

3. OPIS REALIZACJI TEMATU PRACY

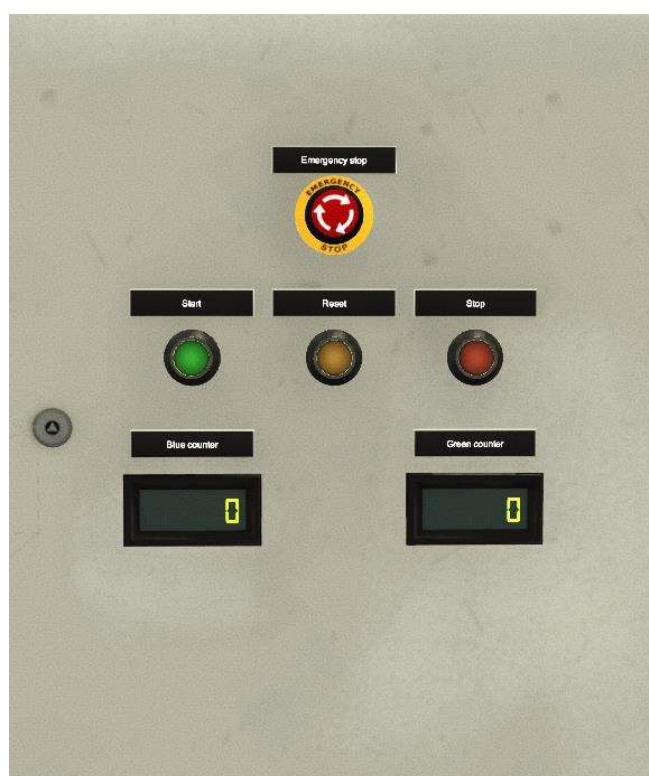
3.1. Przygotowanie projektu procesu produkcyjnego w środowisku Factory I/O

Pierwszym krokiem w realizacji pracy, było wstępne zaprojektowanie procesu produkcyjnego w oprogramowaniu Factory I/O. Poszczególne elementy linii produkcyjnej zostały zastosowane z biblioteki programu Factory I/O. Linia produkcyjna składa się z panelu operatorskiego, stanowiska montażowego, stanowiska segregującego oraz etapu pakowania gotowych produktów.

3.1.1. Panel operatora

Panel operatora (Rys. 3.1.) składa się z następujących elementów:

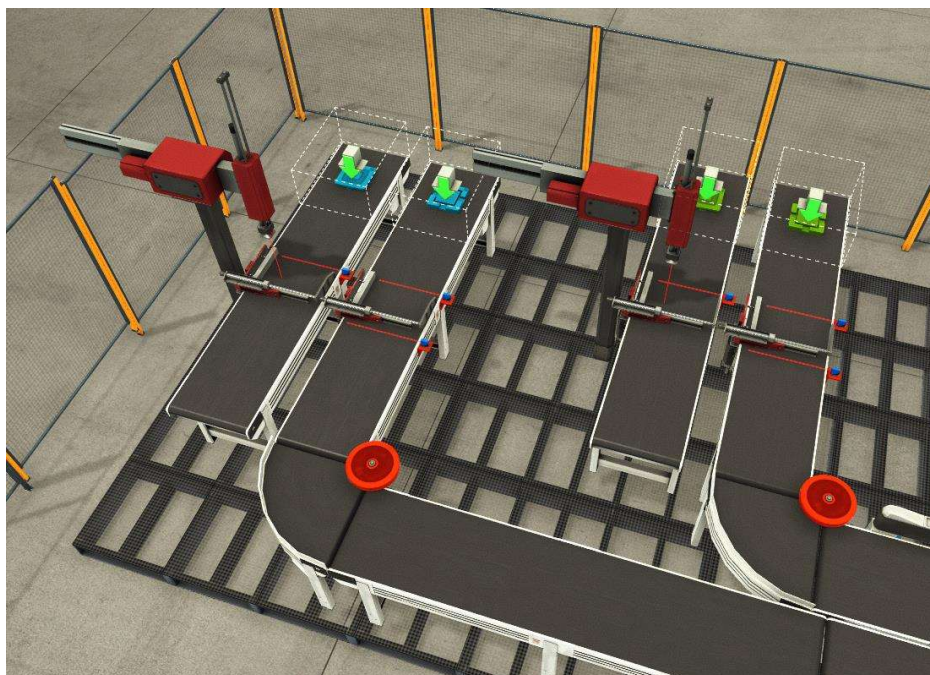
- Przycisk bezpieczeństwa „Emergency stop”, który w dowolnym momencie wstrzymuje pracę maszyn oraz zatrzymuje linię produkcyjną.
- Przycisk „Start” uruchamiający działanie linii produkcyjnej.
- Przycisk „Reset” zerujący aktualną wartość liczników.
- Przycisk „Stop” zatrzymujący działanie linii produkcyjnej.
- Liczniki „Blue” oraz „Green” wyświetlające aktualną liczbę zapakowanych produktów w skrzyni.



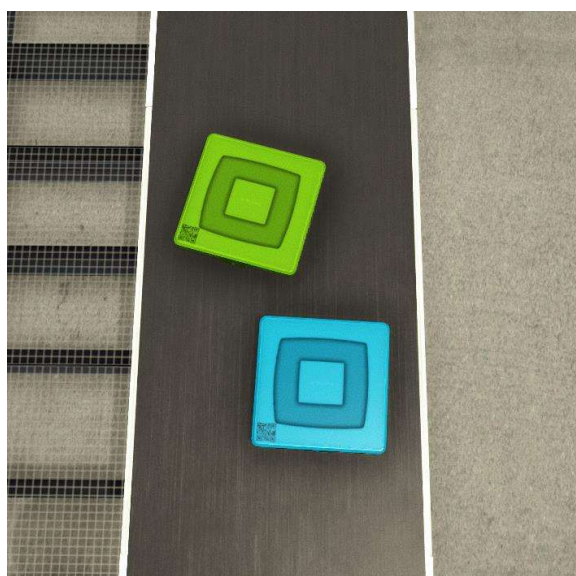
Rys. 3.1. Panel operatora w wizualizacji Factory I/O

3.1.2. Stanowiska montażowe

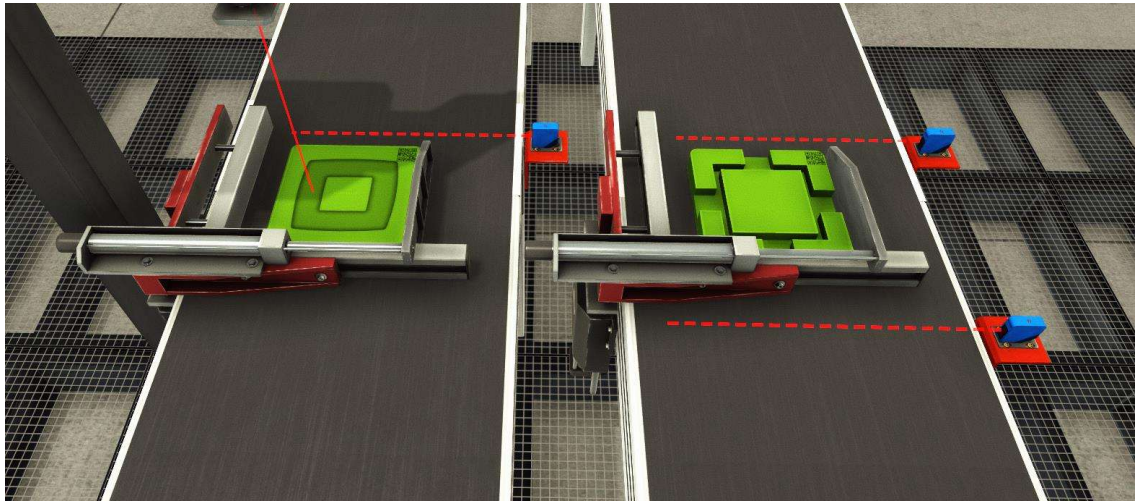
Pierwszym etapem procesu produkcyjnego są stanowiska montażu produktów. Na przenośnikach taśmowych pojawiają bazy oraz pokrywy, różniące się kolorem. Maszyny pozycjonujące po wykryciu bazy oraz pokrywy przez czujnik optyczny, ustawiają je tak aby maszyna dwuosiowa prawidłowo wykonała swoją pracę. Po skończonym montażu elementów, maszyna pozycjonująca podnosi się a przenośnik taśmowy przenosi gotowy produkt do następnego etapu.



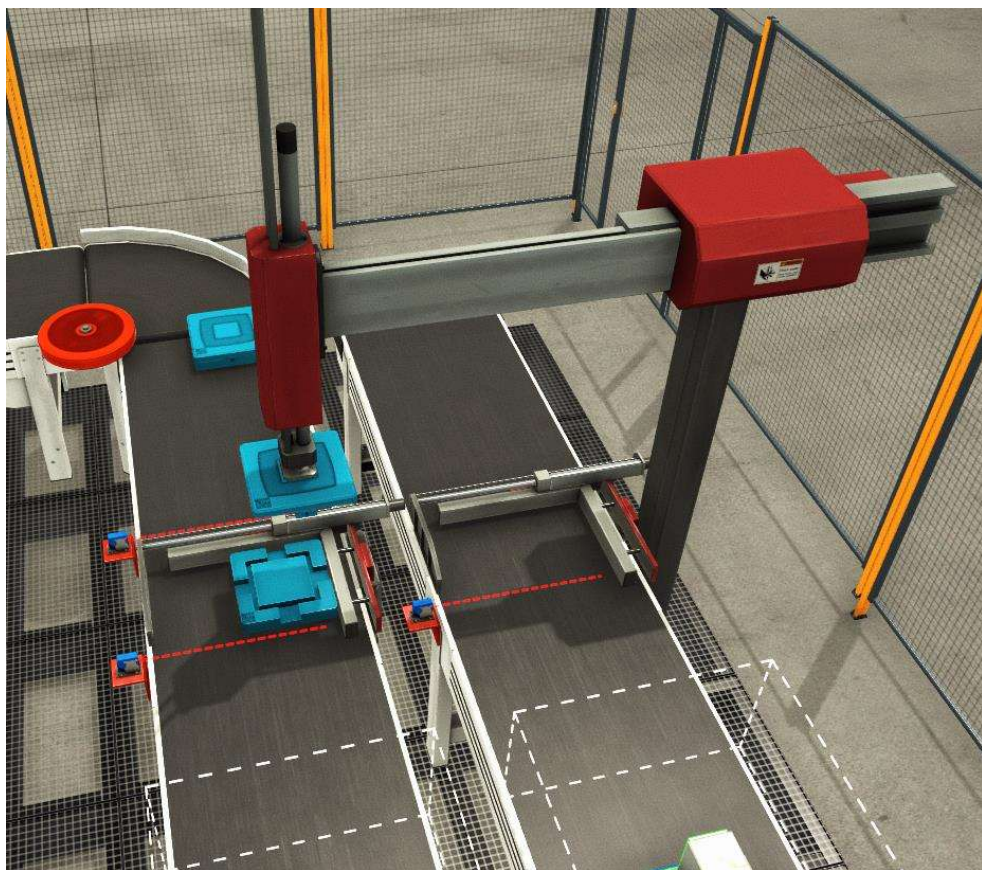
Rys. 3.2. Stanowisko montażowe w wizualizacji Factory I/O



Rys. 3.3. Rodzaje produktów w wizualizacji Factory I/O



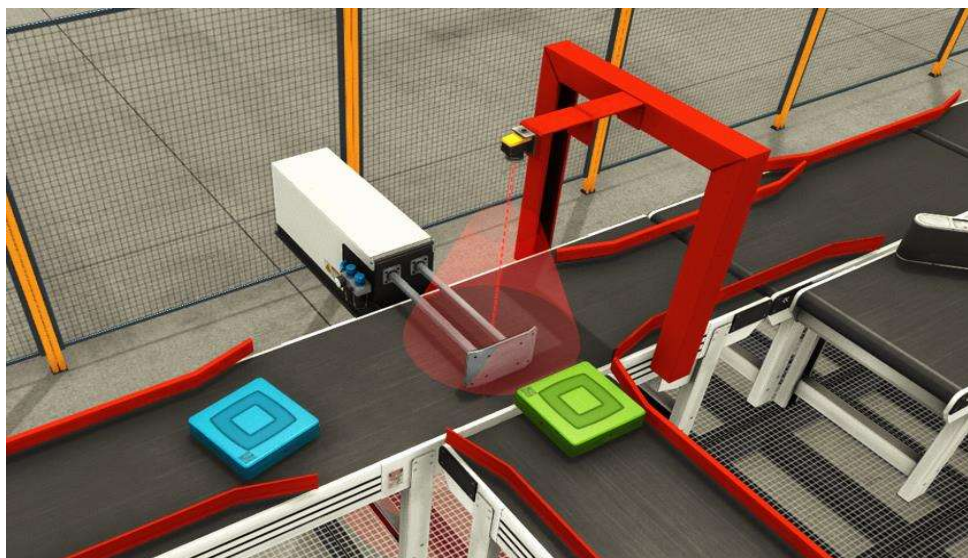
Rys. 3.4. Praca maszyn pozycjonujących w wizualizacji Factory I/O



Rys. 3.5. Praca maszyny montażowej w wizualizacji Factory I/O

3.1.3. Etap sortowania produktów

Kolejnym etapem jest stanowisko sortujące. Czujnik wizyjny, który rozpoznaje kolory produktów, w momencie wykrycia zielonego produktu przekazuje informację do urządzenia, które przekierowuje zielony produkt na inny przenośnik taśmowy.



Rys. 3.6. Stanowisko sortowania w wizualizacji Factory I/O

3.1.4. Etap pakowania produktów

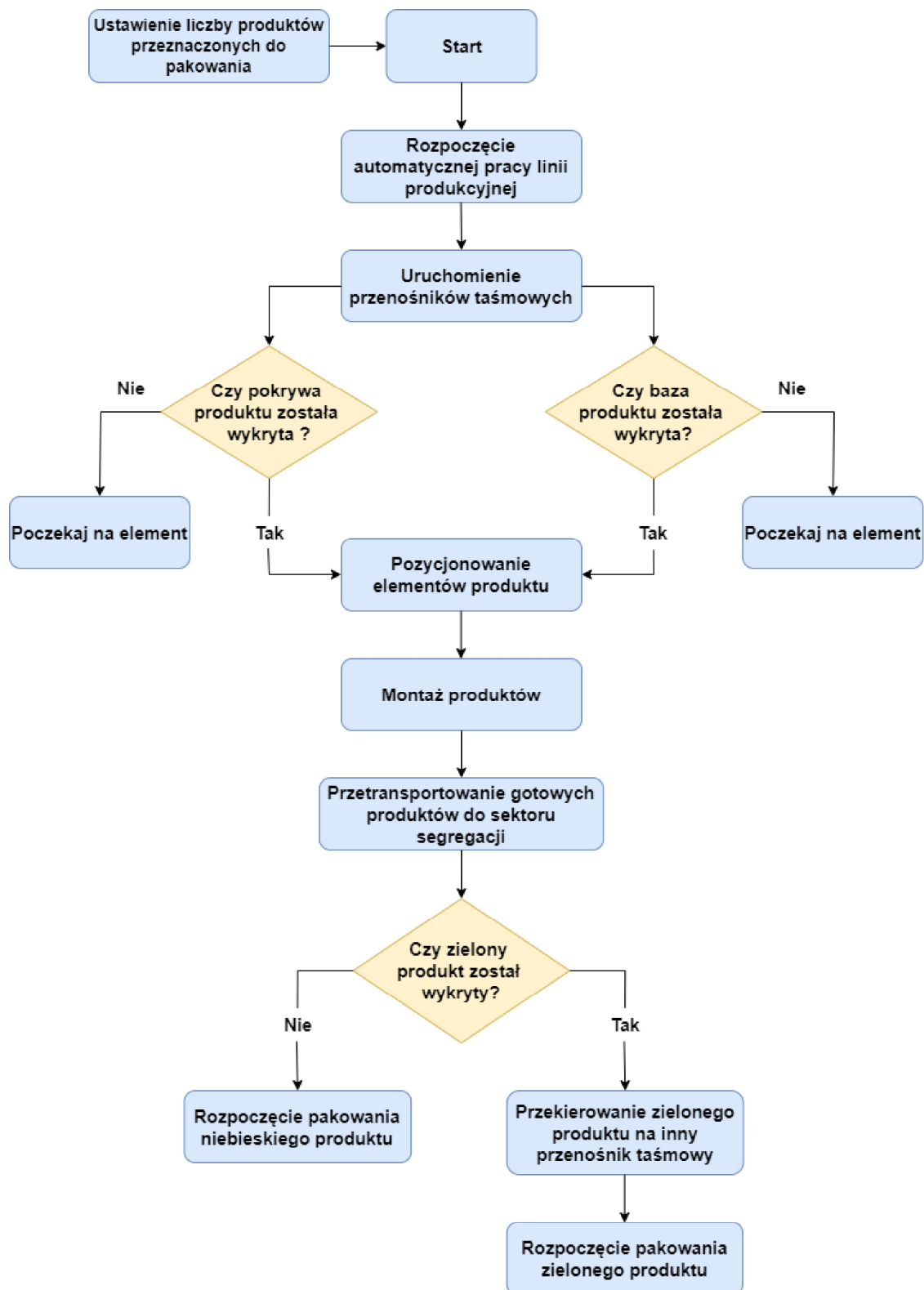
W końcowym etapie całego procesu, czujniki optyczne wykrywają, ile produktów znajduje się aktualnie w skrzyni, która pojawia się przy pomocy emitera. Liczba pakowanych produktów w pojedynczej skrzyni jest uprzednio zaprogramowana w kodzie i może zostać zmodyfikowana. Jeśli wymagana liczba produktów znajduje się w skrzyni, podajnik rolkowy zostaje załączony, skrzynia z produktami zostaje przesunięta w kierunku końca linii produkcyjnej a emiter tworzy kolejną pustą skrzynię.



Rys. 3.7. Etap pakowania produktów w wizualizacji Factory I/O

3.2. Opracowanie przebiegu procesu przemysłowego

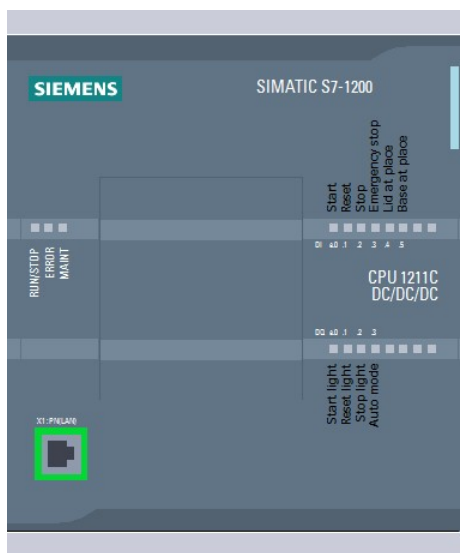
Poniższy diagram przedstawia proces zautomatyzowanej linii produkcyjnej, obejmujący kluczowe etapy od ustawienia parametrów po etap pakowania produktów.



Rys. 3.8. Diagram przedstawiający przebieg procesu przemysłowego

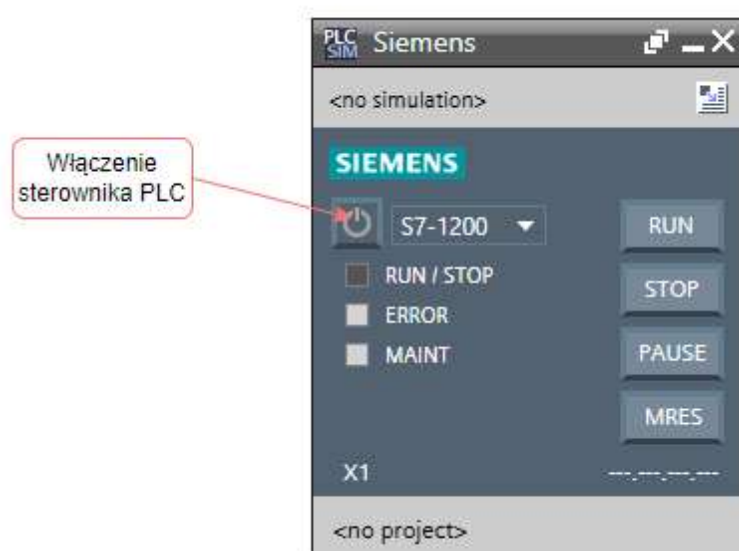
3.3. Konfiguracja sterownika PLC w środowisku TIAPortal

Po utworzeniu oraz nadaniu nazwy nowego projektu w środowisku TIAPortal, należy wybrać model sterownika, na który będzie wgrywany program. W pracy dyplomowej użyto sterownika PLC Simatic S7-1200 CPU 1211C DC/DC/DC (Rys. 3.9.).



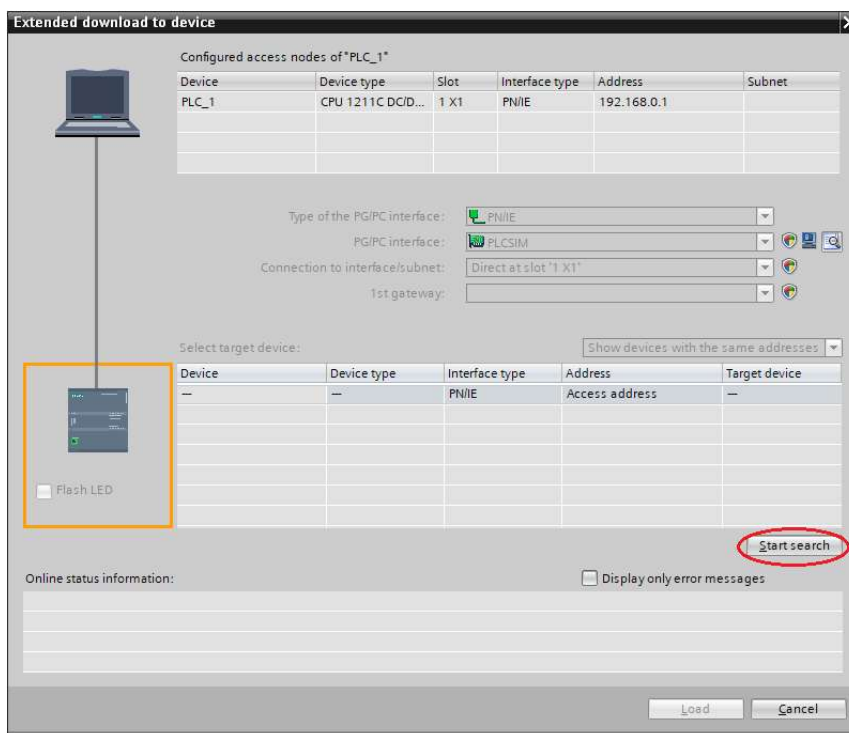
Rys. 3.9. Sterownik PLC Simatic S7-1200 CPU 1211C DC/DC/DC

Aby przypisać sterownik PLC do programu należy uruchomić oprogramowania PLCSim a następnie wybrać model sterownika PLC oraz go uruchomić. Po włączeniu sterownika, ikona powinna zaświecić się na zielono.



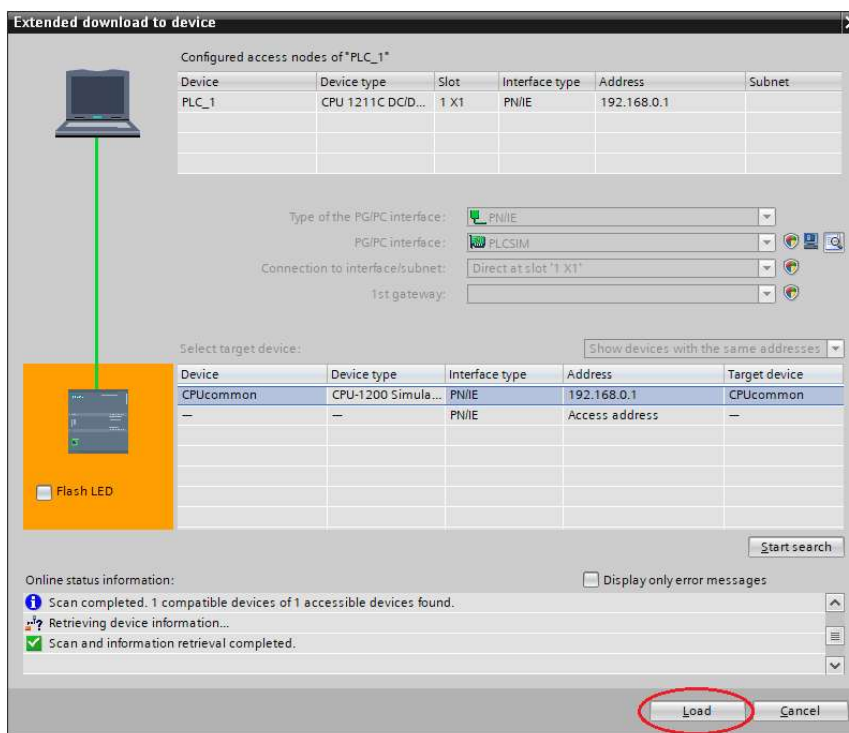
Rys. 3.10. Uruchomienie wirtualnego sterownika w programie PLCSim

Kolejnym krokiem jest wyszukanie dostępnych urządzeń, widzianych przez oprogramowanie TIAPortal. W tym celu należy nacisnąć przycisk „Start search”.



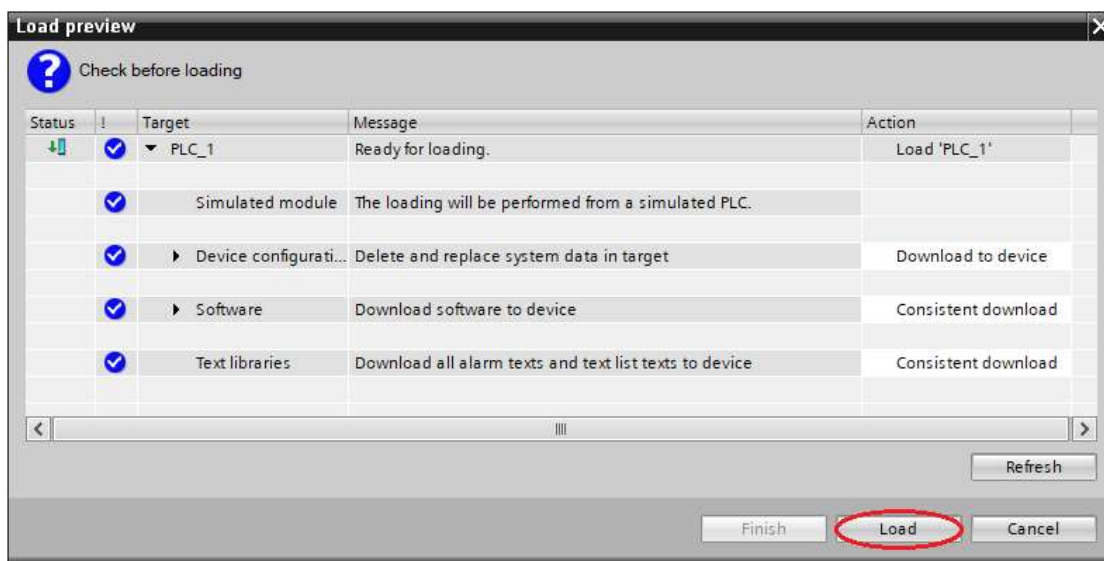
Rys. 3.11. Wyszukiwanie dostępnych urządzeń w programie TIAPortal

Po zakończeniu wyszukiwania, należy wybrać dane urządzenie a następnie wcisnąć przycisk „Load” aby nawiązać połączenie ze sterownikiem.



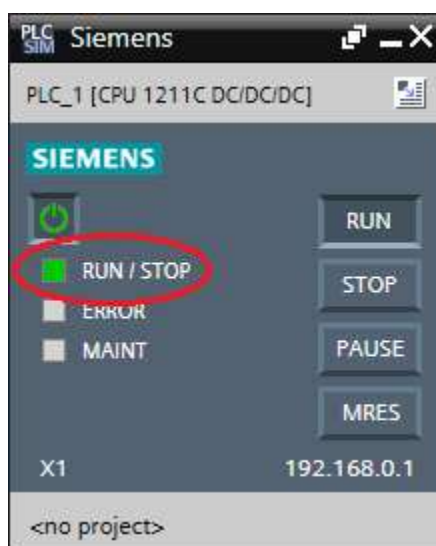
Rys. 3.12. Nawiązanie komunikacji ze sterownikiem w środowisku TIAPortal

Następnie pojawia się okno (Rys. 3.13.) w którym mamy możliwość zastąpienia aktualnego programu sterownika nowym programem. Jeśli chcemy to zrobić, należy wybrać opcję „Download to device” a następnie wcisnąć przycisk „Load”.



Rys. 3.13. Załadowanie nowego programu do wybranego sterownika PLC

Po wykonaniu prawidłowej konfiguracji, ikona sygnalizująca stan sterownika w programie PLCSim zaświeci się na zielono a wirtualny sterownik przejdzie do trybu pracy „RUN”.



Rys. 3.14. Przejście wirtualnego sterownika PLC do trybu pracy „RUN”

3.4 Implementacja funkcji konwersji danych w TIAPortal

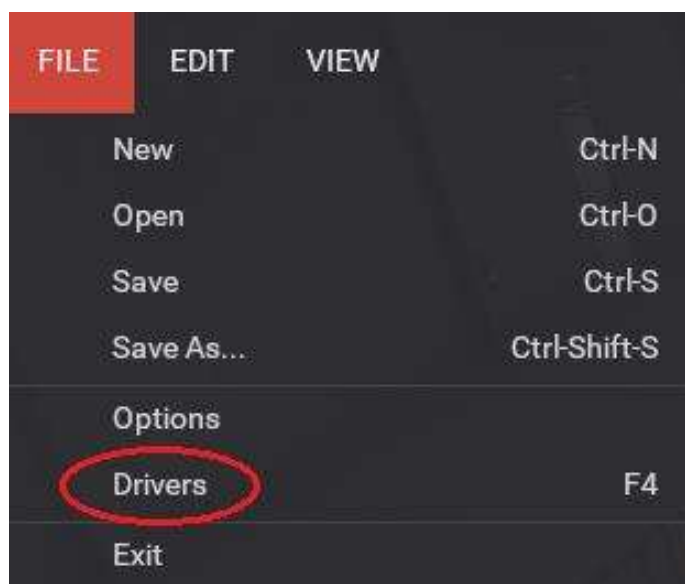
Do prawidłowego działania oprogramowania TIAPortal oraz Factory I/O niezbędne jest zastosowanie funkcji, która umożliwia konwersję danych pomiędzy środowiskiem symulacyjnym Factory I/O oraz sterownikiem PLC. Poniższa funkcja o nazwie MHJ-PLC-Lab-function-s71200 została zaimplementowana jako blok FC.

```
2  □ #Value:=PEEK(area := 16#82,  
3      dbNumber := 0,  
4      byteOffset := 511);  
5  #Value := #Value + 1;  
6  
7  □ POKE(area := 16#82,  
8      dbNumber := 0,  
9      byteOffset := 511,  
10     value := #Value);  
11  
12 □ POKE(area:=16#81,  
13     dbNumber:=0,  
14     byteOffset:=1016,  
15     value:=#Value_01_DW);  
16 □ POKE(area := 16#81,  
17     dbNumber := 0,  
18     byteOffset := 1020,  
19     value := #Value_02_DW);  
20  
21 □ POKE(area := 16#81,  
22     dbNumber := 0,  
23     byteOffset := 511,  
24     value := B#16#00);  
25  
26 □ FOR #forVal := 0 TO 120 DO  
27 □   FOR #forVal_2:=0 TO 10 DO  
28       #rdTimeReturn:=RD_SYS_T(#outputTime);  
29       #rdTimeReturn := WR_SYS_T(#outputTime);  
30       #rdTimeReturn := RD_SYS_T(#outputTime);  
31       #rdTimeReturn := WR_SYS_T(#outputTime);  
32   END_FOR;  
33 □   #SyncVal:= PEEK(area := 16#81,  
34       dbNumber := 0,  
35       byteOffset := 511);  
36 □   IF #SyncVal = #CompVal THEN  
37       GOTO M_1;  
38   END_IF;  
39 END_FOR;  
40 RETURN;  
41  
42 M_1:  
43 □ POKE(area := 16#81,  
44     dbNumber := 0,  
45     byteOffset := 511,  
46     value := B#16#0);
```

Rys. 3.15. Funkcja MHJ-PLC-Lab-function-s71200 [18]

3.5 Połączenie wybranego sterownika PLC z programem Factory I/O

Aby prawidłowo skonfigurować sterownik PLC ze środowiskiem Factory I/O należy uruchomić środowisko Factory I/O a następnie wybrać przygotowaną scenę symulacyjną. Kolejnym krokiem jest otworenie zakładki „File” oraz wybrania ustawień „Drivers” (Rys 3.16.).



Rys. 3.16. Zakładka „File” w środowisku Factory I/O

Następnie w oknie „Drivers” należy wybrać wirtualny sterownik PLC, w tym etapie niezbędne jest włączenie sterownika w programie PLCSim. Po wciśnięciu przycisku „Connect” program wyświetli zieloną ikonę sygnalizującą poprawne połączenie sterownika ze środowiskiem.



Rys. 3.17. Wybór sterownika PLC w środowisku Factory I/O

W zakładce „Configuration” mamy dostęp do wyboru modelu oraz ustawienia ilości wejść oraz wyjść sterownika PLC.

←

CONFIGURATION

Advantech USB 4704 & USB 4750

Allen-Bradley Logix5000

Allen-Bradley Micro800

Allen-Bradley MicroLogix

Allen-Bradley SLC 5/05

Automgen Server

Control I/O

MHJ

Modbus TCP/IP Client

Modbus TCP/IP Server

OPC Client DA/UA

Siemens LOGO!

Siemens S7-200/300/400

Siemens S7-1200/1500

Siemens S7-PLCSIM

PLC

☐ Auto connect

Model

S7-1200

I/O Config

Numerical Data Type

DWORD

I/O Points

	Offset	Count
Bool Inputs	0	30
Bool Outputs	0	34
DWORD Inputs	30	1
DWORD Outputs	30	2

DEFAULT

Rys. 3.18. Zakładka „Configuration” w środowisku Factory I/O

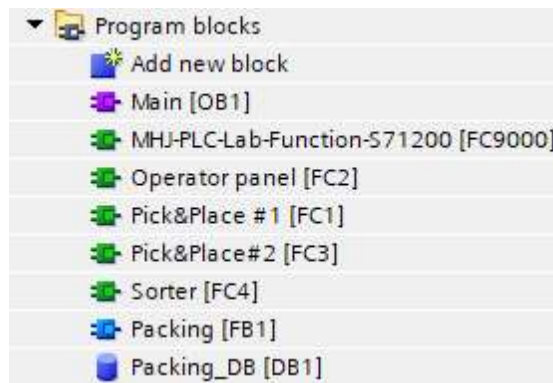
Kolejnym etap jest przypisanie dostępnych wejść oraz wyjść sterownika zgodnie z programem napisanym w środowisku TIAPortal.

Start	%I0.0	%Q0.0	Start light
Reset	%I0.1	%Q0.1	Reset light
Stop	%I0.2	%Q0.2	Stop light
Emergency stop	%I0.3	%Q0.3	
PP Lid at place	%I0.4	%Q0.4	PP Lids conveyor
PP Base at place	%I0.5	%Q0.5	PP Bases conveyor
PP Lid clamped	%I0.6	%Q0.6	PP Clamp lid
PP Base clamped	%I0.7	%Q0.7	PP Clamp base
PP Moving Z	%I1.0	%Q1.0	PP Move Z
PP Moving X	%I1.1	%Q1.1	PP Move X
PP Item detected	%I1.2	%Q1.2	PP Grab
PP Pos. at limit (bases)	%I1.3	%Q1.3	PP Pos. raise (bases)
PP Part leaving	%I1.4	%Q1.4	PP2 Lids conveyor
PP2 Lid at place	%I1.5	%Q1.5	PP2 Base conveyor
PP2 Base at place	%I1.6	%Q1.6	PP2 Clamp lid
PP2 Lid clamped	%I1.7	%Q1.7	PP2 Clamp base
PP2 Base clamped	%I2.0	%Q2.0	PP2 Move Z
PP2 Moving Z	%I2.1	%Q2.1	PP2 Move X
PP2 Moving X	%I2.2	%Q2.2	PP2 Grab
PP2 Item detected	%I2.3	%Q2.3	PP2 Pos.raise (Base)
PP2 Pos. at limit (Base)	%I2.4	%Q2.4	SORT Conv Entry 1
PP2 Part leaving	%I2.5	%Q2.5	SORT Conv Entry 2
Counter sensor blue	%I2.6	%Q2.6	SORT Conv Exit 1
Counter sensor green	%I2.7	%Q2.7	SORT Conv Exit 2
Conveyor sensor blue	%I3.0	%Q3.0	SORT Conv Exit 3
Conveyor sensor green	%I3.1	%Q3.1	SORT Pusher
Vision Sensor	%ID30 (DINT)	%Q3.2	SORT Conv Entry 3
		%Q3.3	SORT Conv Exit 4
		%Q3.4	Conveyor green
		%Q3.5	Conveyor blue
		%Q3.6	SORT Conv Entry 4
		%Q3.7	SORT Conv Entry 5
		%Q4.0	SORT Conv Entry 6
		%Q4.1	SORT Conv Turn
	(DINT) %QD30		Green counter
	(DINT) %QD34		Blue counter

Rys. 3.19. Przypisanie wejść oraz wyjść do sterownika PLC w programie Factory I/O

3.6 Opis programu sterującego procesem produkcyjnym

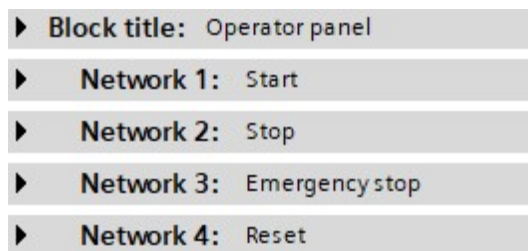
Program sterujący napisany w środowisku TIAPortal, został podzielony na poszczególne bloki. Ułatwia to poruszanie się pomiędzy linijkami kodu, opisywanie poszczególnych etapów procesu produkcyjnego oraz poprawia czytelność algorytmu.



Rys. 3.20. Podział kodu sterującego na bloki – TIAPortal

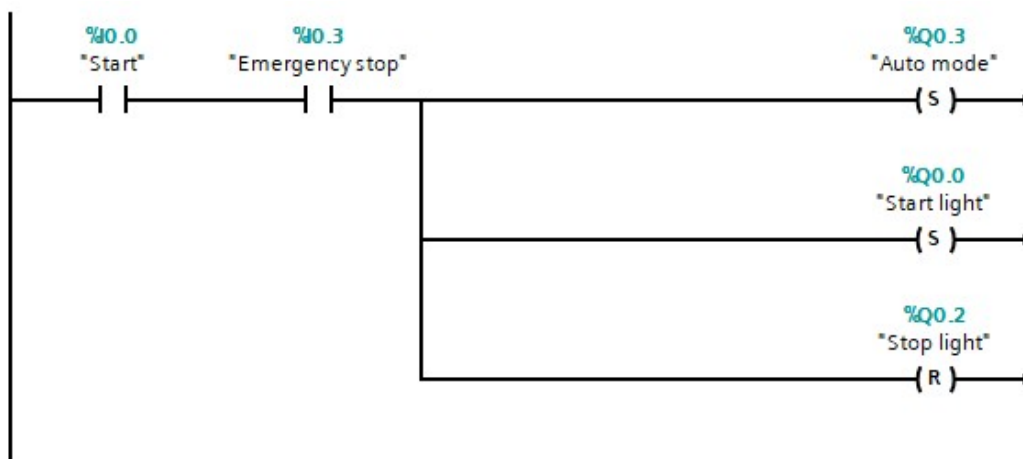
3.6.1 Panel operatora [FC2]

W bloku „Operator panel” poszczególne segmenty kodu odpowiadają logice przycisków znajdujących się na panelu operatora.

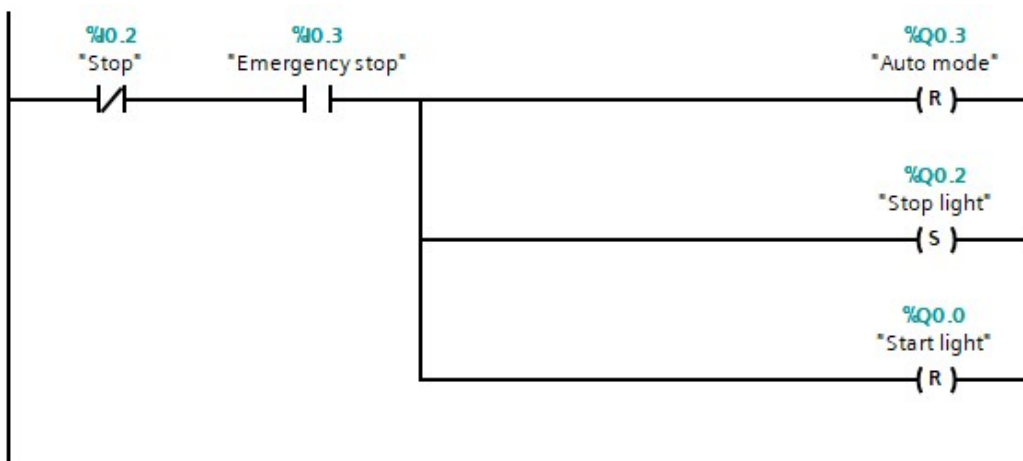


Rys. 3.21. Podział segmentów kodu w bloku [FC2]

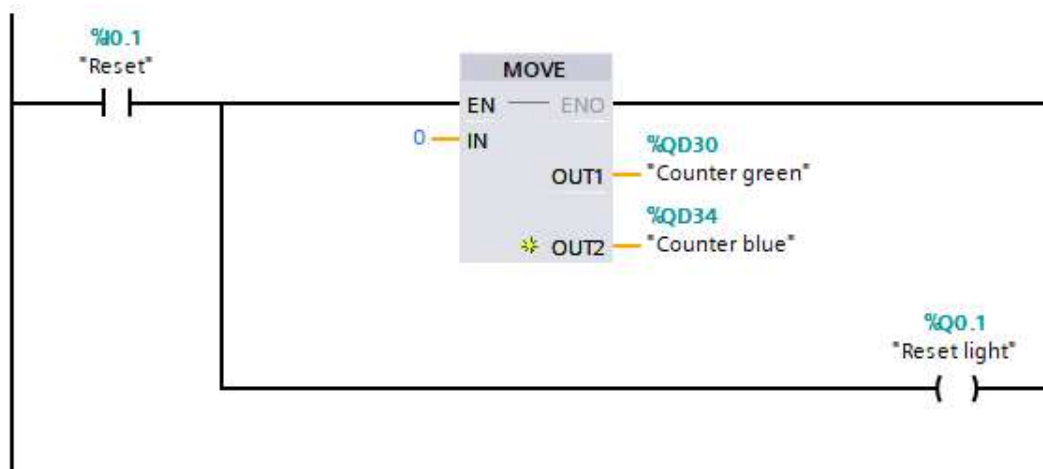
Po wciśnięciu przycisku „Start” (Rys. 3.22.) program rozpoczyna pracę automatyczną, jednocześnie podświetlając przycisk na zielono, co sygnalizuje pracę linii produkcyjnej. Po załączeniu przycisku „Stop” (Rys. 3.23.) praca automatyczna zostanie przerwana a przycisk podświetli się na czerwono. Wciśnięcie przycisku „Reset” (Rys. 3.24.) powoduje wyzerowanie aktualnej wartości liczników. Załączenie przycisku „Emergency stop” (Rys. 3.25 - 3.28) spowoduje całkowite przerwanie pracy linii produkcyjnej oraz zresetowanie wszystkich stanów wyjść oraz markerów sterownika.



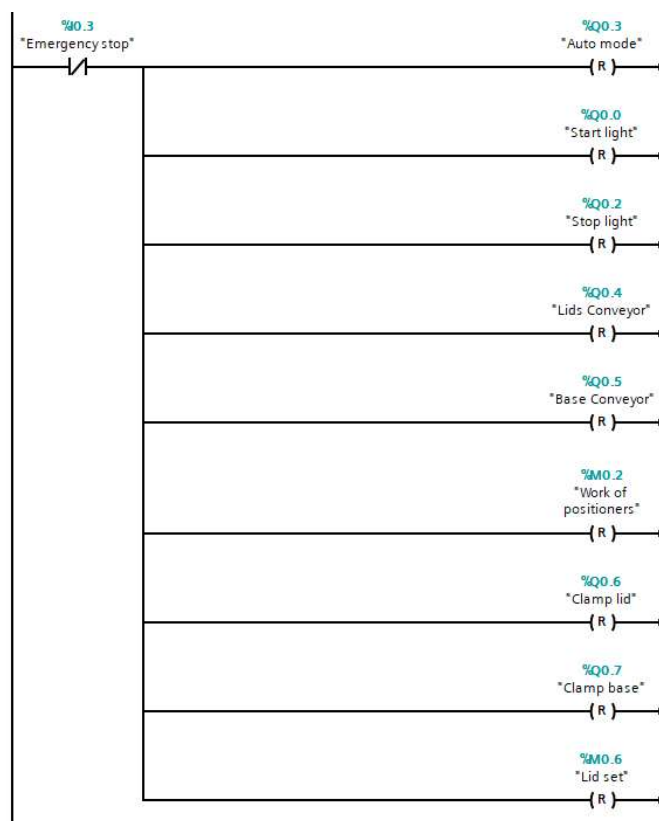
Rys. 3.22. Panel operatora - przycisk „Start”



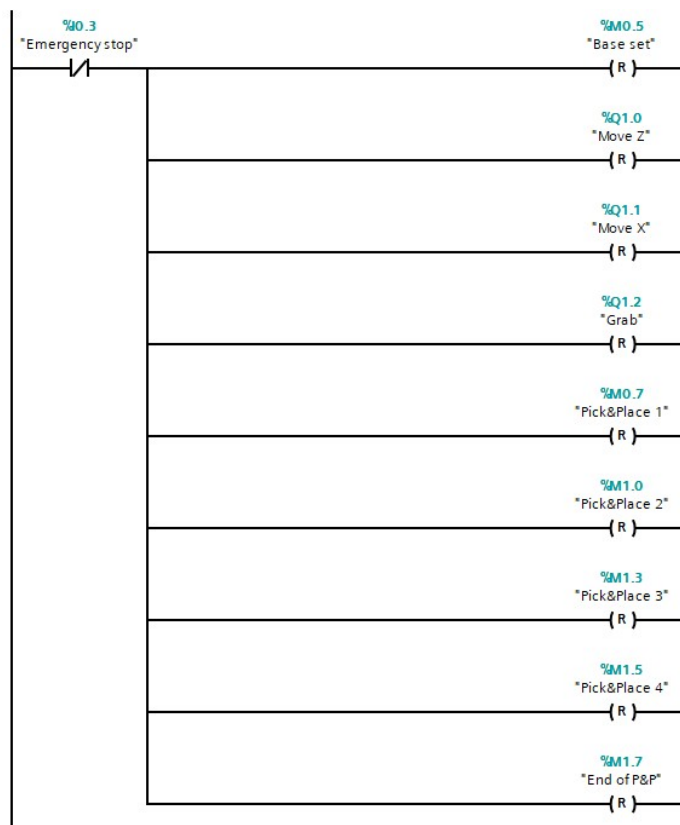
Rys. 3.23. Panel operatora – przycisk „Stop”



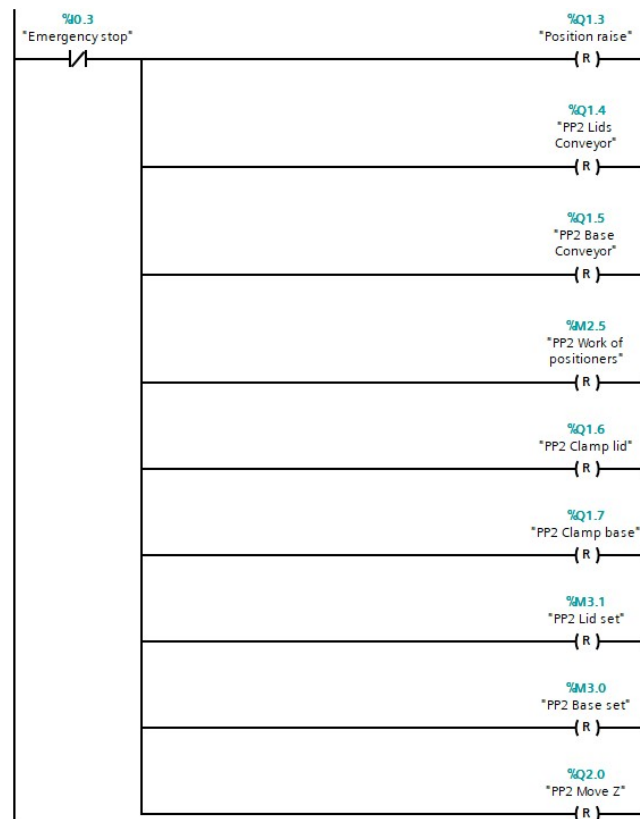
Rys. 3.24. Panel operatora – przycisk „Reset”



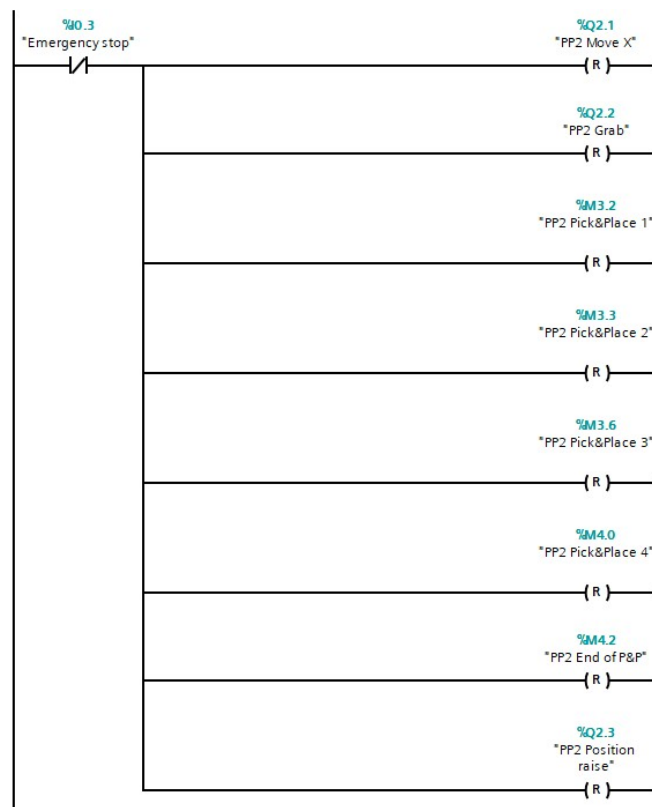
Rys. 3.25. Kod sterujący przyciskiem „Emergency stop” – część pierwsza



Rys. 3.26. Kod sterujący przyciskiem „Emergency stop” – część druga



Rys. 3.27. Kod sterujący przyciskiem „Emergency stop” – część trzecia



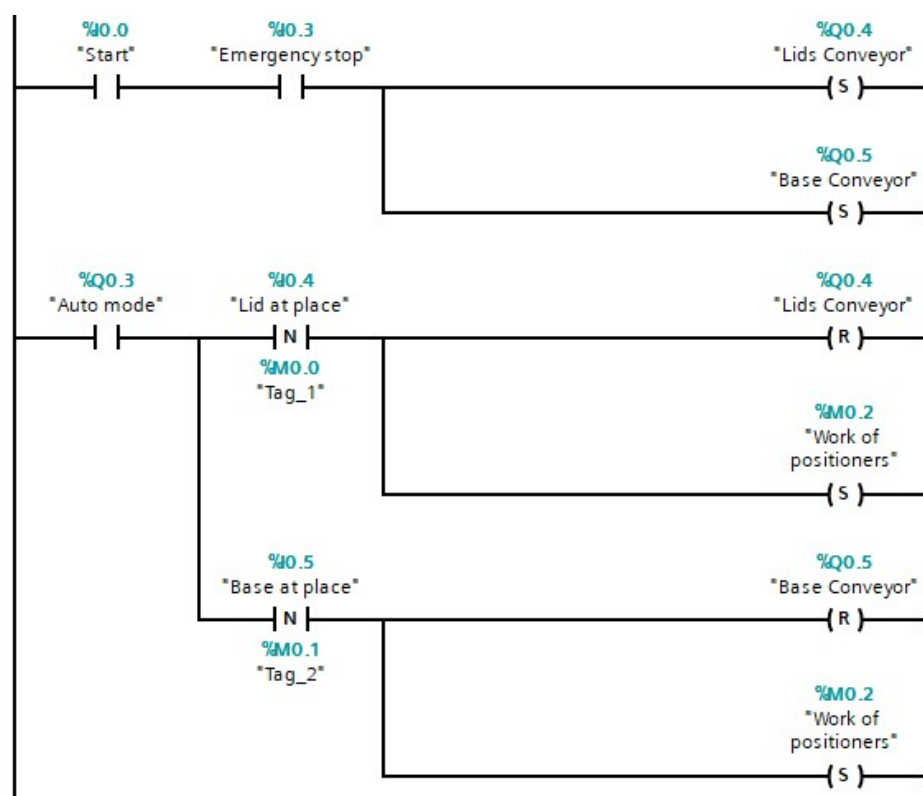
Rys. 3.28. Kod sterujący przyciskiem „Emergency stop” – część czwarta

3.6.2 Stanowisko montażowe [FC1]

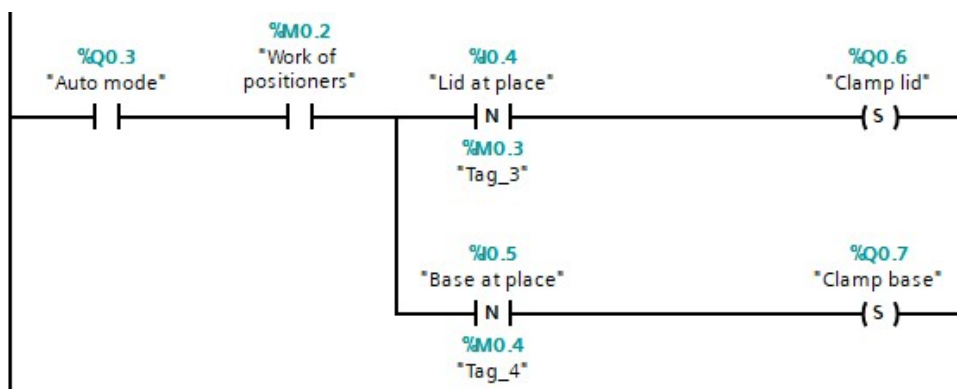
Stanowisko montażowe zostało podzielone na poszczególne części. W pierwszym segmencie kodu przedstawione jest sterowanie przenośnikami taśmowymi (Rys. 3.30.). Po wciśnięciu przycisku „Start” zostają aktywowane przenośniki taśmowe baz oraz pokryw produkt. Po pojawieniu się zbocza opadającego na czujniku wizyjnym, taśmociągi zatrzymują się a maszyna pozycjonująca rozpoczyna pracę (Rys. 3.31. – 3.33.). Po zakończeniu ustawiania maszyna montażowa rozpoczyna proces montowania elementów (Rys. 3.34. – 3.38.) w gotowy produkt (Rys 3.3.). Poniższy kod sterujący jest identyczny zarówno dla linii produkcyjnej z zielonym produktem jak i z niebieskim.

► Block title:	Stanowisko montażowe
► Network 1:	Stanowisko montażowe - przenośniki taśmowe
► Network 2:	Stanowisko montażowe - maszyny pozycjonujące
► Network 3:	Stanowisko montażowe #1
► Network 4:	Stanowisko montażowe #2
► Network 5:	Stanowisko montażowe #3
► Network 6:	Stanowisko montażowe #4
► Network 7:	Stanowisko montażowe #5

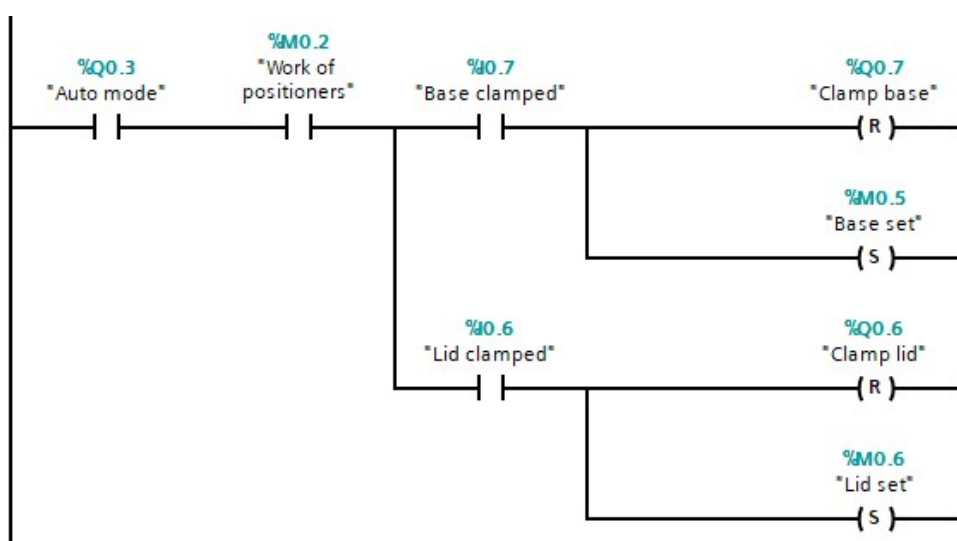
Rys. 3.29. Podział segmentów kodu w bloku [FC1]



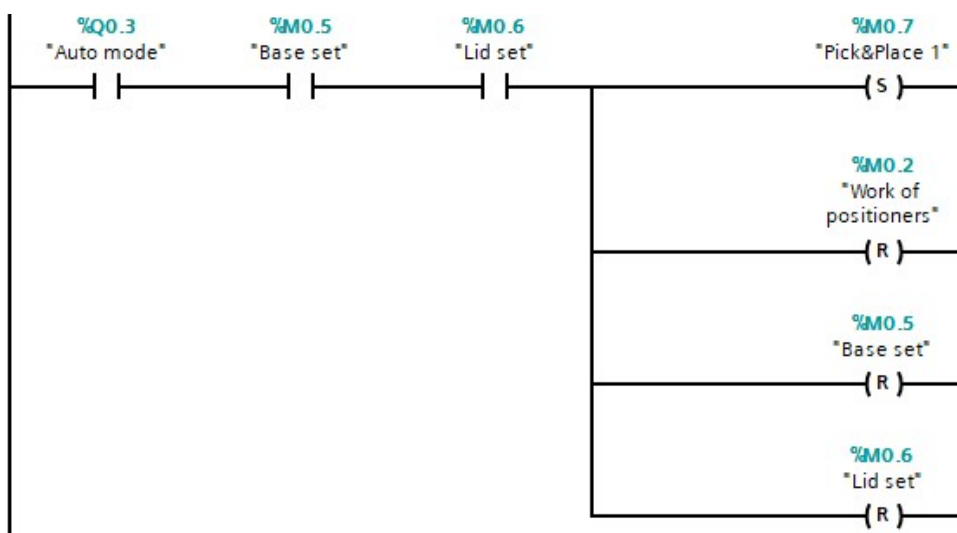
Rys. 3.30. Stanowisko montażowe – sterowanie przenośnikami taśmowymi



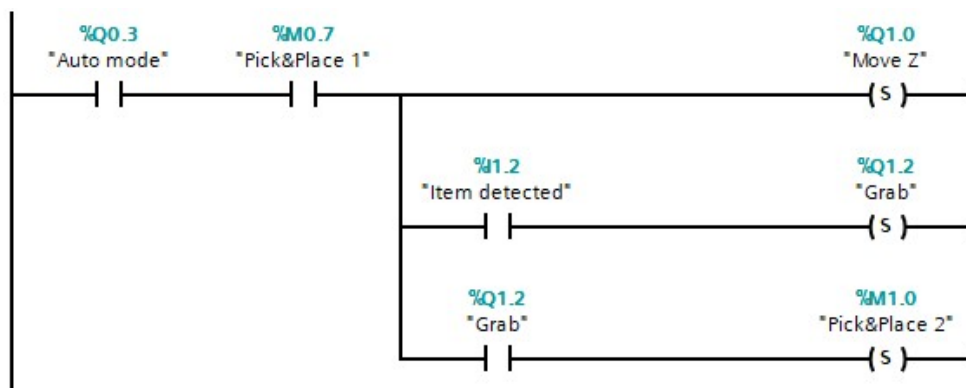
Rys. 3.31. Maszyny pozycjonujące – część pierwsza



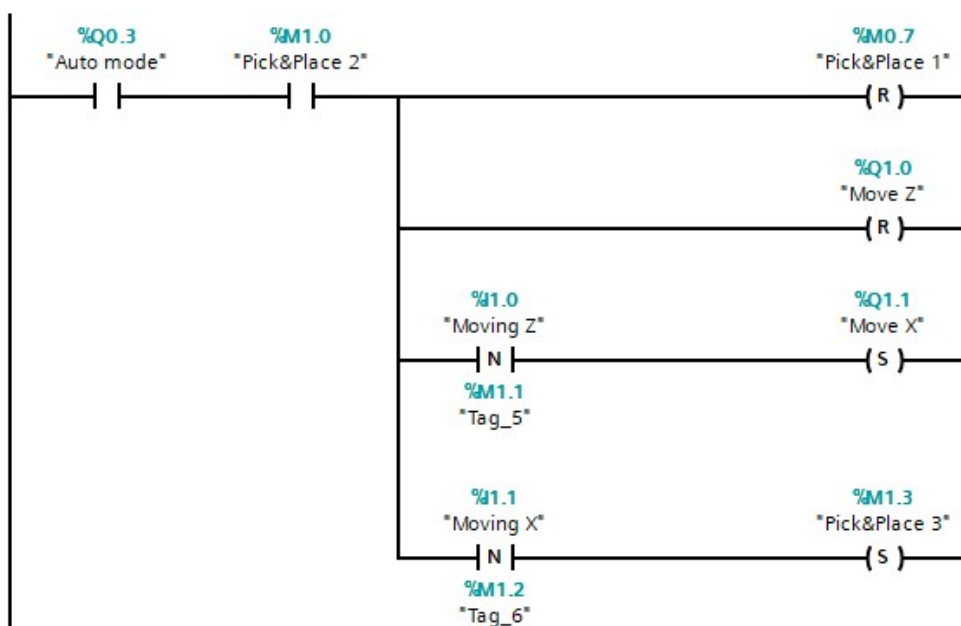
Rys. 3.32. Maszyny pozycjonujące – część druga



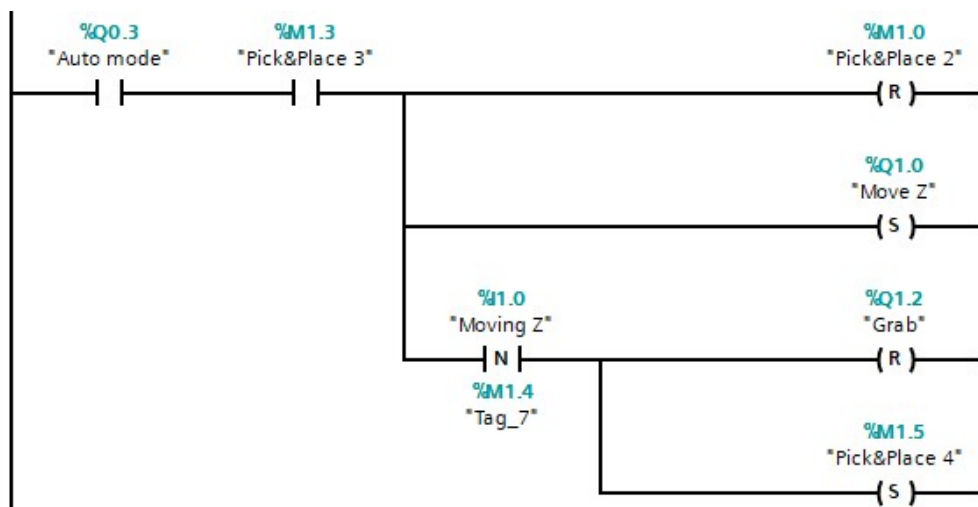
Rys. 3.33. Maszyny pozycjonujące – część trzecia



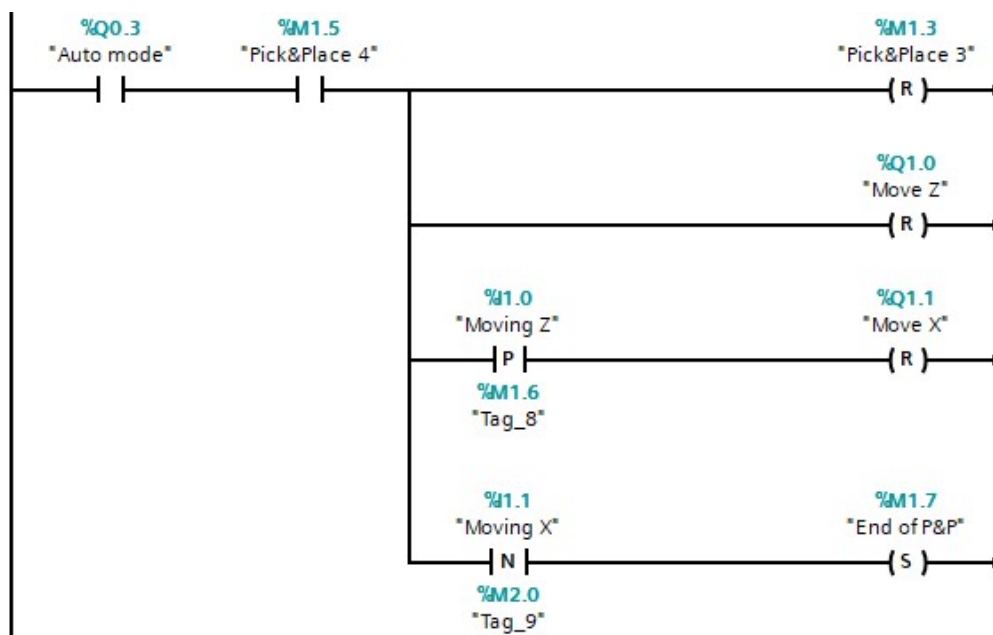
Rys. 3.34. Stanowisko montażowe – część pierwsza



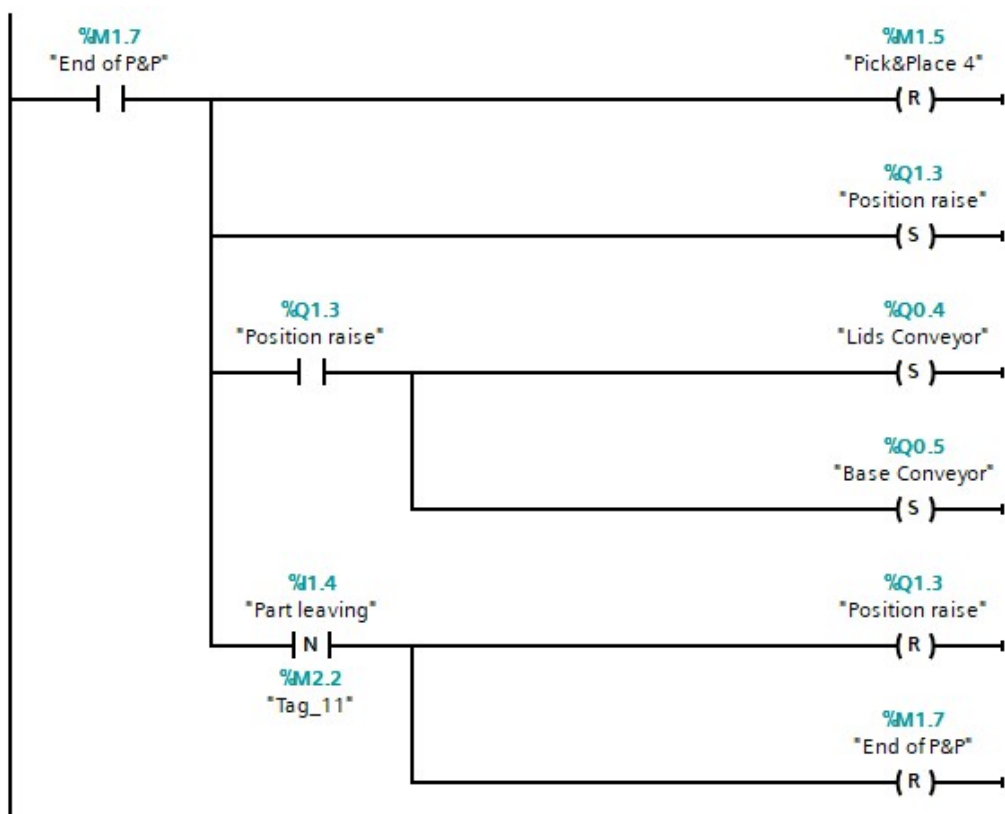
Rys. 3.35. Stanowisko montażowe – część druga



Rys. 3.36. Stanowisko montażowe – część trzecia



Rys. 3.37. Stanowisko montażowe – część czwarta



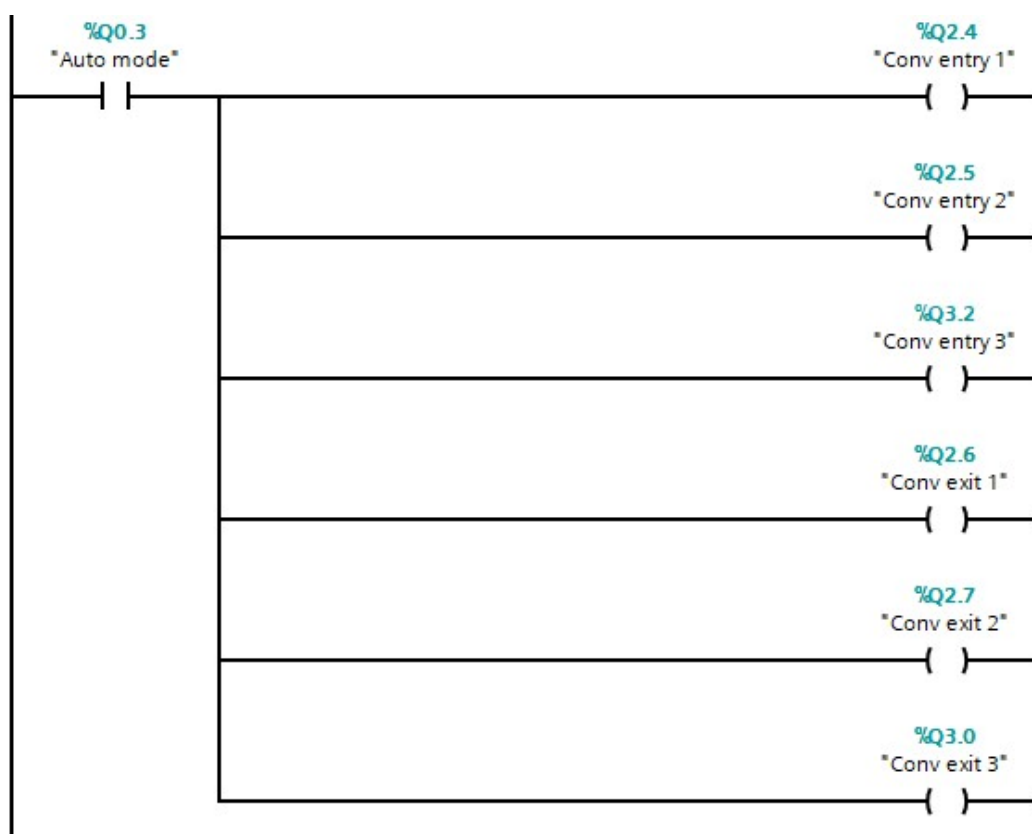
Rys. 3.38. Stanowisko montażowe – część piąta

3.6.3. Stanowisko sortujące [FC4]

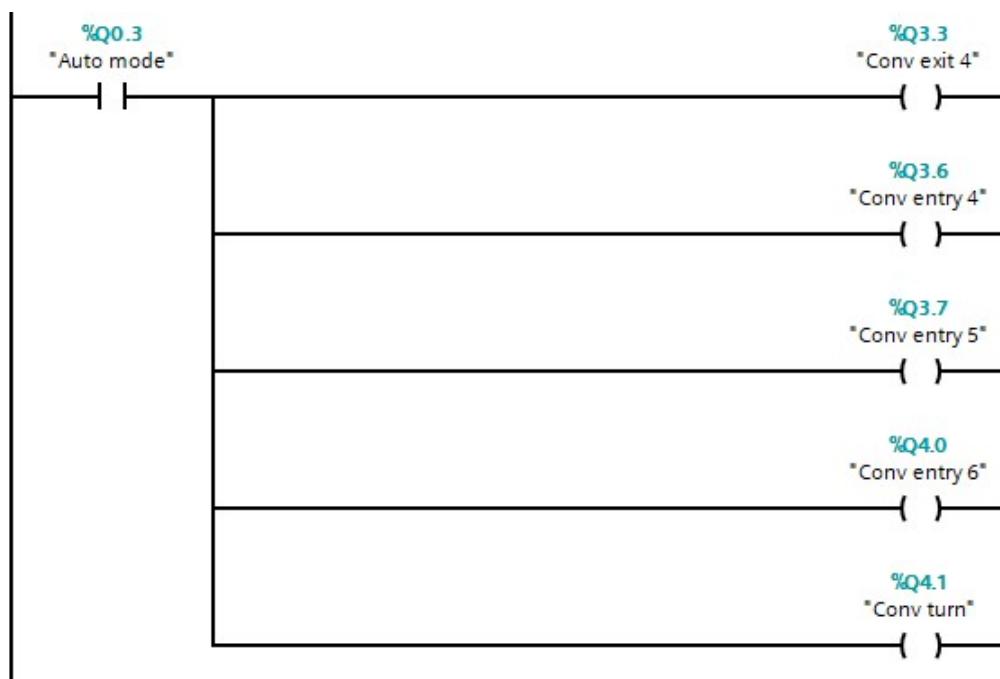
W bloku stanowiska sortującego, przenośniki taśmowe odpowiedzialne za dostarczenie gotowych produktów do stanowiska sortującego załączane są przy rozpoczęciu pracy automatycznej linii produkcyjnej (Rys. 3.40. – 3.41.). Czujnik wizyjny w programie Factory I/O rozpoznaje kolor produktu. Jeżeli zostanie wykryty kolor zielony, maszyna sortująca przekieruje produkt na kolejny przenośnik taśmowy (Rys. 3.42.).

► Block title: Sorter
► Network 1: Sorter - Przenośniki taśmowe #1
► Network 2: Sorter - Przenośniki taśmowe #2
► Network 3: Czujnik wizyjny

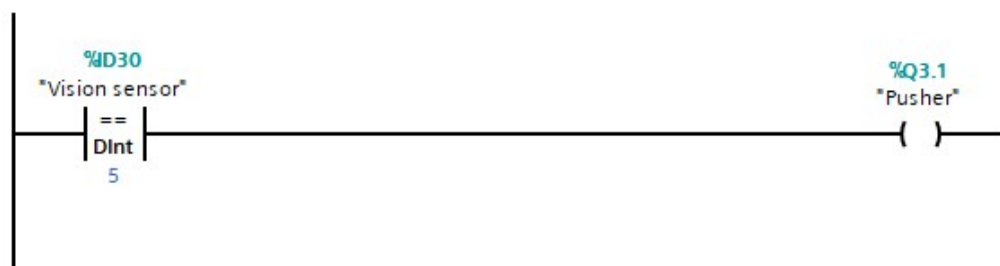
Rys. 3.39. Podział segmentów kodu w bloku [FC1]



Rys. 3.40. Przenośniki taśmowe – część pierwsza



Rys. 3.41. Przenośniki taśmowe – część druga



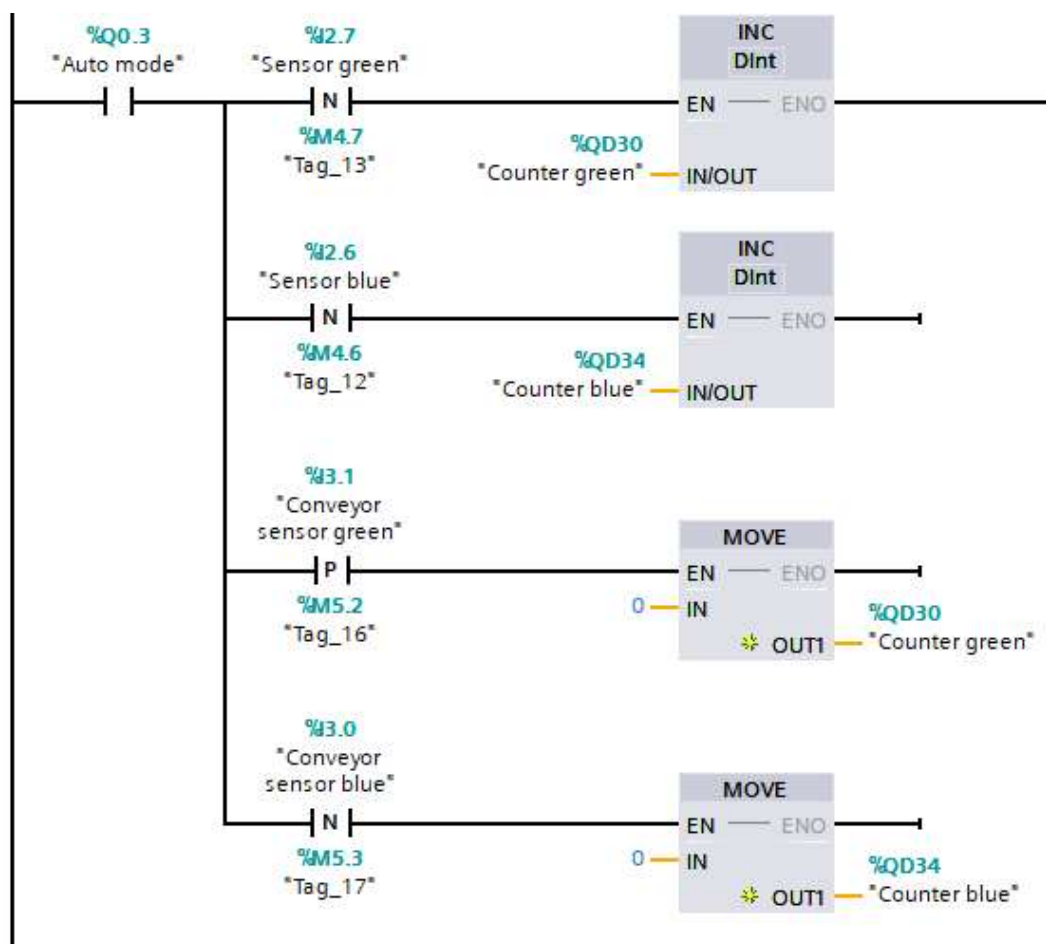
Rys. 3.42. Stanowisko sortujące – czujnik wizyjny

3.6.4. Stanowisko pakowania produktów [FB1]

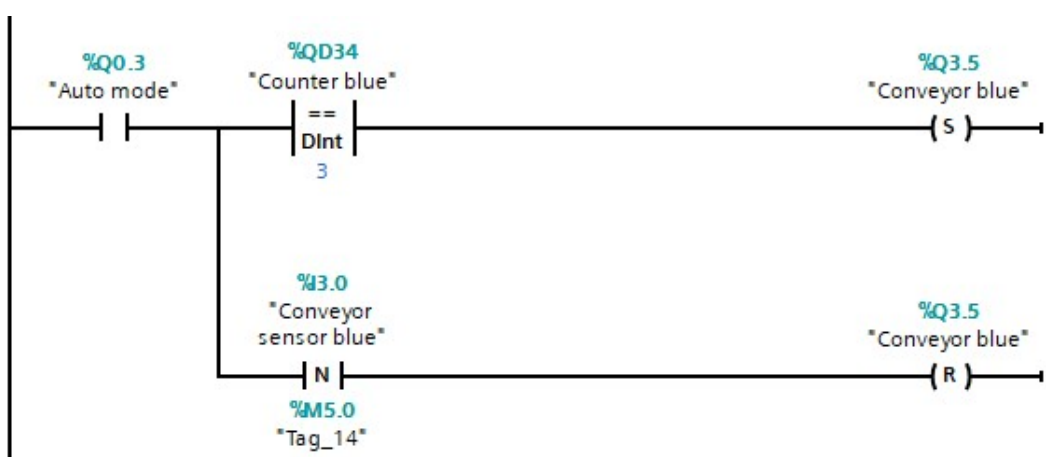
W stanowisku pakowania produktów, pierwszy segment kodu odpowiada za zliczanie produktów, które opuszczają przenośniki taśmowe. Jeśli w skrzyni znajduje się zaprogramowana wcześniej ilość produktów, funkcja „Move” przypisuje wartość „0” do danego licznika a podajnik rolkowy przesuwa skrzynie z gotowymi produktami w kierunku końca linii produkcyjnej.

- **Block title:** Stanowisko pakowania produktów
- **Network 1:** Zliczanie produktów
- **Network 2:** Licznik zielonych produktów
- **Network 3:** Licznik niebieskich produktów

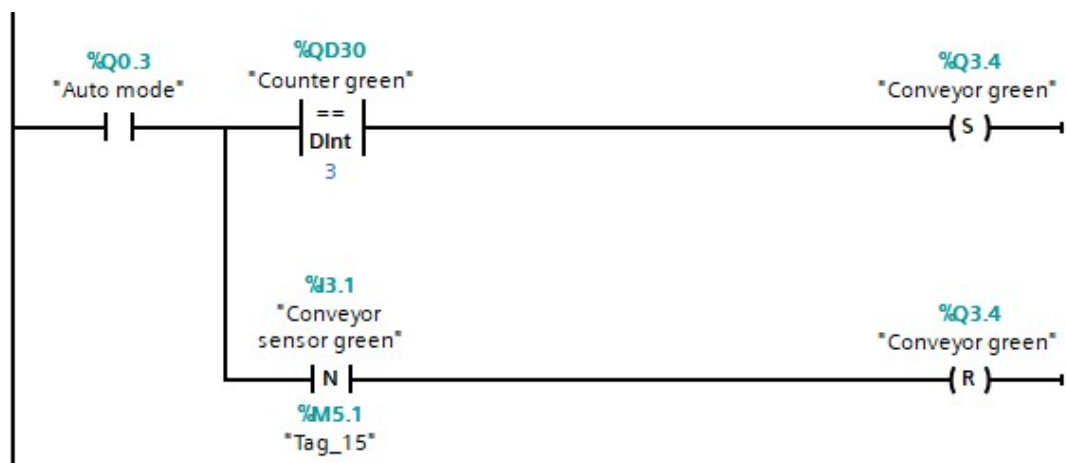
Rys. 3.43. Podział segmentów kodu w bloku [FB1]



Rys. 3.44. Stanowisko sortujące – zliczanie produktów



Rys. 3.45. Stanowisko sortujące – licznik niebieskich produktów



Rys. 3.46. Stanowisko sortujące – licznik zielonych produktów