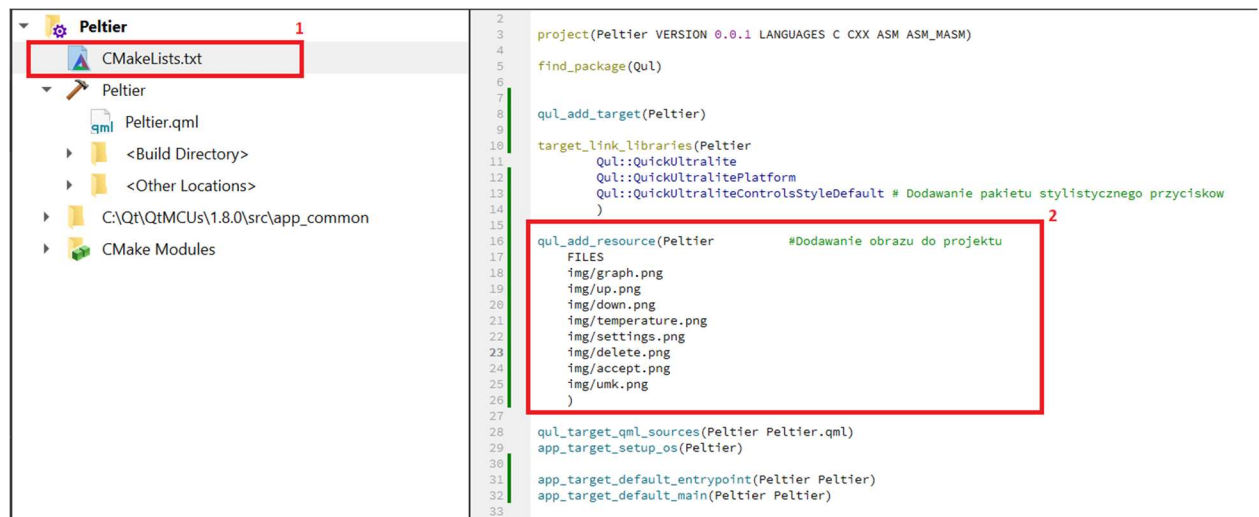


6. Tworzenie interfejsu graficznego regulatora modułu temperatury

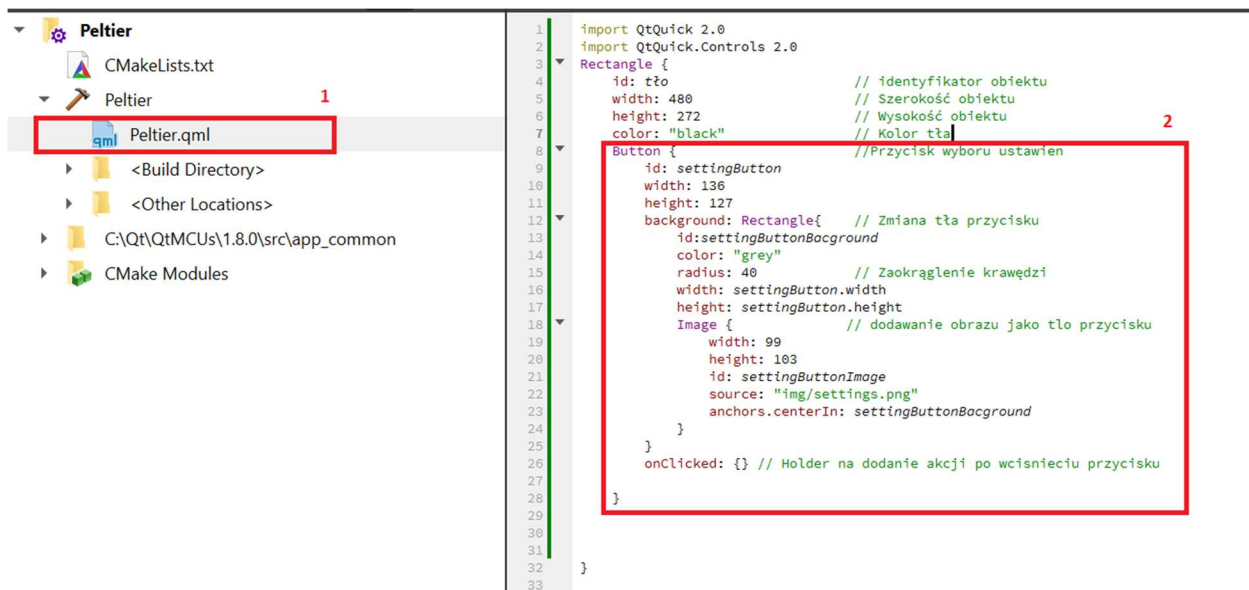
Celem programu jest utworzenie interfejsu graficznego sterownika temperatury. Na ekranie wyświetlacza wyświetlana będzie aktualna temperatura. Użytkownik ma możliwość zmiany nastaw regulatora PI oraz zmiany temperatury zadanej za pomocą obiektu typu suwak.

Do utworzonego projektu należy dodać pliki graficzne, które zostaną wykorzystane do opracowania zmiany graficznego wyglądu przycisków. Pliki graficzne powinny zostać umiejscowione w folderze projektowym. Następnie należy z drzewa projektu wybrać plik „CMakeLists.txt” (krok 1 rys. 37) i dodać pliki „*.png” (krok 2 rys. 37).



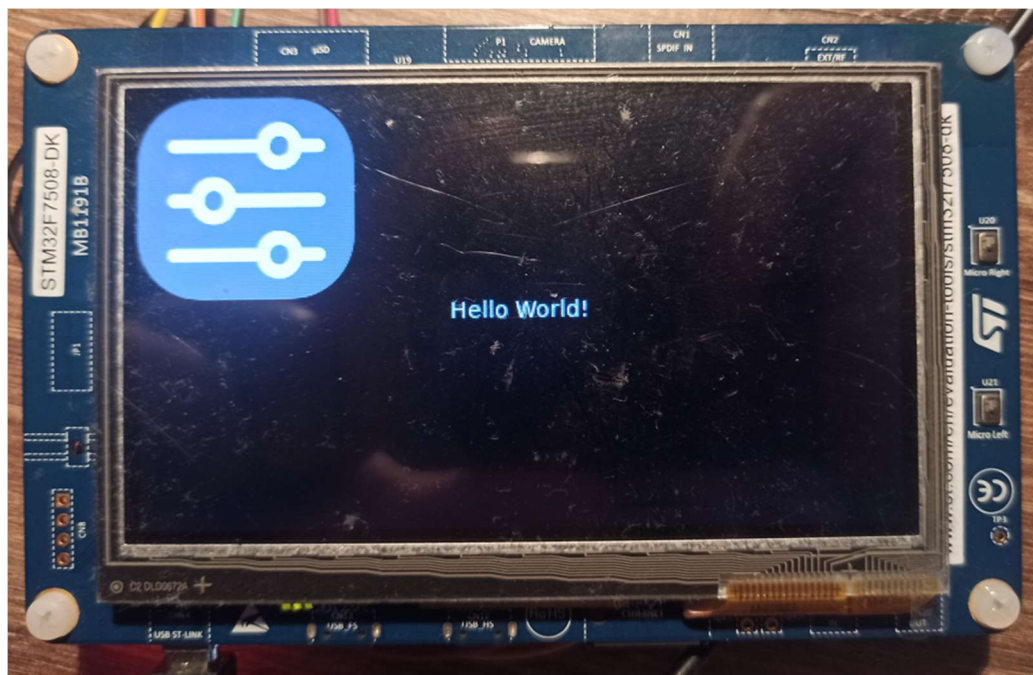
Rys.37. Dodawanie plików graficznych do projektu

W pierwszym kroku należy utworzyć okno przycisk wyświetlający okno ustawień regulatora PI. W tym celu z drzewa projektu należy wybrać <nazwa_projektu>.qml (krok 1 rys 36), a następnie dodać linie kodu (krok 2 rys. 38).



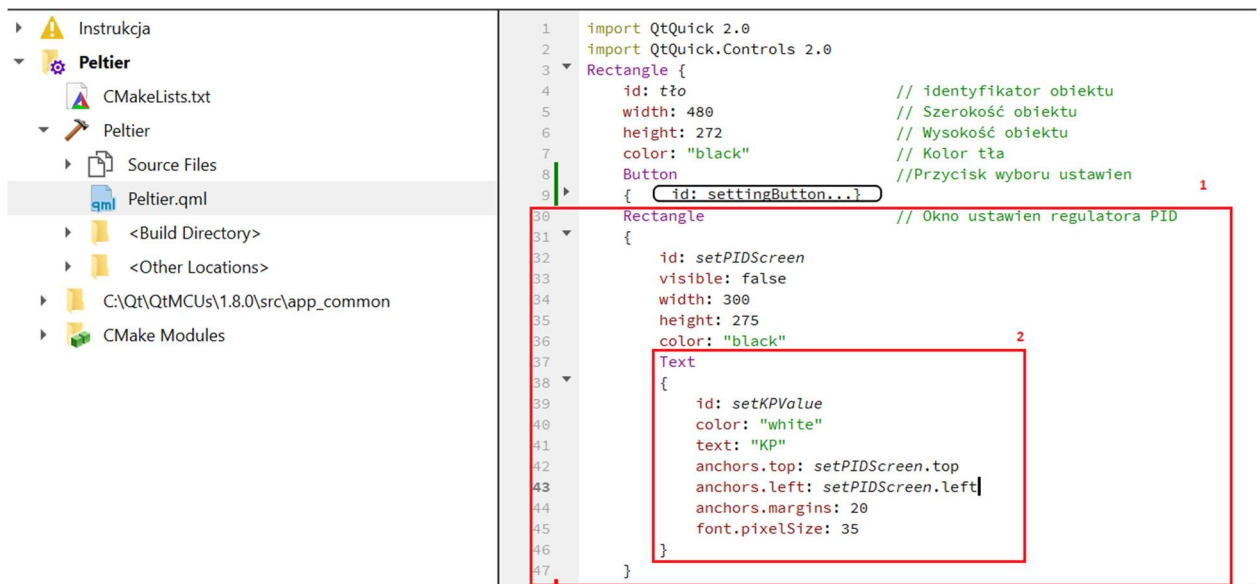
Rys.38. Tworzenie przycisku inicjalizującego otwarcie ekranu doboru nastaw regulatora PI.

W liniach od 12 do 25 możliwa jest zmiana tła obiektu typu przycisk. Efekt działania programu widoczny jest na rysunku 39.



Rys.39. Przycisk ze zmodyfikowanym tłem.

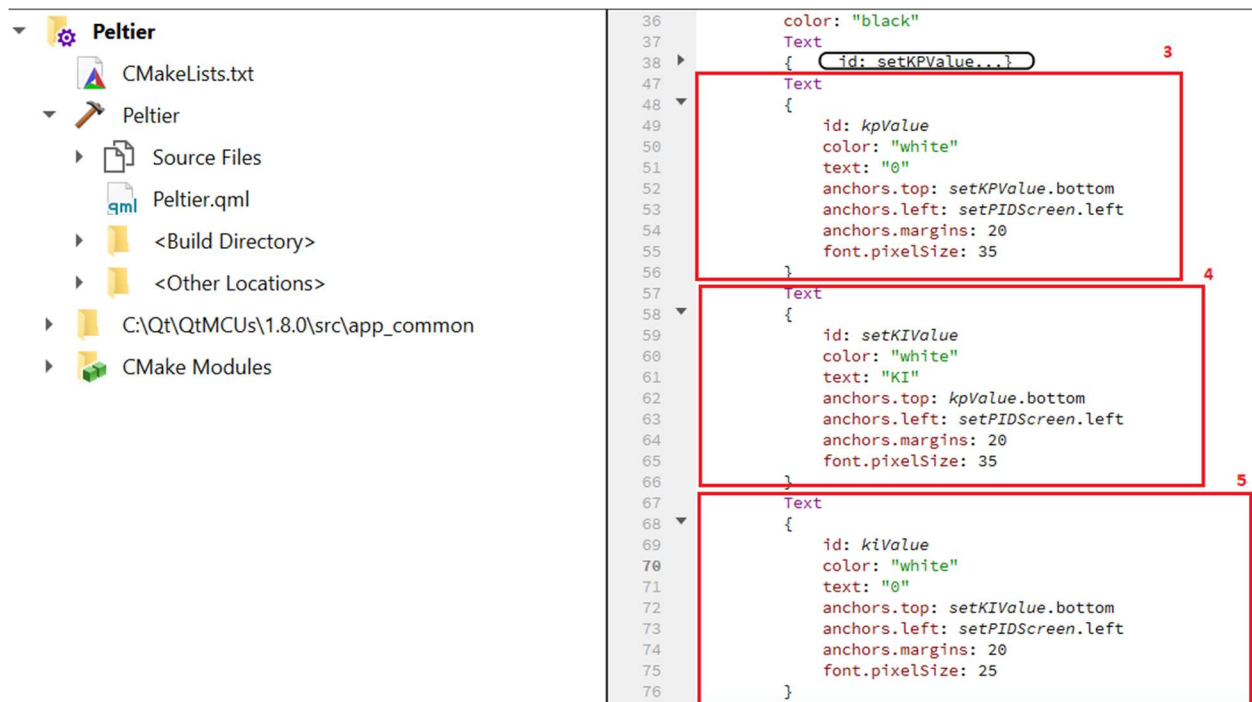
Następnym etapem będzie utworzenie okna, pojawiającego się po naciśnięciu wcześniej utworzonego przycisku doboru nastaw regulatora PI. W tym celu należy utworzyć obiekt „Rectangle” (krok 1 rys. 40), na którym zostaną umieszczone obiekty menu doboru nastaw regulatora PI. Pierwszym dodanym obiektem jest nazwa wzmocnienia „KP” (krok 2 rys. 40)



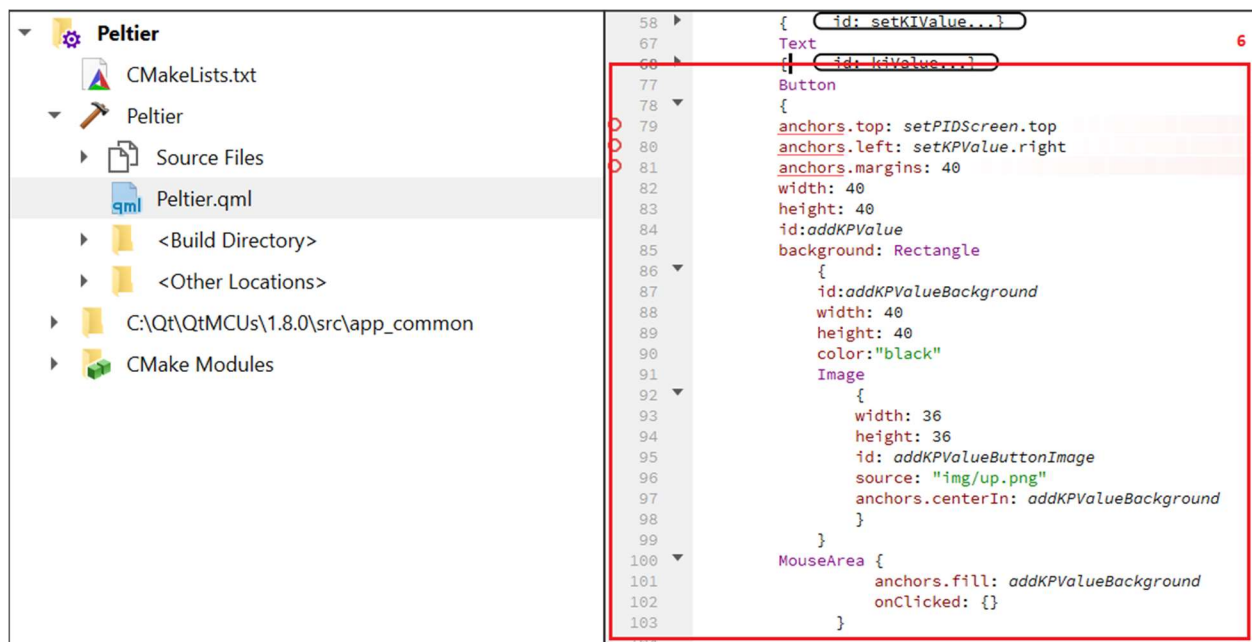
Rys.40. Tworzenie menu regulatora PI.

Kolejno zostaną dodane obiekty:

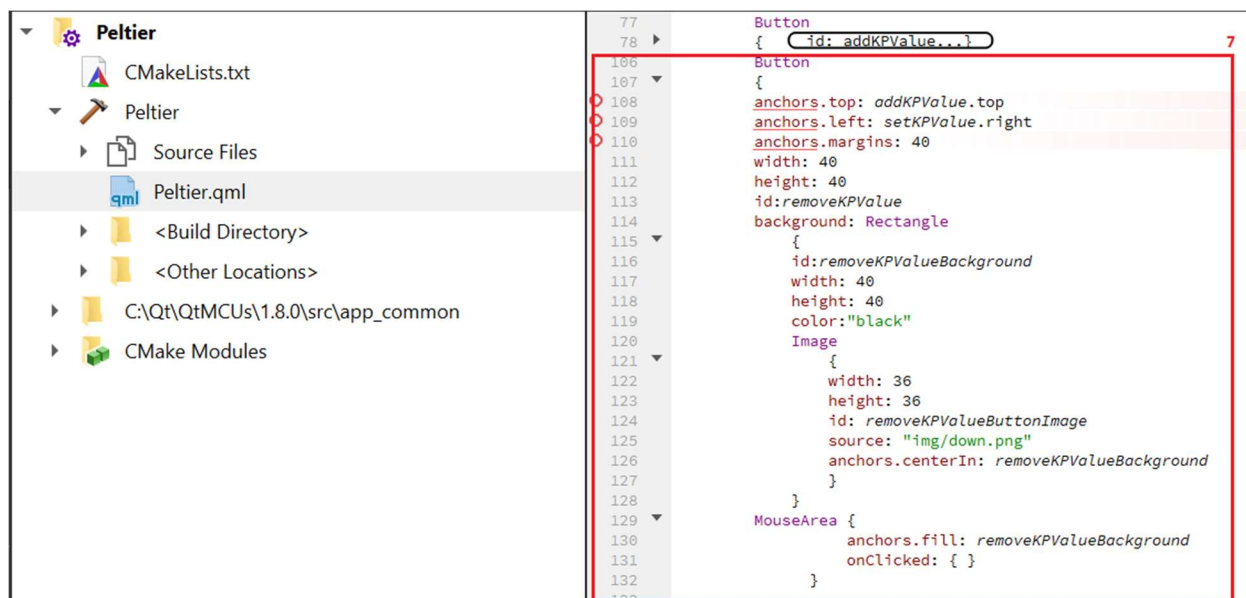
- Wartość wzmocnienia KP (krok 3 rys. 41),
- Nazwa wzmocnienia „KI” (krok 4 rys. 41),
- Wartość wzmocnienia KI (krok 5 rys. 41),
- Przycisku inkrementującego wartość wzmocnienia KP (krok 6 rys. 42),
- Przycisku dekrementującego wartość wzmocnienia KP (krok 7 rys. 43),
- Przycisku inkrementującego wartość wzmocnienia KI (krok 8 rys. 44),
- Przycisku dekrementującego wartość wzmocnienia KI (krok 9 rys. 45),
- Przycisku zatwierdzenia oraz powrotu do głównego widoku (krok 10 rys. 46).



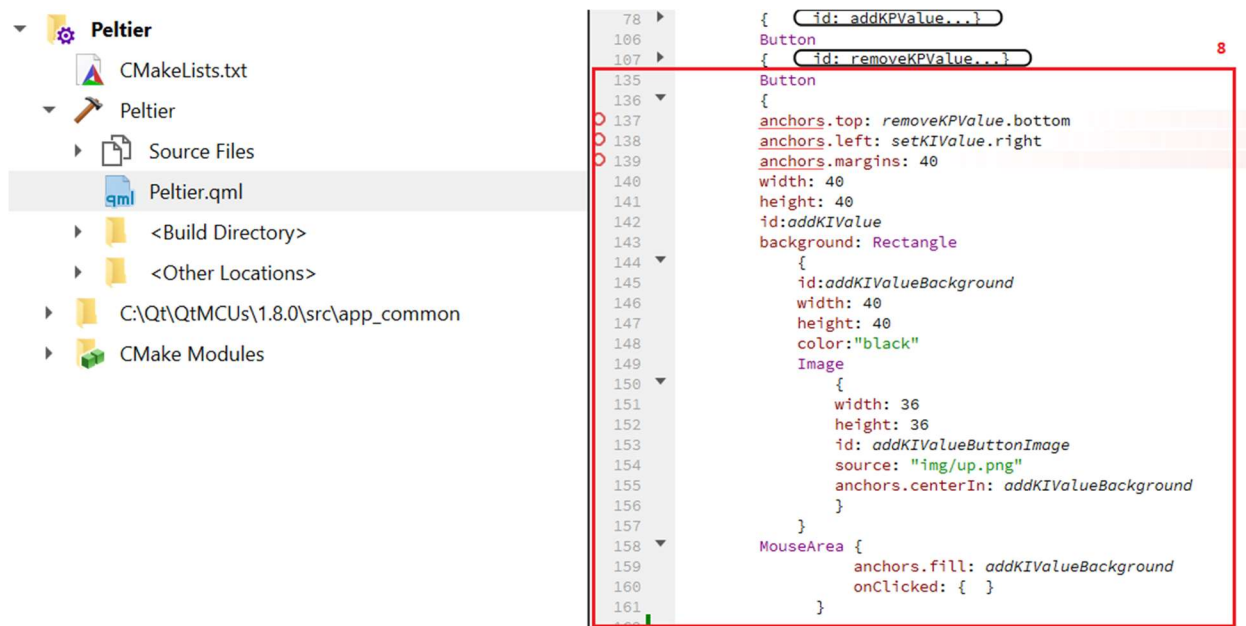
Rys.41. Dodawanie obiektów tekstowych wyświetlających nazwy oraz wartości nastaw do ekranu doboru nastaw regulatora PI.



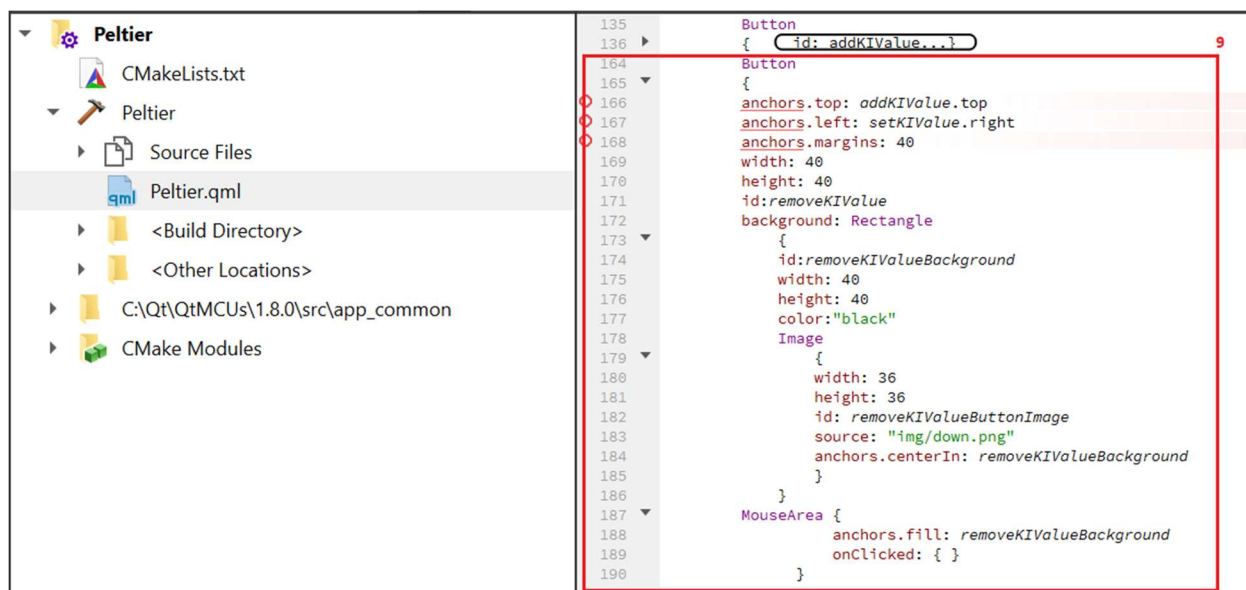
Rys.42. Dodawanie obiektu przycisku inkrementacji aktualnej wartości wzmocnienia KP do ekranu doboru nastaw regulatora PI.

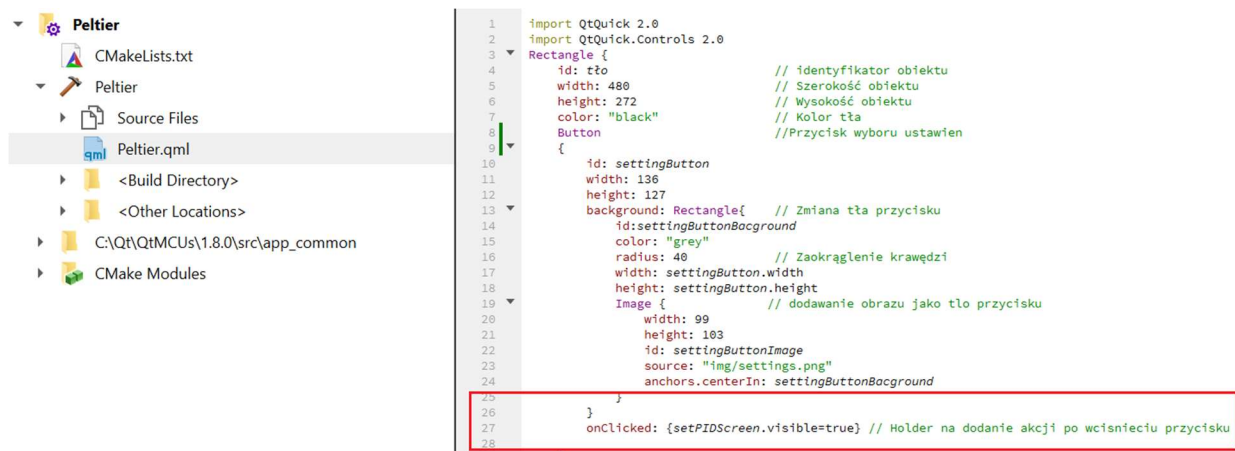


Rys.43. Dodawanie obiektu przycisku dekrementacji aktualnej wartości wzmocnienia KP do ekranu doboru nastaw regulatora PI.



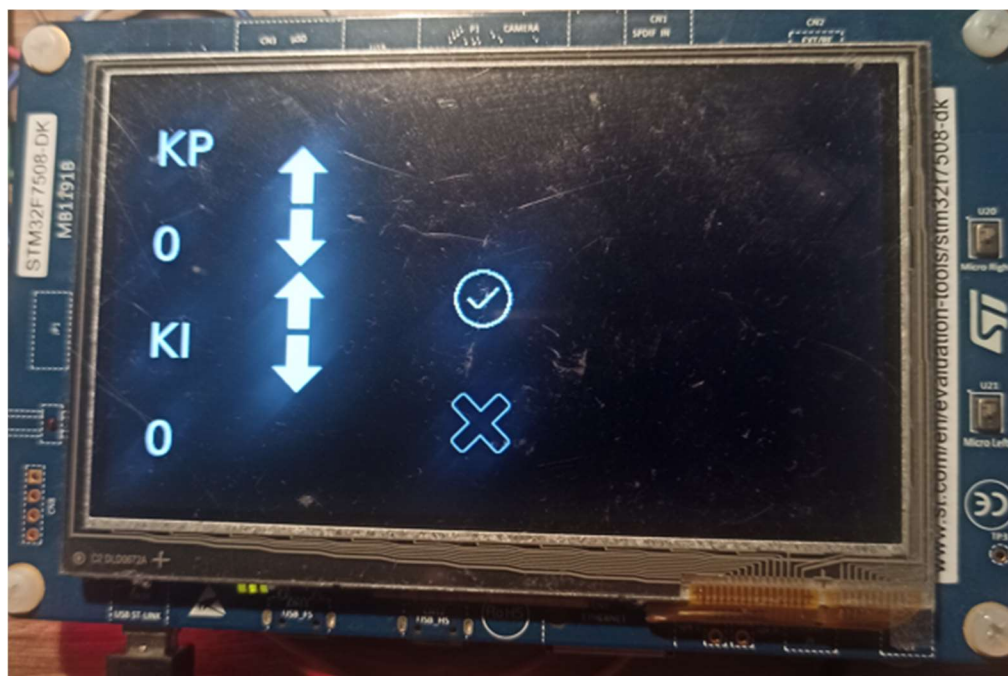
Rys.44. Dodawanie obiektu przycisku inkrementacji aktualnej wartości wzmocnienia KI do ekranu doboru nastaw regulatora PI.





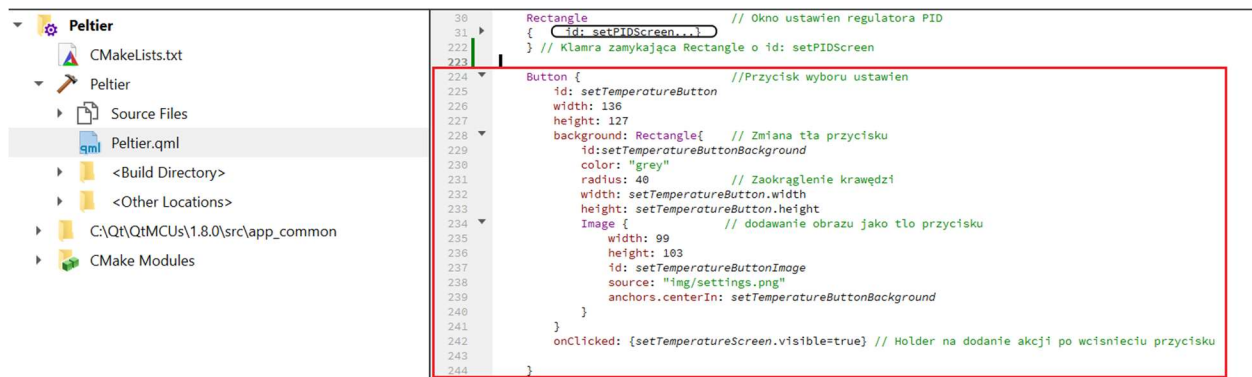
Rys.47. Dodanie wyświetlenia ekranu ustawień regulatora PI po wciśnięciu przycisku.

Po wgraniu programu na płytkę mikrokontrolera oraz wciśnięciu przycisku ustawień regulatora PI wyświetli się dodatkowe okno z możliwością zmiany nastaw regulatora PI. Widok utworzonego ekranu doboru nastaw regulatora PI widoczny jest na rysunku 48.



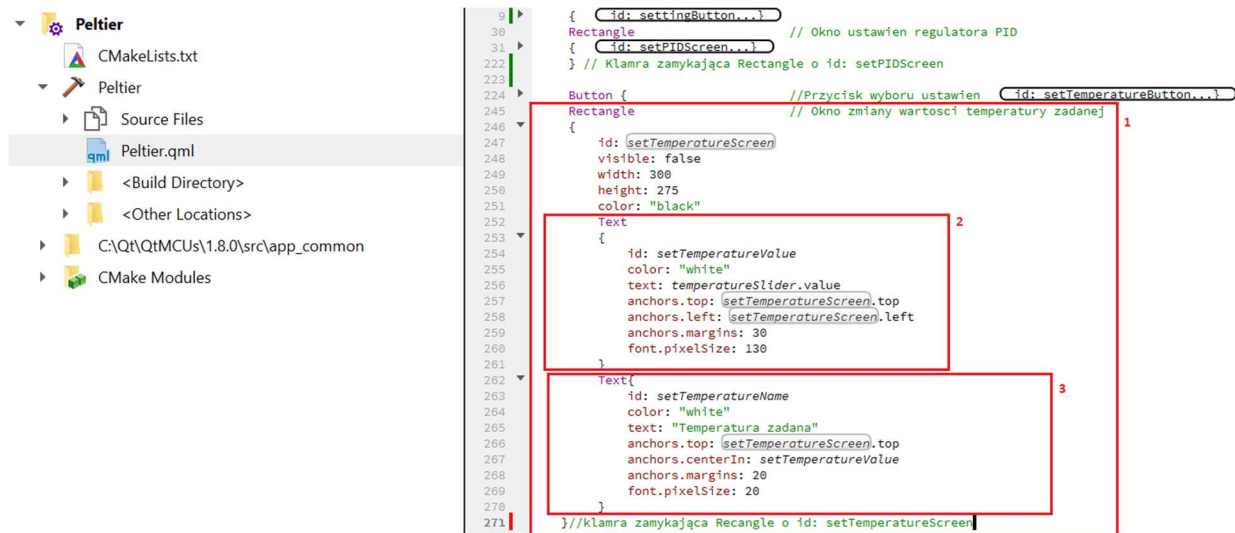
Rys.48. Widok ekranu doboru nastaw regulatora PI.

Następnym krokiem jest utworzenie przycisku inicjującego otworzenie się okna zadawania temperatury. Krok pokazany jest na rysunku 49.



Rys.49. Tworzenie przycisku inicjalizującego otworzenie ekranu doboru temperatury zadanej.

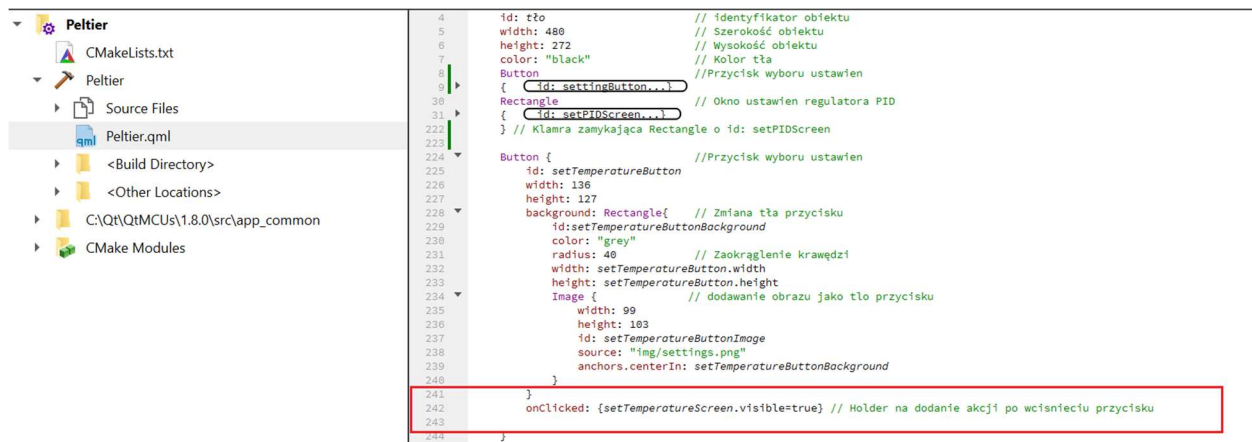
Następnym etapem będzie utworzenie okna, pojawiającego się po naciśnięciu wcześniej utworzonego przycisku doboru temperatury zadanej. W tym celu należy utworzyć obiekt „Rectangle” (krok 1 rys. 50), na którym zostaną umieszczone obiekty menu doboru temperatury zadanej. Pierwszymi dodanymi obiektami jest nazwa „Temperatura Zadana” (krok 2 rys. 50) oraz wartość aktualnej zadanej temperatury (krok 3 rys. 50).



Rys.50. Tworzenie okna menu doboru temperatury zadanej.

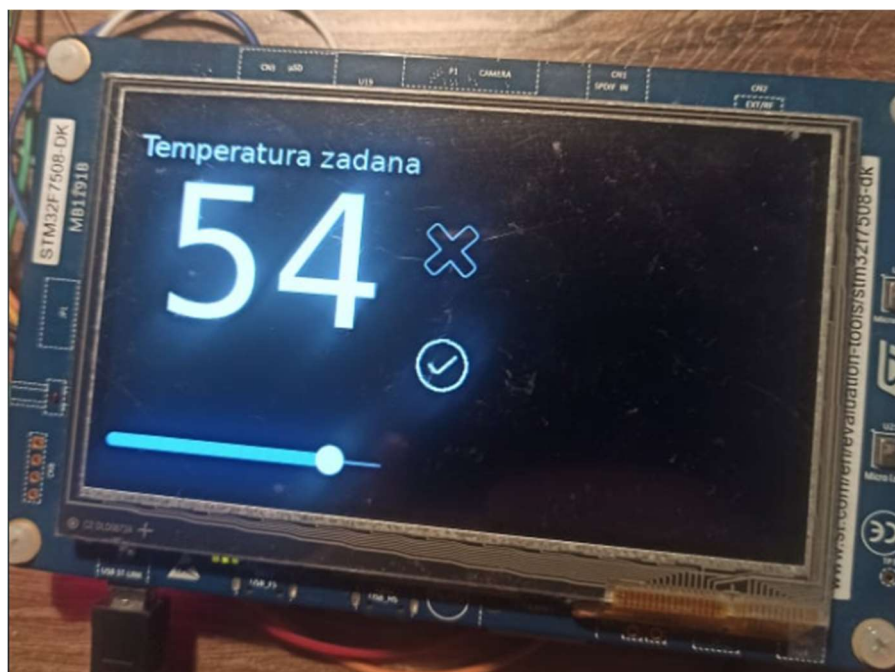
Kolejno zostaną dodane obiekty:

- Obiektu typu suwak używanego do doboru temperatury zadanej (krok 4 rys. 51),
- Obiektu typu przycisku używanego do zatwierdzenia oraz powrotu do głównego widoku (krok 5 rys. 52).



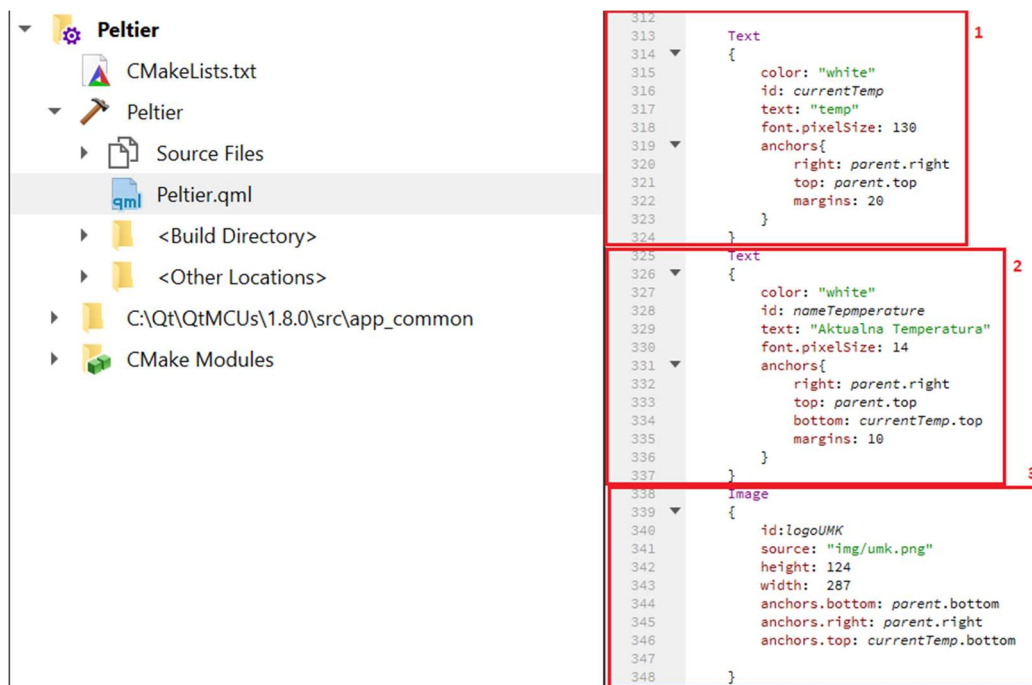
Rys.53. Dodanie wyświetlenia ekranu ustawień nastaw regulatora PI po wciśnięciu przycisku.

Po wgraniu programu na płytkę mikrokontrolera oraz wciśnięciu przycisku doboru temperatury zadanej wyświetli się dodatkowe okno z możliwością zmiany wartości temperatury zadanej. Widok utworzonego ekranu doboru temperatury zadanej widoczny jest na rysunku 54.



Rys.54. Widok ekranu doboru nastaw temperatury zadanej.

Ostatnim etapem tworzenia interfejsu jest dodanie obiektów, które będą wyświetlały temperaturę zadaną (krok 1 rys. 55) i jej wartość (krok 2 rys. 55) oraz logo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu (krok 3 rys 55).



Rys.55. Dodawanie obiektów menu głównego. 1-Obiekt tekstowy wyświetlający wartość aktualnej temperatury, 2-Obiekt tekstowy „Aktualna temperatura”, 3 – logo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu.

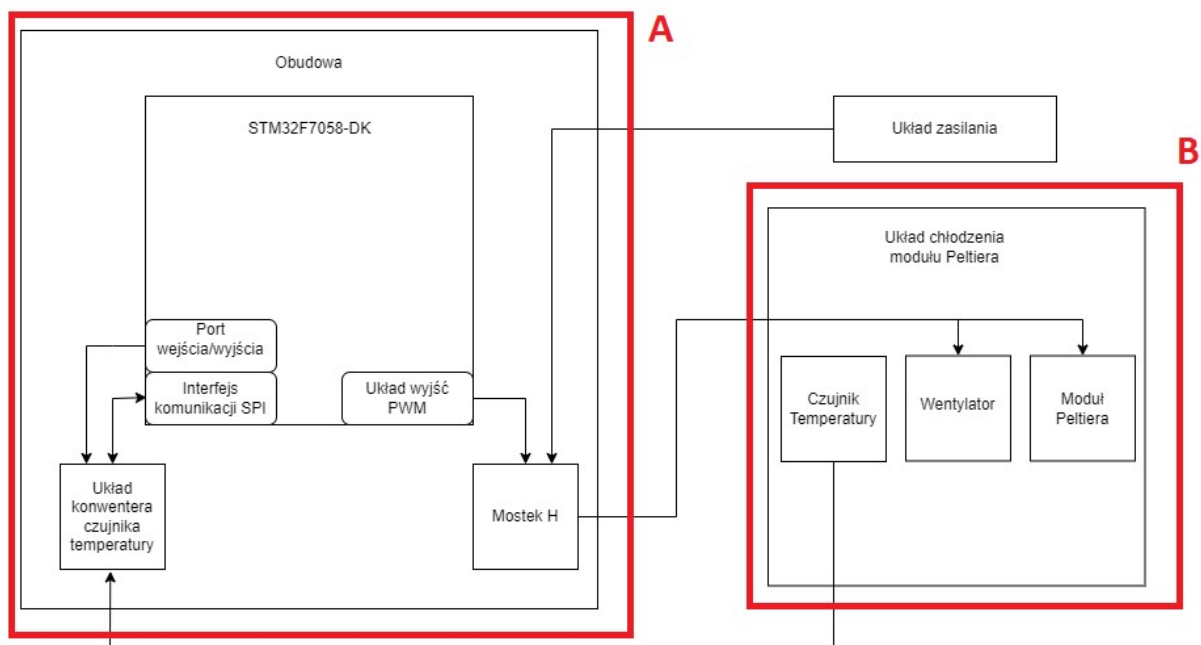
Po skompilowaniu oraz wgraniu programu na wyświetlaczu płytki prototypowej STM32 wyświetli się utworzony interfejs graficzny regulatora temperatury widoczny na rysunku.



Rys.56. Widok menu głównego regulatora temperatury.

7. Architektura sterownika temperatury modułu termoelektrycznego.

Układ sterownika temperatury modułu termoelektrycznego składa się z dwóch głównych części: modułu sterownika oraz modułu termoelektrycznego. Schemat blokowy układu sterownika został przedstawiony na rysunku 40. Moduł sterownika (rys. 40A) składa się z płytki rozwojowej STM32F7058-DK, mostka typu H oraz układu konwentera czujnika temperatury. Wszystkie elementy zostały zamknięte w plastikowej obudowie uniwersalnej. Do budowy modułu termoelektrycznego (rys. 40B) wykorzystano moduł Peltiera, czujnik temperatury oraz układ chłodzący modułu Peltiera, w którego skład wchodzi dwa radiatory oraz wentylator.



Rys. 40. Schemat blokowy układu regulacji temperatury modułu Peltiera. A – układ sterownika, B – moduł termoelektryczny

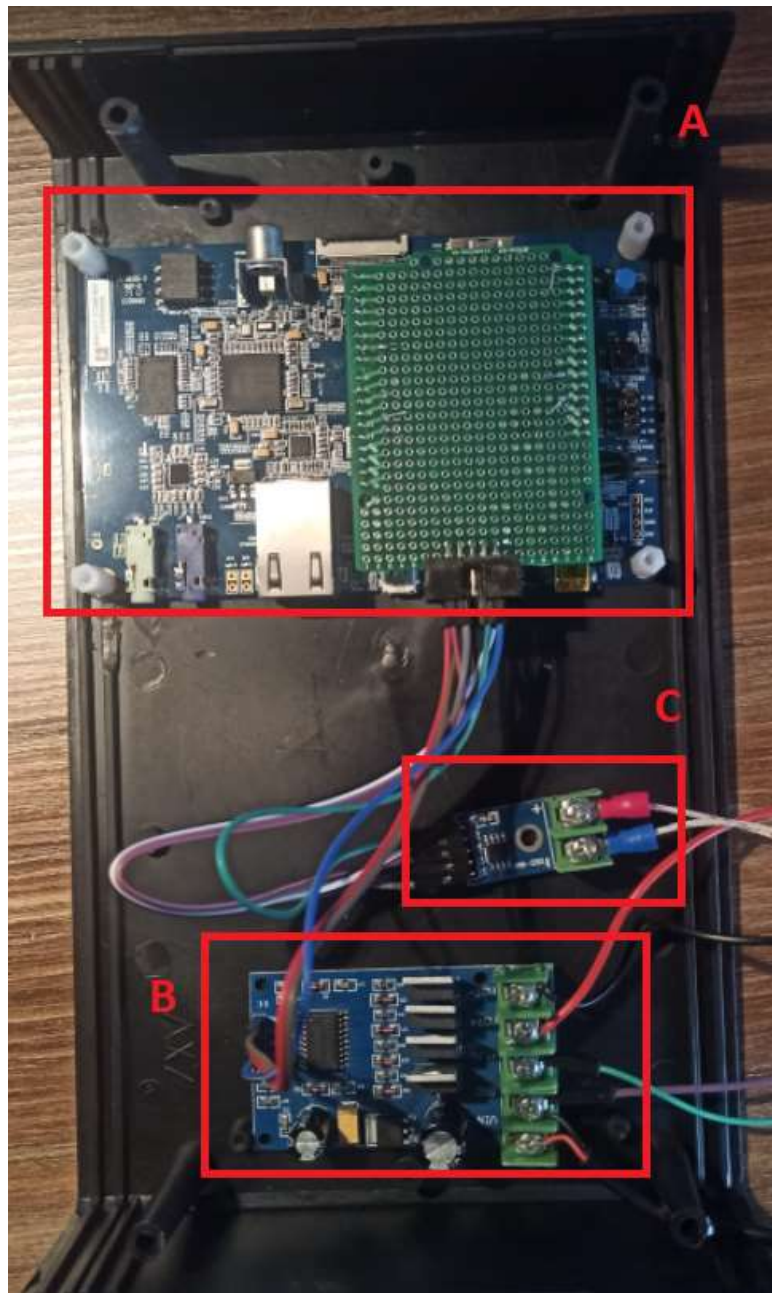
Zdjęcie układu sterownika temperatury modułu termoelektrycznego jest przedstawione na rysunku 41.



Rys. 41. Zdjęcie układu regulacji modułu Pelteira A – układ sterownika, B – moduł termoelektryczny.

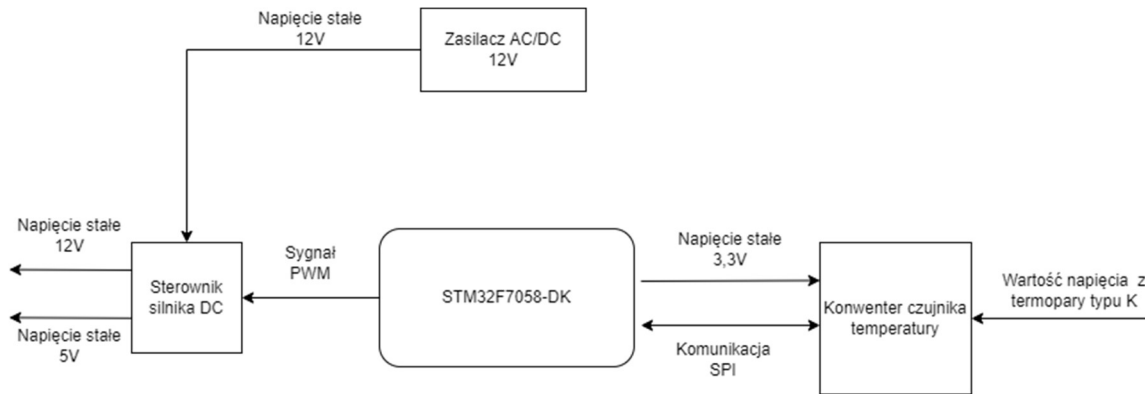
Schemat blokowy modułu sterownika wraz z połączeniami elementów elektrycznych został przedstawiony na rysunku 40A). Pracę modułu sterownika temperatury nadzoruje płytki rozwojowa STM32F7058-DK (rys 41A). Na płycie rozwojowej znajduje się 4.3 calowy ekran dotykowy, który pełni rolę

interfejsu użytkownika. Ekran dotykowy jest widoczny na czołowej stronie obudowy sterownika (rys. 40A). Do budowy sterownika zostały również wykorzystany układ konwertera czujnika temperatury MAX6675 rys. 41B) oraz mostek typu H rys. 41C). Szczegółowy schemat połączeń elementów elektronicznych znajduje się na schemacie elektrycznym (załącznik nr 1).



Rys. 41. Zdjęcie wewnątrz obudowy sterownika układu termoelektrycznego. A - STM32F7058-DK, B – układ konwertera czujnika temperatury MAX6675 , C - moduł sterownika silników DC z mostkiem typu

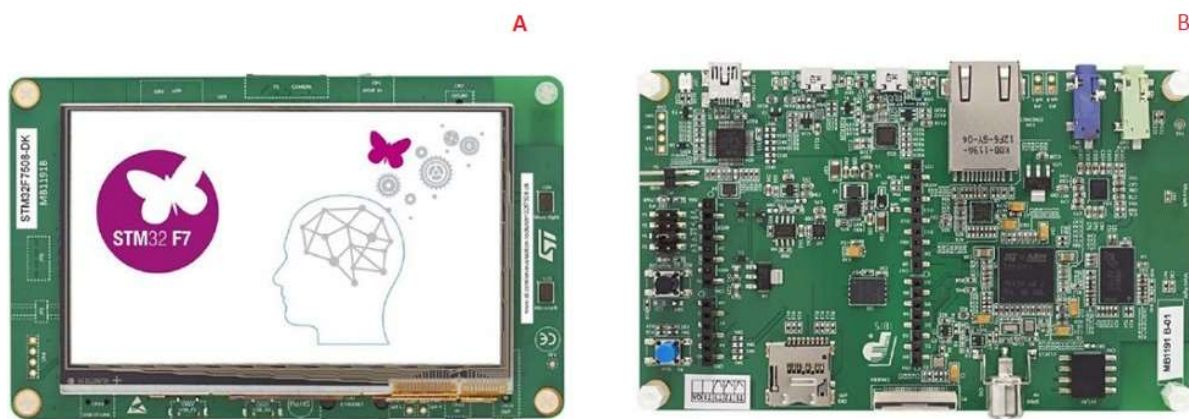
Sposób wymiany danych w module sterownika jest przedstawiony na rysunku 42.



Rys. 42. Schemat blokowy sterownika wraz z przepływem informacji pomiędzy modułami

Zadaniem płytki STM32F7508-DK jest konwersja odebranych danych o wartości temperatury z konwertera czujnika temperatury, a następnie generowanie odpowiedniego sygnału PWM na podstawie informacji o aktualnej temperaturze oraz temperaturze zadanej. Płytką rozwojową STM32F7508-DK komunikuje się z konwerterem czujnika temperatury za pomocą interfejsu komunikacyjnego SPI. Konwerter czujnika temperatury przesyła dane dotyczące wartości aktualnej temperatury. Wygenerowany przez mikrokontroler sygnał PWM trafia do mostka typu H, a następnie mostek przekazuje sygnał PWM na wyprowadzenia modułu Peltiera.

Płytką rozwojową STM32F7058-DK wykorzystaną w projekcie posiada 32 bitowy mikrokontroler ARM STM32F750N8H6. Na płycie rozwojowej również znajduje się 4.3 calowy kolorowy, pojemnościowy ekran dotykowy LCD TFT o rozdzielczości 480x272 pikseli. Do budowy sterownika wykorzystano złącza umożliwiające komunikację SPI, dwa wyjścia układów licznikowo-czasowych do generowania sygnałów PWM, jedno wyprowadzenie GPIO oraz wyjście zasilania 3,3V. Układ do pracy potrzebuje napięcia o wartości 3,3V. Na rysunku 43 pokazano płytkę rozwojową STM32F7508-DK.



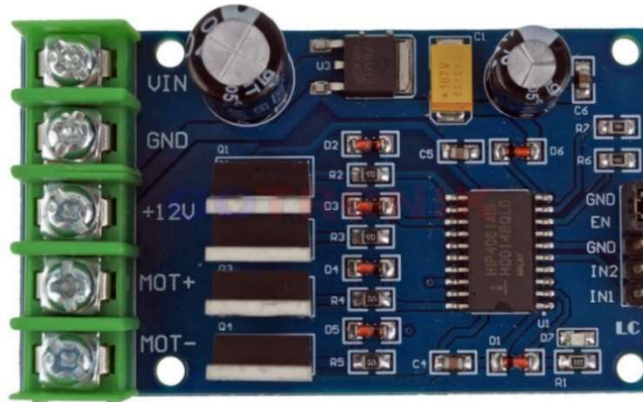
Rys. 43. Płytką rozwojową STM32F7508-DK. A – przednia strona płytki rozwojowej na której znajduje się wyświetlacz dotykowy. B- tylna strona płytki rozwojowej, na której znajdują się wyprowadzenia.

Na stanowisku jako czujnik temperatury zastosowano termoparę z grupy drugiej. W celu konwersji wartości napięcia termopary na wartość temperatury wykorzystano układ konwertera MAX6675. Napięcie pracy układu konwertera wynosi od 3V do 5,5V. Zakres pomiaru temperatury wynosi od 0 °C do 800 °C. Rozdzielczość pomiaru wynosi 0,25°C. Układ wykorzystuje interfejs SPI do komunikacji z płytką rozwojową STM32F7508-DK. Ramka danych przesyłana przez interfejs SPI ma długość 12 bitów. Komunikacja występuje jedynie w jedną stronę. Na rysunku 44 pokazany jest konwerter MAX6675 wykorzystywany w projekcie.



Rys 44. Termopara grupy drugiej wraz z konwerterem MAX6675

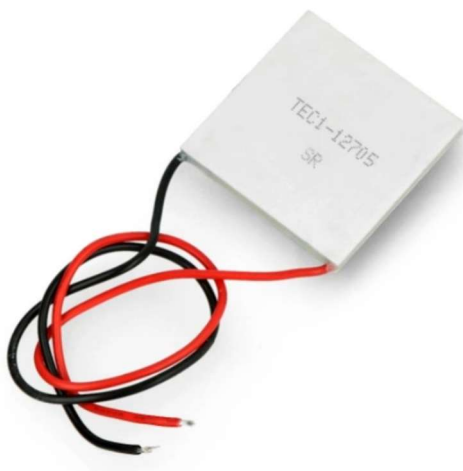
Ze względu dużego poboru prądu przez moduł Peltiera, oraz wymagane napięcie pracy 12V, do jego zasilania oraz sterowania wykorzystano mostek typu H. Mostek typu H posiada jeden kanał, który umożliwia sterowanie jednym układem elektrotermicznym, oraz jedno wyprowadzenie ze stałym napięciem 12V. Wyprowadzenie ze stałym napięciem 12V wykorzystano do zasilania wentylatora. Mostek typu H umożliwia pracę odbiornika dla wartości napięcia od 5V do 40V i mocy 170W. Na rysunku 45 przedstawiono wykorzystywany w projekcie układ mostka typu H.



Rys 45. Moduł sterownika z mostkiem H silników 5V - 40V DC 170W

Moduł termoelektryczny, którego schemat blokowy jest widoczny na rysunku 40B), ma za zadanie zmianę swojej temperatury na skutek wygenerowanego sygnału sterującego przez moduł sterownika. Jako element wykonawczy modułu termoelektrycznego zastosowano moduł Peltiera. W skład budowy modułu termoelektrycznego wchodzi również układ chłodzący moduł Peltiera oraz czujnik temperatury.

Moduł Peltiera (rys 46) o mocy 60W wykorzystany w projekcie jest zasilany napięciem o wartości 12V. Maksymalna dopuszczalna wartość napięcia modułu Peltiera wynosi 15 V a maksymalny pobór prądu wynosi 8A. Do sterowania temperaturą układu wykorzystano sygnał napięciowy poddany modulacji PWM, podawany na wyprowadzenia układu Peltiera.



Rys. 46. Moduł Peltiera o mocy 60W

W celu zapobiegnięcia przegrzania układu Peltiera, na skutek braku odprowadzania ciepła nagrzewanej strony modułu Peltiera, wykorzystano układ chłodzący, w którego skład wchodzi wentylator zasilany stałym napięciem 12V oraz zestaw dwóch radiatorów. Do większego radiatora za pomocą śrub montażowych przykręcony jest wentylator. Układ Peltiera znajduje się pomiędzy dwoma radiatorami. Na rysunku 47 przedstawiony wykorzystywany w projekcie układ chłodzenia modułu Peltiera.



Rys. 47. Układ chłodzenia modułu Peltiera