



Fundusze Europejskie
dla Śląskiego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Województwo
Śląskie

PROJEKT TECHNICZNO-WYKONAWCZY

INWESTYCJA	Nazwa
	Dachowa instalacja fotowoltaiczna wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną o mocy 25 kW zlokalizowana na dachu budynku hydroforni PWiK w Żorach.
	Adres
	Os. Władysława Pawlikowskiego dz. nr. 1912/177 i 2801/169
	Nr działki:
	1912/177, 2801/169
	Obręb:
	Żory
	Gmina:
	Żory
	Powiat:
	żory
	Województwo:
	śląskie
	ID działki:
	247901_1.0010.AR_5.1912/177,247901_1.0010.AR_5.2801/169

INWESTOR	PRZEDSIĘBIORSTWO WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI ŻORY SP. Z O.O.
----------	---

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

PROJEKTANT		
FUNKCJA	IMIĘ I NAZWISKO	PODPIS
Projektant główny	Mgr inż. Mariusz Kowalski nr. upr. MAP/0013/PWBE/20 spec. elektryczna	mgr inż. Mariusz Kowalski Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych bez ograniczeń MAP/0013/PWBE/20
Opracowujący	Mgr inż. Piotr Mędzelowski Nr upr. OZE-W/12/000025/24	mgr inż. Piotr Mędzelowski Certyfikowany instalator odnawialnych źródeł energii OZE-W/12/000025/24
Konstruktor	Mgr inż. Łukasz Sekuła Nr upr. SWK/POOK/0027/12 spec. konstrukcyjno-budowlana	mgr inż. Łukasz Sekuła Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności: konstrukcyjno-budowlanej nr ewid.: SWK/POOK/0027/12

17.12.2025

Projekt pn. „Zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego PWiK Żory sp. z o.o. poprzez budowę sieci instalacji rozproszonych źródeł energii odnawialnej” realizowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Fundusze Europejskie dla Śląskiego 2021-2027 (Priorytet X Fundusze europejskie na transformację, Działanie 10.06 Rozwój energetyki rozproszonej opartej o odnawialne źródła energii - projekty inne niż grantowe i parasolowe).

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.	CHARAKTERYSTYKA EKOLOGICZNA	6
10.	PRZYŁĄCZE INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ	6
11.	OPIS ROZWIĄZAŃ	6
11.1	PANELE FOTOWOLTAICZNE	8
11.2	FALOWNIK	8
11.3	OPTYMALIZATORY MOCY	9
11.4	MAGAZYN ENERGII	10
11.5	KOMPENSACJA MOCY BIERNEJ	10
11.6	MONITORING INSTALACJI	11
11.7	SYSTEM WIZYJNY	13
11.8	ŁĄCZNOŚĆ I CYBERBEZPIECZEŃSTWO	14
11.9	AUTOMATYKA SZR	15
11.10	PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE DC	16
11.10.1	DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE DC	16
11.10.2	ZABEZPIECZENIA PRZEPIĘCIOWE PO STRONIE DC	17
11.10.3	ROZDZIELNICA DC	17
11.11	PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE AC	18
11.11.1	DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE AC	18
11.11.2	ZABEZPIECZENIA PO STRONIE AC	18
11.11.3	ROZDZIELNICA AC	19
12.	ZABEZPIECZENIE PRZECIWPOŻAROWE	20
13.	OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA I ODGROMOWA	23
14.	UWAGI DLA WYKONAWCY	24
15.	ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW	25
16.	UWAGI KOŃCOWE	26
17.	OPIS KONSTRUKCJI	28

17.1	OKREŚLENIE BALASTU DOCIĄŻAJĄCEGO KONSTRUKCJĘ.....	31
17.2	SPRAWDZENIE ZGODNOŚCI BALASTU Z EKSPERTYZĄ.....	34
17.3	UWAGI.....	36
17.4	PODSTAWA OPRACOWANIA PROJEKTU KONSTRUKCJI	36
18.	ZAŁĄCZNIKI	36
	OŚWIADCZENIE PROJEKTANTÓW	38

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;
- Ustawa z dn. 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym;
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo Energetyczne;
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii;
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej;
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego;
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich;
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06 lutego 2003 r w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych;
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów;
- Wymagania dla instalacji mikrogeneracyjnych przeznaczonych do równoległego przyłączenia do publicznych sieci dystrybucyjnych niskiego napięcia – norma PN-EN 50549;
- 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.
- PN-EN IEC 61730 - Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) Wymagania dotyczące konstrukcji.
- PN-EN 1991-1-4 - Eurokod 1 -- Oddziaływania na konstrukcje -- Część 1-4: Oddziaływania ogólne -- Oddziaływania wiatru
- PN-EN 61215 - Moduły fotowoltaiczne (PV) do zastosowań naziemnych. Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu
- PN-EN 62852 - Złącza DC stosowane w systemach fotowoltaicznych -- Wymagania

bezpieczeństwa i badania

- PN-EN 61439-2 - Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Rozdzielnice i sterownice do rozdziału energii elektrycznej

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, przyłączonej 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 25 kW. Instalację fotowoltaiczną wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną projektuje się na dachu budynku archiwum a urządzenia sieciowe: falownik, magazyn energii, rozdzielnice AC i DC w budynku Hydroforni PWiK Żory SP. z o.o. w Żorach Os. Pawlikowskiego na działce nr. ewid. 1912/177 i 2801/169 obręb Żory.

4. STAN ISTNIEJĄCY

Instalacja fotowoltaiczna zostanie usytuowana na działce nr. ewid. 1912/177 i 2801/169 obręb Żory, na dachu budynku archiwum hydroforni PWiK. 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;
- dobór optymalizatorów mocy;
- 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. 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.

10. 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. B50A. 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 10 Ω .

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.

11. OPIS ROZWIĄZAŃ

Na dachu projektuje się instalację fotowoltaiczną, która składać się będzie z zespołów paneli fotowoltaicznych. Łączna moc projektowanej instalacji fotowoltaicznej wynosić będzie 25 kW. 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
- inna aparatura techniczna.

Instalacja fotowoltaiczna o mocy 25 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 ogniw, na prąd zmienny (AC). Po zmianie charakteru energii elektrycznej, zostanie ona użyta na potrzeby własne budynku, a część pozostała tzw. nadprodukcja zostanie oddana i zmagazynowana w magazynie energii. Ewentualna nadwyżka energii elektrycznej zostanie oddana do sieci. 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 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.

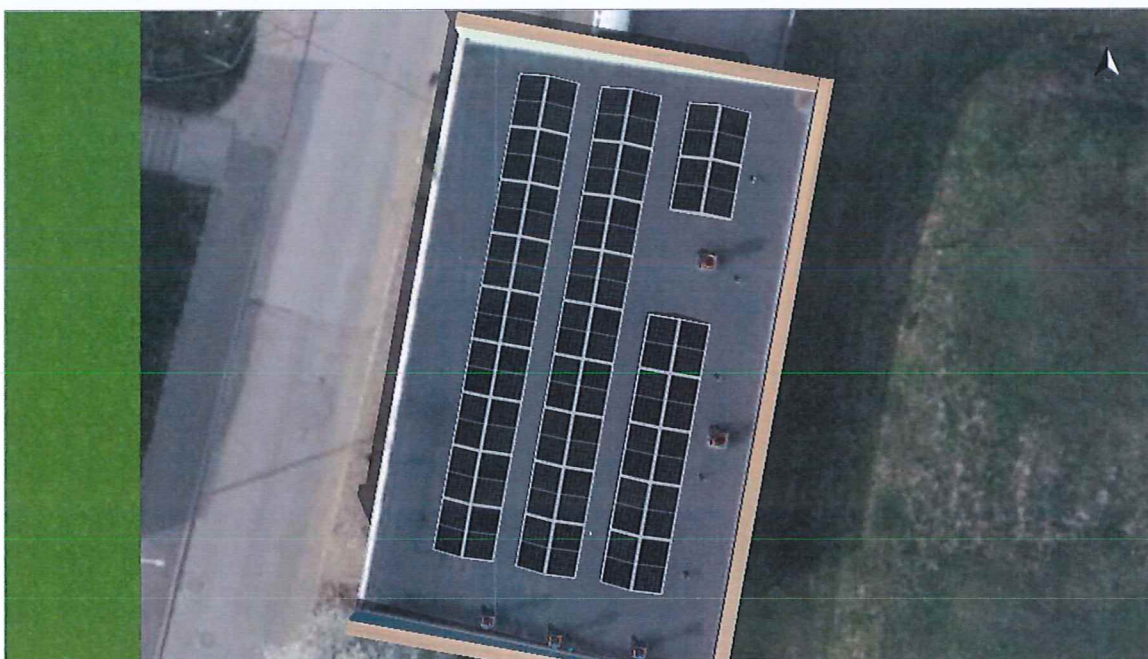


Figura 1 Wizualizacja instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku

11.1 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 50 szt. modułów PV zamontowanych na dachowej konstrukcji wsporczej. Do falownika podłączone zostaną 2 stringi przewodami DC PV 6mm² łączone za pomocą gniazd i wtyków MC4. Zespół prądotwórczy tworzą 2 układy MPPT w układzie: 1MPPT: 2x13 sztuk modułów fotowoltaicznych oraz 2MPPT: 2x12 sztuk modułów fotowoltaicznych łączonych równolegle. 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 – JKM500N-60HL4.

Tabela 1. Parametry elektryczne modułu – JKM500N-60HL4

Podstawowe parametry (dla warunków STC):	
Moc maksymalna (P_{MAX})	500 Wp
Napięcie obwodu otwartego (U_{OCSTC})	44,21 V
Prąd zwarcia (I_{SCSTC})	14,17 A
Napięcie przy mocy maksymalnej (U_{MPPSTC})	36,79 V
Natężenie prądu przy mocy maksymalnej (I_{MPPSTC})	13,59 A
Współczynnik temperaturowy (I_{SCSTC})	+ 0,045 %/°C
Współczynnik temperaturowy (U_{OCSTC} (β))	- 0,25 %/°C
Współczynnik temperaturowy (P_{MAXSTC})	- 0,29 %/°C
Podstawowe parametry (dla warunków NOCT*):	
Moc maksymalna (P_{MAX})	377 Wp
Napięcie obwodu otwartego (U_{OCNOCT})	42,00 V
Prąd zwarcia (I_{SCNOCT})	11,44 A
Napięcie przy mocy maksymalnej ($U_{MPPNOCT}$)	34,40 V
Natężenie prądu przy mocy maksymalnej ($I_{MPPNOCT}$)	10,98 A

*wyniki oszacowane z uwagi na brak konkretnych parametrów na karcie katalogowej producenta

Tabela 2. Parametry mechaniczne modułu – JKM500N-60HL4

Pozostałe parametry	
Sprawność modułu	23,17%
Wymiary	1906x1134x30 mm
Waga	22,5 kg

11.2 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 hybrydowego. 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 SUN2000-25K-MB0.

Tabela 3. Parametry napięciowo-prądowe falownika HUAWEI SUN2000-25K-MB0

Parametry napięciowo-prądowe na wejściu DC	
Max. napięcie wejściowe	1100 V _{DC}
Znamionowe napięcie wejściowe	600 V _{DC}
Max. prąd zwarciaowy MPPT	40 A _{DC}
Max. prąd roboczy MPPT	20/30 A _{DC}
Max. sprawność falownika	98,4%
Parametry napięciowo-prądowe na wyjściu AC	
Znamionowa moc wyjściowa	25 000 W
Max. Moc pozorna AC	27 500 VA
Napięcie wyjściowe	400/230 V
Częstotliwość	50/60 Hz
Max. Prąd wyjściowy	42 A
THD	< 3%

11.3 OPTYMALIZATORY MOCY

Optymalizator mocy to urządzenie, które odpowiada za ochronę instalacji przed skutkami częściowego zacielenia, które wpływa na pracę paneli fotowoltaicznych. Działanie optymalizatorów mocy polega na szukaniu punktu mocy maksymalnej na poziomie pojedynczego modułu PV. Optymalizator pozwala utrzymać stałe napięcie w łańcuchu umożliwiając stałą wydajność falownika. Konfiguracja podłączenia optymalizatorów mocy do falownika fotowoltaicznego oraz dobór długości stringów została przedstawiona w części rysunkowej załączonej do niniejszego opracowania.

Dla przedmiotowej instalacji fotowoltaicznej projektuje się zastosowanie optymalizatorów mocy o parametrach przedstawionych niżej w tabeli. Wybór konkretnego producenta optymalizatorów mocy uzależniony jest od zastosowanego falownika. W analizowanym przypadku zastosowano optymalizatory SUN2000-600W-P.

Tabela 4. Parametry prądowo-napięciowe dla optymalizatorów mocy SUN2000-600W-P

Parametry prądowo-napięciowe optymalizatora mocy	
Znamionowa moc wejściowa	600 W
Zakres napięcia roboczego MPPT	10-80 V _{DC}
Max. napięcie wejściowe	80 V _{DC}
Max. prąd zwarciov	14,5 A _{DC}

11.4 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. Magazyn energii powinien być wykonany w technologii litowo-żelazowo-fosforanowej (LiFePO₄) i posiadać pojemność nominalną min. 41 kWh. Urządzenie musi być wyposażone w zintegrowany system zarządzania baterią (BMS) monitorujący parametry takie jak napięcie, prąd, temperatura oraz stan naładowania, zapewniając ochronę przed przeładowaniem, głębokim rozładowaniem, przeciążeniem i przegrzaniem. Magazyn energii powinien być kompatybilny z falownikiem hybrydowym poprzez interfejs komunikacyjny. Magazyn energii powinien spełniać wymagania techniczne dotyczące współpracy z siecią elektroenergetyczną i instalacją fotowoltaiczną.

Magazyn energii zostanie zamontowany w pomieszczeniu wydzielonym pożarowo nie przeznaczonym na stały pobyt ludzi w dostosowanym pomieszczeniu o wymiarach 138x203cm obok pomieszczenia Chlorowni. 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, instrukcją montażu i obsługi magazynów oraz zgodnie ze sztuką budowlaną ze szczególną uwagą na zachowanie odpowiednich odstępów wentylacyjnych i zabezpieczenia. Magazyn energii należy odpowiednio oznakować wraz z określeniem zastosowanej technologii akumulatorów.

11.5 KOMPENSACJA MOCY BIERNEJ

Projektuje się zainstalowanie 50 sztuk modułów fotowoltaicznych o łącznej mocy znamionowej 25kW oraz 1szt. falownika Huawei SUN2000-25K-MB0. Zgodnie z kartą katalogową falownik może produkować maksymalnie w sytuacji krótkotrwałego zwiększenia mocy 27,5kW mocy czynnej przy $\cos \varphi = 1$ oraz 27,5 kW mocy pozornej. Falownik ma możliwość pracy w zakresie współczynnika mocy od $\cos \varphi = -0,8$ o charakterze indukcyjnym do $\cos \varphi = 0,8$ o charakterze pojemnościowym.

Zastosowany falownik hybrydowy Huawei SUN2000-25K-MB0 umożliwia aktywną regulację mocy biernej w pełnym zakresie wymaganym przez OSD. Urządzenie może kompensować przesunięcie fazowe zarówno indukcyjne, jak i pojemnościowe, dzięki czemu **nie zachodzi potrzeba stosowania dodatkowych kompensatorów mocy biernej**.

W ramach rozruchu instalacji należy:

- ustawić odpowiedni tryb sterowania mocy biernej wewnątrz falownika

- wykonać pomiary napięcia, prądów oraz współczynnika mocy w punkcie przyłączenia,
- potwierdzić, że $\text{tg}\varphi \leq 0,4$ zarówno dla mocy biernej indukcyjnej, jak i pojemnościowej

W przypadku stwierdzenia przekroczeń $\text{tg}\varphi > 0,4$ po uruchomieniu wykonawca zobowiązany będzie do dostosowania właściwych parametrów sieci.

11.6 MONITORING INSTALACJI

Projektuje się układ monitoringu parametrów pracy instalacji z zastosowaniem systemu nadzoru SCADA wraz z dedykowanym licznikiem energii brutto na potrzeby monitorowania pracy instalacji (produkcja, oddawanie do sieci, autokonsumpcja). Jako rozwiązanie referencyjne przyjmuje się licznik energii E650 ZMD310CT44, 3x230/400V, I_{MAX} 60A. Urządzenie powinno posiadać możliwość ciągłego monitoringu i zapisu danych oraz zbierać dane eksploatacyjne i podstawowe parametry jakościowe energii elektrycznej (napięcia, prądy, moc, współczynnik mocy, energia czynna i bierna). Projektowane oprogramowanie ma pozwolić na wizualizację parametrów pracy elektrowni fotowoltaicznej na ekranie komputera, lokalny zapis, przechowywanie danych na dedykowanym serwerze oraz dostęp do danych przez sieć Internet. System umożliwia ciągłą kontrolę elektrowni fotowoltaicznej pod kątem ilości energii wyprodukowanej, wartości napięć i prądów oraz sprawności. Instalacja zostanie podłączona do systemu SCADA, do którego stanowisko komputerowe zostanie zamontowane w dyspozytorni PWiK przy ul. Wodociągowej 10. Wszelkie obrazy, dane pomiarowe i wizualizacje instalacji fotowoltaicznej zlokalizowanej na terenie Hydrofornii zostaną udostępnione do serwera SCADA w dyspozytorni PWiK przy ul. Wodociągowej 10. System ma umożliwić obsłudze dyspozytorni PWiK wgląd we wszelkie dane pomiarowe instalacji zlokalizowanej na Os. Pawlikowskiego. System wizualizacji i sterowania instalacji fotowoltaicznej winien być obsługiwany przez przeglądarkę internetową w wewnętrznej sieci PWiK z kontrolą/ograniczeniem dostępu za pomocą mechanizmów bezpieczeństwa sieci spełniający wymogi NIS 2. Projektowany system sterowania i monitorowania pracy instalacji powinien umożliwiać generowanie wykresów i raportów z pracy instalacji w trybie dziowym, miesięcznym i rocznym i eksport ich do wybranego formatu np. XLS XLSX czy PDF. Falownik oraz licznik energii należy włączyć do systemu SCADA poprzez interfejs komunikacyjny RS-485 (Modbus RTU) lub Ethernet. Na liniach RS-485 należy zastosować separatory galwaniczne.

W projektowany system SCADA wchodzi:

- Licencja serwerowa systemu bez limitu zmiennych
- Środowisko wykonawcze z bezpośrednim połączeniem ze sprzętem (np. IED)
- Obszary alarmowe
- Przetwarzanie poleceń
- Automatyczne kolorowanie linii
- Wykresy Menedżer użytkowników
- Raportowanie
- Obsługa protokołów komunikacyjnych: IEC 60870-5-101/-104, IEC 60870-5-103, DNP3, IEC 61850, Modbus Energy

- Licencja webowa (serwer www) - 2 jednocześnie połączenia, nieograniczona liczba użytkowników

Źródło danych pomiarowych dla serwera SCADA stanowi m. in. inteligentny licznik energii brutto (SmartMeter). Komunikacja z serwerem odbywać się będzie poprzez sieć Ethernet z wykorzystaniem protokołu Modbus TCP/IP.

Dane z licznika muszą być cyklicznie przesyłane do systemu SCADA w sposób zapewniający:

- aktualizację parametrów w czasie rzeczywistym (nie rzadziej niż co 10 s),
- rejestrowanie i archiwizację wartości mierzonych,
- wizualizację bieżących i historycznych danych w postaci tabelarycznej i graficznej,
- generowanie alarmów w przypadku przekroczenia zadanych progów.

Wykonawca zobowiązany jest do pełnej integracji systemu SCADA z urządzeniami polowymi, w tym:

- falownikami,
- licznikami energii,
- analizatorami jakości energii,
- zabezpieczeniami lub innymi urządzeniami IED (jeśli występują)

Interfejs wizualizacji SCADA powinien umożliwiać:

- monitoring mocy chwilowej, napięć, prądów i energii wyprodukowanej,
- raportowanie w ujęciach: dobowym, miesięcznym i rocznym,
- eksport raportów do formatów XLS, XLSX i PDF,
- konfigurację uprawnień użytkowników (operator, administrator, serwis)

Inwestor oczekuje zrealizowania poza funkcjami fabrycznymi wizualizacji systemu w postaci np. dostępu do chmury producenta falownika, dodatkowej funkcjonalności przy zastosowaniu systemu SCADA. Inwestor musi posiadać nadzór i możliwość zmiany generacji mocy i współczynnika mocy, a nawet proporcjonalnego obniżenia mocy. Oprogramowanie SCADA powinno zawierać odwzorowanie stanów łączników, produkcji, regulacji itp. Zakres ostatecznie poda Inwestor Wykonawcy oprogramowania do zarządzania i wizualizacji instalacją. Dodatkowo w systemie SCADA należy odwzorować współpracę instalacji fotowoltaicznych i magazynu energii elektrycznej. System SCADA należy wyposażać w centrum dyspozytorskie. Centrum dyspozytorskie będzie połączone poprzez istniejącą sieć internetową do serwera zainstalowanego przy ul. Wodociągowej. (poza opracowaniem)

Dostęp do systemu SCADA i niezbędnej aparatury powinien być realizowany wyłącznie w ramach wewnętrznej sieci PWIK, z możliwością dostępu zdalnego wyłącznie przez bezpieczne połączenie VPN. System musi spełniać wymogi bezpieczeństwa zgodne z Dyrektywą NIS 2 oraz aktualnymi wytycznymi w zakresie cyberbezpieczeństwa infrastruktury krytycznej. Należy zapewnić wielopoziomowe uwierzytelnianie użytkowników oraz rejestrowanie zdarzeń (logowanie działań administracyjnych).

Projektuje się cyfrowy system nadzoru SCADA w skład którego wchodzi:

- Licencja serwerowa systemu bez limitu zmiennych
- Środowisko wykonawcze z bezpośrednim połączeniem ze sprzętem (np. IED)
- Obszary alarmowe
- Przetwarzanie poleceń
- Automatyczne kolorowanie linii
- Wykresy Menedżer użytkowników
- Raportowanie
- Obsługa protokołów komunikacyjnych: IEC 60870-5-101/-104, IEC 60870-5-103, DNP3, IEC 61850, Modbus Energy
- Licencja webowa (serwer www) - 2 jednocześnie połączenia, nieograniczona liczba użytkowników

Centrum Dyspozytorskie: komputer z systemem operacyjnym WINDOWS 11 PRO (stacja robocza Mini PC Intel Core i7, najmniej 12 generacji) mysz i klawiatura oraz monitor 32 cale.

- instalacja środowiska (aplikacje)
- modelowanie danych farmy PV w systemie
- stworzenie i modelowanie danych Planu Zagospodarowania Terenu (PZT)
- opracowanie, konfiguracja i uruchomienie modułu powiadomień SMS
- stworzenie instrukcji obsługi systemu w formacie PDF dla operatora farmy PV
- szkolenie z obsługi systemu EKTIN na obiekcie (do 10 osób, do 4 godzin)

Wykonawca jest zobowiązany w szczególności do:

- dostarczenia kompletnej dokumentacji powykonawczej obejmującej schematy połączeń, konfigurację SmartMeter oraz konfigurację systemu SCADA,
- przeprowadzenia prób komunikacyjnych i testów funkcjonalnych potwierdzających prawidłową współpracę SmartMeter z falownikami i serwerem SCADA,
- przeszkolenia personelu Zamawiającego w zakresie obsługi systemu,
- zapewnienia serwisu gwarancyjnego i wsparcia technicznego

11.7 SYSTEM WIZYJNY

Projektuje się system monitoringu wizyjnego (CCTV IP) dla elektrowni fotowoltaicznej obejmujący rejestrację obrazu z kamer IP, transmisję danych przez sieć Ethernet PoE oraz zdalny podgląd z dyspozytorni PWiK Żory. System przeznaczony jest do całodobowego nadzoru obiektu i jego otoczenia, w tym detekcji ruchu, obserwacji terenu w warunkach nocnych z wykorzystaniem promienników IR oraz archiwizacji nagrań. Obrazy z kamer oraz wszelkie dane z monitoringu będą udostępniane do Dyspozytorni PWiK przy ul. Wodociągowej 10, umożliwiając Dyspozytorowi wgląd w obraz z kamer w czasie rzeczywistym.

System zostanie uruchomiony i obsługiwany w dyspozytorni PWiK Żory. Nagrania magazynowane będą lokalnie w rejestratorze/NVR przez co najmniej 30 dni, maksymalnie 90 dni od daty nagrania (konfigurowalny zakres retencji). System zapewnia dostęp do obrazu na żywo i materiałów archiwalnych przez przeglądarkę w sieci wewnętrznej, z kontrolą dostępu i zabezpieczeniami sieciowymi.

Projektuje się instalację monitoringu wizyjnego terenu elektrowni opartego na kamerach IP. Do monitoringu instalacji fotowoltaicznych zostaną użyte:

- rejestrator np. Hikvision NVR-108MH-C/8P-2TB-HDD lub równoważny, zasilający kamery poprzez porty PoE, z wbudowanym dyskiem min. 2 TB pracujący w trybie ciągłym, z kompresją H.265+, umożliwiający podgląd i odtwarzanie materiału archiwalnego w sieci LAN oraz detekcję ruchu. Rejestrator powinien spełniać wymagania norm ISO w tym ISO 27701.
- 2 szt. kamer tubowych IP 2 Mpx z promiennikiem IR 60 m, obiektywem motozoom (kął widzenia ok. 108°), funkcją day/night, filtrem IR cut, kompresją H.265+, klasą szczelności IP67 i zakresem temperatur pracy -30 ÷ +60 °C.
- monitor LCD min. 32 " przystosowany do pracy ciągłej 24/7
- rozdzielnicę SwCCTV z 8-portowym switchem PoE (6 portów PoE + 2 uplink), w hermetycznej obudowie IP56, z zasilaniem 52 V DC (30 W/port, standard IEEE 802.3af/at)
- ochronniki przeciwprzepięciowe LAN zainstalowane w skrzynkach przy kamerach
- komplet okablowania strukturalnego kategorii 5e/6 z zastosowaniem dławików kablowych.

Kamery tubowe należy zamontować na słupach min. 3,5m nad powierzchnią gruntu. Rejestrator zamontować w rozdzielnicy. Dla zapewnienia zasilania POE kamer przewiduje się montaż rozdzielnicy SwCCTV. W hermetycznej obudowie z dławikami rozdzielnicy SwCCTV zostanie zamontowany min. 8 portowy switch PoE przeznaczony do łączenia i zasilania kamer IP. Switch na portach musi posiadać funkcję automatycznej detekcji urządzeń zasilanych w standardzie PoE. Technologia PoE zapewnia połączenie sieciowe oraz obniża koszty instalacji, eliminując potrzebę doprowadzania oddzielnego kabla zasilającego do każdego urządzenia.

Parametry:

- Switch 8 portowy S64H w obudowie hermetycznej
- Ilość portów: 8 portów (6xPoE + 2xUPLINK)
- Zasilani PoE: 6 portów 10/100Mb/s -IEEE 802.3af.at, 52VDC/30W/port (PoE+)
- Obudowa hermetyczna IP56, natynkowa, zamykana

Rozdzielnice SwCCTV należy zamontować w pomieszczeniu technicznym PV. Dla zabezpieczenia kamer zamontowanych na zewnątrz przewiduje się zastosowanie uniwersalnego ogranicznika przepięć do ochrony sieci LAN i okablowania strukturalnego. Ochronniki należy zainstalować w zabezpieczonej skrzynce przy słupie z kamerą.

System wizyjny stanowi integralną część infrastruktury technicznej elektrowni PV i powinien być uruchomiony równolegle z systemem SCADA i SmartMeter, umożliwiając operatorowi zdalną obserwację i weryfikację stanu instalacji w czasie rzeczywistym

11.8 ŁĄCZNOŚĆ I CYBERBEZPIECZEŃSTWO

W celu zapewnienia bezpiecznej i niezawodnej komunikacji pomiędzy infrastrukturą technologiczną instalacji fotowoltaicznej zlokalizowanej na obiekcie, a systemami nadrzędnymi Dyspozytorni PWiK Żory, projekt przewiduje zastosowanie dedykowanych rozwiązań w zakresie łączności oraz cyberbezpieczeństwa.

Komunikacja pomiędzy serwerem/sterownikiem systemu PV zainstalowanym na obiekcie a Dyspozytornią PWiK Żory realizowana będzie poprzez wydzieloną sieć transmisji danych (VPN), z wykorzystaniem zapory sieciowej klasy przemysłowej. Jako rozwiązanie referencyjne przyjmuje się zastosowanie zapory sieciowej opartej o platformę FortiGate, np. FortiGate FG-40F-BDL-950-xx, wyposażonej w licencję Unified Threat Protection (UTP) oraz usługi bezpieczeństwa FortiGuard.

Projektowana zaporę sieciową pełnić będzie funkcję głównego elementu ochrony cybernetycznej styku sieci obiektowej instalacji fotowoltaicznej z siecią zewnętrzną. Do jej podstawowych zadań należeć będzie:

- filtrowanie ruchu sieciowego (stateful firewall),
- kontrola dostępu do zasobów sieciowych zgodnie z zasadą minimalnych uprawnień,
- szyfrowanie transmisji danych pomiędzy obiektem a Dyspozytornią (IPsec/SSL VPN),
- ochrona przed zagrożeniami sieciowymi, w tym atakami typu malware, ransomware, intrusion attempts (IDS/IPS),
- ochrona przed nieautoryzowanym dostępem oraz analiza ruchu aplikacyjnego.

Zapora zostanie skonfigurowana w sposób umożliwiający separację sieci technologicznej instalacji PV od pozostałych sieci obiektowych (segmentacja VLAN), co ograniczy możliwość rozprzestrzeniania się zagrożeń oraz zwiększy poziom bezpieczeństwa systemów sterowania i monitoringu.

Dostęp zdalny do urządzeń instalacji fotowoltaicznej (falowników, liczników energii, systemu SCADA/monitoringu) będzie możliwy wyłącznie poprzez bezpieczne kanały komunikacyjne, po uprzedniej autoryzacji użytkowników oraz z rejestracją zdarzeń dostępowych (logowanie).

Całość rozwiązania w zakresie łączności i cyberbezpieczeństwa zostanie zaprojektowana zgodnie z aktualnymi dobrymi praktykami branżowymi, zaleceniami producentów urządzeń oraz obowiązującymi wymaganiami w zakresie ochrony infrastruktury krytycznej i bezpieczeństwa systemów OT/IT

11.9 AUTOMATYKA SZR

Obiekt zasilany jest z dwóch przyłączy poprzez wyłączniki Q1 i Q2, a ich współpraca jest możliwa dzięki układowi SZR oraz łącznikowi sekcijnemu Q3. Obiekt hydroforowni dodatkowo zasilany jest przez agregat prądotwórczy, którego załączenie odbywa się poprzez załączenie wyłącznika Q4. Celem zabezpieczenia przed pracą wyspą instalacji fotowoltaicznej (na pracującym agregacie) dodatkowym zabezpieczeniem jest zrealizowanie automatyki uniemożliwiającej pracy równoległej instalacji fotowoltaicznej oraz agregatu prądotwórczego:

- wygenerowanie sygnału przez „STOP PRACA FALOWNIKÓW” przez automatykę SZR podanych na dedykowane wejście sterujące w falowniku co spowoduje zatrzymanie pracy falowników,
- rozłączenie wyłącznika Q5 sterowanego poprzez automatykę SZR co spowoduje fizyczne odłączenie instalacji fotowoltaicznej od sieci elektroenergetycznej.

Dodatkowo najbardziej ekonomicznym wariantem będzie praca w układzie numer 2 poniższego diagramu, który pozwala na wykorzystanie w największym stopniu produkcji energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej.

Diagram SZR

U (sieć ZK1)	U (sieć ZK2)	U (agreg.)	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
1	1	0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	0	1	0	1
0	1	0	0	1	1	0	0
0	0	1	0	0	1	1	0

11.10 PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE DC

11.10.1 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 – ~120m

U – 447,2 V

I – 10,98 A

k – 50 $\frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$

A – 6 mm²

Strata [%] = 0,877%,

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

11.10.2 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.

$$V_{CPV} \geq 689 \text{ V}$$

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej należy zastosować ogranicznik przepięć T1+T2 o maksymalnym napięciu ciągłej pracy min. 1000V.

11.10.3 ROZDZIELNICA DC

Jako rozwiązanie referencyjne projektuje się zastosowanie rozdzielnic modułowej SH-438 DC firmy KENO. Konstrukcja rozdzielnic przeznaczona jest do montażu natynkowego. Rozdzielnica złożona jest z 12 pól, stopień IP65, odporna na UV oraz wyposażona w przyłącze MC4 Staubli. Rozdzielnice należy wyposażać w ograniczniki przepięć PHOENIX/VAL-MS-T1/T21000DC-PV/2+V o ochronie przeciwprzepięciowej T1/T2, znamionowym prądzie wyładowczym 15 kA i maksymalnym prądzie wyładowczym 40kA.

Wszelkie połączenia modułów fotowoltaicznych są wykonane z wykorzystaniem dedykowanych złączy 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. Pierwsza skrzynka DC zostanie zamontowana na wschodniej elewacji ściany budynku archiwum, obok wyłącznika PROJOY. Druga skrzynka zostanie zamontowana w pomieszczeniu Hydroforni w którym projektowana jest pozostała aparatura sieciowa.

11.11 PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE AC

11.11.1 DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE AC

Parametry do wyznaczenia przewodów: znamionowa moc wyjściowa AC falownika: 25 kW, długość przewodu od falownika do miejsca wpięcia ok. 20 m. Zalecany maksymalny poziom strat 1,5%.

Minimalny przekrój przewodów:

$$A \text{ [mm}^2\text{]} = \frac{P \cdot L}{U^2 \cdot k \cdot 0,015}$$

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].

$$A \text{ [mm}^2\text{]} = 3,72$$

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];

$$I_{\text{MAX}} = 37,98 \text{ A}$$

Przyjmujemy 42 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. 16 mm².

11.11.2 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 obwody 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;

I_2 – 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:

$$I_b = 47,9 \text{ A}$$

$$I_z = 66 \text{ A}$$

$$I_n = 50 \text{ A}$$

$$47,9 \leq 50 \text{ A} \leq 66 \text{ A}$$

$$I_2 = 1,45 \cdot 50 = 72,5 \text{ A}$$

$$72,5 \text{ A} \leq 95,7 \text{ A}$$

Projektuje się wyłącznik nadprądowy min. 50A o charakterystyce B.

Zabezpieczenie przepięciowe AC

Projektuje się ogranicznik przepięć AC T1+T2 Noark Ex9UE1+2 12.5 3PN 275

11.11.3 ROZDZIELNICA AC

Jako rozwiązanie referencyjne projektuje się zastosowanie rozdzielnic modułowej SH-316 AC firmy KENO. Konstrukcja rozdzielnic przeznaczona jest do montażu natynkowego. Rozdzielnicę złożoną jest z 12 pól, stopień IP65, odporna na UV. Rozdzielnicę należy wyposażyć w ogranicznik przepięć Noark Ex9UE1+2 12.5 3PN 275 o ochronie przeciwprzepięciowej T1/T2, o napięciu znamionowym 230V, maksymalnym prądzie impulsowym 12.5 kA na biegun oraz w wyłącznik różnicowo prądowy typu A 300mA.

Miedzy 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.

12. ZABEZPIECZENIE PRZECIWPOŻAROWE

Warunki ochrony przeciwpożarowej ustalono dla inwestycji, jaką jest instalacja fotowoltaiczna, w ramach której przewiduje się montaż modułów PV na budynku o kubaturze nie 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 uchwytów;
- montaż przewodów w aparatach urządzeń 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:

- **Przeciwpożarowy wyłącznik prądu PEFS PROJJOY**
- **Optymalizatory mocy z funkcją SAFE DC**

Wyłącznik PROJJOY powinien zostać zamontowany możliwie najbliżej modułów fotowoltaicznych tak, aby niebezpieczne okablowanie DC nie wchodziło do wewnątrz budynku. Miejsce lokalizacji PROJJOY na wschodniej elewacji budynku archiwum.

Dodatkowo projektuje się drzwi przeciwpożarowe jednoskrzydłowe przeznaczone do wydzielenia pożarowego pomieszczenia technicznego, w którym zlokalizowany będzie magazyn energii elektrycznej. Drzwi stanowią element biernych zabezpieczeń przeciwpożarowych obiektu i mają na celu ograniczenie rozprzestrzeniania się ognia, dymu oraz wysokiej temperatury poza strefę magazynu energii.

Parametry techniczne drzwi:

- **Rodzaj:** drzwi przeciwpożarowe jednoskrzydłowe, pełne
- **Klasa odporności ogniowej:** EI60
- **Klasa dymoszczelności:** Sa, S200
- **Kierunek otwierania:** na zewnątrz pomieszczenia technicznego (zgodnie z zasadami ewakuacji i bezpieczeństwa)
- **Konstrukcja skrzydła:** stalowe, wypełnione materiałem ognioodpornym, izolującym termicznie
- **Ościeżnica:** stalowa, systemowa, przystosowana do montażu w ścianach o wymaganej klasie odporności ogniowej

Drzwi powinny być wyposażone w zamek wpuszczany przystosowany do drzwi ppoż, klamkę stalową oraz samozamykacz zapewniający samoczynne zamykanie drzwi po każdym otwarciu.

Powyższe zabezpiecza budynek przed wystąpieniem w nim niebezpiecznego napięcia DC.

Inne wymagania

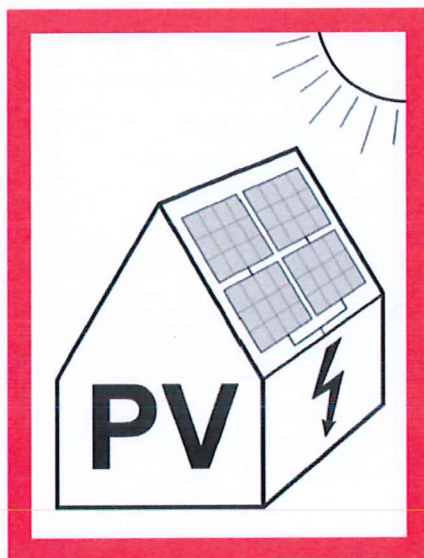
Przed rozpoczęciem eksploatacji instalacji należy:

- 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 rozdzielnicy AC PV;
2. w miejscu przyłączenia instalacji PV (na rozdzielnicy 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 NAPIĘT PO ROZŁĄCZENIU	Naklejka powinna znaleźć się na obudowie rozdzielnic RDC
 PRZEWODY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ UWAGA! WYSOKIE NAPIĘCIE DC W CASIE 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.

13. 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).

W ramach zabezpieczenia odgromowego instalacji fotowoltaicznej, projektuje się zastosowanie 5 sztuk masztów odgromowych. Rysunek z lokalizacją masztów odgromowych stanowi załącznik nr 06.

14. 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 wewnętrznej wewnątrz budynku. 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.

15. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW

Tabela 6. Zestawienie materiałów dla instalacji PV

L.p.	Pozycja	Jedn.	Ilość
1	Moduły fotowoltaiczne	Szt.	50
2	Falownik	Szt.	1
3	Okablowanie prądu stałego – przewód solarny 6 mm ²	m	250
4	Okablowanie prąd przemiennego – przewód 16 mm ²	m	20
5	Uziemienie instalacji PV	Kpl.	1
6	Konstrukcja wsporcza dla instalacji dachowej	Kpl.	1
7	Rozdzielnica DC SH-438 wraz z projektowaną aparaturą	Szt.	2
8	Rozdzielnica AC SH-316 wraz z projektowaną aparaturą	Szt.	1
9	Zabezpieczenie nadprądowe B50A	Szt.	2
10	Wyłącznik PPOŻ PEFS PROJOY	Szt.	1
11	Zabezpieczenie nadprądowe B6A	Szt.	1
12	Magazyn energii o pojemności 41 kWh z BMS	Kpl.	1
13	Optymalizatory mocy Huawei	Szt.	50
14	Wyłącznik różnicowo prądowy 300mA	Szt.	1
15	Słup wraz z kamerą, ogranicznikiem przepięć oraz okablowaniem	Szt.	2
16	System SCADA + Smart Meter z niezbędną aparaturą techniczną	Kpl.	1
17	Stanowisko wizyjne z monitorem 32 cale	Kpl.	1
18	Maszt odgromowy	Szt.	5
19	Układ pomiarowy brutto wyposażony w licznik E650 ZMD310CT44, 3x230/400V, I _{MAX} 60A wraz z zabezpieczeniami RBK00 80A/ogranicznik mocy 63A	Kpl.	1
21	Drzwi przeciwpożarowe EI60 S200	Szt.	1

16. UWAGI KOŃCOWE

Instalacja fotowoltaiczna zostanie zamontowana na dachu budynku archiwum. Urządzenia sieciowe zostaną zamontowane wewnątrz budynku hydroforni.

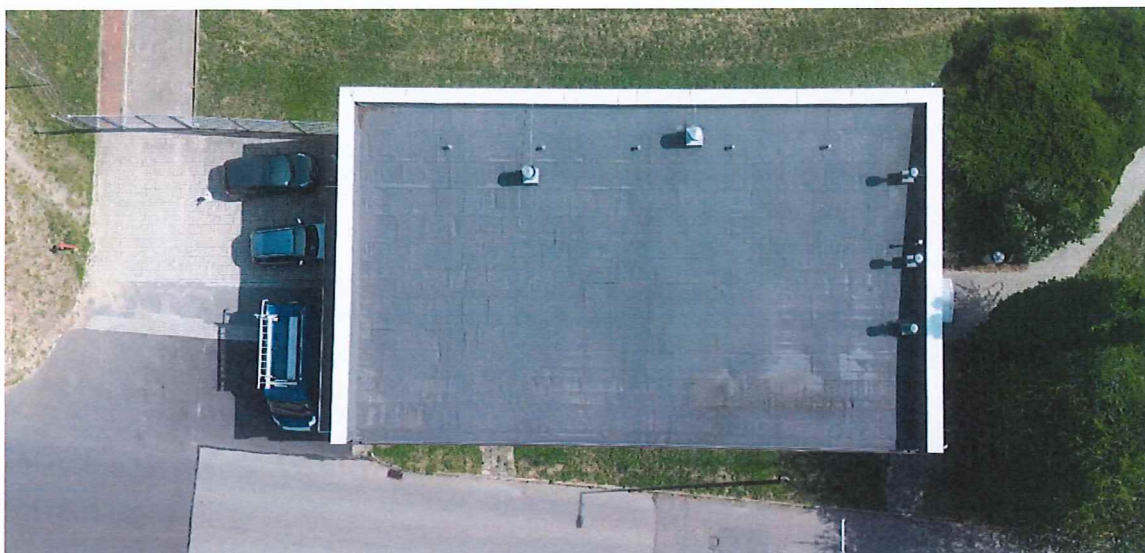


Figura 2 Dach przeznaczony pod montaż PV



Figura 3 Dach przeznaczony pod montaż PV

Okablowanie DC zostanie poprowadzone z dachu budynku archiwum po elewacji a następnie przekopem do pomieszczenia technicznego PV w którym zostanie zamontowany falownik wraz z magazynem energii i całą aparaturą techniczną. Następnie okablowanie AC zostanie przeprowadzone przewiertem przez ściany budynku Hydroforni do rozdzielni w której nastąpi wpięcie instalacji PV.

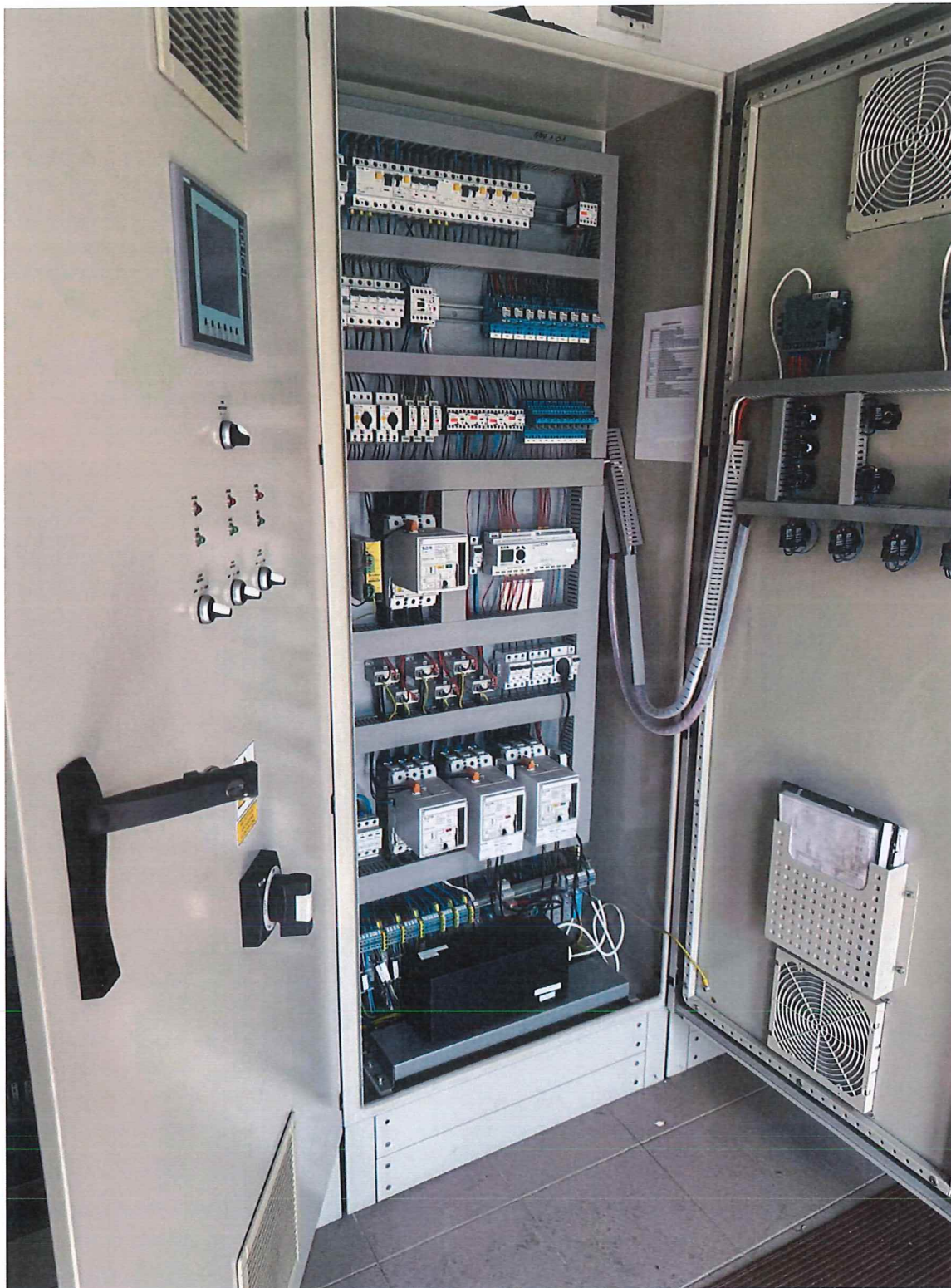


Figura 4 Miejsce wpięcia instalacji fotowoltaicznej w budynku hydroforni

Wykonawca powinien zwrócić szczególną uwagę na istniejące koryta kablowe na trasie przewiertów. Miejsce montażu urządzeń sieciowych w pomieszczeniu technicznym PV zostało przedstawione na załączniku 08 do niniejszego opracowania. Dopuszcza się alternatywne przeprowadzenie trasy kablowej pod warunkiem uzgodnienia z Zarządcą. Należy mieć bezwzględnie na uwadze infrastrukturę technologiczną hydroforni i wszelkie przewiertory oraz montaż tras kablowych należy przeprowadzić w sposób nie naruszający aktualnej infrastruktury.

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.

Podczas posadowienia konstrukcji wsporczej na tzw. „trójkątach” należy zabezpieczyć dach poprzez podłożenie pod szynę konstrukcji montażowej podkładki z papy. Okablowanie na dachu budynku powinno być prowadzone na wspornikach, i być wyniesione względem powierzchni dachu w taki sposób aby woda opadowa nie uszkodziła przewodów instalacji fotowoltaicznej.

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). Wykonawca w ramach inwestycji zapewni instalację monitorującą pracę instalacji, w tym pracę falownika. 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.

17. OPIS KONSTRUKCJI

Projektuje się konstrukcje wsporczą przeznaczoną pod montaż paneli fotowoltaicznych montowanych nie inwazyjnie do dachu istniejącego budynku technicznego zlokalizowanego na os. Władysława Pawlikowskiego dz. nr. 1912/177 i 2081/169 w Żorach. Konstrukcja i pokrycie dachu spełniają wymagania w zakresie NRO.

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.

Projektuje się zastosowanie systemowej konstrukcji wsporczej DP-DNHBE-WZ firmy BAKS, w wykonaniu balastowym, bez kotwienia do połaci dachowej. Moduły fotowoltaiczne montowane są w układzie poziomym (horyzontalnym), w konfiguracji wschód–zachód, pod kątem nachylenia 15° względem połaci dachu. System umożliwia posadowienie konstrukcji na dachu płaskim z przekazaniem obciążeń poprzez bloczki betonowe i maty ochronne, bez naruszania izolacji dachu.

Konstrukcja składa się z:

- profili nośnych i wsporników systemowych tworzących ramy pod moduły PV,
- uchwytów dolnych i górnych do mocowania paneli (np. UPDCNMC – uchwyt dolny, UPGC15NMC – uchwyt górny dla kąta 15°),
- elementów łącznych (śruby, nakrętki, podkładki),
- belek i podstaw pod bloczki betonowe,
- mat wibroizolacyjnych / ochronnych (np. SBR20/650) oddzielających konstrukcję od pokrycia dachowego,
- bloczków betonowych pełniących funkcję balastu

Główne elementy nośne systemu DP-DNHBE-WZ wykonane są z:

- MC – stal S350GD w powłoce Magnelis®,
- elementy łączne – stal nierdzewna
- wybrane akcesoria – stal cynkowana metodą cynku płatkowego
- maty podkładowe – elastomerowe maty SBR

Powłoka Magnelis® zapewnia wysoką odporność korozyjną elementów pracujących w warunkach zewnętrznych.

Rozwiązanie techniczne bazujące na katalogu firmy BAKS, przy czym dopuszcza się zastosowanie podobnych konstrukcji wsporczych innych rekomendowanych producentów. Ważne jest, aby montowana konstrukcja wsporcza posiadała ekrany blaszane utrudniające wiatrom oddziaływanie od spodu paneli fotowoltaicznych.

Nie przewiduje się kotwienia mechanicznego instalacji do pokrycia dachowego z papy. Konstrukcja będzie dociążona bloczkami betonowymi fundamentowymi o wymiarach np. 38 x 25 x 12cm. Przyjęto lokalizację obiektu w I strefie wiatrowej. Budynek zlokalizowany jest w prostych warunkach gruntowych podłoża zaliczanych do I kategorii geotechnicznej.

Przyjęte rozwiązanie techniczne:

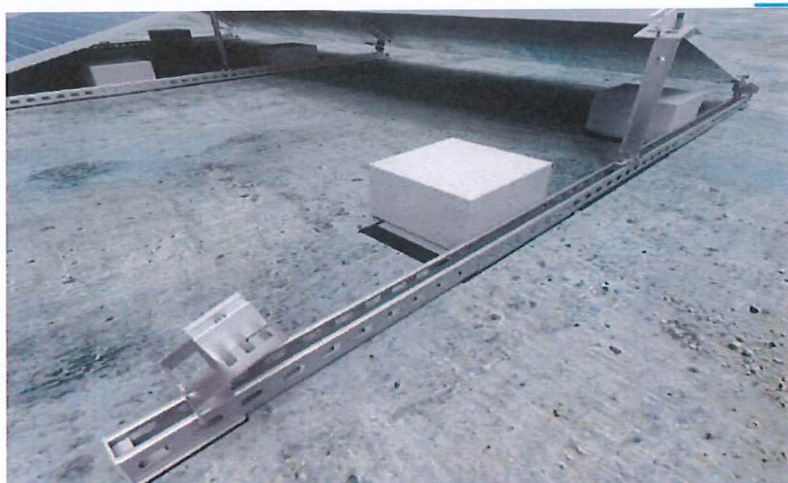


Figura 5 Widok konstrukcji

Proponowany System DP-DNHBE (W-Z) umożliwia montaż paneli bez naruszania poszycia dachu dzięki obciążeniu konstrukcji bloczkami betonowymi (bloczki należy zabezpieczyć przed nasiąkaniem wodą opadową).

Zaletami proponowanego systemu są:

- szybki montaż
- konstrukcja przebadana pod względem wytrzymałościowym
- wykonanie z blachy w powłoce: Magnelis®, MagiZinc®, PosMAC gwarantuje bardzo wysoką odporność na korozję
- mocowanie uchwytów paneli do profilu prowadzącego przy pomocy jednej śruby i nakrętki rombowej
- płynna regulacja rozstawu uchwytów w profilu prowadzącym
- podłużne otwory do montażu paneli w uchwytach UPDMC oraz UPG..MC poszerzają tolerancje montażu paneli do zamontowanej na dachu konstrukcji
- aerodynamiczne rozwiązanie znacząco obniża balast, co umożliwia montaż na budynkach o niskiej nośności dachu

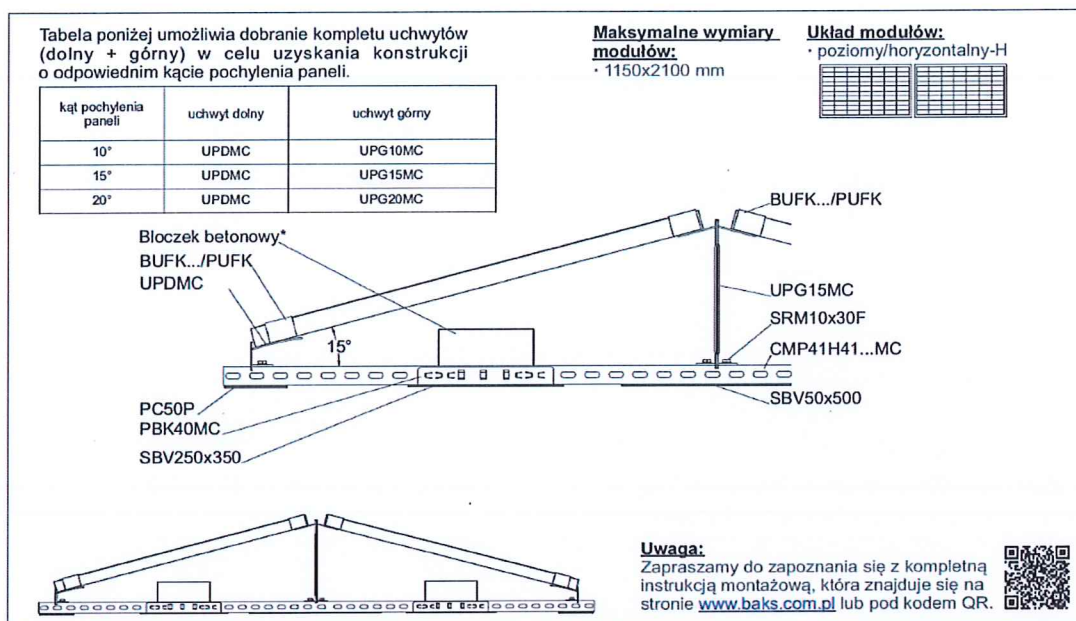


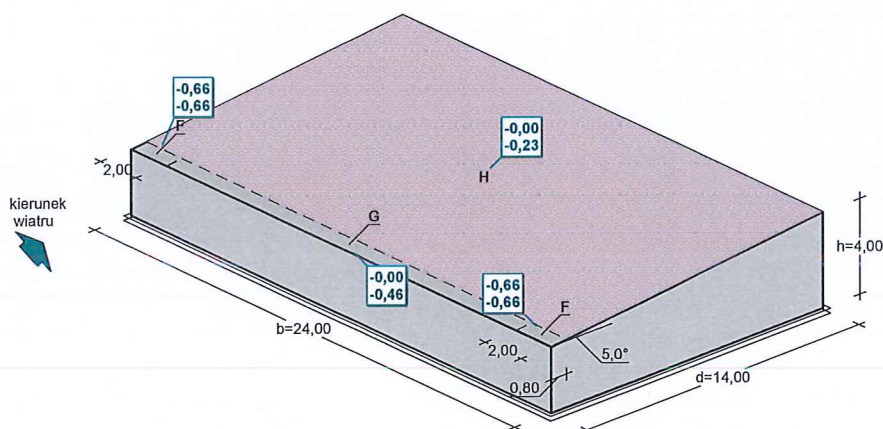
Figura 6 Szczegóły konstrukcji, źródło: baks.com.pl

17.1 OKREŚLENIE BALASTU DOCIĄŻAJĄCEGO KONSTRUKCJĘ

Przeanalizowano obciążenie wiatrem na konstrukcję nośną stropodachu i określono konieczny do zrównoważenia balast. Z uwagi na różne obciążenie połaci wiatrem wytypowano miejsca o mniejszym oddziaływaniu zalecane do montażu instalacji.

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy jednospadowe - ciśnienie zewnętrzne (7.2.4)

$F_{w,e}$ [kN/m²]



Połacie - pole H - ssanie:

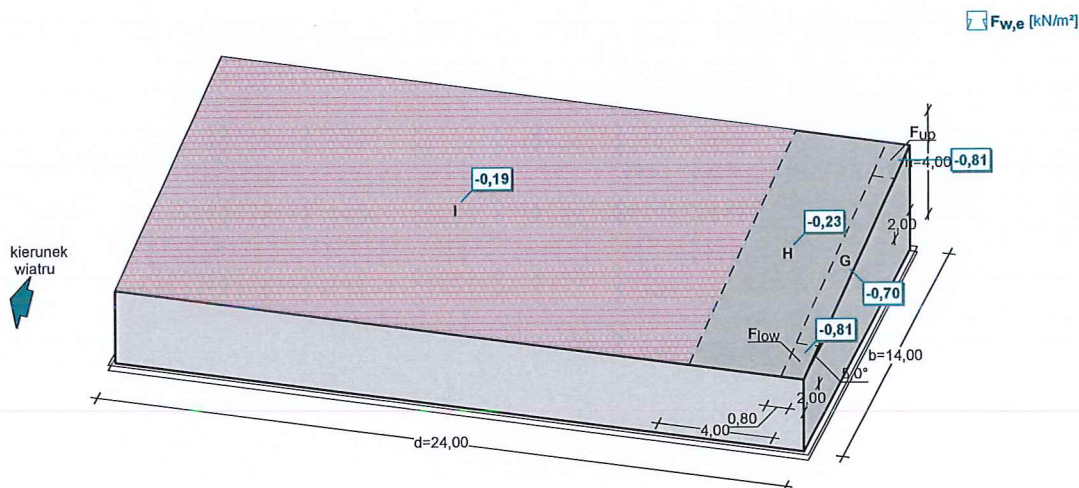
- Dach jednospadowy o wymiarach: $b = 24,00$ m, $d = 14,00$ m, kąt nachylenia połaci $\alpha = 5,0^\circ$
- Budynek o wysokości $h = 4,00$ m
- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 8,0$ m
- Wiatr wiejący na ścianę boczną niższą ($\theta = 0^\circ$)
- Obliczany element: element konstrukcyjny

- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:
Strefa obciążenia wiatrem 1; A = 284 m n.p.m.
 $v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$ (wg załącznika krajowego)
- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$
- Kategoria terenu III $\rightarrow z_0 = 0,3 \text{ m}$, $z_{min} = 5 \text{ m}$
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 4,00 \text{ m}$
- Współczynnik orografii: $c_o(z_e) = 1$
- Współczynnik turbulencji: $k_l = 1,0$
- Współczynnik terenu: $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$
- Współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_{min}/z_0) = 0,215 \cdot \ln(5,00/0,3) = 0,61$ (wg p.4.3.2 normy)
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 13,33 \text{ m/s}$
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = k_l / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_{min}/z_0)) = 0,355$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- Szczytowe ciśnienie prędkości: $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 387,5 \text{ Pa} = 0,387 \text{ kPa}$
- Współczynnik konstrukcyjny: $c_s c_d = 1,000$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,6$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,387 \cdot (-0,6) = \mathbf{-0,23 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy jednospadowe - ciśnienie zewnętrzne (7.2.4)



Połąć - pole I:

- Dach jednospadowy o wymiarach: $b = 14,00 \text{ m}$, $d = 24,00 \text{ m}$, kąt nachylenia połaci $\alpha = 5,0^\circ$
- Budynek o wysokości $h = 4,00 \text{ m}$
- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 8,0 \text{ m}$

- Wiatr wiejący na ścianę szczytową ($\theta = 90^\circ$)
- Obliczany element: element konstrukcyjny
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:
Strefa obciążenia wiatrem 1; A = 284 m n.p.m.
 $v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$ (wg załącznika krajowego)
- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$
- Kategoria terenu III $\rightarrow z_0 = 0,3 \text{ m}, z_{min} = 5 \text{ m}$
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 4,00 \text{ m}$
- Współczynnik orografii: $c_o(z_e) = 1$
- Współczynnik turbulencji: $k_1 = 1,0$
- Współczynnik terenu: $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$
- Współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_{min}/z_0) = 0,215 \cdot \ln(5,00/0,3) = 0,61$ (wg p.4.3.2 normy)
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 13,33 \text{ m/s}$
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = k_1 / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_{min}/z_0)) = 0,355$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- Szczytowe ciśnienie prędkości: $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 387,5 \text{ Pa} = 0,387 \text{ kPa}$
- Współczynnik konstrukcyjny: $c_s c_d = 1,000$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,5$
- Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:
 $F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,387 \cdot (-0,5) = -0,19 \text{ kN/m}^2$

OKREŚLENIE POTRZEBNEGO BALASTU NA PANEL:

$$Q = -0,23 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,9\text{m} \cdot 1,15\text{m} \cdot 1,5(\text{wsp}) - 0,225\text{kN}(\text{panel PV}) - 0,05\text{kg}(\text{podkonstrukcja}) = 0,479\text{kN} = 48\text{kg} \text{ na panel.}$$

Balastowanie przewidziano poprzez zastosowanie dwóch bloczków betonowych. Np.



Bloczek betonowy fundamentowy 38x25x12 B-15

LUBAR

Indeks katalogowy: 01-04-410-000

Bloczek fundamentowy betonowy to podstawowy materiał budowlany wykorzystywany m.in. do ścian fundamentowych i piwnic.

• DOSTĘPNE (65 382 SZT.)

➤ Dostawa: od 116,85 zł (Kurier - Przesyłki paletowe 📦)

➤ Odbiór osobisty: darmowy

- Komunikat

Cechy**CECHY PRODUKTU:**Producent:  **LUBAR**Długość: **25 cm**Szerokość: **38 cm**Waga: **24 kg**Zużycie: ok. 19 szt./m² - ściana grubości 25 cm
ok. 28 szt./m² - ściana grubości 38 cm
ok. 10 szt./m² - ściana grubości 12 cmWytrzymałość na ściskanie: **15 MPa**Materiał wykonania: **Beton B15**Wysokość: **12 cm**Wymiar: **38x25x12 cm**Kolor tekst: **szary****PALETY**Ilość na paalecie: **60 szt.**Waga palety: **ok. 1460 kg**

Przy czym można stosować bloczki innych producentów, których waga odbiega +/-5% od zakładanej.

17.2 SPRAWDZENIE ZGODNOŚCI BALASTU Z EKSPERTYZĄ

W odniesieniu do **montażu** konstrukcji wsporczej pod panele fotowoltaiczne:

W celu oceny zgodności ciężaru projektowanej konstrukcji wsporczej i instalacji fotowoltaicznej z wytycznymi ekspertyzy konstrukcyjnej przeanalizowano ciężar instalacji i oddziaływanie na konstrukcję stropodachu. Założono najbardziej niekorzystny przypadek gdy dwa pasy instalacji obciążają jedną płytę korytkowo żebrową w takim zakresie:

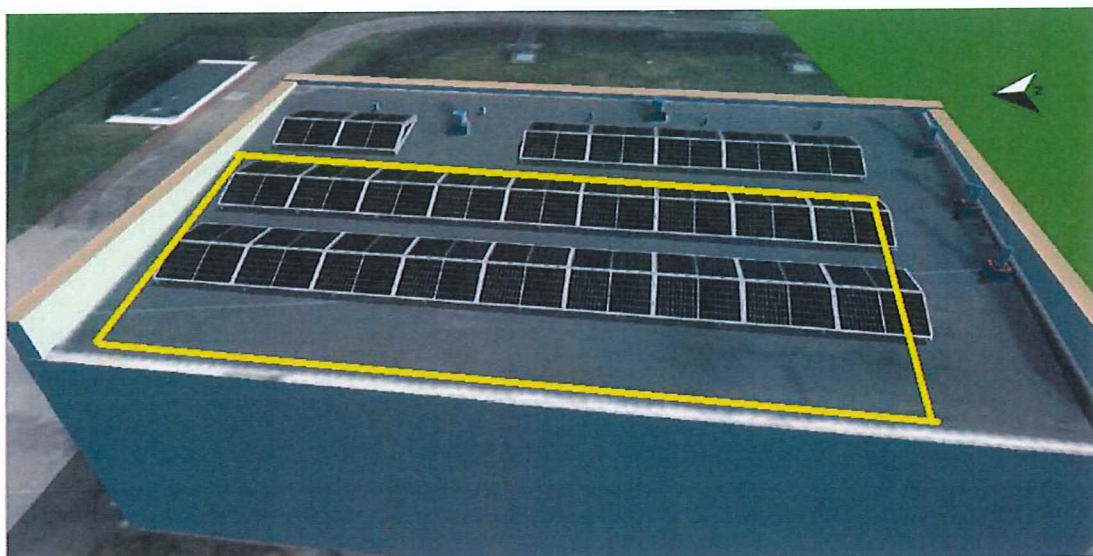


Figura 7 Obszar obciążenia jednej płyty korytkowej

Przeprowadzono analizę obliczeniową, która wykazała że obciążenie od instalacji fotowoltaicznej nie będzie przekraczać określonych w ekspertyzie konstrukcyjnej wartości, czyli będzie mniejsze niż 35kg/m² i wyniesie 28,59kg/m².

Wartość balastu 54kg przyjęto dla ciężaru od maksymalnego dostępnego na rynku bloczka fundamentowego o wadze 27kg.

		[kg]	[kg]
ilość i ciężar paneli	36	22	792
konstrukcja wsporcza	36	5	180
balast	72	27	1944
			2916

			m ²
Obszar oddziaływania	17	6	102

			kg/m ²
Ciężar PV/m ²			28,59

17.3 UWAGI

Roboty należy prowadzić w oparciu o warunki techniczne wykonania i odbioru robót oraz w oparciu o instrukcje montażu dedykowanej konstrukcji wsporczej.. Wszelkie odstępstwa od projektu konsultować z Projektantem.

17.4 PODSTAWA OPRACOWANIA PROJEKTU KONSTRUKCJI

Wykaz norm wykorzystywanych w obliczeniach:

- PN-EN 1990:2004 Eurokod - Podstawy projektowania konstrukcji.
- PN-EN 1991-1-1:2004 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-1:

Oddziaływania ogólne - Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.

- PN-EN 1991-1-3:2005 Eurokod 1 - Oddziaływania na konstrukcje –

Część 1- 3: Oddziaływania ogólne - Obciążenie śniegiem.

- PN-EN 1991-1-4:2008 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-4:

Oddziaływania ogólne - Oddziaływania wiatru.

- PN-EN 1991-1-6:2007 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-6:

Oddziaływania ogólne - Oddziaływania w czasie wykonywania konstrukcji.

- PN-EN 1993-1-1:2006 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków

- PN-EN 1993-1-8:2006 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-8: Projektowanie węzłów

18. ZAŁĄCZNIKI

01. Symulacja w PV SOL
02. Schemat elektryczny instalacji PV
03. Schemat podłączenia instalacji PV
04. String plan – okablowanie strony DC
05. Schemat monitoringu
06. PZT
07. Topologia sieci
08. Rzut budynku
09. Ekspertyza

K-01 – schemat konstrukcji wsporczej
K-02 – rozmieszczenie modułów - balast

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTÓW

Na podstawie art. 34 ust. 3d pkt 3 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane oświadczamy, że projekt techniczno-wykonawczy dotyczący inwestycji p.n.:

Dachowa instalacja fotowoltaiczna wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną o mocy 25 kW zlokalizowana na dachu budynku hydroforni PWiK w Żorach

opracowany na rzecz Inwestora:

PRZEDSIĘBIORSTWO WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI ŻORY SP. Z O.O.

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami, oraz zasadami wiedzy technicznej.

	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Pieczętka / Podpis
PROJEKTANT	mgr inż. Mariusz Kowalski	<i>spec. elektryczna</i> MAP/0013/PWBE/20	mgr inż. Mariusz Kowalski Upewnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych bez ograniczeń MAP/0013/PWBE/20
	mgr inż. Łukasz Sekuła	<i>Spec. konstrukcyjno – budowlana</i> SWK/POOK/0027/12	mgr inż. Łukasz Sekuła Upewnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności: konstrukcyjno-budowlanej nr ewid.: SWK/POOK/0027/12

MAŁOPOLSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Kraków, dnia 20 października 2020 r.

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
Sygn. akt MAP/OIIB/KK/0054-0049/20**DECYZJA**

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (*tekst jednolity: Dz. U. z 2019 r., poz. 1117*), art. 12 ust. 2 i ust. 3, ust. 4c pkt 3, art. 14 ust. 1 pkt 4 lit. c, art. 15a ust. 1 i ust. 22 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz. U. z 2020 r., poz. 1333 z późn. zm.*), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Mariusz Wojciech Kowalski*magister inżynier**kierunek: Elektrotechnika*[redacted]
otrzymuje**UPRAWNIENIA BUDOWLANE****numer ewidencyjny MAP/0013/PWBE/20****do projektowania i kierowania robotami budowlanymi
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych
bez ograniczeń.**

Uprawnienia budowlane nadane niniejszą decyzją:

I. Na mocy art. 12 ust. 1 pkt 1 - 5, art. 13 ust. 3 i 4 ustawy - Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz. U. z 2020 r., poz. 1333 z późn. zm.*), w zakresie objętym wyżej wymienioną specjalnością, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:

- 1) *projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i technicznych oraz sprawowania nadzoru autorskiego,*
- 2) *kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,*
- 3) *kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,*
- 4) *wykonywania nadzoru inwestorskiego,*
- 5) *sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.*

II. Na mocy art. 15a ust. 22 ustawy - Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz. U. z 2020 r., poz. 1333 z późn. zm.*) uprawniają do:

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, 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.

Zgodnie z art. 15a ust.1 w/w ustawy uprawnienia budowlane do projektowania w odpowiedniej specjalności uprawniają do sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie tej specjalności.

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. – Kodeks postępowania administracyjnego (t.j. Dz. U. z 2020 r. poz. 256, z późn. zm.), zwanej dalej „K.p.a.”, odstępuje się od uzasadnienia decyzji.

Pouczenie

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

Zgodnie z treścią art. 127a K.p.a.:

§ 1. W trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję.

§ 2. Z dniem doręczenia organowi administracji publicznej oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna i prawomocna.

W przypadku złożenia przez stronę oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do odwołania od decyzji (określonego w § 2) stronie nie przysługuje prawo do odwołania się ani skargi do sądu administracyjnego.

1. Przewodniczący Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
dr inż. Marian Plachecki

2. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. Ryszard Damijan

3. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. Krzysztof Gajewski

Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:



Otrzymują:

1. Pan Mariusz Kowalski

2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego

3. a/a



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:
MAP-L3C-SKL-FGN *

Pan Mariusz Wojciech Kowalski o numerze ewidencyjnym MAP/IE/0454/20

adres zamieszkania

jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2026-01-01 do 2026-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2025-12-08 roku przez:

Mirosław Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.pibb.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.





ŚWIĘTOKRZYSKA
OKRĘGOWA
I Z B A
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
sygn. akt SK-0054-0013(2)/12

Kielce dnia 04 lipca 2012 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (*Dz.U. z 2001r., Nr 5, poz. 42 z późn. zm.*) i art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, art. 12 ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt 1 i ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz.U. z 2010r., Nr 243, poz. 1623 z późn. zm.*) oraz § 11 ust. 1 pkt 1, § 15 i § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz.U. z 2006r., Nr 83, poz. 578 z późn. zm.*), art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960r. Kodeks postępowania administracyjnego (*tekst jednolity: Dz.U. z 2000r., Nr 98, poz. 1071 z późn. zm.*)

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna

Świętokrzyskiej Izby Inżynierów Budownictwa

nadaje Panu

Łukaszowi Zbigniewowi Sekuła

magistrowi inżynierowi budownictwa

urodzonemu dn. [REDACTED]

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
nr ewidencyjny SWK/POOK/0027/12
do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

Szczegółowy zakres nadanych uprawnień budowlanych

I. Na mocy art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, art. 13 ust. 4 ustawy - Prawo budowlane, w zakresie objętym wyżej wymienioną specjalnością, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:

- projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
- sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.

II. Na mocy § 15 i § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, niniejsze uprawnienia uprawniają do:

- sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie objętym w/w specjalnością,
- sporządzania projektu architektoniczno-budowlanego obiektu budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu.

Uzasadnienie


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

Pouczenie

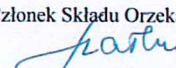
Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Świętokrzyskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Kielcach w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

**Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej**

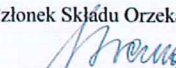
Przewodniczący Składu Orzekającego


mgr inż. Andrzej Pawelec

Członek Składu Orzekającego


dr inż. Stefan Szalkowski

Członek Składu Orzekającego


mgr inż. Edmund Pieniążek

Otrzymują:

1. Pan Łukasz Zbigniew Sekula

2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego

3. Okręgowa Rada ŚOIIB

4. a/a





Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

SWK-IMU-YF4-2F3 *

Pan Łukasz Zbigniew Sekuła o numerze ewidencyjnym SWK/BO/0123/11
adres zamieszkania [REDACTED]

jest członkiem Świętokrzyskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2026-01-01 do 2026-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2025-12-22 09:38:09 roku przez:

Ewa Skiba, Przewodnicząca Rady Świętokrzyskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone
bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków
prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



Załącznik 1

Symulacja Instalacji Fotowoltaicznej

Adres instalacji

Os. Władysława Pawlikowskiego dz. nr. 1912/177 i 2801/169



Inwestycja:

Dachowa instalacja fotowoltaiczna wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną o mocy 25 kWp zlokalizowana na dachu budynku hydroforni PWiK w Żorach.

Lokalizacja:

Nr działki: 1912/177, 2801/169

Obręb: Żory

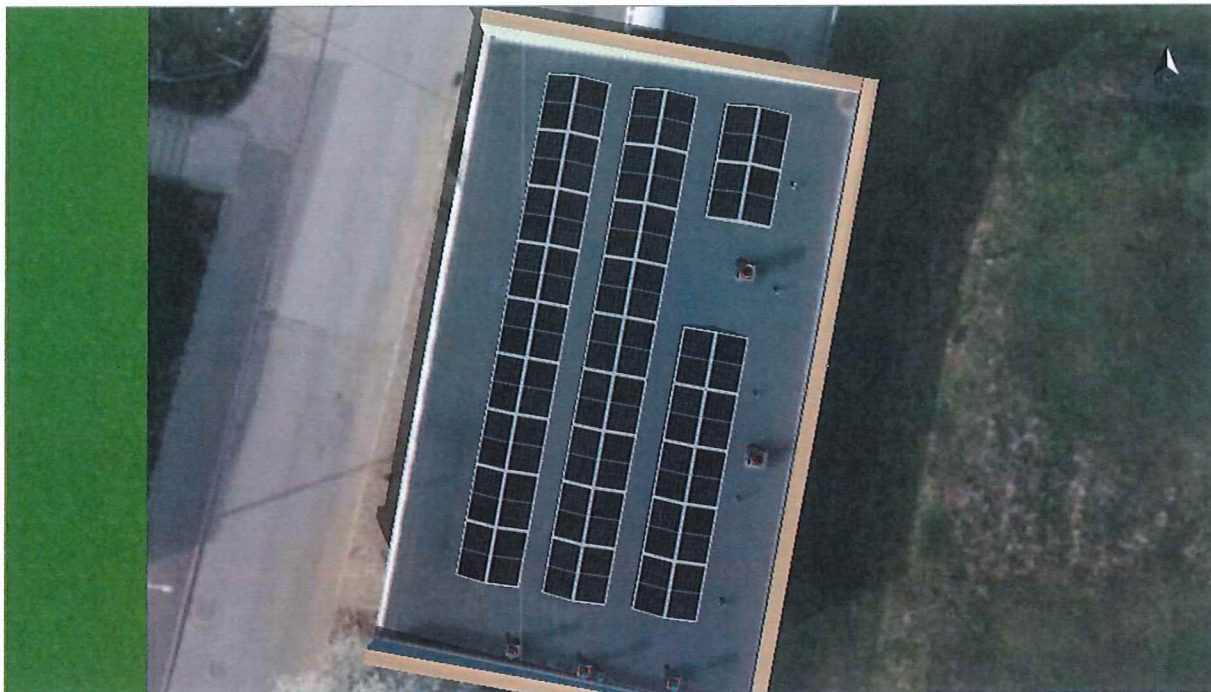
Gmina: Gmina Żory

Powiat: żory

Województwo: śląskie

ID działki: 247901_1.0010.AR_5.1912/177, 247901_1.0010.AR_5.2801/169

Przegląd projektu



Ilustracja: Obraz przegląd, Projektowanie 3D

Instalacja PV

3D, Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV) z urządzeniami elektrycznymi systemami akumulatorowymi

Dane klimatyczne	Rybnik, POL (2001 - 2020)
Źródło wartości	Meteonorm 8.2(i)
Moc generatora PV	25 kWp
Powierzchnia generatora PV	108,1 m ²
Liczba modułów PV	50
Liczba falowników	1
Liczba systemów akumulatorowych	2

Prognoza uzysku

Prognoza uzysku

Moc generatora PV	25,00 kWp
Spec. uzysk roczny	942,89 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	89,44 %
Zmniejszenie uzysku na skutek zacienienia	1,7 %
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC) z akumulatorem	23 305 kWh/Rok
Konsumpcja własna energii bezpośrednio	22 175 kWh/Rok
Regulacja w punkcie zasilania	0 kWh/Rok
Energia oddana do sieci	1 130 kWh/Rok
Udział konsumpcja własna energii	95,1 %
Emisja CO ₂ , której dało się uniknąć:	13 700 kg / rok
Stopień samowystarczalności	32,7 %

Wyniki zostały ustalone w oparciu o matematyczny model obliczeniowy firmy Valentin Software GmbH (algorytm PV*SOL). Uzysk rzeczywisty instalacji solarnej może być inny ze względu na wahania pogodowe, współczynniki sprawności modułów oraz falownika jak również inne czynniki.

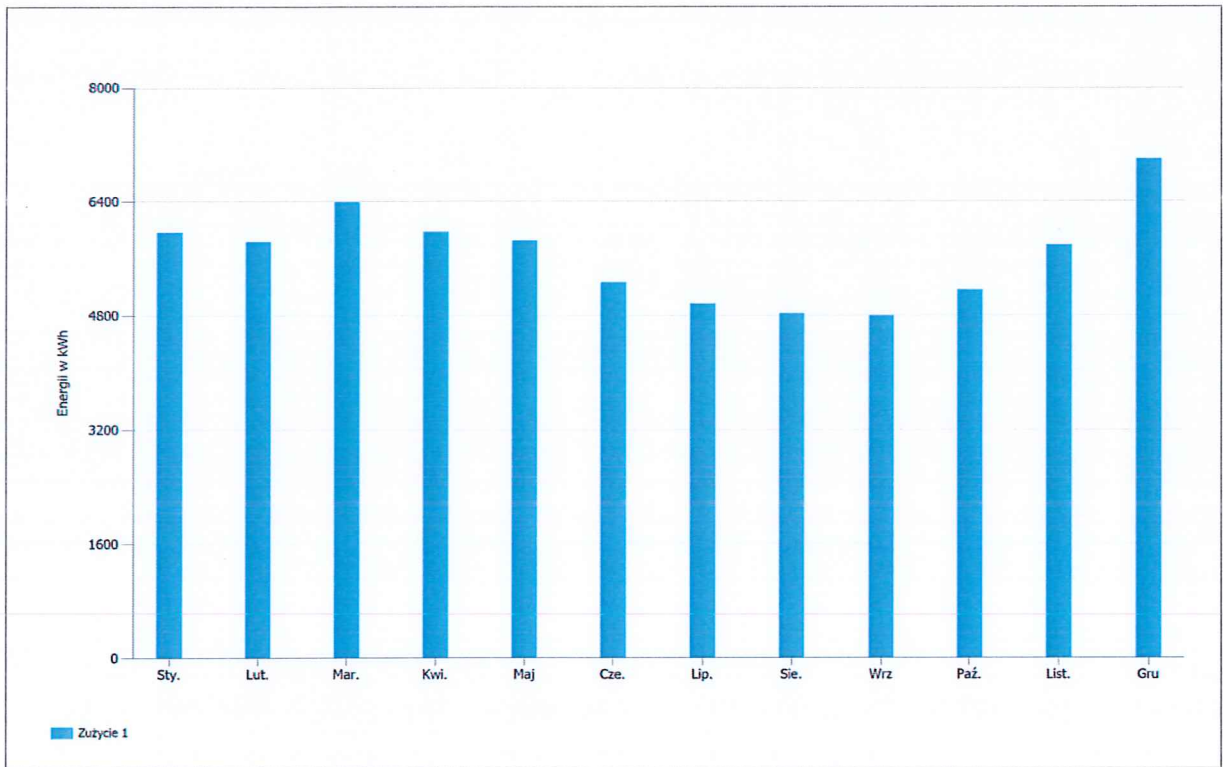
Struktura instalacji

Przegląd

Dane instalacji	
Rodzaj instalacji	3D, Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV) z urządzeniami elektrycznymi systemami akumulatorowymi

Dane klimatyczne	
Lokalizacja	Rybnik, POL (2001 - 2020)
Źródło wartości	Meteonorm 8.2(i)
Rozdzielczość danych	1 h
Zastosowane modele symulacji:	
- Promieniowanie rozproszone na powierzchni poziomej	Hofmann
- Następczenie powierzchni nachylonej	Reindl

Zużycie	
Zużycie całkowite	67817 kWh
Nowy	67817 kWh
Maksimum obciążenia	9,4 kW



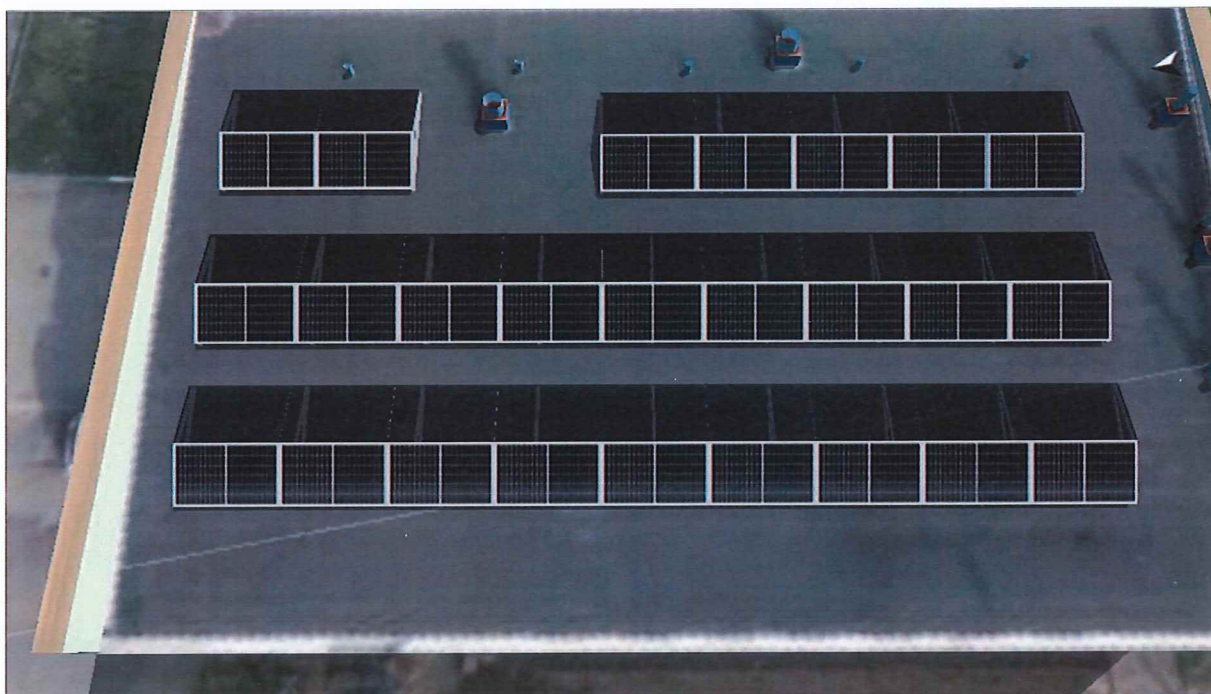
Ilustracja: Zużycie

Powierzchnie modułów

1. Powierzchnię modułu - Hydrofornia PWiK Żory

Generator PV, 1. Hydrofornia PWiK Żory

Nazwa	Hydrofornia PWiK Żory
Moduły PV	25 x JKM500N-60HL4-V (v1)
Producent	Jinko Solar
Nachylenie	19 °
Orientacja	Zachód 280 °
Rodzaj montażu	Dach - podniesiony
Powierzchnia generatora PV	54,0 m ²

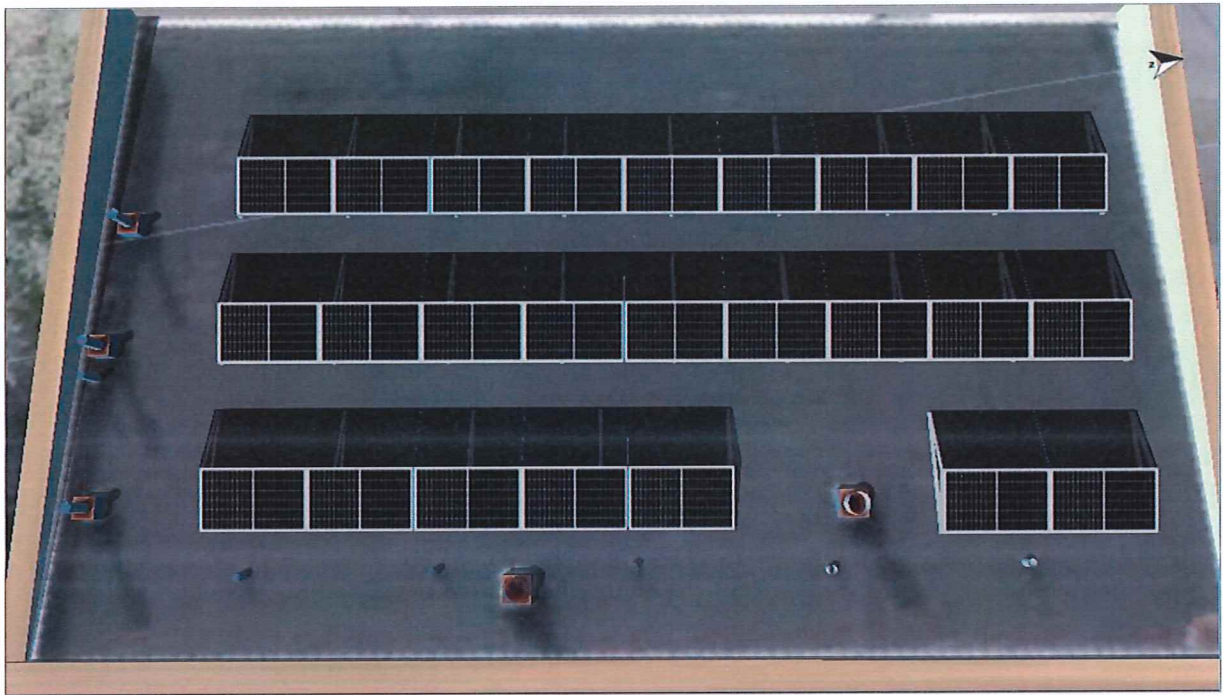


Ilustracja: 1. Powierzchnię modułu - Hydrofornia PWiK Żory

2. Powierzchnię modułu - Hydrofornia PWiK Żory

Generator PV, 2. Powierzchnię modułu - Hydrofornia PWiK Żory

Nazwa	Hydrofornia PWiK Żory
Moduły PV	25 x JKM500N-60HL4-V (v1)
Producent	Jinko Solar
Nachylenie	11 °
Orientacja	Wschód 100 °
Rodzaj montażu	Dach - podniesiony
Powierzchnia generatora PV	54,0 m ²



Ilustracja: 2. Powierzchnię modułu - Hydrofornia PWiK Żory

Konfigurację falownika

Konfiguracja 1

Powierzchnie modułów	Hydrofornia PWiK Żory
Falownik 1	
Model	SUN2000-25KTL-M5-400V (v2)
Producent	Huawei Technologies
Liczba	1
Współczynnik wymiarowania	100 %
Konfiguracja	MPP 1: 1 x 12☆ [1 x 1] 1 x 12☆ [1 x 1] MPP 2: 1 x 13☆ [1 x 1] 1 x 13☆ [1 x 1]
Optymalizator mocy	50x Huawei Technologies, SUN2000 600W-P (v1)

Sieć AC

Sieć AC

Liczba faz	3
Napięcie sieciowe pomiędzy przewodem fazowym a zerowym	230 V
Współczynnik mocy (cos phi)	+/- 1

Systemy akumulatorowe

System akumulatorowe - Grupa 1

Model	SUN2000-25K-MB0 + LUNA2000-21-S1 (20.7 kWh) (v3)
Producent	Huawei Technologies
Liczba	2
Falowniki do ładowania akumulatora	
Rodzaj połączenia	Podłączenie obwodu pośredniego DC
Moc znamionowa	10,5 kW
Akumulator	
Producent	Huawei Technologies
Model	LUNA2000-7-E1 (v1)
Liczba	3
Energia akumulatorów	20,9 kWh
Typ akumulatora	Litowo-żelazowo-fosfatowy

Wyniki symulacji

Wyniki Cała instalacja

Instalacja PV

Moc generatora PV	25,00 kWp
Spec. uzysk roczny	942,89 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	89,44 %
Zmniejszenie uzysku na skutek zacienienia	1,7 %
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC) z akumulatorem	23 305 kWh/Rok
Konsumpcja własna energii bezpośrednio	22 175 kWh/Rok
Regulacja w punkcie zasilania	0 kWh/Rok
Energia oddana do sieci	1 130 kWh/Rok
Udział konsumpcja własna energii	95,1 %
Emisja CO ₂ , której dało się uniknąć:	13 700 kg / rok

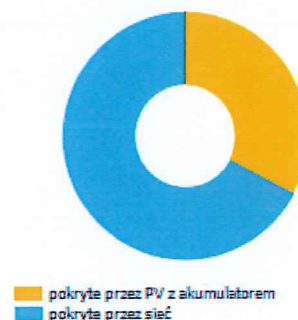
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC) z akumulatorem



Urządzenie

Urządzenie	67 817 kWh/Rok
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	23 kWh/Rok
Zużycie całkowite	67 840 kWh/Rok
pokryte przez PV z akumulatorem	22 175 kWh/Rok
pokryte przez sieć	45 666 kWh/Rok
Udział energii słonecznej w pokryciu zapotrzebowania	32,7 %

Zużycie całkowite

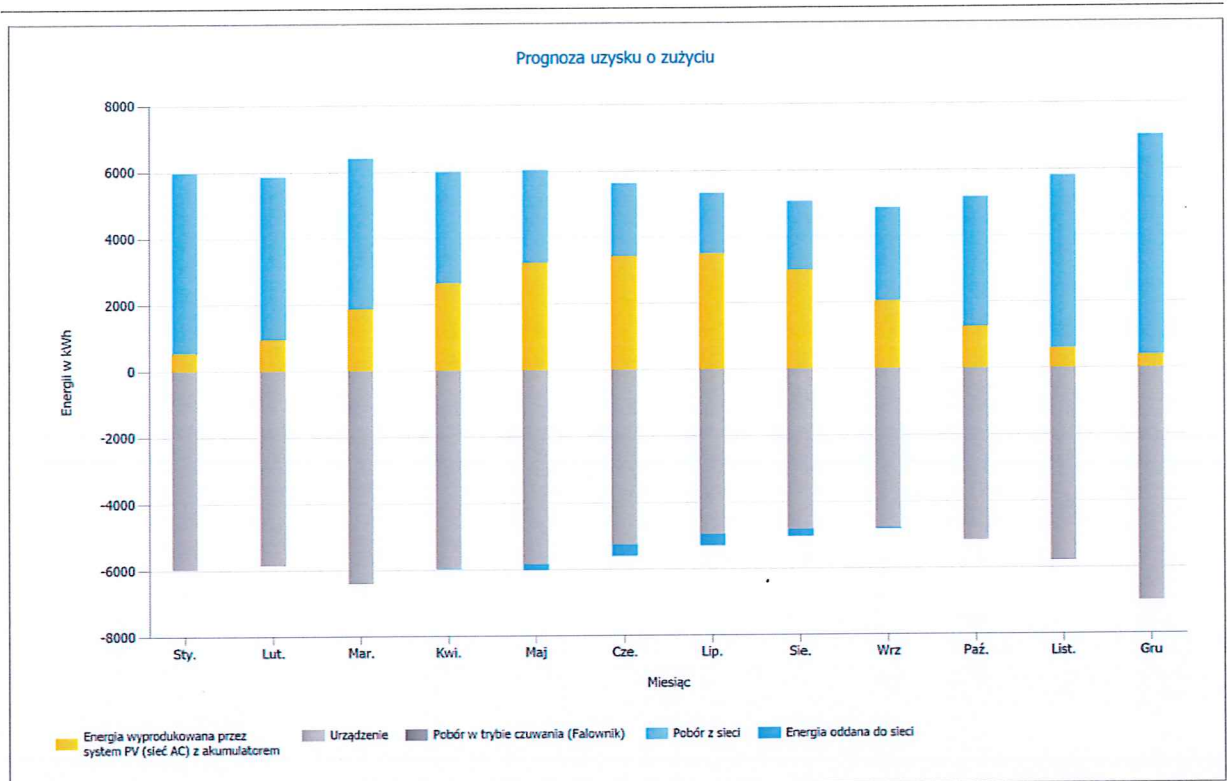


System akumulatorowe

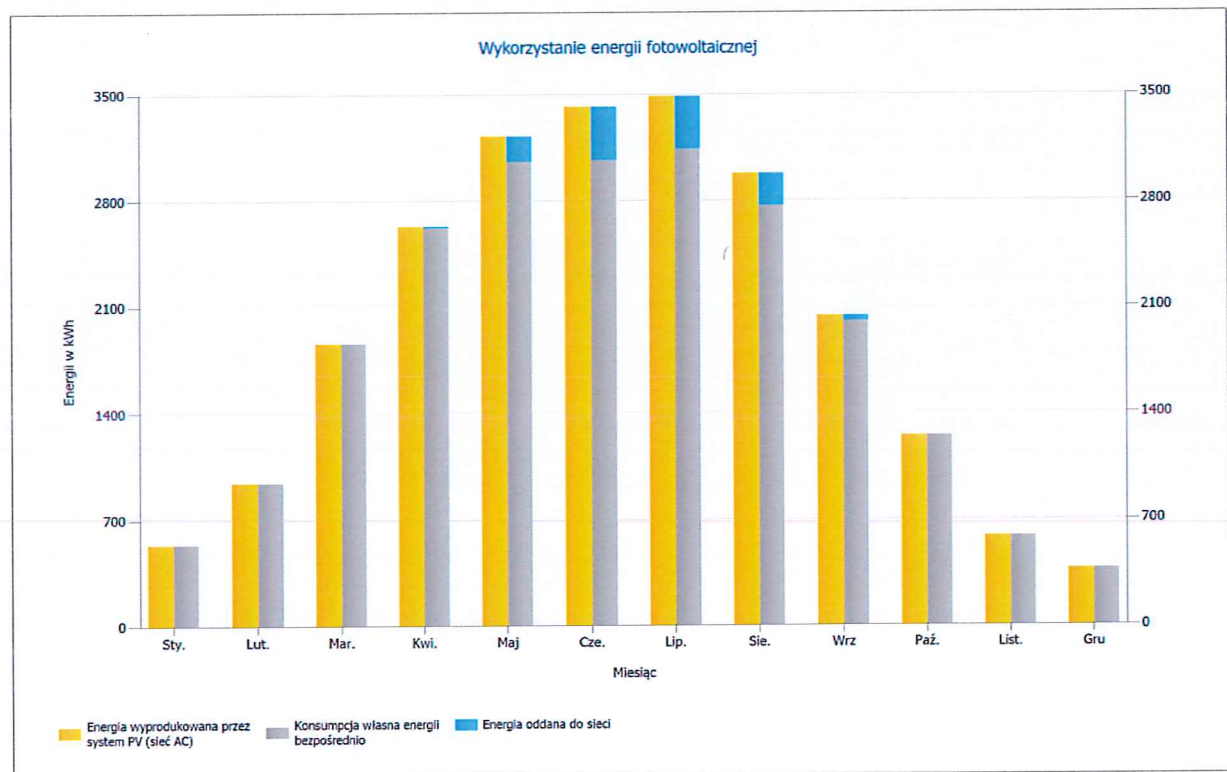
Ładowanie na początku	42 kWh
Ładowanie akumulatora (Instalacja PV)	5 279 kWh/Rok
Energia akumulatora do pokrycia zużycia	4 988 kWh/Rok
Rozładowanie akumulatora do sieci	0 kWh/Rok
Utraty przez ładowanie/rozładowanie	252 kWh/Rok
Straty w baterii	81 kWh/Rok
Obciążenie cykliczne	2,4 %
Okres trwałości eksploatacyjnej	>20 Lata

Stopień samowystarczalności

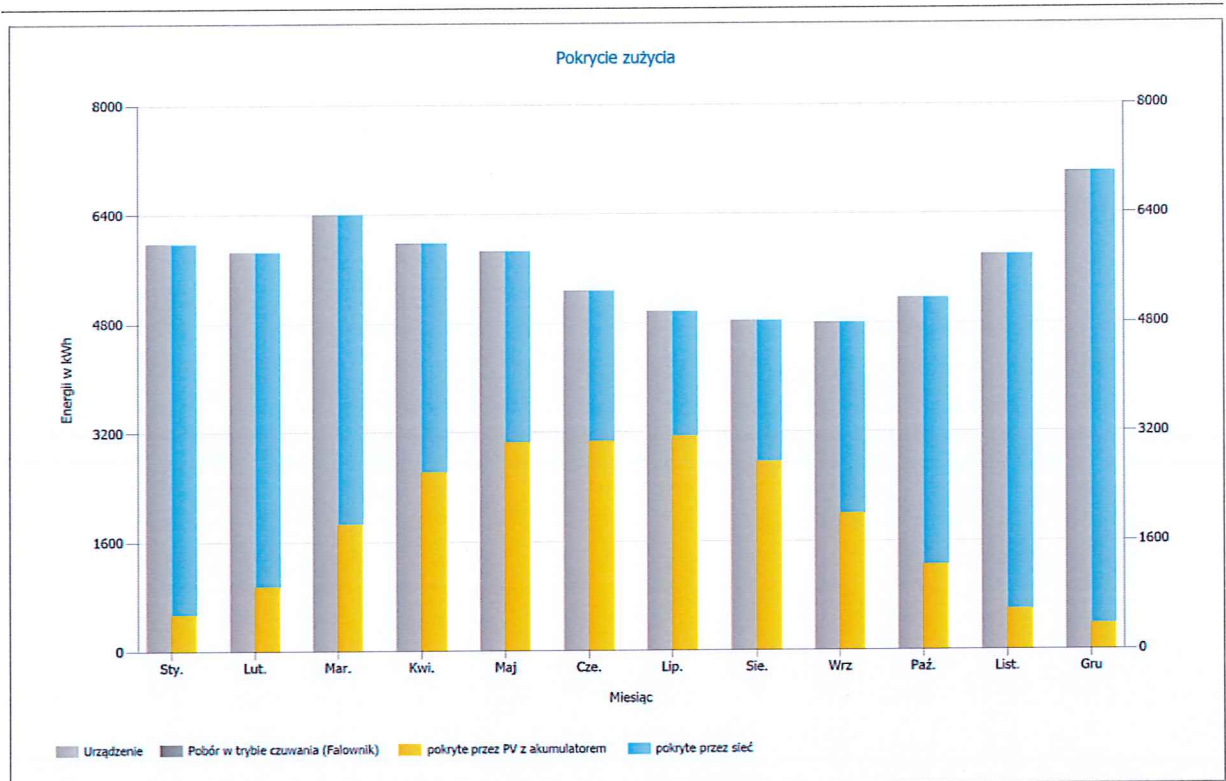
Zużycie całkowite	67 840 kWh/Rok
pokryte przez sieć	45 666 kWh/Rok
Stopień samowystarczalności	32,7 %



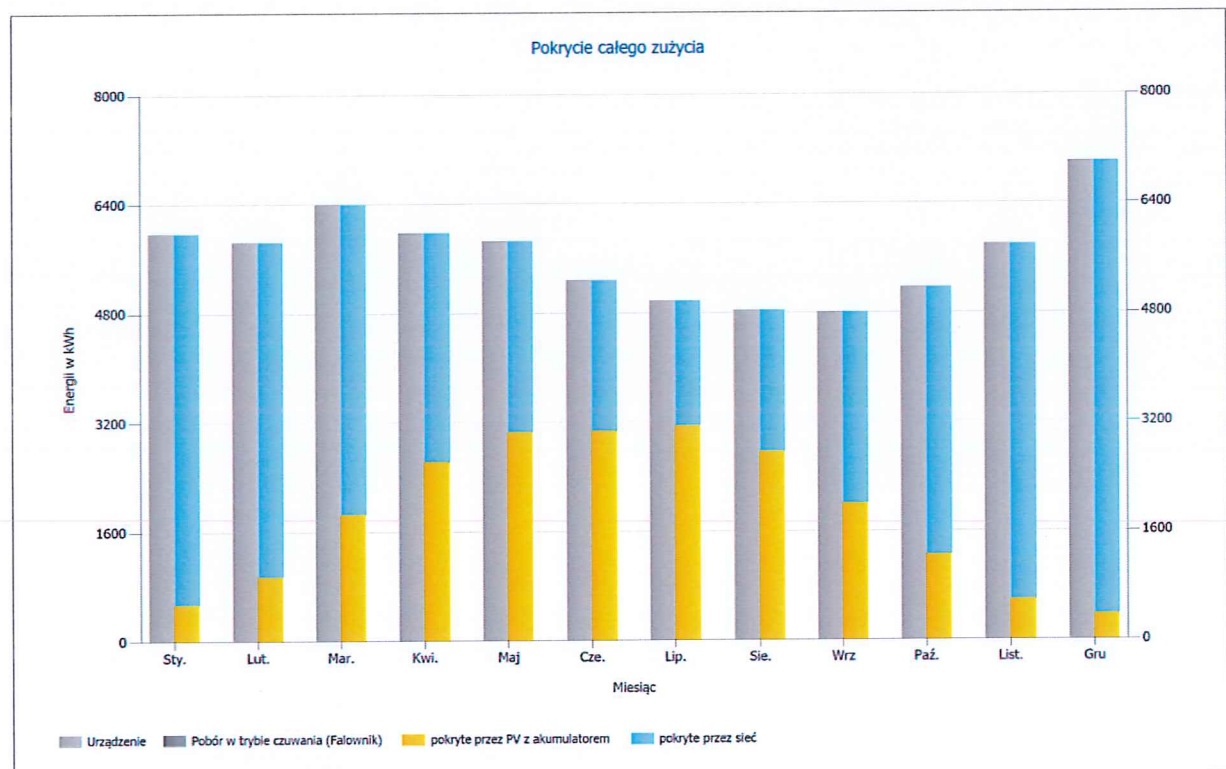
Ilustracja: Prognoza uzysku o zużyciu



Ilustracja: Wykorzystanie energii fotowoltaicznej



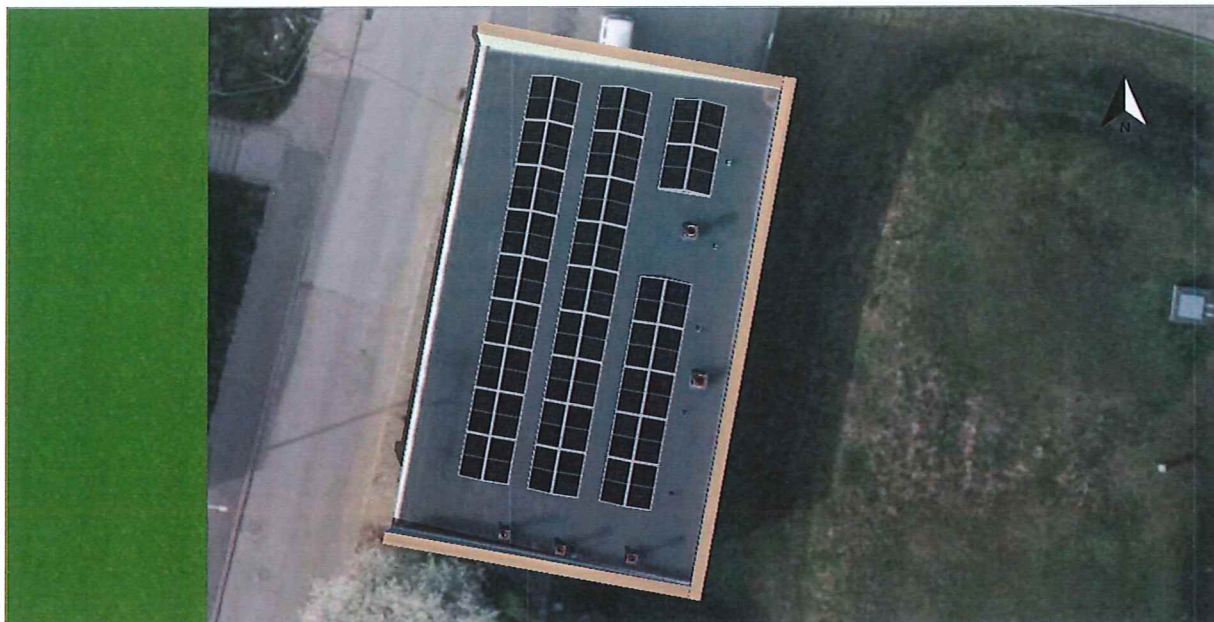
Ilustracja: Pokrycie zużycia



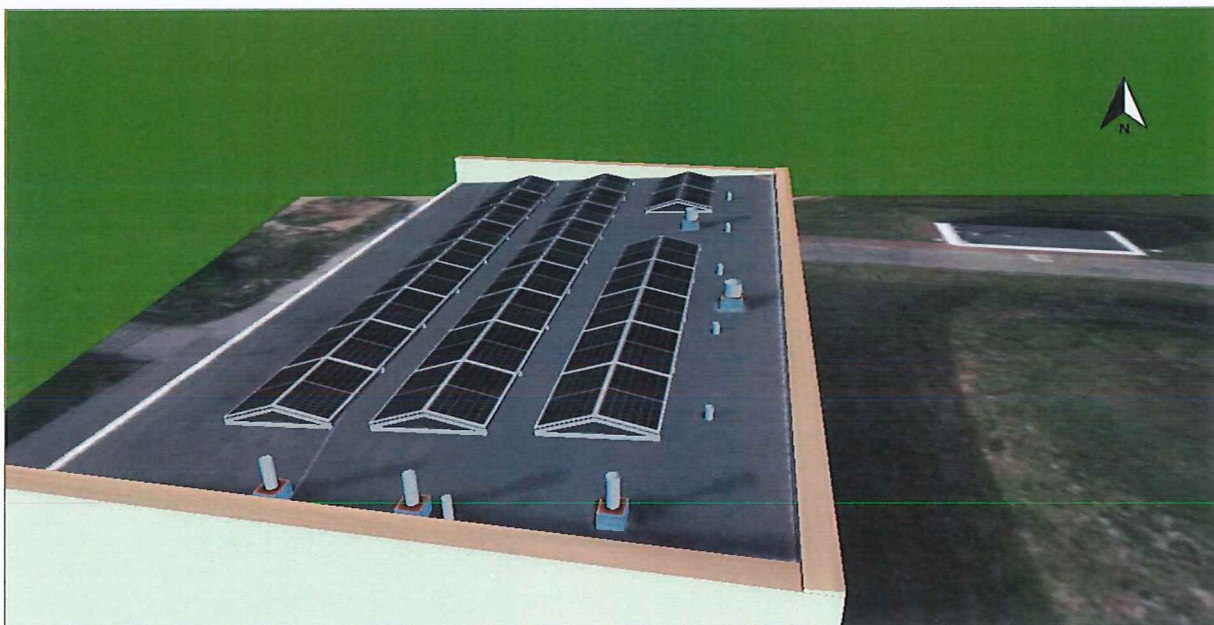
Ilustracja: Pokrycie całego zużycia

Zrzuty ekranu, Projektowanie 3D

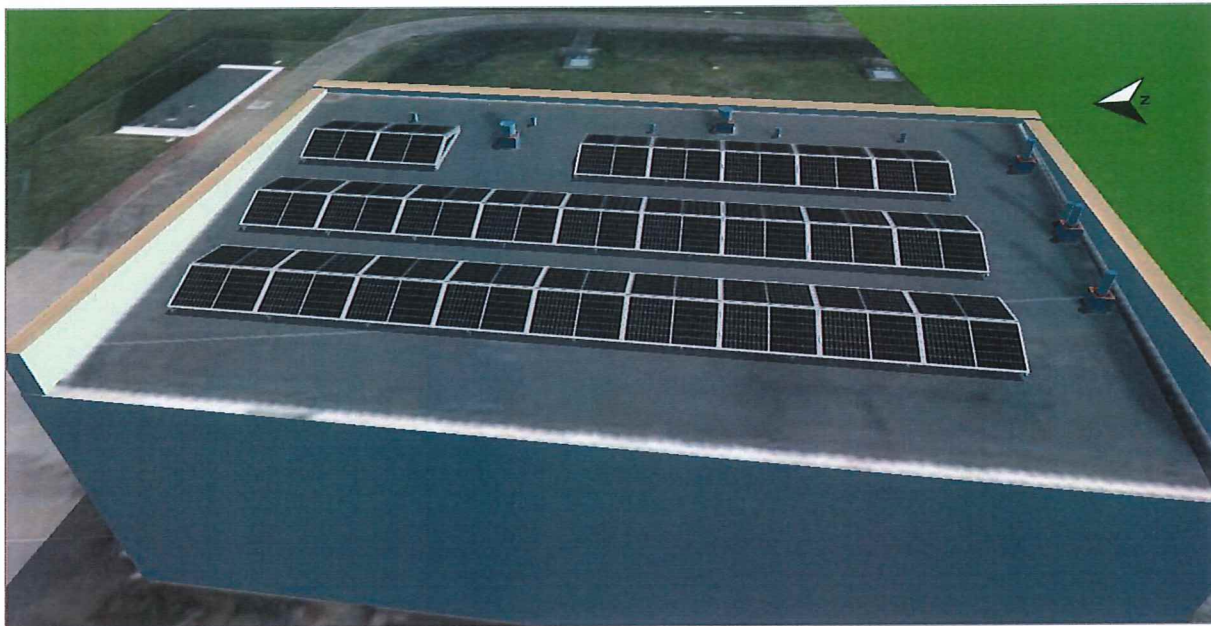
Otoczenie



Ilustracja: Zrzut ekranu01



Ilustracja: Zrzut ekranu02



Ilustracja: Zrzut ekranu03

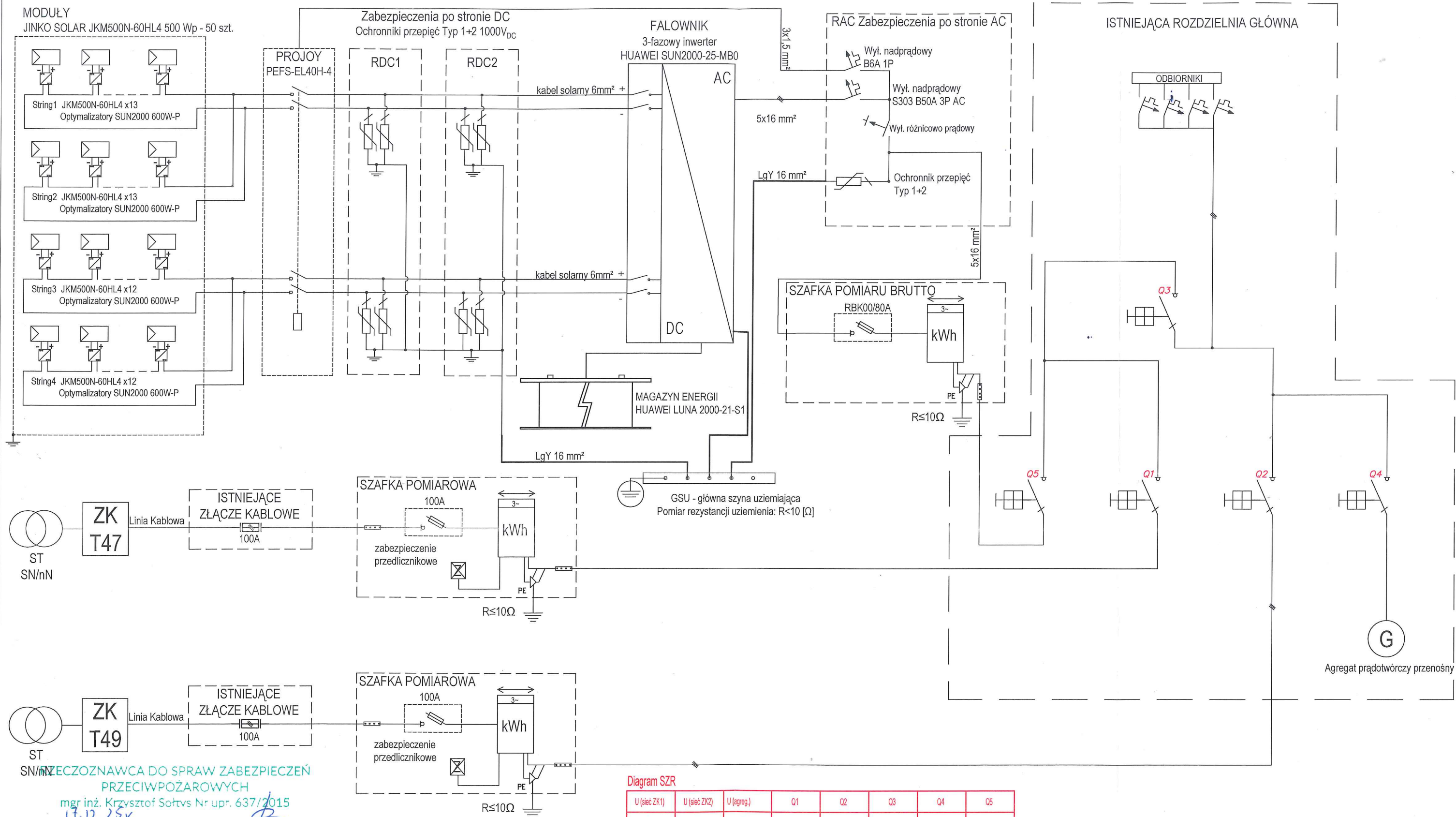


Diagram SZR

U (sieć ZK1)	U (sieć ZK2)	U (agreg.)	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
1	1	0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	0	1	0	1
0	1	0	0	1	1	0	0
0	0	1	0	0	1	1	0

NAZWA INWESTYCJI Dachowa instalacja fotowoltaiczna wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną o mocy 25 kW zlokalizowana na dachu budynku Hydroforni PWIK w Żorach			
OBIEKT	Os. Władysława Pawlikowskiego dz. nr. 1912/177 i 2801/169		
INWESTOR	PRZEDSIĘBIORSTWO WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI ŻORY SP. Z O.O.		
NAZWA RYSUNKU	Schemat elektryczny		
FUNKCJA	PROJEKTANT	NR UPRAWNIEN	PODPIS
Projektant Główny	mgr inż. Mariusz Kowalski	MAP/0013/PWBE/20 spec. elektryczna	
Opracowujący	mgr inż. Piotr Mędzelowski	OZE-W/12/000025/24	
SKALA	-	DATA	NR ZAŁĄCZNIKA 02

UWAGI:

- dachowa instalacja fotowoltaiczna on-grid oznakowana zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712:2016-05;
- instalacja z zastosowaniem przeciwpożarowego wyłącznika prądu PROJOY PEFS.

RZECZOZNAWCA DO SPRAW ZABEZPIECZEŃ PRZECIWPOŻAROWYCH
mgr inż. Krzysztof Sołtys Nr upr. 637/2015
17.12.2025
(data i podpis)
Zgodność projektu z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej stwierdzam
bez uwag
PIECZĘĆ I PODPIS RZECZOZNAWCY DS. ZABEZPIECZEŃ PRZECIWPOŻAROWYCH

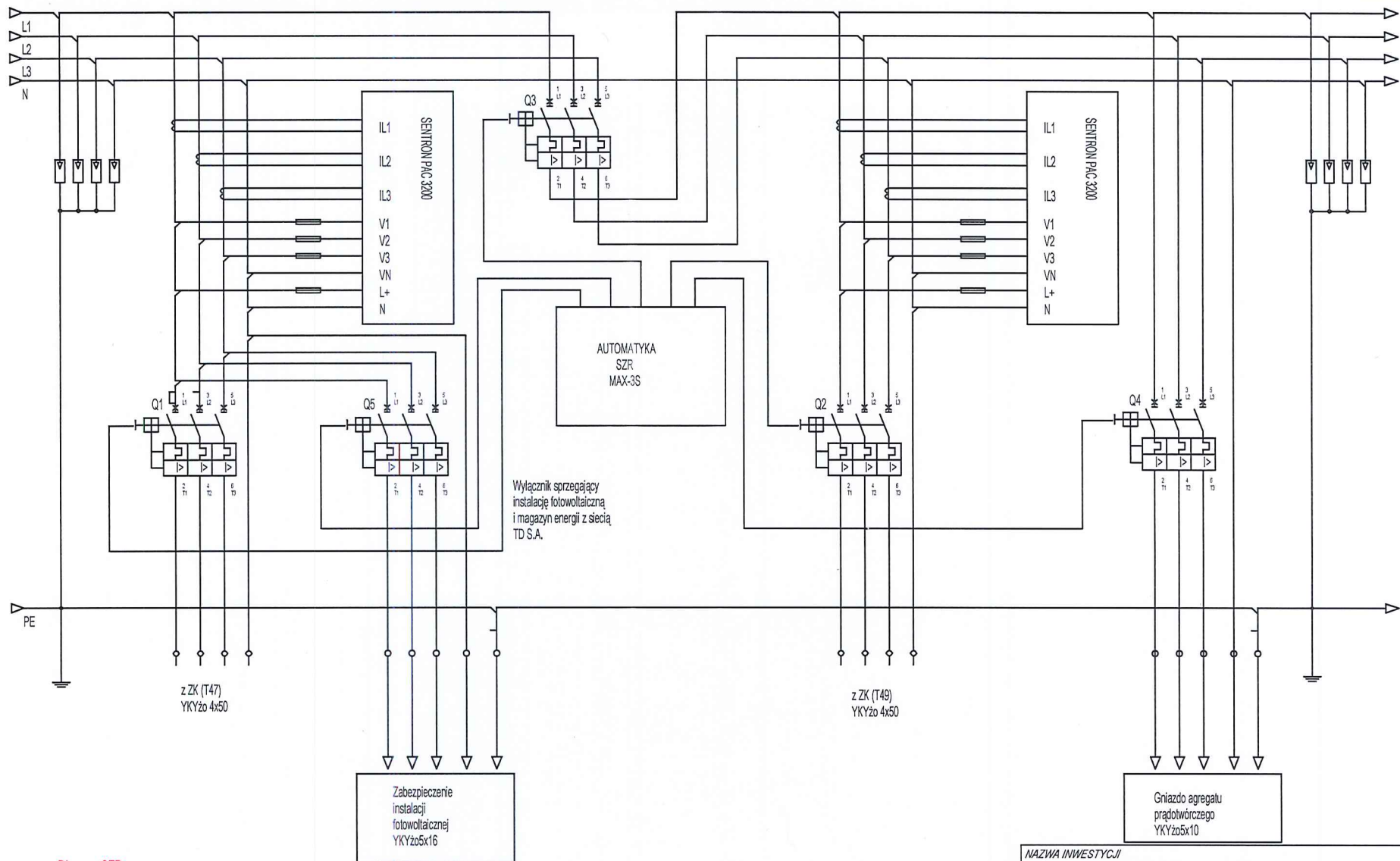
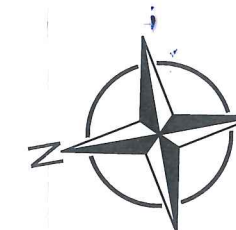
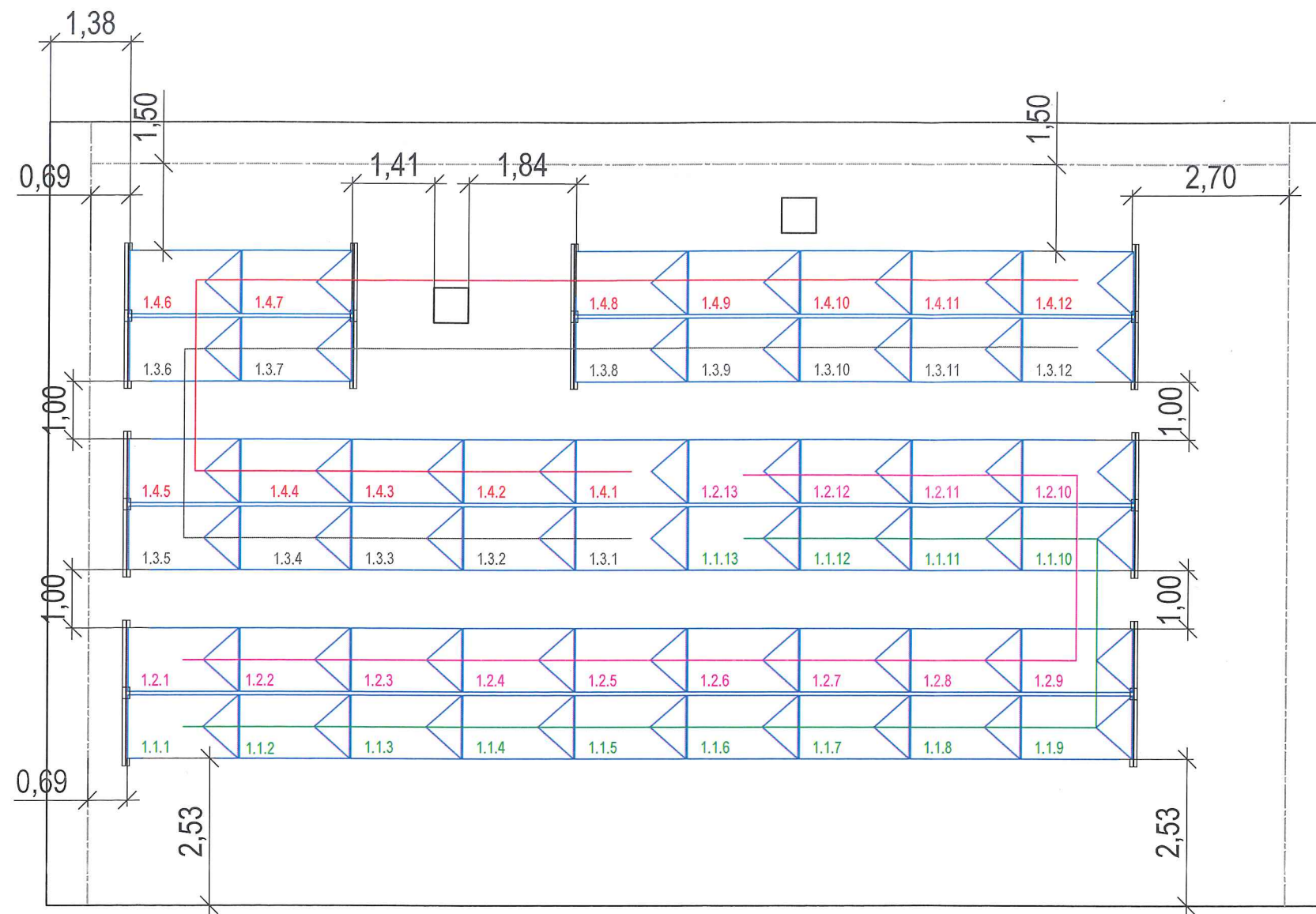


Diagram SZR

U (sieć ZK1)	U (sieć ZK2)	U (agreg.)	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
1	1	0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	0	1	0	1
0	1	0	0	1	1	0	0
0	0	1	0	0	1	1	0

NAZWA INWESTYCJI Dachowa instalacja fotowoltaiczna wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną o mocy 25 kW zlokalizowana na dachu budynku Hydroforni PWIK w Żorach			
OBIEKT	Os. Władysława Pawlikowskiego dz. nr. 1912/177 i 2801/169		
INWESTOR	PRZEDSIĘBIORSTWO WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI ŻORY SP. Z O.O.		
NAZWA RYSUNKU	Schemat podłączenia instalacji fotowoltaicznej		
FUNKCJA	PROJEKTANT	NR UPRAWNIENI	PODPIS
Projektant Główny	mgr inż. Mariusz Kowalski	MAP/0013/PWBE/20 spec. elektryczna	
Opracowujący	mgr inż. Piotr Mędzelowski	OZE-W/12/000025/24	
SKALA	-	DATA	NR ZAŁĄCZNIKA 03



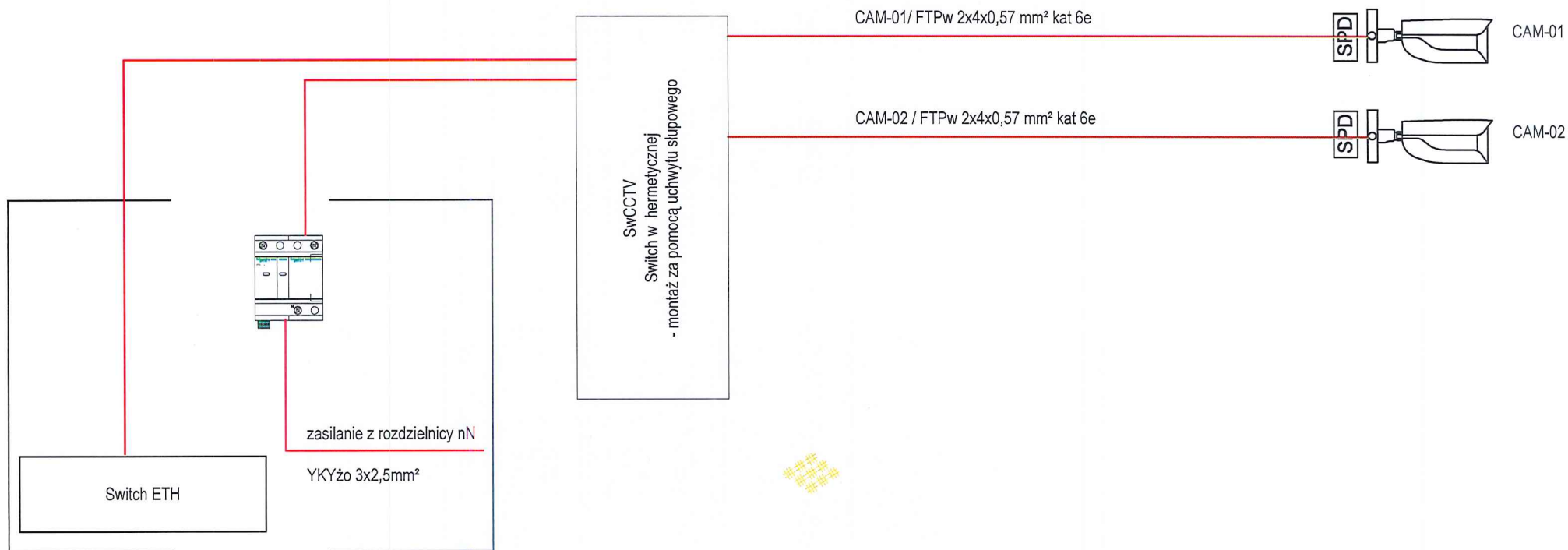
- Objaśnienia:
- 1.1.1 - falownik nr 1, obwód (string) nr 1 danego MPPT, moduł nr 1 na danym stringu
 - 1.2.1 - falownik nr 1, obwód (string) nr 2 danego MPPT, moduł nr 1 na danym stringu
 - 1.3.1 - falownik nr 1, obwód (string) nr 1 danego MPPT, moduł nr 1 na danym stringu
 - 1.4.1 - falownik nr 1, obwód (string) nr 2 danego MPPT, moduł nr 1 na danym stringu
- *Obwody 1 i 2 oraz 3 i 4 łączone równolegle

Moduł fotowoltaiczny:
 Ilość modułów PV:
 Moc jednostk. modułu PV:
 Moc instalacji:
 Falowniki
 Ilość falowników:
 Łącuchy (stringi):



Jinko JKM500N-60HL4
 50 szt.
 500 W
 25 000 W
 Huawei SUN2000-25K-MB0
 1 szt.
 FALOWNIK1 25 kW
 MPPT 1 - String 1 - 2 x 13 szt. mod. PV (13 000 W)
 MPPT 2 - String 2 - 2 x 12 szt. mod. PV (12 000 W)

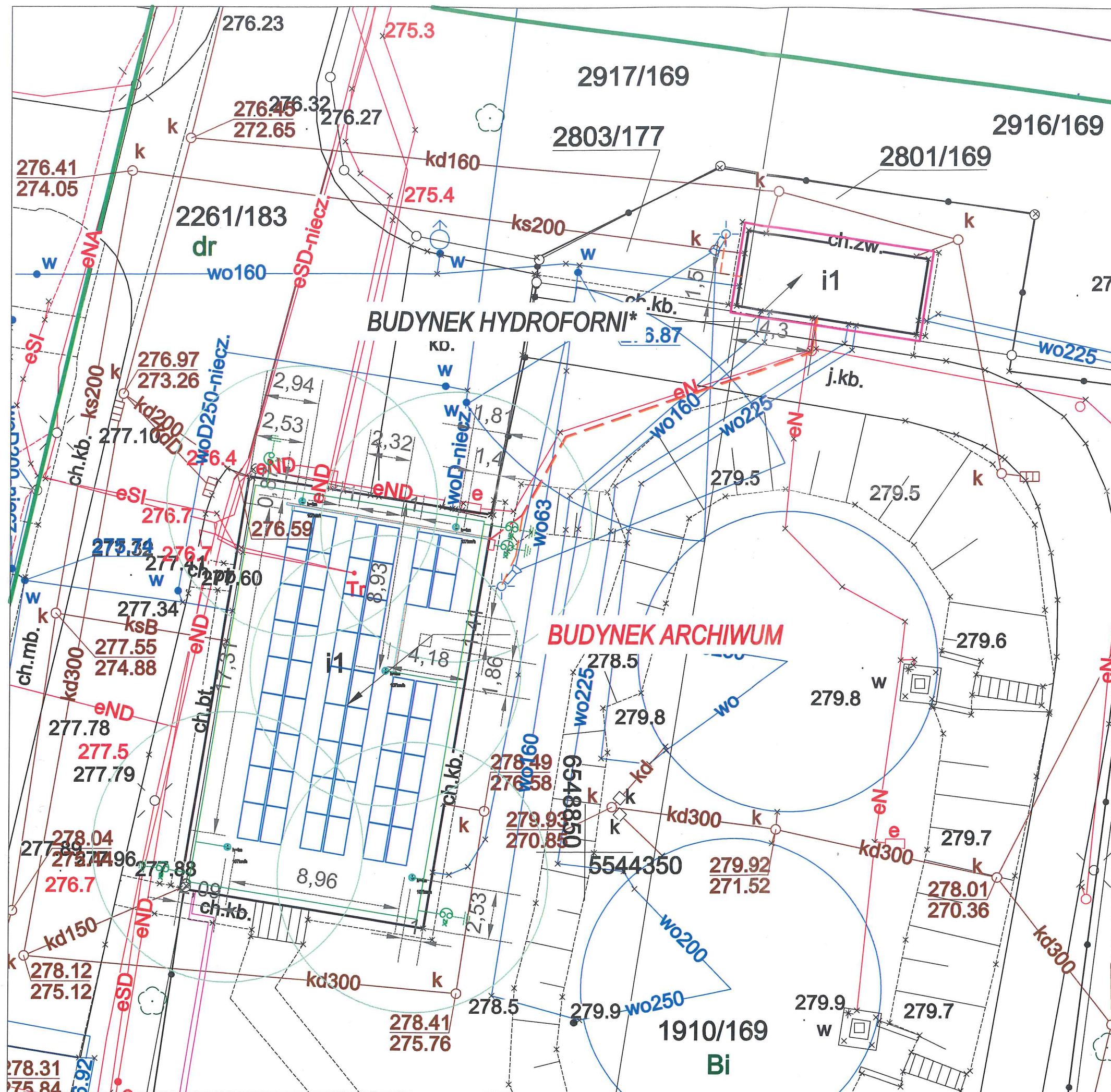
Połączenie konfiguracyjne jest proponowanym rozwiązaniem. Połączenia po stronie DC wykonane będą w oparciu o instrukcje montażu oraz karty katalogowe zastosowanych urządzeń. Wymiary podane w metrach.

NAZWA INWESTYCJI Dachowa instalacja fotowoltaiczna wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną o mocy 25 kW zlokalizowana na dachu budynku Hydroforni PWIK w Żorach			
OBIEKT	Os. Władysława Pawlikowskiego dz. nr. 1912/177 i 2801/169		
INWESTOR	PRZEDSIĘBIORSTWO WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI ŻORY SP. Z O.O.		
NAZWA RYSUNKU	String Plan - okablowanie strony DC		
FUNKCJA	PROJEKTANT	NR UPRAWNIENI	PODPIS
Projektant Główny	mgr inż. Mariusz Kowalski	MAP/0013/PWBE/20 spec. elektryczna	
Opracowujący	mgr inż. Piotr Mędzelowski	OZE-W/12/000025/24	
SKALA	1:100	DATA	NR ZAŁĄCZNIKA 04



SPD - Ogranicznik przepięć do ochrony sieci LAN

NAZWA INWESTYCJI Dachowa instalacja fotowoltaiczna wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną o mocy 25 kW zlokalizowana na dachu budynku Hydroforni PWiK w Żorach			
OBIEKT	Os. Władysława Pawlikowskiego dz. nr. 1912/177 i 2801/169		
INWESTOR	PRZEDSIĘBIORSTWO WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI ŻORY SP. Z O.O.		
NAZWA RYSUNKU	Schemat monitoringu		
FUNKCJA	PROJEKTANT	NR UPRAWNIENI	PODPIS
Projektant Główny	mgr inż. Mariusz Kowalski	MAP/0013/PWBE/20 spec. elektryczna	
Opracowujący	mgr inż. Piotr Mędzelowski	OZE-W/12/000025/24	
SKALA	-	DATA	NR ZAŁĄCZNIKA 05



LEGENDA

- projektowany słup z kamerą
- projektowany moduł fotowoltaiczny
- projektowany maszt odgromowy
- projektowana rozdzielnica DC + wyłącznik projoy
- projektowane koryto kablowe perforowane z pokrywą K100H60
- projektowany kabel DC 4x1x6 mm² w rurze osłonowej
kabel YKY 3x1,5 mm²
- projektowany kat 5e ziemny w rurze osłonowej
- projektowane złącze kontrolne
- drut odgromowy Ø8
- uziom pionowy 2x1,5m Ø16
- istniejąca studnia kablowa
- budynek hydroforni

RZECZOZNAWCA DO SPRAW ZABEZPIECZEŃ
PRZECIWOPOŻAROWYCH

mgr inż. Krzysztof Sołtys Nr upr. 637/2015

17.12.25

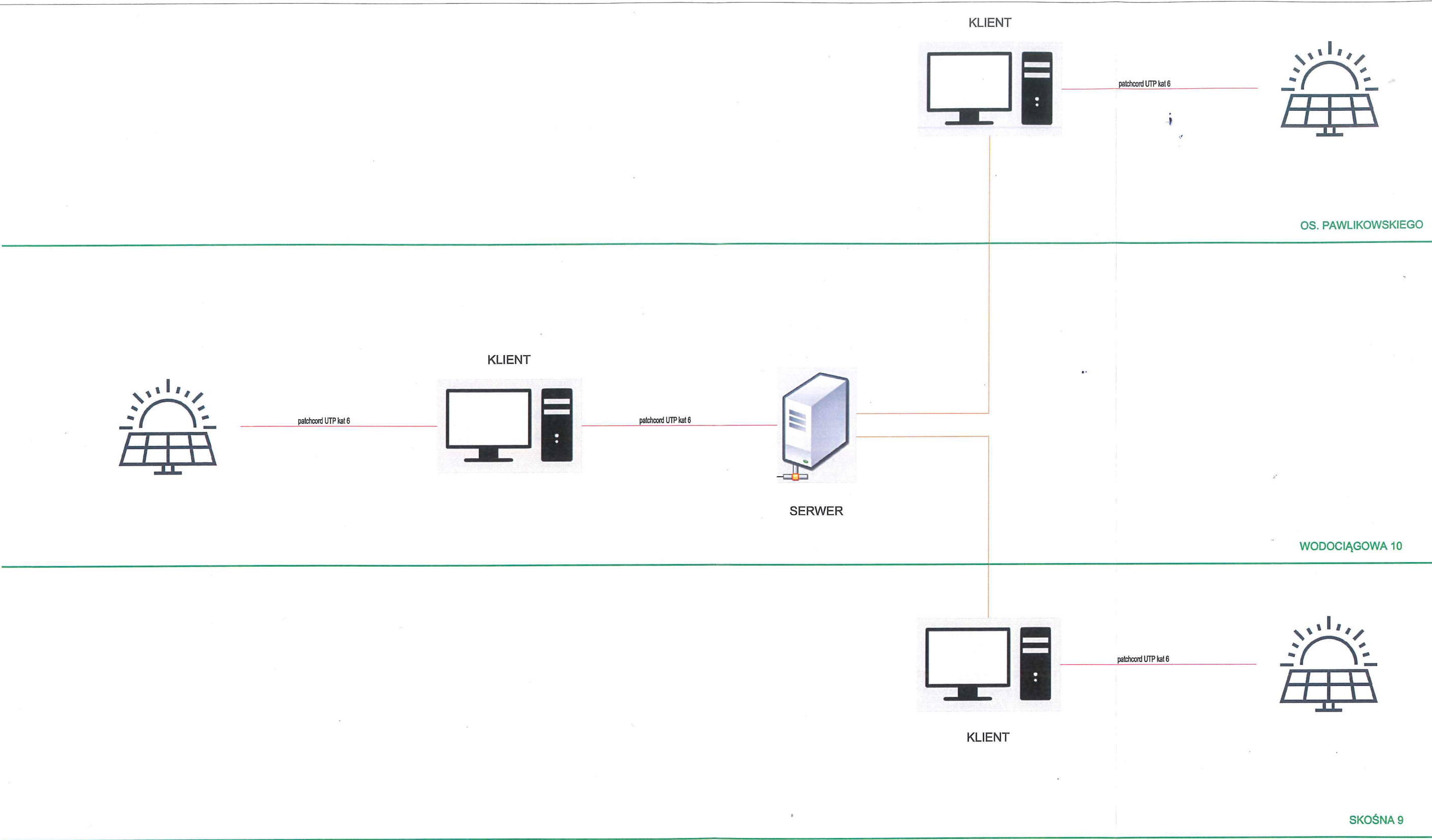
(data i podpis)

Zgodność projektu z wymaganiami
ochrony przeciwpożarowej
stwierdzam

bez uwag*

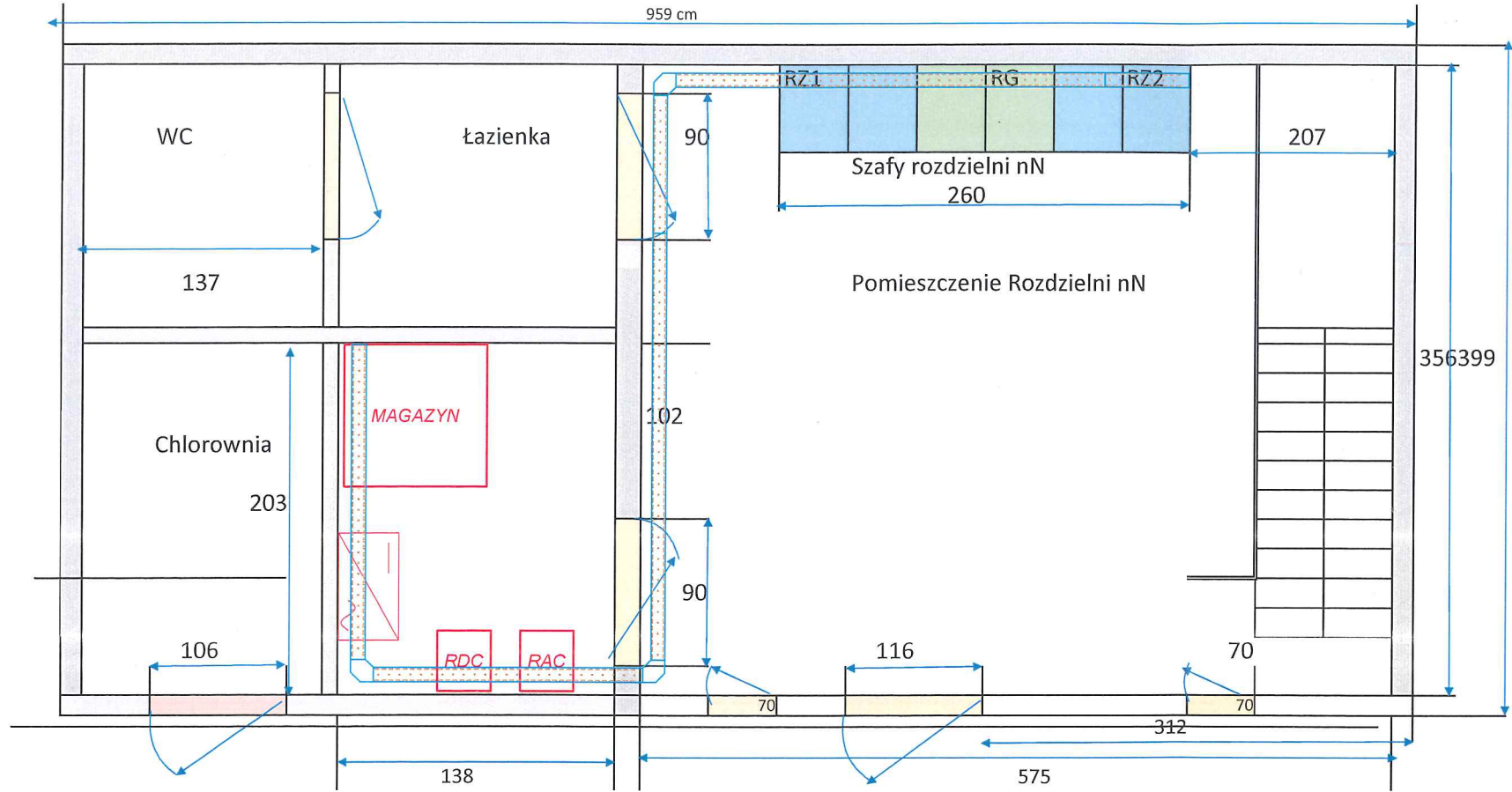
z uwagami*

NAZWA INWESTYCJI Dachowa instalacja fotowoltaiczna wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną o mocy 25 kW zlokalizowana na dachu budynku Hydroforni PWiK w Żorach			
OBIEKT	Os. Władysława Pawlikowskiego dz. nr. 1912/177 i 2801/169		
INWESTOR	PRZEDSIĘBIORSTWO WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI ŻORY SP. Z O.O.		
NAZWA RYSUNKU FUNKCJA	Projekt zagospodarowania terenu		
Projektant Główny	mgr inż. Mariusz Kowalski	NR UPRAWNIEN MAP/0013/PWBE/20 spec. elektryczna	PODPIS
Opracowujący	mgr inż. Piotr Mędzelowski	OZE-W/12/000025/24	
SKALA	-	DATA	NR ZAŁĄCZNIKA 06

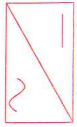


NAZWA INWESTYCJI Dachowa instalacja fotowoltaiczna wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną o mocy 25 kW zlokalizowana na dachu budynku Hydroforni PWiK w Żorach			
OBIEKT	Os. Władysława Pawlikowskiego dz. nr. 1912/177 i 2801/169		
INWESTOR	PRZEDSIĘBIORSTWO WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI ŻORY SP. Z O.O.		
NAZWA RYSUNKU	Topologia sieci		
FUNKCJA	PROJEKTANT	NR UPRAWNIEŃ	PODPIS
Projektant Główny	mgr inż. Mariusz Kowalski	MAP/0013/PWBE/20 spec. elektryczna	
Opracowujący	mgr inż. Piotr Mędzelowski	OZE-W/12/000025/24	
SKALA	-	DATA	NR ZAŁĄCZNIKA 07

BUDYNEK HYDROFORNI



LEGENDA



-projektowany falownik fotowoltaiczny



-projektowana rozdzielnica AC



-projektowana rozdzielnica DC



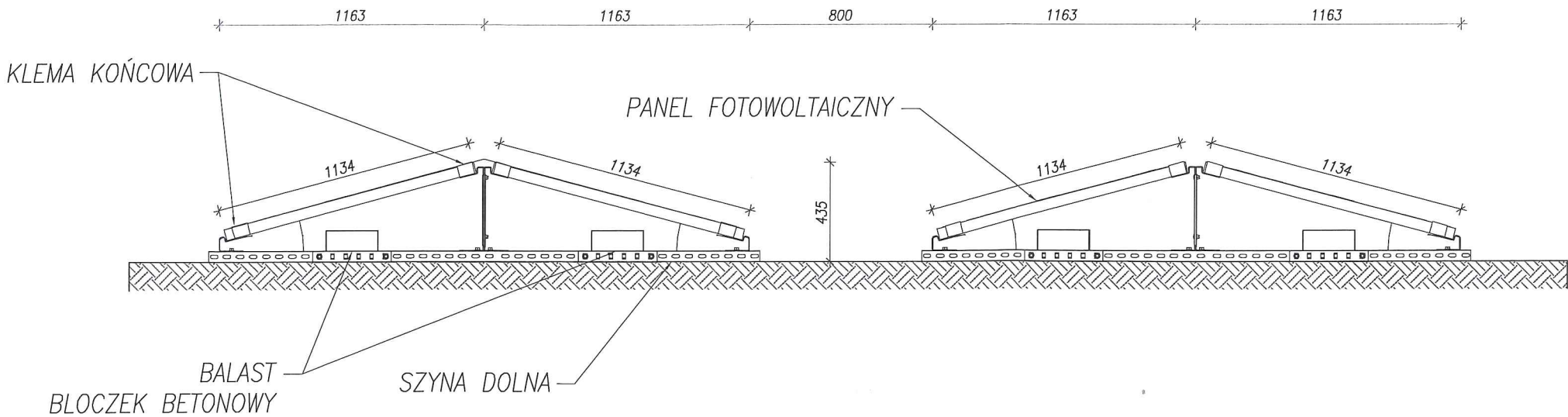
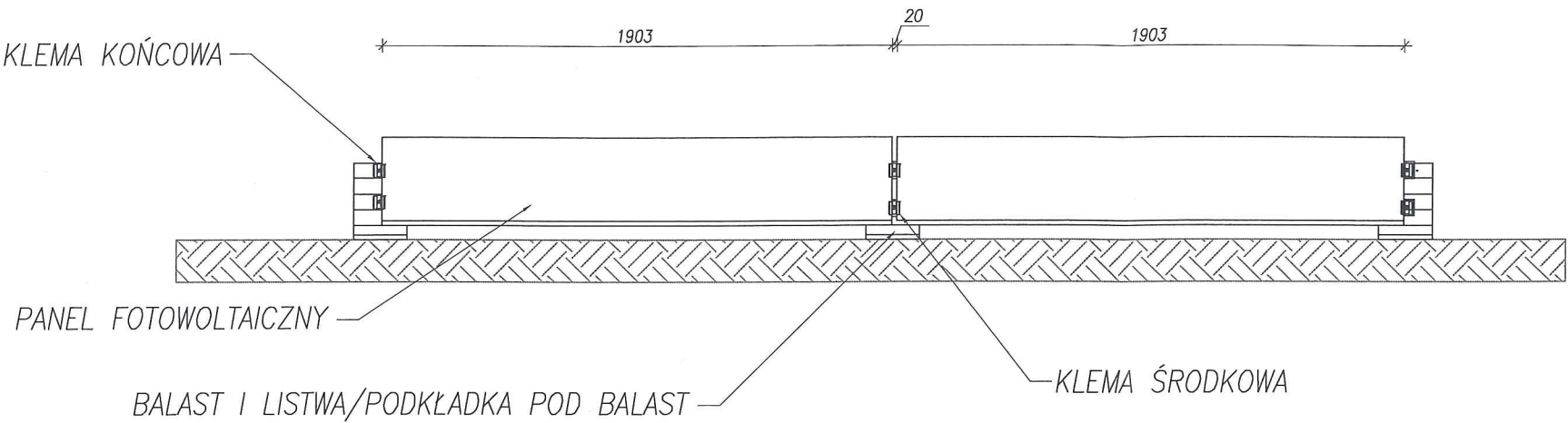
-projektowane koryto kablowe perforowane z pokrywą K100H60



-projektowany magazyn energii o pojemności 41 kWh

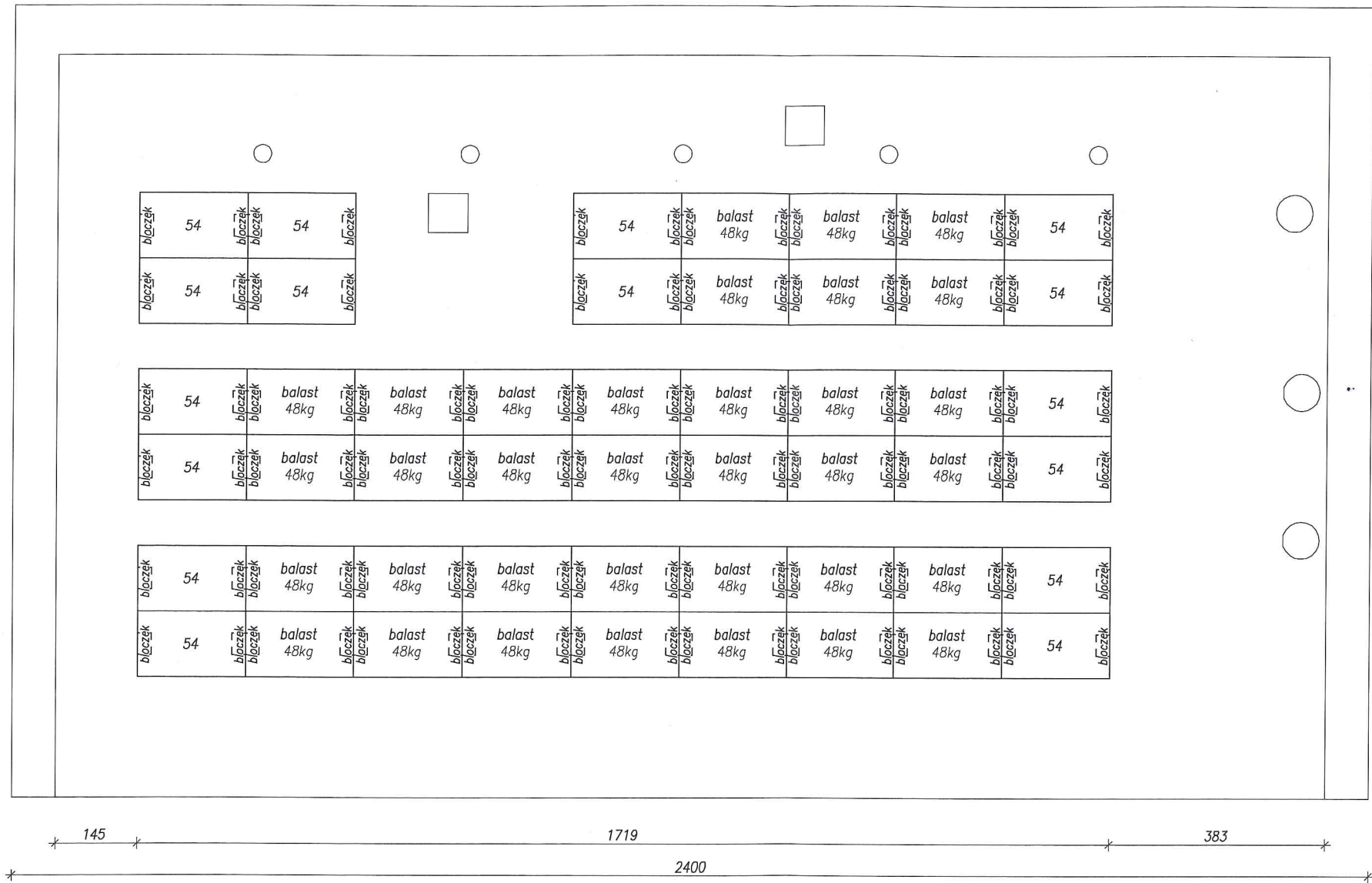
NAZWA INWESTYCJI Dachowa instalacja fotowoltaiczna wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną o mocy 25 kW zlokalizowana na dachu budynku Hydroforu PWiK w Żorach			
OBIEKT	Os. Władysława Pawlikowskiego dz. nr. 1912/177 i 2801/169		
INWESTOR	PRZEDSIĘBIORSTWO WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI ŻORY SP. Z O.O.		
NAZWA RYSUNKU	Rzut budynku		
FUNKCJA	PROJEKTANT	NR UPRAWNIENI	PODPIS
Projektant Główny	mgr inż. Mariusz Kowalski	MAP/0013/PWBE/20 spec. elektryczna	
Opracowujący	mgr inż. Piotr Mędzelowski	OZE-W/12/000025/24	
SKALA	-	DATA	NR ZAŁĄCZNIKA 08

WIDOK Z PRZODU



UWAGI:
- Wymiary podano w [mm], poziomy w [m].

Inwestor	PRZEDSIĘBIORSTWO WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI ŻORY SP. Z O.O.			
Inwestycja	Dachowa instalacja fotowoltaiczna wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną o mocy 25 kW zlokalizowana na dachu budynku Hydroforni PWK w Żorach			
Adres	Os. Władysława Pawlikowskiego dz. nr. 1912/177 i 2801/169			
Treść rysunku	SCHEMAT KONSTRUKCJI WSPORCZEJ DLA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ			
Projektant	mgr inż. Łukasz Sekuła upr. SWK/P00K/0027/12		Podpis	
Faza	Skala	Branża	Nr rysunku	Data
PT	1:25	KONSTR.	K-01	12.2025



UWAGI:
- Wymiary podano w [cm], poziomy w [m].
- Wartości balastu podano w kg/moduł.

Inwestor PRZEDSIĘBIORSTWO WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI ŻORY SP. Z O.O.				
Inwestycja Dachowa instalacja fotowoltaiczna wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną o mocy 25 kW zlokalizowana na dachu budynku Hydroforni PWK w Żorach				
Adres Os. Władysława Pawlikowskiego dz. nr. 1912/177 i 2801/169				
Treść rysunku ROZMIESZCZENIE MODUŁÓW BALAST				
Projektant mgr inż. Łukasz Sekuła upr. SWK/P00K/0027/12			Podpis	
Faza PT	Skala 1:100	Branża KONSTR.	Nr rysunku K-02	Data 12.2025

EKSPERTYZA KONSTRUKCYJNA

DOTYCZĄCA:

MOŻLIWOŚCI ZAMONTOWANIA *INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ PV NA DACHU* BUDYNKU TECHNICZNEGO NA OS. WŁADYSŁAWA PAWLIKOWSKIEGO DZ. NR. 1912/177 I 2081/169



PROJEKTANT:

mgr inż. Łukasz Sekuła
nr ewid.: SWK/POOK/0027/12

Październik 2025

mgr inż. Łukasz Sekuła
Uprawnienia budowlane do projektowania
bez ograniczeń w specjalności:
konstrukcyjno-budowlanej
nr ewid.: SWK/POOK/0027/12

SPIS TREŚCI:

1. *Podstawa opracowania*
2. *Przedmiot i cel opracowania*
3. Opis istniejących rozwiązań konstrukcyjno budowlanych
4. *Koncepcja instalacji fotowoltaicznej*
5. Analiza obliczeniowa możliwości dociążenia konstrukcji pokrycia dachowego
6. *Wnioski i zalecenia końcowe*
7. *Dokumenty formalno - prawne*

1. Podstawa opracowania

- wytyczne i ustalenia *MPPV PROJEKT*
- wizja lokalna na obiekcie
- materiały wykorzystane w opracowaniu:
 - Projekt Instalacji fotowoltaicznej opracowany przez firmę *MPPV PROJEKT*
 - instrukcja montażu instalacja fotowoltaicznej
 - normy i przepisy budowlane

Wykaz norm wykorzystywanych w obliczeniach (z uwagi na wiek budynku posłużono się Normami Polskimi):

PN 90/B 03000 *Projekty budowlane Obliczenia statyczne*

PN 82/B 02000 *Obciążenie budowli. Zasady ustalania wartości*

PN 82/B-02001 *Obciążenie budowli. Obciążenia stałe*

PN 82/B-02003 *Obciążenie budowli. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.*

PN 80/B 02010 – Az1 *Obciążenie śniegiem.*

PN 77/B 02011 – Az1 *Obciążenie wiatrem.*

PN B 03264:2002 *Konstrukcje betonowe , żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.*

PN 81/B 03020 *Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia i projektowanie.*

PN B 03002:1999 *Konstrukcje murowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.*

2. Przedmiot i cel opracowania

Przedmiotem opracowania jest analiza techniczna możliwości montażu na *dachu budynku technicznego na os. Władysława Pawlikowskiego dz. nr. 1912/177 i 2081/169 w Żorach instalacji fotowoltaicznej. W ramach opracowania sprawdzona zostanie konstrukcja budynku pod kątem optymalnego rozlokowania dodatkowego obciążenia od instalacji fotowoltaicznej. Widok budynku wraz z planowanym miejscem lokalizacji instalacji na przedstawiono na ilustracji poniżej:*

Zdjęcie dachu budynku i układu paneli PV:



3. Opis istniejących rozwiązań konstrukcyjno budowlanych

Przedmiotowy budynek jest obiektem o konstrukcji tradycyjnej, posadowiony bezpośrednio. Ściany nośne kondygnacji nadziemnych murowane i prefabrykowane. Dach z płyt prefabrykowanych korytkowo - żebrowych wspartych na ścianach nośnych. Kondygnacja parteru użytkowana jest technicznie – na potrzeby MPWiK oraz Urzędu Miasta. Stropodach na budynku technicznym o konstrukcji żelbetowej prefabrykowanej, w dobrym stanie technicznym, z nowym pokryciem z papy. Na dachu wykonano pokrycie z papy termozgrzewalnej.

Zdjęcia przedstawiające stan istniejący:





Ogólny stan techniczny konstrukcji dachu budynku uznaje się, jako dobry. Podczas wizji lokalnej nie stwierdzono ponadnormatywnych ugięć konstrukcji ani oznak nieprawidłowej jej pracy. *Pokrycie dachu nowe, ułożone na warstwach istniejących, w dobrym stanie technicznym, bez jakichkolwiek oznak przecieków.*

4. Koncepcja instalacji fotowoltaicznej

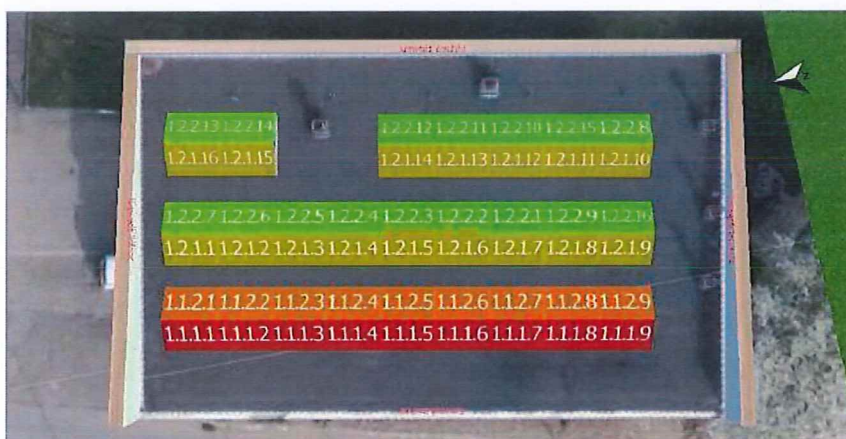
4.1 Lokalizacja na dachu

Na dachu budynku planuje się zamontować instalację fotowoltaiczną wg. schematu rozmieszczenia przedstawionego poniżej. *Schemat rozmieszczenia paneli fotowoltaicznych przedstawia poniższa ilustracja:*



Ilustracja: Zrzut ekranu03

Konfiguracja



Widok instalacji fotowoltaicznej

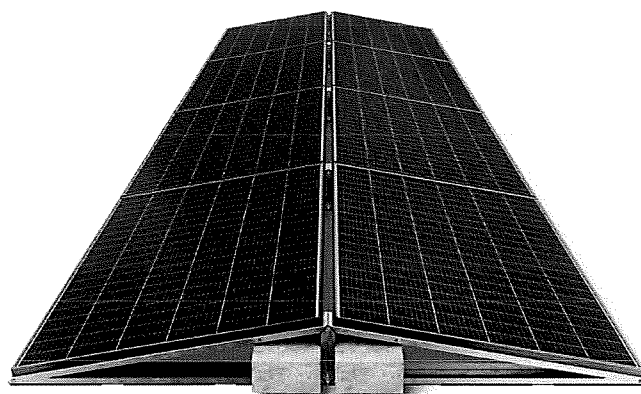
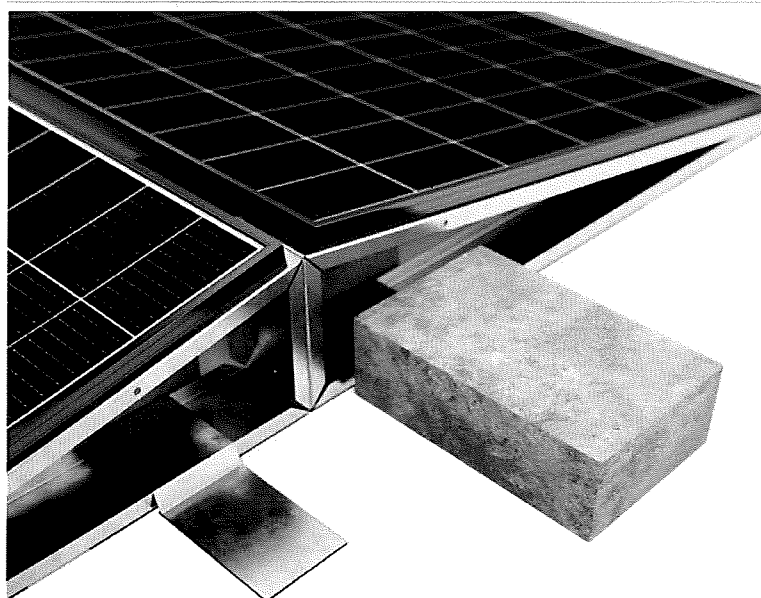
Konstrukcję dachu sprawdzono pod kątem oparcia na niej *instalacji fotowoltaicznej*, której moduły montowane *na konstrukcji wsporczej balastowej*.

4.2 Schemat montażu konstrukcji wsporczej do płyt prefabrykowanych

W celu jak najmniejszej ingerencji w pokrycie dachowe, w szczególności w spadki ukształtowane na warstwach izolacyjnych zaleca się montaż instalacji fotowoltaicznej poprzez zastosowanie konstrukcji wsporczej balastowej. Balast winien chroniony być poprzez zastosowanie bortnic (ekranów) ochronnych uniemożliwiających oddziaływanie wiatru na panele od spodu.

Opis proponowanego systemu

Rekomenduje się użycie konstrukcji wsporczej lub o podobnych parametrach i rozwiązaniach technicznych, gdzie panele fotowoltaiczne są łączone w grupy minimum kilka paneli. Przykładem takiego rozwiązania jest konstrukcja PB-098 z firmy Corab. Widok jej przedstawiono na zdjęciach poniżej.



5. Analiza obliczeniowa możliwości dociążenia konstrukcji pokrycia dachowego

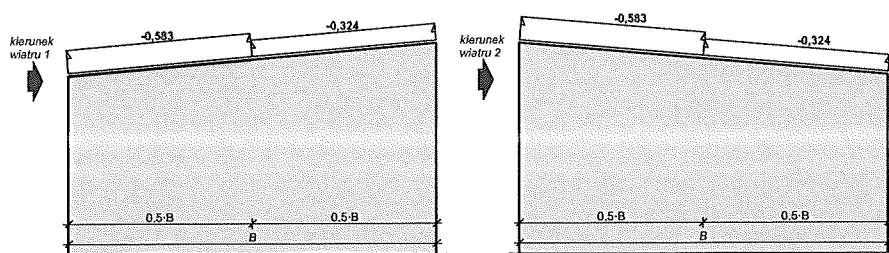
5.1 Zestawienie obciążeń stałych

<i>l.p.</i>	<i>opis obciążenia</i>	<i>obc. char. kN/m²</i>	<i>wsp.</i>	<i>obc. obl. kN/m²</i>
1	papa na lepiku / termozgrzewalna	0,10	1,35	0,135
2	Stare warstwy izolacyjne	0,20	1,35	0,27
3	warstwa wyrównawcza 2cm	0,30	1,35	0,41
<i>suma</i>		0,60		0,815

5.2 Zestawienie obciążeń zmiennych

Obciążenie wiatrem wg PN-B-02011:1977/Az1 / Z1-2

p [kN/m²]



Łoć nawietrzna - część dolna:

- Budynek o wymiarach: $B = 12,0 \text{ m}$, $L = 20,0 \text{ m}$, $H = 6,0 \text{ m}$
- Dach jednospadowy, kąt nachylenia łoci $\alpha = 5,0^\circ$
- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru:
 - strefa obciążenia wiatrem I; $H = 200 \text{ m n.p.m.} \rightarrow q_k = 300 \text{ Pa}$
 - $q_k = 0,300 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik ekspozycji:
 - rodzaj terenu: A; $z = H = 6,0 \text{ m} \rightarrow C_e(z) = 0,5 + 0,05 \cdot 6,0 = 0,80$
- Współczynnik działania porywów wiatru:
 - $\beta = 1,80$
- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:
 - budynek zamknięty $\rightarrow C_w = 0$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:
 - $C_z = -0,9$
- Współczynnik aerodynamiczny C:
 - $C = C_z - C_w = -0,9 - 0 = -0,9$

Obciążenie charakterystyczne:

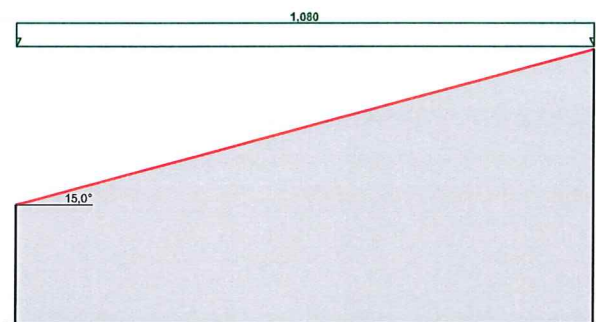
$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,300 \cdot 0,80 \cdot (-0,9) \cdot 1,80 = -0,389 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \gamma_f = (-0,389) \cdot 1,5 = -0,583 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie śniegiem wg PN-80/B-02010/Az1 / Z1-1

S [kN/m²]



Połąc dachowa:

- Dach jednospadowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:
 - strefa obciążenia śniegiem 2 → $Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik kształtu dachu:

nachylenie połaci $\alpha = 15,0^\circ$

$C_1 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne dachu:

$S_k = Q_k \cdot C = 0,900 \cdot 0,800 = 0,720 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe:

$S = S_k \cdot \gamma_f = 0,720 \cdot 1,5 = 1,080 \text{ kN/m}^2$

5.3 Zestawienie obciążeń od instalacji fotowoltaicznej

<i>l.p.</i>	opis obciążenia	<i>obc. char.</i> <i>kN/m²</i>	<i>wsp.</i>	<i>obc. obl.</i> <i>kN/m²</i>
1	<i>balastowa instalacja fotowoltaiczna</i>	0,35	1,50	0,52
<i>suma</i>		0,35		0,52

5.4 Zbiorcze zestawienie obciążeń

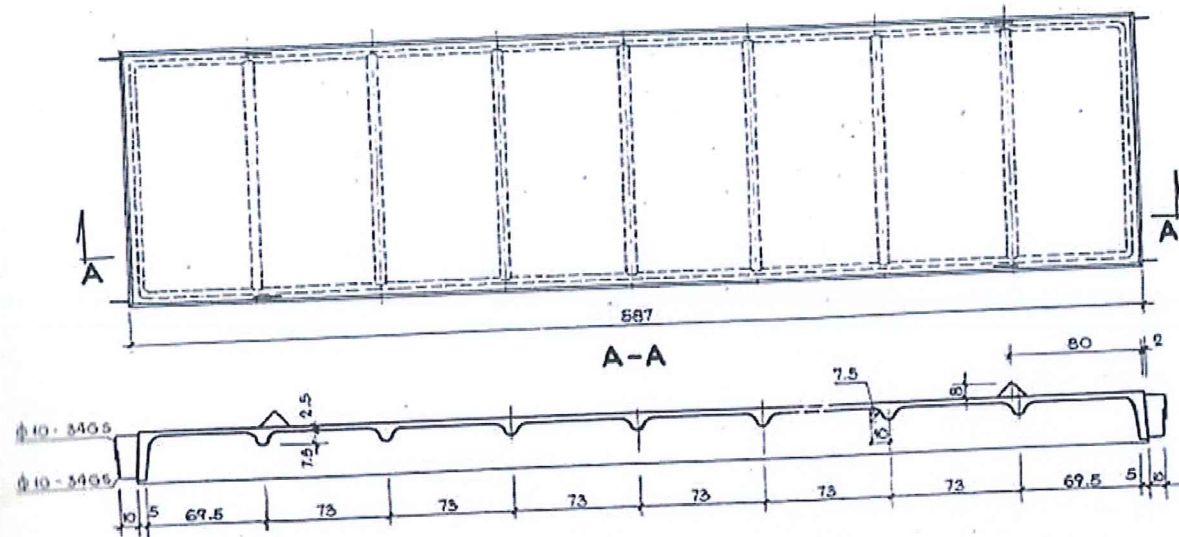
<i>l.p.</i>	opis obciążenia	<i>obc. char.</i> <i>kN/m²</i>	<i>wsp.</i>	<i>obc. obl.</i> <i>kN/m²</i>
1	stałe	0,60	1,35	0,82
2	zmiennie	0,72	1,50	1,08
3	<i>instalacja fotowoltaiczna</i>	0,35	1,50	0,52
<i>suma</i>		1,67		2,42

5.5 Dopuszczalne obciążenie płyt prefabrykowanych

Inwestor nie posiada dokumentacji konstrukcyjnej obiektu określającej nośność elementów konstrukcyjnych, w tym płyt *prefabrykowanych*, na których planowany jest montaż instalacji fotowoltaicznej. Z materiałów źródłowych wynika, że

dopuszczalne obciążenie charakterystyczne płyt prefabrykowanych żebrowych wys. 30cm jest równe **1,85 kN/m²** (z uwzględnieniem ciężaru własnego płyty wg. karty technicznej 330kg/m² – 145kg/m²).

Potwierdzeniem tego jest karta techniczna płyt żebrowych systemu P-70:



DLA CIĘŻARU WŁASNEGO ZALEWEK I GŁADZI WYRÓW -
NAWCZEJ PRACUJE ONA JAKO SWOBODNIE PODPARTA,
DLA POZOSTAŁYCH OBCIĄŻEŃ - JAKO CIĄGŁKA.

DOPUSZCZALNE OBCIĄŻENIE PŁYTY 330 KG/M² (PRZY
OBLICZENIOWYM WSPÓŁCZYNNIKU PEWNOŚCI S = 1,6) -
WRAZ Z CIĘŻAREM WŁASNYM PŁYTY.

CIĘŻAR WŁASNY PŁYTY: 136 KG/M² BEZ ŻEBER CZOKOWYCH
145 KG/M² Z ŻEBRAMI CZOKOWYMI

OBLICZENIOWA GRUBOŚĆ WYRÓWNAWCZEJ GŁADZI CE-
MENTOWEJ 2 CM (42 KG/M²).

DLA ZWIEKSZONYCH OBCIĄŻEŃ NP. WOKAMI ŚNIEŻNYMI
NALEŻY PŁYTY ROZSUNĄĆ I UTWORZYĆ DODATKOWE
WYLEWANE ŻEBRA UWZGLĘDNIAJĄC WSPÓŁPRACĘ GŁADZI
CEMENTOWEJ NA PŁYCI. DOZBRAJANIE PŁYTKI NIE JEST
POTRZEBNE.

CIĘŻAR WŁASNY PŁYT BEZ ŻEBER CZOKOWYCH WYKO-
RZYSTYWANY JEST DO SPRAWDZANIA WYTRZYMAŁOŚCI
SAMYCH PŁYT. CIĘŻAR PŁYT Z ŻEBRAMI CZOKOWYMI -
DO ZBIERANIA OBCIĄŻEŃ NA DŹWIGAR.

Porównanie obciążeń:

$$Q_{proj} = 1,67 \text{ kN/m}^2 < Q_{dop} = 1,85 \text{ kN/m}^2$$

Gdzie:

Q_{proj} – projektowane obciążenie

Q_{dop} – dopuszczalne obciążenie płyty prefabrykowanej

Dopuszczalne obciążenie nie zostało przekroczone

6. Wnioski i zalecenia końcowe

Na podstawie analizy technicznej oraz przeprowadzonej wizji lokalnej stwierdza się, że stan techniczny dachu i całego budynku technicznego na os. Władysława Pawlikowskiego dz. nr. 1912/177 i 2081/169 w Żorach jest dobry, a jego elementy konstrukcyjne mogą być wykorzystane do montażu instalacji fotowoltaicznej. Montując instalację fotowoltaiczną należy, tak dobrać konstrukcje wsporczą i balast, aby łączne obciążenie od niej nie przekraczało 35kg/m² dachu – co jest typową wielkością dla instalacji balastowych z zoptymalizowanym balastem np. z firmy CORAB.

Opracował:

mgr inż. Łukasz Sekuła
nr ewid.: SWK/POOK/0027/12

7. Dokumenty formalno – prawne

Decyzja o nadaniu uprawnień budowlanych



ŚWIĘTOKRZYSKA
OKRĘGOWA
I Z B A
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
sygn. akt SK-0054-0013(2)/12

Kielce dnia 04 lipca 2012 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (*Dz.U. z 2001r., Nr 5, poz. 42 z późn. zm.*) i art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, art. 12 ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt 1 i ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz.U. z 2010r., Nr 243, poz. 1623 z późn. zm.*) oraz § 11 ust. 1 pkt 1, § 15 i § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz.U. z 2006r., Nr 83, poz. 578 z późn. zm.*), art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960r. Kodeks postępowania administracyjnego (*tekst jednolity: Dz.U. z 2000r., Nr 98, poz. 1071 z późn. zm.*)

**Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
Świętokrzyskiej Izby Inżynierów Budownictwa**

nadaje Panu

Łukaszowi Zbigniewowi Sekuła

magistrowi inżynierowi budownictwa

urodzonemu [REDACTED]

**UPRAWNIENIA BUDOWLANE
nr ewidencyjny SWK/POOK/0027/12**

**do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej**

Szczegółowy zakres nadanych uprawnień budowlanych

I. Na mocy art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, art. 13 ust. 4 ustawy - Prawo budowlane, w zakresie objętym wyżej wymienioną specjalnością, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:

- projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
- sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.

II. Na mocy § 15 i § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, niniejsze uprawnienia uprawniają do:

- sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie objętym w/w specjalnością,
- sporządzania projektu architektoniczno-budowlanego obiektu budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu.

Uzasadnienie

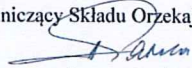
W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a., odstępuje się od uzasadnienia decyzji.

Pouczenie

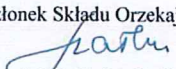
Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Świętokrzyskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Kielcach w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Skład Orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

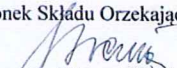
Przewodniczący Składu Orzekającego


mgr inż. Andrzej Pawelec

Członek Składu Orzekającego


dr inż. Stefan Szalkowski

Członek Składu Orzekającego


mgr inż. Edmund Pięniązek

Otrzymują:

1. Pan Łukasz Zbigniew Sekuła

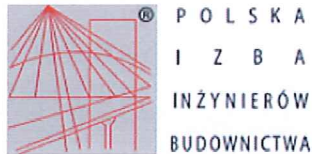
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego

3. Okręgowa Rada ŚOIIB

4. a/a



Zaświadczenie o przynależności Projektanta do okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:
SWK-9H6-K6F-PFU *

Pan Łukasz Zbigniew Sekuła o numerze ewidencyjnym SWK/BO/0123/11

adres zamieszkania [REDACTED]

jest członkiem Świętokrzyskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2025-01-01 do 2025-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-12-30 roku przez:

Ewa Skiba, Przewodniczący Rady Świętokrzyskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

