

I. OPIS DO PROJEKTU

1.1 Przedmiot inwestycji

Przedmiotem inwestycji jest BUDOWA ELEKTROWNI FOTOWOLTAICZNEJ Z MOCA PRZYŁĄCZENIOWĄ 153,6 NA DZIAŁCE NR 1639/10, która będzie stanowiła dodatkowe źródło energii elektrycznej dla pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.

ul. Targowa 8, 64-300 Nowy Tomyśl, posiadają dostęp do drogi publicznej, z istniejącym wjazdem. Projektowana instalacja wykonana będzie w oparciu o konstrukcje wsporcze, montowane na gruncie panele fotowoltaiczne oraz inwertery.

Urządzenia zlokalizowane będą w miejscowości Nowy Tomyśl, ul. Targowa 8 na terenie Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. Instalacja fotowoltaiczna składać się będzie z 480 paneli fotowoltaicznych o mocy jednego panelu 320Wp. Zastosowane panele będą współpracowały z 6 inwerterami, każdy o mocy 25,0kW. Łączna moc jaką osiągnie instalacja fotowoltaiczna wyniesie 153,6kWp(DC)/150 kW(AC). Projektowane panele będą nachylone pod kątem 15° do poziomu i skierowane w stronę południową - azymut 180°.

Energia elektryczna produkowana przez elektrownię wykorzystywana będzie do zasilania obiektów Oczyszczalni Ścieków Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.,

1.2 Istniejący stan zagospodarowania terenu

W I ETAPIE na działce nr 1638/10 zlokalizowany zostanie generator słoneczny. W II etapie powstanie 0,5464 MW oraz stacja transformatorowa. Obecnie podstawowym Źródłem zasilania obiektu jest istniejące przyłącze SN z sieci ENEA S.A., wykonane jako stacja transformatorowa 15/0,4kV z transformatorem o mocy 800 kVA. Rozdzielnia nn. wraz z układami pomiarowo - rozliczeniowymi zlokalizowana jest w wydzielonym pomieszczeniu budynku stacji transformatorowej. Połączenie rozdzielnic głównej z stacją trafo. oraz istniejącej instalacji wykonane jest kablami ziemnymi nn., Stacja stanowi własność Inwestora. Moc przyłączeniowa obiektu wynosi 800 kW. Przedmiotowa działka nr 1638/10 posiada dostęp do drogi publicznej poprzez drogi wewnętrzne przedsiębiorstw, z istniejącym wjazdem.

1.3 Projektowane zagospodarowanie

W ramach inwestycji projektuje się budowę instalacji fotowoltaicznej o mocy 153,6kWp(DC)/150 kW(AC) wewnętrznych linii kablowych nn. AC i DC, wolnostojących konstrukcji wsporczych pod panele fotowoltaiczne, montaż paneli fotowoltaicznych na konstrukcjach oraz inwerterów i złącz kablowych. Lokalizacja projektowanych urządzeń przedstawiona została na rys nr 1. Przyłączenie projektowanych urządzeń planowane jest w rozdzielni niskiego napięcia istniejącej stacji transformatorowej, po jej przystosowaniu do przewidywanej generacji energii elektrycznej oddziaływanie obiektu mieści się w obrębie granic nieruchomości, do której inwestor posiada tytuł prawny.

1.4 informacje ogólne

Teren objęty inwestycją jest własnością:

Właściciel:

Adres Nr działki 301504_4_1638/10

Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. ul. Targowa 8, 64-300 Nowy Tomyśl
Oczyszczalnia Ścieków

26

Własność

Inwestycja nie wymaga zasilania w wodę, gaz, CO. Budowany obiekt ma charakter niskiego stopnia komunikacji, a materiały podstawowe (przewody, kable, stacja transformatorowa

oraz osprzęt nn.) są typowe, stosowane powszechnie w budownictwie energetycznym, obiekt wyposażony jest w pełną infrastrukturę techniczną, umożliwiającą podłączenie instalacji fotowoltaicznej do instalacji wewnętrznej.

1.5 informacje o ochronie dóbr kultury

Działka nie jest wpisana do rejestru zabytków i nie podlega przedmiotowej ochronie.

1.6 Wpływ eksploatacji górnictwa

Przedmiotowa działka nie znajduje się w granicach terenu górnictwa.

1.7 Informacje i dane o charakterze i cechach istniejących i przewidywanych zagrożeń dla środowiska oraz higieny i zdrowia użytkowników projektowanych obiektów budowlanych i ich otoczenia w zakresie zgodnym z przepisami odrębnymi.

Instalacje wykorzystujące do wytwarzania energii elektrycznej energię słońca (ogniwa fotowoltaiczne) są wymienione w rozporządzeniu, stanowiącym transpozycję załącznika I i II dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2011/92/UE z 9 listopada 2010 r, w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko. Zgodnie z paragrafem 3 ust. 1 pkt 52 rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 25 czerwca 2013 r. zmieniającym wyżej wymienione rozporządzenie: „zabudowa systemami fotowoltaicznymi o powierzchni zabudowy nie mniejszej niż :

a) 0,5 ha na obszarach objętych formami ochrony przyrody, o których mowa w art. 6 ust. 1 pkt 1-5, 8 i 9 ustawy z dnia 16.04.2004 r. o ochronie przyrody, lub w otulinach form ochrony przyrody, o których mowa w art. 6 ust. 1 pkt 1-3 tej ustawy;

b) 1ha na obszarach innych niż wymienionych w lit. a ; przy czym przez-powierzchnię zabudowy rozumie się powierzchnie terenu zajęta przez obiekty budowlane oraz pozostałą powierzchnię przeznaczona do przekształcenia w wyniku realizacji przedsięwzięcia" jest przedsięwzięciem mogącym potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko.

Powierzchnia zabudowy paneli fotowoltaicznych dla projektowanej inwestycji wynosi 780,9m² (tj. 0,07809ha), co nie przekracza powierzchni 0,5ha stanowi 6,1% powierzchni działki 12 675 m² nie ogranicza powierzchni biologicznie czynnej, o której mowa w przywołanej interpretacji, a więc jej budowa nie kwalifikuje się do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko i nie wymaga uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach realizacji przedsięwzięcia. Panele zlokalizowano poza terenem zalewowym na którym istnieje 0,1% prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi. System jest wykonany w standardzie IP68 co czyni go bezpiecznym, w przypadku wystąpienia powodzi w zakresie terenu, na którym istnieje 0,2% prawdopodobieństwo jej wystąpienia.

18. Obszar oddziaływania projektowanych obiektów budowlanych mieści się w granicach działki inwestora, do których inwestor posiada tytuł prawny.

W oparciu o następujące przepisy prawa:

1. Ustawa z dnia 7lipca 1994r. Prawo budowlane (Dz. U. 2013r.poz.1409 z późn, zmianami),
2. Ustawa z dnia 27 kwietnia 200]. r. Prawo ochrony Środowiska (Dz. U. Nr 62, poz.627 z późn. zmianami)
3. Rozporządzenie Rady Ministrów z 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. 2010 r. Nr213, Poz.1397 z późn. zmianami)
4. Załącznik do Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. 2007 r. Nr 150, poz. 826 z późn, zmianami)

Stwierdzono:

- a) projektowana instalacja nie ogranicza możliwości swobodnego zagospodarowania działek sąsiednich.
- b) obszar oddziaływania obiektu, zgodnie z art, 3 pkt 20 Prawa Budowlanego obejmuje działkę przedmiotowej inwestycji na których planuje się wykonanie inwestycji. Obszar oddziaływania obiektu wyznaczono przy uwzględnieniu funkcji, formy, konstrukcji projektowanego obiektu i innych jego cech charakterystycznych, a także sposobu zagospodarowaniu terenu znajdującego się w otoczeniu projektowanej inwestycji. Realizacja inwestycji nie powoduje ograniczenia dostępu do drogi publicznej, możliwości korzystania z wody, kanalizacji, energii elektrycznej i ciepłej oraz środków łączności przez osoby trzecie. Nie wpływa również negatywnie na dostęp światła dziennego do pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi.
- c) rozwiązania techniczne oraz sposób zagospodarowania terenu nie powodują uciążliwości związanych z hałasem, wibracjami, zakłóceniami elektrycznymi i promieniowaniem, a także zanieczyszczeniem powietrza, wody i gleby.
- d) projektowana inwestycja nie spowoduje zagrożeń dla środowiska, higieny i zdrowia jego użytkowników i najbliższego otoczenia oraz nie spowoduje ponadnormatywnego zaciemnienia działek sąsiednich. W ramach inwestycji nie przewiduje się wycinki drzew.

Bilans powierzchni:		budynki	fotowoltaika
Działka 1641/5	55583	6610m ²	
Działka 1708	6738	0	
Działka 1638	1273	0	
Działka 1639/10	12675	0	780,9 m ²
Razem	64859m ²		

Naziemna instalacja fotowoltaiczna nie ogranicza powierzchni biologicznie czynnej.

Wniosek

Obszar oddziaływania obiektu mieści się w całości na działce, na której został zaprojektowany. Nie będzie negatywnie wpływał na działki sąsiednie. Instalacja fotowoltaiczna nie będzie produkowała odpadów oraz będzie bezobsługowa. Na w/w inwestycji nie będą przebywały osoby w trybie stałym. Powierzchnia biologicznie czynna pozostaje bez zmian. System bezpieczny w standardzie IP68

2. OPIS TECHNICZNY

Do projektu wykonawczego „ BUDOWA ELEKTROWNI FOTOWOLTAICZNEJ Z MOCĄ PRZYŁĄCZENIOWĄ 153,6 NA DZIAŁCE NR 1639/10”.

2.1 Podstawa Opracowania.

Niniejszy projekt opracowano na podstawie:

- Zlecenia Inwestora,
- Podkładu geodezyjnego działki,
- Warunki techniczne przyłączenia 53885/2019 z dnia 26-02-2020
- Aktualnych przepisów ustawy Prawo budowlane oraz norm i danych technicznych:
 1. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz. U. z 1997 r. Nr 54, poz. 348 ze zm.)
 2. PN-IEC 60364-5-523:2001 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych”.
 3. N-SEP-E-004 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”.
 4. PN-EN 62446:2010 „Systemy fotowoltaiczne przyłączone do sieci elektrycznej – Minimalne wymagania dotyczące dokumentacji systemu, badania rozruchowe i wymagania kontrolne”
 5. PN-HD 60364-7-712:2007 „Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Instalacje Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania”.
 6. PN-EN 61173 „Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej- Przewodnik”.
 7. PN-EN 61724:2002 Monitorowanie własności systemu fotowoltaicznego -- Wytyczne pomiaru, wymiany danych i analizy
 8. ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
 9. PN EN 62305-1:2008 - „Ochrona odgromowa – Część 1: Zasady ogólne”
 10. PN EN 62305-2:2008 - „Ochrona odgromowa – Część 2: Zarządzanie ryzykiem
 11. PN EN 62305-1:2008 - „Ochrona odgromowa – Część 1: Zasady ogólne”
 12. PN EN 62305-2:2008 - „Ochrona odgromowa – Część 2: Zarządzanie ryzykiem”
 13. PN EN 62305-3:2009 - „Ochrona odgromowa – Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia”
- Karta doboru inwerterów
- Karta doboru modułów fotowoltaicznych.
- karta katalogowa przełącznika nadzorującego VMD-460

2.2 Przedmiot opracowania.

Przedmiotem opracowania jest projekt budowy instalacji fotowoltaicznej o mocy zainstalowanej w wysokości 153,6kWp(DC)/150 kW(AC). Instalacja będzie pracowała synchronicznie z siecią zasilającą ENEA Dystrybucja S.A. i będzie stanowiła źródła energii dla obiektu Oczyszczalni Ścieków Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w " w Nowym Tomysłu.

Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

- montaż konstrukcji wsporczych pod panele fotowoltaiczne,
- montaż paneli fotowoltaicznych - 480 szt.,
- montaż przetwornic 25kW - 6 szt.,
- montaż rozdzielnic TPV
- dostosowanie układu pomiaru rozliczeniowego oraz energii brutto do wielkości mocy źródła wytwórczego, wymiana przekładników prądowych pomiarowego wymagana kl. 0,2s

- dostosowanie do warunków technicznych przyłączenia w zakresie sterowania
- wykonanie okablowania strony AC, DC
- wykonanie instalacji uziemiającej.
- montaż stacji pogodowej.

2.4 Miejsce przyłączenia.

Miejsce odbioru/dostarczania energii elektrycznej, oraz miejsce rozgraniczenia własności urządzeń elektroenergetycznych przyłącza zaciski odpływowe głowicy kablowej lokalizacja stacja transformatorowa odbiorcy, w kierunku instalacji wytwórcy/odbiorcy.

Zgodnie z warunkami przyłączenia miejsce przyłączenia dla obiektu określone zostało: rozdzielnica RNN stacja transformatorowa obiektu pole 9.

Miejsce odbioru/dostarczania energii elektrycznej, oraz miejsce rozgraniczenia własności urządzeń elektroenergetycznych dla odbioru/dostarczania: zaciski odpływowe głowicy kablowej lokalizacja stacja transformatorowa, w kierunku instalacji wytwórcy/odbiorcy i będzie stanowić przyłączy z mocą generatora fotowoltaicznego 153,6kWp(DC)/150 kW(AC). Zasilanie potrzeb własnych realizowane jest tym samym przyłączem w ramach istniejącej mocy przyłączeniowej. Moc przyłączeniowa wynosi: 670kW. Nadwyżka energii elektrycznej wygenerowanej z instalacji fotowoltaicznej będzie blokowana przed wypływem do sieci energetycznej niskiego napięcia.

2.5 Stan istniejący - część elektryczna.

Obiekt Oczyszczalnia Ścieków Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w Nowym Tomysłu" zasilany jest z linii kablowej SN sieci elektroenergetycznej o napięciu 15kV. Rozdzielnicę nn. wraz z układem pomiarowym zlokalizowaną jest w wydzielonym pomieszczeniu technicznym. Energia elektryczna mierzona jest przez pośredni układ pomiarowo-rozliczeniowy(przekładniki 25/5A). Układ pomiarowy zlokalizowany jest w rozdzielnicy RNN stacji transformatorowej na terenie zakładu. Wykonany jest, jako układ pomiarowy trójfazowy, czteroprzewodowy, dwukierunkowy, realizujący pomiar energii czynnej i biernej. Wyposażony jest w licznik z modułem komunikacyjnym CU-P32 do transmisji danych pomiarowych do systemu odczytowego ENEA OPERATOR . W chwili obecnej pracuje dwukierunkowo mierząc energię pobraną i oddaną z agregatów prądowców zasilanych biogazem. Zgodnie z warunkami technicznymi przyłączenia zostaną wymienione przekładniki prądowe z istniejących 25/5 A/A klasy 0,2 na 25/5 A/A klasy 0,2s dodatkowo w rozdzielnicy TPV zainstalowany zostanie przełącznik nadzorujący parametry sieci zgodnie z wydanymi warunkami technicznymi przyłączenia.

2.6 Opis rozwiązań technicznych.

Projektowana rozbudowa instalacji fotowoltaicznej obejmuje montaż konstrukcji wsporczych oraz 480 szt. paneli fotowoltaicznych typu M320PC o mocy jednego panelu 320Wp. Zastosowane panele będą współpracowały z 6 inwerterami typu Fronius Eco 25.0-3-S , każdy o mocy 25,0kW. Moc projektowanej instalacji wynosi 150kWp.

Panele zamontowane zostaną na konstrukcjach wsporczych na gruncie, nachylone pod kątem 15° do poziomu i skierowane w stronę południową - azymut 173°.

Do połączenia części projektowanej instalacji fotowoltaicznej wykonane zostaną linie kablowe DC i AC oraz instalacja teletechniczna, które zostaną wprowadzone i przyłączone w rozdzielnicy głównej nn. Przyłączenie przedmiotowego obiektu w zakresie istniejącego przyłącza pozostaje bez zmian.

Układ konstrukcji instalacji fotowoltaicznej na terenie działki nr 1638/10 pokazano na rysunku nr 1.

2.7 Opis konstrukcji

Opis konstrukcji z obliczeniami zawarto w części konstrukcyjnej projektu. Dopuszcza się tylko konstrukcje systemowe.

2.8 Bilans mocy

Moc przyłączeniowa wynosi $P_p=670\text{kW}$

Moc projektowanych instalacji fotowoltaicznych

$$P_w=153,6\text{kWp(DC)}/150\text{ kW(AC)}$$

$$P_p=670\text{kW}$$

$$P_p > P_w$$

Moc przyłączeniowa jest większa od mocy instalowanych paneli fotowoltaicznych. Nadwyżka energii elektrycznej wygenerowanej z instalacji fotowoltaicznej będzie blokowana przed wypływem do sieci energetycznej średniego napięcia za pomocą układu zamontowanego na stronie niskiego napięcia.

2.9 Moduły fotowoltaiczne.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy $153,6\text{kWp(DC)}/150\text{ kW(AC)}$ składa się z 480 kpl. modułów fotowoltaicznych BS-6MB5-EL 320Wp. Parametry techniczne wybranych modułów zamieszczono poniżej oraz załączonej karcie katalogowej.

Moduł polikrystaliczny 320Wp

Parametry paneli fotowoltaicznych BS-6MB5-EL mono	Oznaczenie	Wartość
Moc nominalna modułu	P_{mpp}	320Wp
Napięcie modułu w punkcie mocy maksymalnej	U_{mpp}	32,26V
Prąd modułu w punkcie mocy maksymalnej	I_{mpp}	9,75A
Napięcie obwodu otwartego	U_{oc}	40,25V
Prąd zwarciovowy	I_{sc}	10,28A
Maksymalne napięcie pracy		1000V
Szerokość modułu [mm]		992
Wysokość modułu [mm]		1675
Waga modułu [kg]		19,0kg

Nie wyklucza się zmiany ww. przykładowego modułu fotowoltaicznego w przypadku zachowania mocy 320Wp. Zmiana mocy modułu fotowoltaicznego skutkować będzie ponownym uzyskaniem warunków technicznych przyłączenia ENEA Operator.

2.9.1 Inwertery.

Zastosowane inwertery umożliwiają przetworzenie wytworzonego poprzez panele prądu stałego na prąd przemienny. W projektowanej instalacji fotowoltaicznej zastosowano cztery inwertery typu Fronius Eco 25.0-3-S 25,0kW.

Inwertery automatycznie synchronizują się z siecią elektroenergetyczną i posiadają własne układy regulacji i zabezpieczeń mające na celu utrzymanie właściwych parametrów energii elektrycznej oraz zabezpieczenia uniemożliwiające podanie napięcia na wyłączoną sieć.

Zabezpieczenia:

- zabezpieczenie przed przepięciami po stronie sieci i generatora
- monitoring temperatury elementu chłodzącego
- zabezpieczenie przed zakłóceniami wysokiej częstotliwości
- zabezpieczenie przed przepięciami
- wykrywanie sieci autonomicznych

Dane:		Inwerter
Parametry wyjściowe inwertera:		
Moc znamionowa, $\cos \phi = 1$ (PAC,r)	kW	25,00
Maks. wyjściowa moc pozorna, $\cos \phi$,adj	kVA	25,00
Maks. napięcie wyjściowe (UAC)	V	400/230
Znamionowy prąd wyjściowy	A	26,0
Przyłącze do sieci 400V		3/N/PE, AC,
Częstotliwość znamionowa (fr)	Hz	50
Maks. częstotliwość sieciowa (fmax)	Hz	51.5
Zakres nastawy współczynnika mocy ($\cos \phi$ AC,r)		0-1,0
Współczynnik mocy przy mocy znamionowej ($\cos \phi$ AC,r)		1
Wyposażenie		
Przyłącze DC/przyłącze AC		MC4
Wyświetlacz		Tak
Złącza: RS485, Ethernet RJ45, S0, wejścia analogowe,		tak/tak/tak
Inwerter spełniają wymagania w zakresie dokumentu NC RfG oraz IRiESD.		

3.0 Okablowanie DC.

Ogniwa łączyć szeregowo w łańcuch za pomocą przewodów DC 1000V odporne na promieniowanie słoneczne UV w rurkach karbowanych stanowiących dodatkową izolację oraz dodatkowe zabezpieczenie przed promieniowaniem słonecznym. Nadmiary ww. przewodów przymocowano do konstrukcji aluminiowej za pomocą opasek odpornych na promieniowanie UV oraz szkodliwe czynniki atmosferyczne. Wszystkie połączenia między modułami wykonać za pomocą złączy typu MC4. Poszczególne łańcuchy modułów łączyć z inwerterami przewodami solarnymi o przekroju przewodu zapewniający spadek napięcia DC <1%. Przewody DC prowadzone w ziemi układać w rurach ochronnych DVK.

4.0 Instalacje odgromowe

4.1 Wybór ryzyka do uwzględnienia

Ze względu na rodzaj i wykorzystanie obiektu, zostały wybrane i uwzględnione następujące ryzyka:

Ryzyko R1: Ryzyko utraty życia ludzkiego; RT: 1,00E-05

Ryzyko R2: Ryzyko utraty usługi publicznej; RT: 1,00E-03

Akceptowane wartości poszczególnych części ryzyka RT zostały określone. Wartości akceptowane ryzyka dla R1, R2, R3 oraz R4 zostały podane w normie.

Celem analizy ryzyka jest, aby istniejące ryzyko ograniczyć do wartości akceptowanej (ponoszonej) RT przez dobór odpowiednich środków ochrony uzasadnionych ekonomicznie, które to ryzyko ograniczą do akceptowanego poziomu.

4.2 Parametry geograficzne i budynku

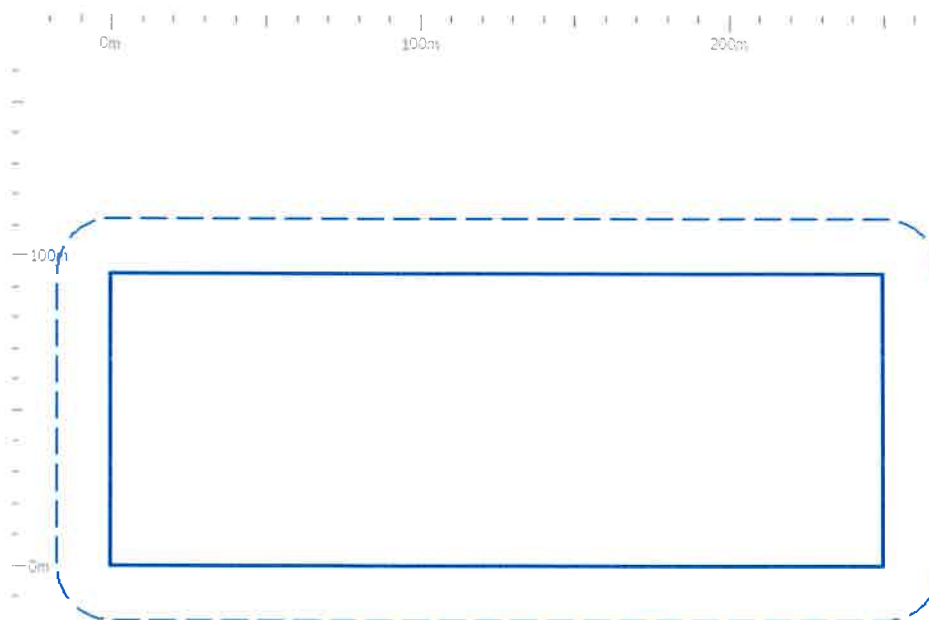
Podstawą analizy ryzyka zgodnie z normą PN EN 62305-2:2008 jest gęstość piorunowych wyładowań doziemnych N_g . Określa ona liczbę bezpośrednich wyładowań piorunowych doziemnych na km^2 na rok [1/rok/ km^2]. Wartość 2,50 wyładowań piorunowych na km^2 na rok została określona dla położenia obiektu Instalacja fotowoltaiczna na ziemi przy wykorzystaniu mapy gęstości piorunowych wyładowań doziemnych. W rezultacie ze względu na położenie obiektu liczba dni burzowych wynosi 25,00 rocznie.

Wymiary budynku decydują o zagrożeniu bezpośrednim uderzeniem pioruna. Powierzchnie zbierania bezpośrednich / pośrednich uderzeń pioruna są określane w oparciu o te wymiary. Obiekt Instalacja fotowoltaiczna na ziemi ma następujące wymiary:

L_b	Długość:	250,00 m
W_b	Szerokość:	95,00 m
H_b	Wysokość:	6,00 m
H_{pb}	Najwyższy punkt obiektu (jeśli występuje):	0,00 m

Uwzględniając wymiary obiektu, obliczono następujące powierzchnie zbierania:

Powierzchnia zbierania wyładowań bezpośrednich:	37 187,00 m^2
Powierzchnia zbierania wyładowań pośrednich: (obok obiektu)	392 599,00 m^2



Środowisko otaczające obiekt jest istotnym czynnikiem określającym liczbę możliwych bezpośrednich / pośrednich uderzeń pioruna. Dla obiektu Instalacja fotowoltaiczna na ziemi jest ono zdefiniowane następująco:

Względne położenie C_{db} : 0,50

Jeśli gęstość piorunowych wyładowań doziemnych odnosi się do wielkości i środowiska obiektu, należy oczekiwać częstotliwości:

- bezpośrednich uderzeń pioruna w obiekt: $ND = 0,0465$ uderzeń / rok,
- pośrednich uderzeń w obiekt: $NM = 0,935$ uderzeń / rok.

4.3 Podział obiektu na strefy / strefy ochrony odgromowej

Obiekt budowlany Instalacja fotowoltaiczna na ziemi nie został podzielony na strefy ochrony odgromowej/inne strefy.

4.4 Linie zasilające

Wszystkie linie wchodzące i wychodzące z budynku są uwzględniane w analizie ryzyka. Przewodzące rury nie są uwzględniane jeśli są podłączane do głównej szyny uziemiającej. Jeśli nie są uziemione to należy je uwzględnić w analizie ryzyka (wymagania wyrównania potencjałów!).

W analizie ryzyka dla budynku Instalacja fotowoltaiczna na ziemi uwzględniono następujące linie:

- Przewód 1

Dla każdej linii określono parametry, jak np.:

- Rodzaj linii (napowietrzna/podziemna)
- Długość linii (na zewnątrz budynku)
- Otoczenie
- Przyłączony obiekt do linii
- Typ wewnętrznego okablowania (ekranowane/nieekranowane)
- Najmniejsze napięcie wytrzymałowe wyposażenia (wytrzymałość urządzeń odbiorczych).

W oparciu o to, ryzyko dla obiektu i jego zawartości z powodu trafienia pioruna w linię lub obok linii, zostało określone i uwzględnione w analizie ryzyka.

4.5 Ryzyko pożaru

Ryzyko pożaru w obiekcie stanowi ważnym czynnikiem determinującym wybór koniecznych środków ochrony. Ryzyko pożaru dla danego obiektu Instalacja fotowoltaiczna na ziemi określono następująco:

- Niskie

4.6 Środki podjęte w celu minimalizacji skutków pożaru

Zostały zaznaczone następujące środki ochrony służące do ograniczenia ryzyka pożaru:

- Gaśnice, stałe obsługiwane ręcznie instalacje gaszące, ręczne instalacje alarmowe, hydranty, pomieszczenia ognioodporne, bezpieczne drogi ewakuacji

4.7 Specjalne zagrożenia w budynku dla zdrowia i życia ludzkiego

Ze względu na liczbę osób, ryzyko paniki dla obiektu Instalacja fotowoltaiczna na ziemi ustalono na następującym poziomie:

- Brak szczególnego zagrożenia

5. Analiza ryzyka

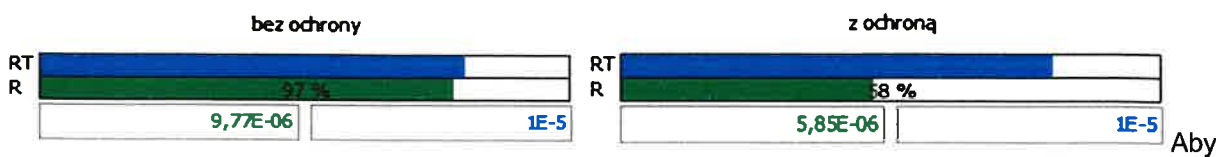
Jak opisano w 4.1, zostały przyjęte następujące ryzyka 5. Niebieski pasek przedstawia wartość tolerowaną (akceptowaną) ryzyka określoną w normie, pasek zielony / czerwony przedstawia wartość bieżącą obliczanego ryzyka.

5.1 Ryzyko R1, Utrata życia ludzkiego

Dla osób na zewnątrz i wewnątrz budynku Instalacja fotowoltaiczna na ziemi ustalono następujące ryzyko:

Tolerowane Ryzyko R_T : 1,00E-05
 Obliczone Ryzyko R1 (brak ochrony): 9,77E-06

Obliczone Ryzyko R1 (bez ochrony): 5,85E-06



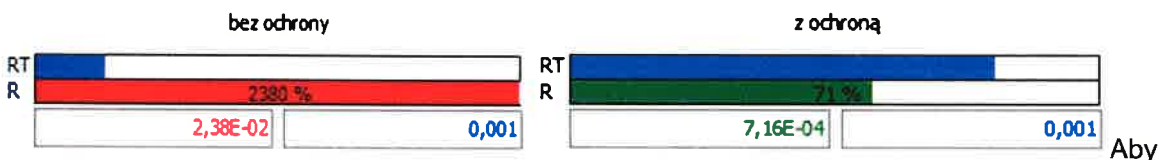
zredukować istniejące ryzyko, stosuje się środki ochrony opisane w 5.

5.2 Ryzyko R2, Utrata usługi publicznej

Ryzyko R2, utrata usługi publicznej, dla obiektu Instalacja fotowoltaiczna na ziemi ustalono następujące ryzyko:

Tolerowane Ryzyko R_T : 1,00E-03
 Obliczone Ryzyko R2 (z ochroną): 2,38E-02

Obliczone Ryzyko R2 (z ochroną): 7,16E-04



zredukować istniejące ryzyko, stosuje się środki ochrony opisane w 5.

5.3 Wybór środków ochrony

Ryzyko zostało zredukowane do akceptowanego poziomu przez dobór następujących środków ochrony.

Ten dobór środków ochrony jest częścią zarządzania ryzykiem dla obiektu Instalacja fotowoltaiczna na ziemi i jest właściwy tylko w odniesieniu do tego obiektu.

Środki ochrony Z ochroną / stan docelowy:

Powierzchnia	Środki ochrony	Współczynnik
pEB:	Ekwipotencjalizacja Ekwipotencjalizacja dla LPL III lub IV	3.000E-02
rp:	Ochrona przeciwpożarowa Gaśnice, stałe obsługiwane ręcznie instalacje gaszące, ręczne instalacje alarmowe, hydranty, pomieszczenia ognioodporne, bezpieczne drogi ewakuacji	5.000E-01
	<u>Przewód 1:</u>	
pSPD:	Skoordynowana ochrona SPD LPL III lub IV	3.000E-02

Przeprowadzonej analizy ryzyka wynika że, system nie wymaga ochrony ogromowej pod warunkiem wykonania ekwipotencjalizacji oraz zastosowania ochrony przepięciowej typ II dla strony DC montowanych przy panelach fotowoltaicznych oraz powtórzone przed przyłączem DC inwertera.

W złączach instalować ochronnik typu I kombinowany TNS .

6.0 Instalacje elektryczne systemu PV.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna o mocy 153,6kWp(DC)/150 kW(AC) dołączona zostanie do przygotowanego pola w rozdzielni RNN zlokalizowanej w pomieszczeniu rozdzielniczy głównej RNN stacji transformatorowej obiektu zgodnie z rysunkiem nr 2.

Od złącza ZK do rozdzielniczy RNN wykonać linię kablowa YAKY 4x150 mm².

Zasilanie obiektu pozostaje bez zmian.

Moc zapotrzebowana obiektu pozostaje bez zmian.

Moc wytworzona generatorów paneli fotowoltaicznych $P_w=150,0\text{kW}$.

Montować złącza ZK1, ZK2, ZK3 przy stołach z panelami fotowoltaicznymi. Do złącza ZK2 I ZK3 wyprowadzić zasilacze YAKY 4x35mm² ze złącz ZK wyprowadzić zasilacze inwerterów Fronius przewodami YAKY 4x16mm². Lokalizację inwerterów, rozdzielniczy DC wyposażonej w ochronniki przepięciowe DEHN 1000V typu II. Kable nn. układać na głębokości 0,7 m na 10 cm podsypce z piasku. Następnie nasypać 10cm piasku i oznaczyć folią koloru niebieskiego dla kabli do 1kV. Kable zasilające pod przejazdami prowadzić na w rurach ochronnych SRS. Kable układać zgodnie z normą SEP-E- 004.

7.0 Ochrona od porażen elektrycznych.

Wykonane instalacje elektryczne są zgodne z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-IEC-60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych” oraz PN-HD 60364-7-712:2007 „Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Instalacje Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania”.

Jako system ochrony od porażen prądem elektrycznym zastosowano samoczynne szybkie wyłączenie zasilania w układzie TN-S. Zastosowane wyłączniki samoczynne zapewniają zgodne z normą wyłączenie zasilania.

8.0 Ochrona przeciwprzepięciowa. W rozdzielniczy DC zastosować ograniczniki przepięć firmy DEHN 1000V PV typ II. Rozdzielniczy RNN wyposażyc w ogranicznik przepięć typ I kombinowany Dehn Ventil TNC 255.

9.0 Instalacja uziomów i połączeń wyrównawczych.

Wykonać uziom układając bednarkę FeZn 30x4 mm na głębokości 0,6m. Konstrukcje paneli podłączyć do instalacji uziomów ww. bednarką. Wykonać połączenia wyrównawcze paneli fotowoltaicznych z konstrukcją za pomocą elementów wznajających się w ramkę modułu produkcji firmy CORAB lub linki LY6 mm² odpornej na promieniowanie UV. Wymagana rezystancja uziomu < 10Ω.

10.0 Diagnostyka uszkodzeń systemu fotowoltaicznego.

W przypadku wystąpienia uszkodzenia modułu (-ów), topologia systemu w łatwy sposób pozwala zlokalizować łańcuch, w którym się on znajduje. Dane pomiarowe uzyskane z inwertera pozwalają na porównanie chwilowych wartości parametrów falowników z wartościami teoretycznymi.

Uszkodzenie modułu (-ów) powoduje spadek mocy falownika(-ów), który jest sygnalizowany, a w toku odpowiednich pomiarów określa się dokładnie jego położenie.

11. Teletransmisja- modem MSG-611.

Dla układu instalacji fotowoltaicznej Oczyszczalni Ścieków w Nowym Tomyślu pomocą modemu MSG-611 pros. Mikronika projektuje się łącze do systemu SCADA zakładu energetycznego ENEA w celu

przekazywania danych z systemów fotowoltaicznych zgodnych z warunkami technicznymi przyłączenia oraz umożliwienia odstawienia systemu bądź jego ograniczenia z poziomu Zakładu Energetycznego. Kartę do systemów dostarczy zakład energetyczny.

MSG-6xx



MSG-611- urządzenie w obudowie z miedziowanego tworzywa sztucznego:

- zasilanie 12-24V DC,
- Modem 3G, 1x Ethernet TP 10/100,
- 2x RS-232, 2x RS-485 / 1x RS-422,
- 1-Wire

Modem łączyć złączem RS485 z falownikami Fronius.

Stosować ochronę przepięciową systemów automatyki RS485 oraz sieci komputerowej INTERNET.

12. Przełącznik nadzorujący sieć fotowoltaiczną VMD460-NA-D-2

Zgodnie z instrukcją IRIESD każda instalacja fotowoltaiczna powyżej 50kWp wymaga dodatkowego nadrzędnego kontrolera w przypadku awarii falownika i nagłych zmian parametrów napięcia częstotliwości sieci.

Przełącznik VMD460 odłącza system generujący energię od sieci w przypadku przekroczenia dopuszczalnych progów napięcia lub częstotliwości. Jeżeli ich wartości mierzone po stronie układu generacyjnego przekraczają wartości dopuszczalne lokalnymi przepisami styki przełącznika przetęcają się. Wartości alarmowe mogą być zmieniane. Aktualne wartości pomiarów są wyświetlane na ekranie LCD a wartości, które spowodowały wyłączenie, są zapamiętywane. Szczegóły na rysunku

Przełącznik VMD460 monitoruje niezależnie kilka kanałów pomiarowych.



Spadek napięcia $U<$

Gwałtowny spadek napięcia $U<<$

Wzrost napięcia $U>$

Gwałtowny skok napięcia $U>>$

Wzrost średniej wartości napięcia $U1>$ (wartość 10 minutowa)

Wzrost częstotliwości $f>$

Spadek częstotliwości $f<$

Pomiary pozwalają na prowadzenie kontroli statycznej i dynamicznej.

W przypadku przekroczenia wartości granicznych styki K1 i K2 przelączają się i zapala się dioda „Alarm”. Ponowne dołączenie do sieci możliwe jest po spełnieniu wymagań określonych przez przepisy krajowe. Uruchomienie przycisku testowego „T” powoduje zadziałanie styków K1 i K2.

Przełącznik nadzoru sieci VMD 460 z nastawy po stronie nn.:

- $U>T$ 460V $t=0,5\text{sek}$
- $U<T$ 320V $t=5\text{sek}$
- $f>Tb$ 51,5,0 Hz $t=0,5\text{sek}$
- $f<T$ 47,5 Hz $t=0,5\text{sek}$

12. Opomiarowanie systemu

Układy pomiarowy półpośredni zlokalizowany w ZK-1 farmy fotowoltaicznej. Układ pomiarowy będzie wyposażone modemy GPRS umożliwiające przesył danych do zakładu energetycznego.

III. Obliczenia techniczne.

1. Moc zwarciova na szynach rozdzielni SN 15 kV w stacji transformatorowej

- Reaktancja zastępcza sieci zasilającej 15 kW

$$x_s = 1,1 \cdot \frac{U_1^2}{S_z} = 1,1 \cdot \frac{15^2}{147,7} = 1,6757 \Omega$$

- Linia napowietrzna do stacji transformatorowej 3 x AFL-6 50

Długość 2,0 km

$$R_l = 0,600 \frac{\Omega}{km} \qquad R_l = 1,2 \Omega$$

$$X_l = 0,300 \frac{\Omega}{km} \qquad X_l = 0,6 \Omega$$

- Linia kablowa do stacji transformatorowej 3 x XRUHAKXS 1x70

Długość 0,18 km

$$R_k = 0,443 \frac{\Omega}{km} \qquad R_k = 0,08 \Omega$$

$$X_k = 0,135 \frac{\Omega}{km} \qquad X_k = 0,024 \Omega$$

Impedancja zastępcza układu zasilania.

$$Z = \sqrt{R_k^2 + (x_s + X_k)^2}$$

$$Z = \sqrt{1,28^2 + (1,6757 + 0,624)^2} = 2,6319 \Omega$$

Moc zwarciova na szynach rozdzielni SN 15 kV stacji transformatorowej

$$S_z = \frac{1,1 \cdot U^2}{Z} = \frac{1,1 \cdot 15^2}{2,631} = 94,071 \Omega$$

Składowa okresowa prądu początkowego do zwarcia 3 fazowego

$$I_{1-3} = \frac{1,1 \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z} = \frac{1,1 \cdot 15}{1,73 \cdot 2,6319} = 3,6238 kA$$

Składowa okresowa prądu początkowego do zwarcia 3 fazowego

$$i_u = \sqrt{2} \cdot k_u \cdot i_{p3} = 1,41 \cdot 1,02 \cdot 3,6238 = 4,2138 kA$$

Prąd zastępczy zwarciovy 1-sekundowy przy zwarciu 3 fazowym

$$I_{tz3} = K_c \cdot I_{1-3} = 1,02 \cdot 3,6238 = 3,963 kA$$

Istniejąca stacja transformatorowa strona SN: $I_{tz3} = 16 kA$; $I_u = 50 kA$

Istniejący kabel zasilający transformator 3 x XRUHAXS 1 x 70 obciążalność prądowa długotrwała w powietrzu 240 A, w ziemi 210 A.

Dopuszczalna gęstość prądu zwarciovy jedno sekundowego wynosi 102 A/mm².

Spełnia wymagania systemu.

2. Obliczenia zwarciove po stronie nn 0,4 kV

Reaktancja zastępcza sieci zasilającej 15 kV

$$S_z = 94,071 \Omega$$

$$U_1 = 15 \text{ kV}$$

$$x_s = 1,1 \cdot \frac{U_1^2}{S_z} = 1,1 \cdot \frac{15^2}{94,071} = 2,631 \Omega$$

Reaktancja zastępcza sieci zasilającej przeliczona na napięcie 0,4 kV

$$x'_s = x_s \cdot \frac{U_2^2}{U_1^2} = 2,631 \cdot \frac{0,4^2}{15^2} = 1,87 \text{ m}\Omega$$

Impedancja transformatora 15/0,4kV 800 kVA V (żywiczny)

$$R_T = 2,2 \text{ m}\Omega$$

$$X_T = 12,0 \text{ m}\Omega$$

Impedancja zastępcza obwodu zwarciovego

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{2,2^2 + (1,87 + 1,53 + 12)^2} = 15,556 \text{ m}\Omega$$

Składowa okresowa początkoego prądu dla zwarcia 3 fazoego

$$I_{1-3} = 1,1 \cdot \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot Z} = \frac{1,1 \cdot 0,4}{1,73 \cdot 0,015556} = 16,34965 \text{ kA}$$

Udarowy prąd zwarcia

$$i_u = \sqrt{2} \cdot k_u \cdot i_{p3} = 1,41 \cdot 1,4 \cdot 16,34965 = 26,35221 \text{ kA}$$

$$R/X = 0,144$$

$$k_u = 1,4$$

Istniejąca stacja transformatorowa strona nn: $I_n = 1250 \text{ kA} / 63 \text{ kA}$

3. Sprawdzenie doboru przekładników

Sprawdzenie warunków zwarciowych

Istniejące przekładniki:

Prądowe: TPU 60.11 25/5 A/A; kl 0,2 ; 10VA; FS5; $I_{th} = 300 I_n$

Napięciowe : UMZ 24-1 $\sqrt{15} / \sqrt{0,1} \text{ kV} / \text{kV}$; kl 0,2; 10VA

Wymagane przekładniki:

Prądowe: TPU 60.11 25/5 A/A; kl 0,2s ; 10VA; FS5; $I_{th}=300I_n$

Napięciowe : UMZ 24-1 $\sqrt{15}/\sqrt{0,1}$ kV/kV ; kl 0,2; 10VA

Dobór przekładni dla mocy przyłączeniowej 670kW (moc pobierana)

$$I = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_1 \cdot \cos\varphi} = \frac{670}{1,73 \cdot 15 \cdot 0,93} = 27,76A$$

Dobór przekładni dla mocy przyłączeniowej 150kW (moc generowana)

$$I = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_1 \cdot \cos\varphi} = \frac{150}{1,73 \cdot 15 \cdot 0,93} = 6,22A$$

Sprawdzenie przekładników na wytrzymałość cieplną

$$I_{th}=300I_n$$

$$I_{th}=300 \times 25 = 7,5kA$$

$$I_{th} > I_{tz3}$$

$$7,5 > 3,963kA \text{ warunek spełniony}$$

Sprawdzenie przekładników na wytrzymałość dynamiczną

$$I_{dyn}=2,5 \times I_{th}=2,5 \times 7,5=18,75kA$$

$$I_{dyn} > I_u$$

$$18,75 > 4,2138kA \text{ warunek spełniony}$$

Sprawdzenie doboru przekładni przekładników prądowych projektowanych

Prądowe: TPU 60.11 25/5 A/A; kl 0,2s ; 10VA; FS5;

W zakresie prądu pierwotnego powinny spełniać warunek:

$$20\% I_p < I_B < 120\% I_p$$

gdzie:

W zakresie prądu pierwotnego powinny spełniać warunek:

I_p – prąd pierwotny przekładnika

I_B – prąd zapotrzebowany dla mocy $P_P = 670$ kW

obliczenia przeprowadzono dla $\tan \varphi = 0,4$ i $U_n = 15$ kV

$$0,2 \cdot 25 < 27,76 < 1,2 \cdot 25$$

$$5 < 27,76 < 30 \text{ warunek spełniony}$$

I_B – prąd zapotrzebowany dla mocy generowanej $P_{PV} = 150$ kW

obliczenia przeprowadzono dla $\tan \varphi = 0,4$ i $U_n = 15$ kV

$$0,2 \cdot 25 < 6,22 < 1,2 \cdot 25$$

$$5 < 6,22 < 30 \text{ warunek spełniony}$$

Sprawdzanie doboru mocy obwodów wtórnych przekładników

Istniejący licznik energii elektrycznej ZMD405CT4.4.0 459 P32

Obciążenie strony wtórnej zapewniająca znamionową klasę dokładności istniejącego przekładnika powinna spełniać warunek:

$$0,25 S_N < S_S < S_N$$

Gdzie:

S_S – obciążenie przekładnika pomiarowego w VA

S_N – obciążenie znamionowe strony wtórnej przekładnika w VA

dla zaprojektowanego układu połączeń

$$S_s = S_p + S_{ap} + S_z$$

Gdzie:

S_P – straty mocy w przewodach przyłączeniowych

S_{ap} – pobór mocy toru prądowego licznika (istniejący licznik ZMD 405)

S_z - strata mocy na zaciskach połączeń

Obwód wtórny przekładnika prądowego TPU 60.11 25/5 A/A; kl 0,2s ; 10VA; FS5;

Licznik obciąża przewód prądowy na jedną fazę -0,125 VA

Przewód LY 2,5 długości 2 x 13 m obciąża przewód prądowy na 1-fazę - 4,60 VA

Straty na łączach obwodu prądowego na jedną fazę (8 złącz =0,05Ω) -1,25

razem – 6,02 VA

Obciążenie strony wtórnej przekładnika prądowego 60,2% warunek spełniony

Istniejące przekładniki prądowe klasy 0,2 wymienić na przekładniki TPU 60.11 25/5 A/A; kl 0,2s ; 10VA; FS5;

Obrót wtórny przekładnika napięciowego UMZ 24- 1 15/ 0,1 kV 10 VA klasy 0,2

Orientacyjna pomiary obciążenia obwodów napięciowych

Ip	L1(V)	L2(V)	L3(V)	$U_{dod}(V)$	CU-B4	CU-P32	Uwagi	SUMA (VA)
1	58	58	58					1,7
2	58	58	58	230				0,4
3	58	58	58		obecny			2,3
4	58	58	58	230	obecny			1,1
5	58	58	58			obecny	Zalogowany GPRS, bez komunikacji	3,5
6	58	58	58	230		obecny	Zalogowany GPRS, bez komunikacji	1,8
7	58	58	58			pracuje	Zalogowany GPRS, odczyt GPRS	5,3
8	58	58	58	230		pracuje	Zalogowany GPRS, odczyt GPRS	3,5

(źródło Landys+GYS Sp. z o.o)

Licznik z modułem CU-P32 obciąża obwody napięciowe:

- 1,8VA przy obecności napięcia pomocniczego i zalogowanym GPRS bez komunikacji

- 5,3 VA przy odczycie GPRS i braku napięcia pomocniczego

Obciążenie pojedynczego przekładnika wynosić będzie:

- 0,6 VA przy obecności napięcia pomocniczego i zalogowanym GPRS bez komunikacji

- 5,2 VA przy jednofazowej pracy układu pomiarowego z zanikiem napięcia pomocniczego

Dla spełnienia warunków $0,25 S_n < S_s < S_n$ projektuje się obciążenie przekładników napięciowych rezystorem RD-57/1 $3 \times 1,2 \text{ k}\Omega$ połączony w gwiazdę co da $2,77 \text{ W}$ na fazę.

Obciążenie pojedynczego przekładnika po dołączeniu rezystora wynosić będzie:

- $3,37 \text{ VA}$ przy obecności napięcia pomocniczego i zalogowanym GPRS bez komunikacji
- $8,07 \text{ VA}$ przy jednofazowej pracy układu pomiarowego z zanikiem napięcia pomocniczego

Warunek obciążenia przekładników napięciowych spełnione obciążenie przekładnika będzie wynosić od $33,7\%$ do $80,7\%$ S_n .

Dla maksymalnej wartości mocy pozornych określonych w kartach katalogowych pobieranych przez obwody napięciowe przy zasilaniu jednofazowym bez napięcia pomocniczego:

- licznika $1,3 \text{ VA}$
- CU-P32 $5,5 \text{ VA}$
- rezystor $2,77 \text{ W}$

Wartość obciążenia przekładnika nie przekroczy 96% S_n

Uwaga rezystory zamontowane na szafce pomiarowej aby umożliwić wentylację (chłodzenie).

4. Dane do wyznaczenia z strat w konsumentowej nowej linii zasilającej dane do obliczeń XRUHKAXS $1 \times 70/25$ w układzie trójkątnym

(źródło katalog TF kable)

- | | |
|-------------------------------------|--|
| -współczynnik strat dielektrycznych | - $\text{tg}\delta = 0,004$ |
| -pojemność | - $0,2 \text{ }\mu\text{F}/\text{km}$ |
| -indukcyjność | - $0,43 \text{ mH}/\text{km}$ |
| -rezystancja | - $0,443 \text{ }\Omega/\text{km}$ (temp. 20°C) |
| -reaktancja indukcyjna | - $0,135 \text{ }\Omega/\text{km}$ |

Dane odcinka kabla o długości 180 m

- | | |
|---------------------------|-------------------------------|
| -rezystancja | - $0,0797 \text{ }\Omega$ |
| -reaktancja indukcyjna | - $0,0243 \text{ }\Omega$ |
| -pojemność | - $0,036 \text{ }\mu\text{F}$ |
| -reaktancja pojemnościowa | - $0,088 \text{ M}\Omega$ |
| -rezystancja poprzeczna | - $15,7697 \text{ M}\Omega$ |

Obliczanie mnożnej strat jałowych (U^2h)

$$U^2h = \omega \cdot C \cdot l \cdot \delta_U^2 \cdot \text{tg}\delta \cdot 10^{-9} =$$

$$2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,2 \cdot 180 \cdot 150^2 \cdot 0,004 \cdot 10^{-9} = 0,101736$$

Straty jałowe w linii kablowej

$$\Delta_{\text{jał}} = U^2 \cdot \omega \cdot C \cdot \delta^2 \cdot \text{tg}\delta \cdot l = 15^2 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,004 \cdot 0,180 = 50,868 \text{ W}$$

$$R_{Fe} = \frac{10^6}{\omega \cdot C \cdot \text{tg}\delta \cdot l} \cdot \left(\frac{U_{DN}}{U_{GN}} \right)^2 (\Omega)$$

$$R_{Fe} = \frac{10^6}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,2 \cdot 0,004 \cdot 180} \cdot \left(\frac{0,4}{15} \right)^2 (\Omega)$$

R_{Fe} -rezystancja poprzeczna linii kablowej

U_{DN} – napięcie dolne transformatora

U_{gN} – napięcie górne transformatora

$R_{Fe}=15,7697M\Omega$

Obliczanie mnożnej strat obciążeniowych (I²h)

$$I^2h = R_o \cdot l \cdot \delta_p^2 \cdot 0,001 = \\ 0,443 \cdot 180 \cdot 5^2 \cdot 0,001 = 1,9935$$

Prąd średni wyznaczony na podstawie energii zapotrzebowanej

$$I_{sr} = \frac{\Delta E_{zapotr/rok}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \phi \cdot h} = \frac{2190000}{1,73 \cdot 15 \cdot 0,93 \cdot 8760} = 10,35A$$

Straty obciążeniowe wynoszą

$$\Delta P_{obc} = 3 \cdot I_{sr}^2 \cdot R_o \cdot l = 3 \cdot 10,35^2 \cdot 0,433 \cdot 0,180 = 25,63W$$

$$R_{Cu} = R_o \cdot l \cdot \left(\frac{U_{DN}}{U_{GN}} \right)^2 (\Omega)$$

$$R_{Cu} = 0,443 \cdot 180 \cdot \left(\frac{0,4}{15} \right)^2 (\Omega)$$

$$R_{Cu} = 0,0512(\Omega)$$

Straty czynne w linii kablowej :

- w żelazie $R_{Fe}=15,7697M\Omega$

- w miedzi $R_{Cu}= 00512 \Omega$

5.0 Bilans mocy przyłączy instalacja fotowoltaiczna

Moc umowna dla obiektu $P_z= 150 \text{ kW}$

Moc generatora słonecznego po stronie AC $153,6\text{kW}$

Prąd obciążenia $I_o= 225,86A$

5.1. Sprawdzenie przekładników prądowych

Moc przyłączeniowa (odbiorcza) $P_u=153,6 \text{ kW}$

Prąd nominalny $I(n)=225,86A$

Prąd zabezpieczeń $I_B =250A$

Znamionowy prąd pierwotny przekładnika

$$I_N > \frac{I(n)}{1,0} = \frac{300[A]}{1,0} = 300[A]$$

Sprawdzenie obciążenia prądowego strony pierwotnej wymagany stopień 20-120%

$$k = \frac{I_{max}}{I_{n1}} \cdot 100\% = \frac{225,86}{300} \cdot 100\% = 75,28\%$$

$10\% < 75,28\% < 120\%$
 $0,1 \cdot 300 < 225,86 < 1,2 \cdot 300$
 $3 < 225,86 < 360$ Warunek spełniony

Dobrano przekładnik IMZ 300/5 A o znamionowym prądzie pierwotnym $IN1=300$ A i znamionowym prądzie wtórnym $IN2= 5$ A i mocy znamionowej $SN=5$ VA klasy 0,5
Prąd obciążenia $IB= 250$ A

Do pomiaru energii elektrycznej zaprojektowano przekładniki prądowe niskiego napięcia typu IMZ 300/5 A kl.0,5 o obciążalności 5 VA , FS 5

Sprawdzenie poprawnego doboru przekładnika prądowego

$Sp > Sodb > 0,25 \times Sp$

Gdzie :

Sp - moc uzwojenia przekładnika prądowego

$Sodb$ - moc obciążenia przekładnika prądowego

Moc obciążenia przekładnika prądowego

$Sodb = Sa + Sk + SI$

Gdzie :

Sa - moc tracona na stykach

Sk - moc tracona na przewodach

SI - pobór mocy przez licznik

$Sp = 5$ VA: $0,25 \times Sp = 1,25$ VA

$Sa = 0,4$ VA (8 styków \times 0,05 VA/styk)

$Sk = 0,7$ VA (odległość pomiędzy przekładnikiem , a licznikiem 2 m)

$Sk = I^2 \times 2l / g \times s = 0,7$ VA

$SI = 0,5$ VA dla licznika

Obciążenie przekładnika

$Sodb = 0,4 + 0,7 + 0,5 = 1,6$ VA

$Sp > Sodb > 0,25 \times Sp$

$5VA > 1,6 VA > 1,25 VA$

Warunki poprawnego doboru przekładnika są spełnione 1,6 VA stanowi 32% obciążalności 5 VA

5.3. Sprawdzenie kabli zasilających rozdzielnicę nn TPV.

5.3.1 Rozdzielnica ZK1

Przy mocy zapotrzebowanej

$Pu = 153,6$ kW prąd obciążenia wynosi

$In=225,86$

$Ib = 250$ A

Dla istniejącego zasilania zgodnie z PN-91/E-05009/43 przy koordynacji zabezpieczeń i doborze przekroju szyny muszą być spełnione warunki:

$Ib < In < Iz$

$I^2 < 1,45 \times Iz$

gdzie : Ib - prąd obliczeniowy obwodu

In - wielkość prądu bezpiecznika

Iz - obciążalność długotrwała

I2 - prąd zadziałania bezpiecznika typu g II

Dla zasilania obiektu – ze styków RNN do TPV ZK1 YAKY 4x150 mm²

I_n=256,65

I_b = 250 A

I_z = 283A

I_n = 256,65A < I_b = 250,0 A < I_z = 283 A

I₂ < 1,45 x I_z

1,6x250 < 1,45x283

400 < 410,35

Warunek I₂ < 1,45 x I_z jest zachowany dla zastosowanych bezpieczników i szyn zbiorczych.

5.3.2 Spadki napięcia po stronie napięcia zmiennego.

Spadek napięcia ZK1- ZK3

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 * P * l}{\gamma * S * U^2}$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 * 153600 * 200}{37 * 150 * 400^2} = 3,76$$

Dla zasilania ZK1 – z rozdzielni RNN-TPV dobrano kabel YAKY 1x150mm² 200mb

5.3.3 Spadki napięcia po stronie napięcia zmiennego.

Spadek napięcia inwertery ZK-3 do ZK1

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 * 50000 * 30}{37 * 35 * 400^2} = 0,72\%$$

Spadek napięcia inwertery do ZK1, ZK2, ZK3

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 * 25000 * 5}{37 * 16 * 400^2} = 0,13\%$$

Sprawdzenie kabli zasilających inwertery

6.1.1 Złącze ZK- inwerter 25kW

Przy mocy zapotrzebowanej

P_u = 25 kW prąd obciążenia wynosi

I = 36,12 A kabe; YAKY 5x16mm

Dla istniejącego zasilania zgodnie z PN-91/E-05009/43 przy koordynacji zabezpieczeń i doborze przekroju szyny muszą być spełnione warunki:

I_b < I_n < I_z

I₂ < 1,45 x I_z

gdzie : I_b - prąd obliczeniowy obwodu

I_n - wielkość prądu bezpiecznika

$$I_b = 36,12 \text{ A}$$

$$I_z = 85 \text{ A}$$

$$I_n = 36,12 \text{ A} < I_b = 40 \text{ A} < I_z = 85 \text{ A}$$

$$I_2 < 1,45 \times I_z$$

$$1,6 \times 40 < 1,45 \times 85$$

$$64 < 123,5$$

Warunek $I_2 < 1,45 \times I_z$ jest zachowany dla zastosowanych bezpieczników