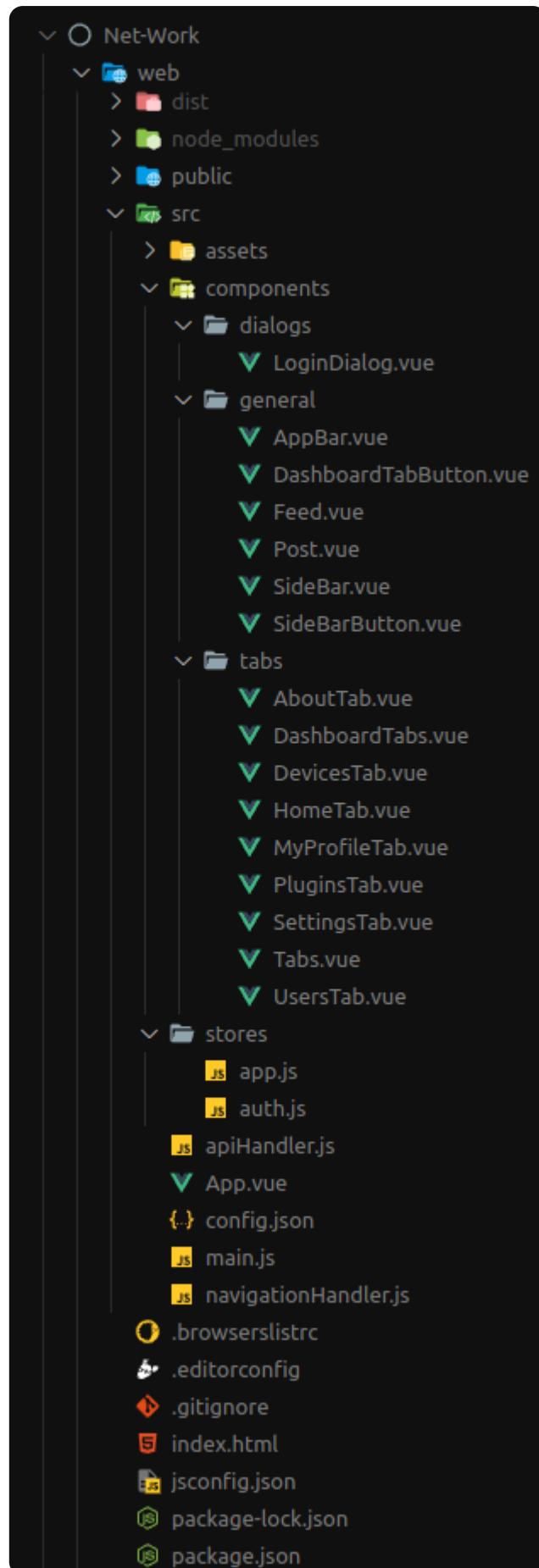
Aplikacja internetowa w całości oparta została na frameworku **Vue.js 3**. Dzięki zastosowaniu tej technologii aplikacja pod względem wydajnościowym wyraźnie wyprzedza inne projekty, które z domyślu oparte są o statyczne strony internetowe.

Aplikacja internetowa oparta jest na nowoczesnych technologiach takich jak framework **Vue.js 3**, **Vite 5.2.2** jako narzędzie do budowania projektu w jedna spójną całość gotową do uruchomienia, oraz **Vuetify**, biblioteki komponentów **Material Design**. W połączeniu z biblioteką **Pinia 2.1.7** do zarządzania stanem aplikacji oraz **Axios 1.6.7** do komunikacji z serwerem, te technologie pozwoliły nam na stworzenie wyjątkowo wydajnej aplikacji jednostronnej **SPA (Single Page Application)**. **Vue.js** umożliwia dynamiczne routowanie po stronie użytkownika, eliminując jednocześnie konieczność przeładowywania całej strony podczas przejść miedzy różnymi widokami, co poprawia doświadczenie i komfort użytkownika. **Pinia** wraz z **Axios** zapewniają bezpieczną i wydajną komunikację z serwerem, a wykorzystanie komponentów z **Vuetify** ułatwiło stworzenie interfejsu użytkownika zgodnego ze standardem **Material Design**. Dzięki temu, architektura kodu aplikacji staje się bardziej przejrzysta i skalowalna, co znacznie ułatwia rozwój aplikacji o nowe funkcjonalności.

### Przykładowy komponent

```
1 <template>
2   <v-window-item :value="value" v-model="selectedSubTabName">
3     <v-tabs
4       v-model="selectedSubTabName"
5       align-tabs="center"
6       color="deeper-purple-accent-4"
7       mandatory
8       stacked
9     >
10    <slot name="buttons" />
11  </v-tabs>
12
13  <v-window
14    v-model="selectedSubTabName"
15    direction="horizontal"
16    elevation="0"
17    mandatory
18  >
19    <slot name="content" />
20  </v-window>
21 </v-window-item>
22 </template>
23
24 <script>
25 export default {
26   name: 'DashboardTab',
27   props: {
28     value: {
29       type: Object,
30       required: true,
31     },
32     childValue: {
33       type: Object,
34       required: true,
35     },
36   },
37   computed: {
38     selectedSubTabName: {
39       get() {
40         console.log('getting dashboard tab name ', this.value);
41         return this.childValue;
42       },
43       set(newValue) {
44         if (this.childValue && newValue !== this.childValue) {
45           console.log('updating dashboard tab name ', newValue);
46           this.$emit('update:childValue', newValue );
47         }
48       },
49     },
50   },
51   mounted() {
52     console.log('DashboardTab component received value and childValue props:', this.value, this.childValue);
53   }
54 };
55 </script>
```

## Struktura plików frontendu



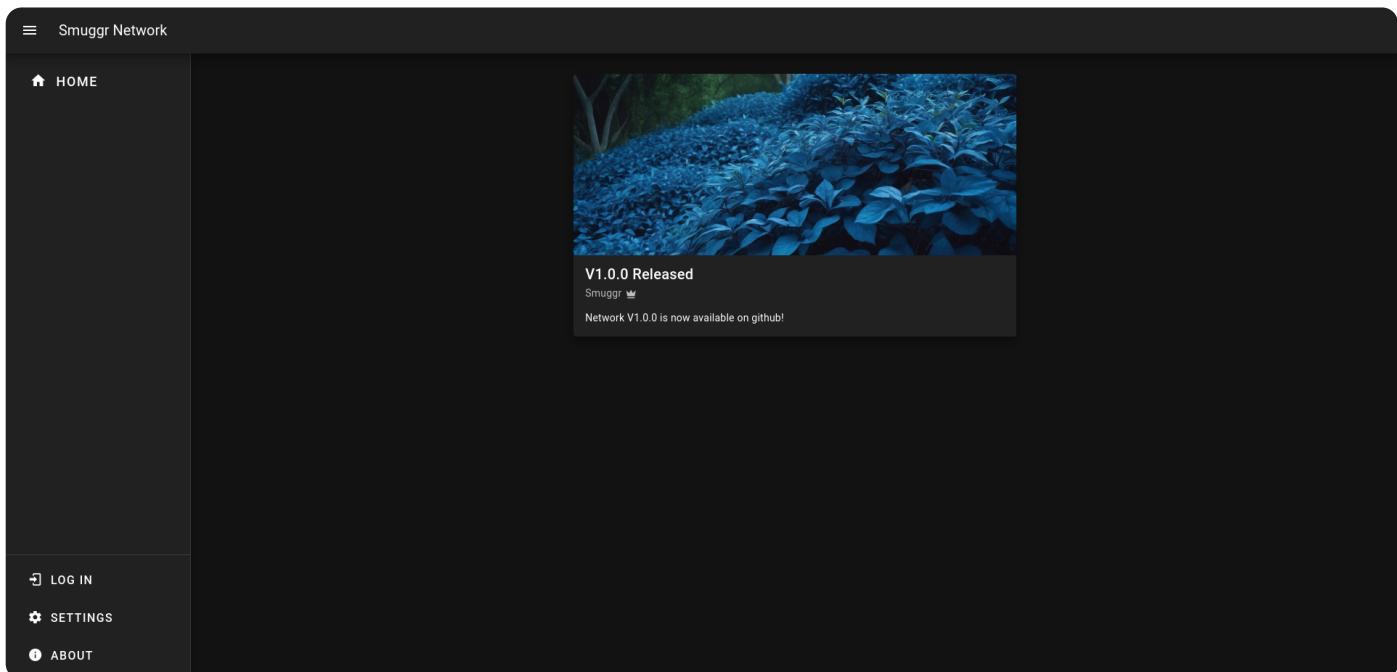
## 4.3. Działanie aplikacji

Głównymi zadaniami naszego oprogramowania **Net-Work** jest przedewszystkim łączenie urządzeń w jednym miejscu i umożliwienie niekoniecznie technologicznie zaawansowanym użytkownikom korzystanie z tych urządzeń. Urządzenia mogą łączyć się z **brokerem MQTT** na kilka sposobów:

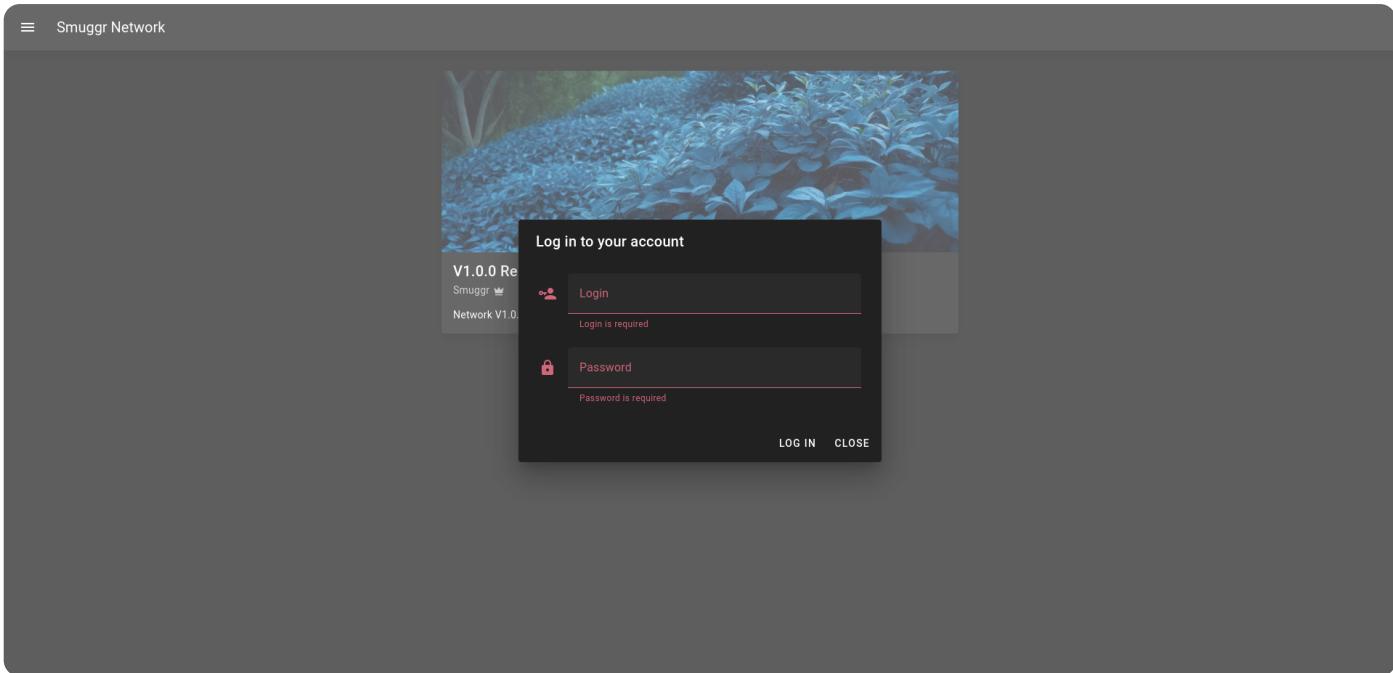
1. Poprzez emitowany przez oprogramowanie **serwis MDNS**, który umożliwia proste "otrzymanie" adresu IP brokera w sieci lokalnej i połaczenie się z nim. Użytkownik musi pozyskać niezbędne dane urządzenia poprzez skorzystanie z dostępnego interfejsu (na przykład wyświetlacza LCD), gdzie prezentowane są wygenerowane dane potrzebne do utworzenia połączenia, takie jak nazwa klienta **MQTT**, nazwa użytkownika i hasło. Dzięki temu prostemu mechanizmowi użytkownik może szybko i łatwo skonfigurować urządzenia do pracy w sieci **MQTT** bez konieczności ręcznego wprowadzania adresu IP brokera czy innych szczegółowych ustawień sieciowych.
2. Poprzez manualne skonfigurowanie adresu IP brokera **MQTT** w ustawieniach urządzenia. Ten sposób wymaga od użytkownika znajomości adresu IP oraz innych szczegółowych parametrów sieciowych brokera i urządzenia. Po uzyskaniu tych informacji użytkownik musi ręcznie wprowadzić je do urządzenia na przykład poprzez **SSH (Secure Shell)**, co może być bardziej skomplikowane dla osób mniej zaznajomionych z technicznymi aspektami sieci komputerowych. Jednakże, dla bardziej zaawansowanych użytkowników, ten sposób może być preferowany ze względu na większą kontrolę nad konfiguracją sieciową urządzenia.

## 4.4. Wygląd aplikacji

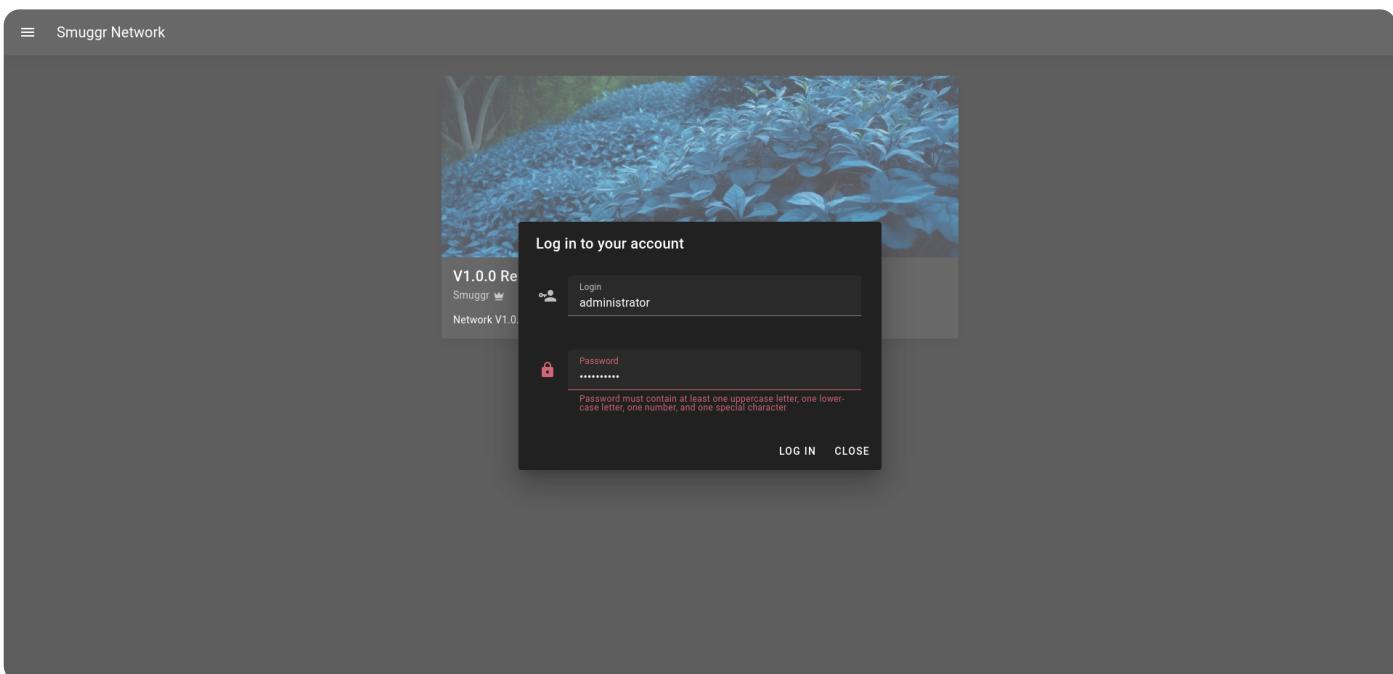
Strona główna przed zalogowaniem



## Okno logowania



## Demonstracja weryfikacji danych



## Strona główna po zalogowaniu

☰ Smuggr Network

- HOME
- DASHBOARD

V1.0.0 Released  
Smuggr 🐻  
Network V1.0.0 is now available on github!

- MY PROFILE
- LOG OUT
- SETTINGS
- ABOUT

## Profil zalogowanego użytkownika

☰ Smuggr Network

- HOME
- DASHBOARD

Administrator  
*administrator*

- MY PROFILE
- LOG OUT
- SETTINGS
- ABOUT

## Strona "O stronie"

The screenshot shows a dark-themed web application interface. On the left is a vertical sidebar with the title "Smuggr Network". It contains links: HOME, DASHBOARD, MY PROFILE, LOG OUT, SETTINGS, and ABOUT. The main content area has a title "Source Code" and a button labeled "Smuggr Network on GitHub".

## Panel z urządzeniami

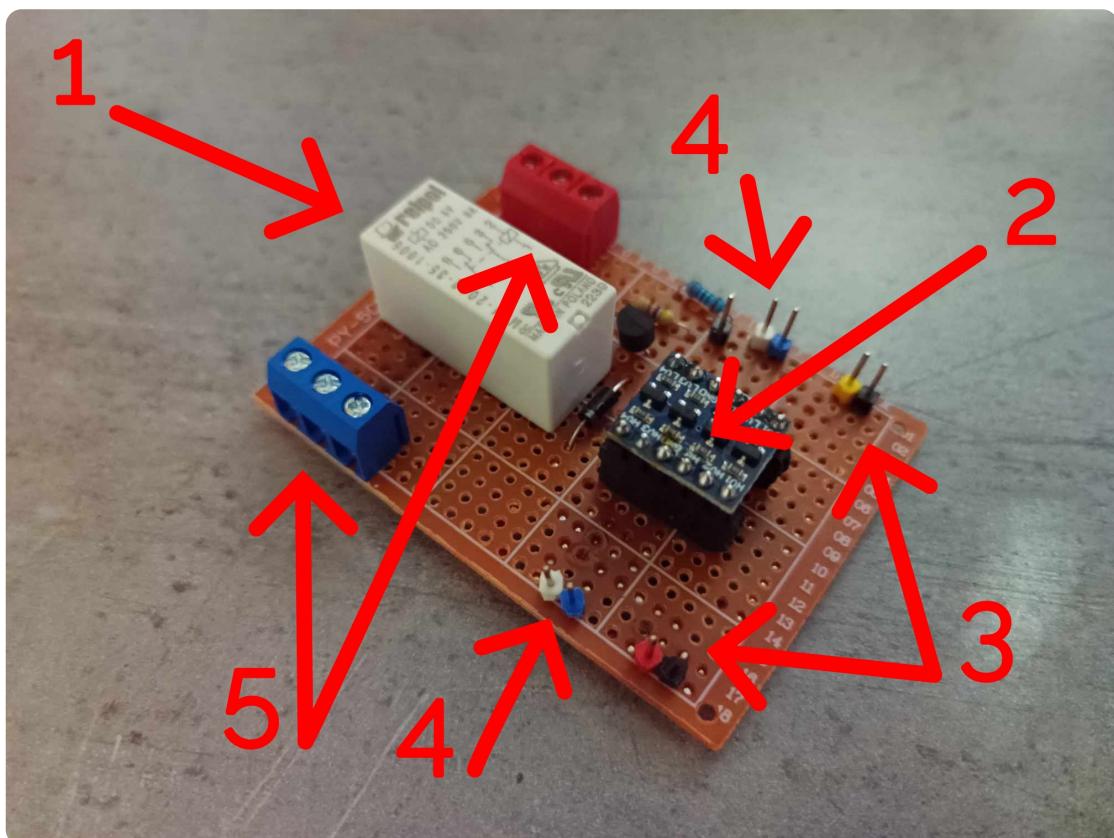
The screenshot shows the same dark-themed web application interface. The main content area displays a "DEVICES" tab, which is currently active, indicated by a blue underline. Below it, there's a card for a device named "Schedule Keepr" with details: "02:40 23/03/2024" and "HIGH". At the bottom of the card are two buttons: "RELAY OFF" and "RELAY ON".

## 5. Część mechatroniczna - sterownik

Naszym projektem nie jest jedynie oprogramowanie, należy do niego również nasz sterownik **Schedule-Keepr 1.0** który jest jednocześnie pierwszym urządzeniem funkcjonującym w naszym systemie. Jego zadaniem jest automatyzowanie funkcji aktywacji (w odpowiednim przedziale czasowym lub na żądanie) dzwonków lub jakiegokolwiek innego peryferium które może być sterowane wyjściem przekaźnikowym.

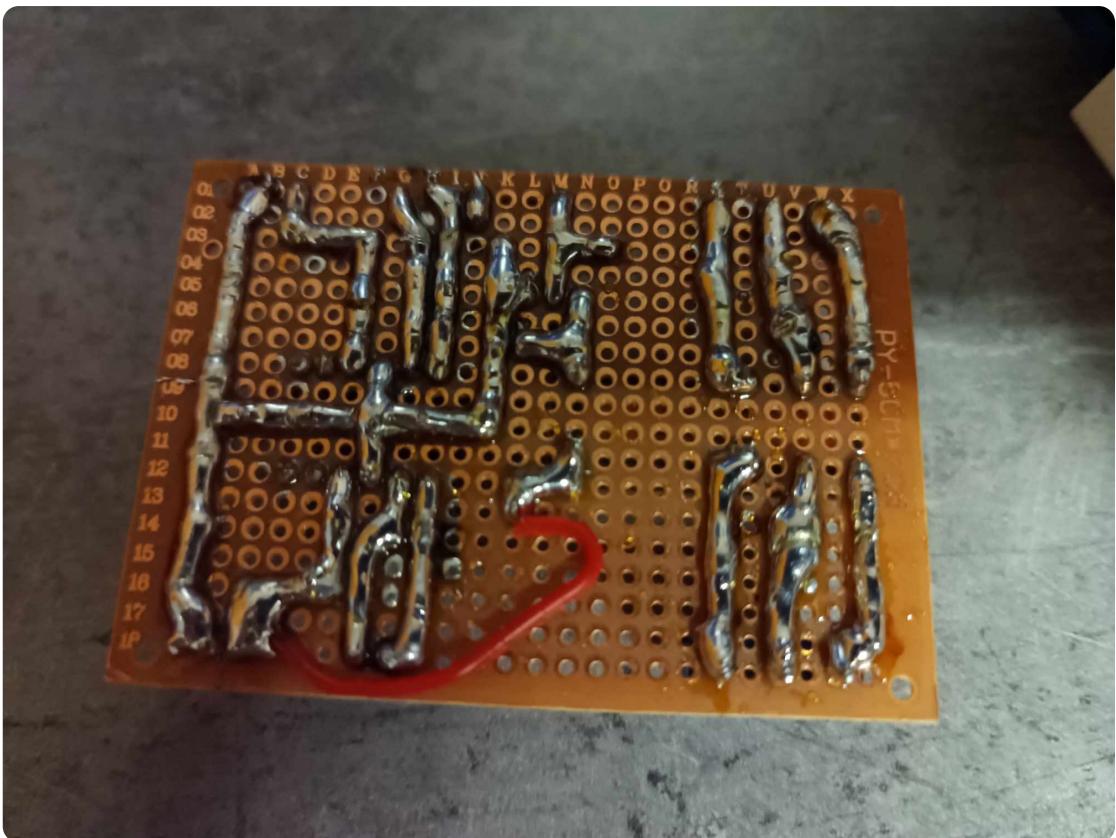
### 5.1. Prototyp sterownika

Prototyp PCB

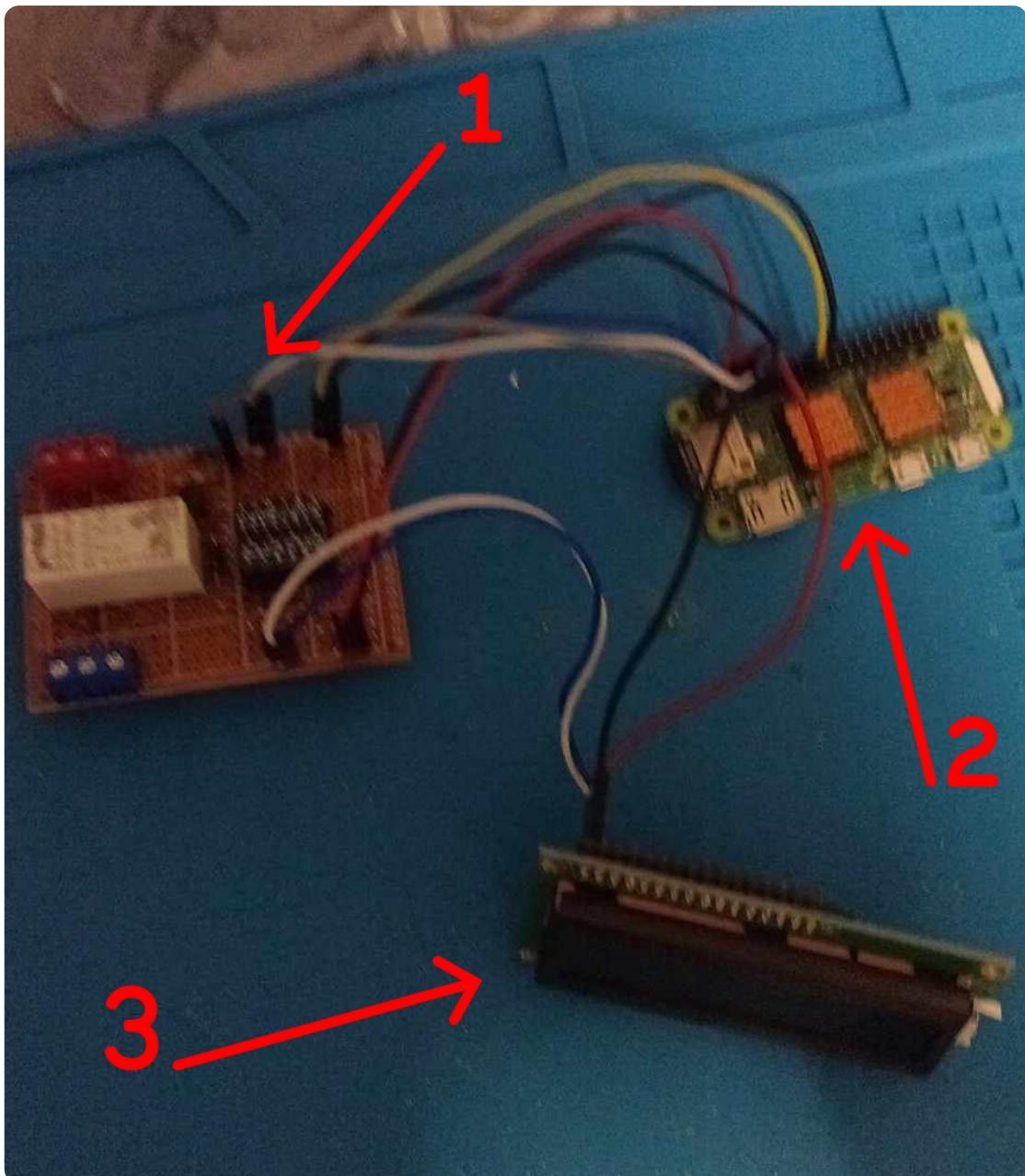


1. Przekaźnik mechaniczny wraz z układem sterowania
2. Konwerter poziomów logicznych
3. Zasilanie 5V oraz 3.3V
4. Linie I2C o napięciu logicznym 5V oraz 3.3V
5. Złącza śrubowe przekaźnika

## Dół zlutowanego prototypu



## Opis tymczasowego złożenia elementów



1. Prototyp PCB

2. Raspberry Pi Zero W 2

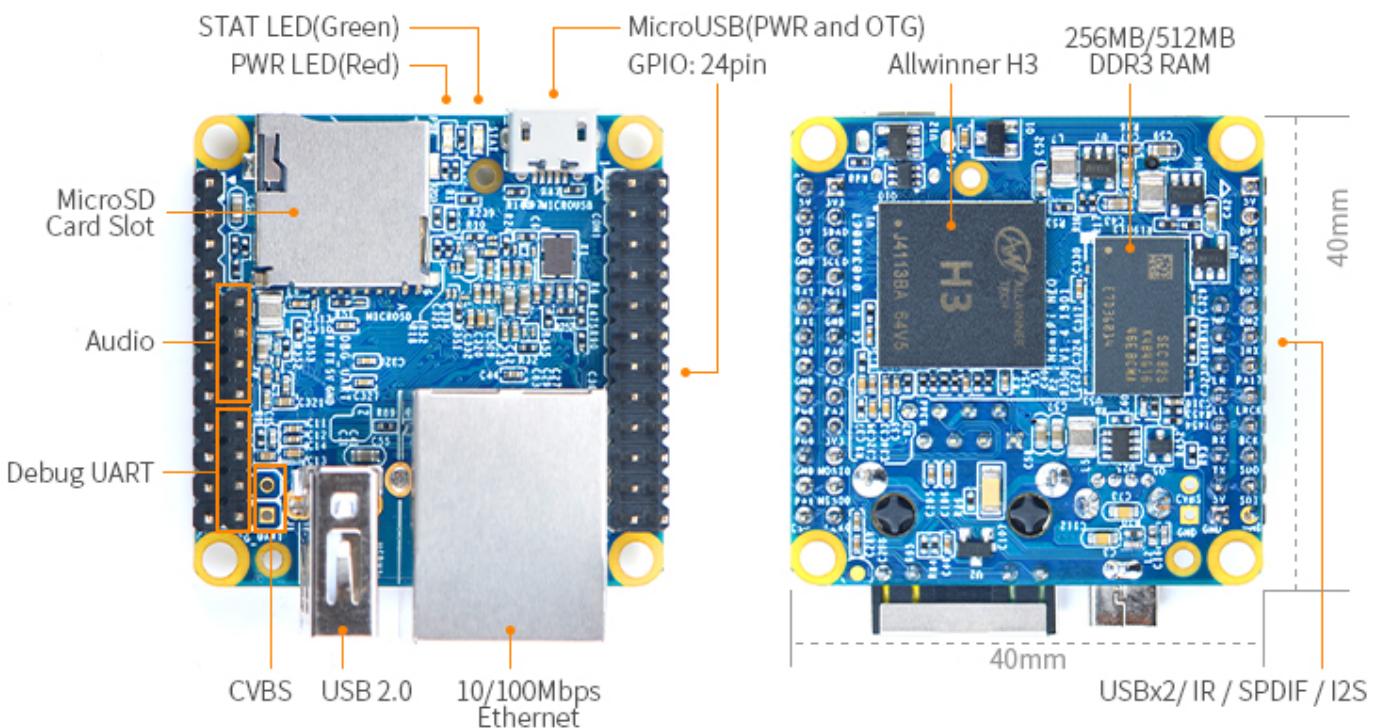
3. Wyświetlacz LCD

W prototypie naszego sterownika zdecydowaliśmy się tymczasowo zastosować popularny komputer jednopłytkowy Raspberry Pi zero W 2, stanowił on jednostkę centralną która wykonywała dedykowany program. Dodatkowo, wykorzystaliśmy wyświetlacz LCD, który umożliwiał intuicyjne wyświetlanie informacji użytkownikowi oraz poprawiał interakcję z нашym systemem. Prototyp, jak widać na załączonym zdjęciu, nie posiadał na początku żadnej obudowy.

## 5.2. Gotowy produkt - sprzęt

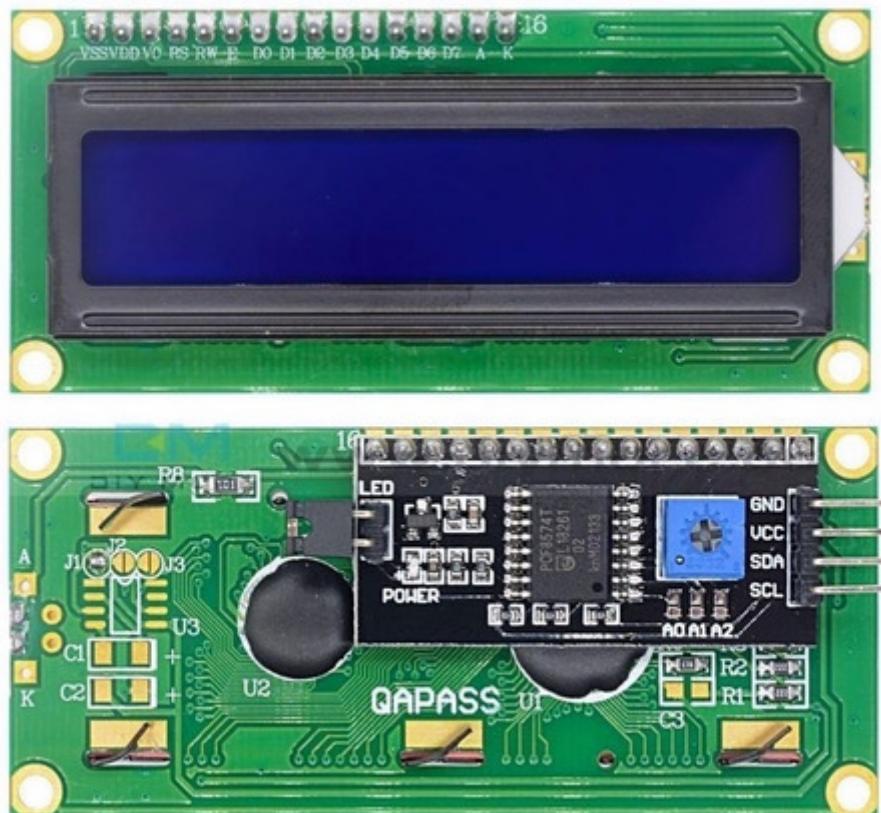
Jeżeli chodzi o jednostkę centralną tym razem wykorzystaliśmy NanoPi Neo 1.4, która została wybrana ze względu na jej kompaktowy rozmiar, niskie zużycie energii (i również łatwa dostępność) oraz wystarczającą moc obliczeniową do realizacji zadań z zakresu sterowania i komunikacji w naszym systemie. Ma zainstalowany system **Debian 12** co zapewnia stabilność oraz wsparcie dla szerokiego zakresu aplikacji i narzędzi programistycznych, co jest kluczowe dla efektywnej pracy naszego oprogramowania.

Komputer jednopłytkowy Nano Pi Neo 1.4



Jako urządzenie wyjściowe został zastosowany wyświetlacz **LCD HD44780 (16x02)** wraz z konwerterem I2C **PCF8574**, co umożliwia łatwe i wygodne wyświetlanie informacji użytkownikowi. Dzięki konwerterowi I2C, komunikacja z wyświetlaczem jest uproszczona, co znaczco ułatwia integrację tego komponentu z resztą systemu.

Wyświetlacz LCD HD44780 wraz z konwerterem I2C PCF8574



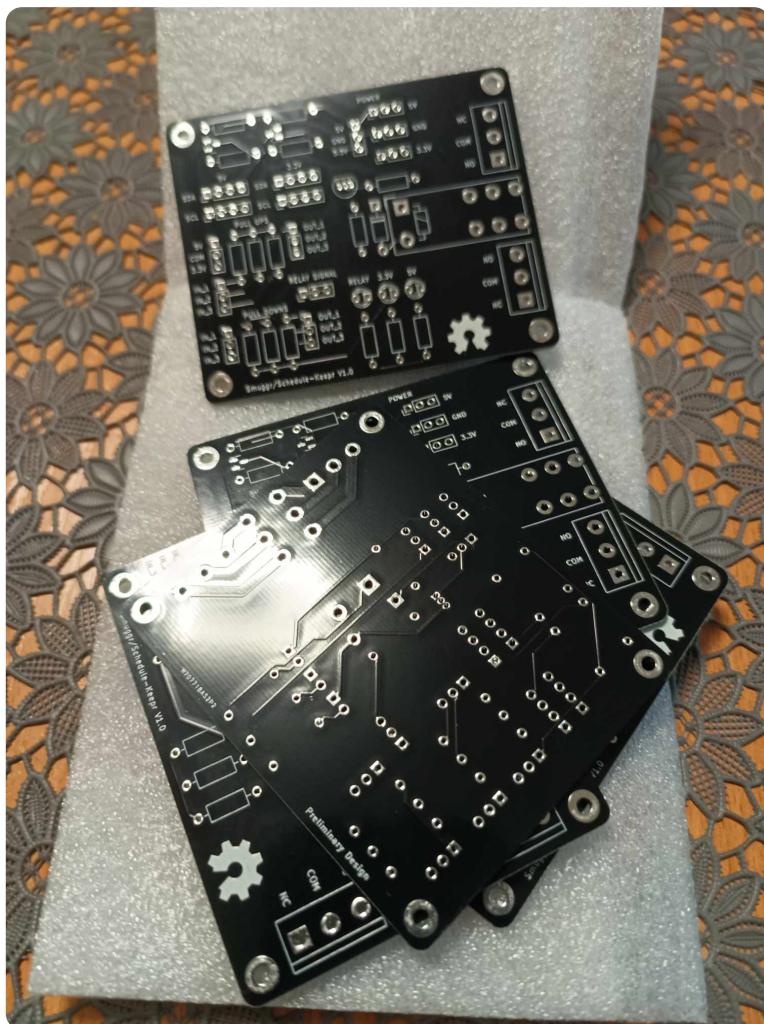
Głównym zadaniem naszego sterownika jest zapewnienie dokładnego pomiaru czasu. Do tego celu wykorzystaliśmy moduł czasu rzeczywistego (**RTC**) **DS3231**, który oferuje nie tylko wysoką precyzję zegara, ale ma także wbudowaną funkcję kompensacji zegara względem temperatury. Dzięki temu urządzenie utrzymuje dokładność pomiaru nawet w warunkach zmiennej temperatury otoczenia. Dodatkowo, moduł **DS3231** cechuje się niskim zużyciem energii, co przekłada się na długą żywotność baterii. Te zalety, wraz z prostym interfejsem komunikacyjnym i tym, że jednostka centralna nie musi synchronizować czasu z **serwera NTP** po każdej utracie zasilania, czynią go idealnym dla nas rozwiązaniem.

Zegar czasu rzeczywistego DS3231



W gotowym produkcie zamiast płytka stykowej lub perforowanej - przydatnych w pierwszych fazach budowy i testowania sterownika - została stworzona dedykowana płytka PCB, którą stosuje się praktycznie we wszystkich profesjonalnych urządzeniach elektronicznych. Wynika to między innymi z tego że płytki PCB świetnie nadają się do tworzenia dowolnych układów elektronicznych o dowolnej złożoności.

### PCB od razu po rozpakowaniu



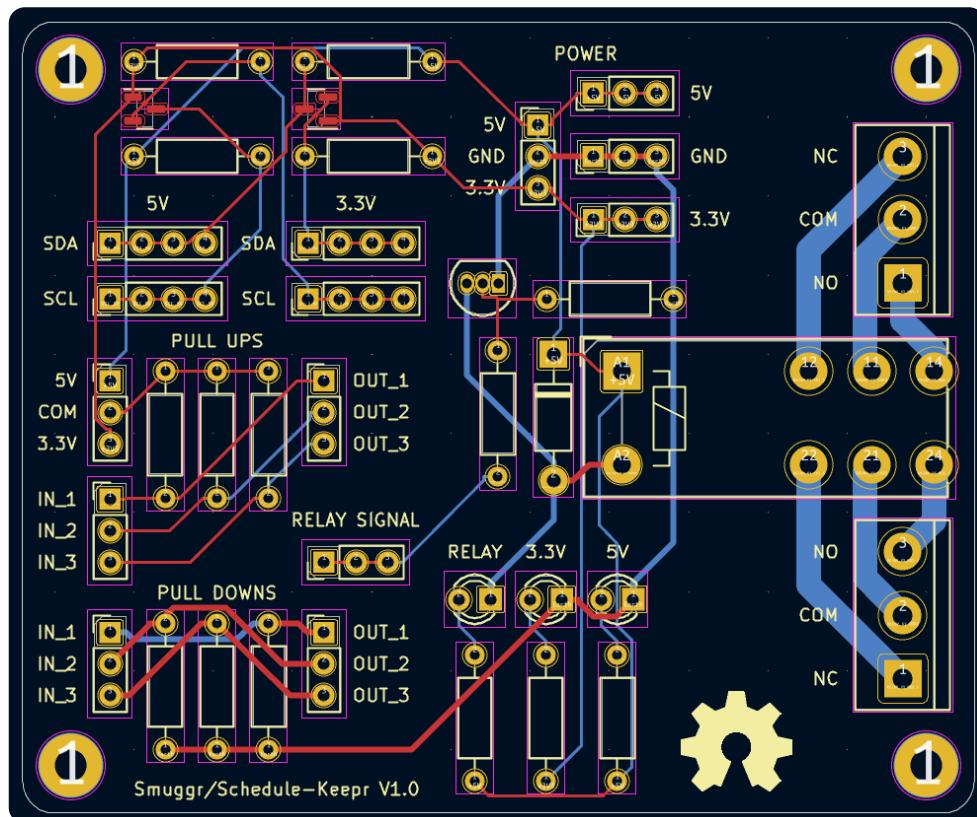
Do zaprojektowania schematu jak i układu płytki PCB sterownika wykorzystany został program **KiCad 6.0.2**, jest to bardzo popularny wybór wśród entuzjastów elektroniki jak i profesjonalistów. Program ten oferuje zaawansowane narzędzia do projektowania schematów i układów PCB, co pozwoliło efektywnie stworzyć projekt sterownika. Jego popularność wynika z tego, że jest darmowy i otwarty źródłowy, co czyni go dostępnym dla szerokiego grona użytkowników.

*Zamówienie wyprodukowania płytEK (10 sztuk) zostało złożone na stronie **PCBWay**.*

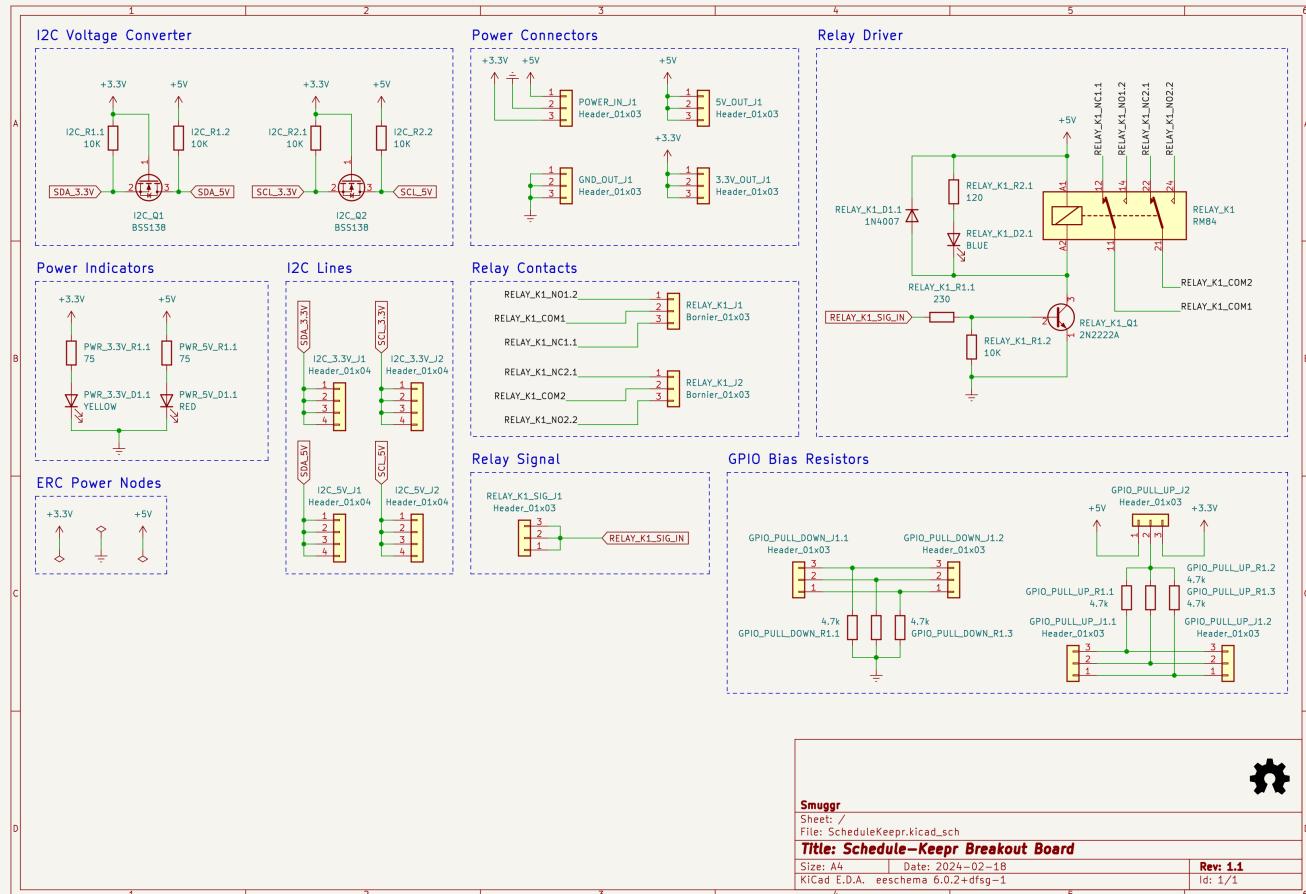
## Zamówione płytki tuż po zrealizowaniu

Product	Product Action	Order Status	Order Action
<p>Order ID: G1204787 <a href="#">Delivery Address</a>            Order time &amp; date : 2024/2/22 8:46:23</p> <p> <a href="#">View</a></p> <p>76.2x63.5mm 2 Layers, Thickness:1.6 mm, Finished copper:1, Surface finish:HASL with lead            [Product No.: W707718AS2P2 ]</p> <p>\$ 5.00 &amp; 10Pieces   Build Time: 3-4 days   +Add to Wish List</p>	<p>Service: Kingsely  <a href="#">Share&amp;Sell</a></p> <p> 100% Production Tracking  <a href="#">Repeat Order</a></p> <p><a href="#">Open Dispute</a></p>	<p>Order Completed  <a href="#">View Detail</a></p> <p> <a href="#">View Logistics</a></p>	<p>Order amount:  <b>\$ 32.40</b></p> <p><a href="#">Invoice</a></p> <p><a href="#">Leave Feedback / Review</a></p>

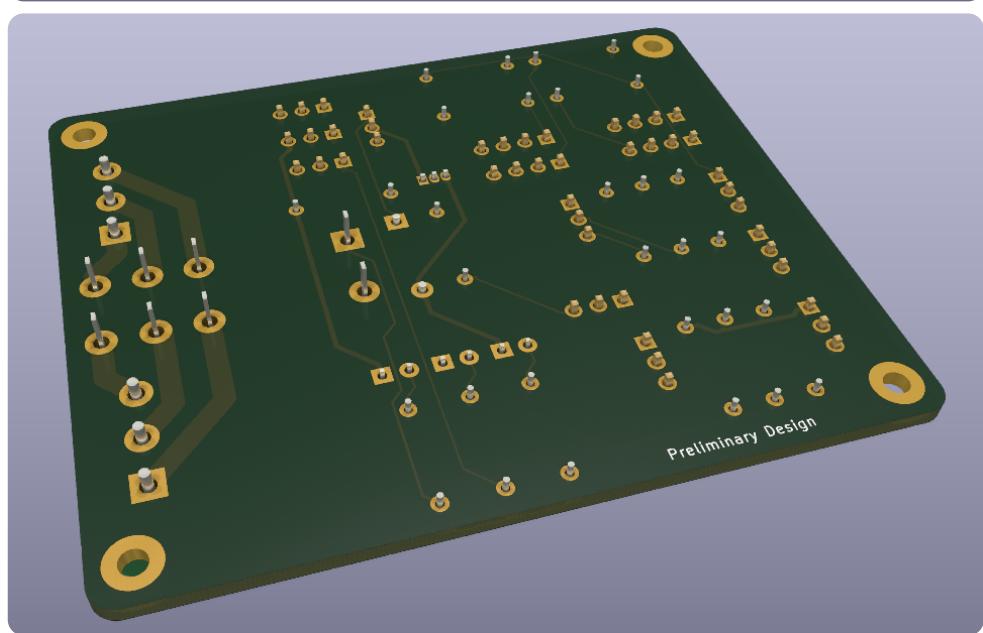
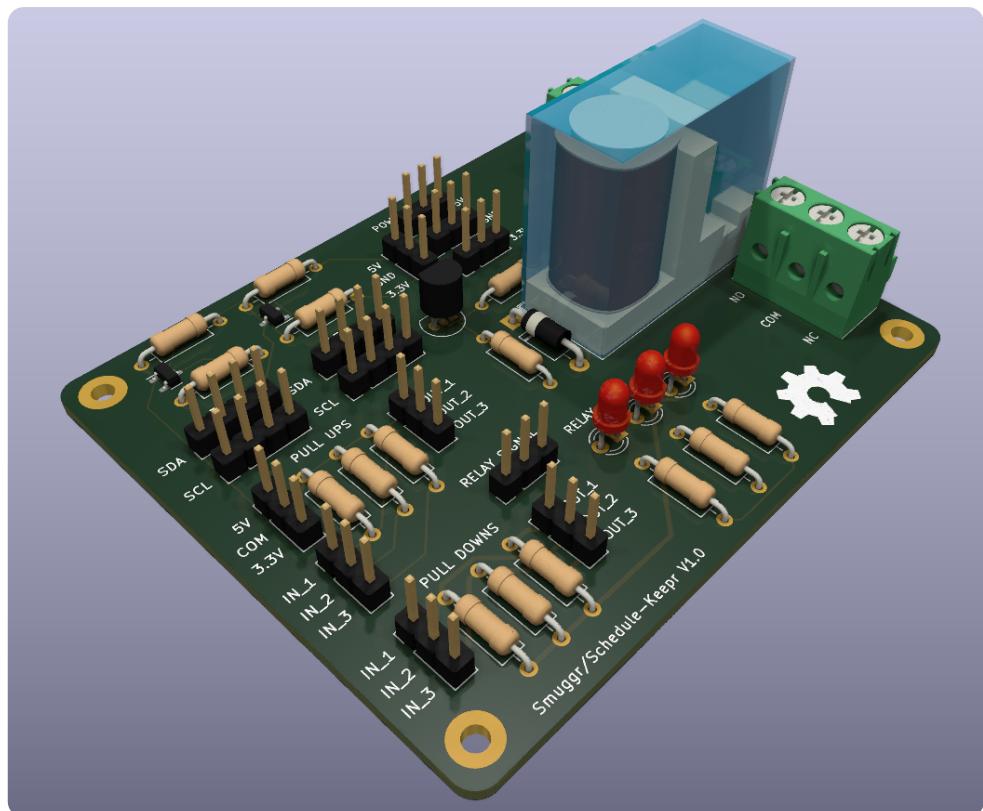
### Układ elementów PCB



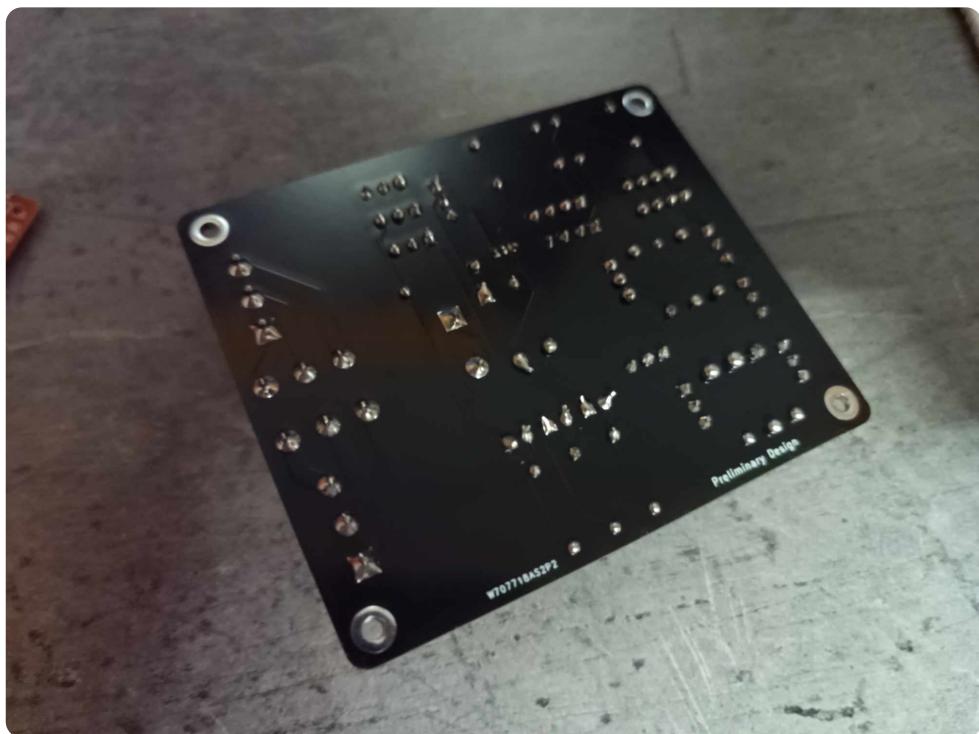
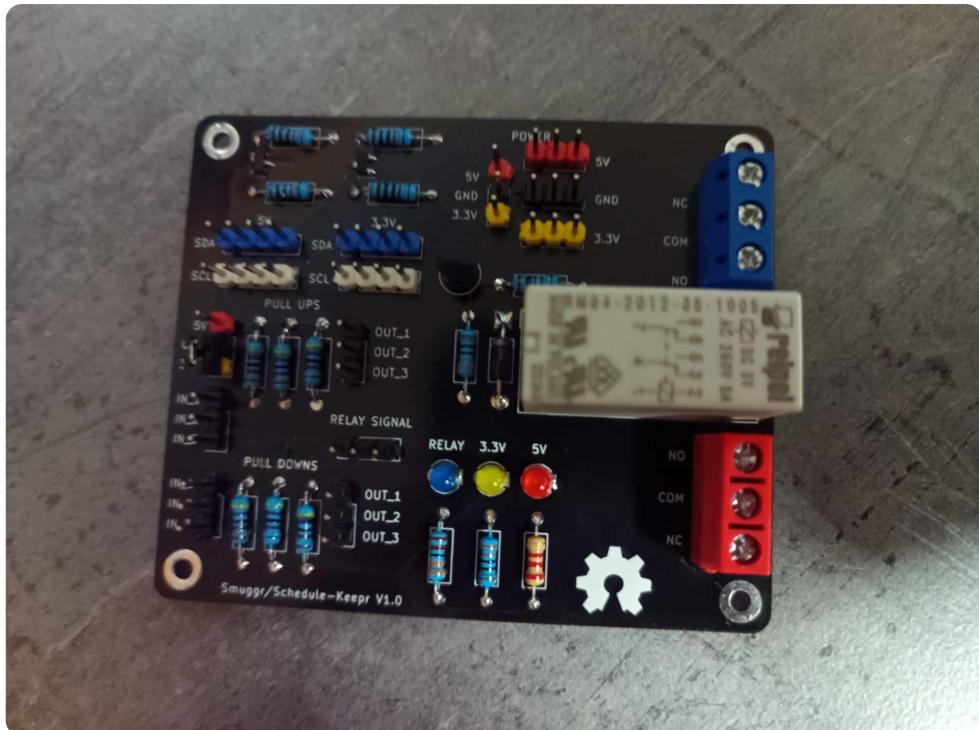
# Schemat elektryczny



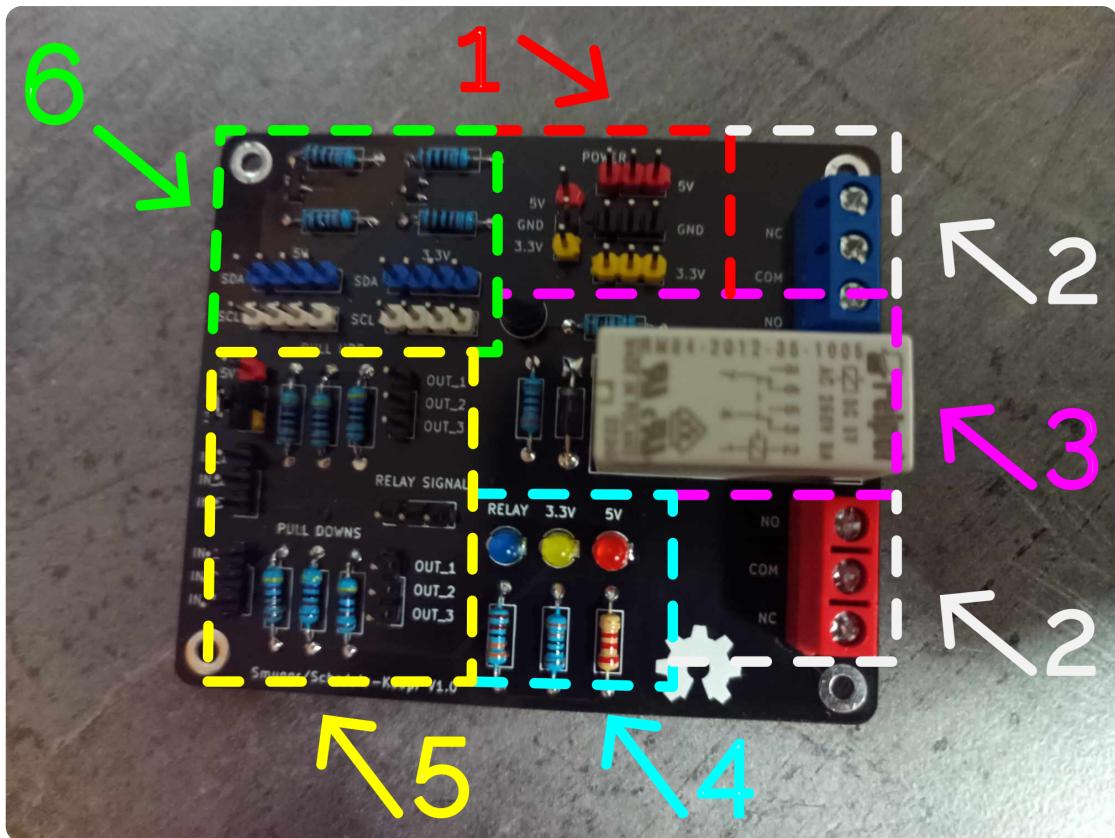
## Wizualizacja 3D



## Gotowe PCB

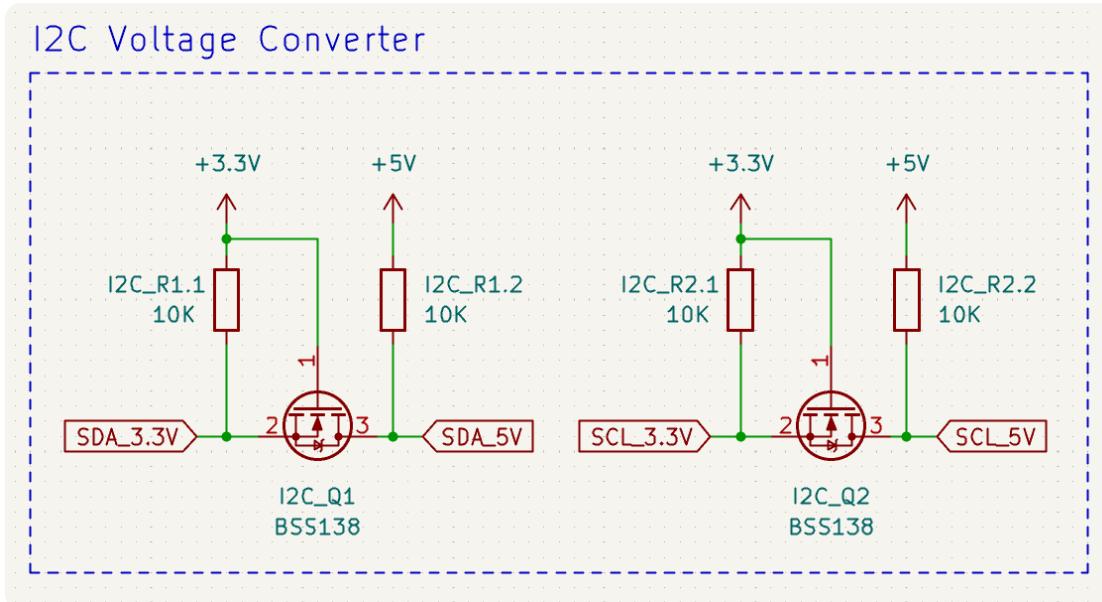


## Opis złożenia elementów



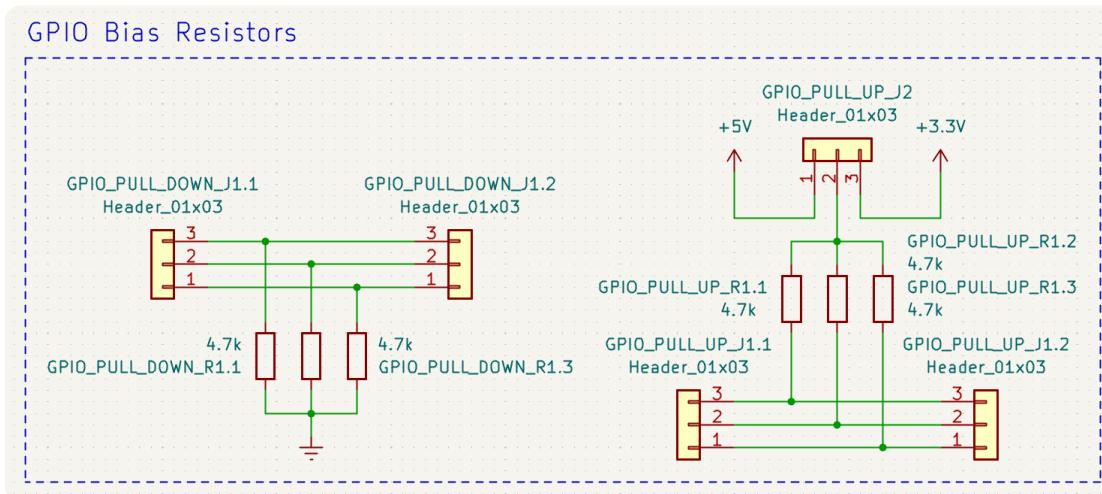
1. Wejście i wyjścia zasilające 5V i 3.3V
2. Złącza śrubowe przekaźnika
3. Przekaźnik wraz z układem sterowania
4. Wskaźniki LED stanu przekaźnika oraz obecności zasilania
5. Wejścia i wyjścia wraz z rezystorami podciągającymi w górę lub w dół
6. Linie I2C o napięciu logicznym 5V oraz 3.3V

## Konwerter poziomów logicznych magistrali I2C



Aby zapewnić wszechstronną kompatybilność naszego sterownika z różnorodnymi urządzeniami, zdecydowaliśmy się na wykorzystanie układu (nr. 6) opartego na dwóch tranzystorach **BSS138 (MOSFET typu N)** oraz czterech rezystorach. Ten układ jest przeznaczony do konwersji poziomów logicznych, co umożliwia skutecną integrację naszego sterownika z różnymi urządzeniami wykorzystującymi protokół komunikacyjny I2C.

### Rezystory podciągające w góre lub dół

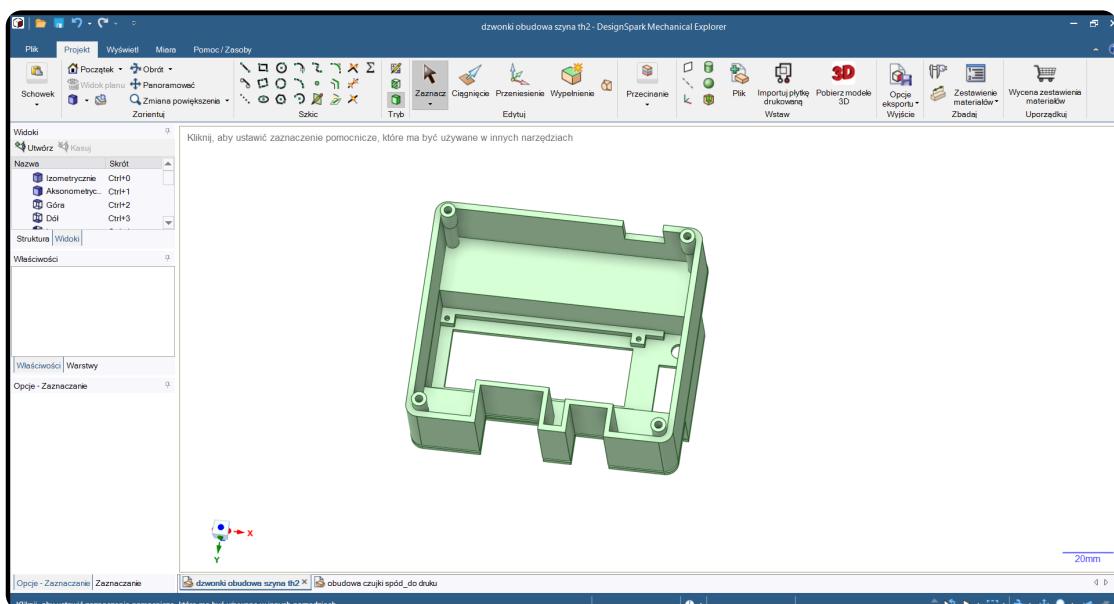
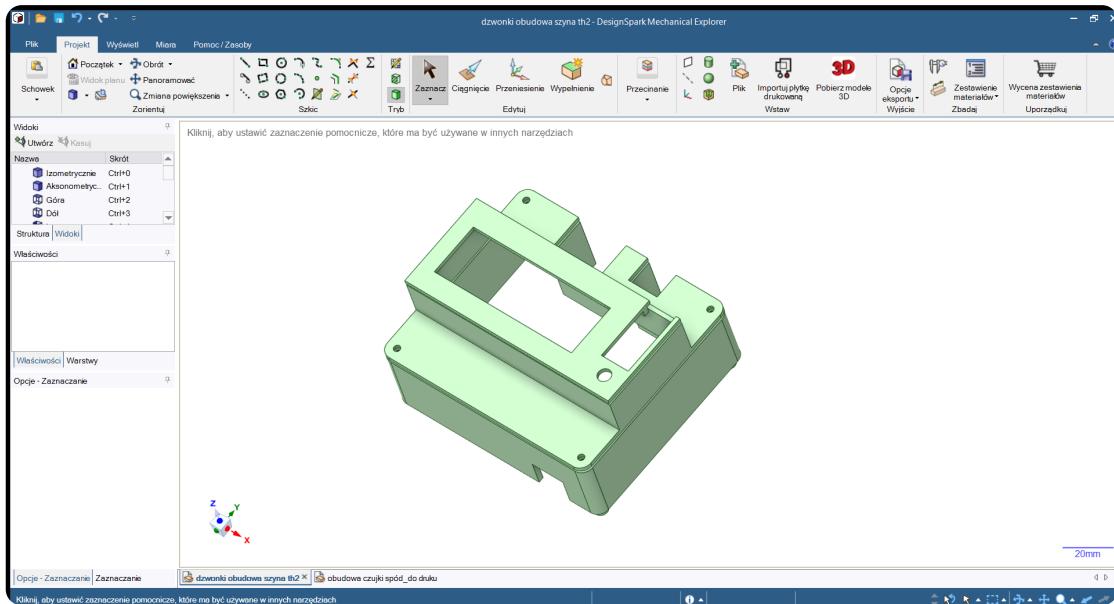


Na płytce znalazło się również wiele przydatnych wyprowadzeń, w tym wyprowadzenia z rezystorami podciągającymi w góre lub w dół (nr. 5). Te rezystory są kluczowe dla umożliwienia podpięcia różnych czujników, urządzeń wejściowych (takich jak przełączniki czy guziki) a nawet GPIO komputera jednopłytkowego znajdującego się w środku. Ich obecność zapewnia nie tylko elastyczność w integracji z różnymi układami lub urządzeniami, ale także stabilność sygnałów logicznych, co gwarantuje niezawodną pracę naszego sterownika w różnorodnych warunkach użytkowania.

Na tej płytce znajdują się również 2 wyjścia śrubowe od przekaźnika (nr. 2), które są używane do przesterowywania podłączonych do nich urządzeń. Dodatkowo, umieszczone zostały wskaźniki LED (nr. 4) - niebieski wskaźnik informuje o stanie cewki przekaźnika, żółty oznacza zasilanie 3.3V, natomiast czerwony

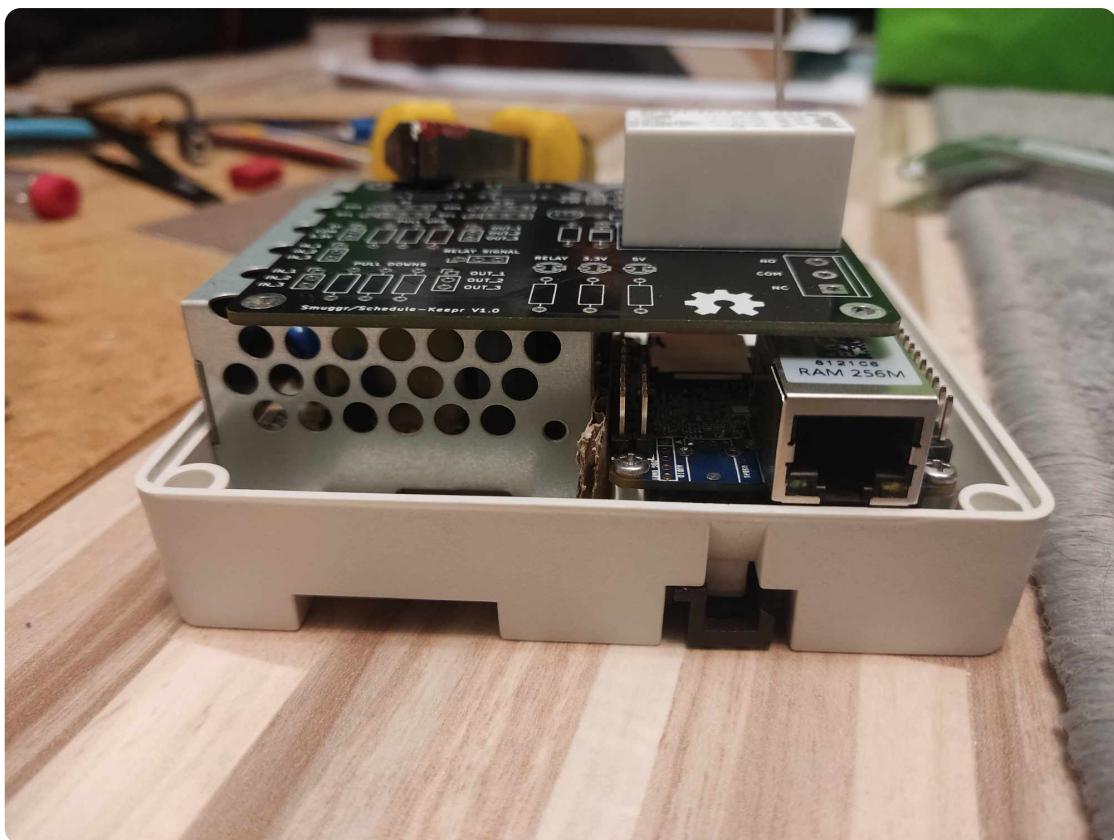
sygnalizuje zasilanie 5V - elementy te nie tylko zapewniają kontrolę nad działaniem urządzenia, ale także umożliwiają szybką diagnostykę stanu pracy sterownika, co przyczynia się do sprawnego monitorowania oraz konserwacji systemu.

### Gotowa do wydruku 3D obudowa

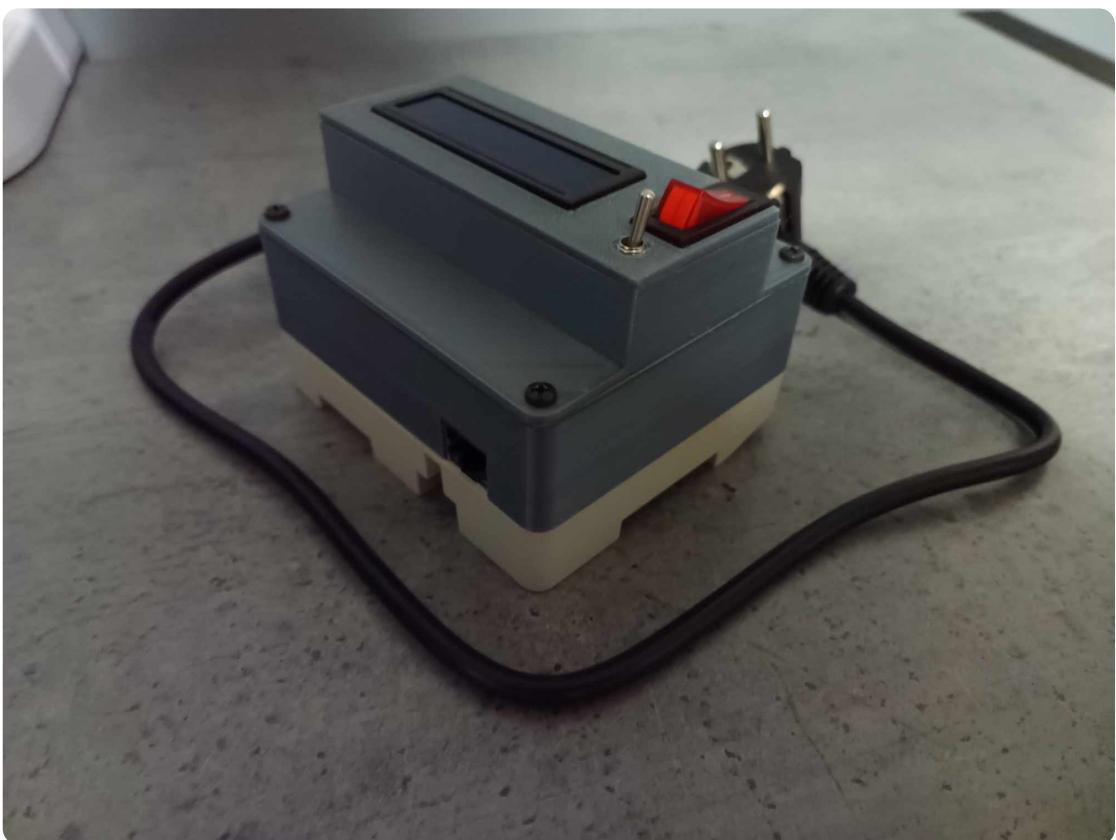


Model obudowy został wykonany w programie DesignSpark Mechanical, który pozwolił nam stworzyć precyzyjny projekt z uwzględnieniem wszystkich szczegółów konstrukcyjnych. Starannie zaprojektowaliśmy każdy aspekt obudowy, aby zapewnić nie tylko estetyczny wygląd, ale także ochronę dla wrażliwych podzespołów znajdujących się wewnętrz. Dodatkowo, projektowanie w programie DesignSpark Mechanical umożliwiło nam łatwe dostosowanie obudowy do naszych indywidualnych potrzeb oraz szybką iterację w celu wprowadzenia ewentualnych zmian i ulepszeń.

## Ułożenie komponentów wewnętrz obudowy



Gotowy do uruchomienia sterownik





### 5.3. Gotowy produkt - program

Dedykowany program do sterownika został napisany w językach programowania **Go** oraz **Bash**, realizuje on zadania z zakresu sterowania przekaźnikiem wbudowanym w płytę PCB, synchronizacją zapisanego lokalnie harmonogramu przesterowywania przekaźnika oraz czasu **zegara RTC** pobranego z **serwera NTP**, dane na temat tego harmonogramu sterownik pozyskuje poprzez swoją instancję **dedykowanej wtyczki w brokerze MQTT** co pozwala zsynchronizować ten sam harmonogram na wielu urządzeniach na raz. Sam harmonogram po stronie **wtyczki** pobierany jest ze strony naszej szkoły, co umożliwia precyzyjne określenie momentu przełączenia przekaźnika na podstawie ustalonych przedziałów lekcji i przerw.

Skrypty w języku Bash używane są do interakcji z urządzeniami **/dev/**, takimi jak na przykład urządzenia **GPIO** (**General Purpose Input/Output**) oraz do ustawiania czasu systemowego na podstawie danych z **zegara RTC**. Te skrypty wykonują kluczowe operacje sterowania, w tym przesterowywanie pinów **GPIO** w odpowiednim momencie (określonym z góry przez program w **Go**) oraz synchronizację czasu systemowego z dokładnym czasem dostarczonym przez **RTC**. Dzięki temu zapewniona jest precyzja i niezawodność w działaniu sterownika, a także możliwość zaprogramowania różnych zachowań w zależności od warunków czasowych i sygnałów zewnętrznych.