

Komentarz do prac egzaminacyjnych  
w zawodzie technik mechatronik 311[50]  
(zadanie 4)

ETAP PRAKTYCZNY  
EGZAMINU POTWIERDZAJĄCEGO KWALIFIKACJE ZAWODOWE

OKE Kraków 2012



## **Zadanie egzaminacyjne**

W hali produkcyjnej zainstalowano wentylację mechaniczną nawiewno-wyiewną. W urządzeniu sterowniczym systemu wentylacji zastosowano sterownik PLC. Opis działania systemu zamieszczono w Załączniku 1.

Na stanowisku egzaminacyjnym znajduje się płyta montażowa, zawierająca działający model urządzenia sterowniczego systemu wentylacji. W zależności od wyposażenia stanowiska, model może zawierać zamieszczone w Tabeli 1 rzeczywiste elementy urządzenia lub zamiast rzeczywistych elementów ich modele tj. zamiast przekaźników sygnałowych czujnika przepływu powietrza – przyciski zwierne bez samoczynnego powrotu (bistabilne, normalnie otwarte), zamiast cewek styczników sterujących pracą silników wentylatorów – lampki sygnalizacyjne.

Opracuj projekt realizacji prac związanych z montażem, oprogramowaniem i uruchomieniem urządzenia sterującego pracą systemu wentylacji.

Na podstawie opisu działania systemu wentylacji hali fabrycznej, wykazu elementów urządzenia sterowniczego (Załącznik 1) oraz modelu urządzenia zamontowanego na stanowisku egzaminacyjnym, narysuj schemat połączeń ze sterownikiem PLC elementów rzeczywistego urządzenia tj. przekaźników sygnałowych czujnika przepływu powietrza, cewek styczników sterujących pracą silników wentylatorów, lampki sygnalizacyjnej i przycisków. W KARCIE PRACY EGZAMINACYJNEJ uzupełnij listę przyporządkowania.

Napisz program sterowniczy w języku LAD (schemat drabinkowy) lub FBD (schemat bloków funkcyjnych), zapewniający działanie urządzenia sterowniczego zgodnie z opisem (Załącznik 1). Prześlij program do sterownika PLC, skontroluj poprawność działania urządzenia sterowniczego, wykonując próbne uruchomienie modelu zamontowanego na stanowisku egzaminacyjnym. Wprowadź ewentualne poprawki do programu.

Sporządź dokumentację z wykonanych prac.

**Projekt realizacji prac powinien zawierać:**

1. Tytuł pracy egzaminacyjnej zgodny z treścią zadania.
2. Założenia do projektu realizacji prac wynikające z treści zadania i załącznika.
3. Wykaz działań związanych z montażem, oprogramowaniem i uruchomieniem urządzenia sterującego pracą systemu wentylacji.
4. Wykaz elementów, narzędzi i sprzętu kontrolno-pomiarowego, potrzebnych do montażu i oprogramowania urządzenia sterowniczego.
5. Algorytm działania urządzenia sterowniczego w formie listy kroków lub schematu blokowego.

**Dokumentacja z wykonania prac powinna zawierać:**

1. Uzupełnioną listę przyporządkowania oraz schemat połączeń elementów wejściowych i wyjściowych ze sterownikiem PLC.
2. Wnioski dotyczące poprawności działania programu sterowniczego.
3. Podpisany numerem PESEL jeden zrzut ekranu zawierający program załadowany do pamięci sterownika wraz z komentarzami wyjaśniającymi działanie programu

**UWAGA:**

Zrzut z ekranu umieść w dokumencie edytora tekstu (format A4 o orientacji pionowej), plik zapisz na pulpicie w folderze o nazwie PESEL (PESEL to twój numer pesel). Następnie folder skopiuj do pamięci USB i poproś przewodniczącego zespołu nadzorującego etap praktyczny o wydrukowanie pliku.

Do wykonania zadania wykorzystaj:

**Załącznik 1.** Opis działania systemu wentylacji hali produkcyjnej oraz zamieszczoną w KARCIE PRACY EGZAMINACYJNEJ Listę przyporządkowania.

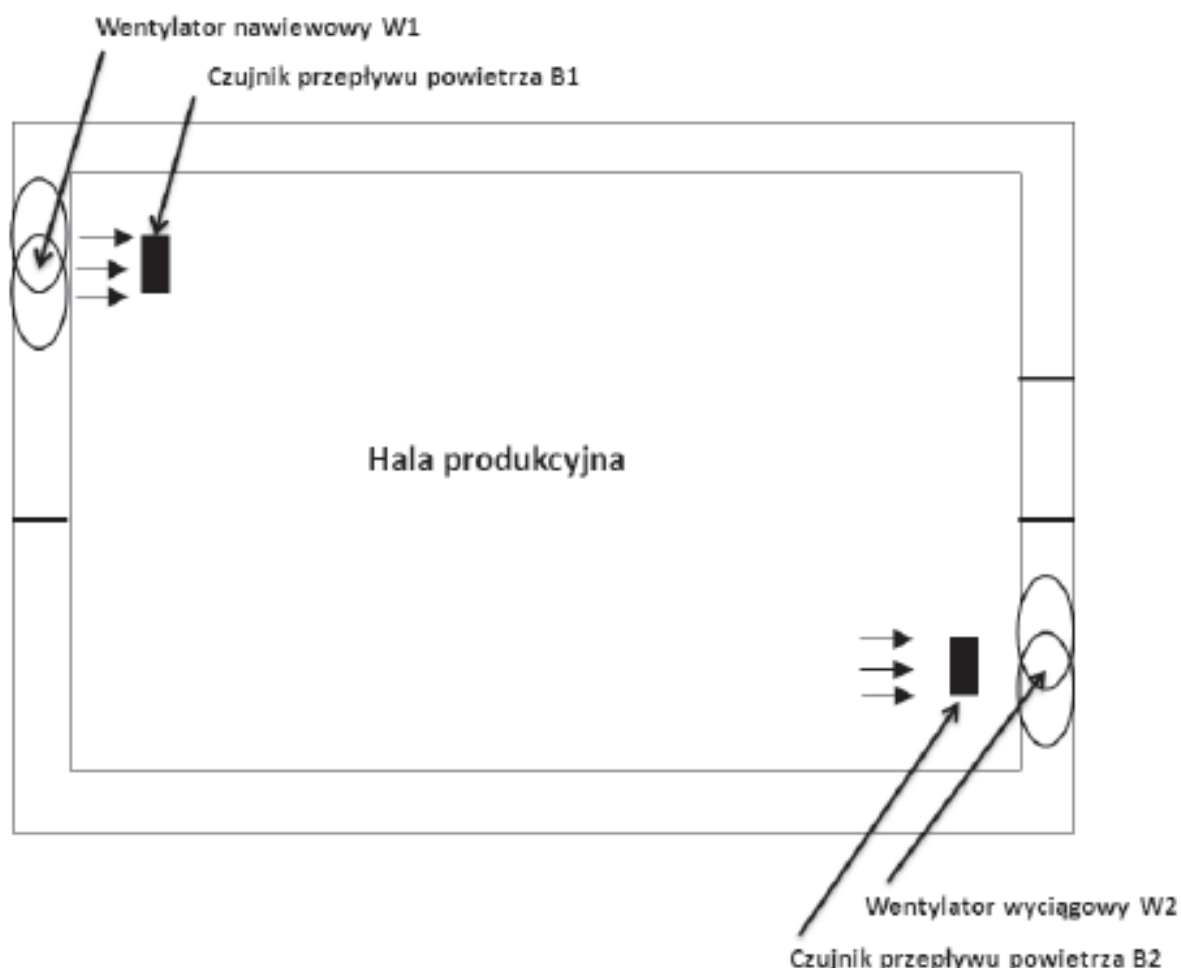
Do wykonania zadania przygotowano stanowisko wyposażone w:

1. Komputer z oprogramowaniem połączony ze sterownikiem PLC.
2. Model urządzenia sterującego pracą systemu wentylacji, składający się z płyty z zamontowanymi i sprawnymi elementami podłączonymi do wejść i wyjść sterownika PLC.
3. Dokumentację stanowiskową, zawierającą informacje o elementach zastosowanych w modelu urządzenia sterowniczego.

**Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 240 minut.**

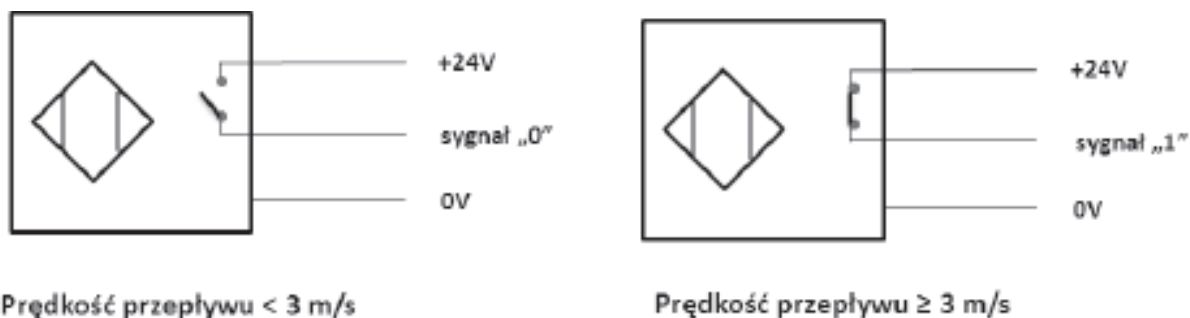
## Opis działania systemu wentylacji hali produkcyjnej

W celu zapewnienia prawidłowej wymiany powietrza w hali produkcyjnej zamontowano mechaniczny system wentylacyjny. Urządzenie sterownicze systemu wentylacji składa się z dwóch wentylatorów W1 i W2, czujników przepływu B1 i B2 (Rys. 1), elementów sterujących S1, S2 i elementów kontrolno-sygnalizacyjnych H1, H2 umieszczonych na pulpicie sterowniczym (Rys. 4) oraz styczników K1 i K2 (Rys. 3). Do sterowania wykorzystano w urządzeniu sterownik PLC (Tabela 1). Powietrze trafia do hali przez wentylator nawiewowy W1, a opuszcza halę przez wentylator wyciągowy W2. Silniki wentylatorów uruchamiane są przez aktywowanie odpowiednio cewek styczników K1 i K2.

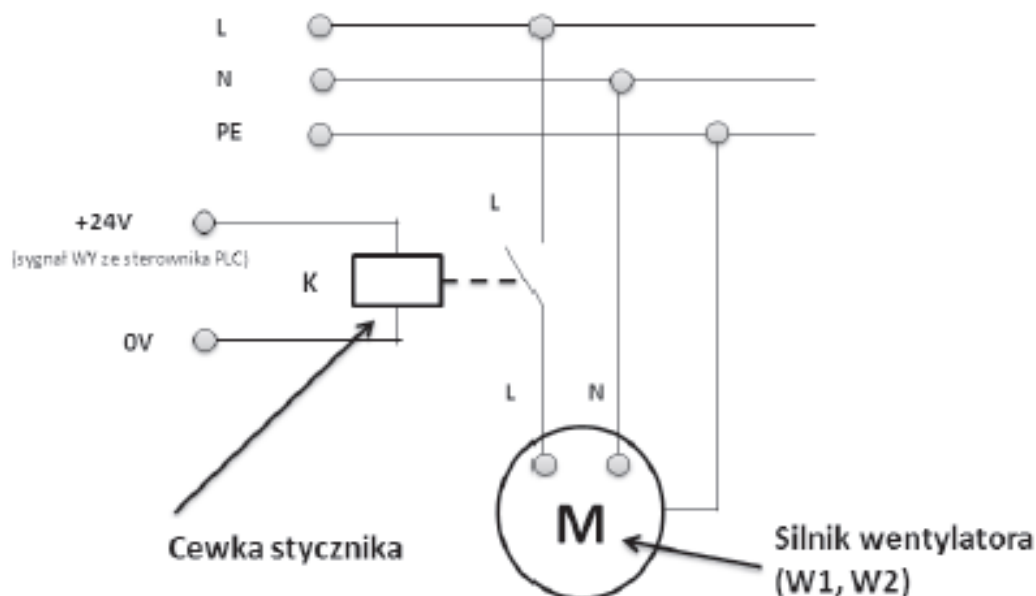


**Rys. 1 Schemat systemu wentylacji hali produkcyjnej**

Czujniki przepływu skonfigurowano w taki sposób, że jeśli zmierzona wartość przepływu powietrza jest większa lub równa 3 m/s, wówczas przełącznik sygnałowy czujnika jest zamknięty, a gdy mniejsza niż 3 m/s – otwarty (Rys. 2).



Rys. 2 Pozycje przekaźników sygnałowych czujników przepływu powietrza.



Rys. 3 Schemat podłączenia elektrycznego silnika wentylatora.

Po włączeniu zasilania urządzenie sterownicze znajduje się w stanie GOTOWOŚĆ. W tym stanie lampki sygnalizacyjne są zgaszone, a przycisk sterowniczy S2 wciśnięty. Wciśnięcie przycisku S1 START powoduje, że urządzenie sterownicze przechodzi ze stanu GOTOWOŚĆ do stanu ROZRUCH, w którym realizowana jest następująca sekwencja działań:

- zostaje załączony wentylator W2 (cewka stycznika K2 zostaje aktywowana),
- pod warunkiem, że czujnik przepływu B2 wskazuje prędkość przepływu większą lub równą 3 m/s, zostaje załączony wentylator W1 (aktywowana cewka stycznika K1),

UWAGA: czas oczekiwania na osiągnięcie, w wyniku pracy wentylatorów W2 i W1, wymaganej prędkości przepływu (min. 3 m/s) wskazywanej przez czujniki B1 i B2, nie może być dłuższy niż 30 sekund dla każdego z wentylatorów.

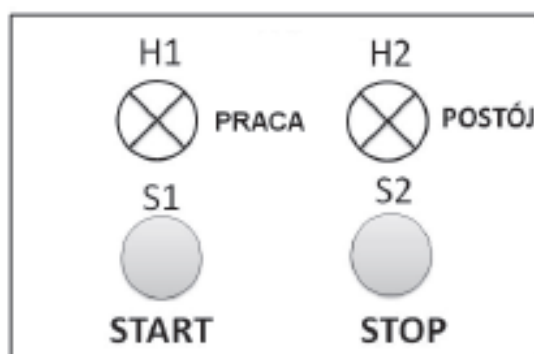
Jeśli prędkość przepływu powietrza mierzona przez czujniki B2 i B1 nie osiągnie wymaganej wartości przepływu w czasie 30 sekund, wówczas urządzenie sterownicze przechodzi w stan POSTÓJ. W tym stanie lampka H2 świeci się, a wentylatory W1 i W2 nie pracują.

Po osiągnięciu przez obydwa wentylatory wymaganej prędkości przepływu powietrza, urządzenie przechodzi ze stanu ROZRUCH w stan PRACA. W tym stanie świeci się lampka sygnalizacyjna H1, a wentylatory pracują w stanie ustalonym.

Jeśli w stanie PRACA czujnik B1 lub B2 będzie wskazywał prędkość przepływu mniejszą niż 3 m/s, wówczas urządzenie sterownicze przechodzi w stan POSTÓJ.

Stan PRACA zostaje wyłączony przez wciśnięcie przycisku S2 STOP. W wyniku wciśnięcia przycisku urządzenie sterownicze przechodzi w stan POSTÓJ.

Ze stanu POSTÓJ jest możliwe przejście wyłącznie do stanu GOTOWOŚĆ poprzez wciśnięcie (o ile nie był wciśnięty), a następnie wyciśnięcie przycisku S2 STOP.



Rys. 4 Rozmieszczenie elementów na pulpicie sterowniczym.

**Wykaz elementów urządzenia sterowniczego  
automatycznego podawania prętów.**

L.p.	Nazwa	Oznaczenie (symbol)	Wybrane parametry katalogowe
1.	Sterownik PLC	PLC	Napięcie zasilania: 24 V DC Moduł wejściowy: minimum 4 wejścia 24 V DC Moduł wyjściowy: minimum 4 wyjścia 24 V DC Montaż: szyna TH 35 lub inny sposób mocowania do płyty Programator: komputer klasy PC Język programowania: LAD lub FBD
2.	Cewki styczników sterujących pracą silników wentylatorów W1 i W2	K1 K2	Cewka o napięciu 24 V DC. Zasilanie cewki K1 wymusza start silnika wentylatora W1. Zasilanie cewki K2 wymusza start silnika wentylatora W2.
3.	Przełączniki sygnałowe czujników przepływu powietrza	B1 B2	Napięcie znamionowe: 24 V DC. Wyjście typu PNP. Detekcja prędkości przepływu powietrza.
4.	Przycisk START	S1	Przycisk zwierny NO o samoczynnym powrocie (monostabilny), $U_n \leq 230 \text{ V}$ , $I_n = 1,5 \text{ A}$ Montaż : szyna TH 35 lub inny sposób mocowania do płyty.
5.	Przycisk STOP	S2	Przycisk rozwierny NC z rygłem, bez samoczynnego powrotu (bistabilny), $U_n \leq 230 \text{ V}$ , $I_n = 1,5 \text{ A}$ Montaż : szyna TH 35 lub inny sposób mocowania do płyty.
6.	Lampka	H1 H2	Lampa z żarówką 5 W / 24 V DC Lampki sygnalizacyjne. .

**W pracy egzaminacyjnej oceniane były elementy:**

### **Projekt realizacji prac**

1. Tytuł pracy egzaminacyjnej zgodny z treścią zadania.
2. Założenia do projektu realizacji prac wynikające z treści zadania i załącznika.
3. Wykaz działań związanych z montażem, oprogramowaniem i uruchomieniem urządzenia sterowniczego pracą systemu wentylacji.
4. Wykaz elementów, narzędzi i sprzętu kontrolno-pomiarowego, potrzebnych do montażu i oprogramowania urządzenia sterowniczego.
5. Algorytm działania urządzenia sterowniczego w formie listy kroków lub schematu blokowego.

### **Dokumentacja z wykonania prac**

6. Uzupełnioną listę przyporządkowania oraz schemat połączeń elementów wejściowych i wyjściowych ze sterownikiem PLC.
7. Wnioski dotyczące prawidłowości działania programu sterowniczego.
8. Podpisany numerem PESEL jeden zrzut ekranu zawierający program załadowany do pamięci sterownika wraz z komentarzami wyjaśniającymi działanie programu.

### **Projekt realizacji prac**

#### **Ad 1. Tytuł pracy egzaminacyjnej**

W większości zdający prawidłowo sformułowali tytuły swoich pracy egzaminacyjnych. Uwzględniali w nich zarówno zakres prac, jakie należało wykonać (montaż, oprogramowanie i uruchomienie układu sterowania), jak i rodzaj sterowanego elementu (urządzenie sterujące pracą systemu wentylacji).

Oba poniższe przykłady pokazują prawidłowo zapisane przez zdających tytuły pracy egzaminacyjnych.

#### **Przykład 1**

Projekt realizacji prac związanych z montażem,  
(tytuł pracy egzaminacyjnej)  
oprogramowaniem i uruchomieniem urządzenia  
sterującego pracą systemu wentylacji.

#### **Przykład 2**

1. PROJEKT REALIZACJI PRAC ZWIĄZANYCH Z MONTAŻEM, OPROGRAMOWA-  
(tytuł pracy egzaminacyjnej)  
NIEM I URUCHOMIENIEM URZĄDZENIA STERUJĄCEGO PRACĄ SYSTEMU  
WENTYLACJI Z WYKORZYSTANIEM STEROWNIKA PLC

W niewielu pracach zabrakło poprawnie sformułowanego tytułu. Zdający w większości podawali niepełny zakres prac, głównie pomijali oprogramowanie. Zdarzały się prace, w których podawali jedynie urządzenie, dla którego należało przygotować układ sterowania.

## Ad 2. Założenia wynikające z treści zadania i załącznika

Gros zdających bez problemu poradziła sobie ze sformułowaniem założeń. Większość z nich podawała prawie wszystkie niezbędne do wykonania zadania informacje. Zdający uwzględniali tu zarówno informacje ogólne, dotyczące działania elementów układu, jak i dotyczące działania układu.

Poniżej zamieszczone zostały fragmenty prac egzaminacyjnych zawierające stosunkowo poprawnie zapisane założenia. Wprawdzie można było zapisać w bardziej skondensowanej formie, co zapewne ułatwiło później tworzenie algorytmu działania. Niemniej jednak forma zapisu nie miała wpływu na ocenę.

### Przykład 1

#### 2. Założenia do projektu realizacji prac wynikające z treści zadania i załącznika.

- 1) Urządzenie do sterowania systemem wentylacji dziecka w oparciu o sterownik PLC (obwódnie programowalny)
- 2) Urządzeniem wykonawczym są dwa wentylatory <sup>H1 i H2</sup> napędzane silnikami które są uruchamiane cewkami <sup>K1 i K2</sup>
- 3) Na pulpicie sterownym znajdują się dwie lampki H1 i H2 oraz dwa przyciski S1 - PRACA, S2 - STOP
- 3) Jeżeli prędkość przepływu mierzona przez czujniki B1 i B2 nie osiągnie wymaganej wartości w ciągu 30s, to urządzenie sterownicze przechodzi w stan POSTÓJ - świeci się lampka H2 a wentylatory H1 i H2 nie pracują.
- 4) Po osiągnięciu przez dwa wentylatory wymaganej prędkości przepływu powietrza, urządzenie przechodzi ze stanu ROZRUCH w stan PRACA. W tym stanie świeci się lampka H1 i pracują wentylatory H1 i H2.
- 5) Stan PRACA zostaje wyłączony przez naciśnięcie przycisku S2 - STOP. Wg. urządzenie przechodzi w stan POSTÓJ
- 6) Ze stanu POSTÓJ jest możliwe przejście wyłączone do stanu GOTOWOŚĆ, poprzez naciśnięcie (o ile nie był wciśnięty), a następnie naciśnięcie przycisku S2 - STOP
- 7) Napięcie zasilania wynosi 24 VDC dla sterownika PLC, cewek sterowników K1 i K2, czujników przepływu B1 i B2 oraz lampki H1 i H2, natomiast dla przycisków S1 i S2 napięcie wynosi  $\leq 730V$
- ~~8) Na miejscu zamontowane są dwa wentylatory, ich silniki~~
- 8) Na miejscu zamontowane są dwa wentylatory, ich silniki, dwa czujniki, pulpit sterowniczy

## Przykład 2

### ZAKOZENIA:

• w urządzeniu sterowniczym systemu wentylacji zastosowano sterownik PLC  
• w hali produkcyjnej zamontowano mechaniczny system wentylacji  
• wentylator W1 jest wentylatorem nawiewnym  
• wentylator W2 jest wentylatorem wyciągowym  
• silniki wentylatorów W1, W2 są zasilane poprzez podanie napięcia na cewkę stycznika odpowiednio K1 lub K2 (K1 zasilają W1, K2 zasilają W2)  
• czujniki przepływu B1 i B2 zwracają sygnały sygnałowe, gdy zmierzona wartość przepływu powietrza jest większa lub równa  $3 \text{ m/s}$  (gdy wartość przepływu powietrza jest mniejsza niż  $3 \text{ m/s}$  sygnały czujników B1 i B2 są zerowe)  
• urządzenie sterownicze znajduje się w stanie GOTOWOŚĆ po zasilaniu (lampki sygnalizacyjne H1, H2 są zgaszone, przycisk ~~S1~~ S2 o stykach NC jest wciśnięty)  
• wciśnięcie przycisku monostabilnego S1 o stykach NO powoduje przejście urządzenia (START) powoduje przejście urządzenia ze stanu GOTOWOŚĆ w stan ROZRUCH  
• w stanie ROZRUCH realizowana jest sekwencja działań:  
- wentylator W2 zostaje zasilony (podanie napięcia na cewkę stycznika K2)  
- wentylator W1 zostaje zasilony (podanie napięcia na cewkę stycznika K1),  
gdy czujnik B2 wskazuje prędkość przepływu powietrza większą lub równą  $3 \text{ m/s}$ , stan ROZRUCH trwa maksymalnie 30 sekund (czas oczekiwania na wskazanie przez czujnik B1 i B2 wymaganej prędkości przepływu jest nie dłuższy jak 30 sekund) dla którego z wentylatorów, gdy czas ten został przekroczony urządzenie przechodzi w stan POSTÓJ  
po osiągnięciu wymaganej prędkości przepływu powietrza przez W1 i W2 w czasie krótszym niż 30 sekund urządzenie przechodzi w stan PRACA  
w stanie PRACA świeci się lampka sygnalizacyjna H1, wentylatory W1 i W2 są zasilane  
• urządzenie sterujące przechodzi ze stanu PRACA w stan POSTÓJ, gdy czujnik B1 lub B2 będzie wskazywał mniejszą niż  $3 \text{ m/s}$  prędkość przepływu powietrza  
w stanie POSTÓJ świeci się lampka sygnalizacyjna H2, wentylatory H1 i H2 nie pracują  
• stan PRACA zostaje przechodzi w stan POSTÓJ poprzez wciśnięcie przycisku S2 (STOP)  
• urządzenie przechodzi ze stanu POSTÓJ do stanu GOTOWOŚĆ poprzez wciśnięcie przycisku S2 a następnie jego wciśnięciem  
wentylatory W1, W2 są zamontowane i podłączone do styczników K1 i K2  
czujnik B2 mieści na czujnik B1 i B2 są przygotowane  
pulpit sterowniczy z lampkami H1 i H2 oraz przyciskami S1 i S2 jest zamontowany  
sterowanie jest realizowane na napięciu 24VDC

Do najczęściej popełnianych błędów w tym elemencie należało pomijanie informacji dotyczących funkcji, jakie poszczególne elementy miały pełnić w układzie sterowania. W większości prac brakowało informacji o głównym urządzeniu układu sterowania, czyli sterowniku PLC.

Najczęściej opracowanie tego elementu pracy egzaminacyjnej sprowadzało się do przepisania treści zadania i załączników. Byli zdający, którzy potraktowali tę część bardzo pobieżnie. W jednym i drugim przypadku wypaczony został sens pisanego założenia, które powinny były ułatwić opracowywanie dalszych elementów projektu realizacji prac.

### Ad 3. Wykaz działań związanych z montażem, oprogramowaniem i uruchomieniem urządzenia sterującego pracą systemu wentylacji

W wykazie działań zdający słusznie uwzględniali: montaż mechaniczny urządzeń i elementów układu sterowania, wykonanie połączeń elektrycznych między czujnikami a wejściami oraz między cewkami stycznika i lampkami sygnalizacyjnymi a wyjściami sterownika, sprawdzenie poprawności połączeń elektrycznych, napisanie i zasymulowanie działania programu, załączenie zasilania układu, wgranie programu do sterownika i przetestowanie/uruchomienie urządzenia sterowniczego systemu wentylacji.

Poniżej przedstawione zostały fragmenty prac egzaminacyjnych zawierający wykazy uwzględniające wszystkie istotne działania.

#### Przykład 1

3. Wykaz działań związanych z montażem, oprogramowaniem i uruchomieniem urządzenia sterującego pracą systemu wentylacji

- 1) Analiza treści zadania i danych technicznych elementów
- 2) Sformułowanie założeń do projektu
- 3) Malowanie mapy zasilania dla poszczególnych elementów
- 4) Uzupełnienie listy przyporządkowania i narysowanie schematu elektrycznego
- 5) Prace montażowe:
  - odczytanie mapy zasilania
  - zamontowanie sterownika PLC na szynie TH 35
  - podłączenie czujników B1 i B2 do wejść sterownika PLC oraz do mapy zasilania 24VDC
  - podłączenie przycisków S1 i S2 do wejść sterownika PLC oraz do mapy zasilania 230V
  - podłączenie lampki H1 i H2 do wyjść sterownika PLC oraz do mapy zasilania 24VDC
  - podłączenie cewek styczników K1 i K2 do wyjść sterownika PLC oraz do mapy zasilania 24VDC
  - sprawdzenie poprawności montażu i ewentualna poprawa błędów
- 6) Programowanie:
  - napisanie programu w języku FBD
  - symulacja działania programu i ew. poprawa błędów
  - wgranie programu na sterownik
- 7) Uruchomienie urządzenia sterującego pracą systemu wentylacji i ewentualna poprawa błędów

## Przykład 2

3. Wykaz działań związanych z montażem, oprogramowaniem i uruchomieniem urządzenia sterującego pracą systemu wentylacji
1. opracowanie koncepcji ~~systemu~~ urządzenia sterującego pracą systemu wentylacji zgodnie z założeniami
  2. sporządzenie ~~listy~~ ~~przyporządkowania~~ ~~zgodnej z założeniami~~ ~~opracowanej koncepcji~~
  3. narysowanie schematu elektrycznego urządzenia sterującego pracą systemu wentylacji zgodnego z założeniami, ~~listą~~ ~~przyporządkowania~~ i ~~opracowaną koncepcją~~
  4. odłączenie zasilania elektrycznego systemu wentylacji ~~urządzenia~~
  5. sprawdzenie obecności napięcia elektrycznego w miejscach pracy (jeżeli nie występuje ~~można~~ można rozpocząć pracę)
  6. montaż szafy sterującej SZS1, w której zostanie umieszczona ~~urządzenie~~ urządzenie sterujące, w miejscu na nie przeznaczonym
  7. montaż pozostałych elementów urządzenia sterującego (w tym czujników B1, B2 w miejscach na nie przeznaczonych, sterownika PLC, zasilacza Z1 w szafie sterowniczej SZS1)
  8. sprawdzenie
  8. sprawdzenie poprawności montażu elementów urządzenia sterującego, ewentualne poprawki
  9. wykonanie połączeń elektrycznych zgodnie ~~z~~ ze schematem elektrycznym (przewody elektryczne wychodzące z szafy sterowniczej poprowadzić w korytkach przewodowych w miejscach na nie przeznaczonych) i połączenie czujników B1, B2, pulpitu sterującego (lampki H1, H2, przyciski S1, S2), doprowadzenie zasilania elektrycznego do szafy SZS1 zasilacza Z1, cewek styczników K1, K2 do urządzenia sterującego, wejściówiec sterownika PLC, zasilacza Z1
  10. sprawdzenie poprawności wykonanych połączeń elektrycznych, ewentualne poprawki
  11. Złączenie zasilania elektrycznego ~~urządzenia~~ sterującego pracą systemu wentylacji i systemu wentylacji
  12. sprawdzenie czy urządzenie sterujące i system wentylacji spełnia normy bezpieczeństwa, ewentualne poprawki
  13. kalibracja czujników B1, B2
  14. napisanie programu na sterowniku PLC zgodnego z założeniami i listą przyporządkowania
  15. sprawdzenie poprawności napisanego programu, ewentualne poprawki
  16. wgranie programu na sterownik PLC
  17. uruchomienie ~~urządzenia~~ urządzenia sterującego systemem wentylacji
  18. sprawdzenie poprawności działania urządzenia sterującego i systemu wentylacji (czy spełnia założenia), ewentualne poprawki
  19. sprawdzenie czy działające urządzenie sterujące i system wentylacji spełnia normy bezpieczeństwa
  20. ewentualne uzupełnienie dokumentacji technicznej

Zdarzało się, że zdający w wykazach działań nie uwzględniali:

- sprawdzenia poprawności połączeń elektrycznych,
- załączenia zasilania układu sterowania,
- odłączenia zasilania przed przystąpieniem do pracy,
- montażu mechanicznego elementów układu sterowania.

W wielu pracach zdający bardzo dokładnie opisywali sposób wykonania z montażu mechanicznego i elektrycznego elementów układu sterowania. Nie było to jednak konieczne i nie podlegało ocenie.

### Ad 4. Wykaz elementów, narzędzi i sprzętu kontrolno-pomiarowego, potrzebnych do montażu i oprogramowania urządzenia sterowniczego

W tym elemencie pracy zdający powinni umieścić elementy projektowanego układu sterowania oraz narzędzia i sprzęt kontrolno-pomiarowy niezbędne do wykonania zadania.

Sporządzając wykazy elementów, narzędzi i sprzętu kontrolno-pomiarowego należało wykorzystać między innymi informacje zawarte w tabeli 1, w załączniku 1. Większość zdających bardzo dobrze wykonała ten element zadania egzaminacyjnego.

Niżej zamieszczone przykłady przedstawiają kompletne wykazy urządzeń i elementów układu sterowania.

### Przykład 1

Wykaz elementów, narzędzi i sprzętu kontrolno-pomiarowego, potrzebnych do montażu i oprogramowania urządzenia sterowniczego.

#### 1) Elementy:

- sterownik PLC, napięcie zasilania 24VDC, moduł wejściowy min 4 wejścia 24VDC, moduł wyjściowy: min 4 wyjścia 24VDC, montaż: szyna TH35 lub mocowanie do płyty, programator - komputer klasy PC, język programowania LAD lub FBD.
- cewki styczników sterujących przez silniki wentylatorów W1 i W2 oznaczenie cewek - K1, K2, obie na napięcie 24VDC, zasilanie cewki K1 wymusza start wentylatora W1, zasilanie cewki K2 wymusza start wentylatora W2
- przedmiarki sygnałowe czujników przepływu powietrza, oznaczenie: B1 i B2, napięcie 24VDC, wyjście typu PNP, detekcja przedkości przepływu powietrza
- przycisk START - oznaczenie S1 - przycisk zwrotny NO monostabilny (o samoczynnym powrocie)  $U_n \leq 230V$ ,  $I_n = 1,5A$ , montaż: szyna TH35 lub inny sposób mocowania do płyty
- przycisk STOP - oznaczenie S2 - przycisk rozdzielnym NC z ryglem, bistabilny (bez samoczynnego powrotu)  $U_n \leq 230V$ ,  $I_n = 1,5A$ , montaż: szyna TH35 lub inny sposób mocowania do płyty
- lampki oznaczenie H1 i H2 - lampy z żarówką 5W/24VDC - lampki sygnalizacyjne

#### 2) Narzędzie i sprzęt

- kompletokrętek płaskich i krzyżowych
- ~~zestaw~~ komplet kluczy płaskich i arkuszy
- multimetr uniwersalny
- obcinaczki przewad
- kleszcze do ściągania izolacji
- sznypce
- przewody igłownicze
- komputer klasy PC z odpowiednim oprogramowaniem i modelem komunikacyjnym z sterownikiem PLC

## Przykład 2

4. Wykaz elementów, narzędzi i sprzętu kontrolno-pomiarowego, potrzebnych do montażu i oprogramowania urządzenia sterującego

a) elementy:

- sterownik PLC ( $U_{ZNAM}=24VDC$ )
- zasilacz Z1 ( $U_{WE}=230VAC$ ,  $U_{WY}=24VDC$ )
- przycisk S1 (START) - monostabilny NO  $U_{ZNAM}=24VDC \leq 230V$
- przycisk S2 (STOP) - bistabilny NC  $U_{ZNAM} \leq 230V$
- lampki sygnalizacyjne H1, H2 - ~~5~~ 5W 24VDC
- styczniki K1, K2 - cewki styczników o napięciu 24VDC

- szafa sterownicza SzS1 z listą szyną TH35
- pulpit operatora sterownicy
- czujniki przepływu powietrza B1, B2 (styki NO,  $U_{ZNAM}=24VDC$ )

b) materiały:

- przewody elektryczne YDY  $1 \times 0,5 mm^2$ , YDY  $2 \times 1,5 mm^2$
- ~~listy~~ listy szynowe montowane na szynę TH35
- korytka przewodowe
- kolki rozporowe i wkładki
- końcówki do przewodów elektrycznych

c) narzędzia

- komplet wkładek płaskich i kątowych
- komplet kluczy płaskich
- wiertarka ~~noż~~ z udarem i kompletem wiertel
- kleszcze do obcinania przewodów elektrycznych
- noż
- pilnik do plastiku
- narzędzie do zdejmowania izolacji z przewodów elektrycznych
- narzędzie do zaciskania końcówek na przewody elektryczne

d) sprzęt kontrolno-pomiarowy:

- wskaźnik obecności napięcia elektrycznego
- tester ciągłości obwodów
- multimetr cyfrowy
- przyrząd służący do kalibracji czujników przepływu powietrza

e) inny sprzęt:

- komputer PC z oprogramowaniem narzędziowym do programowania sterowników PLC
- przewód do komunikacji PC  $\leftrightarrow$  PLC

Przedstawione przykłady zawierają pełne wykazy elementów, narzędzi i sprzętu kontrolno-pomiarowego potrzebnych do montażu, zaprogramowania i uruchomienia układu. Wielokrotnie zdający podawali wykazy zbyt rozbudowane. Niepotrzebnie umieszczali w nich np. młotek, zestawy do lutowania czy wiercenia.

Do najczęściej występujących w wykazach uchybień należy zaliczyć:

- wymienianie tylko cewki stycznika zamiast stycznika,
- brak określenia rodzaju stosowanych czujników,
- brak określenia typu zestyków NO czy NC,
- pomijanie oprogramowania specjalistycznego niezbędnego do programowania sterownika.

**Ad 5. Algorytm działania urządzenia sterowniczego w formie listy kroków lub schematu blokowego.**

Algorytm należało opracować głównie w oparciu o informacje zawarte w załączniku 1 - „Opis działania systemu wentylacji hali produkcyjnej”. Zdający mieli możliwość wyboru formy przedstawienia algorytmu. Zastosowana forma nie miała wpływu na ocenę tego elementu. Liczyła się tylko logika działania.

Niestety tylko nieliczne osoby opracowały algorytm działania urządzenia, który uwzględniałby wszystkie przedstawione w opisie działania warunki.

Poniżej zamieszczone zostały fragmenty prac egzaminacyjnych zawierające algorytmy działania systemu wentylacyjnego.

**Przykład 1**

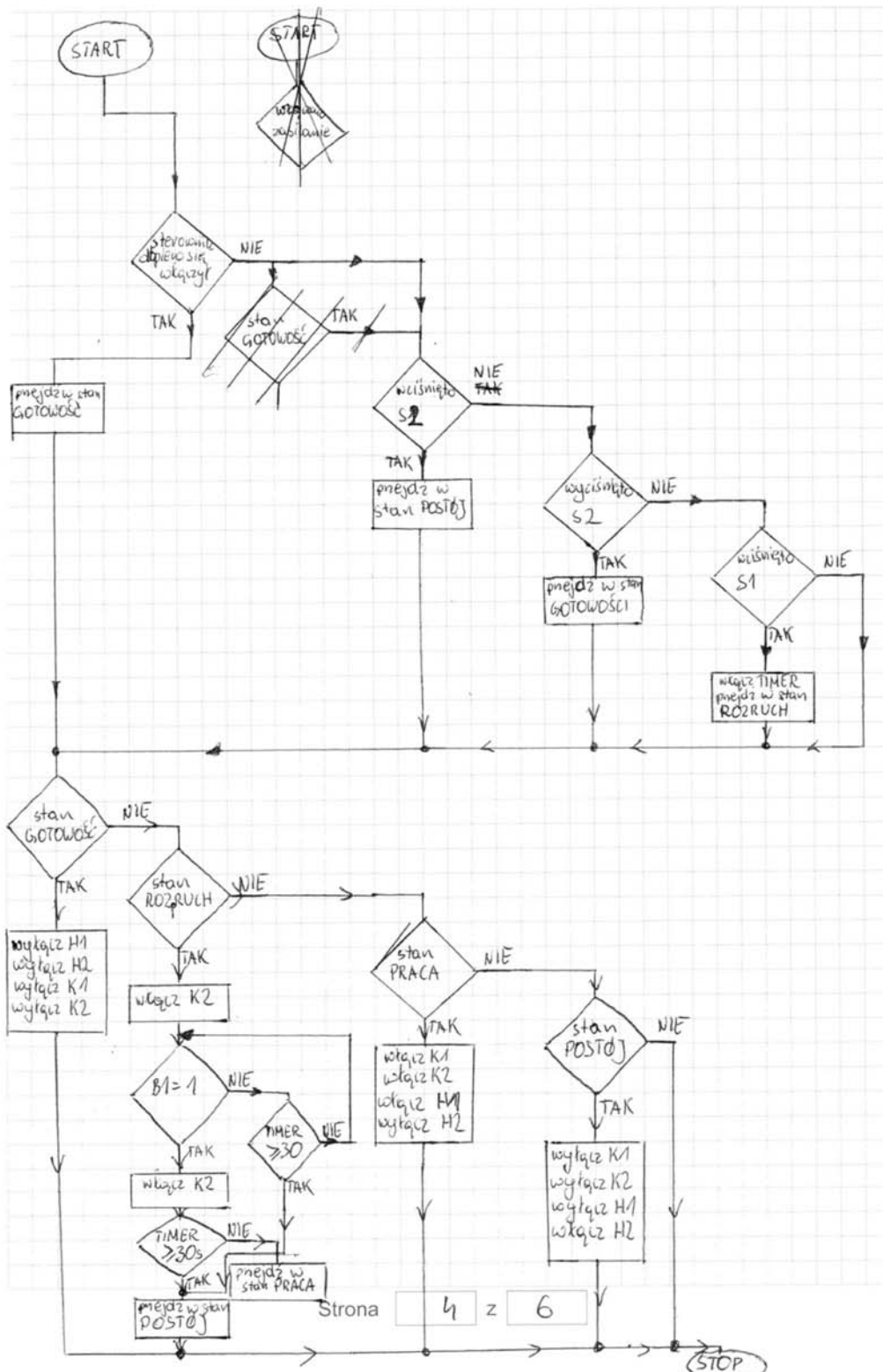
W poniższym algorytmie nieuwzględnione zostały wszystkie uwarunkowania wynikające opisu działania systemu, brakuje w nim:

- przejścia do trybu POSTÓJ z dowolnego stanu po wciśnięciu przycisku S2,
- przejścia z trybu PRACA do trybu POSTÓJ, gdy B1=0 lub B2=0.

5. Algorytm działania urządzenia sterowniczego w formie listy kroków

- puszczenie S1 - uruchomienie układu - włączenie K2
- jeżeli w układzie 30s nie będzie „1” na B2 to ~~włączyć~~ włączyć K2
- jeżeli w układzie 30s będzie „1” to włączyć K1
- jeżeli w układzie 30s nie będzie „1” na B1 to ~~przełączyć~~ włączyć K2
- jeżeli w układzie 30s będzie „1” to włączyć K1
- jeżeli w trybie pracy zmieni się „1” z B1 lub B2 to przełączyć K2

## Przykład 2



Należy podkreślić algorytm działania systemu wentylacyjnego był słabym punktem prawie każdej pracy egzaminacyjnej. Zdarzały się osoby, które zamiast algorytmu pisały opowiadanie albo w całości przepisywali treść załącznika. Znacząca grupa osób nie podjęła w ogóle próby napisania algorytmu.

Zdający niejednokrotnie różnie rozumieli treść zadania odnoszącą się do czasu załączania się wentylatorów.

## **Dokumentacja z wykonania prac**

### **Ad 6. Uzupełniona lista przyporządkowania oraz schemat połączeń elementów wejściowych i wyjściowych ze sterownikiem PLC.**

W tym etapie realizacji zadania egzaminacyjnego zdający mieli sporządzić listę przyporządkowania, czyli uzupełnić tabelę zamieszczoną w Karcie Pracy Egzaminacyjnej oraz narysować schemat połączeń elementów wejściowych i wyjściowych układu sterowania systemem wentylacji.

Wielu zdających poprawnie wykonało ten element pracy egzaminacyjnej. W przygotowanej tabeli podali typ sterownika, który znajdował się na ich stanowisku oraz liczbę wejść i wyjść sterownika. W tabeli wpisali używane w swoim programie operandy absolutne przypisując je odpowiednim operandom symbolicznym.

Schematy narysowane przez zdających w większości przypadków były poprawne i zawierały właściwe symbole graficzne elementów występujących w układzie sterowania.

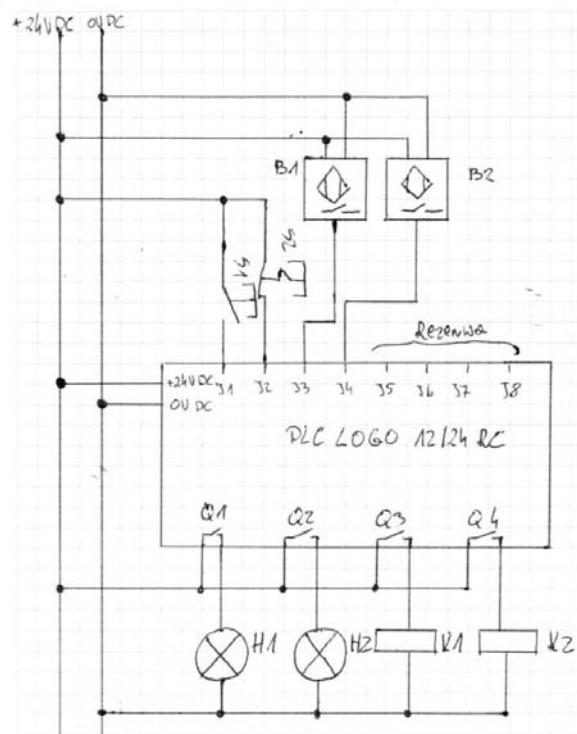
Poniżej przedstawione zostały fragmenty prac egzaminacyjnych zawierające odpowiednio wypełnione sporządzone listy przyporządkowania i poprawnie narysowane schematy połączeń sterownika z elementami wejściowymi i wyjściowymi.

## LISTA PRZYPORZĄDKOWANIA

Typ sterownika PLC		SIEMENS LOGO 12/24 RC	
Liczba wejść cyfrowych		8	
Liczba wyjść cyfrowych		4	
Lp.	Operand absolutny	Operand symboliczny	Opis
1.	Q3	K1	cewka nciągająca silnik wentylatora W1
2.	Q4	K2	cewka nciągająca silnik wentylatora W2
3.	I3	B1	czujnik przepływu powietrza przy wentylatorze W1
4.	I4	B2	czujnik przepływu powietrza przy wentylatorze W2
5.	Q1	H1	lampka sygnalizująca - PRACA
6.	Q2	H2	lampka sygnalizująca - STOP
7.	I1	S1	przycisk START
8.	I2	S2	przycisk STOP

# DOKUMENTACJA:

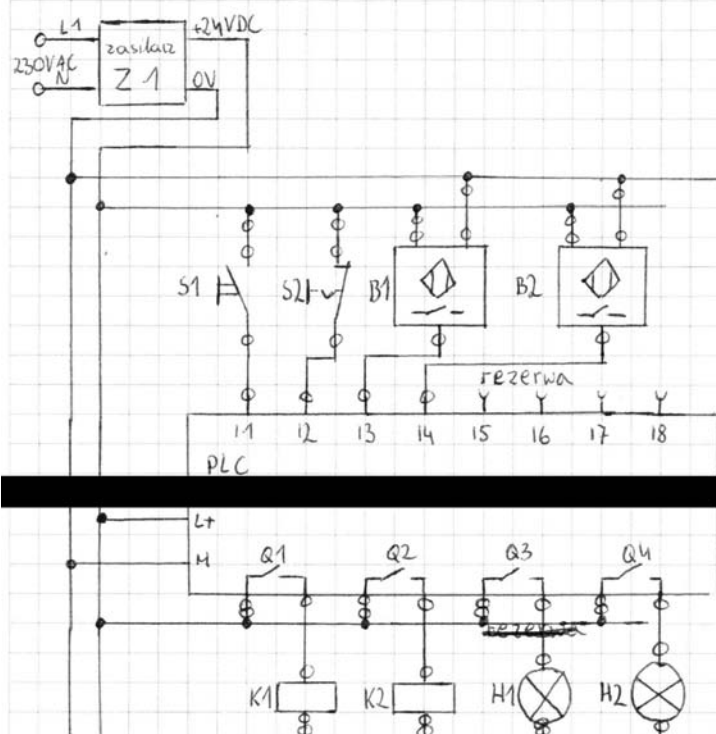
1) Schemat połączeń elementów wejściowych i wyjściowych ze sterownikiem PLC



## Przykład 2

Typ sterownika PLC				SIEMENS LOGO! 12/24 RC
Liczba wejść cyfrowych				8
Liczba wyjść cyfrowych				4 przekaźnikowe NO
Lp.	Operand absolutny	Operand symboliczny	Opis	
1.	Q1	K1	cewka stycznika K1 zatkującego wentylator W1	
2.	Q2	K2	cewka stycznika K2 zatkującego wentylator W2	
3.	I3	B1	styki sygnałowe czujnika przepływu powietrza B1 (zwarłe gdy $v_n \geq 3 \text{ m/s}$ )	
4.	I4	B2	styki sygnałowe czujnika przepływu powietrza B2 (zwarłe gdy $v_p \geq 3 \text{ m/s}$ )	
5.	Q3	H1	lampa sygnalizacyjna H1 sygnalizuje stan PRACA	
6.	Q4	H2	lampa sygnalizacyjna H2 sygnalizuje stan POSTÓJ	
7.	I1	S1	prycisk NO START przejście urządzenia w stan ROZRUCH	
8.	I2	S2	prycisk NC STOP przejście urządzenia w stan POSTÓJ (wciśnięcie) i w stan GOTOWOŚĆ (wyciągnięcie)	

# 1. Schemat połączeń elementów wejściowych i wyjściowych ze sterownikiem PLC



Do najczęściej występujących nieprawidłowości w liście przyporządkowania należały:

- brak informacji o typie sterownika znajdującego się na stanowisku egzaminacyjnym,
- podawanie liczby wykorzystanych w programie wejść i wyjść, zamiast liczby wejść i wyjść sterownika,
- użycie adresów wejść i wyjść nie odpowiadających użytym w programie operandom.

Byli zdający, którzy nie opracowali lity przyporządkowania.

Do najczęściej występujących nieprawidłowości na schematach elektrycznych połączeń sterownika z elementami wejściowymi i wyjściowymi należały:

- brak oznaczeń elementów (lamp sygnalizacyjnych, cewki styczników czy czujników),
- brak zasilania sterownika PLC,
- błędne symbole graficzne czujników,
- błędny symbol wyłącznika krańcowego S1.

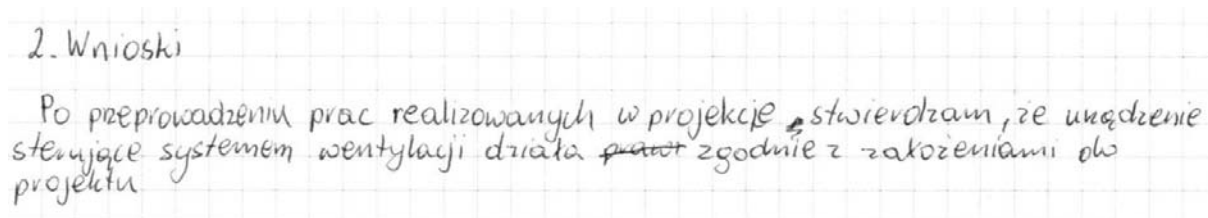
## Ad 7. Wnioski dotyczące prawidłowości działania programu sterowniczego.

Na tym etapie realizacji zadania zdający powinni byli ocenić, czy napisany przez nich program działał zgodnie opisem działania przedstawionym załączniku 1.

### Przykład 1

z) Wnioski:  
Po uruchomieniu i przetestowaniu układu, stwierdzam, że działa on prawidłowo, zgodnie z założeniami projektu.

## Przykład 2



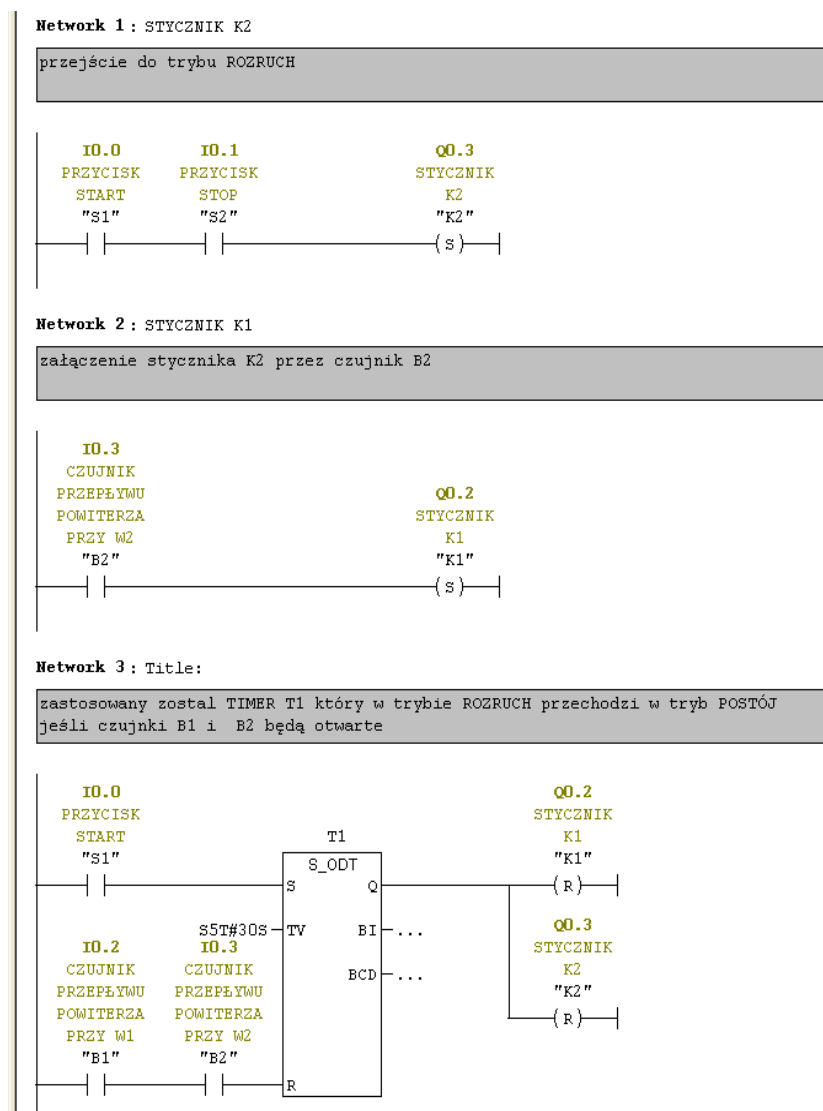
Część zapisanych wniosków nie była adekwatna do faktycznej poprawności działania zamieszczonego programu sterowniczego. W wielu pracach wnioski zostały całkowicie pominięte.

### Ad 8. Podpisany numerem PESEL jeden zrzut ekranu zawierający program załadowany do pamięci sterownika wraz z komentarzami wyjaśniającymi działanie programu.

Po sprawdzeniu programu zdający powinni byli wykonać zrzut ekranowy programu załadowanego do pamięci sterownika, wydrukować go i dołączyć do pracy egzaminacyjnej. Na wydruku powinna być się znaleźć ostateczna wersja programu..

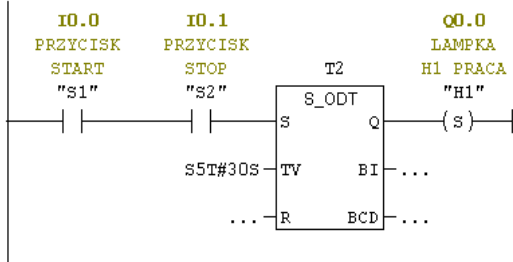
Poniżej przedstawione zostały poprawnie napisane przez zdających programy.

#### Przykład 1.



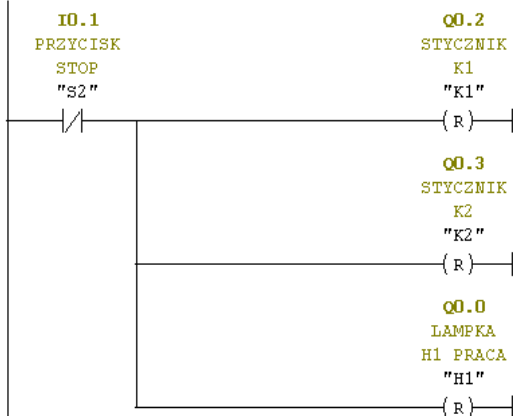
#### Network 4 : LAMPKA H1 PRACA

zastosowany został TIMER T2 który po upływie 30 sekund włącza lampkę sygnalizacyjną H1, i program przechodzi do trybu PRACA



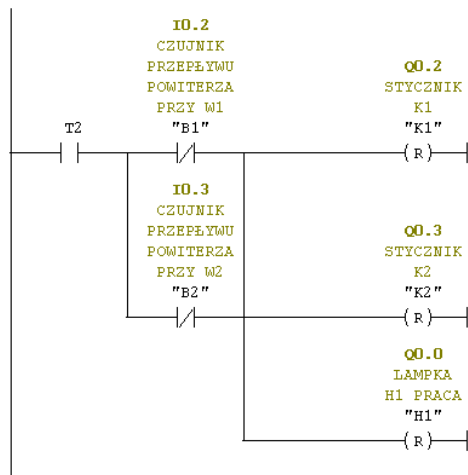
#### Network 5 : LAMPKA H2 STOP

wciśnięcie przycisku S2 powoduje przejście w tryb POSTÓJ



#### Network 6 : STYCZNIK K1

w chwili gdy jeden z czujników B1 lub B2 przejdą w stan otwarty w trybie PRACA wówczas program przechodzi w tryb POSTÓJ



#### Network 7 : LAMPKA H2 STOP

TIMER T1 zapala lampkę H1



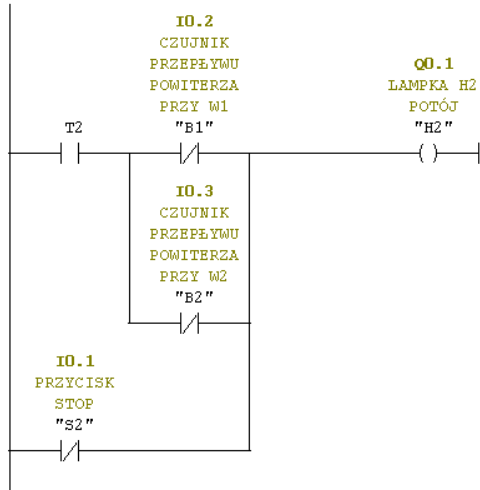
**Network 7 : LAMPKA H2 STOP**

TIMER T1 zapala lampke H1

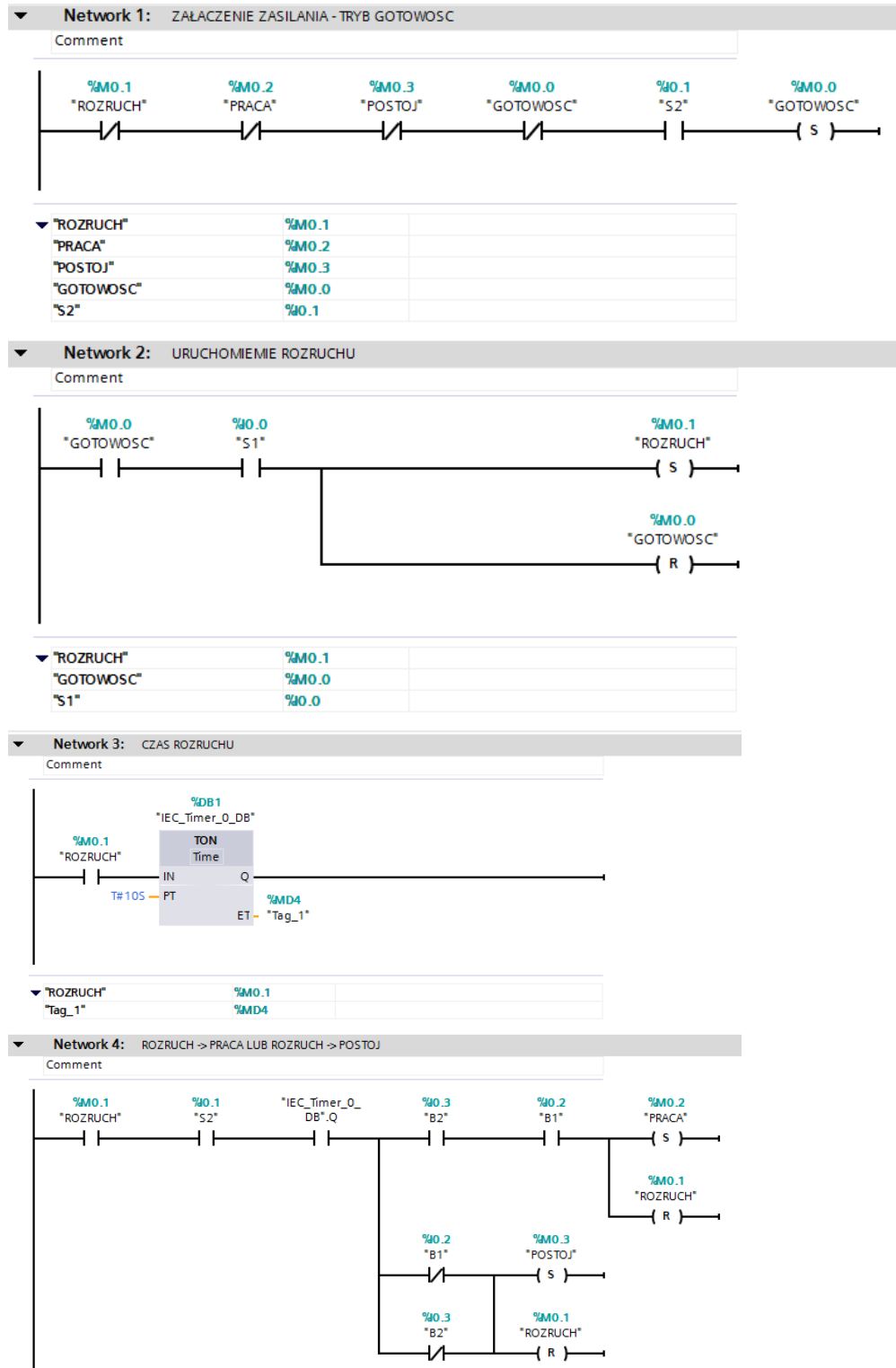


**Network 8 : LAMPKA H2 STOP**

zapalenie lampki H2 wówczas gdy zostaje spełniony warunek aby przejść w tryb POSTÓJ z trybu PRaCA



## Przykład 2

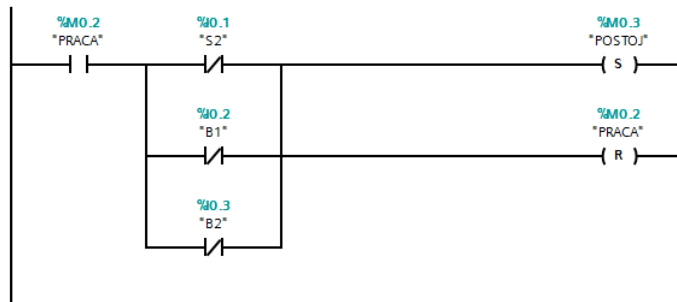


I

▼ "ROZRUCH"	%M0.1	
"PRACA"	%M0.2	
"POSTOJ"	%M0.3	
"B2"	%M0.3	
"B1"	%M0.2	
"S2"	%M0.1	
"EC_Timer_0_DB".Q		

#### ▼ Network 5: PRACA -> POSTOJ

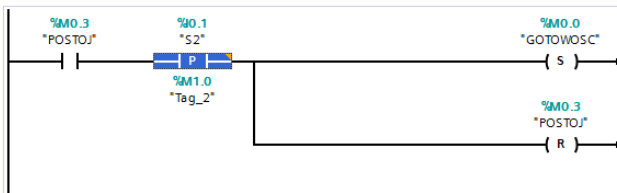
Comment



▼ "PRACA"	%M0.2	
"POSTOJ"	%M0.3	
"B2"	%M0.3	
"B1"	%M0.2	
"S2"	%M0.1	

#### ▼ Network 6: POSTOJ -> GOTOWOSC

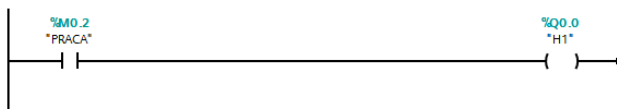
Comment



▼ "POSTOJ"	%M0.3	
"GOTOWOSC"	%M0.0	
"S2"	%M0.1	
"Tag_2"	%M1.0	

#### ▼ Network 7: SYGNALIZACJA STANU PRACA

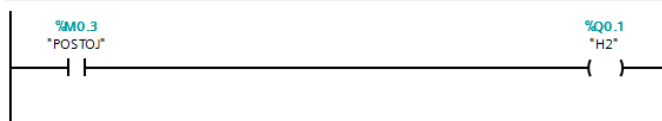
Comment



▼ "PRACA"	%M0.2	
"H1"	%Q0.0	

#### ▼ Network 8: SYGNALIZACJA STANU POSTOJ

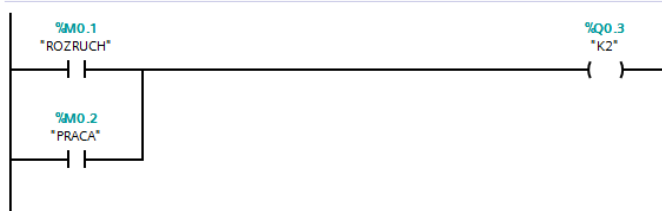
Comment



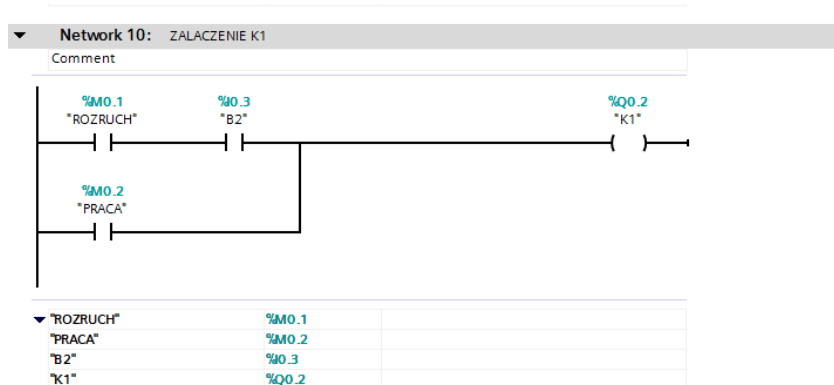
▼ "POSTOJ"	%M0.3	
"H2"	%Q0.1	

#### ▼ Network 9: ZALACZENIE K2

Comment



▼ "ROZRUCH"	%M0.1	
"PRACA"	%M0.2	
"K2"	%Q0.3	



W powyższym przykładzie zdający wprowadził do programu dużą liczbę markerów, mimo to program jest czytelny, wszystkie stany pośrednie są opisane. Program spełnia wszystkie warunki wynikające z opisu działania systemu wentylacyjnego.

Napisanie programu sprawiło zdającym dużo problemów. Często wynikało to z tego, iż nie opracowali wcześniej algorytmu, co zdecydowanie ułatwiłoby im pracę nad programem.

Zdarzały się programy napisane w języku FBD, których analiza była niemożliwa, gdyż linie sygnałowe pokrywały się.

Do najczęściej popełnianych błędów w programach należały:

- zaprogramowanie jednoczesnego załączania wentylatorów,
- nieuwzględnianie bloku czasowego albo błędne jego zastosowanie,
- załączanie wentylatorów jednocześnie,
- zastosowanie błędnych funkcji logicznych sygnałów z czujników przepływu do generowania sygnałów wyjściowych sterownika.

Wielu zdających wprowadziło do programu zbyt dużą liczbę markerów, co nie było błędem, ale mała przejrzystość mogła wpłynąć na popełnienie innych błędów.

Dużym problemem była w wielu pracach egzaminacyjnych nieczytelność zrzutów ekranowych. W przypadku programów napisanych w języku LAD zdarzało się, że tło było zbyt ciemne i niemożliwe było odczytanie nazw użytych operandów, a niekiedy rozdzielczość dołączonych wydruków była bardzo niska. W przypadku programów napisanych w języku FBD dużym problemem było pokrywanie się linii łączących poszczególne bloki programu.

W wielu rozwiązaniach nie znalazła się informacja dotycząca ustawień zastosowanych bloków czasowych. W programie zastosowany został timer, jednak zdający nie podał informacji na temat jaką ustawił funkcję i jaki czas.

W treści zadania było wyraźnie zapisane, że należy wykonać jeden zrzut ekranu zawierający program załadowany do sterownika wraz z komentarzami. Wielu zdających nie zastosowało się do tych wytycznych. Zamieszczali po kilka zrzutów. Niektórzy dołączali zrzuty programu przedstawiające kolejne stany działania programu (animacja).

Zdarzały się prace, do których zamiast zrzutów ekranu dołączane były wydruki programu, co też nie było zgodne z poleceniem.

### Praca jako całość

Zdający w większości pisali starannie i czytelnie. Jednak było sporo prac z dużą liczbą błędów ortograficznych. Część zdających umieszczała w pracy dodatkowe, nie podlegające ocenie, informacje dotyczące np. warunków eksploatacji projektowanego systemu wentylacji.