

1. SPIS TREŚCI

1. SPIS TREŚCI	3
2. SPIS RYSUNKÓW	4
3. DOKUMENTY FORMALNO-PRAWNE	5
4. OPIS TECHNICZNY	10
4.1 Podstawa opracowania	10
4.2 Zakres opracowania	10
4.3 Definicje i pojęcia	11
4.4 Przedmiot inwestycji	12
4.5 Charakterystyka miejsca montażu instalacji	12
4.6 Opis rozwiązań projektowych	12
4.6.1 Moduły fotowoltaiczne	13
4.6.2 Falowniki fotowoltaiczne	14
4.6.3 Rozdzielnice RPV-x	15
4.6.4 Rozdzielnica RGPV-L	16
4.6.5 Ochrona przeciwprzepięciowa	16
4.6.6 Okablowanie instalacji fotowoltaicznej	16
4.6.7 Konstrukcja wsporcza	17
4.6.8 Instalacja odgromowa	17
4.6.9 Informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji PV, a także rozwiązania zmniejszające ryzyko powstania pożaru	18
4.6.10 Wyposażenie w gaśnice	18
4.6.11 Przeciwpożarowy wyłącznik prądu PWP	18
4.6.12 Sposób zapewnienia bezpieczeństwa dla ekip ratowniczo-gaśniczych	19
4.6.13 Oznakowanie budynku	20
4.6.14 Konserwacja systemu PV	20
4.7 Obliczenia techniczne	21
4.7.1 Dobór okablowania AC	21
4.7.2 Dobór nastaw wyłącznika sprzęgającego QG-PV	23
4.7.3 Dobór przekładników prądowych dla analizatora sieci ND45 w RGPV-L	23

2. SPIS RYSUNKÓW

Rys. nr IE-00. Plan sytuacyjny

Rys. nr IE-01. Instalacja fotowoltaiczna – rzut dachu

Rys. nr IE-02. Instalacja odgromowa – rzut dachu

Rys. nr IE-03. Stacja transformatorowa Hala „L” - rzut

Rys. nr IE-04. Instalacja fotowoltaiczna – schemat zasilania

Rys. nr IE-05. Instalacja fotowoltaiczna – schemat blokowy

Rys. nr IE-06. Schemat połączeń paneli PV – Inw. 1

Rys. nr IE-07. Schemat połączeń paneli PV – Inw. 2

Rys. nr IE-08. Schemat połączeń paneli PV – Inw. 3

Rys. nr IE-09. Schemat połączeń paneli PV – Inw. 4

Rys. nr IE-10. Rozdzielnica główna elektrowni fotowoltaicznej RGPV-L

3. DOKUMENTY FORMALNO-PRAWNE

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTÓW

Autorzy opracowania pn.

**DOKUMENTACJA PROJEKTOWO – TECHNICZNA ELEKTROWNI FOTOWOLTAICZNEJ NA HALI
MAZYNOWO – HANDLOWEJ „L”
Elizówka, ul. Szafranowa 6, 21-003 Ciecierzyn**

oświadczają, że dokumentacja projektowa:

- 1) na podstawie ustawy z dn.07.07.1994 r. – prawo budowlane art. 34 ust. 3d pkt 3 (z późn. zmianami) oświadczam, że projekt architektoniczno – budowlany na **nr 100/82, Elizówka, identyfikator działki 060911_2.0007.100/82 oraz działce nr 100/83, Elizówka, identyfikator działki 060911_2.0007.100/83, w miejscowości Elizówka, gmina Niemce** został wykonany zgodnie z umową, obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej, i że zostaje wydana w stanie kompletnym z punktu widzenia celu, któremu ma służyć,
- 2) został sporządzony z należytą starannością, w szczególności uwzględnia wszelkie wymagane elementy, służące do zrealizowania na jej podstawie zaplanowanej elektrowni fotowoltaicznej.

BRANŻA	PROJEKTANT:	UPRAWNIENIA:	PODPIS:
ELEKTRYCZNA	mgr inż. Monika Sobiech	upr. bud. do projektowania i kierowania bez ograniczeń w spec.: sieci, inst. i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne nr LUB/0111/PWOE/09	
ELEKTRYCZNA	mgr inż. Zbigniew Krawiec	upr. bud. do projektowania i kierowania bez ograniczeń w spec.: sieci, inst. i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne nr LUB/0356/PWBE/17	
ELEKTRYCZNA	mgr inż. Tomasz Niedziałkowski	Asystent projektanta	

Lublin, sierpień 2026 r.



LUBELSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Lublin, dnia 8 grudnia 2009 r.

LOIB.OKK.7131/7 – 7132/7/09

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów / Dz. U. z 2001 r., Nr 5, poz. 42, z późn. zm./, art. 13 ust. 1 pkt. 1 i 2, art. 14 ust. 1 pkt. 5 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane / tekst jednolity: Dz. U. z 2006 r., Nr 156, poz. 1118 z późn. zm./, oraz § 12, § 15 i § 24 ust. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie / Dz. U. z 2006 r., Nr 83, poz. 578 / i art. 104 § 1 Kodeksu postępowania administracyjnego / Dz. U. z 2000 r., Nr 98, poz. 1071 z późn. zm. /

stwierdzamy, że

Pani Monika SOBIECH

magister inżynier

urodzona dnia 29 października 1975 r. w Stalowej Woli

otrzymała

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

Nr ewidencyjny : LUB/0111/PWOE/09

*do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych*

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości zadania strony, na podstawie art. 107 § 4 Kodeksu postępowania administracyjnego / Dz. U. z 2000 r., Nr 98, poz. 1071 z późn. zm. / odstępuje się od uzasadnienia decyzji.

Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

POUCZENIE

1. Zgodnie z art. 12 ust. 7 w/w ustawy – Prawo budowlane – podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis do centralnego rejestru Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego.
2. Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Lublinie w terminie 14 dnia od daty jej doręczenia.

Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Członek

mgr inż. Maria Kosler

Członek

mgr inż. Edward Wozniak

Przewodniczący
Składu Orzekającego OKK.

dr inż. Bolesław Horyński

Otrzymują:

1. Pani Monika Sobiech
ul. Nowy Świat 25/18,
20-418 Lublin
2. Główny Inspektor
Nadzoru Budowlanego
3. a/a



- 2 -

**Szczegółowy zakres uprawnień
do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych**

Pani Monika SOBIECH

- I. Na mocy art. 12 ust.1 pkt.1 i 2 oraz art.13 ust. 3 i 4 ustawy - Prawo budowlane, w zakresie objętym w/w specjalnością , niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:
- projektowania, sprawdzania projektów budowlanych w specjalności objętej niniejszymi uprawnieniami i sprawowania nadzoru autorskiego,
 - kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,
 - kierowanie wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,
 - wykonywania nadzoru inwestorskiego
 - sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych z zastrzeżeniem art. 62 ust. 5 ustawy.
- bez ograniczeń
- II. Na mocy § 15 ust.1 i § 24 ust. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie / Dz. U. Nr 83, poz. 578 /, niniejsze uprawnienia uprawniają do:
- sporządzania projektów zagospodarowania działki lub terenu w zakresie tej specjalności,
 - projektowania obiektu budowlanego i kierowania robotami budowlanymi związanymi z obiektem budowlanym, takim jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne wraz z urządzeniami do zasilania i sterowania.

Przewodniczący
Składu Orzekającego OKK.

dr inż.  Bolesław Horyński





LUBELSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Lublin, dnia 12 grudnia 2017 r.

LOIIB.OKK.7131-404/7132-404/2017

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (t. j. Dz. U. z 2014 r. poz. 1946) i art. 12 ust. 2 i 3, art. 12 ust. 4c pkt 3, art. 14 ust. 1 pkt 4c ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t. j. Dz. U. z 2017 r. poz. 1332 ze zm.), § 10 i § 14 ust. 5 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2014 r. poz. 1278), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Zbigniew KRAWIEC

magister inżynier

urodzony dnia 4 czerwca 1968 r. w Kraśniku

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

Nr ewidencyjny: LUB/0356/PWBE/17

*do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych*

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

Pouczenie :

Od decyzji niniejszej służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Lublinie, w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Członek

mgr inż. Grzegorz Dębowski

Członek

mgr inż. Maria Kosler

Przewodniczący

mgr Edward Woźniak

Otrzymują:

1. Pan Zbigniew KRAWIEC
ul. Przygodna 13
20-804 Lublin
2. Główny Inspektor
Nadzoru Budowlanego
3. a/a



- 2 -

**Szczegółowy zakres uprawnień
do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych**

Pan Zbigniew KRAWIEC

- I.** Na mocy art. 12 ust. 1 pkt 1 - 5, art. 13 ust. 3 i 4 ustawy - Prawo budowlane, w zakresie objętym wymienioną specjalnością, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:
- projektowania, sprawdzania projektów budowlanych w specjalności objętej niniejszymi uprawnieniami i sprawowania nadzoru autorskiego;
 - kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi;
 - kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzór i kontrolę techniczną wytwarzania tych elementów;
 - wykonywania nadzoru inwestorskiego;
 - sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych;
- bez ograniczeń.**
- II.** Na mocy § 10 i § 14 ust. 5 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2014 r. poz. 1278), uprawnienia budowlane w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych bez ograniczeń uprawniają do:
- projektowania obiektu budowlanego i kierowania robotami budowlanymi takimi jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne, sieci trakcyjne metra, wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi zasilania, w tym kolejowej, trolejbusowej i tramwajowej sieci trakcyjnej, sieci trakcyjne metra oraz elektrycznego ogrzewania rozjazdów,
 - sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie specjalności objętej niniejszymi uprawnieniami.

Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Członek
mgr inż. Grzegorz Dębowski

Członek
mgr inż. Maria Kosler

Przewodniczący
mgr Edward Woźniak

4. OPIS TECHNICZNY

4.1 Podstawa opracowania

Przedmiotowy zakres dokumentacji obejmuje budowę trzech zestawów paneli fotowoltaicznych o mocach 49,92 kWp każdy oraz jednego zestawu o mocy 19,2kWp.

Łączna moc projektowanej instalacji fotowoltaicznej typu on grid (podłączonej do sieci elektroenergetycznej) wyniesie 168,96 kWp. Zlokalizowana zostanie na budynku magazynowo - handlowym „L” zlokalizowanym na terenie Lubelskiego Rynku Hurtowego S.A. w miejscowości Elizówka przy ul. Szafranowa 6, 21-003 Ciecierzyn na działce nr 100/82, Elizówka, identyfikator działki 060911_2.0007.100/82 oraz działce nr 100/83, Elizówka, identyfikator działki 060911_2.0007.100/83.

Podstawą niniejszej dokumentacji jest:

- Włeczenie Inwestora;
- Wytyczne projektowe otrzymane od Inwestora;
- Wizja lokalna przeprowadzona na obiekcie;
- Aneksu nr 10 do umowy nr 369552 z dn. 07.11.2013r. o przyłączenie do sieci dystrybucyjnej PGE Dystrybucja S.A. elektrowni fotowoltaicznej w miejscowości Elizówka,
- Załącznika nr 1 do umowy o przyłączenie do sieci dystrybucyjnej, nr pisma 73094/PS.MM-4130/188/13Ustawa z dnia 07.07.1994 r. Prawo budowlane z późniejszymi zmianami (Dz. U. z 2020 r. poz. 1333);
- Polska Norma PN-EN 62446-1: "Systemy fotowoltaiczne (PV) -- Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania -- Część 1: *Systemy podłączone do sieci -- Dokumentacja, odbiory i nadzór*",
- Polskie Normy przywołane w niniejszym opracowaniu;
- Inne obowiązujące przepisy i normy, w szczególności dotyczące instalacji elektrycznych;
- Archiwalnej dokumentacji powykonawczej ustępnionej przez Inwestora;
- Kart katalogowych urządzeń i systemów stanowiących podstawę wytycznych technicznych.

4.2 Zakres opracowania

Ze względu na konieczność zastosowania jednego systemu sterowania i nadzoru (telemechaniki) instalacji fotowoltaicznych projektowanych na hali „L” i hali „K” niniejsze opracowanie zostało podzielone na dwa tomy.

Tom 1. „Instalacja fotowoltaiczna” obejmuje

- trasy kablowe,
- konstrukcja pod panele i zabezpieczenie dachu,
- moduły fotowoltaiczne,
- zabezpieczenia DC i AC,

- montaż i konfiguracja falowników,
- rozdzielnice: RPV-1, RPV-2, RPV-3, RPV-4
- okablowanie DC i AC,
- instalacja odgromowa.

Tom 2. „Telemechanika dla instalacji fotowoltaicznych – hala „K” i „L” obejmuje

- montaż szafy głównej elektrowni fotowoltaicznej S.ZAB, wyposażonej w zabezpieczenie typu BELplus OZE,
- montaż szafy obiektowej elektrowni fotowoltaicznej S.PV wyposażonej w sterownik farmy fotowoltaicznej typu SPV RM,
- montaż Data Loggera dla nadzoru inwerterów instalacji fotowoltaicznej,
- montaż okablowania,
- montaż telemechaniki obiektowej dla telesterowania z OSD.

4.3 Definicje i pojęcia

Pojęcia związane wg normy PN-HD 60364-7-712:

- Ogniwo PV – najmniejszy element systemu PV, który wytwarza energię elektryczną w warunkach ekspozycji na światło takie jak promieniowanie słoneczne;
- Moduł PV – najmniejszy, w pełni chroniony przed wpływami środowiska zespół połączonych ze sobą ogniw PV;
- Kolektor PV – mechanicznie i elektrycznie zintegrowany zespół modułów PV i innych niezbędnych elementów, które tworzą jednostkę zasilającą prądem stałym;
- Łańcuch PV – obwód, w którym łączy się szeregowo moduły PV, w celu wytworzenia w kolektorze PV wymaganego napięcia wyjściowego;
- Skrzynka połączeniowa kolektora PV – (Junction Box) obudowa, w której wszystkie łańcuchy PV jakiegokolwiek kolektora PV są połączone elektrycznie i gdzie są umieszczone zabezpieczenia;
- Przewód główny DC systemu PV – przewód łączący skrzynkę połączeniową generatora PV z zaciskami DC inwertera PV;
- Falownik PV – urządzenie, które przetwarza napięcie i prąd stały na w napięcie i prąd przemienny;
- STC, Standard Test Conditions STC (Standard Test Conditions) w skrócie: prostopadłe promieniowanie słońca o mocy 1000W na jeden m², przy temperaturze 25C. Spektrum AM=1,5 (Air Mass), zgodnie z ASTM G173-03 oraz IEC 60904-3;
- NOCT (Nominal Operating Cell Temperature) – jest zdefiniowane jako temperatura osiągnięta przez pojedyncze ogniwo PV w układzie bez obciążenia odbiornikiem przy spełnieniu poniższych warunków:
 - promieniowanie na powierzchnię Ogniwa PV = 800 W/m² -temperatura powietrza = 20°C;
 - prędkość wiatru = 1 m/s;

- sposób montażu = nie zastonięta tylna część panelu;
- Sprawność systemów solarnych ($\eta\%$) – Stopień zamiany energii słonecznej na elektryczną mierzony jest w %. Wówczas moduł PV o sprawności np. 15% z powierzchni 1m^2 (jednego metra kwadratowego) w ciągu godziny wyprodukuje 150Wh energii elektrycznej, według międzynarodowego standardu STC ($1000\text{W}/\text{m}^2$, temp. 25°C). W dni o słabszym nasłonecznieniu produkcja prądu będzie mniejsza. Różne technologie PV (mono-polikrystaliczne, amorficzne) charakteryzują się różną sprawnością. Moc znamionowa modułów np. 20, 100 czy 200Wp wynika z ich powierzchni oraz pośrednio sprawności, która wynika z technologii produkcji PV;
- Flash Test – modułów fotowoltaicznych ma na celu dokładny pomiar charakterystyki I- U modułu fotowoltaicznego w warunkach STC. Powyższe badania pozwalają określić tolerancje oraz powtarzalność maksymalnej mocy wejściowej, sprawności oraz parametrów elektrycznych modułów fotowoltaicznych.

4.4 Przedmiot inwestycji

Przedmiotem inwestycji będzie montaż instalacji fotowoltaicznej o łącznej mocy 168,96kWp, zlokalizowanej na dachu budynku hali „L” Lubelskiego Rynku Hurtowego S.A. w celu zasilenie potrzeb własnych.

Instalacja oparta jest na modułach fotowoltaicznych firmy Jinko JKM460M oraz falownikach SUN2000 firmy HUAWEI.

4.5 Charakterystyka miejsca montażu instalacji

Lokalizacja: Hala magazynowo – handlowa „L”, Elizówka, ul. Szafranowa 6, 21-003 Ciecierzyn;

Obiekt: Budynek magazynowy;

Typ dachu: Płaski;

Poszycie dachu: Membrana;

Instalacja odgromowa obiektu: istniejąca, projektowane maszty odgromowe oraz modyfikacja istniejących zwodów poziomych.

4.6 Opis rozwiązań projektowych

Projektuje się wybudowanie elektrowni fotowoltaicznej złożonej z 352 modułów fotowoltaicznych o mocy 480 Wp, co daje łączną moc zainstalowaną 168,96 kWp. Instalacja zostanie podzielona na 4 inwertery: 3 inwertery o mocach 50kW każdy oraz jeden o mocy 20kW.

Zaprojektowano podłączenie instalacji fotowoltaicznej do wewnętrznej instalacji elektrycznej obiektu. Wytworzona energia zostanie wykorzystana na potrzeby własne budynku a jej nadwyżka zostanie przekazana za pośrednictwem stacji transformatorowej i wewnętrznej sieci średniego napięcia do rozdzielni SN znajdującej się w hali „G”, a następnie do pozostałych odbiorów sieci energetycznej Inwestora, w ten sposób nadwyżka mocy zostanie w pełni wykorzystana przez pozostałe budynki należące do Inwestora. **Generowana moc z projektowanej instalacji fotowoltaicznej nie będzie przekazywana do sieci operatora dystrybucyjnego (OSD).** Schemat ideowy projektowanej instalacji fotowoltaicznej przedstawiono na rysunku IE-05.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami instalacje OZE o mocy nominalnej powyżej 50 kWp i mniejszych niż 200kWp podlegają uzyskaniu warunków przyłączenia do zakładu energetycznego, pozwolenia na budowę, uzgodnienia dokumentacji projektowej, wpisu do MIOZE w Urzędzie Regulacji Energetyki.

Moc projektowanej instalacji fotowoltaicznej DC obliczono w oparciu o dane modułu fotowoltaicznego, zgodnie z równaniem:

$$P_{PV} = LM * P_{STC PV}$$

gdzie: P_{PV} – moc instalacji fotowoltaicznej [Wp]

LM – liczba modułów fotowoltaicznych w instalacji [szt.]

$P_{STC PV}$ – moc jednostkowa modułu fotowoltaicznego w warunkach STC [Wp]

Moc AC instalacji fotowoltaicznej równa jest sumy mocy wyjściowej falowników i wynosi 170kW.

Instalację fotowoltaiczną stanowić będą:

- moduły fotowoltaiczne;
- falowniki fotowoltaiczne współpracujące z modułami fotowoltaicznymi;
- rozdzielnice fotowoltaiczne prądu stałego (RPV-DC);
- rozdzielnice fotowoltaiczne prądu zmiennego (RPV-1 - 3, RG-PV);
- wyposażenie rozdzielnic głównej obiektu na potrzeby instalacji fotowoltaicznej;
- okablowanie prądu stałego (DC) i zmiennego (AC).

4.6.1 Moduły fotowoltaiczne

Na dachu budynku hali „L”, zaprojektowano 352 moduły fotowoltaiczne typu Jinko JKM480N60HL4-V o mocy 480Wp każdy o łącznej mocy 168,96kWp.

Podstawowe parametry paneli fotowoltaicznych:

Dane techniczne panel JKM480N60HL4-V	Parametr
Typ ogniwa	Monokrystaliczne typ N
Wymiary	1903x1134x30mm
Moc maksymalna P_{max}	480W
Napięcie maksymalne dla P_{max} U_{mp}	35,38V
Prąd maksymalny dla P_{max} I_{mp}	13,57A
Napięcie obwodu otwartego U_{oc}	42,71V
Prąd obwodu zwartego I_{sc}	14,31A
Sprawność modułu	22,24%

Temperatura pracy	-40°C ...+85°C
Maksymalne napięcie układu	1000/1500VDC (IEC)
Maksymalne zabezpieczenie szeregowe	25A
Współczynnik temperaturowy mocy P_{max}	-0,35%/°C
Współczynnik temperaturowy napięcia U_{oc}	-0,28%/°C
Współczynnik temperaturowy prądu I_{sc}	0,048%/°C
Nominalna temperatura pracy	45±2°C

4.6.2 Falowniki fotowoltaiczne

Zadaniem falowników fotowoltaicznych jest przekształcenie wygenerowanej przez moduły fotowoltaiczne energii na prąd przemienny oraz przekazanie jej do instalacji elektrycznej.

Falownik po wykryciu obecności napięcia strony AC (0,4kV) synchronizować się będzie z siecią OSE (Operatora Systemu Energetycznego). Po zaniku napięcia OSE inwertery będą przechodzić automatycznie w tryb uśpienia (ang. Stand-By), aż do momentu powrotu napięcia sieciowego. Wykrywanie zaniku napięcia sieci OSE odbywać się będzie zgodnie z normą VDE 0126-1-1 (tzw. „zabezpieczenie antywyspowe”).

Zaprojektowano falowniki wyposażone w:

- manualny rozłącznik po stronie generatora DC na czas serwisu;
- system kontroli temperatury pracy elektroniki sterującej.

W poniższych tabelach przedstawiono parametry techniczne zaprojektowanych falowników fotowoltaicznych beztransformatorowych. Zgodnie z warunkami przyłączenia do sieci zaprojektowano trzy falowniki Huawei SUN2000-50KTL M0 i falownik Huawei SUN2000-20KTL M0.

Parametry zaprojektowanych inwerterów:

Dane techniczne inwertera beztransformatorowy	Huawei SUN2000-50KTL M0	Huawei SUN2000-20KTL M0
Wejście (Prąd stały - DC)		
Max. napięcie wejściowe	1100V	1100V
Zakres napięcia wejściowego MPP / znamionowe napięcie wejściowe	200-1000V / 600V	200-1000V / 600V
Liczba niezależnych wejść MPP / pasm na wejście MPP	8 / 4	4 / 2
Wyjście (Prąd zmienny - AC)		
Napięcie znamionowe AC	220V/380V, 230V/400V	220V/380V, 230V/400V
Moc znamionowa	50 000 W	20 000 W
Moc maksymalna ($\cos \phi = 1$)	55 000 W	22 000 W
Częstotliwość sieci AC	50Hz	50Hz

Maks. prąd wyjściowy	79,8A	33,6A
Regulowany współczynnik $\cos \phi$	0,8 – 0,8 ind./poj.	0,8 – 0,8 ind./poj.
Liczba faz zasilających / podłączonych faz	3/3 + N + PE	3/3 + N + PE
Max. wydajność / wydajność wg norm EU	98,5% / 98,0%	98,4% / 98,2%
Wyposażenie		
Wyświetlacz	LED, Bluetooth/WLAN+APP	
Gwarancja	5 lat	
Certyfikaty i dopuszczenia	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 62910, IEC 60068, IEC 61683, IEC 61727, G59/3, VDE 4105/0126, EN 50438, Philippine Resolution No. 07, PO 12.9, AS/NZS 4777.2, DEWA, NRS 097-2-1, IEEE 1547, ABNT, PEA, MEA, NB/T 32004	
Możliwość instalacji wewnątrz i na	TAK / IP66	
Rozłącznik DC	Zintegrowany	
Temperatura pracy	-25 °C ... +60 °C	
Interfejsy:	RS485, USB, MBUS,	

Falowniki powyższe znajdują się na liście PTPIREE i zostały pozytywnie zweryfikowane przez Operatorów Systemów Dystrybucyjnych (OSD). Zgodnie z warunkami przyłączenia do sieci falowniki muszą być wyposażone w port komunikacyjny obsługujący protokół SUNSPEC.

SunSpec Modbus jest protokołem komunikacyjnym opartym na architekturze klient/serwer. Protokół zapewnia łatwą i niezawodną komunikację między klientem, a jednym lub kilkoma serwerami (którymi w tym wypadku są falowniki). Możliwe jest przy tym bezpośrednie połączenie szeregowe między urządzeniami poprzez interfejs RS485 (Modbus RTU) lub komunikacja sieciowa (Modbus TCP). Modele danych niezależne od producenta zdefiniowane przez SunSpec Alliance zawierają parametry i ustawienia potrzebne do monitorowania systemów peryferyjnych źródeł energii (DER) na poziomie komponentów i sterowania nimi.

Falowniki zostaną zamontowane istniejących konstrukcjach wsporczych dla central wentylacyjnych. Należy wykonać konstrukcję montażową na której zostaną umieszczone falowniki, rozdzielnice RPV oraz łączniki bezpieczeństwa. na elewacji południowo-zachodniej budynku. Nad falownikami i zamontowanymi obok rozdzielnicami należy zamontować daszek chroniący urządzenia przed bezpośrednim oddziaływaniem promieni słonecznych i opadów atmosferycznych.

4.6.3 Rozdzielnice RPV-x

Projektuje się podłączenie wszystkich łańcuchów modułów PV do falownika za pośrednictwem rozdzielnic połączeniowo- ochronnych RPV-x. Rozdzielnice te zostaną zamontowane obok falowników. Podzielone one zostaną na sekcję DC wyposażoną w ochronniki przeciwprzepięciowe DC 1000V typu I+II oraz w sekcję AC wyposażoną w ochronnik przeciwprzepięciowy typu I+II, zabezpieczenie główne AC – wyłącznik nadprądowy C 100A oraz zabezpieczenie wyłącznika bezpieczeństwa strony DC. Projektowana rozdzielnica RPV-x będzie wykonana jako hermetyczna (IP65) z tworzywa sztucznego (II klasa izolacji). Schematy rozdzielnic przedstawiono na rysunkach IE-06 do 08.

4.6.4 Rozdzielnica RGPV-L

W celu odbioru energii z projektowanej instalacji fotowoltaicznej oraz wprowadzenia jej do instalacji elektrycznej obiektu (rozdzielnicę głównej – RNNr-10) zaprojektowano zbiorczą rozdzielnice obiektową RG-PV. Projekt rozdzielnic na rys. IE-09 oraz w tomie 2 „Teletechnika – hala „K” i „L”. Dobór nastaw wyłącznika głównego Q-PV oraz przekładników prądowych znajduje się w obliczeniach technicznych.

4.6.5 Ochrona przeciwprzepięciowa

Usytuowanie urządzeń piorunowo-ochronnych zostało przedstawione na rysunku IE-03. Dla zabezpieczenia instalacji fotowoltaicznej należy zastosować ogranicznik przepięć typu 1+2. Dla zabezpieczenia przeciwprzepięciowego falowników od strony AC należy zastosować ochronę przeciwprzepięciową typu 1+2, zabezpieczającą falownik fotowoltaiczny przed przepięciami w sieci elektroenergetycznej. Jako uzupełnienie ochrony przeciwprzepięciowej instalacji PV oraz jako główną ochronę przepięciową budynku zaprojektowano w rozdzielnicę główną RGnN ograniczniki przepięć typu 1+2.

4.6.6 Okablowanie instalacji fotowoltaicznej

Dla instalacji projektuje się 17 stringów. Moduły należy łączyć ze sobą szeregowo. Przewody powrotne DC w kierunku falownika należy układać możliwie jak najbliżej przy przewodach łączących moduły w celu uniknięcia powstania pętli indukcyjnej. W miejscach, gdzie przewód powrotny wystawiony będzie bezpośrednio na słońce, należy go układać w rurze ochronnej fi 32 UV. Odcinek powrotny stringu wykonany zostanie przewodem solarnym 10mm².

Okablowanie między poszczególnymi kolektorami PV (grupą/stringami modułów PV), a inwerterami zaprojektowano przy wykorzystaniu kabli solarnych o poniższych parametrach:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- pojedyncza wiązka,
- podwójna izolacja,
- przekrój : 10 mm²,
- żyły: wg PN/EN-60228, miedziane wielodrutowe klasy 5.

Do połączeń przewodów stringowych z modułów i odcinka powrotnego projektuje się konektory fotowoltaiczne MC4. Parametry techniczne złącz przewodów systemu fotowoltaicznego:

- maksymalny prąd systemu fotowoltaicznego: 63A;
- maksymalne napięcie systemu fotowoltaicznego: 1000V;
- termiczne warunki pracy: pomiędzy -40°C - +90°C;
- stopień ochrony: IP65.

Okablowanie DC z dachu należy poprowadzić do rozdzielnic zabezpieczeń RPV zlokalizowanej przy każdym inwerterze. Przewody + i – należy podłączyć do ograniczników przepięć oraz inwertera. Od każdego ogranicznika przepięć należy wyprowadzić przewód ochronny LgY 1x16 mm² do projektowanej lokalnej szyny uziemiającej umieszczonej przy inwerterze, a następnie wykonać

połączenie przewodem LgY 1x25/35 mm² od lokalnej szyny uziemiającej do głównej szyny uziemiającej budynku.

W celu wyprowadzenia mocy z inwertera nr 1 projektuje się odcinki instalacji AC wykonane kablem YKXS 5x50 mm² oraz z inwertera nr 2 i 3 projektuje się odcinki instalacji AC wykonane kablami YKXS 5x35 mm². Przy inwerterach projektuje się montaż rozdzielnic z zabezpieczeniem AC wyposażonej w wyłącznik nadprądowy C 100A oraz czteropolowy ogranicznik przepięć typu I+II, do którego należy podłączyć projektowane kable YKXS oraz przewód odprowadzający LgY 1x16 mm². Przewód odprowadzający podłączyć do projektowanej lokalnej szyny uziemiającej. Przewody wyprowadzenia mocy poprowadzić od rozdzielnic RPV-1, RPV-2, RPV-3, RPV-4 do rozdzielnicy RG-PV, zlokalizowanej w pomieszczeniu stacji transformatorowej. W rozdzielnicy należy zabudować rozłączniki bezpiecznikowe 160A z wkładkami 100A NH00 (dla inwerterów o mocy 50kW) oraz z wkładkami 50A NH00 (dla inwertera o mocy 20kW).

4.6.7 [Konstrukcja wsporcza](#)

Projekt przewiduje montaż modułów fotowoltaicznych na dachu płaskim z wykorzystaniem systemu montażowego na dach płaski typu balastowego. Należy stosować rozwiązania systemowe jednego producenta.

Moduły zostaną zamontowane za pomocą dyktowanej pod panele konstrukcji balastowej na dach płaski. Należy stosować wyłącznie rozwiązania systemowe jednego producenta. Zgodnie z załączoną do projektu ekspertyzą techniczną dopuszczalne obciążenie od baterii i elementów dociągających podkonstrukcję nie powinno przekroczyć wartości 50 kg/m² (0,50 kN/m²). W zależności od wybranego materiału konstrukcji montażowej, należy sprawdzić czy wartość dopuszczalna nie została przekroczona.

Ze względu istniejące pokrycie wykonane z membrany dachowej należy całą powierzchnię dachu, na której usadowiona będzie konstrukcja, należy pokryć dodatkowo papą termozgrzewalną. Całość prac należy wykonać tak, aby istniejące pokrycie dachowe nie zostało naruszone. Wszelkie dodatkowe elementy wsporcze, np. wsporniki instalacji odgromowej czy tras kablowych, należy zamontować również na paskach papy termozgrzewalnej. Nie zezwala się na montaż jakichkolwiek elementów bezpośrednio na membranie.

Konstrukcja montażowa zostanie odchylona na południe pod kątem 15°. Moduły będą montowane do konstrukcji w układzie poziomym. Do mocowania modułów stosuje się klemy montażowe środkowe oraz krańcowe. W celu wyrównania potencjału konstrukcji wszystkie szyny należy połączyć ze sobą przewodem LgY 16mm², a następnie do instalacji odgromowej.

4.6.8 [Instalacja odgromowa](#)

Ze względu na montaż urządzeń instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku konieczna jest modernizacja instalacji odgromowej. W tym celu należy zdemontować elementy instalacji odgromowej, takie jak maszty odgromowe, zwody poziome wraz z uchwyty, w miejscach kolidujących z instalacją fotowoltaiczną. W ich miejsce należy zastosować maszty odgromowe izolowane oraz przewody wysokonapięciowe izolowane. Maszty odgromowe chroniące centrale wentylacyjne należy zdemontować i ponownie zamontować w nowych miejscach. Wszystkie elementy

instalacji odgromowej należy zamontować, przymocować do dachu na paskach papy termozgrzewalnej. Nie zezwala się na montaż jakichkolwiek elementów bezpośrednio na membranie.

Dokładny plan instalacji odgromowej wskazuje rys. nr IE-03

4.6.9 Informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji PV, a także rozwiązania zmniejszające ryzyko powstania pożaru.

W przedmiotowym projekcie instalacji fotowoltaicznej trzymano się następujących zasad wiedzy technicznej mających na względzie zminimalizowanie ryzyka powstania pożaru:

Połączenia DC zaprojektowano za pomocą szybkozłączek tego samego typu i producenta.

- Zminimalizowano w instalacji ilość połączeń DC.
- Zaprojektowano trasy przewodów DC na płaskich dachach poprowadzono w metalowych korytach kablowych trwale przymocowanych do konstrukcji wsporczej (eliminując wszelkie ostre krawędzie).
- Wykluczono prowadzenie kabli DC bezpośrednio po powierzchni dachu.
- Trasy kablowe będą odpowiednio oznakowane „Niebezpieczeństwo – wysokie napięcie DC w ciągu dnia obecne po wyłączeniu instalacji”
- W pomieszczeniu falownika kable lub przewody należy prowadzić w kanałach elektroinstalacyjnych lub rurkach elektroinstalacyjnych z wyłączeniem obszaru bezpośrednio przy falowniku, gdzie przewody mogą być wyprowadzone bez osłon, jednak nie więcej niż 40 cm bezpośrednio przy ścianach i pod sufitami na odpowiednio przygotowanych konstrukcjach nośnych.
- Falownik fotowoltaiczny musi mieć zapewnioną przestrzeń wentylacyjną zgodnie z wymogami danego producenta. Falownika fotowoltaicznego nie należy zabudowywać bez zapewnienia wymaganej wentylacji będącej w stanie odprowadzić wydzielaną energię cieplną.
- Falownik fotowoltaiczny powinien być montowany na podłożu niepalnym o klasie reakcji na ogień nie gorszej niż A2 (niepalne). Wyklucza się montaż falownika na płytach drewnianych, drewnopochodnych, z tworzyw sztucznych itp.

4.6.10 Wyposażenie w gaśnicę

Należy zapewnić wyposażenie instalacji PV w gaśnicę proszkową 4 kg ABC zlokalizowaną w pobliżu falownika PV. Do gaśnicy winien być zapewniony dostęp o szerokości nie mniejszej niż 1m. Dostarczenie gaśnicy dla instalacji PV po stronie użytkownika.

4.6.11 Przeciwpożarowy wyłącznik prądu PWP

Z uwagi na to, że instalacja PV montowana jest na budynku o kubaturze powyżej 1000 m³ dla budynku wymagane jest zapewnienie przeciwpożarowego wyłącznika prądu. Z uwagi, że budynek jest wyposażony w Przeciwpożarowy Wyłącznik Prądu nie przewiduje się wprowadzania zmian w istniejącą instalację. Należy poprowadzić pomiędzy projektowaną rozdzielnicą RGPV-L a istniejącą rozdzielnicą główną hali L – RG przewód NHXH 2x1,5mm² PH90, w celu przekazania sygnału z istniejących PWP do

wyzwalacza w projektowanym wyłączniku sprzęgającym Q-PV. W istniejącej rozdzielnicy RG zamontować złączki umożliwiające podłączenie przewodów istniejących i projektowanego.

Użycie istniejącego wyłącznika PWP będzie powodowało zadziałanie wyłącznika głównego w RG oraz w RGPV-L., co w efekcie da zanik napięcia w całym obiekcie i odcięcie zasilania z sieci energetycznej oraz instalacji fotowoltaicznych znajdujących się na budynku. Jako dodatkowe zabezpieczenie projektuje się wyłącznik bezpieczeństwa odcinający równocześnie moduły fotowoltaiczne od inwerterów po stronie DC.

4.6.12 Sposób zapewnienia bezpieczeństwa dla ekip ratowniczo-gaśniczych

W budynku obwody DC mające szczególne znaczenie dla służb podczas prowadzenia działań ratowniczych. Obwód prądu stałego (okablowanie DC) znajduje się pomiędzy elementami generatora słonecznego a falownikiem. Napięcie DC w tym obwodzie najczęściej zawiera się w zakresie 250–900V, a w wybranych instalacjach może być jeszcze wyższe. Do porażenia prądem stałym może dojść w przypadku kontaktu (dotknięcia) jednocześnie biegunów dodatniego i ujemnego. Podczas działań ratowniczych i awaryjnych stanów pracy instalacji PV szczególne zagrożenie stanowią uszkodzenia elementów instalacji PV, w tym przede wszystkim okablowania. Do przeniesienia napięcia może dojść np. na ramię/mocowaniu uziemionego modułu PV poprzez wyrównanie potencjałów. Takie przeniesienie napięcia może doprowadzić do porażenia prądem przy dotknięciu (poruszeniu) innego przewodu. Do porażenia może dojść również w przypadku bezpośredniego kontaktu z uszkodzonym przewodem DC w budynku. Dlatego przyjęte zabezpieczenia mają na celu zminimalizowanie ryzyka porażenia prądem elektrycznym.

W budynku bezpieczeństwo ekip ratowniczo-gaśniczych zapewniono poprzez prowadzenie przewodów DC oraz montaż falownika na zewnątrz budynku. Takie rozwiązanie całkowicie wyklucza narażenie strażaków na porażenie prądem elektrycznym w przypadku prowadzenia działań wewnątrz budynku. Po stronie zewnętrznej sama instalacja nie stanowi szczególnego zagrożenia, ponieważ jednostki ratowniczo-gaśnicze posiadają opracowane procedury gaszenia instalacji PV. Jednocześnie budynek będzie posiadał stosowne oznaczenia informujące o tym, że w budynku występuje instalacja PV oraz zostaną oznaczone przebiegi tras DC na elewacji i dachu.

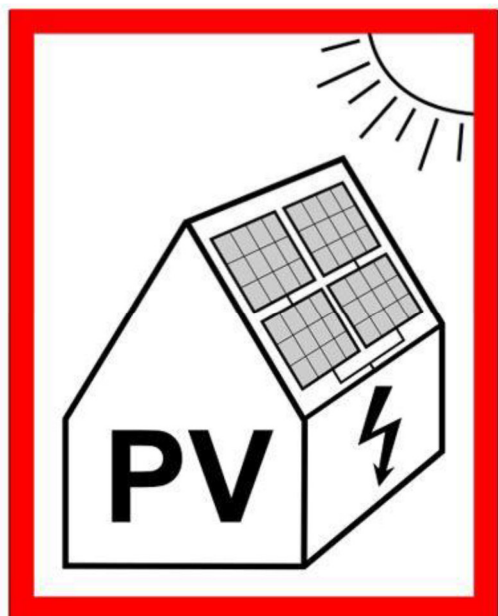
Po wykonaniu instalacji fotowoltaicznej w budynku, należy złożyć zawiadomienie do Państwowej Straży Pożarnej. Do zawiadomienia należy dołączyć kartę informacyjną, czyli plan instalacji fotowoltaicznej dla ekip ratowniczych. Kluczowe dla organów PSP jest pozyskanie podstawowych informacji na temat danej instalacji PV. Część graficzna powinna zawierać:

- obszar lokalizacji modułów PV;
- lokalizację falowników PV;
- miejsca usytuowania elementu (np. rozłącznika) zapewniającego odłączenie napięcia po stronie DC falownika (nawet jeśli stanowi wyposażenie falownika PV);
- przebieg tras przewodów prądu stałego (po stronie DC) pozostających pod napięciem;
- opcjonalnie przebiegu tras kablowych prądu przemiennego;
- legendę zastosowanych oznaczeń graficznych i literowych;
- wskazanie osób lub podmiotów opracowujących plan oraz datę jego opracowania.

4.6.13 Oznakowanie budynku

Obiekty, w których zamontowana jest instalacja PV, powinny być oznakowane. Odpowiednie oznakowanie i plan instalacji fotowoltaicznej obiektu są dla ekip ratowniczych istotnym elementem mającym wpływ na szybkie przeprowadzenie rozpoznania i podjęcie właściwych decyzji. Są one pomocne zarówno dla osób znajdujących się w środku, jak i na zewnątrz budynku. Informują między innymi o lokalizacji wyłączników DC. Piktogramy informujące o zastosowaniu instalacji PV powinny być umieszczone:

- w rozdzielni głównej budynku;
- obok głównego licznika energii (jeśli jest oddalony od rozdzielni głównej);
- obok głównego wyłącznika;
- w rozdzielnicy, w której instalacja fotowoltaiczna przyłączona jest do instalacji elektrycznej budynku.
- natomiast schemat instalacji PV (plan instalacji fotowoltaicznej dla ekip ratowniczych) w miejscu łatwo dostępnym dla ratowników, np. szafce przyłącza elektrycznego do budynku.



4.6.14 Konserwacja systemu PV

Istotnym elementem w zapobieganiu pożarów instalacji fotowoltaicznych jest wykonywanie okresowych przeglądów, które będą w stanie wykryć potencjałe usterki dzięki czemu możliwe będzie podjęcie czynności naprawczych na wczesnym etapie. Okresowa konserwacja instalacji fotowoltaicznej oraz wykonanie testów i pomiarów wskazanych w szczególności w normie PN-EN 62446-2, która zawiera wskazówki dotyczące takiej okresowej konserwacji powinna być wykonywana przynajmniej raz w roku jednak nie rzadziej niż wynika to z wskazań danego producenta instalacji, falownika, modułów.

4.7 Obliczenia techniczne

4.7.1 Dobór okablowania AC

Do obliczenia przekrojów kabli przyjęto moc znamionową falowników. Obliczenie przekroju kabli i zabezpieczenia dla falowników wykonano wg poniższych zależności:

Zabezpieczenie przeciążeniowe przewodów powinno spełniać następujące warunki:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \text{ (warunek 1)}$$

I_B – prąd obliczeniowy w obwodzie elektrycznym (prąd obciążenia przewodów), [A]

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\varphi}$$

P – moc znamionowa [kW]

U_n – napięcie znamionowe [V]

I_Z – dopuszczalna obciążalność prądowa długotrwała przewodu, [A]

I_n – prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego

oraz

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \leq k \cdot I_n \text{ (warunek 2)}$$

I_2 – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego

I_Z – dopuszczalna obciążalność prądowa długotrwała przewodu, [A]

k – współczynnik krotności prądu powodującego zadziałanie zabezpieczenia, który przyjmuje wartość 1,45 wyłączników nadprądowych o charakterystyce B, C, D oraz 1,6 dla bezpieczników topikowych

I_n – prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego

Spadek napięcia obliczamy ze wzoru:

$$\Delta U_{\%} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_B \cdot l \cdot \cos\varphi \cdot 100}{\sigma \cdot U_n \cdot s}$$

I_B – prąd obliczeniowy [A]

l – długość linii [m]

σ – przewodność, dla miedzi 56, dla aluminium 35

U_n – napięcie znamionowe [V]

s – przekrój kabla zasilającego [mm²]

Dla obliczonego prądu falowników dobrano wyłączniki nadprądowe, bezpieczniki mocy i kable zasilające.

Wyniki obliczeń dla rozdzielnic RG-PV zestawiono w poniższej tabelce.

Projekt techniczny elektrowni fotowoltaicznej na hali mazynowo - handlowej „L”
Elizówka, ul. Szafranowa 6, 21-003 Ciecierzyn

OBWODY ODBIORCZE				OBciążENIE				ZABEZPIECZENIE				OKABLOWANIE						SPRAWDZENIE DOBORU						spadek napięcia			
				Moc czynna zainstalowana	Współczynnik mocy	Współczynnik jednoczesności	Prąd obliczeniowy	Typ zabezpieczenia	Prąd znamionowy zabezpieczenia	Charakterystyka zabezpieczenia	Współczynnik zadziałania zabezpieczenia	Prąd zadziałania zabezpieczenia	Materiał żyły	Przekrój żyły	Materiał izolacji	Sposób ułożenia przewodów	Obciążalność długotrwała przewodu	Obciążalność przewodu skorygowana	warunek 1: obciążalność długotrwała $I_B < I_n < I_Z$				warunek 2: przeciążalność prądowa $I_2 < 1,45 \cdot I_Z$				
																			I_B	I_n	I_Z	[TAK/NIE]	I_2		$1,45 \cdot I_Z$	[TAK/NIE]	
Lp.	Zasilanie	Nazwa odbioru	odległość	P_i	$\cos\phi$	K_j	I_B	[-]	I_n	[-]	k_2	$I_2 = k_2 \cdot I_n$	[-]	[mm ²]	[-]	[-]	I_Z'	$I_Z = I_Z' \cdot k_p$	I_B	I_n	I_Z	[TAK/NIE]	I_2	$1,45 \cdot I_Z$	[TAK/NIE]	[%]	
			[m]	[kW]	[-]	[-]	[A]		[A]		[-]	[kW]					[A]	[A]	[A]	[A]	[A]		[A]	[A]			
I																											
1	RGPV-L	RPV-1 (Inwerter 1)	105	50	0,97	1	74,40	bezp.	100	gG	1,60	160	Cu	50	XLPE	E	192	192	74,4	100	192	TAK	160	278,40	TAK	1,12	
2	RGPV-L	RPV-2 (Inwerter 2)	55	50	0,97	1	74,40	bezp.	100	gG	1,60	160	Cu	35	XLPE	E	158	158	74,4	100	158	TAK	160	229,10	TAK	0,84	
3	RGPV-L	RPV-3 (Inwerter 3)	75	50	0,97	1	74,40	bezp.	100	gG	1,60	160	Cu	35	XLPE	E	158	158	74,4	100	158	TAK	160	229,10	TAK	1,14	
4	RGPV-L	RPV-4 (Inwerter 4)	75	20	0,97	1	29,76	bezp.	50	gG	1,60	80	Cu	16	XLPE	E	100	100	29,8	50	100	TAK	80	145,00	TAK	1,00	
5	RNNr-10	RGPV-L	10	170	0,97	1	252,96	bezp.	315	gG	1,60	504	Cu	150	XLPE	E	399	399	253,0	315	399	TAK	504	578,55	TAK	0,12	

4.7.2 Dobór nastaw wyłącznika sprzęgającego QG-PV

Do obliczenia nastaw wyłącznika sprzęgającego przyjęte zostały maksymalne prądy obliczeniowe wynikające z zainstalowanych paneli fotowoltaicznych.

OBWODY ODBIORCZE			OBCIĄŻENIE						
			Moc czynna zainstalowana	Moc bierna zainstalowana	Współczynnik mocy	Współczynnik jednoczesności	Moc czynna obliczeniowa	Napięcie znamionowe	Prąd obliczeniowy
Lp.	Zasilanie	Nazwa odbioru	P_i [kW]	Q_i [kvar]	$\cos\varphi$ [-]	K_j [-]	P_o [kW]	U_n [V]	I_B [A]
I									
1	Inwerter 1	RPV-1	49,92	12,51	0,97	1	49,9	400	74,28
2	Inwerter 2	RPV-2	49,92	12,51	0,97	1	49,9	400	74,28
3	Inwerter 3	RPV-3	49,92	12,51	0,97	1	49,9	400	74,28
4	Inwerter 4	RPV-4	19,2	4,81	0,97	1	19,2	400	28,57
		Razem	168,96		0,97	1	169,0	400	251,42

Sumaryczny prąd inwerterów wynikający z mocy znamionowej zainstalowanych paneli wynosi:

$$I_{INW1-5} = 251,42A$$

Zabezpieczenie nadprądowe zwłoczne I> wyłącznika QG-PV w RG-PV - nastawa na przełączniku zabezpieczeniowym:

$$I_{nast I>} = 1,2 \cdot 251,42 \approx 300A$$

Zabezpieczenie zwarciove I>> wyłącznika QG-PV w RG-PV

$$I_{nast I>>} = k_{b1} \cdot I_{INW1-5} = 4 \cdot 251,42 \approx 1000A$$

gdzie: k_{b1} - współczynnik bezpieczeństwa

4.7.3 Dobór przekładników prądowych dla analizatora sieci ND45 w RGPV-L

Parametry sieciowe:

- Napięcie znamionowe sieci $U_n = 400V$;
- Współczynnik mocy $\cos\varphi = 0,93 \Rightarrow \tan\varphi = 0,4$;
- Znamionowa moc generowana $P_{PW} = 168,96 \text{ kW}$, co daje prąd obliczeniowy $I_{BW} = 251,42A$;

Parametry przekładnika:

- Moc znamionowa przekładnika: $S_n = 5\text{VA}$;
- Prąd znamionowy strony pierwotnej przekładnika przyjęto: $I_{pn} = 300\text{A}$;
- Prąd znamionowy strony wtórnej przekładnika przyjęto: $I_{sn} = 5\text{A}$;
- Klasa dokładności: 0,2s
- Współczynnik bezpieczeństwa: FS5
- Częstotliwość znamionowa: 50Hz

Dobór ze względu na prąd pierwotny:

Ze względu na zależność błędów pomiarowych przekładnika w funkcji prądu, prąd pierwotny przekładnika o klasie dokładności 0,2s (dla uzwojeń pierwotnych) powinien zawierać się w przedziale określonym zależnością:

Warunek 1:

$$\begin{aligned}0,01 \cdot I_{pn} < I_{BW} < 1,2 \cdot I_{pn} \\0,01 \cdot 300 < 251,42 < 1,2 \cdot 300 \\3\text{A} < 251,42\text{A} < 360\text{A} \quad \text{Warunek spełniony}\end{aligned}$$

Dobór ze względu na prąd wtórny:

Warunek 2:

$$0,25 \cdot I_{sn} < I_{b2} < I_{sn}$$

gdzie: I_{b2} – maksymalny obliczeniowy prąd obciążeniowy po stronie wtórnej

$$I_{b2} = \frac{I_{BW}}{\frac{I_{pn}}{I_{sn}}} = \frac{251,42}{\frac{300}{5}} = 4,19\text{A}$$

$$0,25 \cdot 5 < 4,19 < 5$$

$$1,25\text{A} < 4,19\text{A} < 5\text{A} \quad \text{Warunek spełniony}$$

Dobór ze względu na moc znamionową:

Warunek 3:

$$0,25 \cdot S_n < S_{obc} < S_n$$

gdzie:

$$S_{obc} = S_{As} + \Delta S_p + \Delta S_z$$

S_{As} – pobór mocy w obwodzie prądowym analizatora sieci Lumel ND45 $S_{As} = 0,3\text{VA}$, przy prądzie fazowym 5A

ΔS_p – strata mocy na przewodach prądowych przy założeniach:

Prąd znamionowy: $I_{sn} = 5\text{A}$

Długość przewodów: $l = 2\text{m}$

Konduktywność $\gamma = 55 \text{ MS/m}$ (przewód miedziany)

Przekrój przewodów: $s = 2,5\text{mm}^2$

$$\Delta S_p = I_{sn}^2 \cdot \frac{2 \cdot l}{\gamma \cdot s} = 5^2 \cdot \frac{2 \cdot 2}{55 \cdot 2,5} = 0,727\text{VA}$$

ΔS_z – strata mocy na zaciskach i zestykach dla oporności dla przekładników $R_z = 0,1\Omega$:

$$\Delta S_z = I_{sn}^2 \cdot R_z = 5^2 \cdot 0,1 = 2,5\text{VA}$$

$$S_{obc} = S_{As} + \Delta S_p + \Delta S_z = 0,3 + 0,727 + 2,5 = 3,527\text{VA}$$

$$\text{warunek: } 0,25 \cdot S_n < S_{obc} < S_n$$

$$0,25 \cdot 5 < 3,527 < 5$$

$$1,25\text{VA} < 3,527\text{VA} < 5\text{VA}$$

Warunek spełniony