

Nazwa kwalifikacji: **Eksploatacja układów automatyki przemysłowej**
Symbol kwalifikacji: **ELM.04**
Numer zadania: **01**
Wersja arkusza: **SG**

Wypełnia zdający

Numer PESEL zdającego*

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Numer stanowiska

--	--	--

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Czas trwania egzaminu: **150** minut

ELM.04-01-26.01-SG

EGZAMIN ZAWODOWY

Rok 2026

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA
2019**

Instrukcja dla zdającego

1. Na pierwszej stronie arkusza egzaminacyjnego wpisz w oznaczonym miejscu swój numer PESEL*, numer stanowiska i naklej naklejkę** z numerem PESEL i z kodem ośrodka.
2. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 12 stron i nie zawiera błędów. Ewentualny brak stron lub inne usterki zgłoś przez podniesienie ręki przewodniczącemu zespołu nadzorującego.
3. Zapoznaj się z treścią zadania oraz stanowiskiem egzaminacyjnym. Masz na to 10 minut. Czas ten nie jest wliczany do czasu trwania egzaminu.
4. Czas rozpoczęcia i zakończenia pracy zapisze w widocznym miejscu przewodniczący zespołu nadzorującego.
5. Wykonaj samodzielnie zadanie egzaminacyjne. Przestrzegaj zasad bezpieczeństwa i organizacji pracy.
6. Po zakończeniu wykonania zadania pozostaw arkusz egzaminacyjny z rezultatami wykonania zadania na swoim stanowisku lub w miejscu wskazanym przez przewodniczącego zespołu nadzorującego.
7. Po uzyskaniu zgody zespołu nadzorującego możesz opuścić salę/miejsce przeprowadzania egzaminu.

Powodzenia!

* w przypadku braku numeru PESEL – seria i numer paszportu lub innego dokumentu potwierdzającego tożsamość

** w przypadku otrzymania naklejki

Zadanie egzaminacyjne

Ze względu na wadliwe działanie systemu napełniania zbiornika wody w zakładzie chemicznym podjęto decyzję o jego szybkiej naprawie. Ponadto zdecydowano, że ze względu na częste awarie zastosowany w zbiorniku układ sterowania powinien zostać w najbliższym czasie zamieniony na układ sterowania z użyciem PLC.

Konieczne jest opracowanie dokumentacji naprawy oraz wstępnej dokumentacji modernizacyjnej układu sterowania, w której oprócz zastosowania sterownika programowalnego (PLC) znajdą się wszystkie te elementy, które w poprzednim układzie działały prawidłowo i które będzie można po naprawie wykorzystać w zmodernizowanym układzie.

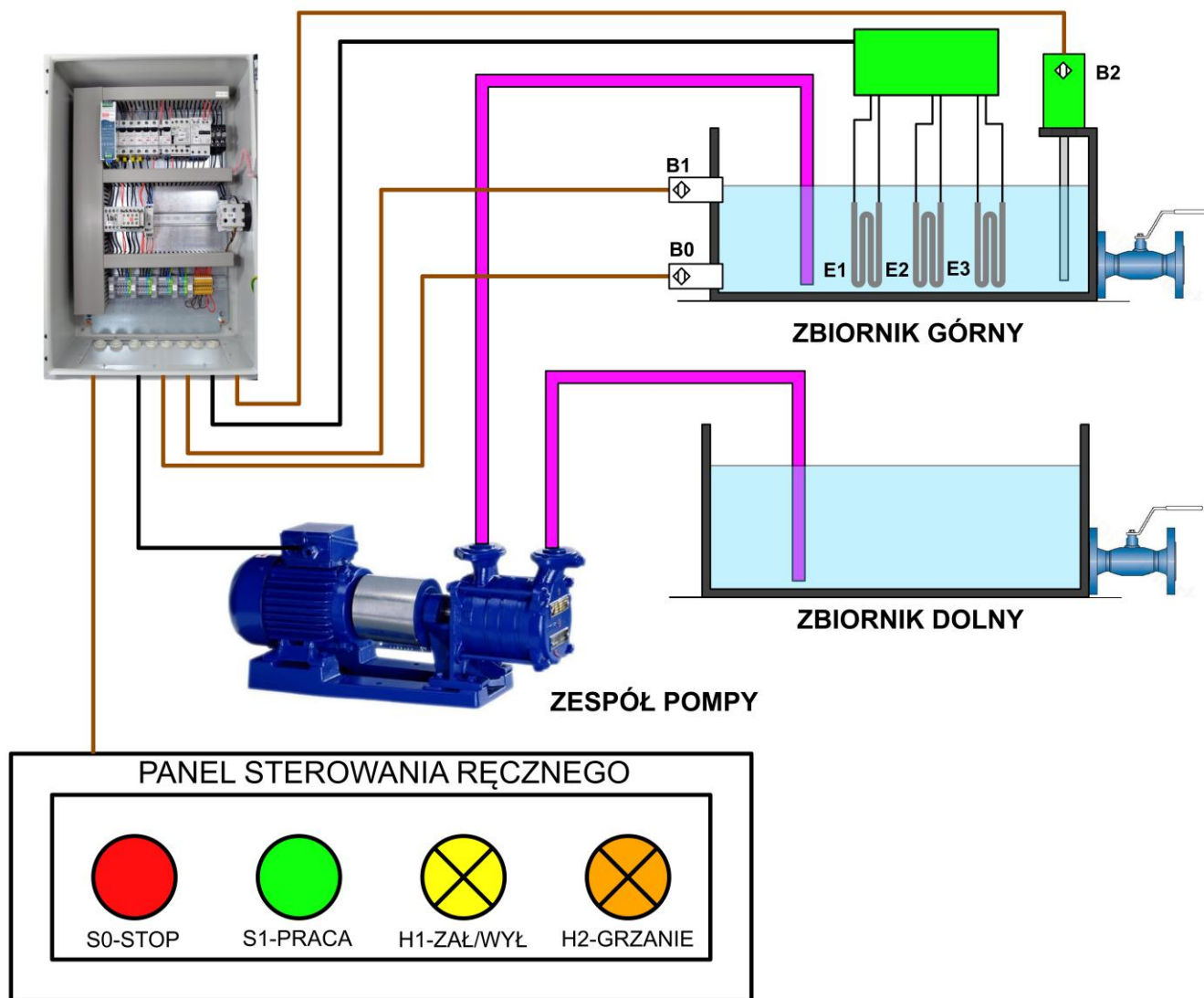
Przeanalizuj dołączony do arkusza fragment dokumentacji technicznej elementów systemu napełniania zbiornika, zawierający:

- schemat poglądowy systemu napełniania zbiornika wody przed modernizacją – rysunek 1.,
- opis działania systemu wraz ze schematami: sterowania w obwodach głównych (rysunek 2.) i obwodu sterowania stykowego systemu napełniania zbiornika wody (rysunek 3.),
- wytyczne dla zmodernizowanego systemu sterowania z uwzględnieniem PLC,
- wybrane informacje techniczne elementów zastosowanych w systemie napełniania zbiornika wody, przedstawione w formie zestawień tabelarycznych.

Następnie:

- oceń stan techniczny elementów istniejącego układu sterowania,
- zapisz informacje dotyczące lokalizacji, przyczyn i sposobów usunięcia usterek w systemie napełniania zbiornika wody,
- uzupełnij schemat układu sterowania systemem napełniania zbiornika wody z uwzględnieniem wybranych elementów istniejącego układu oraz sterownika PLC,
- uzupełnij listę przyporządkowania podając m.in. informacje o cechach i funkcji elementów użytych w układzie.

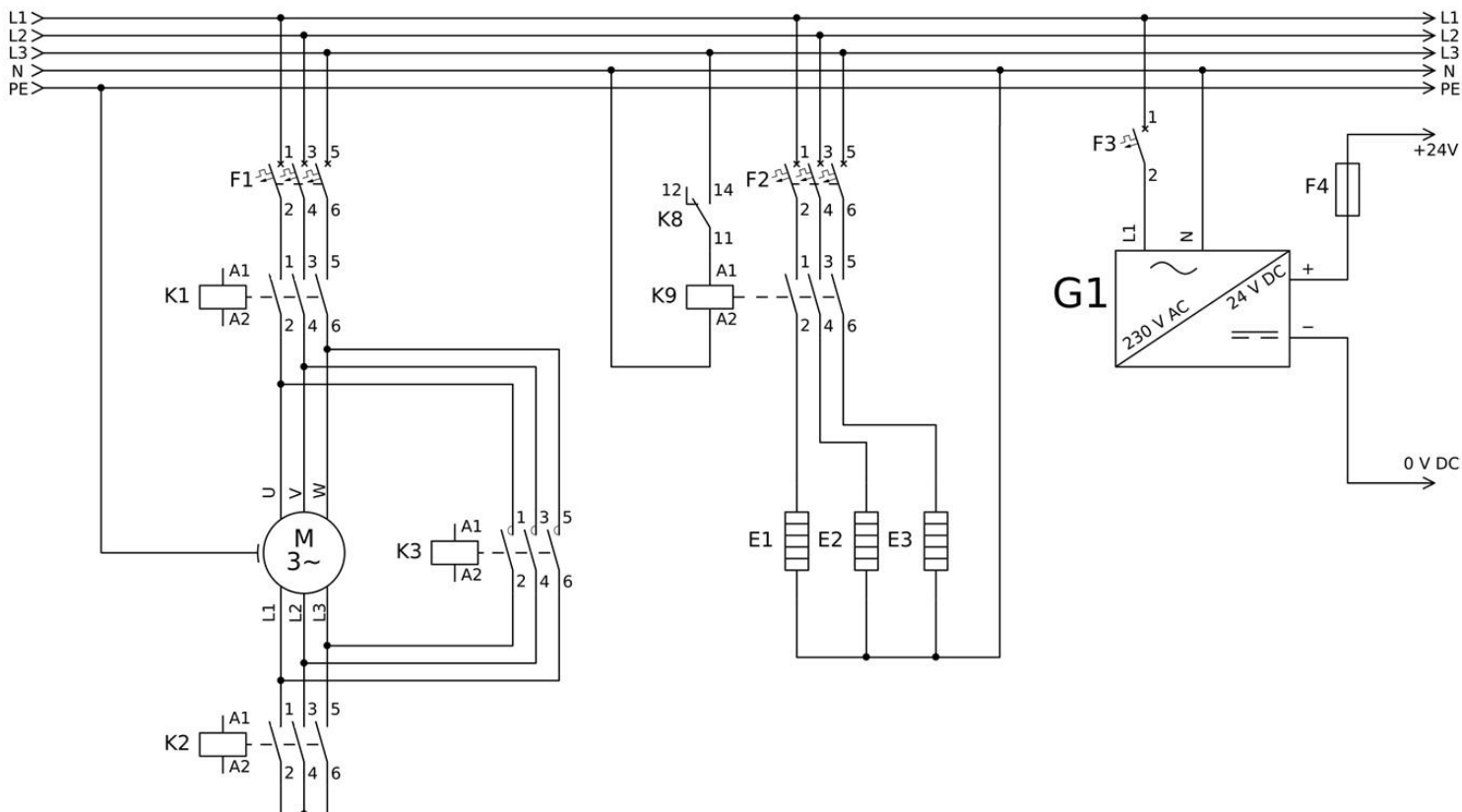
Dokumentacja techniczna elementów systemu napełniania zbiornika wody (fragment)



Rysunek 1. Schemat poglądowy systemu napełniania zbiornika wody przed modernizacją

Opis działania systemu

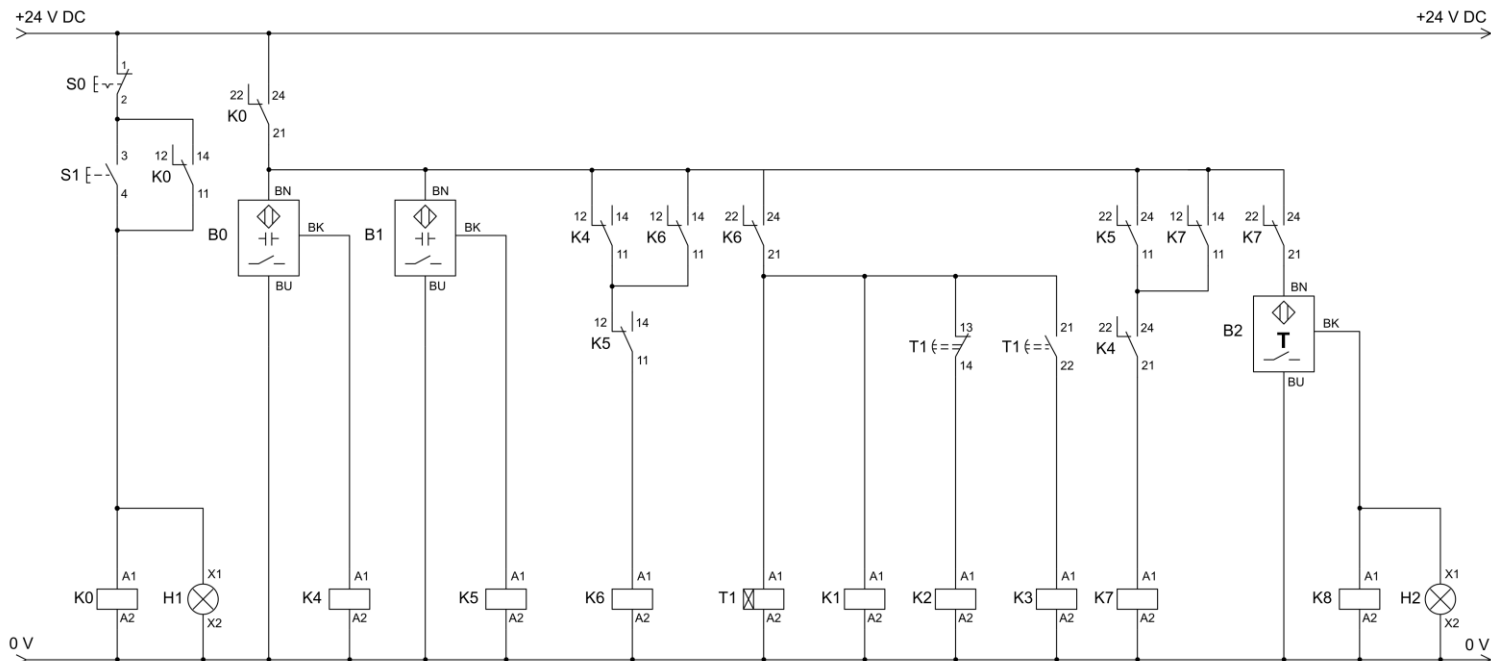
W systemie napełniania zbiornika wody znajdują się dwa przyciski sterownicze zapewniające jego właściwe działanie: S1 – załączający działanie systemu i S0 – wyłączający jego działanie. Zainstalowane są również dwa czujniki pojemnościowe wskazujące kolejno minimalny (B0) i maksymalny (B1) poziom wody w zbiorniku górnym. Włączanie systemu grzewczego następuje poprzez wysterowanie przełącznika K8, za co odpowiedzialny jest czujnik temperatury B2. Uruchomienie systemu sygnalizowane jest zaświeceniem lampki H1. Działanie zespołu grzałek w trakcie pracy systemu sygnalizowane jest zaświeceniem lampki H2. Logikę działania dotyczącą załączania silnika pompy oraz zespołu grzałek realizują odpowiednio połączone przełączniki K4, K5, K6, K7, K8 oraz przełącznik czasowy T1.



Rysunek 2. Schemat sterowania w obwodach głównych systemu napełniania zbiornika wody

Elementami wykonawczymi w układzie, którego schemat przedstawia rysunek 2., są:

- pompa napędzana silnikiem elektrycznym M, którego każdorazowy rozruch odbywa się w układzie gwiazda-trójkąt funkcjonującym w oparciu o styczniki K1, K2 i K3,
- zespół grzałek E1, E2 i E3 załączanych do poszczególnych faz zasilania za pośrednictwem stycznika K9 sterowanego przez zestyk przekaźnika K8.



Rysunek 3. Schemat obwodu sterowania stykowego systemu napełniania zbiornika wody

Z chwilą wciśnięcia przycisku S1 przy niewciśniętym S0, jeżeli:

- poziom wody w zbiorniku jest za niski (nieaktywne oba czujniki B0 i B1) najpierw załącza się pompa, która przetłacza wodę ze zbiornika dolnego do górnego aż do poziomu sygnalizowanego przez czujnik B1, a następnie, o ile jest taka konieczność (temperatura wody jest niższa niż 40 °C), załącza się układ grzałek,
- poziom wody w zbiorniku górnym jest odpowiednio wysoki (działa przynajmniej czujnik B0), a temperatura wody jest niższa niż 40 °C to załącza się układ grzałek.

Jeżeli w górnym zbiorniku poziom wody spadnie poniżej poziomu sygnalizowanego przez czujnik B0, działający układ grzałek wyłącza się automatycznie i załącza się pompa napędzana silnikiem. Proces napełniania zbiornika górnego i podgrzewania w nim wody trwa dopóki nie zostanie przez obsługę wciśnięty przycisk S0 lub w zbiorniku górnym zostanie osiągnięty wysoki poziom wody sygnalizowany czujnikiem B1.

Wytyczne dla zmodernizowanego systemu sterowania z uwzględnieniem PLC

W obwodzie głównym, z racji zastosowania w obwodzie styczników z cewkami na napięciu 24 V DC nie przewiduje się wprowadzania żadnych zmian. Ponieważ zakłada się pozostawienie przekaźnika K8, który będzie sterowany z jednego z wyjść PLC, zestyk K8:11/12-14 również pozostaje w taki sam sposób włączony w obwodzie głównym.

W układzie sterowania, wyjścia wszystkich czujników zostaną podłączone bezpośrednio do odpowiednich wejść PLC, identycznie jak przyciski operatorskie. Elementy sygnalizacyjne, cewka przekaźnika K8 i cewki styczników K1, K2 i K3 sterowane będą bezpośrednio przez PLC. Funkcje pozostałych elementów przejmie sterownik programowalny.

Wybrane informacje techniczne elementów zastosowanych w systemie napełniania zbiornika wody

Tabela 1. Wybrane parametry techniczne zespołu pompy

POMPA SKA 7.03	
Parametr	Wartość
nominalna wydajność	20 m ³ /h
nominalna wysokość podnoszenia	117 m
głębokość zasysania	8 m
średnica króćców przyłączeniowych	2 cale
temperatura pompowanej cieczy	-30 °C ÷ +70 °C
charakterystyka pompy	<p>The graph plots head H in meters on the y-axis (ranging from 20.0 to 140.0) against flow rate Q in m³/h on the x-axis (ranging from 9.0 to 22.0). A solid line represents the pump's head, which starts at approximately 105 m at 9.5 m³/h and decreases to about 25 m at 21.5 m³/h. Two dashed lines represent the system head, starting at approximately 100 m and 130 m at 9.5 m³/h and both decreasing to about 25 m at 21.5 m³/h. A box labeled 'Gwarantowane pole pracy / Operation field guaranteed' points to the region between the pump head and the system head curves.</p>
SILNIK MS 112 L-04	
Parametr	Wartość
napięcie zasilania	400 V
moc	5,5 kW
prędkość obrotowa	1400 1/min
sposób sterowania	gwiazda / trójkąt
rodzaj pracy	S 1, ciągła
stopień ochrony	IP 55
temperatura pracy	50 °C

Tabela 2. Wybrane parametry techniczne rodziny cewek przekaźników

Kod cewki	Napięcie znamionowe	Rezystancja cewki przy 20 °C [Ω]	Tolerancja rezystancji	Zakres napięć zasilania	
				Min. (przy 20 °C)	Maks. (przy 70 °C dla DC / 55 °C dla AC)
1012	12 V DC	110	±10%	9,6 V DC	13,2 V DC
1024	24 V DC	430	±10%	19,2 V DC	26,4 V DC
1220	220 V DC	37000	±10%	176,0 V DC	242,0 V DC
5024	24 V AC	75	±15%	19,2 V AC	26,4 V AC
5230	230 V AC	7080	±15%	184 V AC	253 V AC

Tabela 3. Wybrane parametry techniczne rodziny cewek styczników

Kod cewki	Napięcie znamionowe	Rezystancja cewki przy 20 °C [Ω]	Tolerancja rezystancji	Zakres napięć zasilania	
				Min. (przy 20 °C)	Maks. (przy 70°C dla DC / 55°C dla AC)
BFX93E024	24 V DC	288	±10%	0,8 U _{ZAS}	1,1 U _{ZAS}
BFX93E048	48 V DC	1115	±10%	0,8 U _{ZAS}	1,1 U _{ZAS}
BFX94E024	24 V AC	192	±10%	0,8 U _{ZAS}	1,1 U _{ZAS}
BFX94E048	48 V AC	768	±10%	0,8 U _{ZAS}	1,1 U _{ZAS}
BFX94E230	230 V AC	17 633	±10%	0,8 U _{ZAS}	1,1 U _{ZAS}

Tabela 4. Dokumentacja techniczna sensora temperatury B2

TK6110 – Termostat z intuicyjną nastawą punktu przełączenia TK-050CLFR14-QKPKG/US		
Aplikacja		
Element pomiarowy	1 x Pt 1000 (zgodnie z DIN EN 60751, klasa A)	
Media	ciecze i gazy	
Temperatura medium [°C]	-40 ÷ 145	
Wytrzymałość na ciśnienie [bar]	400	
Dane elektryczne		
Napięcie zasilania [V]	9,6 ÷ 32 DC (supplyclass 2 zgodnie z cULus)	
Pobór prądu [mA]	< 30	
Wyjścia		
Łączna liczba wyjść	2	
Sygnał wyjściowy	sygnał przełączający	
Liczba wyjść binarnych	2	
Funkcja wyjścia	komplementarny	
Wykonanie elektryczne	PNP	
Zakres pomiaru/nastaw		
Zakres pomiarowy	-20 ÷ 140 °C	-4 ÷ 284 °F
Punkt przełączenia SP	-16 ÷ 140 °C	3 ÷ 284 °F
Punkt resetu rP	-20 ÷ 136 °C	-4 ÷ 277 °F

Tabela 5. Dokumentacja techniczna sygnalizatorów świetlnych

Sygnalizatory świetlne	
Parametr	Wartość
napięcie zasilania	24 V DC
pobór prądu	45 mA
źródło światła	dioda LED
wymiary – wysokość x średnica	62,8 x 61,8 mm
stopień ochrony	IP 55
temperatura pracy	-20 do 75 °C
kod zamówienia – kolor czerwony	BL50R
kod zamówienia – kolor zielony	BL50G
kod zamówienia – kolor żółty	BL50Y

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 150 minut.

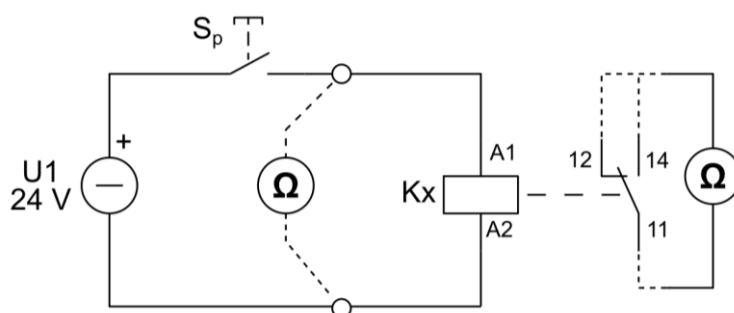
Ocenie będzie podlegać 6 rezultatów:

- ocena stanu technicznego przekaźników zastosowanych w układzie – tabela 6.,
- ocena stanu technicznego styczników zastosowanych w układzie – tabela 7.,
- ocena stanu technicznego czujników pojemnościowych zastosowanych w układzie – tabela 8.,
- lokalizacja, przyczyny i sposób usunięcia usterek w systemie napełniania zbiornika wody – tabela 9.,
- uzupełniony schemat układu sterowania zespołem pompy i grzałkami elektrycznymi z uwzględnieniem PLC – rysunek 5.,
- uzupełniona lista przyporządkowania – tabela 10.

Tabela 6. Ocena stanu technicznego przekaźników zastosowanych w układzie

Lp.	Symbol przekaźnika	Rezystancja cewki przy S_p niewciśniętym ¹⁾ [Ω]	Rezystancja zestyków przy S_p niewciśniętym		Rezystancja zestyków przy S_p wciśniętym		Ocena stanu technicznego (wstaw X w odpowiednim miejscu)	
			Zaciski 11-12	Zaciski 11-14	Zaciski 11-12	Zaciski 11-14	prawidłowy	nieprawidłowy
			[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]		
1.	K0	433	0,1	∞	∞	0,1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	K4	327	0,1	∞	∞	∞	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	K5	428	0,1	∞	0,1	∞	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	K6	420	0,1	∞	∞	0,1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	K7	112	0,1	∞	0,1	∞	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	K8	390	0,1	∞	∞	0,1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¹⁾ Wszystkie elementy wymienione w tabeli 2. zostały zdemontowane i sprawdzone w układzie pomiarowym przedstawionym na rysunku 4.



Rysunek 4. Schemat układu pomiarowego w którym sprawdzono wszystkie przekaźniki układu

Tabela 7. Ocena stanu technicznego styczników zastosowanych w układzie

Lp.	Symbol stycznika	Rezystancja cewki ²⁾	Ocena stanu technicznego (wstaw X w odpowiednim miejscu)	
		[Ω]	prawidłowy	nieprawidłowy
1.	K1	262	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	K2	271	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	K3	280	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	K9	270	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

²⁾ Pomiar rezystancji cewek elementów wymienionych w tabeli 3. wykonano po wcześniejszym zdemontowaniu połączeń elektrycznych zasilających te elementy.

Tabela 8. Ocena stanu technicznego czujników pojemnościowych w układzie

Lp.	Symbol czujnika	Napięcie przy braku czynnika inicjującego działanie czujnika ³⁾	Napięcie przy obecności czynnika inicjującego działanie czujnika	Ocena stanu technicznego (wstaw X w odpowiednim miejscu)	
		[V]	[V]	prawidłowy	nieprawidłowy
1.	B0	0 V DC	0 V DC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	B1	0 V DC	24 V DC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	B2	0 V AC	24 V AC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

³⁾ Wszystkie elementy wymienione w tabeli 4. zostały zdemontowane i sprawdzone w układzie pomiarowym przy zachowaniu znamionowych warunków zasilania oraz przy zachowaniu fizycznych parametrów czynników aktywujących czujnik.

Tabela 9. Lokalizacja, przyczyny i sposób usunięcia usterki w systemie napełniania zbiornika wody

Lp.	Uszkodzony element	Rodzaj uszkodzenia	Sposób usunięcia usterki
A	B	C	D
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
Wykaz narzędzi niezbędnych do wykonania naprawy w istniejącym systemie napełniania zbiornika wody			
6.		

Tabela 10. Lista przyporządkowania zmiennych wejściowych i wyjściowych sterownika PLC w oparciu o schemat na rysunku 5.

Lp.	Operand symboliczny (oznaczenie elementu na schemacie)	Operand absolutny (oznaczenie wyjścia/wejścia PLC)	Istotne parametry techniczne i funkcja pełniona w układzie (wynikające z istniejących schematów sterowania i z kart katalogowych)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		

