



PRZEDSIĘBIORSTWO INŻYNIERSKIE

ProEko

85-151 BYDGOSZCZ, AL. JANA PAWŁA II 148

TEL. (052) 34-84-085, TEL./FAX (052) 34-84-086, <http://www.pro-eko.pl>, e-mail: proeko@pro-eko.pl

NR ARCHIWALNY: 901/22 FAZA: PW NR EGZ.: DATA: 2024-04-22

MODERNIZACJA I ROZBUDOWA GOSPODARKI OSADOWEJ NA TERENIE CENTRALNEJ
OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW WTORUNIU



NAZWA INWESTYCJI

INWESTOR: TORUŃSKIE WODOCIĄGI SP. Z O.O.
UL. RYBAKI 31-35, 87-100 TORUŃ

LOKALIZACJA: DZ. NR 128/4, 136/2, 138/1 OBRĘB NR 0023

RODZAJ OPRACOWANIA: PROJEKT WYKONAWCZY
TOM 03.04.1 - INSTALACJE ELEKTROENERGETYCZNE
– WŁĄCZENIE GENERATORA

AUTORZY PROJEKTU:

FUNKCJA	IMIĘ I NAZWISKO	UPRAWNIENIA SPECJALNOŚĆ	PODPIS
Projektant	mgr inż. Bartłomiej Zosiuk	POM/0149/POOE/06 do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych	
Sprawdzający	mgr inż. Mariusz Kacprzak	POM/0189/PWOE/11 do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych	

1. Spis treści

1. SPIS TREŚCI	2
I. CZĘŚĆ OPISOWA	4
1. PRZEDMIOT ZAMIERZENIA PROJEKTOWEGO	4
2. PODSTAWA OPRACOWANIA	4
3. ZAKRES OPRACOWANIA	4
4. PROJEKTOWANY AGREGAT KOGENERACYJNY	4
5. ROZDZIELNICA SN	5
6. UKŁAD POMIAROWY ENERGII ELEKTRYCZNEJ NETTO (ISTNIEJĄCY)	6
7. STACJA PODNOSZENIA CIŚNIENIA BIOGAZU	6
8. STACJA OSUSZANIA BIOGAZU	6
9. POCHODNIA BIOGAZU	7
10. POZOSTAŁE PROJEKTOWANE ODBIORNIKI ENERGII ELEKTRYCZNEJ	7
11. STACJA TRANSFORMATOROWA (S02) – ISTNIEJĄCA	7
12. STACJA TRANSFORMATOROWA (S03) - PROJEKTOWANA	7
12.1. PREFABRYKAT BETONOWY	7
12.2. TRANSFORMATOR WYPROWADZENIA MOCY	8
12.3. ROZDZIELNICA NN	8
12.4. UKŁAD POMIARU ENERGII ELEKTRYCZNEJ BRUTTO GENERATORA G4 AP2 ..	11
13. ROZDZIELNICA NN (11R1)	11
13.1. UKŁAD POMIARU ENERGII ELEKTRYCZNEJ BRUTTO GENERATORA G1 AP1 ..	12
14. INSTALACJA UZIEMIENIA	12
15. LINIA KABLOWA SN	13
16. OCHRONA PRZEPIĘCIOWA	13
17. OCHRONA OD PORAŻEŃ	13
18. SYSTEM AUTOMATYKI	13
18.1. OPIS OGÓLNY	13
18.2. WŁĄCZENIE SYSTEMU MIKRO SIECI DO ISTNIEJĄCEGO SYSTEMU STEROWANIA	14
18.3. INSTALACJA POŁĄCZEŃ ŚWIATŁOWODOWYCH	14
18.4. WYMAGANIA SYSTEMU	15
18.5. STEROWNIK MIKROSIECI	16
19. SZAFKA PMS INSTALACJI PV	18
20. SYSTEM SCADA	18
20.1. OPIS OGÓLNY	18
20.2. ANALIZA DANYCH	20

20.3. RAPORTOWANIE	20
20.4. STANOWISKO DYSPOZYTORSKIE.....	21
21. TELEMECHANIKA.....	21
21.1. SZAFKA TELEMECHANIKI STM_SN.....	21
21.2. SZAFKA TELEMECHANIKI STM_NN	21
22. ZABEZPIECZENIA DODATKOWE.....	26
23. OBLICZENIA.....	28
23.1. OBLICZENIE PRAWIDŁOWOŚCI DOBORU PRZEKŁADNIKÓW PRĄDOWYCH DLA GENERATORA G4 AP2 (POMIAR PÓŁPOŚREDNI ENERGII BRUTTO).....	28
23.2. OBLICZENIA ZWARCIOWE	30
23.3. OBLICZENIA DOBORU KABLI ENERGETYCZNYCH	31
24. UWAGI KOŃCOWE.....	34
25. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW	35
II. CZĘŚĆ RYSUNKOWA	36
III. ZAŁĄCZNIKI	36

I. CZĘŚĆ OPISOWA

1. Przedmiot zamierzenia projektowego

Projekt wykonawczy branży elektrycznej dla modernizacji i rozbudowy gospodarki osadowej na terenie Centralnej Oczyszczalni Ścieków w Toruniu – instalacje włączenia generatora (część dotycząca modernizacji istniejącej stacji S02 znajduje się w odrębnym opracowaniu).

2. Podstawa opracowania

Podstawą niniejszego opracowania są następujące materiały:

- umowa zawarta z Inwestorem,
- miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego terenu,
- Decyzja Prezydenta Miasta Torunia o ustaleniu lokalizacji inwestycji celu publicznego nr 16.2023 z dnia 05.09.2023 r.,
- mapa sytuacyjno-wysokościowa do celów projektowych terenu objętego opracowaniem,
- warunki przyłączenia do sieci elektroenergetycznej numer P/23/075542 z dnia 22.03.2024 r. wydane przez Energa Operator SA Oddział w Toruniu,
- ustawa Prawo budowlane,
- obowiązujące przepisy, zarządzenia i normy,
- uzgodnienia z Inwestorem,
- dokumentacja techniczna agregatu kogeneracyjnego,
- dokumentacja techniczna urządzeń projektowych.

3. Zakres opracowania

W zakres opracowania wchodzi instalacja uziemiająca a także zasilania, kontroli i sterowania dla projektowanych urządzeń:

- agregat kogeneracyjny,
- stacja podnoszenia ciśnienia biogazu,
- stacja osuszania biogazu,
- pochodnia biogazu,
- pompy,
- zawory i przepustnice,
- kable grzejne.

4. Projektowany agregat kogeneracyjny

Generator:

Napięcie nominalne	400 V
Częstotliwość nominalna	50 Hz
Nominalna moc pozorna	1487 kVA
Moc elektryczna nominalna	1200 kW
Nominalny współczynnik mocy $\cos \phi$	0,8
Zakres regulacji współczynnika mocy $\cos \phi$	0.8 – 1.0
Sprawność elektryczna	43 %

Układ automatyki:

Praca zespołu odbywa się w trybie pełnej automatyki kontrolującej poprawność procesu technologicznego i reagującej na sytuacje alarmowe. Specjalna konfiguracja aplikacji gazowych.

Dostępne na wyświetlaczach informacje grupowane są w sposób umożliwiający łatwy odczyt i sortowanie dostępnych danych :

- parametry bieżące,
- wartości graniczne,
- parametry zmienne (regulacja),
- sygnalizacja alarmów.

Główne standardowe funkcje:

- automatyczny start/stop jednostki kogeneracyjnej,
- kontrola prędkości obrotowej i mocy,
- zdalna regulacja wydajności generatora (sygnał 4-20mA) ,
- pełna komunikacja z systemem Użytkownika (Ethernet),
- automatyczna synchronizacja agregatu z siecią zewnętrzną i praca równoległa,
- wykrywanie nieprawidłowości we współpracy generatora z siecią (napięcie, częstotliwość etc.) i natychmiastowa reakcja (odłączenie od sieci) w sytuacjach awaryjnych,
- zabezpieczenie przed mocą wsteczną,
- kontrola i sterowanie obiegami technologicznymi układu (gaz, woda, olej) w oparciu o ciągły pomiar ciśnienia i temperatury,
- automatyczny układ wykrywający uszkodzenie sieci,
- system wykrywający nieszczelność układu gazowego wraz z układem natychmiastowego wyłączenia agregatu w sytuacji awaryjnej,
- układ ostrzegający użytkownika o osiągnięciu przez parametry wartości zbliżone do granicznych,
- automatyczne zatrzymanie instalacji w przypadku osiągnięcia wartości granicznych (alarmowych),
- zasilanie napędów pomocniczych (pompy, zawory etc.),
- zewnętrzny wyłącznik awaryjny (STOP awaryjny).
- Łącze komunikacyjne Modbus TCP/IP do systemu nadrzędnego

Główne funkcje opcjonalne:

- układ monitoringu umożliwiający komunikację on-line (modem, łącze GSM) z centrum serwisowym (całodobowy monitoring, dowolna archiwizacja parametrów, informacje o stanach alarmowych, możliwość zmiany parametrów pracy etc.),

5. Rozdzielnica SN

Istniejąca główna rozdzielnica średniego napięcia na obiekcie wykonana jest w typie rozdzielnic powietrznej z wyłącznikami małoolejowymi. W torach zasilających została wykonana modernizacja wyłączników na wyłączniki próżniowe z zewnętrznym układem zabezpieczeń. Zastosowano mierniki parametrów sieci do pomiaru mocy w punkcie przyłączenia.

W część SN zakłada się dwie modernizacje:

Wymianę monitorów parametrów sieci na mikrokontrolery mikrosieci. W tym celu należy wykonać modernizację przedstawione na schematach. Aparaturę instalować w części niskonapięciowej pola. Zasilanie wykonać z zasilania obwodów wtórnych obwodnicy. Do mikrokontrolerów podłączyć sieć komunikacyjną zgodnie z schematem komunikacji.

Modernizacja pola nr 14.

W celu zasilenia nowej stacji transformatorowej należy wykonać modernizację pola nr 14. Pole obecnie zajęte jest przez dodatkowy przekładnik pomiarowy do pomiaru napięcia zasilającego i jego obecności na szynach. Modernizację należy wykonać poprzez demontaż istniejących przekładników napięciowych i zastąpienie ich nowym zestawem przekładników instalowanym ponad polem napięciowym. Należy zastosować przekładniki z nabudowanymi bezpiecznikami topikowymi o parametrach:

Uzwojenie 1: 15:√3/0,1:√3 kl. 0,2; 40VA

Uzwojenie 2: 15:√3/0,1:√3 kl. 3P; 20VA

Uzwojenie 3: 15:√3/0,1:3 kl. 3P; 20VA

Cześć niskonapięciowa obsługi przekładnika zostaje bez zmian.

W dolnej części pola należy zainstalować retrofit wyłącznika próżniowego i przekładniki prądowe w każdej z faz. Wyłącznik będzie wyposażony w napęd silnikowy o podstawowy sterownik pola. Sterownik pola należy zasilć z obwodów wtórnych rozdzielnicy napięciem 110VDC zainstalować odpowiednie zabezpieczenie wg schematu pola. Do pola doprowadzić kanałem kablowym istniejącym kabel SN do nowej stacji transformatorowej SO3.

Zastosować przekładniki prądowe o parametrach:

Uzwojenie 1: 50A/5A; 10VA; kl. 0,5S

Uzwojenie 2: brak

Uzwojenie 3: brak

6. Układ pomiarowy energii elektrycznej netto (istniejący)

Układ pomiarowy energii elektrycznej netto w całości pozostaje bez zmian. Nie ulega zmianie żaden element układu pomiarowego.

7. Stacja podnoszenia ciśnienia biogazu

Instalacja dostarczana jako kompletna posadowiana na płycie fundamentowej. Instalacja będzie wyposażona w kompletny system zasilania i sterowania jako urządzenie autonomiczne. Zasilanie szafki stacji z projektowanej stacji transformatorowej SO3.

Do szafki przewidziano zabezpieczenie gG32A i sygnały do systemu nadrzędnego PRACA i AWARIA z każdej dmuchawy do systemu nadrzędnego

8. Stacja osuszania biogazu

Instalacja dostarczana jako kompletna posadowiana na płycie fundamentowej. Instalacja będzie wyposażona w kompletny system zasilania i sterowania jako urządzenie autonomiczne. Zasilanie szafki stacji z projektowanej stacji transformatorowej SO3.

Do szafki przewidziano zabezpieczenie gG32A i sygnały do systemu nadrzędnego PRACA i AWARIA

9. Pochodnia biogazu

Instalacja dostarczana jako kompletna posadowiana na płycie fundamentowej. Instalacja będzie wyposażona w kompletny system zasilania i sterowania jako urządzenie autonomiczne. Zasilanie szafki pochodni z istniejącego zasilania istniejącej pochodni wcześniej demontowanej.

10. Pozostałe projektowane odbiorniki energii elektrycznej

Zestawienie wszystkich projektowanych urządzeń oraz dobór kabli zasilających i ich zabezpieczeń zostało przedstawione w załącznikach tabelarycznych.

11. Stacja transformatorowa (S02) – istniejąca

Planowana jest modernizacja stacji – zgodnie z odrębnym opracowaniem. Planowane jest wyprowadzenie mocy z projektowanego generatora do modernizowanej stacji SO2. Przewidziano osobny tor prądowy o prądzie 1200A.

12. Stacja transformatorowa (S03) - projektowana

12.1. Prefabrykat betonowy

Na terenie inwestycji projektuje się posadowienie prefabrykowanej stacji transformatorowej. Stacja będzie składała się z prefabrykatu betonowego, w którym zostanie umieszczony transformator suchy, rozdzielnica energetyczna niskiego napięcia oraz tablica licznikowa. Posadowienie stacji zgodnie z PZT niniejszego opracowania. Stacja będzie wyposażona w wentylację mechaniczną w postaci wentylatora sterowanego temperaturą w pomieszczeniu komory transformatora.

Podłoga w stacji betonowa z otworami technologicznymi umieszczonymi pod rozdzielnicą oraz w komorze transformatora na wprowadzenie kabli SN i nn. Zewnętrzna powierzchnia ścian pokryta tynkiem akrylowym.

Stacja posiada uziemienie ochronne i robocze, które będą podłączone do wspólnego uziomu na zewnątrz stacji. Główna szyna uziemiająca wewnątrz stacji składa się z części poziomej wykonanej z płaskownika ocynkowanego wewnątrz stacji, do której będą podłączone rozdzielnica, obudowa transformatora, dach stacji, futryny, drzwi, obróbki, żaluzje, włązy itp. Stację wyposażyć w rozdzielnicę odbiorów ogólnych i zestaw gniazd remontowych. W kontenerze należy wykonać instalacje:

- oświetlenia podstawowego,
- oświetlenia awaryjnego,
- gniazd wtyczkowych.

Stację oznaczyć zgodnie z wytycznymi przedsiębiorstwa energetycznego.

12.2. Transformator wyprowadzenia mocy

Transformator wyposażony w niewymagające konserwacji uzwojenie, osadzone w odpornym na wilgoć i ogień, samoczynnie ugaszającym się materiale izolacyjnym. Monitorowanie temperatury realizowane za pomocą czujnika termistorowego PTC na uzwojeniach niskiego napięcia (jako alternatywa: czujniki Pt100). Transformator wyposażony w podwozie z zamontowanymi kołami umożliwiającymi przemieszczanie transformatora w kierunku wzdłużnym i poprzecznym. Transformator należy ustawić na podkładkach wibroizolacyjnych oraz zabezpieczyć przed przesuwaniem. Po ustawieniu transformatora na miejscu zainstalowania należy transformator uziemić wykorzystując do tego celu zacisk uziemiający umieszczony na belkach dolnych transformatora. Połączenie uziemiające powinno być pewne, zabezpieczone przed korozją i przed samoczynnym odkręceniem się podczas pracy. Straty w transformatorze zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (UE) nr 548/2014 (etap 2) w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do transformatorów elektroenergetycznych małej, średniej i dużej mocy.

Parametry transformatora:

Materiał uzwojeń	AL/AL
Moc znamionowa	1600 kVA
Górne napięcie	15,75 kV
Dolne napięcie DN	420 V
Grupa połączeń	Dyn5
Straty jałowe	1980 W
Straty obciążeniowe 120°C	13000W
Napięcie zwarcia	6%
Klasa ogniowa	F1
Stopień ochrony	IP00

12.3. Rozdzielnica nn

Zaprojektowano rozdzielnicę niskiego napięcia w stalowej obudowie, malowaną proszkowo, posiadająca weryfikację typu poprzez testy (z uwzględnieniem na połączenia z systemami szynoprzewodów, tego samego producenta, co producent rozdzielnic i aparatury łączeniowej), weryfikacja typu poprzez testy zgodnie z normą IEC61439-1 oraz normami DIN EN 60439-1 i DIN VDE 0660-500.

Bezpieczeństwo obsługi zapewnione poprzez weryfikację typu poprzez testy dla zwarć łukowych zgodnie z IEC/TR 61641.

System rozdzielnic – konstrukcja stalowa, skręcana, z płytami po bokach, na górze i na dole.

Rozdzielnica z mostem szyn głównych umieszczonym na plecach z przedziałem kablowym z boku.

Rozdzielnica dwuczłonowa wysuwna.

Na dachu rozdzielnicy umieszczone kłapy wydmuchowe.

Drzwi otwierane pod kątem 180° z zamkiem zapobiegającym przypadkowemu otwarciu.

Przedział aparatu i przedział kablowy odseparowane odpowiednimi osłonami.

Forma zabudowy wewnętrznej 3A (Separacja pomiędzy szynami zbiorczymi i wszystkimi jednostkami funkcjonalnymi, separacja pomiędzy wszystkimi jednostkami funkcjonalnymi, separacja pomiędzy przyłączami wszystkich przewodów wchodzących z zewnątrz do danej jednostki funkcjonalnej i przyłączami wszystkich innych jednostek funkcjonalnych oraz szynami zbiorczymi, przyłącza nie znajdują się w tym samym przedziale co podłączona jednostka funkcjonalna) .

Zaprojektowano wykonanie rozdzielnic z barierami łukowymi w celu ochrony obsługi.

Kasety wysuwne wyposażone w system styków ruchomych, operowanych dedykowanym kluczem - ograniczający do minimum proces zużycia styków. Wymagane położenia kaset – wsunięta(zalączona), wysunięta(rozlączona), test - bez zmiany stopnia ochrony IP całej rozdzielnic. Pozycja wysunięta ma być jednocześnie pozycją izolowaną. Oznacza to brak jakiegokolwiek napięcia wewnątrz kasety wysuwnej.

Dla bezpieczeństwa personelu obsługi pozycja „test” kasety wysuwnej nie może być pozycją pośrednią pomiędzy pozycjami wsuniętą a wysuniętą. Powinna być osiągalna dedykowanym kluczem, po przestawieniu kasety w pozycję rozłączoną. W celu uniknięcia pomyłki klucz dla pozycji testowej musi być krótszy od klucza obsługującego styki główne i złącze obwodów wtórnych jednocześnie.

Pozycja testu musi być możliwa do przeprowadzenia z załączonym głównym aparatem (styki główne samej kasety otwarte) aby można było przetestować funkcję trip – wyzwolenia, działanie styków pomocniczych itp.

Żywotność mechanizmu poruszania styków głównych i pomocniczych w kasecie wysuwnej potwierdzona certyfikatem odpowiedniej instytucji badawczej wymagane 2500 cykli łączeniowych.

System wkładania i wyjmowania kaset wysuwnych do przedziału aparatu skonstruowany w sposób nie wymagający użycia prowadnic.

Szyny spadowe w polu kasetowym umieszczone z tyłu kasety, złącze obwodów wtórnych umieszczone z boku kasety. Nie dopuszcza się rozwiązania ze stykami kasety umieszczonymi z boku kasety, ponieważ takie rozwiązanie ogranicza wielkość przedziału kablowego i utrudnia dostęp serwisowy do szyn spadowych.

Wszystkie operacje - wsunięcie, wysunięcie oraz pozycja test - muszą odbywać się przy zamkniętej rozdzielnic ze względu na bezpieczeństwo obsługi, kaseta

ma posiadać trzpienie wjeżdżające w konstrukcję obudowy po wsunięciu kasety (ochrona obsługi przed skutkami zwarcia).

Kasety mają posiadać system blokad uniemożliwiający nieprawidłową obsługę. Dodatkowo wymaga się żeby kasety posiadały system blokady LOTTO.

Zachowanie stopnia IP jest wymagane bez stosowania dodatkowych drzwi - wszystkie elementy obsługi mają być na elewacji dostępne dla obsługi.

Pola zasilające powinny być wyposażone w wyłączniki mocy ACB z zabezpieczeniem elektronicznym z modułem umożliwiającym komunikację po magistrali Profibus/ Profinet / Modbus RTU.

Wymaga się aby rozdzielnice nn były dostarczone od lokalnego certyfikowanego partnera z Polski, ze względu na dostępność serwisu, montaż, szybkość reakcji w przypadku ewentualnej przebudowy czy awarii systemu. Wszystkie dokumenty, deklaracje zgodności powinny być dostarczone w języku polskim.

Zaprojektowano wyłączniki główne do zabudowy wysuwnej z ramą wysuwną:

Wyłączniki główne

Wyłącznik główny w zabudowie wysuwnej, 3-biegunowy napięciu udarowym $U_i=12$ kV oraz prądzie znamionowym $I_n=2500$ A w temperaturze 55°C $I_{cu}=66$ kA dla 500V AC. Wyłącznik wyposażony w mechaniczny wskaźnik gotowości łączeniowej oraz sterowanie zdalne. Wyłącznik ma możliwość sprawdzenia charakterystyki zadziałania oraz przekładników w całym okresie eksploatacji za pomocą dedykowanego testera. Wyzwalacz nadprądowy typu ETU 600 wyposażony w funkcję monitorowania obciążenia, funkcję autotestu, opcję komunikacji Profibus / Profinet / Modbus RTU oraz diody LED do sygnalizacji przyczyny wyzwolenia. Aparat musi być wyposażony w funkcję system redundancy SP2 w celu prawidłowej współpracy z systemami DCS. Wartość prądu wyzwolenia przechowywana w pamięci wyłącznika i wyświetlana na wyświetlaczu wyłącznika. Pomiar prądu zintegrowany w wyłączniku.

Wymagana ilość cykli łączeniowych bez konieczności wymiany styków 20 000 cykli łączeniowych.

Wyłączniki odpływowe

Wyłączniki kompaktowe w jednym typoszeregu o prądach znamionowych od 1 A do 1000 A.

O prądzie zwarciovym do $I_{cu} = I_{cs} = 110$ kA dla napięcia 415 V AC

Wyłączniki opcjonalnie wyposażane w urządzenia zdalnego załączania.

Opcjonalnie wyposażane w komunikację Modbus, Profibus, Profinet

Wyłączniki z pamięcią wartości prądu zadziałania wyzwalacza nadprądowego.

Wyłączniki wyposażone w funkcję monitorowania obciążenia oraz alarmowanie o przekroczeniu temperatury wewnątrz urządzenia na bezpotencjałowym styku pomocniczym opcjonalnego modułu dodatkowego.

Aparat musi być wyposażony w funkcję system redundancy SP2 w celu prawidłowej współpracy z systemami DCS

Narzędzia testujące dostarczane przez producenta wyłącznika umożliwiające sprawdzenie funkcji zabezpieczeniowych, pomiarowych i przekładników w całym okresie eksploatacji.

Wyłączniki opcjonalnie wyposażone w funkcje pomiarowe:

prądu o dokładności 1 % w zakresie od 0,2 ... do 1,2 In

napięcia o dokładności 1 % w zakresie od 80 ... do 800 V

mocy czynnej, energii czynnej w klasie 2 według normy IEC 61557-12

THD dla prądu i napięcia i niesymetrii prądowej.

12.4. Układ pomiaru energii elektrycznej brutto Generатора G4 AP2

Układ pomiaru energii elektrycznej brutto zostanie zainstalowany w wydzielonym pomieszczeniu elektrycznym, w kontenerze SO3. Układ będzie się składał z dwóch dedykowanych szafek R-UPS i TL-G4.

R-UPS będzie to dedykowana szafka elektryczna wyposażona w układ zasilania UPS do podtrzymania pracy układu pomiarowego. Szafka jest przedstawiona na rysunku R11.

TL-G4 będzie to dedykowana szafka na półpośredni układ pomiaru energii elektrycznej dla generatora G4 AP2 wyposażona w.:

- listwę pomiarową SKa
- licznik pomiaru energii typu ZMD405CT44.0459 z modulem komunikacji +B4 i NPORTem
- modem do transmisji danych DM600
- serwer danych do wykorzystania przez użytkownika
- gniazdo serwisowe

Schemat układu został przedstawiony na rysunku S09. Przekładniki pomiaru prądu i punkt pomiaru napięcia zlokalizowane będą w rozdzielnicy SO3 w tym samym pomieszczeniu.

Dostęp do elementów punktu pomiaru oraz szafki pomiarowe należy przystosować do plombowania a następnie zaplombować. Dobór mocy i przekładni przekładników prądowych wg. wyników obliczeń technicznych.

13. Rozdzielnica nn (11R1)

Planowana jest modernizacja rozdzielnicy nn oznaczonej jako 11R1 i znajdującej się w budynku wymiany ciepłej. Modernizację/rozbudowę istniejącej rozdzielnicy należy wykonać w oparciu o szczegółowy schemat połączeń – załącznik w części rysunkowej niniejszego opracowania.

Główna zmiana będzie polegać na odłączeniu dwóch istniejących układów kogeneracyjnych i ich demontażu. W jedno z tych miejsc włączenia istniejącego generatora zostanie włączony nowy kogeneratory – tory prądowe bez zmian.

Odłączyć i unieczynnić należy układy pomiarowe brutto oraz układy zabezpieczeń obsługujące istniejące kogeneratory.

Rozdzielnica istniejąca typu SIVACON S8. Wymaga się, aby pozostałe projektowane rozdzielnice (SO3) były wykonane w takim samym standardzie technicznym.

13.1. Układ pomiaru energii elektrycznej brutto Generatora G1 AP1

Układ pomiaru energii elektrycznej brutto istniejących generatorów jest zainstalowany w rozdzielni 11R. Ze względu na demontaż generatorów G2 i G3 układ TL-G zostanie zmodernizowany przez likwidację liczników LG2, LG3 i listew Ska-G2, Ska-G3 oraz odłączenie i unieczynnienie pomiaru energii elektrycznej, zdemontowanie układu i zdjęcie plomb.

Wraz z demontażem listwy Ska-G2 należy zdemontować przekładniki prądowe w polu 06 rozdzielnicy 11R1, a wraz z demontażem listwy Ska-G3 należy zewrzeć styki przekładników prądowych w polu 11.

Układ składa z dwóch dedykowanych szafek R-UPS i TL-G.

R-UPS to dedykowana szafka elektryczna wyposażona w układ zasilania UPS do podtrzymania pracy układu pomiarowego.

TL-G to dedykowana szafka na półpośrednie układy pomiaru energii elektrycznej. Po demontażu liczników LG2 i LG3 pozostanie pomiar energii elektrycznej brutto generatora G1 AP1 wyposażony w.:

- listwę pomiarową SKA
- licznik pomiaru energii typu ZMD405CT44.0459 z modulem komunikacji +B4 i NPORTem
- modem do transmisji danych DM600
- serwer danych do wykorzystania przez użytkownika
- gniazdo serwisowe

Schemat układu został przedstawiony na rysunku S08.

Przekładniki pomiaru prądu i punkt pomiaru napięcia zlokalizowane są w polu 01 rozdzielnicy 11R1 w tym samym pomieszczeniu. Przekładniki pomiaru prądu należy wymienić na nowe o klasie dokładności 0,2S. Pozostałe parametry przekładników bez zmian.

Dostęp do elementów punktu pomiaru oraz szafki pomiarowe należy przystosować do plombowania a następnie zaplombować.

14. Instalacja uziemienia

Projektuje się wykonanie uziemienia otokowego dla węzła usuwania siloksanów, odsiarczalni biogazu, kontenera agregatu, stacji podnoszenia ciśnienia biogazu i stacji osuszania biogazu.

Uziom otokowy należy wykonać na głębokości 0,6 m i w odległości nie mniejszej niż 1 m od zewnętrznej krawędzi obiektu budowlanego. Uziom należy wykonać z płaskownika ocynkowanego 25x4mm. Ze względu na możliwość wystąpienia innych mediów podziemnych należy zachować odpowiednie bezpieczne odległości zgodnie z obowiązującymi przepisami. Jeżeli zachowanie wymaganych odstępów będzie niemożliwe, należy w miejscu zbliżenia ułożyć przegrodę izolacyjną.

Do zaprojektowanej instalacji podłączyć obudowy projektowanych obiektów budowlanych. Bednarkę w ziemi łączyć poprzez spawanie lub skręcanie zapewniając przekrój połączenia nie mniejszy niż przekrój bednarki.

Po zakończeniu prac dokonać pomiarów skuteczności samoczynnego wyłączenia zasilania i rezystancji izolacji. Wykonać pomiary rezystancji uziemienia - wartość wypadkowa całej rezystancji uziemienia powinna wynieść nie więcej niż 1 Ohm.

15. Linia kablowa SN

Na potrzeby wyprowadzenia energii elektrycznej z projektowanego koagregatu gazowego zaprojektowano linię kablową średniego napięcia w celu połączenia projektowanej stacji transformatorowej SO3 ze stacją istniejącą STA1-2038 "Oczyszczalnia". Połączenie wykonać trzema kablami typu XRUHAKXS 12/20kV 1x120mm² zgodnie z planem w części graficznej opracowania.

16. Ochrona przepięciowa

W stacji SO3 w rozdzielnicy nn należy zainstalować ochronniki przepięciowe z dobezpieczeniem. Parametry ochronników

Parametry:	25/75kA
Układ sieci:	TNC
Dobezpieczenie	wkładki gG250A
Styk informujący o przepaleniu	

17. Ochrona od porażień

W zakresie ochrony od porażień obowiązuje samoczynne wyłączenie zasilania zgodnie z postanowieniami PN-HD 60364-4-41:2009.

System ochrony podstawowej (ochrona przed dotykiem bezpośrednim) zapewniona jest przez podstawową izolację części czynnych oraz zastosowanie przegród lub obudów.

System ochrony przy uszkodzeniu jest zapewniony przez połączenia wyrównawcze i samoczynne wyłączanie zasilania w czasie nieprzekraczającym 0,4s. Układ sieciowy TN-S.

System ochrony uzupełniającej jest zapewniony przez zastosowanie urządzeń różnicowoprądowych (RCD) o znamionowym prądzie różnicowym 30mA. Jako ochronę dodatkową przed porażeniem prądem elektrycznym w sieci zastosowano uziemienie ochronne.

Ponadto w opracowaniu projektowym stacji zaprojektowano ochronę przeciwprzepięciową:

- po stronie nn transformatora głównego,
- w rozdzielnicy SN.

18. System automatyki

18.1. Opis ogólny

Oczyszczalnia ścieków w Toruniu posiada instalację automatycznego sterowania procesem oczyszczania ścieków opartą o sterowniki S7. System

składa się ze sterowników głównych połączonych pierścieniowo magistralą komunikacyjną Profinet – połączenie wykonane jest magistralą światłowodową.

W dyspozytorni obiektu zlokalizowane są dyspozytorskie stanowiska komputerowe oraz tablica synoptyczna.

W obiekcie wykonany jest system zarządzania energią oparty o powyższe sterowniki programowalne i dedykowane oprogramowanie przypisane dla poszczególnych obiektów.

18.2. Włączenie systemu mikro sieci do istniejącego systemu sterowania

Projektowany system mikro sieci należy włączyć do istniejącego systemu zarządzania energią. Połączenie wykonać w stacji RSN do istniejącego switcha zainstalowanego w szafie RACK.

Połączenie fizycznie siecią Ethernet. Protokół dopuszczalny komunikacji to Modbus TCP/IP – jeśli system mikro sieci będzie obsługiwał inny protokół należy zastosować konwerter sieciowy.

Struktura systemu została przedstawiona na schemacie komunikacji.

System automatyki zostanie oparty o dedykowane sterowniki mikro sieci obsługujące natywnie funkcję „strażnika mocy” oraz zabezpieczeń dodatkowych układu.

Kontroler mikro sieci w punkcie przyłączenia – zainstalowany w dedykowanej szafce w pomieszczeniu rozdzielni RSN. Kontroler będzie kontrolował przepływ energii elektrycznej w miejscu przyłączenia i sterował produkcją energii elektrycznej oraz kontrolował jej parametry.

Kontroler mikro sieci będzie kontrolował obiekt i będzie pełnił rolę strażnika mocy oraz zabezpieczenia od mocy zwrotnej. Sterownik będzie pełnił też rolę kontrolera mocy biernej w obiekcie. Wszelkie dane będą udostępnione protokole Modbus TCP/IP do systemu nadrzędnego SCADA i telemechaniki operatora energetycznego.

Sterownik zostanie połączony poprzez światłowodową sieć CAN z mikrokontrolerem zlokalizowanym w stacji PV. Sterownik ten kontrolować będzie elektrownię fotowoltaiczną. Wszystkie inwertery fotowoltaiczne zostaną podłączone do tego sterownika i kontrolowane będą protokole Modbus RTU.

Do wejść sterowników zostaną podłączone sygnały położenia łączników i udostępnione do systemów nadrzędnych.

Nastawy i konfiguracja systemu zostaną wykonane na etapie rozruchu technologicznego obiektu.

18.3. Instalacja połączeń światłowodowych

Należy wykonać nowe połączenia światłowodowe w celu połączenia nowopowstałych obiektów, zgodnie ze schematami

18.4. Wymagania systemu

Wykonawca zobowiązany jest wykonać system automatyki i zarządzania pracą układu kogeneracyjnego ukierunkowany na osiągnięcie jej maksymalnej sprawności oraz maksymalnej wydajności produkcyjnej wytwarzania energii elektrycznej w dopasowaniu do obciążenia w trybie Auto-producenta z możliwością blokady wprowadzania nadwyżek energii do sieci OSD.

W tym celu zastosowany zostanie dedykowany algorytm sterowania poprzez oprogramowanie mikrokontrolera obiektowego do obsługi, wysterowania, pozyskania sygnałów statusowych z urządzeń kogeneracyjnych i instalacji farmy fotowoltaicznej:

- inwerterów i danych z paneli fotowoltaicznych,
- sterowania wydajnością inwerterów,
- wysterowania urządzeń elektroenergetycznych,
- pozyskania danych pomiarowych z elektroenergetycznych.
- Wysterowania układów kogeneracyjnych

Inteligenta sieć zakładowa obiektu zostanie wyposażona w zestaw sterowników mikrosieci, które sprawować będą nadrzędną kontrolę nad pracą układu hybrydowego składającego się z farmy fotowoltaicznej i dwóch kogeneratorów gazowych

Do głównych zadań systemu Smart Grid zarządzającego mikrosiecią na terenie oczyszczalni ścieków w Toruniu należeć będą:

- maksymalizacja autokonsumpcji energii generowanej z elektrowni PV,
- oddawanie energii do sieci z zadaną mocą,
- pobieranie energii z sieci z zadaną mocą,
- blokada oddawania energii do sieci na zadanym poziomie mocy czynnej
- sterowanie mocą bierną w punkcie przyłączenia obiektu.

Inteligenta mikrosieć obiektu będzie przygotowana do dalszej rozbudowy i implementacji układów hybrydowych dowolnej złożoności.

Chociaż mikrosieć będzie podłączona do sieci głównej, to jej topologia logiczna będzie przygotowana do obsługi pracy wyspowej. Po przejściu w „tryb wyspowy” mikrosieć będzie działać całkowicie niezależnie od sieci OSD. Oznacza to, że mikrosieć będzie w sposób bezpieczny dostarczać energię elektryczną do podłączonych do niej jednostek nawet wtedy, gdy w sieci głównej OSD wystąpi przerwa w dostawie prądu.

Układ musi być połączony na poziomie informatycznym w uzgodnionym protokole komunikacyjnym z systemem nadrzędnym oczyszczalni ścieków systemem zarządzania energią elektryczną.

18.5. Sterownik mikro sieci

Sterownik mikro sieci zawiera wszystkie niezbędne funkcje ochrony i sterowania instalacją hybrydową z modułami fotowoltaicznymi i agregatami prądotwórczymi. Można go używać jako pojedyncze urządzenie do synchronizacji projektów instalacji fotowoltaicznych nawet z wieloma agregatami prądotwórczymi, niezależnie lub równolegle z trybami sieci zasilającej. Sterownik mikro sieci obsługuje odpowiednie do obciążenia i bezpieczne wytwarzanie energii z instalacji fotowoltaicznej w sposób zapewniający optymalne wykorzystanie elektrowni solarnej i ograniczający do minimum emisję CO₂.

Sterownik mikro sieci ma wszystkie niezbędne obwody do pomiaru sieci 3-fazowej. Wszystkie wartości i alarmy są wyświetlane na wyświetlaczu LCD z powłoką antyrefleksyjną.

Możliwe tryby pracy sterownika:

Lp	Tryb	Zastosowanie
.	elektrowni	
1.	Niezależny	Elektrownia z inwerterami fotowoltaicznymi i generatorami synchronizowanymi lub niezależnym generatorem
2.	Automatyczne wykrywanie awarii sieci	Elektrownia z inwerterami fotowoltaicznymi, agregatami prądotwórczymi i siecią zasilającą; generator uruchamiany przy całkowitym braku napięcia
3.	Stała moc	Elektrownia z inwerterami fotowoltaicznymi o stałej wartości zadanej kW
4.	Ograniczenie mocy szczytowej	Elektrownia z inwerterami fotowoltaicznymi, w której generator dostarcza moc szczytową zgodnie z zapotrzebowaniem, równolegle z siecią zasilającą
5.	Przejmowanie obciążenia	Elektrownia z inwerterami fotowoltaicznymi, w której obciążenie w stanie spoczynku jest przekazywane z sieci zasilającej do generatora
6.	Eksport energii z sieci zasilającej	Elektrownia z inwerterami fotowoltaicznymi i siecią zasilającą o stałych wartościach zadanych kW

Sterowniki mikro sieci należy połączyć siecią komunikacyjną Ethernet i dedykowaną siecią CAN.

Najważniejsze cechy i funkcje:

- sterowanie energią elektryczną czynna,
- sterowanie energią elektryczną bierna,
- mierniki mocy czynnej/biernej instalacji,

- monitorowanie inwertera, magazynu, punktu przyłączenia
- obsługa stacji pogodowej,
- sekwencje uruchamiania silnika,
- kompensacja fazy transformatora D/Y,
- cztery wejścia pomiaru natężenia prądu,
- zaawansowane funkcje synchronizacji i równoważenia obciążenia,
- synchroskop i kontrola synchronizacji,
- obsługa cyfrowej regulacji napięcia dla różnych regulatorów DVR,
- dopasowywanie napięcia i częstotliwości,
- trzy metody synchronizacji: dynamiczna, statyczna i zamknięcie przed wzbudzeniem,
- 12 wyjść cyfrowych (konfigurowalnych),
- 12 wejść cyfrowych (konfigurowalnych),
- 2 wyjścia analogowe (od -10 do 10 V),
- 4 wejścia uniwersalne:
- monitorowanie zaniku sieci,
- przekaźnik uziemiający,
- obsługa sieci zasilającej w systemie niezależnym (AMF),
- interfejs Ethernet w wersji standardowej,
- Komunikacja z falownikami (Modbus Master) za pośrednictwem drugiego portu RS-485.

Środowisko pracy:

- wysokość nad poziomem morza: od 0 do 4000 m,
- wilgotność: 20/55°C przy 95% wilgotności względnej,
- stopień ochrony: panel: IP65, zaciski: IP20,
- stopień zanieczyszczenia 2,
- tworzywo sztuczne samogasnące.

Pomiary:

- zakres napięcia: od 100 do 690 V, międzyfazowe,
- maks. mierzone napięcie: od 10 do 135% wartości nominalnej,
- dokładność napięcia: $\pm 1\%$ wartości nominalnej,
- zakres natężenia prądu: od 1 A do 5 A, od 2 do 300%,
- maks. mierzone natężenie prądu: przeciążenie 3/15 A,
- dokładność natężenia prądu: $\pm 1\%$ wartości nominalnej,
- zakres częstotliwości: od 3,5 do 75 Hz,
- dokładność mocy: $\pm 1\%$ wartości nominalnej.

Podstawowe zabezpieczenia:

- 2 x moc zwrotna ANSI 32R
- 2 x przeciwzwarcowe ANSI 50P

- 4 x nadprądowe ANSI 51
- 1 x nadprądowe zależne od napięcia ANSI 51V
- 2 x nadnapięciowe ANSI 59P
- 3 x podnapięciowe ANSI 27P
- 3 x przed zbyt wysoką częstotliwością ANSI 81O
- 3 x przed zbyt niską częstotliwością ANSI 81U
- 1 x przed niestabilnym napięciem ANSI 47
- 1 x przed niestabilnym natężeniem prądu ANSI 46
- 5 x przeciążeniowe ANSI 32F
- 1 x ziemnozwarciowe ANSI 51G
- 1 x prąd w torze neutralnym ANSI 51N
- 1 x wyłącznik awaryjny ANSI 1

19. Szafka PMS instalacji PV

Przy istniejącej instalacji PV zainstalować dedykowaną szafkę PV z mikrokontrolerem mikrosieci z tej samej rodziny co pozostałe kontrolery. Szafka będzie wyposażona w:

- zasilacz buforowy 24VDC z akumulatorem 7Ah
- mikrokontroler w wykonaniu tablicowym
- wymagane aparaty zabezpieczeniowe
- listwę kontrolną do podłączenia przekładników prądowych
- dedykowany mediakonwerter CAN
- switch/mediakonwerter Ethernet

Do szafki należy dorowadzić zasilanie 230VAC zabezpieczone wyłącznikiem B10A, sygnał pomiaru napięcia PV, sygnałów pomiarowych z przekładników prądowych oraz światłowodów.

20. System SCADA

20.1. Opis ogólny

Oprogramowanie SCADA (zamawiający przez SCADA rozumie wszystkie posiadane systemy służące do zarządzania i akwizycji danych) należy rozbudować o wszystkie projektowane nowe i modernizowane elementy. W oprogramowaniu należy uwzględnić dane pomiarowe ze wszystkich liczników energii elektrycznej oraz statusy pracy urządzeń. Dane z odczytu tych urządzeń wprowadzić do systemu SCADA w sposób analogiczny jak w obecnej sytuacji. Szczegółowa forma i treść raportów uzgodnić na etapie realizacji. Standard wykonania musi zostać wykonany z godnie ze stanem obecnym w formie uzgodnionej z zamawiającym. Wszystkie maski i stacyjki systemowe muszą zostać wstępnie uzgodnione z przedstawicielem Zamawiającego przed rozpoczęciem wykonania głównej części programu.

Wykonawca ma przekazać programy źródłowe oprogramowania SCADA, paneli, sterowników itd. oraz przekazać hasła oraz prawa autorskiego wykonanego kodu.

W wizualizacji należy ująć wszystkie punkty pomiaru energii elektrycznej (plus moce, prądy itd.) - istniejące jak i projektowane. Ponadto w systemie uwzględnić punkty pomiaru energii cieplnej istniejących i nowych elementów mających służyć do rozliczeń i - istniejące jak i projektowane. System wizualizacyjny musi być jednolity (wykonany na takich samych zasadach jak obecnie pracujący) ze stosowanym obecnie w Spółce i włączony do istniejącej sieci automatyki. Wykonawca robót dostarczy Zamawiającemu kompletne oprogramowanie źródłowe, zaopatrzone w stosowne komentarze opisujące szczegółowo program wraz z niezbędnym oprogramowaniem narzędziowym, umożliwiającym modyfikowanie dostarczonego kodu źródłowego. W celu wykonania prac wykonawca uzyska dostęp do maszyny wirtualnej, na której zainstaluje niezbędne dla niego oprogramowanie narzędziowe. Z maszyny tej będzie prowadził wszystkie prace. Wykonawca dopełni obowiązku związanego z licencjami oprogramowania narzędziowego i spełnienia wszelkich wymogów tych licencji.

Wykonawca robót wykona niezbędne elementy infrastruktury teleinformatycznej. W oparciu o wyżej wymienianą technologię wirtualną dostawca zmodyfikuje istniejące systemy wizualizacji. Zakres robót, archiwizowanych danych oraz sposób ich raportowania wykonawca uzgodni z Zamawiającym.

Główne funkcje informatycznego systemu nadzoru pracy to:

- akwizycja danych,
- pełna wizualizacja układu kogeneracyjnego z układem elektroenergetycznym zarówno w zakresie mocy i energii wytwarzanej jak i pobieranej przez zakład wraz z charakterystycznymi współczynnikami mocy,
- odwzorowanie wszystkich statusów pracy urządzeń,
- moduł logowania zdarzeń awaryjnych,
- moduł analizy i bilansowania energii, parametrów energetycznych i środowiskowych,
- archiwizacja danych,
- raportowanie danych,
- przygotowanie raportów do rozliczeń dla jednostek zewnętrznych i sprawozdawczości.

Sieć Ethernet będzie wydzielona przez służby zamawiającego jako wydzielony VLAN i zastosowane zostaną adresy IP z puli przydzielonej przez Zamawiającego. Całą sieć musi spełniać wymogi bezpieczeństwa oraz mieć możliwość zdalnej korekty i serwisu – funkcjonalność ta zostanie uzgodniona z zamawiającym.

20.2. Analiza danych

System ma umożliwiać Zamawiającemu wykonywanie analiz produkcyjnych kogeneratora lokalnie a także zdalne prezentowanie wykresów z dowolnego przedziału czasowego dowolnie wybranej, charakterystycznej wielkości fizycznej spośród gromadzonych danych.

- system będzie prezentować wykresy czasowe jednej i kilku dowolnie zestawionych zmiennych na jednym wykresie w celu szybkiej identyfikacji zależności pomiędzy nimi i ich wpływu na wielkość produkcji energii,
- system będzie umożliwiać eksport prezentowanych danych w formie dokumentu pdf, xls (xlsx, csv) do dalszej analizy i gromadzenia dokumentacji papierowej,
- system będzie umożliwiać proste parametryzowanie kolorystyki prezentowanych zmiennych na wykresach oraz tytułowanie wykresów,
- system będzie umożliwić m.in. prezentowanie wartości podczas prowadzenia kursora nad linią trendu.

20.3. Raportowanie

Moduł raportowania produkcji energii elektrycznej będzie charakteryzował się funkcjonalnością:

- prezentowanie generowanego Raportu będzie realizowane w trybie lokalnym i zdalnym (poprzez zabezpieczone łącze internetowe),
- raport produkcyjny energii musi obejmować istotne parametry w zakresie eksploatacyjnym oraz rozliczeniowym.

Wzór dokumentu raportowego zostanie zaproponowany przez Wykonawcę i wypracowany wg potrzeb Inwestora.

Wymagania dotyczące treści raportu.

Wymagane jest, aby raport był tworzony według dowolnie wybranych zakresów czasowych oraz standardowo, według zakresów kalendarzowych - dzień (godziny), miesiąc(dni), rok(miesiące).

Dokument raportowy musi być czytelny i uporządkowany, zaopatrzony w informacje o zakresie czasowym i co najmniej prezentować:

- informacje o ilości energii wytworzonej, pobranej, zapotrzebowanej,
- dane w układzie dziennym (godzinowe),
- dane w układzie miesięcznym (dienne),
- dane w układzie rocznym (miesięczne),
- informacje dotyczące warunków pogodowych, w tym natężenie promieniowania słonecznego,

- udział procentowy energii wytworzonej do zapotrzebowanej w układzie dziennym miesięcznym i rocznym,
- wyliczone straty produkcyjne wynikające z mniejszego niż zakładane obciążenia w sieci zakładowej,
- moc elektryczną osiąganą przez kogenerator i zapotrzebowaną z OSD.

Wykonawca przyjmie i zrealizuje format i zakres danych do raportowania według sugestii Inwestora w celu wypracowania optymalnego zakresu danych uznanych za niezbędne. Konieczne jest przedstawienie przez Inwestora wzoru takiego dokumentu, jaki ma być przygotowany w systemie.

Wymagane jest, aby dokument raportowy mógł być eksportowany do formatu pdf oraz xls.

20.4. Stanowisko dyspozytorskie

Nie wymaga się zmian w stanowiskach i hardware Inwestora

21. Telemechanika

21.1. Szafka telemechaniki STM_SN

W pomieszczeniu elektrycznym rozdzielni SN jest zainstalowana szafka telemechaniki oznaczona jako STM. Szafka będzie wyposażona układ buforowego zasilania napięciem 24VDC i sterownik telemechaniki USP-120-3. Do sterownika są doprowadzone sygnały binarne z Rozdzielniczy RSN zgodnie z listą sygnałów umieszczoną poniżej. Jednostka sterownika telemechaniki jest wyposażona w kanały komunikacyjne:

- Protokół DNP 3.0 i wbudowany modem 3G

Komunikacja modemem 3G i protokołem DNP 3.0 jest wykorzystana do przekazywania danych do systemu dyspozytorskiego lokalnego i Centralnej Dyspozytorni Mocy.

Nie przewiduje się zmian w tej części instalacji.

21.2. Szafka telemechaniki STM_nn

W pomieszczeniu elektrycznym rozdzielni 11R jest zainstalowana szafka telemechaniki oznaczona jako STM-nn. Szafka będzie wyposażona układ buforowego zasilania napięciem 24VDC i sterownik telemechaniki. Do sterownika należy doprowadzić sygnały binarne z Rozdzielniczy 11R1 zgodnie z listą sygnałów umieszczoną poniżej. Jednostka sterownika telemechaniki będzie wyposażona w kanały komunikacyjne:

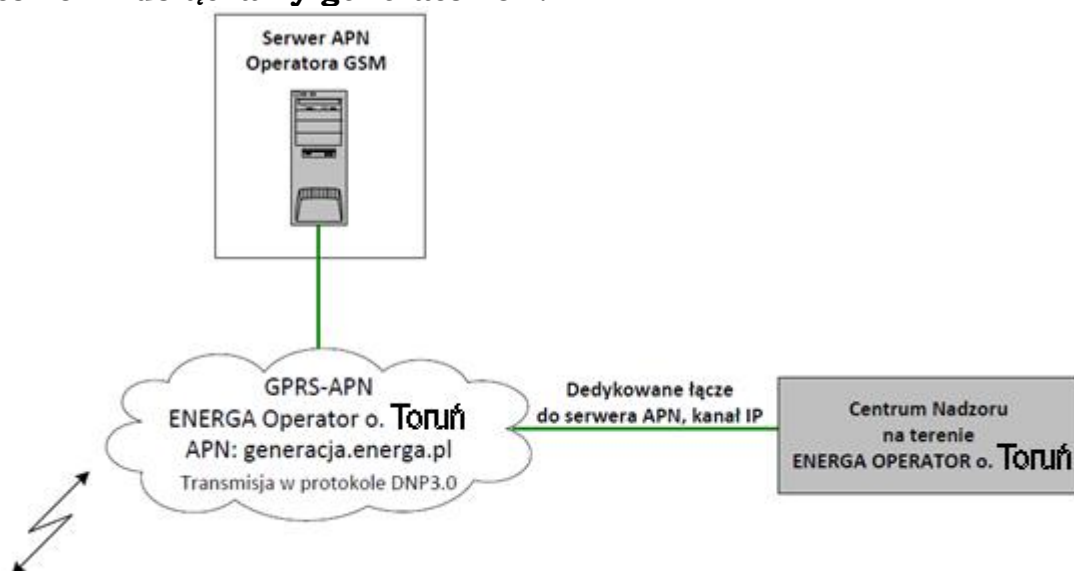
- Protokół DNP 3.0 i wbudowany modem 3G
- Modbus RTU RS485 do komunikacji z monitorami parametrów sieci (2szt.)
- Modbus TCP/IP do komunikacji z mikrokontrolerem sieci +SO3=01-P1

Komunikacja modemem 3G i protokołem DNP 3.0 będzie wykorzystana do przekazywania danych do systemu dyspozytorskiego lokalnego i Centralnej Dyspozytorni Mocy.

Wykonawca dostarczy kartę SIM M2M przeznaczone do transmisji w systemie DATA odpowiednio sparametryzowane przez spółkę Polkomtel Spółka z o.o.

Uwaga: Dane adresowe w protokole DNP3.0 określi na etapie realizacji i uzgodnić z operatorem systemu.

Telemechanika w takim kształcie jest istniejąca dokonuje się zmiany poprzez odłączenie generatorów G2 i G3. Pozostaje bez zmian generator G1 i dołączamy generator G4.



Rysunek 1. Projekt systemu komunikacji ze sterownikiem szafki STM-SN i STM nn

Telesterowania

Przewiduje się możliwe warianty sterowania.:

- wyłączenie pracującej jednostki centralnej poprzez podanie impulsu stykiem przekaźnika (analogicznie dla generatorów G1, G4)
- blokadę załączenia jednostki wytwórczej w przypadku jak jednostka jest wyłączona.

Sterowania są podłączone bezpośrednio do szafy zabezpieczeń jednostki kogeneracyjnej AP1 i AP2. (analogicznie dla generatorów G1, G4) wyłączenie i zablokowanie wyłączników 1Q1 i 6Q1 w rozdzielnicy SN (wyłączenie wyspy)

Tabela 1. Telesterowania STM_nn

Lp.	Opis polecenia systemowego	Nr. sterowania w protokole DNP3.0	Uwagi
1.	Wyłączenie jednostki wytwórczej G4		Impuls 1s
2.	Blokada załączenia jednostki wytwórczej G4		1: Z zatraskiem
3.	Wyłączenie jednostki wytwórczej G1		Impuls 1s
4.	Blokada załączenia jednostki wytwórczej G1		1: Z zatraskiem
5.	Rezerwa		Impuls 1s
6.	Rezerwa		1: Z zatraskiem

Tabela 2. Telesterowania STM_SN

Lp.	Opis polecenia systemowego	Nr. sterowania w protokole DNP3.0	Uwagi
1.	Wyłączenie i zablokowanie włączenia wyłącznika 1Q1		Impuls 1s 1: Z zatraskiem
2.	Wyłączenie i zablokowanie włączenia wyłącznika 6Q1		Impuls 1s 1: Z zatraskiem

Telepomiar

Pomiary realizowane przez Monitory Parametrów sieci w szafie 11R1 i SO3. Pomiary będą przekazywane do sterownika telemechaniki przez magistralę komunikacyjną Modbus RTU.

Tabela 3. Telepomiar dla jednostki wytwórczej G4

Lp.	Rodzaj pomiaru	Nr. adresu w protokole DNP3.0	Zakres pomiarowy
1	P - Moc czynna [kW]		0 - 1200kW
2	Q - Moc bierna [kVAr]		-400 - 400 kVAr
3	I _{L1} -Prąd fazy pierwszej [A]		0-2500 A
4	I _{L2} -Prąd fazy drugiej [A]		0-25000 A
5	I _{L3} -Prąd fazy trzeciej [A]		0-2500 A
6	U _{L1} - U _{L2} -Napięcie międzyfazowe faz L1-L2 [V]		0-500 V
7	U _{L2} - U _{L3} -Napięcie międzyfazowe faz L2-L3 [V]		0-500 V
8	U _{L3} - U _{L1} -Napięcie międzyfazowe faz L3-L1 [V]		0-500 V

Tabela 4. Telepomiary dla jednostki wytwórczej G1S

Lp.	Rodzaj pomiaru	Nr. adresu w protokole DNP3.0	Zakres pomiarowy
1	P - Moc czynna [kW]		0 - 1200kW
2	Q - Moc bierna [kVAr]		-400 - 400 kVAr
3	I _{L1} -Prąd fazy pierwszej [A]		0-2500 A
4	I _{L2} -Prąd fazy drugiej [A]		0-2500 A
5	I _{L3} -Prąd fazy trzeciej [A]		0-2500 A
6	U _{L1} - U _{L2} -Napięcie międzyfazowe faz L1-L2 [V]		0-500 V
7	U _{L2} - U _{L3} -Napięcie międzyfazowe faz L2-L3 [V]		0-500 V
8	U _{L3} - U _{L1} -Napięcie międzyfazowe faz L3-L1 [V]		0-500 V

Nawiązując do punktu nr 8 warunków przyłączeniowych jednostki wytwórcze biogazowe są oparte o generatory synchroniczne i włączone do sieci bez pośrednictwa falownika. Nie ma w związku z tym możliwości zdalnej kontroli współczynnika mocy jednostek wytwórczych z poziomu dyspozytorni mocy na falownikach.

Jednocześnie informuje, że oczyszczalnia ścieków jest wyposażona w centralną kompensację mocy biernej zapewniającą utrzymanie dopuszczalnej wartości tgφ na poziomie 0,35.

Telesygnalizacja

Sygnały włączone do sterownika telemechaniki z układu zabezpieczeń podstawowych i dodatkowych.

Tabela 5. Telesygnalizacja STM_SN

Lp.	Opis polecenia systemowego	Nr. adresu w protokole DNP3.0	Uwagi
1.	Gotowość i prawidłowe działanie zabezpieczeń dodatkowych pole 1 zasilanie GPZ Toruń Zachód		RSN Pole 1
2.	Zadziałanie zabezpieczeń dodatkowych pole 1 zasilanie GPZ Toruń Zachód		RSN Pole 1
3.	Zdalna blokada wyłącznika 1Q1		RSN Pole 1
4.	Stan wyłącznika 1Q1 (załączony)		RSN Pole 1
5.	Stan wyłącznika 1Q1 (wyłączony)		RSN Pole 1
6.	Gotowość i prawidłowe działanie zabezpieczeń dodatkowych pole 6 zasilanie GPZ Toruń Przysiek		RSN Pole 6
7.	Zadziałanie zabezpieczeń dodatkowych pole 6 zasilanie GPZ Toruń Przysiek		RSN Pole 6
8.	Zdalna blokada wyłącznika 6Q1		RSN Pole 6
9.	Stan wyłącznika 6Q1 (załączony)		RSN Pole 6

10.	Stan wyłącznika 6Q1 (wyłączony)		RSN Pole 6
11.			rezerwa

Tabela 6. Telesygnalizacja STM_nn

Lp.	Opis polecenia systemowego	Nr. adresu w protokole DNP3.0	Uwagi
1.	Gotowość i prawidłowe działanie zabezpieczeń dodatkowych sekcja 1 rozdzielnic 11R1	ok	11R1
2.	Zadziałanie zabezpieczeń dodatkowych sekcja 1 rozdzielnic 11R1	ok	11R1
3.	Gotowość i prawidłowe działanie zabezpieczeń dodatkowych sekcja 2 rozdzielnic 11R1	ok	11R1
4.	Zadziałanie zabezpieczeń dodatkowych sekcja 2 rozdzielnic 11R1	ok	11R1
5.	Gotowość i prawidłowe działanie zabezpieczeń podstawowych (zbiorczo) generatora AP1	ok	G1S AP1
6.	Zadziałanie zabezpieczeń podstawowych (zbiorczo) generatora AP1	ok	G1S AP1
7.	Praca generatora AP1	ok	G1S AP1
8.	Stan wyłącznika sprzęgającego (załączony) 1Q1	ok	11R1
9.	Stan wyłącznika sprzęgającego (wyłączony) 1Q1	ok	11R1
10.	Rezerwa		
11.	Gotowość i prawidłowe działanie zabezpieczeń podstawowych (zbiorczo) generatora G4 AP2		G4
12.	Zadziałanie zabezpieczeń podstawowych (zbiorczo) generatora G4 AP2		G4
13.	Praca generatora G4 AP2		G4
14.	Stan wyłącznika sprzęgającego (załączony) 02-Q1		SO3
15.	Stan wyłącznika sprzęgającego (wyłączony) 02-Q1		SO3
16.	Stan wyłącznika sprzęgającego (załączony) 03-Q1		SO3
17.	Stan wyłącznika sprzęgającego (wyłączony) 03-Q1		SO3
18.	Stan wyłącznika sprzęgającego (załączony) 04-Q1		SO3
19.	Stan wyłącznika sprzęgającego (wyłączony) 04-Q1		SO3
20.	Stan wyłącznika sprzęgającego (załączony) 01-Q1		SO3
21.	Stan wyłącznika sprzęgającego (wyłączony) 01-Q1		SO3
22.	Gotowość i prawidłowe działanie zabezpieczeń dodatkowych rozdzielnic SO3	ok	SO3

23	Zadziałanie zabezpieczeń dodatkowych rozdzielnic SO3	ok	SO3
24	Rezerwa		

22. Zabezpieczenia dodatkowe

Układ będzie wyposażony w system zabezpieczeń dodatkowych rozproszonych zgodny z wymaganiami warunków przyłączenia i instrukcji IRiESD.

Logika działania zabezpieczeń dodatkowych polega na podaniu sygnału wyłącz do szafy jednostki kogeneracyjnej G1 AP1 i G4 AP2.

W przypadku awarii lub niegotowości zabezpieczeń dodatkowych również zostanie podany sygnał na wyłącz generatora do szafy jednostki kogeneracyjnej G1 AP1 i G4 AP2.

Proponowane nastawy zabezpieczeń dodatkowych

Zabezpieczenia w Stacji transformatorowej STA1-2038 na poziomie SN (bez zmian):

59 nadnapięciowe $U >= 1-A1, 6-A1$ (7SJ80415EB001FB0)

nastawa 1,1x U_n / 16500,0Vsek / 0,2s

działanie wyłączenie generatora

59 zerowonadnapięciowe $3U_0 >= 1-A1, 6-A1$ (7SJ80415EB001FB0)

nastawa 30,0Vsek / 5,0s

działanie wyłączenie generatora

32R Moc zwrotna:

nastawa 860kW

działanie wyłączenie generatora

Zabezpieczenia dodatkowe w 11R1 na poziomie nn (bez zmian):

27 podnapięciowe $U <= 01-U1, 11-U1$ (RFT-451A-230-220-00)

nastawa 0,90x U_n / 360Vsek / 0,2s

działanie: wyłączenie generatora

81O nadczęstotliwościowe $f >= 01-U1, 11-U1$ (RFT-451A-230-220-00)

nastawa 51Hz / 0,2s

działanie wyłączenie generatora

81U podczęstotliwościowe $f <= 01-U1, 11-U1$ (RFT-451A-230-220-00)

nastawa 47Hz / 0,3s

działanie wyłączenie generatora

81R df/dt chwilowa zmiana częstotliwości: $= 01-U1, 11-U1$ (RFT-451A-230-220-00)

nastawa -1Hz/1s

działanie wyłączenie generatora

78 wypadnięcie z synchronizmu: $= 01-U1, 11-U1$ (RFT-451A-230-220-00)

nastawa 6 st. elektr.

działanie wyłączenie generatora

Zabezpieczenia są realizowane przez.:

Zabezpieczenia SN przez zabezpieczenia pól 1 i 6 rozdzielnic SN.

Zabezpieczenia cyfrowe realizowane przez zaprogramowany układ

zabezpieczeń. Sygnał zadziałania zabezpieczeń lub ich niesprawności przekazywany do szafy telemechaniki i rozdzielnicy 11R1.

Zabezpieczenia nn realizowane przez dwa układy RFT-415 zlokalizowane w dwóch sekcjach 11R1. Zadziałanie bądź awaria zabezpieczeń będzie generowało sygnał wyłączenia generatora do danej szafy generatorowej. Sygnały zadziałania i gotowości zabezpieczeń będą przekazywane do szafki telemechaniki.

Wyłączenie generatorów zawsze będzie realizowane poprzez bezpieczne wyłączenie jednostek wytwórczych z szaf generatorowych.

Dostęp do elementów zabezpieczeń dodatkowych należy przystosować do plombowania a następnie zaplombować.

Analogicznie zostanie wykonany układ w rozdzielnicy SO3. Nastawy zabezpieczeń dodatkowych wykonać taka samo jak w rozdzielnicy 11R1

23. Obliczenia

23.1. Obliczenie prawidłowości doboru przekładników prądowych dla generatora G4 AP2 (pomiar półpośredni energii brutto)

Typ przekładnika **2000/5 A/A, kl. 0,2S; 7,5VA;**

Moc: 1200kW

zakres zmian mocy: od 756 do 1200kW

Napięcie znamionowe: 0,4kV

Prąd znamionowy: 2000A

Prąd I_{max} generatora dla $\cos\varphi = 0,8$ wynosi:

$$I_{max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\varphi} = \frac{1200\ 000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} \approx 2165,03A$$

Regulacja mocy generatora w zakresie 63 ÷ 100%. Moc minimalna generatora wynosi 756kW:

$$P_{min} = 756kW$$

Prąd I_{min} generatora dla $\cos\varphi = 0,8$ wynosi:

$$I_{min} = \frac{P_{min}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\varphi} = \frac{756\ 000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} \approx 1363,99A$$

Dobrano przekładniki prądowe:

2000/5 A/A; 7,5VA; kl.0,2S; FS5 – posiadające świadectwo wzorcowania laboratorium akredytowanego lub Urzędu Miar.

Sprawdzenie zakresu pracy przekładników dla maksymalnego i minimalnego obciążenia:

Wartość prądu maksymalnego po stronie pierwotnej przekładników:

$I_{max} = 2165,03A$ i stanowi około 108% obciążenia przekładnika prądowego (prąd pierwotny wynikający z mocy maksymalnej mieści się w granicach 80÷120%).

Dobre przekładniki prądowe spełniają warunki obciążenia strony pierwotnej.

W układzie pomiarowo-rozliczeniowym należy zastosować licznik pomiarowe o klasie dokładności 0,5S dla energii czynnej i dla energii biernej. W celu

spełnienia w/w warunków dobrano licznik firmy Landis+Gyr typu E650 napięcie znamionowe 3x 230/400V.

Zakres pomiarowy licznika typu E650 przy zachowaniu klasy dokładności wynosi do 200% prądu znamionowego $I_n = 5A$.

Sprawdzenie zakresu prądowego licznika:

Przekładnia prądowa przekładnika prądowego wynosi 400

Prąd maksymalny po stronie pierwotnej przekładników prądowy dla $I_{max} = 2165,03A$ po stronie wtórnej wynosi:

$$I_1 = \frac{I_{zmax}}{400} \approx 5,41A$$

i stanowi 108,25% prądu znamionowego licznika i mieści się w dopuszczalnym zakresie pracy licznika dla klasy dokładności 0,5S.

Pobór własny mocy przez obwody pomiarowe wg DTR licznika typu E650 dla obwodów prądowych wynosi <0,5 VA/fazę.

Przekrój przewodów obwodów wtórnych przekładników prądowych: 2,5 mm² Cu.

Straty mocy w przewodach obwodów wtórnych prądowych wykonanych z miedzi o przekroju 2,5mm² i długości 8m dla I_{max} wynoszą:

$$\Delta S_{1max} = I_{max}^2 \cdot \frac{2 \cdot l}{\gamma \cdot s} = 5,41^2 \cdot \frac{2 \cdot 8}{55 \cdot 2,5} \approx 3,4VA$$

Moc tracona na zaciskach dla prądu $I_{max} = 5,41A$:

$$\Delta S_{2max} = 4 \cdot I_{max}^2 \cdot R_z = 4 \cdot 5,41^2 \cdot 0,02 \approx 2,34VA$$

Moc pobierana przez cewki liczników (pomiarowego kontrolnego) oraz moc strat dla na przewodach i zaciskach dla obciążenia maksymalnego przekładników:

$$\Delta S = \Delta S_L + \Delta S_{1max} + \Delta S_{2max} = 0,02 + 3,4 + 2,34 = 5,76VA < S_N = 7,5VA$$

Obciążenie max strony wtórnej przekładnika prądowego wynosi około 76,8%.

Dobre przekładniki prądowe spełniają warunki obciążenia dla strony wtórnej przekładnika.

23.2. Obliczenia zwarciove

Obliczenia przeprowadzono na podstawie obliczeń zamieszczonych w projekcie „MODERNIZACJA – PRZEBUDOWA CENTRALNEJ OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W TORUNIU PRZY UL. SZOSA BYDGOSKA” uwzględniając w nich zmianę przewodów zasilających oraz nowe parametry generatora G1

Obliczenia przeprowadzono zgodnie z normą:

PN-EN 60865-1:2002 (U) - Obliczanie skutków prądów zwarciovyh - Część 1:Definicje i metody obliczania.

PN-EN 60909-0:2002 (U) Prądy zwarciovyh w sieciach trójfazowyh prądu przemiennego - Część 0: Obliczanie prądów.

Obliczenia zwarciovyh przeprowadzono na podstawie danych zawartyh w „Warunkach przyłączenia do sieci elektroenergetycznej ENERGA-OPERATOR S.A Oddział w Toruniu” pismo nr P/15/047200 z dn. 09.11.2015r z aktualizacją z dnia 16.02.2018 r.:

- miejsce przyłączenia do sieci: ciąg liniowy SN-15kV Przysiek-Oczyszczalnia,
- miejsce dostarczania energii elektrycznej stanowiące jednocześnie miejsca rozgraniczenia własności sieci dystrybucyjnej ENERGA-Operator S.A. i instalacji oczyszczalni ścieków w Toruniu stanowią: głowica kabla zasilającego 15kV w GPZ Przysiek – przyłącze nr.1, głowica kabla zasilającego 15kV w GPZ Toruń zachód – przyłącze nr.2,
- dane do obliczeń dla rozdzielni WN stacji 110/15kV GPZ Toruń Przysiek:
 - sieć SN pracuje z punktem zerowym uziemionym przez dławik (sieć skompensowana),
 - prąd zwarc wielofazowyh:
 - prąd zwarcia doziemnego 3-faz 20A przy czasie 4s w strefie podstawowej,
 - moc zwarciova na szynach 15kV 96MVA przy czasie wyłączenia zwarcia wielofazowego 1,5s,
 - system ochrony przeciwporażeniowej:
 - instalacja elektryczna nN zgodnie z PN-IEC 60364,
 - w sieci o napięciu wyższym od 1kV zgodnie z PN-E 05515.
- dane do obliczeń dla rozdzielni WN stacji 110/15kV GPZ Toruń zachód:
 - sieć SN pracuje z punktem zerowym uziemionym przez dławik (sieć skompensowana),
 - prąd zwarc wielofazowyh:

- prąd zwarcia doziemnego 3-faz 20A przy czasie 4s w strefie podstawowej,
- moc zwarcia na szynach 15kV 191MVA przy czasie wyłączenia zwarcia wielofazowego 1,5s,
- system ochrony przeciwporażeniowej:
- instalacja elektryczna nN zgodnie z PN-IEC 60364,
- w sieci o napięciu wyższym od 1kV zgodnie z PN-E 05515.

Obliczenia prądów zwarcia przeprowadzono dla zasilania z GPZ Toruń Zachód dla uzyskania parametrów maksymalnych zwarcia oraz z GPZ Toruń Przysiek dla normalnych warunków pracy.

Wyniki obliczeń zwarciovych:

Maksymalne prądy zwarcia w rozdzielni SN-15kV, stacji transformatorowej STA01-2038 "OCZYSZCZALNIA" zlokalizowana na terenie oczyszczalni ścieków.

Źródło	I_k'' [A]	i_p [A]	I_{th} [A]	S_z [MVA]
Zasilanie z GPZ Toruń Zachód	6 629	13 204	6 637	172,21
Generator G1 AP1	507	1 019	508	13,18
Generator G4 AP2	557,7	1 120,9	558,8	14,498
RAZEM	7 694	15 344	7 704	199,888

23.3. Obliczenia doboru kabli energetycznych

Obliczenia doboru kabla wyprowadzenia mocy z generatora

Napięcie sieci

$$U_{nG1} = 400 \text{ V}$$

Prąd max na zaciskach generatora: $I_{nG} = 2146 \text{ A}$;

Dobiera się przewód z aluminium:

YAKXS 0,6/1kV ziemny kabel energetyczny w izolacji XLPE oraz powłoce zewnętrznej z PVC

Dane techniczne

- Napięcie pracy: 0,6/1kV
- Napięcie testu: 4kV/50Hz
- Zakres temperatur: temp. układania: min. -5°C
temp. pracy od -30°C do $+90^{\circ}\text{C}$
temp. na żyłę max. $+90^{\circ}\text{C}$
temp. podczas zwarcia max. $+250^{\circ}\text{C}/5\text{s}$
- Minimalny promień gięcia:
- 15 x \emptyset kabla (dla kabli jednożyłowych)
- 12 x \emptyset kabla (dla kabli wielożyłowych)

- Kolorystyka żył: HD 308 S2

Właściwości

- PVC samogasnące i płomienioodporne, testowane wg normy IEC 60332-1-2
- Materiały użyte do produkcji nie zawierają silikonu i kadmu ani substancji zakłócających lakierowanie
- Dopuszczalne poziomy napięcie
 - Systemy prądu stałego 1,8kV
 - Systemy trójfazowe oraz systemy jednofazowe
 - Przewody zewnętrzne izolowane 1,4kV
 - Systemy jednofazowe: jedna żyła uziemiona 0,7kV
 - Systemy trójfazowe 1,2kV

Nr kat.	Typ żyły	Liczba żył x przekrój w mm ²	Średnica zewnętrzna w mm	Waga Cu kg/km	Waga ok. kg/km	Maksymalna rezystancja żyły Om/km	Obciążalność prądowa dla ułożenia w ziemi (A)	Obciążalność prądowa dla ułożenia na powietrzu (A)
00900	RE	1 x 16	9,6	46	122	1,91	123	84
00901	RE	1 x 25	11,3	73	175	1,2	177	136
00902	RE	1 x 35	12,4	102	220	0,868	212	166
00903	RM	1 x 50	14,5	145	290	0,641	252	205
00904	RM	1 x 70	16,1	203	360	0,443	310	260
00905	RM	1 x 95	18	276	470	0,32	372	321
00906	RM	1 x 120	19,5	348	555	0,253	425	376
00907	RM	1 x 150	21,2	435	680	0,206	476	431
00908	RM	1 x 185	23,6	537	810	0,164	541	501
00909	RM	1 x 240	27	696	1030	0,125	631	600
00910	RM	1 x 300	29,5	870	1250	0,1	716	696
00911	RM	1 x 400	32,5	1160	1540	0,078	825	821
00912	RM	1 x 500	37	1450	1970	0,061	952	971

Doboru kabli dokonuje się na podstawie normy PN-HD 60364-5-52:2011 oraz wytycznych przykładowego producenta kabli.

Dobrano kabel z żyłą aluminiową 4x (5x YAKXS 1x240)

Obciążalność prądowa długotrwała, kabel ułożony w trójkąt:

$$I_{dd3} = 5 * 631 = 3155 \text{ A}$$

Współczynnik obciążalności dla 5 żył na fazę = 0,79

Obciążalność prądowa długotrwała

$$I_{ddk} = 0,79 * 3155 \text{ A} = 2492,5 \text{ A}$$

Maksymalny prąd obciążenia dla kabla: $I_{nG} = 2146 \text{ A}$

$$I_{ddk} > I_{nG}$$

$$2492,5 \text{ A} > 2146 \text{ A}$$

Warunek spełniony

Obliczenia wykonane dla najgorszego z możliwych wariantów czyli kąta mocy $\cos\varphi_{nG1} = 0,8$ co w normalnej pracy nie będzie miało miejsca lub będzie występowało bardzo rzadko.

Dobrano kabel z żyłą aluminiową 4x (5x YAKXS 1x240 mm²) ułożoną w ziemi w odstępie 25 cm

Obliczenia doboru kabla w relacji rozdzielnic 11R1 <-> SO3

Napięcie sieci $U_n = 400 \text{ V}$

Prąd max na zaciskach generatora: $I_n = 1600 \text{ A}$;

Dobiera się przewód z aluminium:

YAKXS 0,6/1kV ziemny kabel energetyczny w izolacji XLPE oraz powłoce zewnętrznej z PVC

Dane techniczne jak wyżej.

Doboru kabli dokonuje się na podstawie normy PN-HD 60364-5-52:2011 oraz wytycznych przykładowego producenta kabli.

Dobrano kabel z żyłą aluminiową 4x (4x YAKXS 1x240)

Obciążalność prądowa długotrwała, kabel ułożony w trójkąt:

$$I_{dd3} = 4 * 631 = 2524 \text{ A}$$

Współczynnik obciążalności dla 4 żył na fazę =0,79

Obciążalność prądowa długotrwała

$$I_{ddk} = 0,79 * 2524 \text{ A} = 1994 \text{ A}$$

Maksymalny prąd obciążenia dla kabla: $I_{nG} = 1600 \text{ A}$

$$I_{ddk} > I_{nG} \\ 1994 \text{ A} > 1600 \text{ A}$$

Warunek spełniony

Dobrano kabel z żyłą aluminiową 4x (4x YAKXS 1x240 mm²) ułożoną w ziemi w odstępie 25 cm

Obliczenia doboru kabla w relacji rozdzielnica SO2 <-> SO3

Napięcie sieci $U_n = 400 \text{ V}$

Prąd max na zaciskach generatora: $I_n = 1200 \text{ A}$;

Dobiera się przewód z aluminium:

YAKXS 0,6/1kV ziemny kabel energetyczny w izolacji XLPE oraz powłoce zewnętrznej z PVC

Dane techniczne jak wyżej.

Doboru kabli dokonuje się na podstawie normy PN-HD 60364-5-52:2011 oraz wytycznych przykładowego producenta kabli.

Dobrano kabel z żyłą aluminiową 4x (3x YAKXS 1x240)

Obciążalność prądowa długotrwała, kabel ułożony w trójkąt:

$$I_{dd3} = 3 * 631 = 1893 \text{ A}$$

Współczynnik obciążalności dla 3 żył na fazę =0,79

Obciążalność prądowa długotrwała

$$I_{ddk} = 0,79 * 1893 \text{ A} = 1495,5 \text{ A}$$

Maksymalny prąd obciążenia dla kabla: $I_{nG} = 1400 \text{ A}$

$$I_{ddk} > I_{nG}$$

1495,5 A > 1400A A
Warunek spełniony

Dobrano kabel z żyłą aluminium 4x (3x YAKXS 1x240 mm²) ułożoną w ziemi w odstępie 25 cm

24. Uwagi końcowe

1. Przy wykonywaniu instalacji należy zachować koordynację z pozostałymi instalacjami budynku.
2. Zaproponowane urządzenia i elementy systemu można zastąpić innymi, innych producentów o parametrach nie gorszych od zaproponowanych w projekcie. Wszelkie zmiany muszą być akceptowane przez projektanta.
3. Wszystkie prace należy wykonywać zgodnie z obowiązującymi przepisami.
4. Wszystkie stosowane materiały muszą być dopuszczone do stosowania w Polsce i spełniać wszystkie wymagane przepisy.
5. Wykonawca zobowiązany jest do posiadania wszystkich wymaganych przepisami prawa uprawnień, zaświadczeń i certyfikatów poświadczających o tym, że jest on przeszkolony i przygotowany do wykonania wszystkich prac ujętych w całym zakresie.
6. Przed przystąpieniem do prac oferent/wykonawca jest zobowiązany do zapoznania się z pełną dokumentacją projektową. Opis techniczny, rysunki i schematy, które zawarto w dokumentacji projektowej stanowią integralną całość i wzajemnie się uzupełniają. Wszystkie elementy, które przedstawiono w opisie technicznym, a nie przedstawiono w części rysunkowej lub odwrotnie nawzajem się uzupełniają.
7. Wszystkie wykonywane prace oraz zaproponowane materiały powinny odpowiadać Polskim Normom i posiadać stosowną deklarację zgodności lub znak CE i deklarację zgodności z normami zharmonizowanymi oraz posiadać niezbędne certyfikaty tak, aby spełnić obowiązujące przepisy.
8. Do zakresu prac wykonawcy każdorazowo wchodzi próby urządzeń i instalacji według obowiązujących norm i przepisów oraz protokolarny odbiór w obecności wskazanego przez inwestora przedstawiciela. Do wykonanych prac wykonawca powinien również załączyć deklarację kompletności wykonanych prac oraz zgodności z projektem i niniejszą dokumentacją.
9. Wszelkie zmiany wykonane na budowie należy nanosić na dokumentację wykonawczą kolorem czerwonym.

25. Zestawienie materiałów

Lp.	Materiał	Ilość	Jm.
1.	Rura osłonowa RHDPEks Ø50	49	m
2.	Rura osłonowa RHDPEp Ø160	499	m
3.	Kabel XRUHAKXS 1x120/50mm ²	900	m
4.	Kabel YKYżo 3x1,5	655	m
5.	Kabel YKYżo 4x2,5	140	m
6.	Kabel YKYżo 5x10	40	m
7.	Kabel YKXS 5x2,5	20	m
8.	Kabel YAKXS 1x240	4040	m
9.	Kabel YKSY 10x1,5	20	m
10.	Bednarka FeZn 25x4mm	110	m
11.	Stacja transformatorowa SO3 wraz z wyposażeniem	1	kpl.
12.	Modernizacja rozdzielnicy SN pola zasilające	2	kpl.
13.	Modernizacja rozdzielnicy SN pole 14	1	kpl.
14.	Kable nn wg schematów nr skrzynek i rozdzielnic	1	kpl.
15.	Modernizacja rozdzielnicy 11R1 wg zestawienia na rys. S05	1	kpl.
16.	Szafka systemu PMS sterowania PV	1	kpl.
17.	Światłowód zewnętrzny 12J		

Uwaga: zestawienie ma charakter poglądowy i sposób wykonania prac ma wpływ na ilość użytych materiałów. Zestawienie nie stanowi listy zamówienia towarów. Każdorazowo ilości urządzeń aparatów oraz długości przewodów należy zweryfikować ze stanem aktualnym na placu budowy.

Opracował:


mgr inż. Bartłomiej Zosiuk

II. CZĘŚĆ RYSUNKOWA

1. M01 - plan tras kablowych
2. R02 – Widok szafki RACK
3. R03 - Plan lokalizacji urządzeń w pomieszczeniu węzła ciepłego
4. R04 - Plan pomieszczenia rozdzielnic SN w obiekcie 20
5. R05 - Plan lokalizacji urządzeń w stacji SO3
6. R06 - Węzeł usuwania siloksanów - plan instalacji uziemienia
7. R07 - Odsiarczalnica biogazu - plan instalacji uziemienia
8. R08 - Kontener agregatu - plan instalacji uziemienia
9. R09 - Węzeł podnoszenia ciśnienia biogazu - Plan instalacji uziemienia
10. R10 - Osuszanie biogazu - plan instalacji uziemienia
11. R11 - Widok projektowanego układu pomiarowego w ob. SO3
12. S01 - Schemat zasilania
13. S02 - Schemat modernizacji pól rozdzielnic SN
14. S04 - Schemat rozdzielnic SO3
15. S05 - Schemat rozdzielnic 11R1
16. S06 – Szafka systemu PMS sterowania PV
17. S07 – Schemat komunikacji sieci PMS
18. S08 - Schemat modernizowanego układu pomiarowego w ob. 11R1
19. S09 - Schemat projektowanego układu pomiarowego w ob. SO3
20. S11 – Schemat modernizacji Szafki Telemechaniki STM_nn

III. ZAŁĄCZNIKI

1. Z01 – uprawnienia, izby
2. Z02 - Zestawienie odbiorników
3. Z03 - Zestawienie doboru kabli i zabezpieczeń