

System automatyki i monitoringu SUW w Rojewie

OBIEKT

Budowa systemu zapewnienia ciągłości dostaw wody pitnej dla mieszkańców Gminy Rojewo poprzez automatyzację stacji uzdatniania wody oraz zapewnienie awaryjnego systemu zasilania z odnawialnych źródeł energii

LOKALIZACJA

Identyfikator działki 040708_2.0018 162/7 Województwo kujawsko-pomorskie. Powiat inowrocławski. Gmina Rojewo. Obręb Rojewo Numer działki 162/7

INWESTOR

Gmina Rojewo
ul. Rojewo 8
Woj. Kujawsko-Pomorskie

KATEGORIA OBIEKTU BUDOWLANEGO

Kategoria VIII- inne budowle

ZESPÓŁ PROJEKTOWY

Opis	Imię i nazwisko, nr uprawnień	Podpis
Projektant br. Elektryczna Główny Projektant	inż. Aleksandra Janczak Nr Upr. GT-III-7210/40/77 Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych	

1. CEL I PRZEDMIOT OPRACOWANIA.....	3
2. STAN ISTNIEJĄCY	5
3. MAGAZYN ENERGII, FALOWNIK	7
3.1. OPIS MAGAZYNU ENERGII.....	7
3.2. OPIS FALOWNIKA HYBRYDOWEGO.....	8
4. ZAKRES SYSTEMU	10
4.1. ZAKRES NOWEJ ROZDZIELNICY I AUTOMATYKI STERUJĄCEJ	10
4.2. ZAKRES SYSTEMU MONITORINGU SUW	10
5. ARCHITEKTURA AUTOMATYKI.....	10
6. WARSTWA MONITORINGU STEROWNIKA PLC	11
6.1. FUNKCJE PODSTAWOWE	11
6.2. OGRANICZENIE FUNKCJONALNE	11
7. WARSTWA STEROWANIA LS XEC ULTRA.....	11
7.1. GŁÓWNE ZADANIA PLC	11
8. STEROWANIE POMPAMI GŁĘBINOWYMI	12
8.1. ZAŁOŻENIE FUNKCJONALNE.....	12
8.2. WYBÓR POMPY.....	13
8.3. PRZYKŁADOWA SEKWENCJA STARTU	14
8.4. STEROWANIE POZIOMEM	14
9. INTEGRACJA MAGAZYNU ENERGII I INSTALACJI PV	15
9.1. MINIMALNY ZAKRES DANYCH Z MAGAZYNU ENERGII	15
9.2. MINIMALNY ZAKRES DANYCH Z INSTALACJI PV.....	15
9.3. PROPONOWANE PRIORYTETY ENERGETYCZNE	15
10. TRYBY PRACY I PRIORYTETY STEROWANIA.....	17
11. KOMUNIKACJA MIĘDZY URZĄDZENIAMI	18
12. PROPONOWANA LISTA SYGNAŁÓW I/O	18
12.1. MONITORING STEROWNIKA PLC - PROPOZYCJA DO LIMITU 24 WEJŚĆ	18
12.2. KLUCZOWE SYGNAŁY PLC LS XEC - PROPOZYCJA	20
13. WIZUALIZACJA HMI I DOSTĘP WWW.....	21
13.1. HMI LS XP2	21
13.2. WIZUALIZACJA WWW LOGO! 8	22
14. ALARMY, BLOKADY I DIAGNOSTYKA	22
15. ALGORYTM SEKWENCYJNY.....	23
16. PRACA UKŁADU SZR SIEĆ – AGREGAT	24
17. PREFABRYKACJA I PRACE INSTALACYJNE.....	30
18. URUCHOMIENIE I PRÓBY ODBIOROWE	30
19. INSTRUKCJA, SZKOLENIE I GWARANCJA	31

1. Cel i przedmiot opracowania

Celem niniejszego opracowania jest określenie rozwiązań technicznych w zakresie modernizacji stacji uzdatniania wody w Rojewie, obejmującej zapewnienie awaryjnego zasilania obiektu, rozbudowę systemu magazynowania energii oraz automatyzację i optymalizację pracy pomp głębinowych.

Projektowane rozwiązania mają zapewnić w szczególności:

- zwiększenie niezawodności zasilania urządzeń technologicznych SUW,
- możliwość pracy instalacji w warunkach zaniku lub ograniczenia zasilania podstawowego,
- rozbudowę magazynu energii do mocy około 40 kW i pojemności około 200 kWh,
- integrację magazynu energii z systemem sterowania i monitoringu obiektu,
- automatyczne zarządzanie źródłami zasilania,
- automatyczne i selektywne załączanie pomp głębinowych,
- ograniczenie prądów rozruchowych pomp oraz maksymalnego chwilowego zapotrzebowania obiektu na moc,
- optymalizację wykorzystania energii elektrycznej, w tym energii pochodzącej z instalacji fotowoltaicznej i magazynu energii,
- zapewnienie właściwej współpracy projektowanych układów automatyki z istniejącą instalacją technologiczną i elektryczną SUW,
- umożliwienie monitorowania stanów pracy, parametrów energetycznych oraz stanów alarmowych instalacji.

Opracowanie stanowi podstawę do wykonania modernizacji instalacji elektrycznej i automatyki oraz późniejszego uruchomienia i konfiguracji systemu sterowania.

1. Przedmiotem opracowania jest wykonanie dokumentacji projektowej dla inwestycji obejmującej modernizację układu zasilania, magazynowania energii oraz sterowania pracą urządzeń Stacji Uzdatniania Wody w Rojewie.
2. Zakres opracowania obejmuje w szczególności:
 - Budowa magazynu energii do parametrów około 40 kW mocy i 200 kWh pojemności, wraz z:
 - systemem zarządzania energią,
 - układem sterowania i komunikacji,
 - monitoringiem podstawowych parametrów pracy magazynu,
 - integracją z układem automatyki SUW oraz instalacją fotowoltaiczną.
 - Modernizację rozdzielnic elektrycznej SUW, obejmującą:
 - dostosowanie rozdzielnic do współpracy z magazynem energii,
 - wykonanie układu automatycznego przełączania zasilania,
 - dostosowanie systemu do pracy awaryjnej,
 - wykonanie wymaganych obwodów sterowniczych, zabezpieczających i sygnalizacyjnych.
 - Wykonanie układu automatycznego i selektywnego załączania pomp głębinowych, obejmującego:
 - sterowanie pracą pomp głębinowych,
 - realizację priorytetowego i sekwencyjnego załączania pomp,
 - wykorzystanie przemiennika częstotliwości do ograniczenia prądu rozruchowego,
 - automatyczne przełączanie pompy po zakończeniu rozruchu na zasilanie sieciowe, zgodnie z przyjętym rozwiązaniem projektowym,
 - kontrolę dostępności, stanów pracy i awarii poszczególnych pomp,
 - równomierne wykorzystanie urządzeń poprzez odpowiednie zarządzanie kolejnością ich pracy.
 - Integrację systemu automatyki pomp z systemem zarządzania energią, umożliwiającą uzależnienie sposobu pracy pomp m.in. od:
 - stanu i poziomu naładowania magazynu energii,
 - dostępnej mocy magazynu,
 - produkcji instalacji fotowoltaicznej,

- aktualnego poboru mocy z sieci,
- zapotrzebowania technologicznego SUW,
- poziomów wody w zbiornikach,
- stanów awaryjnych instalacji.
- Opracowanie układu sterowania i wizualizacji, zapewniającego:
 - lokalny nadzór nad pracą pomp, magazynu energii i układu zasilania,
 - prezentację podstawowych parametrów technologicznych i energetycznych,
 - sygnalizację stanów pracy i alarmów,
 - możliwość konfiguracji podstawowych parametrów pracy systemu przez uprawnioną obsługę.
- Integrację projektowanego układu z istniejącym systemem monitoringu SUW, w zakresie wymaganych sygnałów pracy i alarmów, z zachowaniem niezależności podstawowych funkcji sterowania technologicznego od systemu zdalnego monitoringu.
- Projektowane rozwiązania powinny zapewnić bezpieczną, automatyczną i energooszczędną pracę instalacji, przy czym nadrzędnym kryterium sterowania pozostaje zapewnienie ciągłości procesu technologicznego SUW oraz wymaganej dostępności wody.

2. Stan istniejący

Stan istniejący – układ sterowania pompami głębinowymi i kontroli poziomów

Na podstawie istniejącej dokumentacji technicznej oraz przeprowadzonej wizji lokalnej stwierdzono, że układ technologiczny SUW wyposażony jest obecnie w trzy pompy głębinowe oraz sześć zbiorników retencyjnych.

Zbiorniki retencyjne funkcjonalnie podzielone są na trzy grupy:

- zbiorniki nr 1 i 2,
- zbiorniki nr 3 i 4,
- zbiorniki nr 5 i 6.

Kontrola poziomu wody realizowana jest za pomocą punktowych czujników poziomu zabudowanych w wybranych zbiornikach. Sygnały z czujników doprowadzane są przewodowo do istniejącego układu sterowania.

Na podstawie sygnałów poziomu układ przekaźnikowy generuje sygnały zapotrzebowania na pracę pomp głębinowych. Istniejąca automatyka umożliwia pracę pomp w trybie

automatycznym oraz przewiduje możliwość odstawiania poszczególnych grup zbiorników. Sterowanie pracą pomp realizowane jest przy wykorzystaniu układów przekaźnikowych, przekaźników czasowych oraz indywidualnych układów łagodnego rozruchu Allen-Bradley SMC-3. Każda z trzech istniejących pomp wyposażona jest w indywidualny softstarter ograniczający prąd rozruchowy silnika.

W dokumentacji istniejącego układu występują między innymi elementy oznaczone 11K4, 12K4 i 13K4, związane z realizacją funkcji sterowania pompami głębinowymi. Dokumentacja wskazuje również, że układ sterowania był modyfikowany w trakcie eksploatacji obiektu.

Projektowana modernizacja zakłada zastąpienie dotychczasowej logiki przekaźnikowej układem opartym o sterownik PLC LS XEC Ultra. Nowy sterownik przejmie funkcje związane z oceną stanów poziomu, wyznaczaniem zapotrzebowania na pracę pomp, wyborem pompy, realizacją sekwencji rozruchowej oraz obsługą blokad i alarmów.

Docelowo układ będzie obsługiwał cztery pompy głębinowe. Rozruch pomp realizowany będzie przy wykorzystaniu wspólnego przemiennika częstotliwości LS S100, pracującego w układzie krocącym.

Zakłada się zachowanie podstawowej filozofii działania istniejącej instalacji, tj. automatyczne uruchamianie pomp w zależności od poziomu wody w zbiornikach, przy jednoczesnym rozszerzeniu układu o nowoczesną diagnostykę, wizualizację HMI oraz możliwość współpracy z instalacją fotowoltaiczną i magazynem energii.

W ramach projektowanej modernizacji przewiduje się zastąpienie istniejących punktowych czujników poziomu sondami hydrostatycznymi z wyjściem analogowym 4–20 mA. Sondy będą umożliwiały ciągły pomiar poziomu wody i przekazywanie wartości pomiarowej do sterownika PLC LS XEC Ultra. Na podstawie sygnału analogowego sterownik będzie wyznaczał aktualny poziom wody w jednostkach wysokości oraz w zakresie 0–100%.

3. Magazyn energii, falownik

3.1. Opis magazynu energii

Projektuje się zastosowanie przemysłowego magazynu energii elektrycznej, przeznaczonego do współpracy z instalacją fotowoltaiczną oraz układem automatyki Stacji Uzdatniania Wody. Magazyn energii będzie wykorzystywany do zwiększenia autokonsumpcji energii produkowanej przez instalację PV, ograniczenia szczytowego poboru energii z sieci elektroenergetycznej oraz wspomagania zasilania odbiorników technologicznych, w szczególności pomp głębinowych.

Magazyn wykonany jest w technologii **LFP (litowo-żelazowo-fosforanowej)** i posiada zintegrowany system zarządzania baterią BMS oraz lokalny układ sterowania i monitoringu LCU. Dla projektowanego układu przewiduje się wariant o pojemności znamionowej **200 kWh**, wyposażony w 10 modułów bateryjnych o pojemności 20 kWh każdy. Napięcie znamionowe części baterijnej wynosi 640 V DC, przy zakresie pracy 580–720 V DC.

Urządzenie wyposażone jest w przemysłowy system klimatyzacji zapewniający odpowiednie warunki temperaturowe pracy ogniw, lokalny ekran dotykowy oraz możliwość zdalnego monitorowania parametrów pracy. Magazyn umożliwia komunikację z nadrzędnym systemem automatyki za pomocą interfejsów **CAN, RS485 oraz Ethernet**, co pozwala na przekazywanie do sterownika PLC informacji dotyczących m.in. stanu naładowania baterii, parametrów elektrycznych, stanów pracy, ostrzeżeń i alarmów.

Obudowa magazynu posiada stopień ochrony **IP55** i jest przystosowana do montażu zewnętrznego. Zakres temperatury pracy wynosi od -30°C do +55°C, z ograniczeniem mocy przy temperaturze powyżej 45°C. Wymiary urządzenia wynoszą około **1150 × 2200 × 1375 mm (szer. × wys. × gł.)**, a masa kompletnego magazynu nie przekracza około 2300 kg.

Magazyn energii będzie współpracował z falownikiem hybrydowym oraz nadrzędnym sterownikiem PLC. Układ automatyki będzie wykorzystywał informacje o stanie magazynu do optymalizacji pracy pomp głębinowych, przy czym sterowanie energetyczne będzie miało charakter nadrzędnie optymalizacyjny i nie będzie ograniczało realizacji wymaganych funkcji technologicznych oraz bezpieczeństwa pracy SUW.

Parametr	
Pojemność znamionowa	200 kWh
Technologia	LFP
Liczba PACK	10 szt.
Pojemność pojedynczego PACK	20 kWh
Napięcie znamionowe DC	640 V DC
Zakres napięcia DC	580–720 V DC
Maks. współczynnik ładowania/rozładowania	0,7 C
Komunikacja	CAN / RS485 / Ethernet
Chłodzenie	klimatyzacja przemysłowa
Wyświetlacz	Touch Screen + Cloud Platform
Stopień ochrony	IP55
Montaż	zewnętrzny
Temperatura pracy	–30...+55°C, derating >45°C
Wilgotność	0–95%, bez kondensacji
Maks. wysokość	3000 m n.p.m.
Wymiary S×W×G	1150 × 2200 × 1375 mm
Masa	<2300 kg
Żywotność deklarowana	9000 cykli*
Certyfikaty	UN38.3, IEC 62619, IEC 61000, IEC 62477

3.2. Opis falownika hybrydowego

Projektuje się zastosowanie **trójfazowego falownika hybrydowego o mocy znamionowej 50 kW**, przeznaczonego do współpracy z instalacją fotowoltaiczną oraz przemysłowym magazynem energii.

Falownik będzie pełnił funkcję urządzenia energoelektronicznego odpowiedzialnego za przekształcanie energii elektrycznej oraz koordynację przepływu energii pomiędzy instalacją fotowoltaiczną, magazynem energii, siecią elektroenergetyczną i odbiornikami Stacji Uzdatniania Wody. Zastosowanie falownika hybrydowego umożliwi wykorzystanie bieżącej produkcji energii z instalacji PV, ładowanie magazynu energii w okresach występowania nadwyżki produkcji oraz wykorzystanie energii zgromadzonej w bateriach w okresach zwiększonego zapotrzebowania obiektu.

Falownik powinien umożliwiać dwukierunkową współpracę z magazynem energii oraz realizację funkcji takich jak ograniczanie szczytowego poboru mocy z sieci, zwiększenie autokonsumpcji energii z instalacji PV, ładowanie i rozładowywanie magazynu zgodnie z zadany algorytmem oraz przekazywanie parametrów pracy do nadrzędnego systemu

sterowania.

Urządzenie zostanie zintegrowane z nadrzędnym sterownikiem PLC układu automatyki SUW. Komunikacja umożliwi odczyt podstawowych parametrów pracy falownika i systemu energetycznego, takich jak moc chwilowa, napięcia, prądy, kierunek przepływu energii, stan pracy, dostępna moc oraz informacje o alarmach i awariach.

Sterownik PLC będzie na podstawie danych otrzymywanych z falownika, instalacji PV i magazynu energii realizował algorytm optymalizacji energetycznej pracy obiektu. W szczególności możliwe będzie dostosowanie momentu załączania kolejnych pomp głębinowych do aktualnie dostępnej mocy instalacji fotowoltaicznej i stanu naładowania magazynu energii.

Układ zostanie zaprogramowany w taki sposób, aby funkcje związane z optymalizacją energetyczną nie ograniczały podstawowych funkcji technologicznych SUW. W przypadku wystąpienia krytycznego zapotrzebowania na wodę lub braku możliwości wykorzystania energii z magazynu, sterowanie pompami będzie realizowane z priorytetem zapewnienia ciągłości procesu technologicznego.

Sym.	j. m.	Nazwa	Wartość	Tabela równoważności (Dopuszczalne odchylenia)
Parametry dotyczące strony wejściowej DC			$P_N = 50,0 \text{ kW}$	
U_{INmax}	V	Maksymalne napięcie wejściowe	1000	+ Brak ograniczeń
U_{MPPmin} U_{MPPmax}	V	Zakres napięcia pracy MPPT	150,0 - 850	Dolna granica nie większa niż 150 V, górną nie mniejszą niż 850 V
U_{START}	V	Napięcie startu	180	Nie więcej niż 200
I_{MPPmax}	A	Maksymalny prąd znamionowy	40	Nie mniej niż prąd proj. modułów PV
I_{SCmax}	A	Maksymalny prąd obwodu zwartego	60	Nie mniej niż prąd proj. modułów PV
MPPT	Szt.	Liczba śledzących maksymalny punkt pracy	4	+ Brak ograniczeń
Parametry dotyczące strony wyjściowej AC				
P_N	kW	Znamionowa moc wyjściowa	50	W przedziale 0,8-1,2 Mocy Proj. PV
S	kVA	Maksymalna moc wyjściowa	72,5	+ Brak ograniczeń
I_{max}	A	Maksymalny prąd wyjściowy	79,8	+/- Brak ograniczeń
Parametry konwersji				
η_{max}	%	Sprawność maksymalna	98,60	Nie mniej niż 98,50
$\eta_{EURO/CEC}$	%	Sprawność europejska (tzn. ważona)	98,00	Nie mniej niż 98,0

4. Zakres systemu

4.1. Zakres nowej rozdzielnic i automatyki sterującej

- prefabrykacja szafy sterowniczej;
- zastosowanie ciągu szaf Rittal oraz wentylacji Stego;
- przemiennik częstotliwości LS serii S100, 15 kW;
- sterownik PLC LS XEC w wersji Ultra wraz z kartami rozszerzeń;
- panel HMI LS XP2-1200D, 12 cali, 1024 x 768;
- aparatura elektryczna i modułowa LS;
- przekaźnik bezpieczeństwa Siemens;
- zasilacz i listwy zaciskowe Weidmuller;
- dostawa i montaż sond hydrostatycznych poziomu 4–20 mA wraz z wymaganymi obwodami pomiarowymi oraz modułami wejść analogowych sterownika PLC;
- oprogramowanie PLC, wizualizacja HMI i konfiguracja przemiennika częstotliwości;

4.2. Zakres systemu monitoringu SUW

- układ monitoringu oparty o Siemens LOGO! 8;
- 1 sterownik PLC, 2 moduły rozszerzeń I/O i karta pamięci;
- router GSM/LTE oraz zasilacz podtrzymujący UPS;
- monitoring maksymalnie 24 sygnałów wejściowych w zakresie sygnałów już dostępnych w obiekcie;
- wizualizacja m.in. suchobiegu studni, pracy pomp głębinowych, sprężarek, obecności napięcia zasilającego i poziomu wody w zbiornikach;
- zdalny dostęp do wizualizacji przez serwer WWW;
- niezbędne przeróbki istniejącego układu, uruchomienie, instrukcja obsługi i szkolenie załogi.

5. Architektura automatyki

Rekomendowana architektura zakłada niezależność podstawowego sterowania procesem od warstwy zdalnego monitoringu. PLC LS XEC odpowiada za logikę pomp, sekwencję falownika, obsługę stanów zbiorników i logikę energetyczną. Siemens LOGO! 8 zbiera sygnały

eksploatacyjne i udostępnia je przez interfejs WWW.

Zasada funkcjonalna: LS XEC steruje procesem. LOGO! 8 monitoruje i udostępnia dane zdalnie. Utrata Internetu, routera lub warstwy WWW nie może sama w sobie powodować zatrzymania pomp.

6. Warstwa monitoringu sterownika PLC

Układ sterownika LOGO! 8 należy traktować jako lokalny koncentrator sygnałów eksploatacyjnych i punkt zdalnego podglądu. Ma on monitorować sygnały już dostępne w rozdzielniach oraz wybrane sygnały przekazywane z nowego układu LS XEC.

6.1. Funkcje podstawowe

- rejestracja i wizualizacja stanów dwustanowych oraz dostępnych wartości procesowych;
- wskazywanie pracy i awarii podstawowych urządzeń SUW;
- prezentacja poziomu wody w zbiornikach w zakresie dostępnych sygnałów;
- sygnalizacja obecności / zaniku napięcia zasilającego oraz stanów UPS;
- zdalny dostęp przez WWW z wykorzystaniem routera GSM/LTE;
- prezentacja zbiorczego alarmu nowej automatyki pomp i magazynu energii.

6.2. Ograniczenie funkcjonalne

Sterownik monitorujący PLC LOGO! 8 nie powinno być jedynym elementem realizującym funkcje krytyczne związane z bezpieczeństwem i sterowaniem pomp. W szczególności sterowanie stycznikami przełączającymi tor falownik/sieć, logika sekwencyjnego rozruchu i decyzje energetyczne powinny pozostać w PLC LS XEC i w aparaturze zabezpieczeniowej.

7. Warstwa sterowania LS XEC Ultra

Sterownik LS XEC Ultra jest przewidziany jako główny sterownik technologiczny nowego układu. Program powinien być zbudowany modułowo, z jednoznacznym rozdzieleniem funkcji bezpieczeństwa, logiki pomp, obsługi falownika, zarządzania energią, alarmów i komunikacji.

7.1. Główne zadania PLC

- wyznaczanie liczby pomp wymaganych do pracy na podstawie poziomów i stanów technologicznych;
- wybór pomp dostępnych do pracy oraz wyrównywanie czasu pracy;
- sekwencyjny, kroczący rozruch pomp z wykorzystaniem jednego falownika LS S100;
- nadzór blokad elektrycznych i programowych toru falownik/sieć;
- komunikacja z magazynem energii oraz falownikiem PV w zakresie dostępnych protokołów;
- ograniczanie poboru mocy i preferowanie pracy przy korzystnych warunkach energetycznych bez naruszania wymagań procesu;
- obsługa HMI, alarmów, trendów, liczników pracy oraz diagnostyki.

8. Sterowanie pompami głębinowymi

8.1. Założenie funkcjonalne

Układ obejmuje cztery pompy głębinowe. Falownik LS S100 o mocy 15 kW ma pracować w trybie kroczącym, tzn. służyć do łagodnego rozruchu kolejnych pomp. Po osiągnięciu warunków nominalnej pracy pompa ma być przełączana na zasilanie sieciowe, a falownik ma zostać zwolniony do uruchomienia następnej pompy.

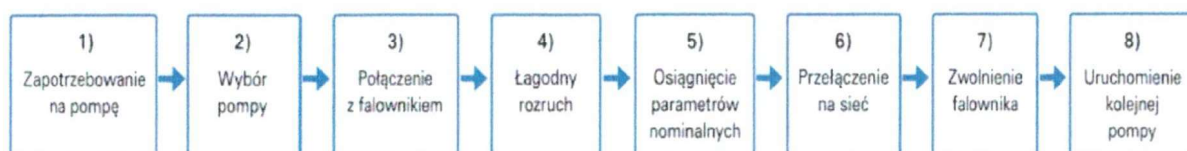
Układ obejmuje cztery pompy głębinowe P1–P4 oraz jeden falownik LS S100 15 kW, wykorzystywany kolejno do łagodnego rozruchu każdej z pomp.

Algorytm pracy:

1. Sterownik PLC sprawdza zapotrzebowanie na uruchomienie pompy oraz dostępność poszczególnych pomp.
2. Wybierana jest pompa przeznaczona do uruchomienia.
3. Pompa zostaje połączona z falownikiem.
4. Falownik realizuje łagodny rozruch pompy, zwiększając częstotliwość do wartości nominalnej.
5. Po osiągnięciu wymaganych parametrów pracy sterownik przygotowuje przełączenie pompy na zasilanie sieciowe.
6. Pompa zostaje odłączona od falownika i przełączona na zasilanie sieciowe poprzez odpowiedni układ stycznikowy.
7. Po potwierdzeniu prawidłowej pracy pompy z sieci falownik zostaje zwolniony.

8. Jeżeli wymagane jest uruchomienie kolejnej pompy, procedura jest powtarzana dla następnej dostępnej pompy.
9. W przypadku wystąpienia awarii, braku potwierdzenia styczników lub niespełnienia warunków bezpieczeństwa sekwencja rozruchowa zostaje przerwana, a układ przechodzi do stanu bezpiecznego.

Schemat uproszczony:



- **Ograniczenie mocy przyłączeniowej**

Projektowany układ obejmuje docelowo cztery pompy głębinowe o mocy 11 kW każda. Łączna moc znamionowa pomp wynosi zatem 44 kW.

Ze względu na aktualną moc przyłączeniową obiektu wynoszącą 40 kW, układ sterowania należy zaprojektować w taki sposób, aby sumaryczna moc pobierana przez pracujące pompy oraz pozostałe odbiory obiektu nie powodowała przekroczenia dopuszczalnej mocy przyłączeniowej.

W szczególności niedopuszczalne jest jednoczesne załączenie wszystkich czterech pomp przy pełnym obciążeniu bez wcześniejszej weryfikacji bilansu mocy obiektu.

Sterownik PLC powinien realizować kontrolę liczby pracujących pomp oraz blokadę uruchomienia kolejnej pompy w przypadku, gdy przewidywane lub aktualne zapotrzebowanie mocy spowodowałoby przekroczenie wartości 40 kW.

Dla obecnych warunków przyłączeniowych podstawowym założeniem eksploatacyjnym powinno być ograniczenie jednoczesnej pracy pomp do takiej liczby, która wraz z pozostałymi odbiorami SUW nie spowoduje przekroczenia mocy przyłączeniowej.

W przypadku zwiększenia mocy przyłączeniowej w przyszłości dopuszcza się odpowiednie rozszerzenie logiki sterowania i możliwość jednoczesnej pracy większej liczby pomp.

8.2. Wybór pompy

W trybie automatycznym zaleca się wybór pierwszej dostępnej pompy o najmniejszym liczniku czasu pracy. Pompa z aktywną awarią, blokadą suchobiegu, brakiem potwierdzenia

zabezpieczenia lub blokadą serwisową powinna być pomijana. Dla każdej pompy należy prowadzić co najmniej licznik godzin pracy i licznik uruchomień.

8.3. Przykładowa sekwencja startu

1. Sprawdzenie warunków wspólnych: brak zatrzymania awaryjnego, poprawne zasilanie, brak alarmu krytycznego, falownik gotowy.
2. Wybór pompy dostępnej do uruchomienia.
3. Potwierdzenie, że stycznik sieciowy wybranej pompy jest wyłączony.
4. Załączenie toru falownikowego wybranej pompy i sprawdzenie potwierdzenia stycznika.
5. Wydanie komendy RUN do falownika i realizacja rampy częstotliwości.
6. Po osiągnięciu zadanego warunku transferu - wykonanie bezpiecznej procedury przełączenia na sieć.
7. Potwierdzenie pracy pompy z sieci, zwolnienie falownika i przejście do obsługi kolejnej pompy, jeżeli istnieje dalsze zapotrzebowanie.
8. W przypadku braku potwierdzeń w określonym czasie - przerwanie sekwencji i wygenerowanie alarmu.

8.4. Sterowanie poziomem

Docelowe progi uruchamiania pomp należy ustalić na podstawie technologii SUW i charakterystyki zbiorników. Program powinien umożliwiać definiowanie progów i histerezy z poziomu chronionego ekranu nastaw HMI.

Stan poziomu	Przykładowa decyzja	Uwagi
wysoki / powyżej progu STOP	0 pompa	utrzymanie rezerwy i ograniczenie przepełnienia
średni wysoki	1 pompa	normalne uzupełnianie
średni niski	2 pompy	zwiększone zapotrzebowanie
niski / krytyczny	3 pompy lub maks. dostępne	priorytet technologiczny; optymalizacja energii może być pominięta

Poziom wody będzie mierzony w sposób ciągły przy wykorzystaniu sond hydrostatycznych 4–20 mA. Sterownik PLC będzie skalował sygnał wejściowy do wartości poziomu w metrach oraz procentach zakresu pomiarowego. Na podstawie zmierzonego poziomu PLC będzie

wyznaczał zapotrzebowanie na pracę pomp. Progi START/STOP oraz histerezy będą nastawiane z poziomu chronionego ekranu HMI.

9. Integracja magazynu energii i instalacji PV

Funkcja zarządzania energią powinna działać jako warstwa optymalizacyjna nadrzędna wobec harmonogramu pomp, ale podrzędna wobec bezpieczeństwa i minimalnych wymagań technologicznych SUW. PLC nie powinien sterować bezpośrednio ogniwami baterii; komunikacja powinna odbywać się z systemem PCS/inwerterem magazynu oraz korzystać ze statusów BMS udostępnianych przez producenta.

9.1. Minimalny zakres danych z magazynu energii

- SOC baterii [%];
- moc chwilowa ładowania/rozładowania [kW];
- maksymalna dostępna moc ładowania i rozładowania;
- status READY / RUN / FAULT;
- zezwolenie na ładowanie i rozładowanie;
- alarmy i kody błędów;
- tryb pracy PCS/BMS;
- opcjonalnie wartości napięcia, prądu i temperatury, jeżeli są udostępnione komunikacyjnie.

9.2. Minimalny zakres danych z instalacji PV

- moc czynna aktualnie generowana [kW];
- status falownika PV i alarm zbiorczy;
- energia produkowana - opcjonalnie do statystyk;
- możliwość odczytu ograniczenia / dostępnej mocy, jeżeli falownik udostępnia taki parametr.

9.3. Proponowane priorytety energetyczne

1. zapewnienie wymaganej ilości wody i utrzymanie poziomów bezpieczeństwa;
2. wykorzystanie bieżącej produkcji PV do zasilania pomp (opcjonalnie);

4. ładowanie magazynu energii zgodnie z ograniczeniami BMS/PCS;
5. wspomaganie pracy pomp z magazynu przy utrzymaniu minimalnego SOC;
6. ograniczenie szczytowego poboru mocy z sieci, jeżeli taki cel zostanie potwierdzony przez Zamawiającego.

Algorytm sterowania pracą pomp

1. Sprawdzenie poziomu wody w zbiorniku

- Sterownik PLC odczytuje aktualny poziom wody.
- W pierwszej kolejności sprawdzany jest warunek poziomu krytycznego.

2. Poziom krytyczny

- Jeżeli poziom wody osiągnie wartość krytyczną, priorytetem jest zapewnienie ciągłości procesu technologicznego.
- Sterownik uruchamia wymaganą liczbę dostępnych pomp niezależnie od bieżącej optymalizacji energetycznej.
- Nadal obowiązują blokady bezpieczeństwa pomp, zabezpieczenia silnikowe oraz warunki technologiczne.

3. Normalny poziom pracy

- Jeżeli poziom krytyczny nie występuje, PLC określa aktualne zapotrzebowanie technologiczne i wyznacza wymaganą liczbę pracujących pomp.

4. Sprawdzenie bilansu energetycznego

Sterownik odczytuje:

- P_PV – aktualną moc instalacji fotowoltaicznej,
- P_GRID – aktualną moc pobieraną z sieci,
- SOC – poziom naładowania magazynu energii,
- P_ESS_AVAILABLE – moc możliwą do pobrania z magazynu energii.

5. Wykorzystanie energii z PV

- W przypadku występowania nadwyżki produkcji fotowoltaicznej układ preferuje uruchamianie pomp w celu maksymalnego wykorzystania energii z PV.
- Jeżeli dostępna moc PV jest wystarczająca, uruchamiana jest kolejna wymagana pompa.

6. Wykorzystanie magazynu energii

- Jeżeli moc instalacji PV jest niewystarczająca, PLC sprawdza możliwość

wykorzystania magazynu energii.

- Rozładowanie magazynu jest dopuszczalne wyłącznie wtedy, gdy:

$$SOC > SOC_MIN$$

oraz magazyn znajduje się w stanie gotowości i posiada odpowiednią dostępną moc.

7. Kontrola mocy pobieranej z sieci

- Przed uruchomieniem kolejnej pompy PLC sprawdza przewidywany pobór mocy.
- Jeżeli obowiązuje ograniczenie mocy z sieci, uruchomienie pompy jest dopuszczalne wyłącznie wtedy, gdy nie spowoduje przekroczenia ustawionego limitu.
- W przypadku przekroczenia limitu sterownik powinien w pierwszej kolejności wykorzystać dostępną moc magazynu energii.
- Jeżeli magazyn nie jest w stanie pokryć brakującej mocy, uruchomienie kolejnej pompy zostaje zablokowane.

8. Uruchomienie pompy

- Po spełnieniu warunków technologicznych i energetycznych PLC wydaje zgodę na uruchomienie odpowiedniej pompy.
- Pompa zostaje uruchomiona zgodnie z przyjętą sekwencją rozruchową.

10. Tryby pracy i priorytety sterowania

Tryb	Opis	Zakres uprawnień / ograniczeń
AUTO	Sterowanie na podstawie poziomu, dostępności pomp i bilansu energii.	Pełna automatyka; wszystkie blokady aktywne.
RĘCZNY	Operator wybiera pompę lub żąda jej startu.	Sterowanie ręczne nie omija zabezpieczeń i blokad bezpieczeństwa.
SERWIS	Tryb testowy do uruchomienia i diagnostyki.	Dostęp chroniony hasłem; pojedyncze testy wyjść tylko przy spełnieniu warunków bezpiecznych.
AWARYJNY / DEGRADOWANY	Praca po utracie wybranej komunikacji energetycznej.	Podstawowe sterowanie wodą pozostaje aktywne, o ile warunki lokalne i zabezpieczenia na to pozwalają.

11. Komunikacja między urządzeniami

Szczegółowe protokoły zależą od modeli magazynu energii, falownika PV i dostępnych interfejsów sterowników. Preferowana jest komunikacja cyfrowa po Ethernet lub magistrali szeregowej, z diagnostyką jakości połączenia i czasem nadzoru komunikacji.

Połączenie	Preferowany cel	Przykładowe dane
LS XEC <-> HMI LS XP2	obsługa lokalna	statusy pomp, poziomy, energia, nastawy, alarmy, trendy
LS XEC <-> LS S100	sterowanie i diagnostyka falownika	RUN, zadanie częstotliwości, prąd, częstotliwość, READY, FAULT
LS XEC <-> ESS/PCS/BMS	zarządzanie energią	SOC, moc, limity, status, alarmy, ewentualne setpointy
LS XEC <-> falownik PV	bilans energetyczny	moc PV, status, alarmy
LS XEC <-> LOGO! 8	przekaz danych do monitoringu	praca/awaria P1-P3, alarm automatyki, ESS/PV, tryb AUTO
LOGO! 8 <-> router LTE	zdalny dostęp	serwer WWW / monitoring

Fail-safe komunikacji: Utrata komunikacji z ESS lub PV powinna powodować przejście logiki energetycznej do zdefiniowanego trybu degradacji, a nie automatyczne zatrzymanie procesu pompowania. Awaria komunikacji z falownikiem podczas sekwencji startu powinna zatrzymać daną sekwencję i wygenerować alarm.

12. Proponowana lista sygnałów I/O

12.1. Monitoring sterownika PLC - propozycja do limitu 24 wejść

Lp.	Sygnał	Typ	Uwagi
1	P1 - praca	DI	z istniejącego/new układu
2	P1 - awaria	DI	zbiórca sygnał pompy
3	P1 - suchobiegi	DI	jeżeli sygnał dostępny

4	P2 - praca	DI	
5	P2 - awaria	DI	
6	P2 - suchobieg	DI	
7	P3 - praca	DI	
8	P3 - awaria	DI	
9	P3 - suchobieg	DI	
10	Chlorator - praca	DI	istniejący sygnał
11	Chlorator - awaria	DI	jeżeli dostępny
12	Sprężarka 1 - praca	DI	istniejący sygnał
13	Sprężarka 1 - awaria	DI	jeżeli dostępny
14	Sprężarka 2 - praca	DI	istniejący sygnał
15	Sprężarka 2 - awaria	DI	jeżeli dostępny
16	Napięcie zasilające - obecność	DI	kontrola zasilania
17	UPS - praca z baterii	DI	jeżeli udostępnione
18	UPS - alarm	DI	jeżeli udostępnione
19	Poziom zbiornika / grupy 1 – 4–20 mA	AI	Sonda hydrostatyczna 4-20mA
20	Poziom zbiornika / grupy 2 – 4–20 mA	AI	Sonda hydrostatyczna 4-20mA
21	Poziom zbiornika / grupy 3 – 4–20 mA	AI	Sonda hydrostatyczna 4-20mA
22	Nowa automatyka LS XEC - alarm zbiorczy	DI/kom.	do monitoringu
23	ESS/PV - alarm zbiorczy	DI/kom.	do monitoringu

12.2. Kluczowe sygnały PLC LS XEC - propozycja

Typ	Nazwa logiczna	Opis
DI	P1_Run_FB	potwierdzenie pracy P1
DI	P1_MotorProt_OK	zabezpieczenie P1 OK
DI	P1_DryRun	suchobieg P1
DI	P1_KM_VFD_FB	potwierdzenie stycznika falownikowego P1
DI	P1_KM_GRID_FB	potwierdzenie stycznika sieciowego P1
DI	P2_Run_FB	potwierdzenie pracy P2
DI	P2_MotorProt_OK	zabezpieczenie P2 OK
DI	P2_DryRun	suchobieg P2
DI	P2_KM_VFD_FB	potwierdzenie stycznika falownikowego P2
DI	P2_KM_GRID_FB	potwierdzenie stycznika sieciowego P2
DI	P3_Run_FB	potwierdzenie pracy P3
DI	P3_MotorProt_OK	zabezpieczenie P3 OK
DI	P3_DryRun	suchobieg P3
DI	P3_KM_VFD_FB	potwierdzenie stycznika falownikowego P3
DI	P3_KM_GRID_FB	potwierdzenie stycznika sieciowego P3
DI	P4_DryRun	suchobieg P4
DI	P4_KM_VFD_FB	potwierdzenie stycznika falownikowego P4
DI	P4_KM_GRID_FB	potwierdzenie stycznika sieciowego P4
DI	Safety_OK	status toru bezpieczeństwa
DI	Mains_OK	obecność napięcia / zasilanie OK
AI	Tank01_Level	poziom 1
AI	Tank02_Level	poziom 2
AI	Tank03_Level	poziom 3
DO	P1_KM_VFD	stycznik P1 - falownik
DO	P1_KM_GRID	stycznik P1 - sieć
DO	P2_KM_VFD	stycznik P2 - falownik
DO	P2_KM_GRID	stycznik P2 - sieć
DO	P3_KM_VFD	stycznik P3 - falownik
DO	P3_KM_GRID	stycznik P3 - sieć

DO	P4_KM_VFD	stycznik P4 - falownik
DO	P4_KM_GRID	stycznik P4 - sieć
DO/COM	VFD_RunCmd	komenda RUN falownika
AO/COM	VFD_FreqSet	zadanie częstotliwości - sposób do potwierdzenia
DO	GeneralAlarm	alarm zbiorczy / sygnalizacja
COM	ESS_SOC	stan naładowania magazynu
COM	ESS_Power	moc magazynu
COM	ESS_Ready	gotowość ESS
COM	ESS_Fault	awaria ESS
COM	PV_Power	moc PV
COM	PV_Fault	awaria PV
COM	Grid_Power	moc z/do sieci - jeżeli dostępny licznik

13. Wizualizacja HMI i dostęp WWW

13.1. HMI LS XP2

- Panel HMI powinien zapewniać operatorowi pełny lokalny podgląd technologii i energetyki. Interfejs powinien być czytelny, z jednoznacznym rozróżnieniem stanów PRACA / STOP / AWARIA / BLOKADA oraz z ograniczeniem dostępu do nastaw i trybu serwisowego.
- Synoptyka główna SUW i zbiorników;
- Pompy P1-P4: stan, tryb, przebieg, licznik startów, alarmy;
- Falownik LS S100: gotowość, RUN, częstotliwość, prąd, alarm;
- Magazyn energii: SOC, moc, tryb, limity i alarmy;
- Instalacja PV: moc i status;
- Bilans energii: PV / ESS / sieć / pompy;
- Alarmy bieżące i historia;
- Trendy poziomów, mocy, SOC i stanów pracy;
- Nastawy automatyki z poziomami dostępu;
- Ekran serwisowy i diagnostyka I/O / komunikacji.

13.2. Wizualizacja WWW LOGO! 8

Wizualizacja WWW może mieć uproszczony charakter i prezentować podstawowe parametry wymagane w zakresie monitoringu: stany pomp, suchobieg, chlorator, sprężarki, obecność zasilania, poziomy zbiorników i alarm zbiorczy. Dostęp zdalny ma odbywać się przez router GSM/LTE zgodnie z polityką dostępu i zabezpieczeń zaakceptowaną przez Zamawiającego.

14. Alarmy, blokady i diagnostyka

Alarm / zdarzenie	Priorytet	Reakcja
E-STOP / tor bezpieczeństwa niegotowy	krytyczny	natychmiastowe zatrzymanie sterowania zgodnie z projektem bezpieczeństwa
Suchobieg pompy	krytyczny dla pompy	zatrzymanie i blokada ponownego startu do skasowania / ustąpienia warunku
Zabezpieczenie silnika zadziałało	krytyczny dla pompy	zatrzymanie pompy, pominięcie w rotacji
Jednoczesne potwierdzenie KM_VFD i KM_GRID	krytyczny	blokada sekwencji i alarm
Brak potwierdzenia stycznika	wysoki	przerwanie sekwencji po czasie nadzoru
Awaria falownika	wysoki	zatrzymanie sekwencji rozruchu; zachowanie pomp już pracujących zgodnie z projektem
Brak komunikacji ESS	średni	wyłączenie optymalizacji ESS, przejście do trybu degradacji
Brak komunikacji PV	średni	praca bez preferencji PV
Brak komunikacji LOGO/WWW	informacyjny	brak wpływu na sterowanie procesem
Niski SOC	ostrzeżenie / ograniczenie	ograniczenie rozładowania poniżej wartości nastawy
Poziom krytycznie niski	wysoki technologiczny	wymuszenie maksymalnego dostępnego pompowania z pominięciem optymalizacji

15. Algorytm sekwencyjny

Sekwencję falownika zaleca się zaimplementować jako maszynę stanów. Ułatwia to diagnostykę i ogranicza ryzyko wystąpienia sprzecznych komend w stanach przejściowych.

Stan	Nazwa	Opis
0	IDLE	brak żądania lub oczekiwanie
10	SELECT_PUMP	wybór pompy dostępnej do startu
20	CHECK_CONDITIONS	sprawdzenie blokad i zasilania
30	CONNECT_VFD	załączenie stycznika toru falownika
40	START_VFD	komenda RUN i start rampy
50	RAMP_UP	nadzór częstotliwości / czasu rozruchu
60	READY_TO_TRANSFER	osiągnięty warunek transferu
70	TRANSFER_TO_GRID	procedura przełączenia zgodna z projektem
80	CONFIRM_GRID_RUN	potwierdzenie pracy z sieci
90	NEXT_PUMP_CHECK	sprawdzenie zapotrzebowania na kolejną pompę
100	RUN	stan ustalony
900	FAULT	przerwanie sekwencji i diagnostyka

16. Praca układu SZR sieć – agregat

Projektowany układ SZR będzie realizował automatyczny wybór źródła zasilania pomiędzy siecią elektroenergetyczną OSD a agregatem prądotwórczym. Układ SZR przewiduje się zabudować przed układem magazynu energii, w rozdzielnicy głównej lub w wydzielonej części zasilającej rozdzielnicę.

Przyjmuje się, że z punktu widzenia falownika dwukierunkowego magazynu energii źródłem zasilania po stronie AC może być zarówno sieć elektroenergetyczna, jak i agregat prądotwórczy. Układ SZR odpowiada za wybór właściwego źródła oraz zapewnienie wzajemnej separacji sieci i agregatu.

Schemat funkcjonalny układu można przedstawić następująco:

Sieć OSD / agregat → SZR → falownik dwukierunkowy magazynu energii → główne szyny SUW → odbiory technologiczne i pompy P1–P4.

Falownik dwukierunkowy magazynu energii odpowiada za konwersję energii pomiędzy baterią DC a instalacją AC 3×400 V oraz realizację pracy magazynu energii w trybach ON-GRID i OFF-GRID.

Praca normalna – zasilanie z sieci

W normalnych warunkach pracy podstawowym źródłem zasilania jest sieć elektroenergetyczna OSD.

Przy prawidłowych parametrach sieci:

- tor zasilania sieciowego Q_GRID pozostaje załączony,
- tor agregatu Q_GEN pozostaje otwarty,
- agregat znajduje się w stanie gotowości,
- falownik dwukierunkowy magazynu energii pracuje w trybie ON-GRID,
- odbiory SUW zasilane są z sieci przy współpracy z magazynem energii.

W trybie ON-GRID magazyn energii może, zależnie od przyjętej konfiguracji, realizować między innymi ładowanie baterii, wspomaganie zasilania obiektu oraz ograniczanie maksymalnego poboru mocy z sieci.

Dla projektowanego układu szczególnie istotna jest możliwość wykorzystania magazynu energii do ograniczania mocy pobieranej z sieci, tak aby nie przekraczać przyjętego limitu mocy przyłączeniowej.

Zanik zasilania sieciowego

W przypadku zaniku napięcia sieciowego lub wystąpienia parametrów zasilania znajdujących się poza dopuszczalnym zakresem układ wykrywa brak prawidłowego źródła podstawowego.

Po potwierdzeniu zaniku sieci przez nastawiony czas:

- układ odseparowuje instalację SUW od sieci OSD,
- falownik dwukierunkowy magazynu energii przechodzi do pracy w trybie OFF-GRID,
- magazyn energii przejmuje zasilanie głównych szyn SUW,
- sterownik PLC monitoruje stan magazynu oraz bieżące zapotrzebowanie obiektu na moc.
- W trybie OFF-GRID falownik dwukierunkowy magazynu energii samodzielnie wytwarza wymagane napięcie i częstotliwość dla odbiorów SUW.

W czasie pracy wyspowej monitorowane powinny być co najmniej:

- poziom naładowania magazynu SOC,
- aktualna moc magazynu,
- dostępna moc rozładowania,
- aktualna moc odbiorów SUW,
- stan gotowości falownika magazynu energii,
- stan baterii,
- alarmy i awarie magazynu energii,
- prawidłowość napięcia i częstotliwości na szynach głównych SUW.

Warunki uruchomienia agregatu

Agregat prądotwórczy powinien zostać automatycznie uruchomiony w przypadku braku zasilania z sieci oraz wystąpienia warunków wskazujących na niewystarczającą możliwość dalszego zasilania obiektu z magazynu energii.

Sygnał żądania uruchomienia agregatu może zostać wygenerowany w szczególności w przypadku:

- spadku poziomu SOC poniżej ustawionej wartości SOC_START_GEN,
- niewystarczającej dostępnej mocy magazynu energii,
- przewidywanego przekroczenia dopuszczalnej mocy falownika magazynu energii po uruchomieniu kolejnego odbioru,
- przeciążenia falownika magazynu energii,
- wystąpienia awarii magazynu energii,

- braku gotowości falownika do dalszej pracy OFF-GRID,
- konieczności zapewnienia zasilania odbiorom o wysokim priorytecie technologicznym.

Przykładowy warunek logiczny może mieć postać:

niski SOC lub niewystarczająca moc magazynu lub awaria magazynu → START AGREGATU.

Sterownik powinien podejmować decyzję o uruchomieniu agregatu z odpowiednim wyprzedzeniem, tak aby nie dopuścić do całkowitego rozładowania magazynu lub przeciążenia falownika.

Rozruch agregatu

- Po wygenerowaniu żądania START AGREGATU agregat zostaje uruchomiony, natomiast jego tor mocy pozostaje początkowo odłączony od układu zasilania.
- W czasie rozruchu agregatu magazyn energii nadal zasila szyny SUW w trybie OFF-GRID.

Po uruchomieniu agregatu układ sprawdza co najmniej:

- obecność napięcia generatora,
- wartość napięcia,
- częstotliwość,
- kolejność faz,
- brak alarmu agregatu,
- stan gotowości agregatu.

Dopiero po spełnieniu wymaganych warunków generowany jest sygnał:

GEN_READY = TRUE

oznaczający gotowość agregatu do przejęcia funkcji źródła zasilającego wejście AC falownika magazynu energii.

Przełączenie SZR na agregat

Po potwierdzeniu gotowości agregatu układ SZR przełącza źródło zasilające z sieci na agregat. Układ należy wykonać w konfiguracji break-before-make, tzn. niedopuszczalne jest równoczesne połączenie sieci elektroenergetycznej i agregatu.

Sekwencja powinna obejmować:

- potwierdzenie otwarcia toru sieciowego Q_GRID,
- potwierdzenie braku równoległego połączenia źródeł,
- odczekanie zadanego czasu martwego,

- załączenie toru agregatu Q_GEN,
- potwierdzenie załączenia toru agregatu,
- kontrolę prawidłowych parametrów zasilania na wejściu falownika magazynu energii.

Po wykonaniu przełączenia agregat staje się źródłem AC dla falownika dwukierunkowego magazynu energii.

Układ zasilania przyjmuje wtedy postać:

Agregat → SZR → falownik dwukierunkowy magazynu energii → główne szyny SUW → odbiory.

Z punktu widzenia układu magazynu energii następuje zmiana źródła zasilania AC z sieci na agregat.

Współpraca agregatu z magazynem energii

Po przełączeniu na agregat falownik dwukierunkowy magazynu energii powinien nadal realizować funkcje zarządzania energią zgodnie z możliwościami wybranego urządzenia.

Zakłada się możliwość:

- zasilania bieżących odbiorów SUW z wykorzystaniem energii agregatu,
- stabilizacji obciążenia przy wykorzystaniu magazynu energii,
- pokrywania krótkotrwałych wzrostów zapotrzebowania z baterii,
- ładowania magazynu energii z agregatu, jeżeli funkcja taka jest obsługiwana przez zastosowany falownik dwukierunkowy.

Przykładowo, przy gwałtownym wzroście zapotrzebowania związanym z uruchomieniem kolejnej pompy magazyn energii może chwilowo wspomóc agregat, ograniczając konieczność przewymiarowania generatora wyłącznie na potrzeby krótkotrwałych skoków obciążenia.

Szczegółowy sposób współpracy agregatu z magazynem energii należy potwierdzić po doborze konkretnego falownika dwukierunkowego oraz agregatu.

Sterowanie pompami podczas pracy awaryjnej

Niezależnie od aktualnego źródła zasilania, podstawowe sterowanie pracą pomp P1–P4 pozostaje realizowane przez sterownik PLC LS XEC Ultra.

Pompy są zasilane z głównych szyn SUW, dlatego dla układu sterowania pomp nie ma bezpośredniego znaczenia, czy energia pochodzi aktualnie:

- z sieci,
- z magazynu energii w trybie OFF-GRID,
- czy z agregatu współpracującego z magazynem energii.

Przed uruchomieniem kolejnej pompy PLC powinien sprawdzać dostępny bilans mocy.

W szczególności należy porównywać:

aktualne obciążenie + przewidywana moc kolejnej pompy + wymagana rezerwa mocy
z dostępną mocą aktualnego układu zasilania.

Jeżeli podczas pracy OFF-GRID magazyn energii nie posiada wystarczającej rezerwy do uruchomienia kolejnej pompy, sterownik powinien najpierw wygenerować żądanie uruchomienia agregatu. Dopiero po uzyskaniu odpowiedniej dostępnej mocy należy wydać zgodę na uruchomienie kolejnej pompy.

Powrót napięcia sieciowego

Podczas pracy z agregatu układ cały czas monitoruje parametry sieci OSD.

Po wykryciu powrotu napięcia sieciowego nie należy wykonywać natychmiastowego przełączenia.

Sieć musi pozostawać stabilna przez zadany czas:

T_GRID_RETURN

Po potwierdzeniu stabilnej pracy sieci układ rozpoczyna procedurę powrotu do źródła podstawowego.

Sekwencja obejmuje:

- potwierdzenie stabilnych parametrów sieci,
- otwarcie toru agregatu Q_GEN,
- potwierdzenie otwarcia toru agregatu,
- odczekanie czasu martwego,
- załączenie toru sieciowego Q_GRID,
- potwierdzenie prawidłowego zasilania,
- powrót falownika magazynu energii do normalnego trybu ON-GRID.

Po przełączeniu na sieć agregat pozostaje uruchomiony bez obciążenia przez określony czas chłodzenia:

T_GEN_COOLDOWN. a następnie zostaje automatycznie zatrzymany.

Blokady układu SZR

Układ SZR powinien posiadać niezależne blokady uniemożliwiające równoczesne połączenie sieci i agregatu.

Należy przewidzieć co najmniej:

- blokadę mechaniczną torów Q_GRID i Q_GEN,

- blokadę elektryczną wykorzystującą styki pomocnicze aparatów,
- blokadę programową w sterowniku SZR/PLC,
- potwierdzenie rzeczywistego położenia aparatów przed wykonaniem kolejnego kroku sekwencji.

Niedopuszczalny jest stan:

$Q_GRID = ZALĄCZONY$ oraz $Q_GEN = ZALĄCZONY$ jednocześnie.

W przypadku wykrycia sprzecznych potwierdzeń położenia aparatów układ powinien przerwać sekwencję przełączania, zablokować dalsze komendy i wygenerować alarm krytyczny.

Uproszczony algorytm działania

Sieć prawidłowa

- SZR ustawiony na SIEĆ
- falownik magazynu pracuje ON-GRID
- agregat STOP.

Zanik sieci

- odseparowanie od sieci
- falownik magazynu przechodzi OFF-GRID
- magazyn zasila SUW.

SOC i moc magazynu wystarczające

- dalsza praca z magazynu.

SOC niski lub dostępna moc niewystarczająca

- START AGREGATU.

Agregat gotowy

- SZR przełącza wejście AC na agregat
- agregat zasila falownik dwukierunkowy magazynu energii
- magazyn i agregat zapewniają wymagane zasilanie SUW zgodnie z możliwościami zastosowanego systemu.

Powrót stabilnej sieci

- odłączenie agregatu
- przełączenie SZR na sieć
- powrót magazynu do pracy ON-GRID
- chłodzenie agregatu
- STOP agregatu.

Priorytet źródeł

Dla projektowanego układu przyjmuje się następującą hierarchię:

1. Sieć OSD – podstawowe źródło energii.
2. Magazyn energii – zasilanie przejściowe i awaryjne w trybie OFF-GRID.
3. Agregat prądotwórczy – źródło rezerwowe uruchamiane w przypadku niewystarczającej energii lub mocy magazynu podczas braku zasilania sieciowego.

Tak sformułowany opis pasuje do przyjętej koncepcji, w której SZR sieć–agregat znajduje się przed falownikiem dwukierunkowym magazynu energii, a urządzenia SUW są zasilane z głównych szyn za układem magazynu.

17. Prefabrykacja i prace instalacyjne

- prefabrykacja szafy sterowniczej i wykonanie połączeń wewnętrznych;
- montaż aparatury LS, Siemens, Weidmuller, elementów wentylacji Stego i zabudowy Rittal;
- wykonanie oznaczeń przewodów, aparatów i listew zaciskowych zgodnie z dokumentacją;
- wykonanie / wymiana kabli zasilających cztery pompy głębinowe wraz z rurami karbowanymi w zakresie objętym ofertą;
- podłączenie obwodów sterowniczych, pomiarowych, komunikacyjnych i zasilających;
- wykonanie przeróbek istniejącego układu wymaganych do pozyskania sygnałów monitoringu;
- konfiguracja routera LTE, UPS, LOGO! 8, LS XEC, HMI, falownika i interfejsów komunikacyjnych.

18. Uruchomienie i próby odbiorowe

Uruchomienie należy prowadzić etapowo. Każdy etap powinien być zakończony potwierdzeniem poprawności sygnałów i reakcji urządzeń przed przejściem do testów automatycznych.

1. weryfikacja dokumentacji i oznaczeń aparatów / przewodów;
2. sprawdzenie zasilania, UPS i torów bezpieczeństwa;
3. próba wszystkich wejść i wyjść cyfrowych oraz analogowych;

4. weryfikacja kierunku obrotów i zabezpieczeń każdej pompy;
5. próba blokad styczników falownik/sieć bez podawania pełnej sekwencji;
6. próba pojedynczej pompy z falownikiem;
7. próba kompletnego transferu dla każdej pompy zgodnie z zatwierdzoną procedurą;
8. próba sekwencji dwóch i trzech pomp;
9. próba trybów AUTO, RĘCZNY, SERWIS i degradacji komunikacji;
10. weryfikacja pomiarów poziomu i progów sterowania;
11. weryfikacja komunikacji z ESS i PV oraz logiki SOC / limitów mocy;
12. weryfikacja HMI, alarmów, trendów i zdalnego podglądu WWW;
13. próba zaniku zasilania / pracy UPS w zakresie bezpiecznym i uzgodnionym z obsługą;
14. odbiór funkcjonalny z udziałem przedstawiciela użytkownika.

19. Instrukcja, szkolenie i gwarancja

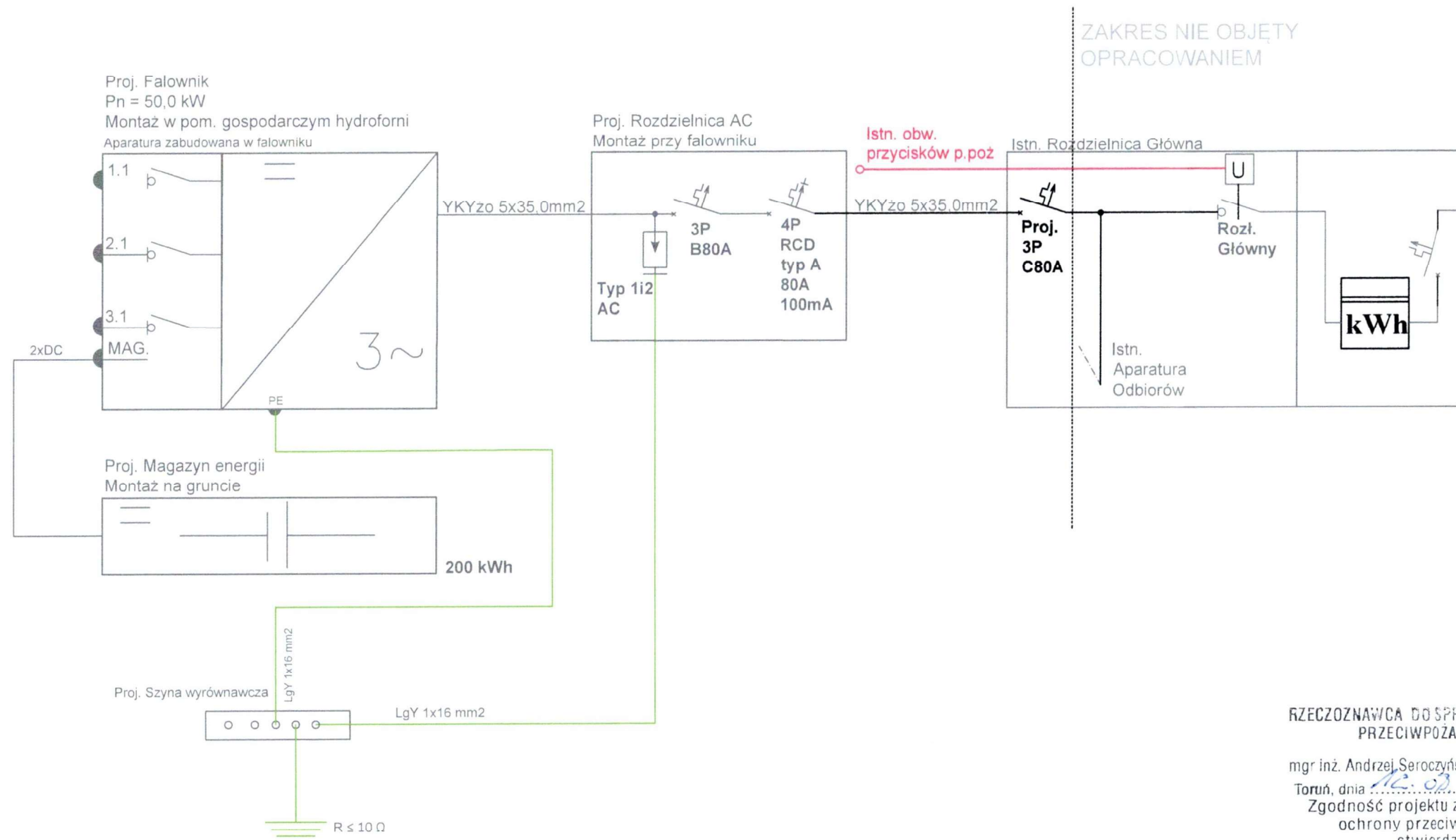
Po zakończeniu prac należy przekazać instrukcję obsługi systemu w zakresie urządzeń dostarczonych i zainstalowanych w ramach zadania. Instrukcja powinna obejmować podstawową obsługę HMI/WWW, znaczenie stanów i alarmów, sposób przełączania trybów dozwolonych operatorowi oraz podstawową diagnostykę.

Szkolenie załogi dotyczy wyłącznie obsługi zakupionego i zainstalowanego sprzętu i stanowi integralną część dostawy. Na zainstalowaną aparaturę sterującą przewidziano roczną gwarancję zgodnie z przekazanym opisem zakresu.

Załącznik A. Proponowane nazewnictwo zmiennych PLC

Zmienna	Typ	Opis
Pump01.CmdStart	BOOL	żądanie startu P1
Pump01.Running	BOOL	P1 pracuje
Pump01.Available	BOOL	P1 dostępna do automatyki
Pump01.Fault	BOOL	alarm P1
Pump01.Runtime_h	DINT/REAL	licznik godzin P1
Pump01.StartCount	DINT	licznik startów P1
Pump02.*	-	analogiczny zestaw dla P2
Pump03.*	-	analogiczny zestaw dla P3

Pump04.*	-	analogiczny zestaw dla P4
Tank01.Level_pct	REAL	poziom zbiornika 1
Tank01.LowCritical	BOOL	poziom krytycznie niski
TankManager.RequiredPumps	INT	żądana liczba pomp 0..4
VFD.Ready	BOOL	falownik gotowy
VFD.Running	BOOL	falownik pracuje
VFD.Fault	BOOL	awaria falownika
VFD.Frequency_Hz	REAL	częstotliwość aktualna
VFD.Current_A	REAL	prąd wyjściowy
ESS.SOC_pct	REAL	stan naładowania
ESS.Power_kW	REAL	moc, znak wg przyjętej konwencji
ESS.Ready	BOOL	gotowość magazynu
ESS.Fault	BOOL	alarm magazynu
ESS.CommOK	BOOL	komunikacja prawidłowa
PV.Power_kW	REAL	aktualna moc PV
PV.Fault	BOOL	alarm PV
PV.CommOK	BOOL	komunikacja prawidłowa
Grid.Power_kW	REAL	moc na przyłączy
System.AutoMode	BOOL	tryb automatyczny
System.GeneralAlarm	BOOL	alarm zbiorczy
System.EnergyOptimization	BOOL	zezwoleńie na optymalizację energii



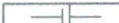
ZAKRES NIE OBJĘTY
OPRACOWANIEM

PRZECIWOPOŻAROWYCH

mgr inż. Andrzej Seroczyński, Nr upr. 535/2011
Toruń, dnia 12.08.2026, 38.00
Zgodność projektu z wymaganiami
ochrony przeciwpożarowej
stwierdzam

bez uwag z uwagami

Układ sieci	Zasilanie	pojemność magazynu energii
TN-C-S	3-FAZOWE	200 kWh

LEGENDA:					
	Łańcuch modułów fotowoltaicznych X - nr falownika, Y- nr MPPT, Z - nr łańcucha dla danego MPPT		Cewka wyzwalająca		Zespół magazynu energii
	Falownik hybrydowy		Wyłącznik różnicowoprądowy		Wyłącznik nadprądowy
			Ogranicznik przepięć		
			Rozłącznik izolacyjny		

INWESTOR:		
Gmina Rojewo ul. Rojewo 8, Rojewo 88-111		
Woj. Kujawsko-Pomorskie		
NAZWA ZAMÓWIENIA:		SKALA:
Budowa systemu zapewnienia ciągłości dostaw wody pitnej dla		-
mieszkańców Gminy Rojewo poprzez automatyzację stacji uzdatniania wody		
oraz zapewnienie awaryjnego systemu zasilania z odnawialnych źródeł		
energii		
OBIEKT:	Budynek Hydroforni	NR RYS:
		02
TYTUŁ RYSUNKU:		DATA:
Schemat ideowy instalacji		01.08.2026
PROJEKTANT:	inż. Aleksandra Janczak GT-III-7210/40/77	FORMAT:
	Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności	A3
	instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i	
	elektroenergetycznych	

SUW ROJEWO - SCHEMAT BLOKOWY AUTOMATYKI

