

PROJEKT TECHNICZNY

INWESTYCJA	<i>Nazwa</i> Instalacja fotowoltaiczna wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną o mocy 39,84 kWp z magazynem energii o pojemności 20 kWh dla Szkoły Podstawowej nr 6 z Oddziałami Integracyjnymi im. Józefa Kreta w Ustroniu.
	<i>Adres</i> 43-450 Ustroń, ul. Józefa Kreta 6 Nr działki: 349/6 Obręb: Nierodzim Gmina: Ustroń Powiat: cieszyński Województwo: śląskie ID działki: 240302_1.0003.349/6

INWESTOR	MIASTO USTROŃ ul. Rynek 1, 43-450 Ustroń NIP: 5482407434
----------	--

JEDNOSTKA PROJEKTOWA	 MPPV PROJEKT Piotr Mędzelowski ul. Zbylitowskich 146 33-113 Zbylitowska Góra
-------------------------	--

PROJEKTANT		
BRANŻA	IMIĘ I NAZWISKO	PODPIS
Fotowoltaiczna	Mgr inż. Piotr Mędzelowski Nr upr. OZE-W/12/000025/24	

23.09.2024

Spis treści

1.	PODSTAWA OPRACOWANIA.....	3
2.	PODSTAWOWE POJĘCIA	4
3.	PRZEDMIOT OPRACOWANIA	4
4.	STAN ISTNIEJĄCY	4
5.	ZAKRES OBSŁUGI TECHNICZNEJ I KOMUNIKACJI	5
6.	ZAKRES OPRACOWANIA	5
7.	CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA	5
8.	WPŁYW INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ NA OTOCZENIE	5
9.	EKSPERTYZA TECHNICZNA.....	6
10.	CHARAKTERYSTYKA EKOLOGICZNA	6
11.	PRZYŁĄCZE INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ.....	6
12.	OPIS ROZWIĄZAŃ	7
12.1	PANELE FOTOWOLTAICZNE	8
12.2	FALOWNIK	9
12.3	MAGAZYN ENERGII	10
12.4	KONSTRUCJA WSPORCZA	11
12.5	PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE DC	11
12.5.1	DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE DC	11
12.5.2	ZABEZPIECZENIA PRZEPIĘCIOWE PO STRONIE DC	12
12.5.3	ROZDZIELNICA DC	12
12.6	PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE AC	12
12.6.1	DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE AC	12
12.6.2	ZABEZPIECZENIA PO STRONIE AC	13
12.6.3	ROZDZIELNICA AC	14
13.	ZABEZPIECZENIE PRZECIWPOŻAROWE.....	14
14.	OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA I ODGROMOWA	18
15.	UWAGI DLA WYKONAWCY	18
16.	ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW	19
17.	UWAGI KOŃCOWE	20
18.	ZAŁĄCZNIKI	22

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

- Umowa na wykonanie prac projektowych;
- Wizja lokalna;
- Obowiązujące normy, przepisy i zasady sztuki budowlanej;
- Ustawa z dn. 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. 1994 nr 89 poz. 414 z późn. zm.);
- Ustawa z dn. 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. 2003 nr 80 poz. 717 z późn. zm.);
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo Energetyczne (Dz. U. 2012r. poz.1059 oraz z 2013r. poz. 984);
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. 2015 poz. 478);
- Wymagania dla instalacji mikrogeneracyjnych przeznaczonych do równoległego przyłączenia do publicznych sieci dystrybucyjnych niskiego napięcia – norma PN-EN 50438;
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. u. 2020, poz. 1609);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 Nr 75, poz. 690);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06 lutego 2003 r w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. 2003 Nr 47, poz. 401);
- PN-HD 60364-5-51:2011 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Postanowienia ogólne.
- Polska Norma PN-E-83017 - Systemy fotowoltaiczne przetwarzania energii słonecznej. Terminologia i symbole.
- Polska Norma PN-HD 60364-7-712 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. 1991 nr 81 poz. 351 z późniejszymi zmianami);
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. z 2010 r. nr 109 poz. 719 z późniejszymi zmianami).

2. PODSTAWOWE POJĘCIA

- **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;
- **Łańcuch PV** – obwód, w którym łączy się szeregowo moduły PV, w celu wytworzenia wymaganego napięcia wyjściowego;
- **Skrzynka połączeniowa modułu PV** – (Junction Box) obudowa w której wszystkie łańcuchy PV jakiegokolwiek modułu PV są połączone elektrycznie i gdzie są umieszczone zabezpieczenia;
- **Przewód główny DC systemu PV** – przewód łączący skrzynkę połączeniową generatora PV z zaciskami DC falownika PV;
- **Falownik PV** – urządzenie, które przetwarza napięcie i prąd stały na w napięcie i prąd przemienny;
- **Instalacja elektryczna obiektu** – część sieci niskiego napięcia stanowiąca układ przewodów w budynku wraz ze sprzętem elektroinstalacyjnym;
- **Mikroinstalacja fotowoltaiczna** – instalacja odnawialnego źródła energii o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 50 kW, przyłączoną do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV albo o mocy osiągalnej cieplnej w skojarzeniu nie większej niż 150 kW, w której łączna moc zainstalowana elektryczna jest nie większa niż 50 kW;
- **Prosument energii odnawialnej** – to inaczej odbiorca końcowej, wytworzonej energii elektrycznej wyłącznie z odnawialnych źródeł energii na własne potrzeby w mikroinstalacji, w przypadku odbiorcy końcowego niebędącego odbiorcą energii elektrycznej w gospodarstwie domowym, nie stanowi to przedmiotu przeważającej działalności gospodarczej.

3. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest projekt techniczny instalacji fotowoltaicznej o mocy 39,84 kW z magazynem energii o pojemności 20kWh. Instalację fotowoltaiczną wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną projektuje się na dachu budynku Szkoły Podstawowej nr 6 w miejscowości Ustroń, na działce ew. nr. 349/6 obręb Nierodzim, gm. Ustroń.

4. STAN ISTNIEJĄCY

Instalacja fotowoltaiczna zostanie usytuowana na działce nr ewid. 349/6, obręb Lipowiec, gm. Ustroń, na dachu budynku Szkoły Podstawowej nr 6. Niniejszy teren jest terenem zabudowanym. Zgodnie z klasyfikacją użytków gruntowych, działka zalicza się do gruntów zabudowanych i zurbanizowanych – rodzaj użytku gruntowego „Bi”, tj. inne tereny zabudowane.

5. ZAKRES OBSŁUGI TECHNICZNEJ I KOMUNIKACJI

Dojazd do terenu inwestycji zostanie zapewniony przez istniejące drogi publiczne, dojazdowe i wewnętrzne. Nie przewiduje się instalacji kanalizacyjno-sanitarnej. Wywóz ścieków bytowych powstałych w trakcie realizacji inwestycji przez specjalistyczną firmę do tego uprawnioną. Zaopatrzenie w energię elektryczną z produkcji własnej.

6. ZAKRES OPRACOWANIA

Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

- dobór modułów fotowoltaicznych;
- dobór falownika;
- dobór magazynu energii;
- wyznaczanie przekroju okablowania DC i AC;
- wyznaczanie strat napięciowych;
- dobór obliczeniowy zabezpieczeń;
- wizualizację oraz prognozowaną produkcję instalacji.

7. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA

Dla przedmiotowej Inwestycji zgodnie z zapisami Ustawy Prawo Budowlane nie potrzeba opracować charakterystyki energetycznej obiektów. Dla przedmiotowej inwestycji nie potrzeba opracować audytu, o którym mowa w art. 33 ust. 6 Prawa Budowlanego.

8. WPŁYW INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ NA OTOCZENIE

Dopuszczalne poziomy natężenia pola magnetycznego, zgodnie z §2 ust. 2, Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól magnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania i dotrzymania tych poziomów nie zostaną przekroczone. Pole magnetyczne pochodzące od paneli nie będzie miało wpływu na otaczające środowisko oraz nie będzie wychodziło poza granice inwestycji. Budowa paneli fotowoltaicznych nie powoduje wytworzenia źródła pola magnetycznego. Jedynie w wyniku przepływu prądu w przewodniku, tworzy się wokół niego pole magnetyczne.

Eksplatacja inwestycji nie będzie wiązała się z przekroczeniem norm hałasu, czyli powyżej 55 dB w dzień i 45 dB w nocy.

Zgodnie z art. 63 ust. 1 pkt 1 lit. d ustawy OOŚ nie przewiduje się wpływu przedsięwzięcia na stan jakości powietrza w pobliżu terenu inwestycji. W związku z realizacją przedsięwzięcia nie planuje się zainstalowania urządzeń emitujących zanieczyszczenia powietrza oraz pole magnetyczne. Jedynie na etapie realizacji mogą się pojawić okresowe uciążliwości, które jednak ustąpią po zakończeniu prac budowlano-montażowych.

9. EKSPERTYZA TECHNICZNA

W ramach przedmiotowego przedsięwzięcia Wykonawca ma obowiązek uzyskać opinię dotyczącą możliwości zamontowania instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku. Ekspertyza lub opinia konstruktorska powinna zostać wykonana zgodnie z odrębnymi przepisami i obowiązującymi normami przez osobę posiadającą uprawnienia do projektowania w specjalności konstrukcyjno-budowlanej bez ograniczeń. Opracowanie powinno wskazywać zalecany sposób montażu instalacji fotowoltaicznej.

Ze względu na specyfikę zamierzenia budowlanego należy przestrzegać bezwzględnie przepisów BHP – całość prac wykonywać zgodnie z przepisami oraz zasadami sztuki budowlanej pod nadzorem osoby uprawnionej. Wykonawca zobowiązany jest do przestrzegania wszelkich wytycznych montażowych, które zostaną określone w wykonanym dokumencie dot. stanu technicznego dachu.

10. CHARAKTERYSTYKA EKOLOGICZNA

Projektowana inwestycja znajdować się będzie na dachu budynku, na terenie zabudowanym. Nie przewiduje się wycinki drzew oraz niwelacji terenu. W okresie działania przedmiotowej inwestycji nie przewiduje się oddziaływania w zakresie zanieczyszczeń powietrza, emisji hałasu oraz powstawania ścieków. Wszystkie surowce naturalne i paliwa będą pobierane tylko na potrzeby budowy inwestycji. Planowa instalacja fotowoltaiczna nie będzie również powodować oddziaływania pól magnetycznych w miejscach dostępnych dla ludności. Nie przewiduje się powstawania odpadów stałych.

11. PRZYŁĄCZE INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Projektowana instalacja zostanie podłączona do wewnętrznej instalacji elektrycznej budynku. Instalacja elektryczna budynku jest wykonana jako 3-fazowa. Moc przyłączeniowa obiektu jest większa niż planowana instalacja fotowoltaiczna. W rozdzielnicy głównej należy zamontować zabezpieczenie nadmiarowo-prądowe zabezpieczające obwód instalacji fotowoltaicznej. Następnie należy ułożyć kabel zasilający z rozdzielnicy AC zamontowanej w pobliżu falownika fotowoltaicznego do rozdzielnicy głównej. Kabel ten należy podłączyć do nowoprojektowanego wyłącznika nadprądowego o charakterystyce i prądzie min. B80A. W pobliżu rozdzielnicy głównej należy wykonać uziemienie pionowe z prętu o średnicy min 16mm i długości min 3m aż do uzyskania rezystancji uziemienia $<10\Omega$. W przypadku uziemienia powyżej 10Ω należy wykonać dodatkowe uziemienie poziome. W przypadku braku możliwości wykonania uziemienia pionowego dopuszcza się uziemienie instalacji do GSU.

Projektuje się wykonanie uziemienia konstrukcji montażowej instalacji fotowoltaicznej. Uziemienie wykonać przewodem giętkim LgY o przekroju minimum 16 mm². Połączenia wykonać jako śrubowe, z zabezpieczeniem przed samorozkręcaniem. Zmierzona wartość uziemienia nie powinna przekroczyć 10Ω.

Dodatkowo w instalacji fotowoltaicznej zaleca się wykonanie połączenia wyrównawczego pomiędzy instalacją odgromową, konstrukcją montażową i ramkami modułów. W przypadku braku możliwości połączenia powyższych elementów za pomocą elementów przewodzących należy wykonać połączenie wyrównawcze przewodem giętkim LgY o przekroju minimum 16mm².

12. OPIS ROZWIĄZAŃ

Na dachu projektuje się instalację fotowoltaiczną, która składać się będzie z zespołów paneli fotowoltaicznych oraz magazynu energii. Łączna moc projektowanej instalacji fotowoltaicznej wynosić będzie 39,84 kWp. Zastosowane moduły PV będą współpracowały z inwerterem (przetwornicami stałej energii elektrycznej na energię elektryczną zmienną). Energia elektryczna produkowana przez instalację będzie dostarczana do sieci energetycznej nn-0,4kV, poprzez istniejącą rozdzielnię główną. Instalację fotowoltaiczną stanowią:

- moduły fotowoltaiczne;
- falownik fotowoltaiczny;
- okablowanie prądu stałego (DC) i zmiennego (AC);
- niezbędne zabezpieczenia elektryczne;
- trasy kablowe.

Instalacja fotowoltaiczna o mocy 39,84 kWp zakwalifikowana jest do mikroinstalacji. Zgodnie z art. 29 ust. 4 pkt 3c Prawa budowlanego instalowanie urządzeń fotowoltaicznych o mocy do 50 kW nie wymaga pozwolenia na budowę oraz zgłoszenia, jednak dla realizacji przedmiotowej instalacji nałożony obowiązek uzgodnienia z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej, zwany dalej „uzgodnieniem pod względem ochrony przeciwpożarowej”, projektu tych urządzeń oraz zawiadomienia organów Państwowej Straży Pożarnej, o którym mowa w art. 56 ust. 1a PB.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna będzie miała na celu wytwarzanie energii elektrycznej. Instalacja będzie się składać z zespołów paneli fotowoltaicznych podzielonych na tzw. "stringi". Ogniwa fotowoltaiczne (panele monokrystaliczne), które będą współpracować z inwerterem tzw. falownikiem – przetwornicą zmieniającą prąd stały (DC) dostarczony z ogniwa, na prąd zmienny (AC). Po zmianie charakteru energii elektrycznej, zostanie ona użyta na potrzeby własne budynku, a część pozostała tzw. nadprodukcja zostanie oddana do magazynu energii a nadwyżka do sieci energetycznej. Potrzeby własne instalacji zostaną pokryte w pierwszej kolejności przez samo-konsumpcję energii elektrycznej wyprodukowanej w podmiotowej instalacji. W nocy energia elektryczna niezbędna na potrzeby własne falownika zostanie pobrana z magazynu lub lokalnej sieci, do której zostanie przyłączona. W przypadku zaniku napięcia w sieci lub też braku pojedynczej fazy, falownik automatycznie wyłączy się. Ponowne włączenie falownika odbywa się w sposób automatyczny, po pojawieniu się napięcia w sieci.



Figura 1 Wizualizacja instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku

12.1 PANELE FOTOWOLTAICZNE

Moduł fotowoltaiczny to urządzenie, które w sposób bezpośredni zamienia energię promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Moduł PV zbudowany jest z tak zwanych ogniw fotowoltaicznych, które połączone są w sposób szeregowy, czyli tak, aby koniec jednego elementu układu łączył się z początkiem następnego. Wytworzona energia jest w postaci prądu stałego DC.

Instalacja fotowoltaiczna stanowi zespół prądotwórczy składający się z 83 szt. modułów PV zamontowanych na dachowej konstrukcji wsporczej. Do falownika podłączonych zostanie 4 stringów przewodami DC PV 6mm² łączonymi za pomocą gniazd i wtyków MC4. Zespół prądotwórczy tworzy 4 układów MPPT w układzie: 1,2,3 MPPT: 21 sztuk modułów fotowoltaicznych, 4MPPT: 20 sztuk, modułów fotowoltaicznych. Dla przedmiotowej instalacji fotowoltaicznej projektuje się zastosowanie paneli fotowoltaicznych o parametrach przedstawionych niżej w tabelach. Na etapie wykonania należy zastosować moduły o minimalnych parametrach określonych w Specyfikacji Technicznej i Odbioru Robót. Na potrzeby projektu przyjęto moduły JINKO SOLAR – JKM480N-60HL4.

Tabela 1. Parametry elektryczne modułu – JKM480N-60HL4

Podstawowe parametry (dla warunków STC):	
Moc maksymalna (P_{MAX})	480 Wp
Napięcie obwodu otwartego (U_{OCSTC})	42,71 V
Prąd zwarcia (I_{SCSTC})	14,31 A
Napięcie przy mocy maksymalnej (U_{MPPSTC})	35,38 V
Natężenie prądu przy mocy maksymalnej (I_{MPPSTC})	13,57 A
Współczynnik temperaturowy (I_{SCSTC})	+ 0,046 %/°C
Współczynnik temperaturowy (U_{OCSTC} (β))	- 0,25 %/°C
Współczynnik temperaturowy (P_{MAXSTC})	- 0,30 %/°C

Podstawowe parametry (dla warunków NOCT):	
Moc maksymalna (P_{MAX})	361 Wp
Napięcie obwodu otwartego (U_{OCNOCT})	40,57 V
Prąd zwarcia (I_{SCNOCT})	11,55 A
Napięcie przy mocy maksymalnej ($U_{MPPNOCT}$)	33,27 V
Natężenie prądu przy mocy maksymalnej ($I_{MPPNOCT}$)	10,85 A

Tabela 2. Parametry mechaniczne modułu – JKM480N-54HL4

Pozostałe parametry	
Sprawność modułu	22,24%
Wymiary	1903x1134x30 mm
Waga	24,2 kg

12.2 FALOWNIK

Falownik to urządzenie, które przekształca wytworzoną energię elektryczną z modułu PV w postaci prądu i napięcia stałego, na prąd przemienny AC.

W ramach planowanej instalacji projektuje się zastosowanie 1 falownika. Falownik został tak dobrany, aby zapewnić optymalną wydajność całej instalacji PV. Instalację projektuje się tak, aby wypadkowe napięcie układu otwartego na szeregu modułów nie przekraczało maksymalnego napięcia dopuszczalnego na wejściu przez falownik przy najniższej spodziewanej temperaturze pracy systemu. Dodatkowo wypadkowe napięcie punktu mocy maksymalnej na szeregu modułów nie jest niższe niż minimalne napięcie, dla którego falownik jest w stanie zaimplementować procedurę MPPT przy najwyższej spodziewanej temperaturze pracy systemu. Falownik spełnia kryteria przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci elektroenergetycznych.

Dla przedmiotowej instalacji fotowoltaicznej projektuje się zastosowanie falownika o parametrach przedstawionych niżej w tabelach. Należy zastosować się do poniższych właściwości, które zostały przedstawione według przykładowego producenta – na etapie wykonania należy zastosować falownik o równoważnych parametrach określonych w Specyfikacji Technicznej i Odbioru Robót. Na potrzeby projektu przyjęto falownik HUAWEI SUN2000-40KTL.

Tabela 3. Parametry napięciowo-prądowe falownika HUAWEI SUN2000-40KTL

Parametry napięciowo-prądowe na wejściu DC	
Max. napięcie wejściowe	1100 V _{DC}
Znamionowe napięcie wejściowe	600 V _{DC}
Max. prąd zwarcia MPPT	40 A _{DC}
Max. prąd roboczy MPPT	26 A _{DC}
Max. sprawność falownika	98,7%
Parametry napięciowo-prądowe na wyjściu AC	
Znamionowa moc wyjściowa	40 000 W
Max. Moc pozorna AC	44 000 VA

Napięcie wyjściowe	400/230 V
Częstotliwość	50/60 Hz
Max. Prąd wyjściowy	63,8 A
THD	< 3%

12.3 MAGAZYN ENERGII

Magazyn energii to urządzenie, które umożliwia gromadzenie energii elektrycznej wytworzonej przez system fotowoltaiczny, a następnie oddawanie jej do sieci instalacji w sposób kontrolowany, zgodnie z zapotrzebowaniem energetycznym.

W ramach planowanej instalacji projektuje się zastosowanie magazynu energii o pojemności 20 kWh i mocy 24kVa, który został dobrany w taki sposób, aby zapewnić optymalną pojemność oraz wydajność całego systemu. Zastosowany magazyn energii jest przystosowany do współpracy z falownikiem szeregowym poprzez zastosowanie falownika retrofitowego

Dla przedmiotowej instalacji projektuje się magazyny w technologii litowo-żelazowo-fosforanowej (LiFePO₄), która charakteryzuje się wysoką sprawnością, długą żywotnością oraz bezpieczeństwem. System magazynowania należy zaimplementować poprzez zastosowanie falownika retrofitowego montowanego w bezpośrednim sąsiedztwie magazynu energii. System musi zostać wyposażony w układ sterowania pracą baterii akumulatorów (BMS) oraz inteligentny układ pomiarowy komunikujący się z systemem magazynu energii celem informacji dot. przepływu energii w obiekcie. Nie przewiduje się pracy magazynu energii w trybie źródła w przypadku braku zasilania z rozdzielni głównej. Magazyn energii zostanie połączony z istniejącą infrastrukturą w rozdzielni głównej obiektu w punkcie wpięcia projektowanej instalacji fotowoltaicznej.

Energia produkowana przez systemy fotowoltaiczne z magazynami energii będzie dostarczana do sieci energetycznej budynku. Energia produkowana przez instalacje będzie w całości zużywana na potrzeby własne, w przypadku nadwyżek, będą one w pierwszej kolejności magazynowane, a w przypadku pełnego naładowania magazynu rozliczane w sieci OSD według umowy pomiędzy sprzedawcą energii elektrycznej a inwestorem nie będącą przedmiotem niniejszego opracowania. Magazyn energii nie może spowodować zsumowania mocy zainstalowanej magazynu z mocą sumaryczną projektowanej instalacji PV, zgodnie z wytycznymi OSD.

Montaż magazynu energii musi odbyć się zgodnie z wytycznymi producenta oraz kartami katalogowymi. Należy upewnić się, że falownik jest kompatybilny z systemem magazynowania energii, co zapewni optymalne zarządzanie energią. Dopuszcza się alternatywne rozwiązanie, w postaci montażu falownika hybrydowego o mocy 40 kW i dedykowanego magazynu energii o pojemności 20 kWh, pod warunkiem uzgodnienia z Zarządcą Budynku.

12.4 KONSTRUCJA WSPORCZA

Do montażu paneli fotowoltaicznych nowobudowanej instalacji projektuje się zastosowanie dachowej konstrukcji wsporczej. Moduły fotowoltaiczne zostaną zamontowane na specjalistycznej certyfikowanej konstrukcji. Konstrukcja powinna spełniać odpowiednie normy statyczne na obciążenie śniegiem PN-EN 1991-1-3, oraz wiatrem PN-EN 1991-1-4. W zakresie certyfikatów, konstrukcja wsporcza powinna posiadać certyfikaty zgodności z normami PN-EN 1090-1 +A1:2012, PN-EN 1090-2:2018-09 (w kwestii elementów stalowych) oraz PN-EN 1090-3:2019-05 (w kwestii elementów aluminiowych). Konstrukcja powinna spełniać wymagania dot. ekspertyzy nośności dachu, którą w swoim zakresie opracuje przyszły Wykonawca.

12.5 PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE DC

12.5.1 DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE DC

Obliczenia dot. doboru przewodów po stronie stałoprądowej zostały wykonane w oparciu o sugerowane połączenie modułów fotowoltaicznych przedstawione w załącznikach do niniejszego opracowania.

Założona strata mocy na okablowaniu DC każdego łańcucha fotowoltaicznego nie powinna przekraczać około 1%. Do obliczeń przyjęto najdłuższy występujący w instalacji string modułów fotowoltaicznych.

Strata na okablowaniu:

$$\text{Strata [\%]} = \frac{I \cdot L}{U \cdot k \cdot A} \cdot 100\%$$

Gdzie:

L – długość przewodów stringu [m];

U – napięcie obwodu [V];

k – przewodność właściwa miedzi: $48-54 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$;

A – przekrój przewodu [mm²];

I – natężenie obwodu [A];

L – ~120 m

U – 698,67 V

I – 10,85 A

k – $50 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$

A – 6 mm²

Strata [%] = 0,62%,

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej należy zastosować przewody PV o przekroju min. 6 mm².

12.5.2 ZABEZPIECZENIA PRZEPIĘCIOWE PO STRONIE DC

Odpowiedni poziom ochrony zapewnią ograniczniki przepięć typu T1+T2 (B+C) po stronie DC. Ograniczniki przepięć połączyć z szyną wyrównawczą przewodem ochronnym o przekroju nie mniejszym niż 16 mm².

Należy zastosować się do poniższego wzoru określającego maksymalne napięcie ciągłej pracy ogranicznika:

$$V_{CPV} \geq V_{OC} * 1,2$$

Gdzie:

V_{CPV} – maksymalne napięcie ciągłej pracy ogranicznika;

V_{OC} – napięcie obwodu otwartego łańcucha modułów.

$$V_{CPV} \geq 1076 V$$

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej należy zastosować ogranicznik przepięć T1+T2 o maksymalnym napięciu ciągłej pracy min. 1100V.

12.5.3 ROZDZIELNICA DC

Projektuje się rozdzielnicę DC. Rozdzielnicę RPV DC należy wykonać jako natynkowe wykonane w stopniu min. IP44, wyposażać je w niezbędną aparaturę zabezpieczającą instalację w postaci ograniczników przepięć T1+T2 DC.

Wszelkie połączenia modułów fotowoltaicznych są wykonane z wykorzystaniem dedykowanych złączek dla instalacji solarnych typu MC4. Okablowanie między poszczególnymi modułami PV, a falownikiem wykonane zostało za pomocą kabli solarnych o przekroju 6 mm². Z uwagi na długą trasę kablów DC, należy podwoić zabezpieczenia SPD DC. Jedna skrzynka z zabezpieczeniami powinna zostać zamontowana możliwie najbliżej modułów fotowoltaicznych a druga przy falowniku. Miejsce lokalizacji skrzynek z zabezpieczeniami powinno być uzgodnione z Zarządcą Budynku.

12.6 PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE AC

12.6.1 DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE AC

Parametry do wyznaczenia przewodów: znamionowa moc wyjściowa AC falownika: 40 kW, długość przewodu od falownika do miejsca wpięcia ok. 50 m. Zalecany maksymalny poziom strat 1%.

Minimalny przekrój przewodów:

$$A [mm^2] = \frac{P * L}{U^2 * k * 0,01}$$

Gdzie:

L – długość przewodów [m];

U – napięcie znamionowe [V];

k – przewodność właściwa miedzi $50 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$

A – przekrój przewodu w [mm²];

P – moc obwodu [W].

$$A [\text{mm}^2] = 14,9$$

oraz

Wyliczenie maksymalnego prądu dla falownika:

$$I_{\text{MAX}} = \frac{P}{U_n \cdot \sqrt{3}}$$

Gdzie:

P – Moc maksymalna falownika [W];

U_n – napięcie międzyfazowe [V];

$$I_{\text{MAX}} = 60,78 \text{ A}$$

Przyjmujemy 63,8 A jako wartość wyższą wskazaną na karcie katalogowej falownika

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej, z uwagi na obciążalność prądową przewodu oraz maksymalny prąd wyjściowy falownika, zostaną zastosowane przewody AC o przekroju min. 25 mm².

12.6.2 ZABEZPIECZENIA PO STRONIE AC

Zabezpieczenia nadprądowe po stronie AC

Po stronie AC falownika należy zabezpieczyć przed potencjalnym prądem zwarciovym od strony sieci. Zabezpieczenie należy tak dobrać, aby w przypadku przepływu prądu o wartości większej od długotrwałej obciążalności prądowej zastosowanego przewodu lub kabla, następowało ich działanie i rozłączenie obwodu zanim nastąpi nadmierny wzrost temperatury żył przewodów powodujących uszkodzenie przewodu lub kabla.

Projektuje się wyłącznik nadprądowy o charakterystyce B.

I_n – prąd znamionowy bezpiecznika;

I_z – długotrwała obciążalność przewodu lub kabla;

I_b – maksymalny prąd wyjściowy po stronie AC falownika;

k – współczynnik krotności prądu powodującego zadziałanie zabezpieczenia, dla wyłączników nadprądowych o charakterystyce B – 1,45;

I₂ – prąd zadziałania wyłącznika nadprądowego.

Założenia do spełnienia:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 = k \cdot I_n$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

Gdzie:

$$I_b = 63,8 \text{ A}$$

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

$$I_n = 80 \text{ A}$$

$$63,8 \leq 80 \text{ A} \leq 85 \text{ A}$$

$$I_2 = 1,45 \cdot 80 = 116 \text{ A}$$

$$116 \text{ A} \leq 123,25 \text{ A}$$

Projektuje się wyłącznik nadprądowy min. 80A o charakterystyce B.

Zabezpieczenie przepięciowe AC

Projektuje się ogranicznik przepięć AC T1+T2 o wartości I_{imp} min. 12.5kA.

12.6.3 ROZDZIELNICA AC

Projektuje się rozdzielnicę AC. Rozdzielnicę RPV AC należy wykonać jako natynkowe wykonane w stopniu min. IP44, wyposażać je w niezbędną aparaturę zabezpieczającą instalację w postaci ograniczników przepięć T1+T2 oraz zabezpieczeń nadprądowych. Między falownikiem, a rozdzielnicą RPV AC poprowadzone zostaną przewody miedziane o parametrach odpowiednio dobranych do mocy zainstalowanej instalacji fotowoltaicznej. Przekrój zastosowanych przewodów dobrany jest zgodnie z warunkami długotrwałego oraz spadków napięć zgodnie z normą PN-HD 60364-5-52.

13. ZABEZPIECZENIE PRZECIWPOŻAROWE

Warunki ochrony przeciwpożarowej ustalono dla inwestycji, jaką jest instalacja fotowoltaiczna, w ramach której przewiduje się montaż modułów PV na budynku o kubaturze przekraczającej 1000 m³.

Dla realizowanej inwestycji o mocy do 50 kW nie wymaga się pozwolenia na budowę, zgodnie z art. 29.2 pkt 16) Ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. Zakres uzgodnienia dokumentacji jest zgodny z wymogami Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 5 sierpnia 2023r w sprawie uzgadniania projektu zagospodarowania działki lub terenu, projektu architektoniczno-budowlanego, projektu technicznego oraz projektu urządzenia przeciwpożarowego pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna nie narusza i nie obejmuje następujących warunków ochrony przeciwpożarowej ustalonej dla budynku:

- powierzchni, wysokości i liczby kondygnacji budynku;

- charakterystyki zagrożenia pożarowego, w tym parametrów pożarowych materiałów niebezpiecznych pożarowo, zagrożeń wynikających z procesów technologicznych oraz charakterystyk pożarów przyjętych do celów projektowych;
- przyjętej kategorii zagrożenia ludzi oraz przewidywanej liczby osób na każdej kondygnacji i w pomieszczeniach, których drzwi ewakuacyjne powinny otwierać się na zewnątrz pomieszczeń;
- przewidywanej gęstości obciążenia ogniowego;
- oceny zagrożenia wybuchem;
- przyjętej dla budynku klasy odporności pożarowej oraz klasy odporności ogniowej i stopnia rozprzestrzeniania ognia elementów budowlanych;
- ustalonego podziału obiektu na strefy pożarowe i strefy dymowe;
- usytuowania budynku z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe;
- warunków i strategii ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób;
- urządzeń przeciwpożarowych;
- wyposażenia budynku w gaśnice;
- przygotowania obiektu budowlanego i terenu do prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych, w zakresie dróg pożarowych oraz zaopatrzenia w wodę do zewnętrznego gaszenia pożaru.

Wymagania w zakresie warunków ochrony przeciwpożarowych projektowanej instalacji obejmują informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji użytkowych, a w szczególności elektrycznej i piorunochronnej.

Wymagania dla instalacji elektroenergetycznej:

- należy zabezpieczyć przepusty instalacyjne przy przejściu instalacji przez elementy oddzielen przeciwpożarowych w budynku do klasy odporności ogniowej EI elementu oddzielenia przeciwpożarowego, przez który przechodzą, o ile występują na drodze prowadzenia tras przewodów, w przypadku występowania zastosować certyfikowane systemy uszczelnień przejść instalacyjnych;
- elementy oddzielen przeciwpożarowych (ściany, stropy) oraz ich klasę odporności ogniowej ustalić w oparciu o projekt budowlany lub informacje przekazane przez Inwestora podczas prac wykonawczych instalacji;
- zabrania się montażu osprzętu instalacji elektrycznej bezpośrednio na podłożu palnym;
- w przewodach wentylacyjnych zabrania się prowadzenia przewodów instalacji z wyjątkiem budynków mieszkalnych jednorodzinnych;
- przewody pod modułami przymocować do ramy modułu lub do szyn przy pomocy dedykowanych uchwyty;
- montaż przewodów w aparatach urządzeniach instalacji dokonać przy pomocy odpowiedniego momentu obrotowego zgodnie ze specyfikacją DTR;
- należy zapewnić wymaganą ochronę odgromową instalacji PV oraz wymaganą przepisami odległość instalacji PV od przewodów instalacji odgromowej.

Zabezpieczenie instalacji fotowoltaicznej

W momencie zaniku napięcia sieci, falownik zostaje automatycznie wyłączony. Załączenie następuje samoistnie po zadanej zwłoce czasowej od momentu przywrócenia napięcia w sieci. Aby

ograniczyć możliwość porażenia prądem stałym, tj. DC, oraz zapewnienia możliwości prowadzenia działań gaśniczych zastosowano:

- **Przeciwpowozowy wyłącznik prądu PEFS PROJJOY.**

Wyłącznik PROJJOY powinien zostać zamontowany możliwie najbliżej modułów fotowoltaicznych tak, aby niebezpieczne okablowanie DC nie wchodziło do wewnątrz budynku. Dokładne miejsce lokalizacji wyłącznika PROJJOY wykonawca winien ustalić z Zarządcą budynku.

Powyższe zabezpiecza budynek przed wystąpieniem w nim niebezpiecznego napięcia DC.

Inne wymagania

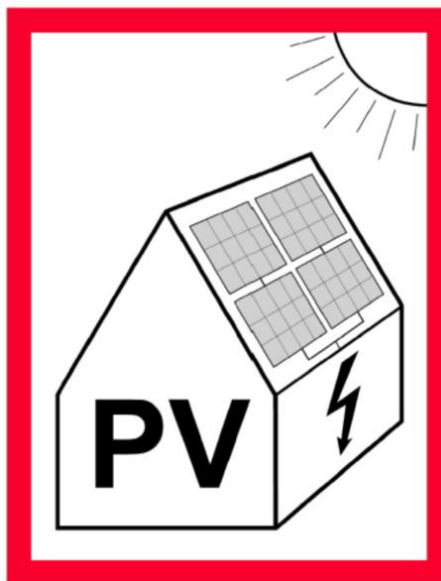
Przed rozpoczęciem eksploatacji instalacji należy:

- oznakować obiekt znakiem bezpieczeństwa zgodnie z normą PN-EN 60364-7-712, w miejscu przyłączenia instalacji fotowoltaicznej, przy liczniku oraz przy głównym wyłączniku zasilania;
- oznakować trasy przewodów instalacji fotowoltaicznej DC tablicą informacyjną o treści „Niebezpieczeństwo – wysokie napięcie DC w ciągu dnia”;
- oznakować główny wyłącznik AC i DC instalacji fotowoltaicznej;
- przeprowadzić badania rezystancji instalacji elektrycznej i ciągłości instalacji;
- w pobliżu falownika umieścić gaśnice proszkową GP ABC o masie 4kg.




Ze względu na montaż instalacji fotowoltaicznej na terenie obiektu zastosowano oznakowanie obiektu znakiem bezpieczeństwa wg normy PN-EN 60364-7-712 informującym o obecności w obiekcie instalacji fotowoltaicznej: naklejka z wizerunkiem modułów PV na terenie obiektu powinna być umieszczona:

1. na obudowie rozdzielnic AC PV;
2. w miejscu przyłączenia instalacji PV (na rozdzielnic RG);
3. przy liczniku energii elektrycznej.

Wzór naklejki ostrzegawczej został przedstawiony na poniższym rysunku.



Jako dodatkowy środek bezpieczeństwa po montażu instalacji fotowoltaicznej należy zastosować następujące naklejki informacyjno-ostrzegawcze:

Główny wyłącznik AC	Naklejka powinna być umieszczona wewnątrz rozdzielnic RAC pod wyłącznikiem nadprądowym
GŁÓWNY WYŁĄCZNIK AC INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ	Naklejka powinna być umieszczona na obudowie rozdzielnic RAC
GŁÓWNY WYŁĄCZNIK DC INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ	Naklejka powinna być umieszczona na obudowie falownika w widocznym miejscu obok wyłącznika izolacyjnego DC wbudowanego w falownik
 UWAGA! URZĄDZENIE ELEKTRYCZNE POD NAPIĘCIEM!	Naklejki powinny być umieszczone na bocznej bądź frontowej obudowie falownika w górnej części
 UWAGA! URZĄDZENIE MOŻE BYĆ POD NAPIĘCIEM NAWET PO ROZŁĄCZENIU	Naklejka powinna znaleźć się na obudowie rozdzielnic RDC
 PRZEWODY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ UWAGA! WYSOKIE NAPIĘCIE DC W CIAŁU DNIA	Naklejka powinna być umieszczona w pobliżu trasy kablowej DC przy falowniku
Rozdzielnica PV - AC	Naklejka powinna znajdować się na obudowie rozdzielnic RAC zaraz nad drzwiczkami
Rozdzielnica PV - DC	Naklejka powinna znajdować się na obudowie rozdzielnic RDC zaraz nad drzwiczkami.

14. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA I ODGROMOWA

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym zostanie zapewniona przez:

- zachowanie odległości izolacyjnych;
- izolację roboczą;
- szybkie samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym.

Zaprojektowana instalacja jest zgodna z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-EN 60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych”.

Uziemieniu ochronnemu podlegają elementy metalowe oraz aparatura na nim zabudowana, obwody wtórne przekładników napięcia. Uziemieniu roboczemu podlegają ograniczniki przepięć. Uziemieniu ochronnemu podlegają metalowe części, normalnie nie przewodzące prądu, lecz mogące stanowić niebezpieczeństwo porażenia w razie pojawienia się na tych elementach napięcia.

Podstawowa ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym realizowana będzie za pomocą izolacji roboczej przewodów, zabezpieczeń nadprądowych oraz zabezpieczeń przepięciowych poprzez samoczynne wyłączenie zasilania. Dodatkowo należy wykonać połączenie wyrównawcze między szynami konstrukcji wsporczej modułów. Konstrukcję należy uziemić linką LgY 1x16mm². W przypadku braku uziemienia, należy je wykonać szpilami uziemiającymi, szpile należy zabić w ziemi taką ilość, aby uzyskać rezystancję uziemienia poniżej 10 Ω (Ohm).

15. UWAGI DLA WYKONAWCY

Konfigurując falownik należy ustawić normę EN 50549.

Tabela 5. Dobór zabezpieczeń – parametry i wartości

Parametr	Wartość nastawy wyłączającej
Wzrost napięcia (stopień 2, bezzwłoczny)	264,5 V (+15%)
Wzrost napięcia (stopień 1, zwłoczny)	253 V (+10%)
Obniżenie napięcia	195,5 V (-15%)
Podwyższenie częstotliwości	52 Hz (+4%)
Obniżenie częstotliwości	47,5 Hz (-5%)

Powyższy projekt instalacji fotowoltaicznej został sporządzony zgodnie z wiedzą techniczną i warunkami technicznymi. Wszelkie zmiany i uwagi inwestora należy wprowadzić na etapie projektowym lub wykonawczym wraz z aktualizacją projektu. Dodatkowo należy sporządzić protokół powykonawczy z pomiarami ochronnymi zgodnie z normą PN-EN 62446. Protokół pomiarowy powinien zawierać między innymi:

- pomiar rezystancji izolacji przewodów DC i AC;
- pomiar ciągłości połączeń ochronnych i wyrównawczych;
- pomiar impedancji pętli zwarcia;
- pomiar rezystancji uziemienia;
- pomiar napięcia obwodu otwartego łańcuchów modułów.

Falownik zostanie zamontowany na ścianie zewnętrznej. Aby zapewnić prawidłowe odprowadzanie ciepła, falownik należy zamontować zachowując podane minimalne odstępów od ścian i innych przedmiotów:

- Góra – 20 cm;
- Dół – 20 cm;
- Boki – 10 cm.

Falownik nie może zostać zamontowany na palnych powierzchniach. W celu uniknięcia powstania pętli indukcyjnej należy zadbać o prawidłowe ułożenie okablowania łączącego moduły fotowoltaiczne. Wykonawca powinien poprowadzić pętlę powrotną okablowania DC.

16. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW

Tabela 6. Zestawienie materiałów dla instalacji PV

L.p.	Pozycja	Jedn.	Ilość
1	Moduły fotowoltaiczne	Szt.	83
2	Falownik	Szt.	1
3	Okablowanie prądu stałego – przewód solarny 6 mm ²	m	360
4	Okablowanie prąd przemiennego – przewód 25 mm ²	m	40
5	Uziemienie instalacji PV	Kpl.	1
6	Konstrukcja wsporcza dla instalacji dachowej	Kpl.	1
7	Ogranicznik przepięć DC TYP 1+2	Szt.	8
8	Ogranicznik przepięć AC TYP 1+2	Szt.	1
9	Zabezpieczenie nadprądowe B80A	Szt.	3
10	Wyłącznik PPOŻ PEFS PROJOY	Szt.	1
11	Zabezpieczenie nadprądowe B6A	Szt.	1
12	Moduł komunikacyjny wifi	Szt.	1
13	Magazyn energii o pojemności 20 kWh z niezbędną aparaturą i przewodami	Kpl.	1

17. UWAGI KOŃCOWE

Instalacja fotowoltaiczna zostanie zamontowana na dachu hali gimnastycznej Szkoły Podstawowej nr 6 w Ustroniu.



Figura 2 Dach przeznaczony pod montaż PV



Figura 3 Proponowane miejsce montażu falownika i magazynu energii

Okablowanie DC zostanie poprowadzone wzdłuż dachu a następnie elewacją na ścianę zewnętrzną z której nastąpi przewiert do wewnątrz budynku a następnie do piwnicy gdzie planowany jest montaż falownika oraz magazynu energii. Okablowanie AC zostanie poprowadzone od falownika i magazynu, przewiertem przez ścianę do korytarza budynku. Wpięcie nastąpi do istniejącej podrozdzielni elektrycznej.



Figura 5 Rozdzielnia elektryczna



Figura 6 Rozdzielnia elektryczna c.d.

Wpięcie instalacji nastąpi do istniejącej podrozdzielni obok sali gimnastycznej. Dopuszcza się montaż falownika w innym miejscu wskazanym przez Zarządcę jak i alternatywne przeprowadzenie trasy kablowej pod warunkiem uzgodnienia z Zarządcą.

Wykonawca powinien zwrócić szczególną uwagę na istniejące koryta kablowe na trasie przewiertów. Miejsca lokalizacji skrzynek z zabezpieczeniami oraz wyłącznika PROJOY należy uzgodnić z Zarządcą Budynku.

Przed uruchomieniem urządzeń prądotwórczych, po wykonaniu wszelkich prac montażowych należy wykonać pomiary:

- stanu izolacji kabli zasilających;
- rezystancji uziemienia;
- inne wymagane przepisami badania i pomiary.

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów należy sporządzić protokół, który stanowi podstawę do rozpoczęcia eksploatacji objętych projektem instalacji.

Prace powinny być wykonane zgodnie z projektem, z obowiązującymi normami i przepisami oraz wytycznymi producentów instalowanych urządzeń. Zastosowane aparaty i urządzenia winny posiadać wymagane certyfikaty i dopuszczenia. Koniecznym jest przestrzeganie technologii montażu projektowanych urządzeń. Całość prac powinny wykonać osoby mające do tego uprawnienia. Miejsca przewiertów/przekopów powinny zostać przywrócone do stanu pierwotnego. Trasy kablowe powinny zostać odpowiednio oznaczone (relacja, rodzaj okablowania, biegunowość). Całość okablowania powinno być prowadzone w rurach osłonowych (peszlach/arotach/korytach).

Magazyn energii zostanie zamontowany w pomieszczeniu gospodarczym nie przeznaczonym na stały pobyt ludzi. Pomieszczenie należy wyposażyć w system detekcji gazów z sygnalizacją akustyczną oraz gaśnice ABC 4kg. Montaż magazynu energii należy przeprowadzić zgodnie z obowiązującymi normami, przepisami, zaleceniami producenta, zgodnie ze sztuką budowlaną ze szczególną uwagą na zachowanie odpowiednich odstępów wentylacyjnych. Magazyn energii należy odpowiednio oznakować wraz z określeniem zastosowanej technologii akumulatorów. Od magazynu poprowadzone zostaną przewody miedziane o parametrach odpowiednio dobranych do mocy i typu zainstalowanego magazynu energii. Przekrój zastosowanych przewodów powinien być dobrany zgodnie z warunkami długotrwałego obciążenia oraz spadków napięć zgodnie z normą PN-HD 60364-5-52.

Wykonawca w ramach inwestycji zapewni instalację monitorującą pracę instalacji, w tym pracę falownika. W ramach zapewnienia monitoringu pracy instalacji zostanie zamontowany moduł komunikacyjny WIFI oraz karta i abonament. Urządzenia po zakończeniu montażu należy skonfigurować do wzajemnej współpracy.

Wszystkie przedstawione komponenty nie są obligatoryjne dla Wykonawcy. Wykonawca może zastosować urządzenia innych wybranych producentów, przy czym urządzenia winny posiadać minimalne parametry określone w Specyfikacji Technicznej i Odbioru Robót. Instalacja fotowoltaiczna powinna być wykonana zgodnie z ekspertyzą techniczną, tak aby nie naruszać konstrukcji obiektu.

Wykonawca może zaproponować alternatywną trasę przeprowadzenia okablowania instalacji elektrycznej. Wykonawca zobowiązany jest do ustalenia z Zarządcą budynku trasy przeprowadzenia okablowania, tak aby nie naruszać istniejącej aparatury wodnej, gazowej oraz elektrycznej.

18. ZAŁĄCZNIKI

01. Symulacja w PV SOL
02. Schemat elektryczny instalacji PV
03. String plan – okablowanie strony DC