

| | |
|--|--|
| nazwa stadium projektu | PROJEKT TECHNICZNY |
| nazwa zamierzenia | INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA WRAZ Z MAGAZYNEM ENERGII NA DACHU BUDYNKU MIESZKALNEGO WIELORODZINNEGO PRZY UL. NAŁKOWSKICH 98 W LUBLINIE |
| adres obiektu | ul. Nałkowskich 98, 20-470 Lublin Identyfikator działki: 066301_1.0043.AR_10.125/55 Nr działki: 125/55 Arkusze mapy: 10 Obręb: 0043 - Wrotków |
| Imię i nazwisko lub nazwę inwestora, adres inwestora | Spółdzielnia Mieszkaniowa im. W. Z. Nałkowskich ul. Nałkowskich 97 20-470 Lublin |
| Jednostka projektowa | NMG NORBERT GAJDA ul. Wojciechowska 5A/31 20-704 Lublin tel. 604-278-226 |

| ZESPÓŁ PROJEKTOWY | | | | |
|--------------------------|---------------------------|---|----------------------|--------|
| PROJEKTANT | | | | |
| Branża | Projektant | Specjalność | Nr uprawnień | Podpis |
| Elektryczna projektant | mgr inż. Norbert Gajda | <i>Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych</i> | LUB/0068/ PWBE/15 | |
| Elektryczna sprawdzający | mgr inż. Adrian Łątkowski | <i>Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych</i> | LUB/0085/ POOE/12 | |

Data opracowania: marzec 2026

OŚWIADCZENIE

Na podstawie art. 34 ust. 3d pkt. 3 ustawy z dnia 7 lipca 1994 Prawo Budowlane (Dz. U. z 2023 r. poz. 682) z późniejszymi zmianami, niżej podpisany projektant oświadcza, że projekt techniczny instalacji elektrycznych pt.:

INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA WRAZ Z MAGAZYNEM ENERGII NA DACHU BUDYNKU MIESZKALNEGO WIELORODZINNEGO PRZY UL. NAŁKOWSKICH 98 W LUBLINIE

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

| ZESPÓŁ PROJEKTOWY | | | | |
|--------------------------|---------------------------|---|----------------------|--------|
| PROJEKTANT | | | | |
| Branża | Projektant | Specjalność | Nr uprawnień | Podpis |
| Elektryczna projektant | mgr inż. Norbert Gajda | <i>Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych</i> | LUB/0068/ PWBE/15 | |
| Elektryczna sprawdzający | mgr inż. Adrian Łątkowski | <i>Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych</i> | LUB/0085/ POOE/12 | |

II. SPIS TREŚCI

| | |
|---|----|
| II. SPIS TREŚCI | 3 |
| OPIS OGÓLNY – INSTALACJE ELEKTRYCZNE | 4 |
| Wstęp | 4 |
| Zakres opracowania | 4 |
| OPIS TECHNICZNY– INSTALACJE ELEKTRYCZNE | 4 |
| Wstęp | 4 |
| Zasilanie budynku | 4 |
| Wewnętrzna linia zasilająca - WLZ | 4 |
| Rozdzielnica ADM | 5 |
| Typy kabli i przewodów | 5 |
| Przejścia instalacyjne ppoż. | 5 |
| Ochrona przeciwprzepięciowa..... | 5 |
| Ochrona przed porażeniem. Zagadnienia BHP | 6 |
| Instalacja fotowoltaiczna..... | 6 |
| Charakterystyka układu..... | 6 |
| Opis przedsięwzięcia | 6 |
| Elementy składowe systemu | 7 |
| Moduły fotowoltaiczne | 7 |
| Inwerter hybrydowy..... | 8 |
| Charakterystyka instalacji elektrycznej. | 10 |
| Okablowanie DC inwerterów | 10 |
| Okablowanie AC inwerterów | 10 |
| Instalacja uziemiająca | 11 |
| Ochrona przeciwporażeniowa | 11 |
| Ochrona przeciwprzepięciowa i przeciwpożarowa | 12 |
| Wyłącznik bezpieczeństwa PV | 12 |
| Opis Konstrukcji Wsporczej | 12 |
| Uwagi dodatkowe do planów instalacji..... | 12 |
| Akumulatorowy system magazynowania energii | 13 |
| Warunki środowiskowe instalacji wewnętrznej:..... | 13 |
| Magazyn energii..... | 16 |
| Próby i badania powykonawcze..... | 17 |
| Dokumentacja powykonawcza | 17 |
| Dobór przewodów i zabezpieczeń ze względu na obciążalność prądową | 18 |
| UWAGI KOŃCOWE | 18 |

OPIS OGÓLNY – INSTALACJE ELEKTRYCZNE

Wstęp

Przedmiotem opracowania jest projekt techniczny **instalacji fotowoltaicznej z magazynem energii**. Projekt opisuje minimalne wymagania użytkownika w zakresie technicznym i funkcjonalnym. Projekt ten jest podstawą do wykonania robót elektrycznych. Opis, załączniki, zestawienia oraz część rysunkowa stanowi jednolitą całość projektu.

Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowi:

1. Zlecenie Inwestora,
2. Obowiązujące przepisy techniczno-budowlane,
3. Wizja lokalna,
4. Opracowanie branży elektrycznej,
5. Dokumentacja techniczna zaprojektowanych urządzeń.

Zakres opracowania

Niniejsze opracowanie obejmuje:

1. Wykonanie tras kablowych na dachu,
2. Wykonanie nowej tablicy prądu zmiennego RAC
3. Wykonanie nowych tablicy prądu stałego RDC
4. Wykonanie instalacji uziemiającej,
5. Montaż falownika
6. Montaż magazynu energii
7. Wykonanie instalacji fotowoltaicznej na dachu.

OPIS TECHNICZNY– INSTALACJE ELEKTRYCZNE

Wstęp

Całość instalacji obiektu musi odpowiadać przepisom prawa polskiego, Polskim Normom oraz zasadom wiedzy technicznej. Wyposażenie elektryczne, osprzęt instalacyjny i inne materiały powinny być wybierane spośród produktów dostępnych na rynku krajowym. Inwestor zastrzega sobie jednak prawo do zastosowania tylko niektórych spośród nich. Dla łatwiejszej konserwacji i utrzymania, należy zminimalizować ilość zainstalowanych materiałów pochodzących od różnych producentów. W każdym przypadku, przed przystąpieniem do instalacji, wymienione wyżej materiały powinny być dostarczone do akceptacji Projektantowi i Inwestorowi.

Zasilanie budynku

Obiekt zasilany jest z istniejącej rozdzielniczy administracyjnej zlokalizowanej w budynku Inwestora.

Wewnętrzna linia zasilająca - WLZ

Zakres opracowania

Opracowanie obejmuje budowę WLZ:

- linii kablowej nN - zasilanie RAC

Zaprojektowana została budowa wewnętrznej linii zasilającej zalicznikowej (WLZ) kablem N2XH5x16mm² od istniejącej rozdzielniczy administracyjnej do nowoprojektowanej RAC.

Kabel WLZ w budynku prowadzić w rurach ochronnych.

Przeciwpowozarowy wyłacznik prądu

Budynek nie posiada istniejącego przeciwpowozarowego wyłacznik prądu. Zaprojektowano awaryjny wyłacznik instalacji fotowoltaicznej. Zadziałanie wyłacznik awaryjnego instalacji fotowoltaicznej spowoduje zatrzymanie pracy falownika, zanik napięcia w rozdzielniczy RAC i zadziałanie wyłacznik awaryjnego na dachu po stronie DC.

Rozdzielnicza ADM

Dla potrzeb zasilania instalacji fotowoltaicznej zaprojektowano w rozdzielniczy obwód zasilający nową rozdzielnicę RAC.

Typy kabli i przewodów

Należy stosować oprzewodowanie spełniające wymagania krajowych przepisów i norm. Dopuszcza się stosowanie przewodów tylko z żyłami miedzianymi zgodnie z wytycznymi ITB 501/2022 „Dobór kabli elektrycznych do zastosowań w budynkach z uwagi na wymagania dotyczące reakcji na ogień”

Wszystkie przewody zasilające muszą mieć przekroje dobrane do obciążalności prądowej oraz spadków napięć zgodnie z zapisami odpowiednich norm. Wymagane przekroje przewodów wskazano na odpowiednich schematach.

Wszystkie przewody zasilające i sterownicze należy trwale oznakować na obu końcach przy pomocy plastikowych znaczników odpowiedniej trwałości. Wszystkie kable sterownicze i sygnałowe powinny mieć numeryczne oznakowanie każdej z żył. Po wykonaniu robót, od Wykonawcy wymagane jest dostarczenie listy kablowej zawierającej wszystkie zainstalowane kable z informacją o jego nazwie, przeznaczeniu i numerze obwodu.

Przejścia instalacyjne ppoz.

Przejścia instalacyjne przez ściany i stropy będące granicą pomiędzy strefami powozarowymi należy wykonać zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami.

Wykonane przebicia należy uszczelnić z użyciem zapraw, masy lub pianki ogniochronnej, kotnierzy ogniochronnych, płyt niepalnych z wełny mineralnej lub innych rozwiązań systemowych (np. dedykowane przepusty do szynoprzewodów).

Przejścia instalacyjne ppoz. w elementach oddzielenia przeciwpowozarowego powinny mieć klasę odporności ogniowej (EI) co najmniej równej klasie danego elementu.

Ochrona przeciwprzebieciowa

W celu zapewnienia ochrony przed przebieciami atmosferycznymi i łaczeniowymi zgodnie z normą PN-HD 60364-4-443 zaprojektowano wielostopniową ochronę przeciwprzebieciową.

Ograniczniki należy zabezpieczyć zgodnie z wytycznymi producenta.

Ochrona przed porażeniem. Zagadnienia BHP

Nowoprojektowane obwody instalacji niskiego napięcia będą wykonywane w układzie TN-S 0,4kV. Wszystkie przewody będą miały żyłę neutralną N w kolorze niebieskim oraz ochronną PE w kolorze żółto-zielonym.

Będą spełnione wymagania przepisów ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach elektrycznych wewnętrznych – wg normy PN-IEC 60364-4-41. Jako ochronę przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa) zastosowano izolację roboczą i ochronną kabli, przewodów i urządzeń. Jako ochronę przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) zastosowano - w instalacji niskiego napięcia 0,4/0,23kV SAMOCZYNNIE WYŁĄCZENIE ZASILANIA, realizowane za pomocą wyłączników nadprądowych, bezpieczników topikowych lub wyłączników różnicowo - prądowych o prądzie różnicowym 30mA lub w przypadku niektórych odbiorników – II klasa ochronności.

Bezpieczeństwo przeciwporażeniowe zapewnia również system szyn i przewodów wyrównawczych połączonych z uziemieniem. Należy wykonać właściwe badania i pomiary skuteczności ochrony przeciwporażeniowej dla wszystkich urządzeń elektrycznych.

Urządzenia w tablicach elektrycznych będą dostępne tylko dla upoważnionych osób obsługi, drzwiczki tablic będą zamykane na kluczyki. Należy powierzyć eksploatację urządzeń elektroenergetycznych osobom przeszkolonym, posiadającym właściwe kwalifikacje uprawniające do obsługi tych urządzeń. Przed rozpoczęciem eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych i całego obiektu Wykonawca instalacji elektrycznej powinien opracować instrukcje eksploatacji dla instalacji elektrycznych, rozdzielnic itp. Między innymi na ich podstawie należy przeprowadzić przeszkolenie personelu.

Instalacja fotowoltaiczna

Charakterystyka układu

- napięcie przyłączeniowe 230/400V;
- napięcie znamionowe instalacji 400V;
- moc max. przyłączeniowa oddawana: (generowana) 30 kW
- moc elektrowni fotowoltaicznej DC: 30,00 kWp
- średnia roczna produkcja energii: 28 000 kWh
- energia magazynu energii (100% DoD) = min. 46,08 kWh
- układ sieciowy TN-C-S;
- dodatkowy system ochrony od porażenia elektrycznych samoczynne wyłączenie;
- Instalacja elektryczna przyłączona do sieci Gestora

Opis przedsięwzięcia

Przedsięwzięcie ma na celu budowę instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku wraz z magazynem energii zlokalizowanym w piwnicy. Instalacją umożliwiającą produkcję energii elektrycznej za pomocą modułów fotowoltaicznych - urządzeń dokonujących konwersji promieniowania słonecznego na prąd elektryczny. Panele fotowoltaiczne będą mocowane na dedykowanych konstrukcjach wsporczych zapewniających bezpieczne użytkowanie i obsługę elektrowni. Energia elektryczna z paneli fotowoltaicznych przekazywana będzie wydzielonymi

obwodami DC do inwertera. W inwerterze energia będzie przekształcana na napięcie 400V o częstotliwości 50Hz i przekazywana kablem elektroenergetycznym nn poprzez rozdzielnicę główną budynku do sieci wewnętrznej. W przypadku gdy energia wytwarzana przez instalację fotowoltaiczną będzie wyższa niż zapotrzebowanie obiektu, nadwyżki jej zostaną przetransferowane do magazynu energii zlokalizowanym przy inwerterze.

Produkcja energii elektrycznej w elektrowni ma na celu zużycie energii na miejscu.

Elementy składowe systemu

Na elementy składowe instalacji fotowoltaicznej składają się:

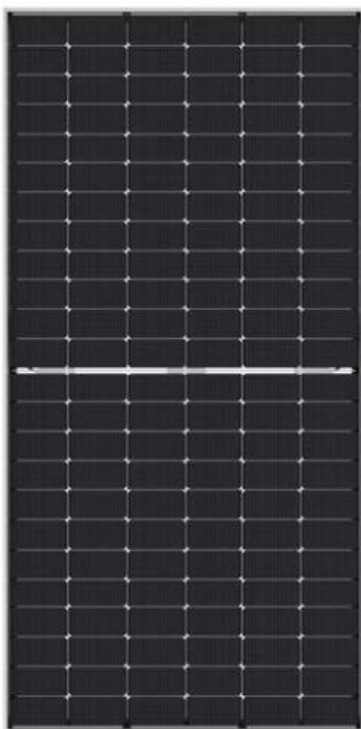
- zestawy modułów fotowoltaicznych wraz z konstrukcją wsporczą;
- instalacja elektryczna wraz z automatyką zapewniającą dostosowanie parametrów produkowanej energii do wymogów pracy z siecią Gestora;
- Instalację wraz z zabezpieczeniami;

Struktura instalacji przedstawiona jest na rysunkach dołączonych do dokumentacji.

System podzielony zostanie na 1 inwerter dla budynku:

- 60 panele fotowoltaiczne

Moduły fotowoltaiczne



Moduły fotowoltaiczne są urządzeniami dokonującymi konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Wszystkie wymagane parametry muszą być opisane w karcie katalogowej w języku polskim. Planowana jest elektrownia składająca się z zestawu 60 paneli o mocy 500W każdy. Łączna moc paneli wynosić ma 30,00kWp. Panele muszą być o mocy nominalnej pojedynczego panelu nie mniej niż 500Wp. Moduły monokrystaliczne, obramowane, rama aluminiowa.

Dopuszczalne obciążenie powierzchni modułu musi zapewniać jego wytrzymałość na podmuchy wiatru, śnieg, grad i inne występujące w tym rejonie zjawiska atmosferyczne. Każdy moduł musi posiadać potwierdzenie spełnienia aktualnych norm. Każdy moduł musi mieć pozytywną tolerancję mocy. Do produkcji paneli zastosowane muszą być ogniwa klasy A, fabrycznie nowe.

Ramka modułów aluminiowa zapewniająca sztywność oraz dobre odprowadzanie wody.

Moduły muszą być odporne na obciążenia dla frontu 5400Pa i 2400Pa dla tyłu.

Podstawowe parametry modułu w warunkach standardowych STC (AM 1,5; 1000W/m²; 25°C) :

| Parametr | Wartość |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| Moc maksymalna (Pmax) | 500 W |
| Sprawność modułu | 22,6% |
| Typ ogniw | Monokrystaliczne N-type (TOPCon) |
| Konstrukcja | Bifacial (dwustronny), szkło-szkło |
| Liczba ogniw | 120 (half-cut) |
| Napięcie obwodu otwartego (Voc) | 43,85 V |
| Prąd zwarcia (Isc) | 14,42 A |
| Napięcie w punkcie mocy maks. (Vmp) | 36,91 V |
| Prąd w punkcie mocy maks. (Imp) | 13,55 A |
| Tolerancja mocy | 0 ~ +3% |
| Maks. napięcie systemowe | 1500 V DC |
| Maks. bezpiecznik szeregowy | 30 A |
| Współczynnik temp. Pmax | -0,29 %/°C |
| Współczynnik temp. Voc | -0,25 %/°C |
| Współczynnik temp. Isc | +0,045 %/°C |
| Wymiary | 1953 × 1134 × 30 mm |
| Waga | 27,3 kg |
| Szkło | 2,0 mm + 2,0 mm |
| Rama | Czarna |
| Stopień ochrony skrzynki | IP68 |
| Złącza | MC4 / QC4 |
| Długość przewodów | ok. 1200 mm |
| Obciążenie mechaniczne | 5400 Pa (przód) / 2400 Pa (tył) |
| Gwarancja | 15 lat produktowa / 30 lat liniowa |

Inwerter hybrydowy

Energia elektryczna wytwarzana w modułach fotowoltaicznych ma formę prądu stałego i może być wykorzystywana do zasilania urządzeń elektrycznych pod warunkiem zastosowania urządzeń do konwersji prądu stałego na prąd przemienny zwanych inwerterami (falownikami). Planuje się montaż inwertera DEYE SUN-30K-SG01HP3-EU-BM3 mocy min. 30kVA zapewniającego bezpieczeństwo zautomatyzowanej pracy w czasie procesu przetwarzania energii oraz monitoring tego procesu i działania urządzeń. Planowany inwerter posiada stopień ochrony min. IP65. Wymagane jest pozostawienie odstępów wentylacyjnych zgodnie z zaleceniami producenta. Moduły podłączone zostaną do falownika przewodem solarnym w wykonaniu zewnętrznym odpornym na promieniowanie UV i wtykami typu MC-4. Falownik powinien spełniać wszystkie wymagania do przyłączenia przez PGE. Wszystkie wymagane parametry inwerterów muszą być potwierdzone na karcie katalogowej oraz oświadczeniu producenta.

Energia elektryczna wytworzona w ogniwach zamieniona zostanie w inwerterze z napięcia stałego DC na napięcie przemiennie 3-fazowe 400V AC. Inwerter w chwili wykrycia napięcia po stronie stałonapięciowej DC synchronizuje się z siecią 3-fazową 400V i zaczyna dostawę energii do sieci. W chwili zaniku napięcia po stronie pierwotnej lub po stronie wtórnej inwerter wyłączy się

automatycznie. Powrót napięć na inwerterze spowoduje proces synchronizacji z siecią i wznowienie dostaw energii do sieci. Inwerter zapewnia bezpieczną obsługę poprzez zabezpieczenie przed pracą wyspą.

W przypadku zaniku zasilania sieciowego Inwertery przechodzą w tryb uśpienia (ang. „Stand-By”), oczekując na powrót napięcia sieciowego. Inwertery pracują na zasadzie monitorowania zmian częstotliwości sieci. Polega to na tym, że w prawidłowo działającej sieci inwerter nie ma możliwości zmienić częstotliwości. Inwerter cyklicznie "podejmuje próby" zmian częstotliwości. Jeżeli się to uda, inwerter natychmiast przestaje oddawać energię do sieci i odłącza się od niej. Zgodnie z ogólnymi wytycznymi operatora sieci OSD dla projektowanej instalacji fotowoltaicznej zabudowane w inwerterach.

Podstawowe dane inwertera

- Typ: falownik hybrydowy (on-grid / off-grid / EPS)
- Liczba faz: 3
- Moc nominalna AC: 30 kW
- Maks. moc AC: 33 kW
- Sprawność maks.: 97,6–98,2%
- Sprawność europejska: ~97%
- Maks. moc instalacji PV: 39–45 kWp
- Maks. napięcie DC: 1000 V
- Zakres napięcia MPPT: 150–850 V
- Liczba MPPT: 3
- Liczba stringów: 6 (3 × 2)
- Maks. prąd wejściowy: 3 × 36 A
- Typ baterii: litowo-jonowa (HV)
- Zakres napięcia baterii: 160–700/800 V
- Maks. prąd ładowania/rozładowania: ~50 A
- Liczba wejść bateryjnych: 2
- Napięcie znamionowe AC: 230/400 V (3L/N/PE)
- Częstotliwość: 50/60 Hz
- Prąd znamionowy: ~43–45 A
- Maks. prąd wyjściowy: ~55 A
- Współczynnik mocy: 0.8 (pojemnościowy – indukcyjny)
- Tryb awaryjny (EPS, <10 ms)
- Praca równoległa: do 16 jednostek
- Monitoring: Wi-Fi / LAN / RS485 / CAN
- Obsługa agregatu prądotwórczego
- Zakres temperatur pracy: -40°C do +60°C
- Stopień ochrony: IP65
- Chłodzenie: aktywne (wentylatory)
- Wymiary: ok. 894 × 527 × 294 mm
- Waga: ~75 kg
- Zabezpieczenia: przeciwprzepięciowe DC/AC, anti-islanding, ochrona przed odwrotną polaryzacją, monitoring izolacji i prądów upływu

Charakterystyka instalacji elektrycznej.

Instalacja elektryczna, zawierająca okablowanie i osprzęt elektryczny zapewniający bezpieczeństwo obsługi elektrowni będzie podzielona na dwie główne sekcje. Sekcja prądu stałego i sekcja prądu przemiennego, ograniczone falownikiem.

Sekcja prądu stałego będzie budowana w oparciu o kable dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, odporne na działanie warunków atmosferycznych i promieniowania UV oraz rozdzielnicę RAC umieszczoną w pomieszczeniu technicznym na kondygnacji 0, z zabezpieczeniami, ogranicznikami przepięć prądu stałego (DC). Zastosować rozdzielnicę modułową zlokalizowaną w pomieszczeniu technicznym.

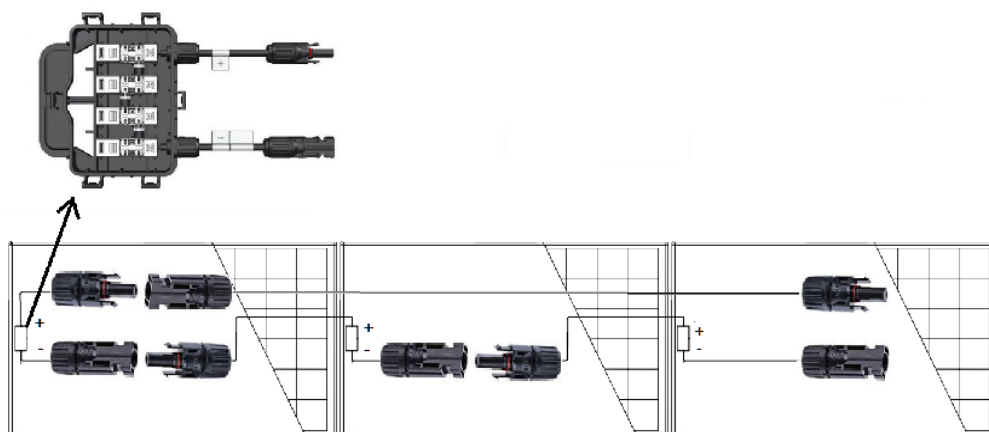
Sekcja prądu przemiennego budowana będzie, zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej. W skład sekcji wejdą kable energetyczne układane na powietrzu w korytach elektroinstalacyjnych oraz rozdzielnicę RAC umieszczoną w pomieszczeniu technicznym na kondygnacji -1, z zabezpieczeniami nadmiarowo prądowymi, ogranicznikami przepięć prądu przemiennego (AC). Zastosować rozdzielnicę modułową.

Okablowanie DC inwerterów

Okablowanie pomiędzy modułami fotowoltaicznymi a inwerterami wykonane zostaną przewodem solarnym zewnętrznym odpornym na promieniowanie UV o przekroju min. 6mm². Okablowanie DC będzie podwieszane na konstrukcji wsporczej modułów fotowoltaicznych, biegnącej wzdłuż każdego rzędu modułów. Okablowanie DC inwertera podzielone powinny być na pasma zgodnie z zaleceniami producenta inwerterów, wpięte będą do inwertera poprzez złączki MC4. Przewody DC układać w sposób uniemożliwiający powstawanie pętli indukcyjnych w łańcuchach.

Przykład połączeń przedstawia **Rys. 1**.

Wymaga się aby instalacja DC wyposażona była w ograniczniki przepięć Typu 1+2, schemat połączenia ograniczników przedstawiony został na rysunku, dołączonym do dokumentacji.



Rys. 1 Schemat połączeń modułów w pasma

Okablowanie AC inwerterów

Do budowy instalacji elektrycznej stosuje się następujące materiały podstawowe:

- kable elektroenergetyczne miedziane typu YDY z izolacją na 0,6/1kV
- przewody jednożyłowe miedziane typu DY, LgY z izolacją na 750 V

- osprzęt elektryczny p/t i n/t – łączniki, przyciski, gniazda o prądzie roboczym 16 A

Okablowanie zmiennoprądowe (AC) zasilające inwerter zakłada się, że zostanie wykonane kablami N2NH 0,6/1kV – przekrój zgodnie ze schematem. Zaleca się stosowanie kabli o napięciu znamionowym 0,6/1kV w izolacji z XLPE – w wydzielonych szachtach. Przekrój żył dobrany w zależności od dopuszczalnego spadku napięcia, dopuszczalnej temperatury nagrzania kabla przez prądy robocze i zwarciove oraz skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w przypadku samoczynnego wyłączenia zasilania. Okablowanie zostało dobrane, tak aby straty na kablach nie przekraczały 3% do złącza.

Instalacja uziemiająca

Jako uziemienie należy wykorzystać istniejący uziom fundamentowy lub otokowy (typu B) oraz pionowy. Rezystancja uziomu powinna wynosić $R < 10\Omega$.

Ochronę urządzeń elektrycznych i elektronicznych przed skutkami przepięć spowodowanych wyładowaniami atmosferycznymi i przepięciami łączeniowymi zaprojektowano jako dwustopniową w oparciu o ograniczniki przepięć oraz skutecznie uziemione połączenia wyrównawcze. W rozdzielnicę głównej jest zainstalowany ogranicznik typu I+II (klasa B+C).

Konstrukcję wsporczą modułów fotowoltaicznych należy ze sobą połączyć. Połączenie wyrównawcze należy wykonać przewodem LgY16 i połączyć z uziomem.

Uziemieniu ochronnemu podlegają metalowe części, normalnie nieprzewodzące prądu lecz mogące stanowić niebezpieczeństwo porażenia w razie pojawienia się na tych elementach napięcia.

W szczególności należy uziemić:

- konstrukcję rozdzielnic i szaf,
- konstrukcję wsporcze np. modułów,
- ramy modułów fotowoltaicznych poprzez konstrukcje wsporcze,
- obudowy inwerterów.

Sposób uziemienia ogniwi i inwerterów przedstawiono na schemacie.

W budynku będzie zlokalizowana Główna Szyna Uziemiająca (poza opracowaniem projektu instalacji PV). Należy połączyć kabel ochronny PE wszystkich inwerterów i ramy modułów do Główny Szyny Uziemiającej. W ten sposób zapewnione zostanie wyrównanie potencjałów i ochrona przed porażeniem prądem.

Podstawowym systemem ochrony przed przepięciami łączeniowymi i atmosferycznymi będą ochronniki przepięciowe, które przewidziano do zainstalowania w RAC.

Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona przeciwporażeniowa nn realizowana jest na podstawie wymagania normy N SEP-E-001 – „Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa”.

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym powinna być zapewniona przez:

- Zachowanie odległości izolacyjnych,
- Izolację roboczą (izolowanie części czynnych),
- Uziemienie ochronne (wykonanie wspólnego uziomu dla urządzeń oraz części przewodzących dostępnych (0,4 kV),
- Szybkie samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym TN-C-S (według normy PN–HD 60364–4–41).
- Stosowanie ochrony uzupełniającej.

Ochrona przeciwprzepięciowa i przeciwpożarowa

Należy zastosować skoordynowaną ochronę przeciwprzepięciową. Planuje się instalację ograniczników typu I i II po stronie stałoprądowej oraz zmiennoprądowej w rozdzielnicach AC oraz DC. W miejscu wejścia kabli z inwerterów PV do budynku zamontować ograniczniki typu I i II. Inwertery i ogniwa fotowoltaiczne ochronić warystorami dedykowanymi do instalacji PV na napięcie do 1000VDC montowanymi w rozdzielnicy DC lub w inwerterze.

Instalacja powinna być wyposażona w rozłącznik p.poż. pozwalający awaryjne wyłączenie instalacji w skrajnych przypadkach. Rozłącznik powinien być umieszczony na zewnątrz budynku lub w pomieszczeniu o ciągłym nadzorze i powinien posiadać klasę odporności IP67.

Wyłącznik bezpieczeństwa PV

Dla potrzeb instalacji fotowoltaicznej należy wykonać wyłącznik awaryjny instalacji fotowoltaicznej dla obiektu. Zastosowano układ który powoduje odłączenie instalacji po stronie DC, AC oraz rozłączenie instalacji magazynu do falownika. Zdziałanie wyłącznika PV spowoduje odłączenie źródła napięcia od rozdzielnicy głównej. Wyłącznik zlokalizowany przy wejściu głównym do budynku. Awaryjny wyłącznik prądu oznaczyć zgodnie z PN.

Podstawowe parametry wyłącznika bezpieczeństwa PV

- napięcie łańcuchowe (Vdc): 300 ~ 1500 V DC
- prąd na stringu (A): 50 A
- liczba łańcuchów: min. 5
- przełącznik okablowania: 12
- napięcie robocze: 100 V AC – 270 V AC
- napięcie nominalne: 230 V AC
- zakres temperatury pracy: -20°C – + 50°C
- zgodność z: EN 60947-1&3

Opis Konstrukcji Wsporczej

Planuje się wykorzystanie dedykowanej konstrukcji wsporczej przeznaczonej do mocowania modułów fotowoltaicznych do dachu budynku. Panele fotowoltaiczne będą umieszczone na podkonstrukcji na dachu pod kątem 15 stopni do powierzchni dachu. Konstrukcję stanowić będą systemowe aluminiowe szyny ryflowane zamocowane na dachu budynku.

Szyny ryflowane należy ułożyć, tak aby mocowanie modułu odbywało się w jego $\frac{1}{4}$ oraz $\frac{3}{4}$ wysokości. Moduły fotowoltaiczne będą mocowane za pomocą połączeń śrubowych (klemy krańcowe KK i klemy środkowe KS). Klemy końcowe muszą w całości opierać się o szynę ryflowaną – zaleca się zachować 2cm zapasu przy docinaniu szyny do konkretnego wymiaru.

Uwagi dodatkowe do planów instalacji

- (1) Wszystkie prace instalacyjno-montażowe należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami budowlanymi, normami, dobrą praktyką i wiedzą techniczną.
- (2) Należy zastosować normę PN-IEC 60364-4-42
- (3) Wszystkie przejścia przez ściany, stropy i inne przegrody wykonać w sposób zapewniający szczelność, zgodnie z wymaganiami wytrzymałości pożarowej.

(4) Lokalizację, sposób montażu wszystkich elementów instalacji (trasy kabli, przewodów, oprawy oświetleniowe, aparatura, osprzęt itp.) należy ustalić na podstawie końcowej aranżacji pomieszczeń, w koordynacji z wykonawcami innych branż (w szczególności architektoniczno-budowlanej, sanitarno-wentylacyjnej i niskoprądowej).

(5) Sposób doprowadzenia obwodów zasilających do odbiorników, ich zabezpieczenia wykonać w oparciu o instrukcje techniczne, DTR, z właściwą koordynacją międzybranżową.

(6) Wykonać pomiary kontrolne istniejącego uziemienia. W razie niespełnienia wymogu $R \leq 10\Omega$ uwzględniając współczynnik, należy rozbudować istniejące uziemienie.

elektroinstalacyjnych lub w przestrzeni nad sufitem podwieszanym w rurkach elektroinstalacyjnych

Akumulatorowy system magazynowania energii

Źródłem wspomagającym pracę falownika hybrydowego i instalacji fotowoltaicznej jest akumulatorowy system magazynowania energii elektrycznej (BESS – „Battery Energy Storage System”). Dla zastosowania w budynkach w których system ten musi wprowadzać i wyprowadzać moc długotrwale przez minimum 1 godzinę przypisano klasę B oraz technologię ogniwo LiFePO4. Głównym zastosowaniem tej klasy jest magazynowanie energii elektrycznej celem ograniczenia mocy szczytowej instalacji oraz równomiernego rozłożenie zużycia energii na przestrzeni 24 godzin. Takie zastosowanie pozwala również na zmniejszenie obciążenia systemu elektroenergetycznego. Zastosowany system musi być kompatybilny z falownikiem i układem pomiarowym.

Warunki środowiskowe instalacji wewnętrznej:

Maksymalna temperatura otoczenia: $\leq 40^{\circ}\text{C}$ (średnia w ciągu 24h $\leq 35^{\circ}\text{C}$)

Minimalna temperatura otoczenia: $\geq -5^{\circ}\text{C}$

Brak bezpośredniego promieniowania słonecznego

Wilgotność względna uśredniona 24h $\leq 95\%$

Warunki środowiskowe instalacji zewnętrznej:

Maksymalna temperatura otoczenia: $\leq 40^{\circ}\text{C}$ (średnia w ciągu 24h $\leq 35^{\circ}\text{C}$)

Minimalna temperatura otoczenia: $\geq -10^{\circ}\text{C}$

Maksymalne promieniowanie słoneczne $\leq 1000\text{W/m}$

Definicja modelu magazynowania

- Projektowany przydomowy system skategoryzowano jako V-L/E-S/S-O/C-Z gdzie:
- V-L – Napięcie w miejscu przyłączenia POC (Point Of Connection), niskie $<1\text{kVAC}, <1,5\text{kVDC}$
- E-S – Pojemność energetyczna, nie mała $\geq 20\text{kWh}$
- S-O – Zajmowane pomieszczenie, wewnątrz budynku
- C-Z – Technologia podsystemu, inna (litowo-metalowe ze stałym elektrolitem)
- Identyfikacja zagrożenia dla kategorii C-A (litowo-metalowe ze stałym elektrolitem)

| Rodzaj zagrożenia | Opis |
|-------------------|--|
| Pożarowe | W warunkach normalnych: Istnieje potencjalne zagrożenie pożarowe, jeżeli w ogniwach występują wady lub problemy z projektowaniem elementów sterujących, które zapobiegają |

| | |
|---------------------------------|--|
| | <p>niekontrolowanemu wzrostowi temperatury ogni. Systemy należy ocenić pod kątem ich zdolności do zapobiegania rozprzestrzeniania się pożaru wynikającego z tych wad.</p> <p>W warunkach awaryjnych: Może wystąpić niekontrolowany wzrost temperatury, jeżeli w wyniku nietypowych warunków parametry robocze akumulatorów nie są utrzymywane i jeżeli nie są one oceniane pod kątem zdolności zapobiegania rozprzestrzeniania się w wyniku ukrytych wad. Ponadto może wystąpić zagrożenie pożarowe wynikające z nietypowych warunków zwarciovych.</p> |
| Chemiczne | <p>W warunkach normalnych: Nie dotyczy</p> <p>W warunkach awaryjnych: Istnieje możliwość narażenia na oddziaływanie metalu litu reagującego z wodą.</p> |
| Elektryczne | <p>W warunkach normalnych: Istnieją zagrożenia elektryczne związane rutynową konserwacją tych akumulatorów, jeżeli znajdowały się pod niebezpiecznym napięciem lub miały niebezpieczne poziomy energii.</p> <p>W warunkach awaryjnych: Zagrożenia elektryczne mogą występować w nietypowych warunkach, jeżeli system znajduje się pod niebezpiecznym napięciem i ma niebezpieczne poziomy energii.</p> |
| Związane z magazynowaną energią | <p>W warunkach normalnych: Jeżeli na czas konserwacji lub wymiany nie można odizolować akumulatorów, to podczas konserwacji może istnieć potencjalne zagrożenie związane ze zmagazynowaną energią.</p> <p>W warunkach awaryjnych: Może istnieć potencjalne zagrożenie związane z magazynowaną energią, jeśli akumulatory są narażone na oddziaływanie nietypowych warunków, w których energia w akumulatorach nadal może być na niebezpiecznym poziomie. Uszkodzone akumulatory mogą zawierać zmagazynowaną energią, stanowiącą zagrożenie podczas utylizacji, jeżeli nie zostanie zachowana ostrożność.</p> |
| Fizyczne | <p>W warunkach normalnych: Brak znanych znaczących zagrożeń bezpośrednich</p> <p>W warunkach awaryjnych: W nietypowych warunkach, w zależności od konstrukcji systemu, istnieje możliwość wystąpienia zagrożeń fizycznych, jeżeli części dostępne ulegają przegrzaniu lub jeżeli osoby są narażone na oddziaływanie ruchomych niebezpiecznych części, takich jak wentylatory, w przypadku których może brakować osłon.</p> |

- Wymagania dotyczące bezpieczeństwa systemu

Zastosowane środki bezpieczeństwa przed zagrożeniami elektrycznymi:

- zabezpieczenie przetężeniowe obwodu DC na przyłączy podsystemu akumulacji elektrochemicznej (wyłącznik)
- awaryjny wyłącznik torów prądowych obwodów DC podsystemu akumulacji (fabryczny zabudowany w magazynie)
- ochrona przeciwporażeniowa

- uziemienie wszystkich części przewodzących mogących wejść w kontakt z napięciem niebezpiecznym w wyniku pojedynczego uszkodzenia izolacji
- system wyposażony w zabezpieczające wykrywające stan przeładowania, ładowania wysokoprądowego oraz zabezpieczające przed dalszym przeładowaniem

Zastosowane środki bezpieczeństwa przed zagrożeniami mechanicznymi:

- osłony zabezpieczające system akumulacji bez ostrych krawędzi
- zlokalizowanie systemu w miejscu niezagrażającym bezpieczeństwu operatorów
- zastosowanie systemu, w którym uszkodzenie wzajemnych połączeń pomiędzy systemami nie doprowadzi do sytuacji niebezpiecznej
- zastosowanie elementów systemu, w którym każda z modułów może być przeniesiona przez maksymalnie 2 osoby

Zastosowane środki bezpieczeństwa przed wybuchem:

- lokalizacja poza miejscami umieszczania materiałów łatwopalnych
- lokalizacja w pomieszczeniu wentylowanym nie przeznaczonym na stały pobyt ludzi
- system powinien posiadać zabezpieczenie przed nadmierną temperaturą w obudowie

Zastosowane środki bezpieczeństwa przed zagrożeniami powodowanymi przez pola elektryczne, magnetyczne i elektromagnetyczne:

- w przypadku, gdy funkcje bezpieczeństwa podsystemów magazynu energii mogłyby być zakłócane przez pola elektryczne, magnetyczne i elektromagnetyczne należy ochronić magazyn zgodnie z zaleceniami producenta.

Zastosowane środki bezpieczeństwa przed pożarem:

- konstrukcja obudowy magazynu energii i zespołów wsporczych wykonana wyłącznie z niepalnych materiałów. W przypadku zastosowania wierzchnich części z palnych materiałów należy je zabezpieczyć osłoną z materiału niepalnego.
- w pomieszczeniu, w którym znajduje się magazyn należy zainstalować gaśnicę do pożarów typu A, B, C z min. 4kg środka gaśniczego umieszczoną w bezpiecznym i łatwo dostępnym miejscu
- w pomieszczeniu, w którym znajduje się magazyn należy zainstalować autonomiczną czujkę dymu zgodną z PN-EN 14604:2005 wyposażoną w sygnalizator optyczny i akustyczny
- należy zachować minimalne odstępów od przegród, ścian, stropu zgodne z dokumentacją producenta

Zastosowane środki bezpieczeństwa przed zagrożeniami temperaturowymi:

- zastosowanie przegród lub osłon zabezpieczających części których temperatura może spowodować oparzenia (jeśli takie występują)
- między podsystemami akumulacji należy zachować odstęp zalecany przez producenta
- operator powinien mieć możliwość monitorowania temperatur wewnątrz obudowy systemu oraz podsystemów

Zastosowane środki bezpieczeństwa przed efektami chemicznymi:

- w normalnych warunkach zagrożenia chemiczne przy zastosowaniu systemu akumulacji z ogniwami Li-Fe-PO nie występują.

Zastosowane środki bezpieczeństwa przed zagrożeniami wynikającymi z nieprawidłowego działania systemów pomocniczych, sterowania i łączności:

- w przypadku awarii lub nieprawidłowego działania elementu krytycznego dla bezpieczeństwa, system powinien automatycznie przechodzić w stan bezpieczny.

Zastosowane środki bezpieczeństwa przed zagrożeniami jakie stwarza środowisko:

- celem zabezpieczenia przez ekspozycją na warunki środowiskowe system powinien być zainstalowany zgodnie z zaleceniami producenta oraz dla kategorii S-U minimalny kod IP systemu IPX4.
- instalacja systemu zgodnie z zaleceniami producenta dotyczących dopuszczalnych temperatur eksploatacji

Zastosowane środki bezpieczeństwa przed osobami nieprzeszkolonymi:

- celem zabezpieczenia przez bezpośrednim kontaktem z osobami nieprzeszkolonymi należy stosować obudowę o minimalnym kod IP dla obudowy IP2x

Konserwacja

System magazynowania energii należy wyposażyć w łączniki pozwalające na prowadzenie bezpiecznych prac konserwacyjnych. Łącznik izolujący system akumulacji powinien być wyposażony w napęd ręczny oraz możliwość blokady położenia.

Okablowanie systemu

Należy zachować maksymalną długość kabla łączącego system magazynowania energii z falownikiem zgodną z zaleceniami producenta (nie więcej niż 2,5m). Typ, rodzaj wtyku oraz przekrój przewodów zgodny z dokumentacją producenta oraz obciążalnością długotrwałą przewodu. Połączenie interfejsu komunikacyjnego pomiędzy magazynem, a falownikiem wykonać przewodem UTP cat. 5 połączonym zgodnie dla protokołu transmisji CAN. Połączenie interfejsu komunikacyjnego pomiędzy falownikiem, a licznikiem energii elektrycznej wykonać przewodem UTP cat. 5 połączonym zgodnie dla protokołu transmisji RS485.

Magazyn energii

Wyprodukowana energia elektryczna przechowana zostanie w magazynie energii. Inwerter hybrydowy ciągle monitoruje przepływ prądu na zasilaniu rozdzielnic administracyjnej i w przypadku, gdy magazyn będzie naładowany rozpocznie oddawanie energii tak aby pokryć zapotrzebowanie instalacji.

Parametry magazynu:

| Parametr | Wartość |
|---------------------------------------|------------------------------|
| Model systemu | BOS-G45-Pro |
| Typ baterii | LiFePO ₄ (LFP) |
| Liczba modułów | 9 × 5,12 kWh |
| Energia nominalna | 46,08 kWh |
| Energia użytkowa | ok. 46,08 kWh (przy 90% DOD) |
| Napięcie nominalne systemu | 460,8 V |
| Zakres napięcia pracy | 396 – 525,6 V |
| Pojemność modułu | 100 Ah |
| Napięcie modułu | 51,2 V |
| Moc znamionowa DC | 46,08 kW |
| Prąd nominalny ładowania/rozładowania | 100 A |

| | |
|---------------------------------------|---|
| Szczytowy prąd rozładowania (2 min) | 125 A |
| Zalecana głębokość rozładowania (DOD) | 90% |
| Cykl życia | ≥6000 cykli |
| Temperatura pracy | ładowanie: 0 ~ 55°C / rozładowanie: -20 ~ 55°C |
| Temperatura przechowywania | 0 ~ 35°C |
| Komunikacja | CAN 2.0 / RS485 |
| Stopień ochrony | IP20 |
| Wilgotność | 5% ~ 85% RH |
| Montaż | Rack 19" |
| Gwarancja | 10 lat |

Próby i badania powykonawcze

Wykonaną instalację elektryczną, zabudowane urządzenia elektryczne po montażu a przed podaniem napięcia zasilającego należy poddać oględzinom, próbom oraz badaniom w celu sprawdzenia poprawności wykonania, zgodności z obowiązującymi przepisami oraz dokumentacją. Po wykonaniu instalacji wykonać pomiary ciągłości przewodów oraz oporności izolacji. Po podaniu napięcia wykonać pomiary skuteczności ochrony przeciwporażeniowej oraz badanie wyłączników różnicowo-prądowych. Zakres wymaganych prób i badań wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz PN-HD 60364-6 „Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 6: Sprawdzenie”. Z przeprowadzonych oględzin, prób, badań i pomiarów należy sporządzić protokoły. Ze względu na szczególne zagrożenie występujące podczas wykonywania prac pomiarowych zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z 17.09.1999 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych Dz.U. z 1999 r., Nr 80, poz. 912. Wszystkie prace pomiarowe należy wykonywać w zespołach dwu osobowych.

Po wykonaniu instalacji oświetleniowej należy przeprowadzić pomiary natężenia oświetlenia zgodnie z PN-EN 12464-1 „Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach”. Natężenie oświetlenia należy pomierzyć we wszystkich tych punktach pomiarowych, w których wykonywane były obliczenia (wg. załączonych wyników). Pomiary należy przeprowadzać w warunkach eksploatacyjnych po zapadnięciu zmroku, przy znamionowym napięciu zasilającym, wykonując pomiar napięcia na zaciskach rozdzielnic, co najmniej dwa razy podczas badania, raz na początku, a drugi raz na końcu badań danego budynku. Nowe lampy przed przystąpieniem do badań należy poddać wyświeceniom, w normalnych warunkach eksploatacyjnych. Pomiary należy dokonywać luksomierzem posiadającym aktualne świadectwo wzorcowania.

Dokumentacja powykonawcza

Właściwy kierownik budowy/robót ma obowiązek przygotować dokumentację powykonawczą, którą po zakończeniu robót powinien przekazać Inwestorowi. Jako dokumentację powykonawczą należy rozumieć dokumentację budowy z naniesionymi zmianami dokonanymi w toku wykonywania robót. Dokumentacja powykonawcza powinna odzwierciedlać stan faktyczny wykonanych instalacji na obiekcie. Przekazaniu Inwestorowi podlegają również protokoły wyników prób i badań powykonawczych.

Ponadto w każdej wykonanej lub rozbudowanej tablicy należy umieścić schemat odzwierciedlający jej stan faktyczny. OBLICZENIA TECHNICZNE

Dobór przewodów i zabezpieczeń ze względu na obciążalność prądową

Kable oraz przewody dobrano na wymaganą obciążalność prądową zgodnie z normą PN-HD 60364-4-43:2012. Przy doborze uwzględniono rodzaj izolacji oraz metody wykonywania instalacji. Obciążalność prądową dobranych przewodów wyznaczono w oparciu o normę PN-HD 60364-5-52:2011P.

Zgodnie z normą PN-HD 60364-4-43:2012 charakterystyka działania zabezpieczenia danego przewodu przed przeciążeniem powinna spełniać następujące warunki:

- 1) $I_B \leq I_N \leq I_Z$
- 2) $I_2 \leq 1,45 \times I_Z$,

gdzie: I_B – prąd obliczeniowy danego obwodu elektrycznego [A];

I_N – znamionowy prąd zabezpieczenia przeciążeniowego [A];

I_Z – dopuszczalna obciążalność prądowa przewodów [A];

I_2 – prąd zadziałania urządzeń zabezpieczonych dla 1÷4 h jako maksymalny prąd zadziałania [A].

UWAGI KOŃCOWE

Całość robót wykonać zgodnie z projektem i przepisami PBUE, PN, BHP i Prawem Budowlanym. Zwraca się uwagę, by wszelkie stosowane urządzenia elektryczne posiadały odpowiednie świadectwa i atesty techniczne.

Wszystkie elementy niniejszej dokumentacji (opis techniczny, schematy, rzuty) należy rozpatrywać łącznie. Opisy, plany i schematy stanowią całość i należy je rozpatrywać jako komplet dokumentacji. Jeżeli dany element nie występuje na schemacie, a został ujęty na planie (i odwrotnie), to należy go ująć, a nie wykluczyć.

Projektant:

SPIS ZAWARTOŚCI OPRACOWANIA-ZAŁĄCZNIKI

Załącznik nr 1

Tabela doboru zabezpieczeń dla ochrony przewodów i kabli przed skutkami przeciążeń

| TABELA DOBORU ZABEZPIECZEŃ DLA OCHRONY PRZEWODÓW I KABLI PRZED SKUTKAMI PRZECIĄŻEŃ (WG PN-IEC 60364-4-43:2012) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|----------------|-------|----------|-----------|-------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------------|---|--------------------|--------------|----------------------|-----------------------|----------------|-----------------|--------------------------|---------------------|---|-------------------|---|--|-----------------|
| Zasilanie | Obciążenie | Nazwa odbiorcy | Moc | Napięcie | Wsp. mocy | Prąd obliczeniowy | Typ zabezpieczenia | Prąd znam. uz. zabez. | Współczynnik k ₂ | Prąd zad. zab. I ₂ = I _n * k ₂ | Liczba torów kabli | Typ przewodu | Materiał przewodu ka | Przekrój jednokablowy | Diagonal linii | Sposób ułożenia | Obciążalność długotrwała | Wsp. popr. ułożenia | I _z = I _{ad} * K _p | Impedancja obwodu | Warunek 1 I _b ≤ I _z | Warunek 2 I ₂ ≤ 1,45 * I _z | Spadek napięcia |
| - | - | - | P | U | cos φ | I _b | - | I _n | k ₂ | I ₂ | - | - | - | s | l | - | I _{ad} | k _p | I _z | Zobl | - | - | dU |
| - | - | - | kW | V | - | A | - | A | - | A | - | - | - | mm ² | m | - | A | - | A | Ω | - | - | % |
| RAC | RGNN | -- | 30,00 | 400 | 1 | 43,3 | BEZP | 63 | 1,6 | 100,8 | 1 | N2XH5x | CU | 16 | 20 | B2 | 80 | 0,95 | 76 | 0,0232 | TAK | TAK | 0,434 |

SPIS ZAWARTOŚCI OPRACOWANIA – INSTALACJE ELEKTRYCZNE – CZĘŚĆ GRAFICZNA

- | | |
|---|----|
| 1. RZUT PIWNIC - LOKALIZACJA URZĄDZEŃ | E1 |
| 2. SCHEMAT STRUKTURALNY INSTALACJI | E2 |
| 3. RZUT DACHU – INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA | E3 |