

Projekt budowlano-wykonawczy

Branża: *elektryczna*

Obiekt: *wewnętrzna instalacja fotowoltaiczna zasilająca Stację
Uzdatniania Wody miasta Elk*

Kategoria obiektu: *VIII*

Adres obiektu: *Przykopka, dz. 603/5, gm. Elk*

Inwestor: *PWiK Sp. z o.o.*

ul. Suwalska 64

19-300 Elk

Opracował: *mgr inż. Waldemar Edwin Klimach*

upr. bud. WAM/0123/PWOE/06

członek WAM/IE/0004/07

SPIS ZAWARTOŚCI PROJEKTU

| | |
|---|----|
| 1. INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA i OCHRONY ZDROWIA | 4 |
| 1.1. Zakres robót..... | 4 |
| 1.2. Wykaz istniejących obiektów budowlanych | 4 |
| 1.3. Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi | 4 |
| 1.4. Przewidywane zagrożenia mogące wystąpić podczas realizacji robót budowlanych w zakresie instalacji elektrycznej | 4 |
| 1.5. Sposób prowadzenia instruktażu pracowników | 5 |
| 1.6. Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonania robót budowlanych na istniejącej instalacji elektrycznej | 5 |
| 2. INFORMACJA O OBSZRZE ODDZIAŁYWANIA..... | 6 |
| 3. OPIS TECHNICZNY | 7 |
| 3.1. Opis zawartości projektu | 7 |
| 3.2. Zakres rzeczowy inwestycji | 7 |
| 3.3. Stan istniejący - zasilania obiektu w energię elektryczną | 8 |
| 3.4. Stan projektowany | 9 |
| 3.4.1. Parametry projektowanej instalacji fotowoltaiczna PV | 9 |
| 3.4.2. Przygotowanie terenu dla potrzeb budowy instalacji fotowoltaicznej PV..... | 9 |
| 3.4.3. Wykonanie ogrodzenia terenu..... | 9 |
| 3.4.4. Wykonanie oświetlenia terenu | 9 |
| 3.4.5. Wykonanie monitoringu terenu..... | 10 |
| 3.4.7. Wykonanie wewnętrznej instalacji elektrycznej fotowoltaicznej PV | 11 |
| 3.4.8. Kontrola kierunku przepływu energii elektrycznej..... | 11 |
| 3.4.9. Pomiar energii elektrycznej wyprodukowanej..... | 11 |
| 3.4.10. Przebudowa istniejącego pomiaru energii elektrycznej rozliczenie z OSD..... | 11 |
| 3.4.11. Rozbudowa rozdzielni głównej RGnN | 12 |
| 3.4.12. Wymiana istniejących transformatorów | 12 |
| 3.5. Ochrona od porażeń prądem elektrycznym | 12 |
| 3.6. Uwagi końcowe | 13 |
| 4. OBLICZENIA TECHNICZNE..... | 14 |
| 4.1. Wyznaczenia mocy zainstalowanej paneli fotowoltaicznych PV | 14 |
| 4.1.1. Zapotrzebowanie mocy sekcji 1 i 2 po stronie AC | 14 |
| 4.1.2. Zapotrzebowanie mocy sekcji 3 i 4 po stronie AC | 14 |
| 4.1.3. Moc zainstalowana łączna paneli fotowoltaicznych PV strona DC..... | 14 |
| 4.1.4. Moc zainstalowana paneli fotowoltaicznych PV na każdej z sekcji po stronie DC . | 14 |
| 4.1.5. Moc zainstalowana na sekcji paneli fotowoltaicznych PV strona AC..... | 15 |
| 4.2. Wyznaczenia ilości falowników na sekcji paneli fotowoltaicznych PV | 15 |
| 4.2.1. Wyznaczenie ilości paneli PV podłączonych do jednego falownika..... | 15 |
| 4.2.2. Wyznaczenie ilości falowników na sekcji instalacji fotowoltaicznej PV | 15 |
| 4.3. Wyznaczenie pojemności zestawu baterii akumulatorów | 16 |
| 4.4. Sprawdzenie doboru kabli zasilających sekcję paneli PV Nr 1 | 16 |
| 4.5. Sprawdzenie doboru kabli zasilających sekcję paneli PV Nr 2 | 17 |
| 4.6. Dobór parametrów układu pomiarowego półpośredniego do pomiaru energii wytworzonej | 19 |
| 4.6.1. Dobór obciążeń przekładników prądowych obwodów pierwotnych | 19 |
| 4.6.2. Sprawdzenie obwodów wtórnych przekładników prądowych..... | 19 |

Załączniki:

1. Decyzja o warunkach zabudowy Wójta Gminy Ełk
2. Postanowienie odmowy wszczęcia postępowania ws. wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach dla przedsięwzięcia Wójta Gminy Ełk
3. Postanowienie o uzgodnieniu warunków zabudowy Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska w Olsztynie
4. Postanowienie o uzgodnieniu warunków zabudowy Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Białymstoku
5. Postanowienie o uzgodnieniu warunków zabudowy Urzędu Marszałkowskiego Biuro Geologa Wojewódzkiego w Olsztynie
6. Wypis z rejestru gruntów
7. Warunki przyłączeniowe do sieci elektroenergetycznej PGE Dystrybucja S.A. Oddział Białystok dla Wytwórcy
8. Oświadczenie projektanta
9. Decyzja o nadaniu uprawnień budowlanych projektanta
10. Zaświadczenie o przynależności do PIIB projektanta
11. Schemat ideowy zasilania nr 1- rys. nr E-01
12. Schemat ideowy zasilania nr 2- rys. nr E-02
13. Plan sytuacyjny- rys. nr E-03
14. Plan oświetlenia i monitoringu terenu – rys. nr E-04
15. Planem zagospodarowania terenu - rys. Nr E-05
16. Kąt padania promieni słonecznych - rys. Nr E-06
17. Przekrój poprzeczny stołu - rys. Nr E-07
18. Widok stołu W1 – rys. Nr E-08

1. INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA i OCHRONY ZDROWIA

Na podstawie Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 23.06.2003 r. w sprawie informacji dotyczące] bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. z 3003 r. Nr 120, poz. 1126;

Obiekt: *wewnętrzna instalacja fotowoltaiczna zasilająca Stację Uzdatniania Wody miasta Elk*
Miejscowość- adres: *Przykopa, dz. Nr 603/5,*
Gmina: *Elk*

Inwestor: *PWiK Sp. z o.o., ul. Suwalska 64, 19-300 Elk*

Projektant: *mgr inż. Waldemar Edwin Klimach - upr. bud. WAM/0123/PWOE/06, członek WAM/IE/0004/07*

1.1. Zakres robót

Niniejszy projekt swym zakresem obejmuje inwestycję polegającą na budowie wewnętrznej instalacji fotowoltaicznej PV.

1.2. Wykaz istniejących obiektów budowlanych

1. Instalacja elektryczna nN i SN w budynkach SUW,
2. Linie kablowe nN 0,4kV, zasilające budynki SUW
3. Sieci uzbrojenia terenu obiektu (telefoniczna, kanalizacyjna, wodociągowa, kable elektryczne),
8. Budynki zasilone z istniejącej sieci elektroenergetycznej.

1.3. Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

1. Czynne linie elektroenergetyczne nN i SN,
2. Jezdnie i chodniki, na których odbywa się ruch kołowy i pieszy

1.4. Przewidywane zagrożenia mogące wystąpić podczas realizacji robót budowlanych w zakresie instalacji elektrycznej

1. Praca na czynnych (wyłączonych spod napięcia) urządzeniach elektroenergetycznych niskiego napięcia, (roboty związane z demontażem istniejących urządzeń instalacji elektrycznej, prace prowadzone w pobliżu czynnych urządzeń elektroenergetycznych, prace na nowych urządzeniach podłączonych do sieci)
2. Praca na wysokości powyżej 1m, (montaż i demontaż przewodów instalacji elektrycznej i opraw oświetleniowych)
3. Roboty wykonywane na jezdniach i chodnikach nie wyłączonych z ruchu ciągów komunikacyjnych.

15. Sposób prowadzenia instruktażu pracowników

Każdorazowo przed rozpoczęciem robót kierujący zespołem, lub kierownik robót winien udzielić instruktażu dla pracowników.

Instruktaż powinien składać się z:

- wymienienia rodzaju wykonywanych robót z dokładnym określeniem ich kolejności,
- omówienie rodzaju zagrożeń dla zdrowia i życia występujące przy wykonaniu tych robót,
- omówienia środków ochrony osobistej i sprzętu bhp jaki należy użyć przy wykonywaniu zaplanowanych robót.

Prace na i w pobliżu czynnych urządzeniach elektroenergetycznych, nieodłączonych na stałe od sieci, należy wykonywać na polecenia (pisemne) wystawione przez uprawnionego pracownika właściciela sieci. Roboty można rozpocząć po przygotowaniu miejsca pracy i dopuszczeniu do pracy. W takich przypadkach, przed rozpoczęciem robót, kierujący zespołem, na którego zostało wystawione polecenie, winien dokładnie określić miejsce pracy i sposób przygotowania miejsca pracy, jakie przejął od dopuszczającego (miejsca odłączenia urządzeń i założenia uziemień).

1.6. Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonania robót budowlanych na istniejącej instalacji elektrycznej

1. Wszyscy pracownicy winni posiadać świadectwo kwalifikacyjne dla osób uprawnionych do budowy i eksploatacji urządzeń, instalacji i sieci elektroenergetycznych w odpowiednim zakresie.
2. Osoby dozoru technicznego winne posiadać świadectwo kwalifikacyjne dla osób sprawujących dozór nad eksploatacją i budową urządzeń, instalacji i sieci elektroenergetycznych w odpowiednim zakresie.
3. Pracownicy pracujący na wysokości winni być przeszkoleni i posiadać odpowiedni sprzęt asekuracyjny zgodnie z „Rozporządzenie Ministra infrastruktury z dnia 6.02.2003r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych” spełniający wymogi normy PN-90 Z-08057 „Sprzęt ochronny chroniący przed upadkiem z wysokości”.
4. Prace przy urządzeniach dźwigowych i innych urządzeniach budowlanych wykonać zgodnie z „Rozporządzeniem Ministrów: Pracy, Opieki Społecznej oraz Zdrowia z 20.03.1954r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy obsłudze żurawi” i „Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 20.09.2001r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas eksploatacji maszyn i innych urządzeń technicznych do robót ziemnych, budowlanych i drogowych”
5. Prace na czynnych urządzeniach elektroenergetycznych wykonać zgodnie z „Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 17.09.1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych” oraz zgodnie z „Instrukcją Organizacji Bezpiecznej Pracy w PGE Dystrybucja S.A. Oddział Białystok” obowiązującej w PGE Dystrybucja S.A.
6. Prace na rampach towarowych lub w ich pobliżu wykonać po odpowiednim oznakowaniu ciągów komunikacyjnych niezbędnym dla wykonania poszczególnych robót i wydzieleniu miejsc pracy zgodnie z „Rozporządzeniem Ministra Komunikacji oraz Administracji, Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 10.02.1977r. w sprawie Bezpieczeństwa i Higieny Pracy przy wykonywaniu robót drogowych i mostowych”.

2. INFORMACJA O OBSZRZE ODDZIAŁYWANIA

Obszar oddziaływania inwestycji związanej z budową wewnętrznej instalacji fotowoltaicznej zasilającej Stację Uzdatniania Wody miasta Ełk, zlokalizowanej na działce nr 603/5 w Przykopcze, gm. Ełk, zamyka się jedynie w działce objętej zakresem inwestycji.

Przedmiotowa inwestycja zlokalizowana na działce nr 603/5 w Przykopcze, gm. Ełk nie oddziałuje negatywnie na sąsiadujące działki.

3. OPIS TECHNICZNY

3.1. Opis zawartości projektu

1. Dokumentacja zawiera:

część opisową wykonania:

- wewnętrznej instalacji fotowoltaicznej PV,

część rysunkową :

- schemat ideowy zasilania Tr 1,
- schemat ideowy zasilania Tr 2
- plan sytuacyjny lokalizacji instalacji technologicznej fotowoltaicznej PV

2. Dokumentację opracowano w oparciu o obowiązujące normy, zarządzenia i przepisy.

3. System ochrony od porażeń prądem elektrycznym dla projektowanego układu stanowić będzie samoczynne wyłączenie zasilania w układzie sieciowym TN-C-S, oraz wyłączniki przeciwporażeniowe różnicowo-prądowe.

3.2. Zakres rzeczowy inwestycji

Inwestycja związana z budową wewnętrznej instalacji fotowoltaicznej PV polega na:

- 1) wykonanie oświetlenia zewnętrznego – lampy LED 107W szt. 6;
- 2) wykonanie monitoringu terenu- kamery szt. 4;
- 3) montaż modułów paneli fotowoltaicznych 370-400Wp z optymizatorami mocy 370W, szt. 676 – 2 sekcje (1352szt);
- 4) wykonanie instalacji elektrycznej nN – połączenie paneli fotowoltaicznych z falownikami, regulatorami ładowania DC, bateriami akumulatorów oraz szafami rozdzielczymi RE-4.1 i RE-4.2;
- 5) montaż falowników $P_{AC}= 17kVA$, zestawów kpl. 11 – 2 sekcje (22 kpl.);
- 6) montaż regulatorów ładowania DC, zestawów kpl. 11 – 2 sekcje (22 kpl.);
- 7) montaż baterii akumulatorów $Q_{ba}= 1000Ah$, zestawów kpl. 11 – 2 sekcje (22 kpl.);
- 8) montaż systemu analizy kierunku przepływu mocy, analizator sieci ND 40, zestawów 1 kpl. – 2 sekcje (2 kpl.);
- 9) wykonanie instalacji elektrycznej nN – połączenie szaf rozdzielczych RE-4.1 i RE-4.2 z szafami rozdzielczymi RGPV Nr 1 i RGPV Nr 2 w rozdzielni głównej RGnN- pompownia III^o- kable elektroenergetyczne typu 2xYKXS 4x120mm² oraz 2x YLgY 10x2,5mm², l= 150/165m;
- 10) wykonanie instalacji elektrycznej nN – połączenie szaf rozdzielczych RGPV Nr 1 i RGPV Nr 2 z rozdzielnią główną RGnN- pompownia III^o- sekcja nr 2 i sekcja nr 3 przewody elektroenergetyczne typu 2x5LgY 150mm², l= 5/10m;

- 11) budowa układów pomiarowych półpośrednich do pomiaru „energii zielonej” – 2 kpl.;
- 12) przebudowa istniejących układów pomiarowych pośrednich z transmisją danych do rozliczenia z OSD – 2 kpl.;
- 13) rozbudowa rozdzielni głównej RGnN – dobudowa rozłączników mocy typu NSX400F z napędem elektrycznym w sekcji nr 2 i sekcji nr 3 – 2 kpl.;
- 14) rozbudowa automatyki SZR typu APZ;
- 15) przebudowa mostów szynowych – 2 kpl.;
- 16) wymiana istniejących transformatorów $S_n=1000\text{kVA}$ na $S_n= 630\text{kVA}$ – 2 szt.

3.3. Stan istniejący - zasilania obiektu w energię elektryczną

Zasilanie podstawowe obiektu Stacji Uzdatniania Wody miasta Ełk w Przykopcze odbywa się na podstawie warunków przyłączenia znak TR-3/331/82 z dnia 09.01.1982r. z istniejącej sieci elektroenergetycznej PGE Dystrybucja S.A.:

GPZ Szeligi – linia kablowa SN-15kV - 3xNAHKBA 120mm², l= 4210m - stacja transformatorowa nr 4-X1055 Stacja Pomp, transformator Tr 1 $S_n= 1000\text{kVA}$ – rozdzielnica główna RGnN – sekcja nr 1 i 2 – moc umowna $P_1= 400\text{kW}$

Zasilanie rezerwowe obiektu Stacji Uzdatniania Wody miasta Ełk w Przykopcze odbywa się na podstawie warunków przyłączenia znak TR-3/331/82 z dnia 09.01.1982r. z istniejącej sieci elektroenergetycznej PGE Dystrybucja S.A.:

RPZ Ełk II- linia kablowa SN-15kV 3xYHdAKxs 120mm², linia napowietrzna SN-15kV 3xAFl 35mm², 3xAFl 70mm² - stacja transformatorowa nr nr 4-X1055 Stacja Pomp, transformator Tr 2 $S_n= 1000\text{kVA}$ – rozdzielnica główna RGnN – sekcja nr 3 i 4 – moc umowna $P_2= 300\text{kW}$

Istniejąca rozdzielnica zasilana jest dwustronnie z transformatorów 15/0,4kV skojarzonych w DYN5 po 1000 kVA każdy. Dodatkowe zasilanie stanowią dwa agregaty o mocy 250kVA każdy. Rozdzielnica główna RGnN zasilona jest za pomocą dwóch szynoprzewodów, po jednym na każdą sekcję 2 x (4 x AP 60x10) doprowadzonych z komór transformatorów.

3.4. Stan projektowany

3.4.1. Parametry projektowanej instalacji fotowoltaiczna PV

Moc zainstalowana DC: $2 \times 250 \text{kWp} = 500 \text{kWp}$

Ilość zainstalowanych paneli PV: $2 \times 676 = 1352$ szt.

Moc znamionowa paneli PV: 370-400W+ optimizer 370W

Ilość zainstalowanych falowników: 2x11 zestawów (typu SE17K)

Ilość zainstalowanych systemów ładowania: 2x11 zestawów (regulator+bateria akumulatorów $Q_{ba}=1000\text{Ah}$)

3.4.2. Przygotowanie terenu dla potrzeb budowy instalacji fotowoltaicznej PV

Planowana inwestycja wymaga przygotowaniu terenu o powierzchni 4938m^2 pod zabudowę modułów paneli fotowoltaicznych monokrystalicznych w ilości 1352 szt. Teren inwestycji ma zostać wyrównany, utwardzony oraz ogrodzony w celu zabezpieczenia przed dostępem osób nieupoważnionych. Planuje się również wykonanie dróg wewnętrznych do celów komunikacyjnych oraz wykonanie oświetlenia i monitoringu terenu w postaci telewizji dozorowej.

3.4.3. Wykonanie ogrodzenia terenu

Ogrodzenie teren na długości ok. 376mb należy wykonać na słupkach stalowych z kształtowników zamkniętych 60x40mm z elementów panelowych o wysokości 2m. Istniejące ogrodzenie należy zdemontować na odcinku o długości ok. 266m. Projektowane ogrodzenie należy połączyć z pozostałym istniejącym ogrodzeniem obiektu zgodnie z planem zagospodarowania terenu przedstawionym na rys. nr E-05.

3.4.4. Wykonanie oświetlenia terenu

Projektuję się instalację oświetlenia terenu przy zastosowaniu 6 opraw ledowych o mocy nie mniej niż 107W i strumieniu nie mniej niż 11670Lm. Oprawy montowane będą na słupach stalowych ocynkowanych z wysięgnikami o wysięgu 1m i kącie nachylenia 5° . Zastosować należy słupy o profilu sześciokątnym, wysokości $h=8\text{m}$ i grubości blachy 4mm. Obwody oświetlenia wykonać kablem typu YKY $5 \times 6\text{mm}^2$ ułożonych w rurze ochronnej DVK 110. Projektowane oświetlenie wykonać zgodnie z planem oświetlenia terenu przedstawionym na rys. nr E-04.

3.4.5. Wykonanie monitoringu terenu

Zadaniem systemu telewizji dozorowej jest obserwacja i kontrolowanie chronionych stref w celu ewentualnego zapobieżenia nieprzewidzianym sytuacjom oraz odpowiednie szybkie reagowanie w przypadku zaistnienia aktów bezprawnej ingerencji (kradzież, napad, rozbój). Projektowany monitoring przewiduje zainstalowanie na projektowanych słupach oświetleniowych 4 kamer zewnętrznych stałopozycyjnych. Monitoring należy wykonać zgodnie z planem oświetlenia i monitoringu terenu przedstawionym na rys. nr E-04.

3.4.6. Projektowana instalacja fotowoltaiczna PV

Projektowana instalacja fotowoltaiczna PV zostanie podłączona do wewnętrznej instalacji elektrycznej obiektu zgodnie z uzyskanymi warunkami przyłączenia urządzeń elektrycznych do sieci elektroenergetycznej PGE Dystrybucja S.A. Przedmiotem opracowania jest projekt wewnętrznej instalacji fotowoltaicznej (PV), służącej do produkcji energii elektrycznej z promieniowania słonecznego, ukierunkowanej na wykorzystanie energii elektrycznej na własne potrzeby Stacji Uzdatniania Wody miasta Ełk w Przykopcach. Projektowana instalacja fotowoltaiczna złożona z dwóch grup zestawów paneli fotowoltaicznych (2x250kWp) o łącznej mocy zainstalowanej 500kWp, będzie stanowiła źródło energii na własne potrzeby obiektu SUW. Instalacja fotowoltaiczna zajmie powierzchnię ok 4938m² dz. nr 603/5 w Przykopcach, gm. Ełk. Inwestycja w swoim zakresie obejmuje: • Montaż modułów (paneli) fotowoltaicznych (PV) – ok. 1352 szt. modułów monokrystalicznych o mocy 370-400 Wp/szt z optimizerami mocy 370W., • Montaż inwertera (przetwornicy), • Wykonanie instalacji po stronie stałonapięciowej DC systemu fotowoltaicznego (PV), • Wykonanie okablowania strony AC systemu fotowoltaicznego z doprowadzeniem kabli do miejsca przyłączenia, do sieci elektroenergetycznej- rozdzielnic głównej RGnN w budynku pompowni III^o. Instalacja fotowoltaiczna (PV) zostanie ulokowana na terenie działki nr 603/5 na konstrukcji wsporczej z wykorzystaniem mocowań i konstrukcji systemowych zamontowanej na gruncie. Moc instalacji fotowoltaicznej PV wynosi łącznie 500kWp, strona AC. Projektowany system będzie wyprodukowaną energię zużywał na potrzeby własne obiektu, a nadmiar energii będzie magazynowany w systemie baterii akumulatorów. Wyprodukowana energia elektryczna prądu stałego zostaje zamieniona w przetwornicy DC/AC na energię prądu przemiennego trójfazowego o napięciu 0,4 kV.

3.4.7. Wykonanie wewnętrznej instalacji elektrycznej fotowoltaicznej PV

Instalację fotowoltaiczną PV należy wykonać zgodnie z dokumentacją techniczną na podstawie schematów zasilania rysunek E-01 i E-02 oraz rysunków montażowych E-06, E-07 i E-08. Lokalizacja paneli fotowoltaicznych przedstawiona jest na planie sytuacyjnym zgodnie z rysunkiem E-03. Połączenie rozdzielnic RGPV z rozdzielnicami RE-4.1 i RE-4.2 PV, wykonano kablami YKXS 4x120mm². Zastosowano rozdzielnice klasy ochronności IP 55. Wyposażenie rozdzielnic pokazano na schematach instalacji. W obiekcie wykonano główne połączenie wyrównawcze wszystkich metalowych elementów konstrukcyjnych, uziomu fundamentowego.

3.4.8. Kontrola kierunku przepływu energii elektrycznej

Kontrola przepływu energii elektrycznej oraz zabezpieczenie przed wprowadzaniem energii elektrycznej do sieci elektroenergetycznej Operatora Systemu Dystrybucyjnego (OSD) PGE Dystrybucja S.A. zrealizowane będzie na podstawie analizatorów sieci ND 40. Analizator ND 40 na podstawie danych pomiarowych reguluje ilość przekazywanej energii elektrycznej do instalacji kierując nadwyżkę energii elektrycznej wyprodukowanej do systemu ładowania baterii akumulatorów poprzez regulator ładowania DC. W przypadku naładowania baterii akumulatorów oraz braku zapotrzebowania na energię w instalacji odbiorczej analizator ND 40 realizuje funkcję wyłączania poszczególnych segmentów produkcji energii elektrycznej w celu wykluczenia ewentualności wprowadzenia energii do sieci OSD.

3.4.9. Pomiar energii elektrycznej wyprodukowanej

Pomiar „energii zielonej” zrealizowany będzie za pomocą układu pomiarowego półpośredniego oraz licznika elektronicznego EQM w. MID, kl. C przeznaczonego do pomiaru mocy, energii czynnej i biernej z transmisją danych pomiarowych.. Licznik zasilany będą z przekładników prądowych w klasie dokładności 0,2, przez listwę Ska-1P. Ochronę przeciwprzepięciową licznika zrealizowano ochronnikami VF 230AC. Urządzenia pomiarowe umieścić w tablicy licznikowej, oraz wyposażyć w transmisję danych pomiarowych poprzez 2 modemy GTM-sa na podstawie oddzielnego opracowania.

3.4.10. Przebudowa istniejącego pomiaru energii elektrycznej rozliczenie z OSD

Pomiar energii elektrycznej pobieranej z sieci OSD zrealizowany będzie za pomocą układu pomiarowego pośredniego oraz licznika elektronicznego EQM wg. MID, kl. C przeznaczonego do pomiaru mocy, energii czynnej i biernej z dwoma interfejsami do transmisją danych

pomiarowych. Licznik zasilany będą z przekładników prądowych i napięciowych w klasie dokładności 0,2, przez listwę Ska-1P. Ochronę przeciwprzepięciową licznika zrealizowano ochronnikami przepięć. Urządzenia pomiarowe umieścić w tablicy licznikowej, oraz wyposażyć w transmisję danych pomiarowych poprzez 2 modemy GTM-sa na podstawie oddzielnego opracowania.

3.4.11. Rozbudowa rozdzielni głównej RGnN

W celu przystosowania istniejącej rozdzielni głównej RGnN obiektu dla potrzeb podłączenia projektowanej instalacji fotowoltaicznej PV planowana jest dobudowa rozłączników mocy typu NSX400F z napędem elektrycznym w sekcji nr 2 i sekcji nr 3. Wymagana jest również rozbudowa automatyki SZR typu APZ w celu umożliwienia sterowania napędami projektowanych rozłączników mocy w sekcji nr 2 i sekcji nr 3.

3.4.12. Wymiana istniejących transformatorów

W celu przystosowania istniejącej instalacji obiektu dla potrzeb podłączenia projektowanej instalacji fotowoltaicznej PV planowana jest wymiana istniejących przestarzałych transformatorów olejowych o mocy $S_n=1000\text{kVA}$ na transformatory o mocy $S_n=630\text{kVA}$.

Z uwagi na powyższe w celu umożliwienia podłączenia nowych jednostek wymagana jest przebudowa istniejących szynoprzewodów.

3.5. Ochrona od porażen prądem elektrycznym

Instalacje ochrony od porażen prądem elektrycznym wykonano zgodnie z obowiązującymi przepisami wg. normy PN-91/E-05009. Przewód ochronny PE wykonany jest w izolacji koloru żółto-zielonego, natomiast przewód neutralny w izolacji niebieskiej. Styki ochronne gniazd wtykowych i opraw połączono z przewodem ochronnym PE. Wykonane zostały główne połączenia wyrównawcze wszystkich metalowych elementów konstrukcyjnych obiektu oraz wyposażenia instalacyjnego (rury metalowe inst. wodnej, ściekowej, c.o.), uziomu fundamentowego z listwą głównego połączenia wyrównawczego GPW zlokalizowaną w obiekcie.

Po sprawdzeniu połączeń należy dokonać pomiarów skuteczności ochrony od porażen prądem elektrycznym.

3.6. Uwagi końcowe

1. Urządzenia i osprzęt instalacyjny, zainstalowano zgodnie z załączonymi planami instalacji elektrycznej lub bezpośrednimi ustaleniami z Inwestorem.
2. Po sprawdzeniu wszystkich instalacji należy wykonać badania i pomiary pomontażowe zgodnie z normą PN-E-04700 oraz PN-IEC 60364 dotyczącą:
 - rezystancji izolacji,
 - rezystancji uziemienia,
 - skuteczności ochrony przeciwporażeniowej.Protokoły badań i pomiarów oraz atesty i świadectwa należy dołączyć do dokumentacji powykonawczej.
3. Zainstalowane przewody, kable i aparatura winny posiadać certyfikat dopuszczający do obrotu na rynku krajowym.
4. Wszelkie zasadnicze zmiany w stosunku do opracowanej dokumentacji należy dokumentować aktualizując niniejszą dokumentację.

4. OBLICZENIA TECHNICZNE

4.1. Wyznaczenia mocy zainstalowanej paneli fotowoltaicznych PV

4.1.1. Zapotrzebowanie mocy sekcji 1 i 2 po stronie AC

wyznaczamy na podstawie zapotrzebowania na moc szczytową urządzeń przyłączonych do sekcji nr 1 i 2, zasilanych z transformatora nr 1:

$$P_1 = k_1 \times P_{s1}$$

gdzie:

P_1 - moc zapotrzebowana sekcji nr 1 i 2;

P_{s1} - moc szczytowa zasilania podstawowego Tr 1 $P_{s1}=275kW$;

k_1 - współczynnik wykorzystania mocy szczytowej dla Tr 1.

$$P_{PV1} = 0,8 \times 275kW = 220kW$$

4.1.2. Zapotrzebowanie mocy sekcji 3 i 4 po stronie AC

wyznaczamy na podstawie zapotrzebowania na moc szczytową urządzeń przyłączonych do sekcji nr 3 i 4, zasilanych z transformatora nr 2:

$$P_2 = k_2 \times P_{s2}$$

gdzie:

P_2 - moc zapotrzebowana sekcji nr 3 i 4;

P_{s2} - moc szczytowa zasilania rezerwowego Tr 2, $P_{s2}=245kW$

k_2 - współczynnik wykorzystania mocy szczytowej dla Tr 2

$$P_2 = 0,9 \times 245kW = 220kW$$

4.1.3. Moc zainstalowana łączna paneli fotowoltaicznych PV strona DC

wyznaczamy z zależności:

$$P_{PV} = n \times P_{PVn}$$

gdzie:

P_{PVn} - moc znamionowa pojedynczego panelu

n - ilość zainstalowanych paneli

$$P_{PV} = 1352 \times 370Wp = 500240Wp \approx 500kW$$

4.1.4. Moc zainstalowana paneli fotowoltaicznych PV na każdej z sekcji po stronie DC

wyznaczamy z zależności:

$$P_{PV1-2} = \frac{P_{PV}}{n}$$

gdzie:

P_{PV} - moc znamionowa łączna zainstalowanych paneli fotowoltaicznych PV

n - ilość sekcji

$$P_{PV1-2} = \frac{500kW}{2} = 250kW$$

Łączna moc zainstalowana instalacji fotowoltaicznej PV po stronie DC wynosi 500kW w podziale na dwie sekcje, z czego każda po 250kW

4.1.5. Moc zainstalowana na sekcji paneli fotowoltaicznych PV strona AC

wyznaczamy z zależności:

$$P_{AC1-2} = n \times P_{nfaLAC}$$

gdzie:

$P_{nfaLAC1-2}$ - moc znamionowa falownika po stronie AC wynosi 17000[W]

n - ilość zainstalowanych falowników na sekcji

$$P_{AC1-2} = 11 \times 17000 = 187000W = 187kW$$

Moc zainstalowana instalacji fotowoltaicznej PV po stronie AC na każdej z sekcji wynosi 187kW.

4.2. Wyznaczenia ilości falowników na sekcji paneli fotowoltaicznych PV

4.2.1. Wyznaczenie ilości paneli PV podłączonych do jednego falownika

$$n_{fal} = \frac{P_{nfaL}}{P_{PVn}}$$

gdzie:

P_{nfaL} - moc znamionowa pojedynczego falownika po stronie DC

P_{PVn} - moc znamionowa pojedynczego panelu

n_{pan} - ilość zainstalowanych paneli na jednym falowniku

$$n_{fal} = \frac{22950W}{370W} = 62,027 \approx 62$$

Do jednego falownika zostanie podłączonych 62 modułów paneli fotowoltaicznych o mocy znamionowej 370Wp.

4.2.2. Wyznaczenie ilości falowników na sekcji instalacji fotowoltaicznej PV

$$n_{fal} = \frac{P_{PV1}}{P_{nfaL}}$$

gdzie:

P_{nfaL} - moc znamionowa pojedynczego falownika

P_{PVn} - moc znamionowa pojedynczego panelu

n_{pan} - ilość zainstalowanych paneli na jednym falowniku

$$n_{fal} = \frac{250000W}{22950} = 10,89 \approx 11$$

Na każdej z sekcji zostanie zainstalowanych po 11 falowników typu SE 17K

4.3. Wyznaczenie pojemności zestawu baterii akumulatorów

Pojemność zestawu baterii akumulatorów wyznaczamy z zależności:

$$Q_{ba} = \frac{W_a}{U_n}$$

gdzie:

W_a - ilość watogodzin układu, w określonym czasie i przy 95% sprawności (0,95),

U_n - napięcie akumulatora [V]

Podczas doboru zasilacza awaryjnego (buforowego) do aplikacji pojawia się parametr czasu podtrzymania podczas pracy akumulatorowej (baterijnej).

Norma PN-EN 50131-6 określa ten czas wzorem:

$$W_a = \frac{[(P_u + P_z) \times T]}{0,9}$$

$$Q_{ba} = 1,25 \times \frac{W_a}{U_n}$$

gdzie:

P_u - moc znamionowa podłączonych urządzeń – przyjmujemy moc znamionową falownika po stronie DC wynosi 22950 [W];

P_z - moc pobierana przez zasilacz awaryjny w pracy jałowej wynosi 2,5[W];

T - wymagany czas pracy układu, przyjmujemy 0,4[h];

Q - pojemność akumulatora [Ah];

1,25 - współczynnik uwzględniający spadek pojemności baterii wskutek starzenia

$$W_a = \frac{[(22950 + 2,5) \times 0,4]}{0,95} = \frac{9181}{0,95} = 9664Wh$$

$$Q_{ba} = 1,25 \times \frac{W_a}{U_n} = 1,25 \times \frac{9664}{12} = 1,25 \times 805 = 1006 \approx 1000Ah$$

Dobieram baterię akumulatorów o pojemności $Q_{ba}=1000Ah$ dla każdego zestawu.

4.4. Sprawdzenie doboru kabli zasilających sekcję paneli PV Nr 1

Ze względu na obciążalność długotrwałą

- prąd obciążenia wyznaczamy z zależności:

$$I_{obc1} = \frac{P_{AC1-2}}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos\varphi}$$

gdzie:

I_{obc1} - prąd obciążenia sekcji PV Nr 1,

P_{AC1-2} - moc zainstalowana sekcji Nr 1 PV po stronie AC,

U_n - napięcie znamionowe sieci,

$\cos\varphi$ - współczynnik mocy, przyjmujemy $\cos\varphi = 0,93$

- prąd obciążenia wynosi:

$$I_{obc1} = \frac{187 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,93} = 290,23A$$

Do połączenia rozdzielnic RE-4.1 z rozdzielnicą RGPV Nr 1 użyto kabla YKXS 4x120mm², I_{dd}= 346A podana wg. PN-93/E-90401 oraz PN-93/E-90400, PN-HD 603 S1:2002, IEC 60502-1 dla temperatury otoczenia 30°C i temperatury żył przewodu 70°C.

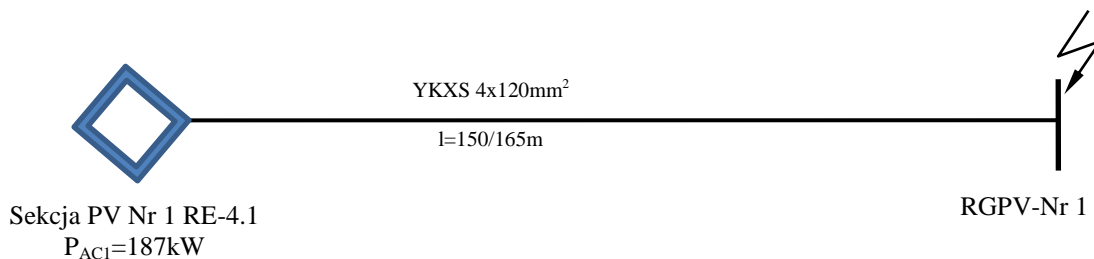
Dobry kabel typu YKXS 4x120mm² o prądzie dopuszczalnym długotrwałe

I_{dd} = 346A, spełnia warunek obciążalności długotrwałej kabla elektroenergetycznego:

$$I_{dd} = 346A > I_{obc-max} = 290,23A$$

Ze względu na dopuszczalny spadek napięcia

Obliczenie spadku napięcia na odcinku od rozdzielnic RE-4.1 do rozdzielnic RGPV Nr 1.



$$\Delta U_{\%} = \frac{10^5}{\gamma \times s \times U_n^2} \sum_{p-b}^n P_{(p-1),p} \times l_{(p-1),p}$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{10^5 \times 187 \times 165}{55 \times 120 \times 400^2} = 2,92\%$$

Kabel zasilający rozdzielnicę RGPV Nr 1, YKXS 4x120mm² spełnia warunek dopuszczalnego spadku napięcia

$$\Delta U_{\%} = 2,92\% < \Delta U_{\%dop} = 10\%$$

4.5. Sprawdzenie doboru kabli zasilających sekcję paneli PV Nr 2

Ze względu na obciążalność długotrwałą

- prąd obciążenia wyznaczamy z zależności:

$$I_{obc2} = \frac{P_{AC1-2}}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos\varphi}$$

gdzie:

I_{obc2} - prąd obciążenia sekcji PV Nr 2,

P_{AC1-2} - moc zainstalowana sekcji Nr 2 PV po stronie AC,

U_n - napięcie znamionowe sieci,

$\cos\varphi$ - współczynnik mocy, przyjmujemy $\cos\varphi = 0,93$

- prąd obciążenia wynosi:

$$I_{obc2} = \frac{187 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,93} = 290,23A$$

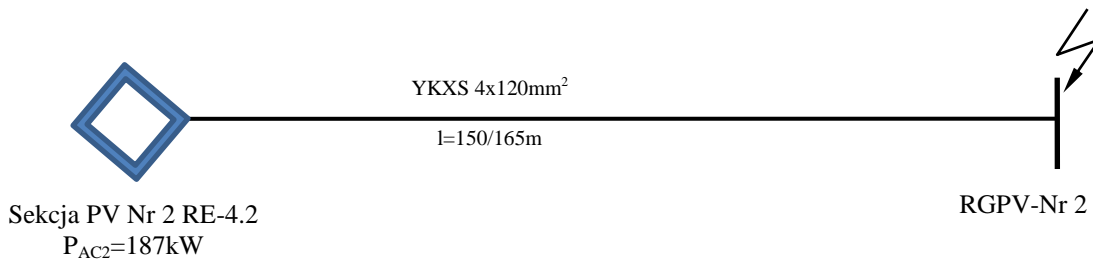
Do połączenia rozdzielnic RE-4.2 z rozdzielnicą RGPV Nr 2 użyto kabla YKXS 4x120mm², $I_{dd} = 346A$ podana wg. PN-93/E-90401 oraz PN-93/E-90400, PN-HD 603 S1:2002, IEC 60502-1 dla temperatury otoczenia 30°C i temperatury żył przewodu 70°C. Dobrany kabel typu YKXS 4x120mm² o prądzie dopuszczalnym długotrwanie

$I_{dd} = 346A$, spełnia warunek obciążalności długotrwałej kabla elektroenergetycznego:

$$I_{dd} = 346A > I_{obc-max} = 290,23A$$

Ze względu na dopuszczalny spadek napięcia

Obliczenie spadku napięcia na odcinku od rozdzielnic RE-4.2 do rozdzielnic RGPV Nr 2.



$$\Delta U_{\%} = \frac{10^5}{\gamma \times s \times U_n^2} \sum_{p=b}^n P_{(p-1),p} \times l_{(p-1),p}$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{10^5 \times 187 \times 165}{55 \times 120 \times 400^2} = 2,92\%$$

Kabel zasilający rozdzielnicę RGPV Nr 2, YKXS 4x120mm² spełnia warunek dopuszczalnego spadku napięcia

$$\Delta U_{\%} = 2,92\% < \Delta U_{\%dop} = 10\%$$

4.6. Dobór parametrów układu pomiarowego półpośredniego do pomiaru energii wytworzonej

4.6.1. Dobór obciążeń przekładników prądowych obwodów pierwotnych

Prąd obliczeniowy szczytowy strony pierwotnej:

$$I_{obc1} = \frac{187 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,93} = 290,23A$$

Do celów pomiarowych zostaną zamontowane przekładniki prądowe po stronie nN 0,4kV,

Wstępnie dobrano przekładniki prądowe:

IMSa; 300/5A; kl. 0,2; S_n= 2,5VA; FS5; I_{th}= 60xI_{pn}

4.6.2. Sprawdzenie obwodów wtórnych przekładników prądowych

Warunek doboru: 25%S_n ≤ S_{obc} ≤ S_n

$$S_{obc} = S_L + S_{prz} + S_z$$

S_n= 5VA - moc znamionowa uzwojenia wtórnego przekładnika

S_{obc} - straty mocy na zaciskach obwodów wtórnych

S_L - pobór mocy w obwodzie prądowym licznika

S_{prz} - straty mocy w przewodach

S_z - straty mocy na zaciskach

Długość przewodów przyłączeniowych w obwodzie pomiarowym:

$$l = 2 \times 5m = 10m$$

Przekrój przewodów DY 2,5mm² s= 2,5 mm²

$$R_{prz} = \frac{l}{\gamma \times s} = \frac{10}{55 \times 2,5} = 0,073\Omega$$

Strata mocy na przewodach wyniesie:

$$P_{prz} = S_{prz} = I^2 \times R_{prz} = 5^2 \times 0,073 = 1,825VA$$

dla I_{max}=5A, cos φ= 1

$$R_z = 0,05 \Omega$$

Strata mocy na stykach wyniesie:

$$P_z = S_z = I^2 \times R_z = 5^2 \times 0,05 = 1,25VA$$

dla I_{max}=5A

Pobór mocy przez tor prądowy licznika EQM wynosi:

dla S_L = 0,05VA dla jednej fazy

$$S_{obc} = 0,05 + 1,825 + 1,25 = 3,125 \approx 3,13VA$$

$$25\%S_n = 0,25 \cdot 5 = 1,25VA$$

$$1,25VA \leq 3,13VA \leq 5VA \rightarrow \text{warunek spełniony}$$

Obwód wtórny przekładnika jest obciążony w 62,6%

Z obliczeń wynika, że S_{obc} jest większe od 25% mocy znamionowej przekładnika prądowego więc nie zachodzi konieczność jego dociążania.

Dobrano przekładniki prądowe: IMSa; 300/5A; kl. 0,2; $S_n = 2,5VA$; FS5; $I_{th} = 60 \cdot I_{pn}$