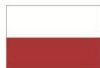




Fundusze Europejskie
dla Śląskiego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Województwo
Śląskie

PROJEKT TECHNICZNO-WYKONAWCZY

Nazwa

Instalacja fotowoltaiczna wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną o mocy 90 kWp zlokalizowana na dachu budynku oraz gruncie Stacji Uzdatniania Wody PWiK w Żorach.

Adres

Skośna 9, 44-240 Żory

Nr działki:	1445/150, 1321/150, 1319/150
Obręb:	Żory
Gmina:	Żory
Powiat:	żory
Województwo:	śląskie
ID działki:	247901_1.0009.AR_2.1445/150,247901_1.0009.AR_2.1321/150, 247901_1.0009.AR_2.1319/150

INWESTOR

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

**JEDNOSTKA
PROJEKTOWA**



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

PROJEKTANCI

FUNKCJA	IMIĘ I NAZWISKO	PODPIS
Projektant główny	Mgr inż. Mariusz Kowalski Nr. upr. MAP/0013/PWBE/20 spec. elektryczna	
Projektant sprawdzający	Mgr inż. Alexandr Nilogov Nr. upr. MAP/0070/PWBE/19 spec. elektryczna	
Konstruktor	Mgr inż. Łukasz Sekuła Nr upr. SWK/POOK/0027/12 spec. konstrukcyjno-budowlana	
Konstruktor sprawdzający	Mgr inż. Mateusz Gawęda Nr upr. MAP/0108/PWBKb/17 spec. konstrukcyjno-budowlana	
Opracowujący	Mgr inż. Piotr Mędzelowski Nr upr. OZE-W/12/000025/24	

19.02.2025

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	5
4.	STAN ISTNIEJĄCY	5
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	7
11.1	PANELE FOTOWOLTAICZNE	8
11.2	FALOWNIK	9
11.3	OPTYMALIZATORY MOCY	10
11.4	KOMPENSACJA MOCY BIERNEJ	11
11.5	MONITORING INSTALACJI.....	11
11.6	SYSTEM WIZYJNY	14
11.7	ŁĄCZNOŚĆ I CYBERBEZPIECZEŃSTWO	15
11.8	UKŁAD SZR	16
11.9	PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE DC	16
11.9.1	DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE DC	16
11.9.2	ZABEZPIECZENIA PRZEPIĘCIOWE PO STRONIE DC	18
11.9.3	ROZDZIELNICA DC	18
11.10	PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE AC	19
11.10.1	DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE AC	19
11.10.2	ZABEZPIECZENIA PO STRONIE AC	20
11.10.3	ROZDZIELNICA AC	21
12.	ZABEZPIECZENIE PRZECIWPOŻAROWE.....	22
13.	OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA I ODGROMOWA	25
14.	UWAGI DLA WYKONAWCY	26
15.	ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW	27
16.	UWAGI KOŃCOWE	28
17.	OPIS KONSTRUKCJI DACHOWEJ.....	31
17.1	PODSTAWA OPRACOWANIA.....	32

18.	ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE	32
18.1	OBCIĄŻENIA STAŁE	32
18.2	OBCIĄŻENIA ZMIENNE	32
18.3	ROZMIESZCZENIE PANELI FOTOWOLTAICZNYCH NA DACHU	36
18.4	PROJEKTOWANE ROZWIĄZANIA	36
18.5	SPEŁNIENIE ZALECEŃ EKSPERTYZY	38
18.6	UWAGI	38
19.	OPIS KONSTRUKCJI GRUNTOWEJ	39
19.1	POSADOWIENIE KONSTRUKCJI WSPORCZEJ	40
19.2	WARUNKI MONTAŻU I EKSPLOATACJI KONSTRUKCJI	42
19.3	ZABEZPIECZENIE ANTYKOROZYJNE	45
19.4	PODSTAWA OPRACOWANIA PROJEKTU KONSTRUKCJI	45
19.5	UWAGI	45
19.6	OBLICZENIA STATYCZNE SPRAWDZAJĄCE	46
20.	ZAŁĄCZNIKI	53
	OŚWIADCZENIE PROJEKTANTÓW	54

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;
- **Mała instalacja fotowoltaiczna** – mała instalacja - instalację odnawialnego źródła energii o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 50 kW i nie większej niż 1 MW, przyłączonej do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV albo o mocy osiągalnej cieplnej w skojarzeniu większej niż 150 kW i mniejszej niż 3 MW, w której łączna moc zainstalowana elektryczna jest większa niż 50 kW i nie większa niż 1 MW;

3. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest projekt techniczny instalacji fotowoltaicznej o mocy 90 kW. Instalację fotowoltaiczną wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną projektuje się na dachu budynku Stacji Uzdatniania Wody o mocy 50kW oraz 40kW w postaci instalacji gruntowej zlokalizowanej przy skarpie obok zbiorników wody surowej i uzdatnionej. Urządzenia sieciowe zamontowane zostaną wewnątrz budynku SUW.

4. STAN ISTNIEJĄCY

Instalacja fotowoltaiczna zostanie usytuowana na działce nr. ewid. 1445/150, 1321/150, 1319/150 obręb Żory, na dachu SUW oraz gruncie przy zbiornikach. Niniejszy teren jest terenem zabudowanym. Zgodnie z klasyfikacją użytków gruntowych, działka zalicza się do gruntów zabudowanych i zurbanizowanych – rodzaj użytku gruntowego „Ba”, tj. tereny przemysłowe

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 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.

Eksploatacja 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 OOS 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 oraz gruncie, 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

W związku z przyłączeniem instalacji fotowoltaicznej o mocy 90 kW, należy dobudować dodatkową rozdzielnicę telemechaniki w budynku technicznym obiektu. Zostanie ona zasilona z rozdzielnicy RP. W rozdzielnicy RP należy zamontować rozłącznik bezpiecznikowy z wkładkami bezpiecznikowymi 250 A gG. W nowej rozdzielnicy zostanie zamontowany wyłącznik mocy z napędem elektrycznym oraz rozłącznik mocy do stwarzania widocznej przerwy wraz ze stykami pomocniczymi.

Sterownik polowy, celem wyprowadzania danych dla funkcji zabezpieczających będzie posiadał odczyt parametrów sieci zarówno z rozdzielnicy 0,4 kV w nowoprojektowanej rozdzielnicy nN oraz w miejscu przyłączenia. Dla pomiarów po stronie nN należy zainstalować przekładniki prądowe o parametrach wskazanych w części rysunkowej.

W złączu kablowym planuje się zainstalować dodatkowe przekładniki celem wyprowadzania danych dla funkcji sterowania mocą czynną w czasie rzeczywistym. Przekładniki podłączone zostaną do analizatora parametrów sieci, który za pośrednictwem protokołu Modbus przekaże dane do sterownika polowego.

W celu odwzorowania toru prądowego zasilającego instalację fotowoltaiczną należy wyposażyć następujące elementy w styki pomocnicze:

- Rozłącznik mocy QP2
- Wyłącznik mocy QP1

Obwody sygnalizacji zostaną wykonane na napięciu 24 VDC i będą wykonane jako napięcie gwarantowane. Obwód sygnalizacji będzie stale monitorowany, a zanik napięcia spowoduje wyłączenie wyłącznika QP1.

W pobliżu rozdzielnic należy wykonać uziemienie pionowe z pręta o średnicy min 16mm i długości min 3m aż do uzyskania rezystancji uziemienia $<10\Omega$. W przypadku uziemienia powyżej 10Ω należy wykonać dodatkowe uziemienie poziome. W przypadku braku możliwości wykonania uziemienia pionowego dopuszcza się uziemienie instalacji do GSU.

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

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

11. OPIS ROZWIĄZAŃ

Na dachu oraz gruncie projektuje się instalację fotowoltaiczną, która składać się będzie z zespołów paneli fotowoltaicznych. Łączna moc projektowanej instalacji fotowoltaicznej wynosić będzie 90 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 instalację elektryczną zakładu. 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 90 kWp zakwalifikowana jest do małych instalacji. Zgodnie z art. 29 ust. 4 pkt 3c Prawa budowlanego instalowanie urządzeń fotowoltaicznych o mocy do 150 kW nie wymaga pozwolenia na budowę oraz zgłoszenia, jednak dla realizacji przedmiotowej instalacji nałożony obowiązek uzgodnienia z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej, zwany dalej „uzgodnieniem pod względem ochrony przeciwpożarowej”, projektu tych urządzeń oraz zawiadomienia organów Państwowej Straży Pożarnej, o którym mowa w art. 56 ust. 1a PB.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna będzie miała na celu wytwarzanie energii elektrycznej. Instalacja będzie się składać z zespołów paneli fotowoltaicznych podzielonych na tzw. "stringi". Ogniwa fotowoltaiczne (panele monokrystaliczne), które będą współpracować z inwerterem tzw. falownikiem – przetwornicą zmieniającą prąd stały (DC) dostarczony z ogniwa, na prąd zmienny (AC). Po zmianie

charakteru energii elektrycznej, zostanie ona użyta na potrzeby własne budynku. 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.

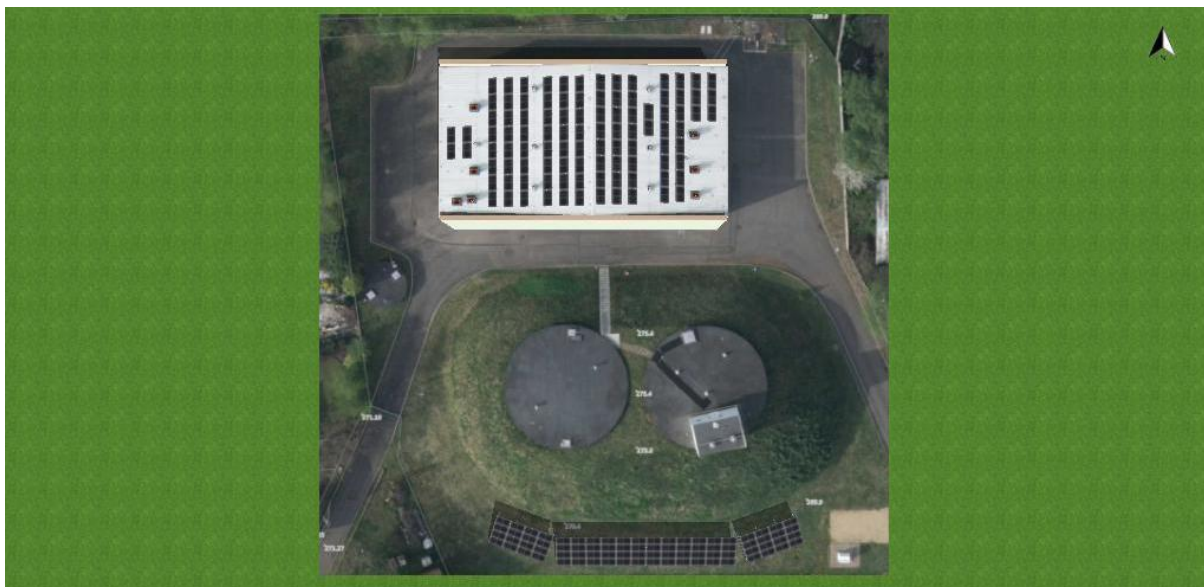


Figura 1 Wizualizacja instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku i gruncie

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 180 szt. modułów PV zamontowanych na dachowej i gruntowej konstrukcji wsporczej. Układ połączenia modułów fotowoltaicznych do poszczególnych falowników stanowi załącznik do niniejszego opracowania. 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 2 falowników. Falowniki zostały tak dobrane, 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. Falowniki spełniają kryteria przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci elektroenergetycznych.

Dla przedmiotowej instalacji fotowoltaicznej projektuje się zastosowanie falowników 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 falowniki HUAWEI SUN2000-50KTL-M3 oraz SUN2000-40KTL-M3.

Tabela 3. Parametry napięciowo-prądowe falownika HUAWEI SUN2000-50KTL-M3

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	98,5%
Parametry napięciowo-prądowe na wyjściu AC	
Znamionowa moc wyjściowa	50 000 W
Max. Moc pozorna AC	55 000 VA
Napięcie wyjściowe	400/230 V
Częstotliwość	50/60 Hz
Max. Prąd wyjściowy	79,8 A
THD	< 3%

Tabela 4. Parametry napięciowo-prądowe falownika HUAWEI SUN2000-40KTL-M3

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	98,7%
Parametry napięciowo-prądowe na wyjściu AC	
Znamionowa moc wyjściowa	40 000 W
Max. Moc pozorna AC	44 000 VA
Napięcie wyjściowe	400/230 V
Częstotliwość	50/60 Hz
Max. Prąd wyjściowy	63,8 A
THD	< 3%

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 dla instalacji gruntowej falownika o mocy 40kW oraz MERC-1100W-P dla falownika o mocy 50kW

Tabela 5. 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}

Tabela 6. Parametry prądowo-napięciowe dla optymalizatorów mocy MERC-1100W-P

Parametry prądowo-napięciowe optymalizatora mocy	
Znamionowa moc wejściowa	1 100W
Zakres napięcia roboczego MPPT	12.5-105 V _{DC}
Max. napięcie wejściowe	125 V _{DC}
Max. prąd zwarciov	20 A _{DC}

11.4 KOMPENSACJA MOCY BIERNEJ

Projektuje się zainstalowanie 180 sztuk modułów fotowoltaicznych o łącznej mocy znamionowej 90kW oraz 2szt. falowników Huawei SUN2000-50KTL-M3 oraz SUN2000-40KTL-M3. Zgodnie z kartą katalogową falowniki mogą produkować maksymalnie w sytuacji krótkotrwałego zwiększenia mocy kolejno 55KVA i 44KVA mocy czynnej przy $\cos \varphi = 1$ oraz 55kW i 44kW 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.

Zastosowane falowniki Huawei umożliwiają 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**.

Na terenie zakładu znajduje się kompensacja 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.

11.5 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 ZMY405CW1U0L40.11.1020, którego szczegółowe opracowanie przedstawiono w projekcie układu pomiarowego w odrębnym opracowaniu. Licznik należy podłączyć za pomocą protokołu RS-485 do koncentratora danych SPV. 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 (odrębne opracowanie). Wszelkie obrazy, dane pomiarowe i wizualizacje instalacji fotowoltaicznej zlokalizowanej na terenie SUW zostaną udostępnione do serwera SCADA w dyspozytorni PWiK przy ul. Wodociągowej 10.

Transmisja danych pomiędzy obiektami przy ul. Skośnej 9 i Wodociągowej 10 należy zrealizować za pomocą VPN Client. Serwer zostanie zabudowany przy ul. Wodociągowej 10, do którego dostęp będzie zapewniony zostanie z centrum dyspozytorskiego zainstalowanego przy Skośnej 9. System ma umożliwić obsłudze dyspozytorni PWiK wgląd we wszelkie dane pomiarowe instalacji zlokalizowanej na ul. Skośna 9. 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 oraz umożliwiać wydruk przez Dyspozytora. 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 jednoczesne połączenia, nieograniczona liczba użytkowników

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

11.6 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.

- 4 szt. kamer tubowych IP 2 Mpx z promiennikiem IR 60 m, obiektywem motozoom (kąt widzenia ok. 108°), funkcją day/night, filtrem IR cut, kompresją H.265+, klasą szczelności IP67 i zakresem temperatur pracy -30 ÷ +60 °C. Kamery zamontowane zostaną na dwóch słupach.

- monitor LCD min. 32 " przystosowany do pracy ciągle 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 dwóch 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 Stacji Uzdatniania Wody przy ul. Skośnej 9. 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

11.7 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 zapora sieciowa 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

11.8 UKŁAD SZR

Obiekt zasilany jest z jednego przyłącza z sekcji 2 rozdzielnicy RP, która zasilona jest ze złącza kablowego 0,4kV ZK-GLR198095. Jest to podstawowe zasilanie obiektu. W przypadkach awaryjnych możliwe jest zasilanie z agregatu prądotwórczego z sekcji 1 rozdzielnicy RP. Współpraca agregatu możliwa jest dzięki układowi ręcznemu SZR oraz łącznikowi sekcijnemu Q4, który znajduje się w rozdzielnicy technologicznej RG-T. Celem zabezpieczenia przed pracą wyspą instalacji fotowoltaicznej (na pracującym agregacie) dodatkowym zabezpieczeniem jest zrealizowanie układu uniemożliwiającego pracę równoległą instalacji fotowoltaicznej oraz agregatu prądotwórczego. Przed załączeniem agregatu prądotwórczego i łącznik Q4 należy wyłączyć wyłącznik sprzęgający instalację fotowoltaiczną z instalacją elektryczną obiektu.

11.9 PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE DC

11.9.1 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.

Wariant Huawei 50 kW

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: $56 \frac{m}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$;

A – przekrój przewodu [mm²];

I – natężenie obwodu [A];

L – ~90m

U – 756,8V

I – 10,98 A

k – $56 \frac{m}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$

A – 6 mm²

Strata [%] = 0,39%,

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

Wariant Huawei 40 kW

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: $56 \frac{m}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$;

A – przekrój przewodu [mm²];

I – natężenie obwodu [A];

L – ~210m

U – 688V

I – 10,98 A

k – $56 \frac{m}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$

A – 6 mm²

Strata [%] = 0,99%,

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

11.9.2 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.

$$V_{CPV50KW} \geq 1167 V$$

$$V_{CPV40KW} \geq 1061 V$$

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej należy zastosować ogranicznik przepięć T1+T2 o maksymalnym napięciu ciągłej pracy 1200V.

11.9.3 ROZDZIELNICA DC

Jako rozwiązanie referencyjne projektuje się zastosowanie rozdzielnic zbiorczej modułowej SH-426 DC firmy KENO. Konstrukcja rozdzielnic przeznaczona jest do montażu natynkowego. Rozdzielnicę złożoną jest z 12 pól, stopień IP65, odporna na UV oraz wyposażona w przyłącze MC4 Staubli. Rozdzielnicę należy wyposażyć 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 oraz zabezpieczeń gPV 10x38 o prądzie 20A.

Wszelkie połączenia modułów fotowoltaicznych są wykonane z wykorzystaniem dedykowanych złączek dla instalacji solarnych typu MC4. Okablowanie między poszczególnymi modułami PV, a falownikiem wykonane zostało za pomocą kabli solarnych o przekroju 6 mm². Z uwagi na długą trasę kablów DC, należy podwoić zabezpieczenia SPD DC. Jedna skrzynka z zabezpieczeniami powinna zostać zamontowana możliwie najbliżej modułów fotowoltaicznych a druga przy falowniku. Pierwsza skrzynia DC zostanie zamontowana pod konstrukcją wsporczą gruntową od strony wschodniej krawędzi a druga skrzynia DC od instalacji dachowej zostanie zamontowana na ścianie północnej budynku przy przepuszczeniu dachowym. Trzecia skrzynka zbiorcza DC zostanie zainstalowana w pobliżu falownika.

11.10 PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE AC

11.10.1 DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE AC

Wariant grunt 40 kW:

Parametry do wyznaczenia przewodów: znamionowa moc wyjściowa AC falownika: 40 kW, długość przewodu od falownika do miejsca wpięcia max 10 m. Zalecany maksymalny poziom strat 1%.

Minimalny przekrój przewodów:

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

Gdzie:

L – długość przewodów [m];

U – napięcie znamionowe [V];

k – przewodność właściwa miedzi $56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$

A – przekrój przewodu w [mm²];

P – moc obwodu [W].

$$A [\text{mm}^2] = 4,46$$

oraz

Wyliczenie maksymalnego prądu dla falownika:

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

Gdzie:

P – Moc maksymalna falownika [W];

U_n – napięcie międzyfazowe [V];

$$I_{\text{MAX}} = 60,75 \text{ A}$$

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

W projektowanej gruntowej instalacji fotowoltaicznej, z uwagi na obciążalność prądową przewodu oraz maksymalny prąd wyjściowy falownika, zostaną zastosowane przewody miedziane AC o przekroju min. 35 mm² lub aluminiowe o przekroju min. 70 mm².

Wariant dach 50 kW:

Parametry do wyznaczenia przewodów: znamionowa moc wyjściowa AC falownika: 50 kW, długość przewodu od falownika do miejsca wpięcia max 10 m. Zalecany maksymalny poziom strat 1%.

Minimalny przekrój przewodów:

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

Gdzie:

L – długość przewodów [m];

U – napięcie znamionowe [V];

k – przewodność właściwa miedzi $56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$

A – przekrój przewodu w [mm²];

P – moc obwodu [W].

$$A [\text{mm}^2] = 5,58$$

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];

$$I_{\text{MAX}} = 75,97 \text{ A}$$

Przyjmujemy 79,8 A jako wartość wyższą wskazaną na karcie katalogowej falownika

W projektowanej dachowej instalacji fotowoltaicznej, z uwagi na obciążalność prądową przewodu oraz maksymalny prąd wyjściowy falownika, zostaną zastosowane przewody AC o przekroju min. 35 mm² lub aluminiowe o przekroju min. 70 mm².

11.10.2 ZABEZPIECZENIA PO STRONIE AC

Zabezpieczenia nadprądowe po stronie AC

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

Projektuje się wyłącznik nadprądowy o charakterystyce B.

I_n – prąd znamionowy bezpiecznika;
 I_z – długotrwała obciążalność przewodu lub kabla;
 I_b – maksymalny prąd wyjściowy po stronie AC falownika;
 k – współczynnik krotności prądu powodującego zadziałanie zabezpieczenia, dla wyłączników nadprądowych o charakterystyce B – 1,45;
 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:

$$I_b = 79,8 \text{ A}$$

$$I_z = 105 \text{ A}$$

$$I_n = 100 \text{ A}$$

$$79,8 \leq 100 \text{ A} \leq 105 \text{ A}$$

$$I_2 = 1,45 \cdot 100 = 145 \text{ A}$$

$$145 \text{ A} \leq 152,25 \text{ A}$$

Projektuje się wyłącznik nadprądowy min. 100A o charakterystyce B.

Zabezpieczenie przepięciowe AC

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

11.10.3 ROZDZIELNICA AC

Jako rozwiązanie referencyjne projektuje się zastosowanie dwóch rozdzielnic modułowych przeznaczonych do montażu natynkowego. Każda rozdzielnica złożona jest z 12 pól, stopień IP65, odporna na UV. Rozdzielnice należy wyposażyć w ogranicznik przepięć Noark Ex9UE1+2 12.5 3PN 275 o ochronie przeciwprzepięciowej T1/T2, o napięciu znamionowym 230V i maksymalnym prądzie impulsowym 12.5 kA na biegun. Rozdzielnice wyposażyć w bloki rozdzielcze BR 250A.

Między falownikiem, a rozdzielnicą RPV AC poprowadzone zostaną przewody miedziane o parametrach odpowiednio dobranych do mocy zainstalowanej instalacji fotowoltaicznej. Przekrój zastosowanych przewodów dobrany jest zgodnie z warunkami długotrwałego oraz spadków napięć zgodnie z normą PN-HD 60364-5-52.

12. ZABEZPIECZENIE PRZECIWOPOŻAROWE

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 oraz na gruncie.

Dla realizowanej inwestycji o mocy do 150 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 oddzielenia 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 oddzielenia 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 urzędzeniach 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 wnętrza budynku. Miejsce lokalizacji PROJJOY na północnej elewacji budynku.

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. Drzwi powinny być otwierane na zewnątrz.

Powyższe zabezpiecza budynek przed wystąpieniem w nim niebezpiecznego napięcia DC.

Inne wymagania

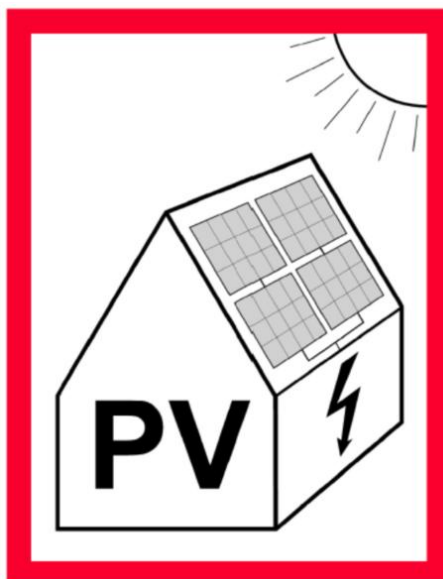
Przed rozpoczęciem eksploatacji instalacji należy:

- 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:

	Naklejka powinna być umieszczona wewnątrz rozdzielni RAC pod wyłącznikiem nadprądowym
	Naklejka powinna być umieszczona na obudowie rozdzielni RAC
	Naklejka powinna być umieszczona na obudowie falownika w widocznym miejscu obok wyłącznika izolacyjnego DC wbudowanego w falownik
 	Naklejki powinny być umieszczone na bocznej bądź frontowej obudowie falownika w górnej części
 	Naklejka powinna znaleźć się na obudowie rozdzielni RDC
 	Naklejka powinna być umieszczona w pobliżu trasy kablowej DC przy falowniku
	Naklejka powinna znajdować się na obudowie rozdzielni RAC zaraz nad drzwiczkami
	Naklejka powinna znajdować się na obudowie rozdzielni 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 pojawienie 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 8 sztuk masztów odgromowych. Rysunek z lokalizacją masztów odgromowych stanowi załącznik nr 05.

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 odstępstwa 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 7. Zestawienie materiałów dla instalacji PV

L.p.	Pozycja	Jedn.	Ilość
1	Moduły fotowoltaiczne	Szt.	180
2	Falownik Huawei SUN2000-50KTL-M3	Szt.	1
3	Falownik Huawei SUN2000-40KTL-M3	Szt.	1
4	Okablowanie prądu stałego – przewód solarny 6 mm ²	m	1120
5	Okablowanie prąd przemiennego – przewód 35 mm ² YKY lub 70mm ² YAKY	m	15
6	Uziemienie instalacji PV	Kpl.	1
7	Konstrukcja wsporcza dla instalacji dachowej	Kpl.	1
8	Konstrukcja wsporcza dla instalacji gruntowej	Kpl.	1
9	Rozdzielnica DC 12 modułowa wraz z projektowaną aparaturą	Szt.	3
10	Rozdzielnica AC 12 modułowa wraz z projektowaną aparaturą	Szt.	2
11	Zabezpieczenie nadprądowe 100A	Szt.	1
12	Wyłącznik PPOŻ PEFS PROJÓY	Szt.	2
13	Zabezpieczenie nadprądowe B6A	Szt.	2
14	Optymalizatory mocy Huawei S600	Szt.	80
15	Optymalizatory mocy Huawei MERC-1100W	Szt.	50
16	Słup wraz z ogranicznikiem przepięć oraz okablowaniem	Szt.	2
17	Kamera	Szt.	4
18	System SCADA + Smart Meter z niezbędną aparaturą techniczną	Kpl.	1
19	Stanowisko wizyjne z monitorem 32 cale	Kpl.	1
20	Maszt odgromowy	Szt.	8
21	Drzwi przeciwpożarowe EI60 S200	Szt.	1
22	Przekładniki prądowe nN - TP1,TP2,TP3 3x300/5 A/A; kl.0.2S; 5VA	Kpl.	1
23	Przekładniki prądowe nN - TI1,TI2,TI3 3x150/5 A/A; kl.5P10; 5VA	Kpl.	1
24	Przekładniki prądowe nN - TB1,TB2,TB3 3x150/5 A/A; kl.0.2S; 5VA	Kpl.	1
25	Przekładniki prądowe nN - TS1,TS2,TS3 3x250/5 A/A; kl.0.2S; 5VA	Kpl.	1
26	Przekładniki prądowe nN - TG1,TG2,TG3 3x250/5 A/A; kl.0.2S; 5VA	Kpl.	1
27	Przekładniki prądowe nN - TA1,TA2,TA3 3x300/5 A/A; kl.5P10; 5VA	Kpl.	1
28	Szafa telemechaniki RGPV	Kpl.	1
29	Szafa pomiaru brutto TPB z licznikiem ZMY405CW1U0L40.11.1020	Kpl.	1
30	Szafa analizatora parametrów sieci TA	Kpl.	1
31	Koryta i pokrywy kablowe	Kpl.	1
32	Babki do koryt	Kpl.	1
33	Okablowanie strukturalne	Kpl.	1
34	Gaśnica	Szt.	2
35	Wentylator kanałowy promieniowy Ø 150	Szt.	1
36	Studnia kablowa SK-1 dwuelementowa z ramą w korpusie i pokrywą lekką pełną	Kpl.	1
37	zaporą sieciową FortiGate FG-40F z pakietem FortiGuard	Kpl.	1
38	Rozdzielnica SwCCTV z 8portowym switchem PoE w hermetycznej obudowie	Kpl.	1
39	Rejestrator 8 kanałowy z dyskiem min. 2 TB do pracy ciągłej	Szt.	1
40	Centrum dyspozytorskie	Kpl.	1
41	Listwy zaciskowe do rozdzielni nN	Kpl.	2

42	Zabezpieczenie nadprądowe 80A	Szt.	1
43	Okablowanie YKY 3x6	m	120
44	Okablowanie YKSY 7x1,5	m	120
45	Czujnik ruchu wraz z aparaturą zabezpieczającą	Szt.	2

16. UWAGI KOŃCOWE

Instalacja fotowoltaiczna zostanie zamontowana na dachu budynku Stacji Uzdatniania Wody przy ul. Skośnej 9 oraz należącym do niej gruncie. Urządzenia sieciowe zostaną zamontowane wewnątrz budynku.



Figura 2 Dach i grunt przeznaczony pod montaż PV



Figura 3 Grunt przy skarpie przeznaczony pod instalację PV

Okablowanie prądu stałego (DC) zostanie poprowadzone z poziomu dachu budynku wzdłuż elewacji północnej, a następnie wprowadzone do pomieszczenia technicznego instalacji fotowoltaicznej poprzez istniejący otwór technologiczny. W pomieszczeniu technicznym przewiduje się montaż falownika wraz z niezbędną aparaturą towarzyszącą. W pomieszczeniu należy dodatkowo zainstalować wentylator kanałowy promieniowy o średnicy $\varnothing 150$ mm w celu zapewnienia właściwej wentylacji urządzeń. Okablowanie DC zostanie wyprowadzone z konstrukcji wsporczej instalacji fotowoltaicznej i poprowadzone w wykopie do projektowanej studzienki kablowej, która zostanie wykorzystana do wprowadzenia instalacji kablowej do wnętrza budynku SUW. W ramach inwestycji projektuje się wykonanie jednej dodatkowej studni kablowej. Na odcinku około 12 m trasy kablowej konieczne będzie rozkucie istniejącej nawierzchni asfaltowej drogi w celu ułożenia kabla oraz wprowadzenia go do budynku. Po zakończeniu prac nawierzchnię drogi należy odtworzyć i przywrócić do stanu pierwotnego. Przebieg trasy kablowej wymagającej rozkucia nawierzchni asfaltowej przedstawiono czerwoną linią na Figurze 4. Wprowadzenie okablowania DC zostanie wykonane do falowników zlokalizowanych wewnątrz budynku. Następnie okablowanie prądu przemiennego (AC) zostanie poprowadzone do rozdzielni w której nastąpi przyłączenie instalacji fotowoltaicznej.



Figura 4 Część trasy okablowania DC z instalacji gruntowej do budynku



Figura 5 Istniejąca studzienka kablowa

Wykonawca powinien zwrócić szczególną uwagę na istniejące koryta kablowe na trasie przewiertów. Miejsce montażu urządzeń sieciowych w pomieszczeniu technicznym PV zostało przedstawione na załączniku 06 do niniejszego opracowania. Dopuszcza się alternatywne przeprowadzenie trasy kablowej pod warunkiem uzgodnienia z Zarządcą. Należy mieć bezwzględnie na uwadze infrastrukturę technologiczną SUW a wszelkie przewiertory oraz montaż tras kablowych należy przeprowadzić w sposób nie naruszający aktualnej infrastruktury.

Przed uruchomieniem urządzeń prądowórczych, 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.

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.

Wszelkie rozwiązania projektowe przedstawione w niniejszym opracowaniu Wykonawca jest zobowiązany zweryfikować we własnym zakresie przed przystąpieniem do realizacji robót. Montaż należy wykonać zgodnie z kartami katalogowymi producentów urządzeń, dokumentacją techniczno-ruchową (DTR), obowiązującymi przepisami prawa budowlanego oraz zasadami wiedzy i sztuki technicznej.

17. OPIS KONSTRUKCJI DACHOWEJ

Dachowa instalacja PV zostanie zamontowana na hali o konstrukcji stalowej, o długości 33,7 m i wysokości około 6,0m. Poszycie dachu i ścian płytą warstwową. Dodatkowo na dachu wykonano dodatkowe doszczelnienie połaci – zamontowano blachą trapezową na płytach warstwowych. Posadowienie bezpośrednie na żelbetowych stopach fundamentowych. Konstrukcja dachu stalowa. Na ramach głównych oparte zostały płatwie stalowe do których przykręcono płyty warstwowe.

17.1 PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawa opracowania:

- [1] inwentaryzacja i oględziny konstrukcji
- [2] ekspertyza konstrukcyjna dotycząca możliwości zamontowania instalacji fotowoltaicznej na dachach budynków, wykonana w październiku 2025 r.
- [3] aktualne akty prawne, literatura techniczna i normy dotyczące poruszanych problemów.
- [4] obowiązujące przepisy i normy budowlane:
 - PN-EN 1991 EUROKOD 1: Oddziaływania na konstrukcje.
Część 1-1: Oddziaływania ogólne - ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
 - PN-EN 1991 EUROKOD 1: Oddziaływania na konstrukcje.
Część 1-3: Oddziaływania ogólne – Obciążenie śniegiem.
 - PN-EN 1991 EUROKOD 1: Oddziaływania na konstrukcje.
Część 1-4: Oddziaływania ogólne – Oddziaływania wiatru.
 - PN-EN 1991 EUROKOD 1: Oddziaływania na konstrukcje.
Część 1-6: Oddziaływania ogólne - Oddziaływania w czasie wykonywania konstrukcji

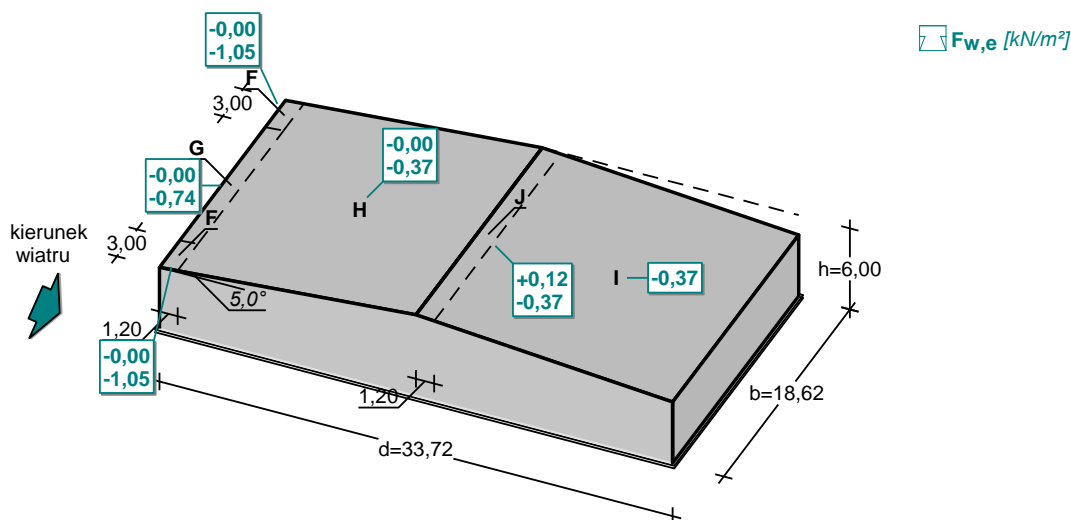
18. ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE

18.1 OBCIĄŻENIA STAŁE

Przyjęto panel fotowoltaiczny o całkowitej masie jednostkowej nie większej niż: 14,0 kg/m²

18.2 OBCIĄŻENIA ZMIENNE

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy dwuspadowe - ciśnienie zewnętrzne (7.2.5)



- Dach dwuspadowy o wymiarach: $b = 18,62$ m, $d = 33,72$ m, kąt nachylenia połaci $\alpha = 5,0^\circ$
- Budynek o wysokości $h = 6,00$ m

- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 12,0 \text{ m}$
- Wiatr wiejący na ścianę boczną ($\theta = 0^\circ$)
- Obliczany element: element konstrukcyjny
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:
Strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 250 \text{ m n.p.m.}$
 $v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$ (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 II $\rightarrow z_0 = 0,05 \text{ m}, z_{min} = 2 \text{ m}$
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 6,00 \text{ m}$
- Współczynnik orografii: $c_o(z_e) = 1$
- Współczynnik turbulencji: $k_l = 1,0$
- Współczynnik terenu: $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,190$
- Współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_e/z_0) = 0,190 \cdot \ln(6,00/0,05) = 0,91$ (wg p.4.3.2 normy)
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 20,01 \text{ m/s}$
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = k_l / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_e/z_0)) = 0,209$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$

- Szczytowe ciśnienie prędkości: $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 616,3 \text{ Pa} = 0,616 \text{ kPa}$
- Współczynnik konstrukcyjny: $c_{sCd} = 1,000$

Połąć - pole F - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,0$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,616 \cdot (0,0) = \mathbf{0,00 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć - pole F - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,7$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,616 \cdot (-1,7) = \mathbf{-1,05 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć - pole G - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,0$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,616 \cdot (0,0) = \mathbf{0,00 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć - pole G - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,616 \cdot (-1,2) = \mathbf{-0,74 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć - pole H - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,0$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,616 \cdot (0,0) = \mathbf{0,00 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć - pole H - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,6$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,616 \cdot (-0,6) = \mathbf{-0,37 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć - pole I:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,6$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,616 \cdot (-0,6) = \mathbf{-0,37 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć - pole J - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,616 \cdot 0,2 = \mathbf{0,12 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć - pole J - ssanie:

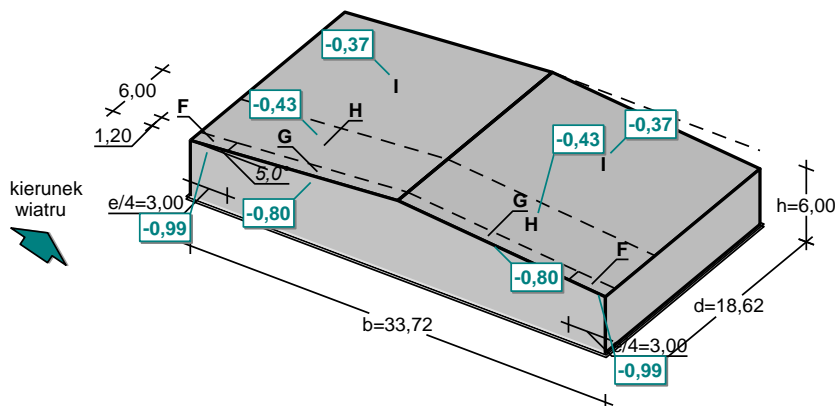
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,6$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,616 \cdot (-0,6) = \mathbf{-0,37 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy dwuspadowe - ciśnienie zewnętrzne (7.2.5)

 $F_{w,e}$ [kN/m²]



- Dach dwuspadowy o wymiarach: $b = 33,72 \text{ m}$, $d = 18,62 \text{ m}$, kąt nachylenia połaci $\alpha = 5,0^\circ$
- Budynek o wysokości $h = 6,00 \text{ m}$
- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 12,0 \text{ m}$
- Wiatr wiejący na ścianę szczytową ($\theta = 90^\circ$)
- Obliczany element: element konstrukcyjny
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:
 Strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 250 \text{ m n.p.m.}$
 $v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$ (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 II $\rightarrow z_0 = 0,05 \text{ m}$, $z_{min} = 2 \text{ m}$
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 6,00 \text{ m}$
- Współczynnik orografii: $c_o(z_e) = 1$
- Współczynnik turbulencji: $k_l = 1,0$
- Współczynnik terenu: $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,190$
- Współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_e/z_0) = 0,190 \cdot \ln(6,00/0,05) = 0,91$ (wg p.4.3.2 normy)
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 20,01 \text{ m/s}$
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = k_l / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_e/z_0)) = 0,209$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- Szczytowe ciśnienie prędkości: $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 616,3 \text{ Pa} = 0,616 \text{ kPa}$
- Współczynnik konstrukcyjny: $c_{scd} = 1,000$

Połąć - pole F:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,6$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,616 \cdot (-1,6) = \mathbf{-0,99 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć - pole G:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,3$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,616 \cdot (-1,3) = \mathbf{-0,80 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć - pole H:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznej: $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,7$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(Z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,616 \cdot (-0,7) = -0,43 \text{ kN/m}^2$$

Połąć - pole I:

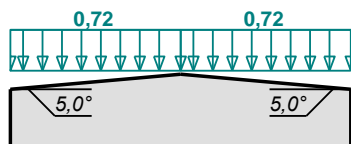
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznej: $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,6$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

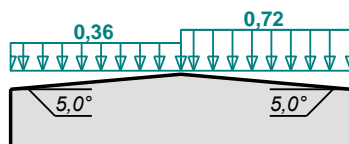
$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(Z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,616 \cdot (-0,6) = -0,37 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy dwupołaciowe (5.3.3)

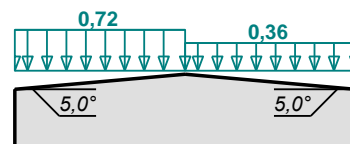
przypadek (i)



przypadek (ii)



przypadek (iii)



- Dach dwupołaciowy

- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A (brak wyjątkowo obfitych opadów śniegu i brak wyjątkowych zamieci)

- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa

- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg załącznika krajowego):

Strefa obciążenia śniegiem 2, $s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$

- Współczynnik ekspozycji:

Teren: normalny, $C_e = 1,0$

- Współczynnik termiczny: $C_t = 1,0$

Kąt nachylenia połaci dachowej: $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha = 5,0^\circ$

Lewa połać dachu - przypadek (i) - równomierny układ obciążenia:

- Współczynnik kształtu dachu:

$$\mu_2 = 0,8$$

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

Prawa połać dachu - przypadek (i) - równomierny układ obciążenia:

- Współczynnik kształtu dachu:

$$\mu_2 = 0,8$$

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

Mniej obciążona (lewa) połać dachu - przypadek (ii) - nierównomierny układ obciążenia:

- Współczynnik kształtu dachu:

$$\mu = 0,5 \cdot \mu_2 = 0,5 \cdot 0,8 = 0,4$$

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

Bardziej obciążona (prawa) połać dachu - przypadek (ii) - nierównomierny układ obciążenia:

- Współczynnik kształtu dachu:

$$\mu_2 = 0,8$$

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

Bardziej obciążona (lewa) połać dachu - przypadek (iii) - nierównomierny układ obciążenia:

- Współczynnik kształtu dachu:

$$\mu_2 = 0,8$$

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

Mniej obciążona (prawa) połać dachu - przypadek (iii) - nierównomierny układ obciążenia:

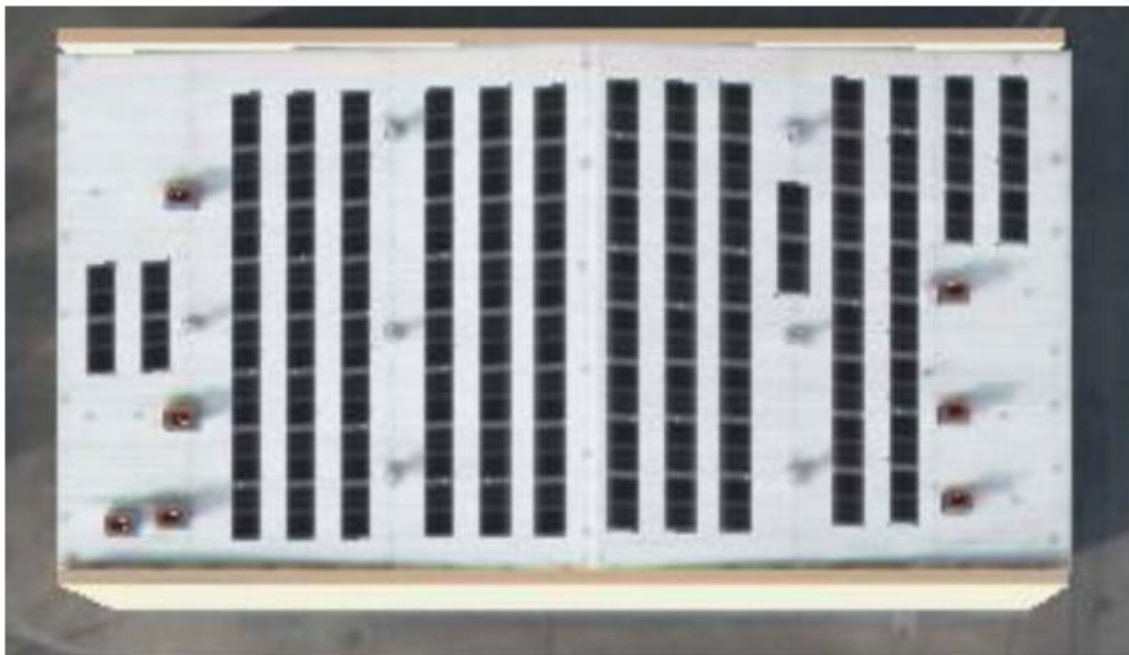
- Współczynnik kształtu dachu:

$$\mu = 0,5 \cdot \mu_2 = 0,5 \cdot 0,8 = 0,4$$

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

18.3 ROZMIESZCZENIE PANELI FOTOWOLTAICZNYCH NA DACHU



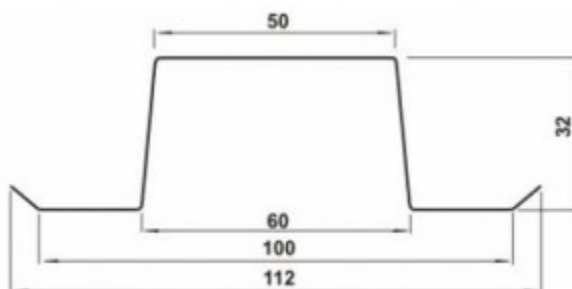
Rozmieszczenie paneli fotowoltaicznych na dachu hali

18.4 PROJEKTOWANE ROZWIĄZANIA

System mocowania na ekierkach na dach płaski

Projektuje się zamocowanie do dachu paneli fotowoltaicznych za pomocą systemu firmy Energy 5 składającego się z elementów trójkątnych (ekierki) połączonych szyną montażową pod panel FV i zamocowanych do pokrycia dachowego z blachy na profilach omega: OMEGA 30 o grubości 1,00 mm.

Miejsce styku profilu omega z blachą uszczelnić taśmą bitumiczną.





Przy montażu profili omega należy użyć wkrętów typ: blachowkręt 6x25 nierdzewny (Bi-metal) z podkładką EPDM Reisser - wkręt bimetaliczny do cienkich blach (szczególnie ważne przy płytach warstwowych). Blachowkręt wykorzystywany jest do mocowania blach o grubości od 0,4-1mm.

Do montażu ekierki do profili należy użyć połączeń systemowych - śrub młoteczkowych/ T-bolt M8/M10 współpracujących z rowkiem profilu aluminiowego oraz nakrętek kołnierzych ze stali nierdzewnej. Montaż szyny montażowej do ekierki z wykorzystaniem połączeń śrubowych M10 ze stali nierdzewnej A2 wraz z nakrętką kołnierkową. **Ostateczny dobór elementów złącznych oraz ich parametrów należy przyjąć zgodnie z dokumentacją techniczno-ruchową (DTR) oraz kartami katalogowymi producenta zastosowanego systemu konstrukcji montażowej.**

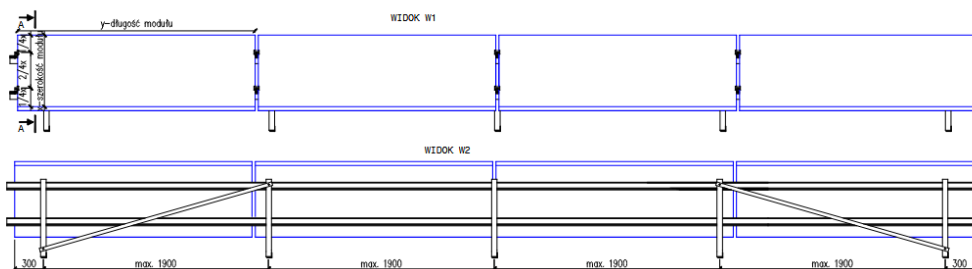
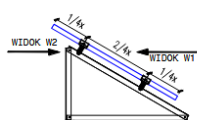
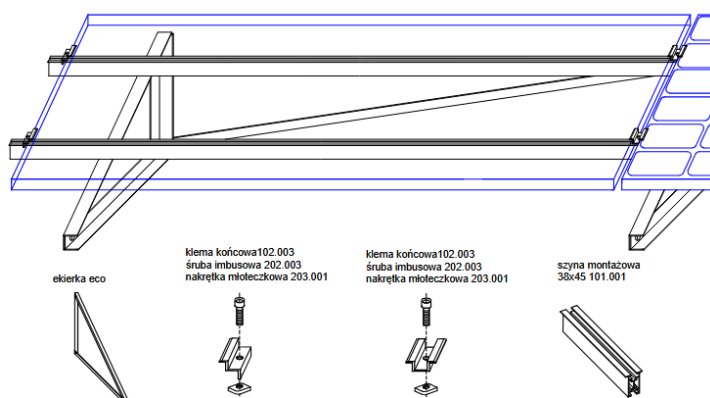
Montując do płyt warstwowych należy stosować wkręty do blach cienkich o gr. < 0.6mm

Konstrukcję ekierki montażowych przedstawiono poniżej jako wyciąg z karty produktu (Energy 5):

Mocowanie poziome na szynie
38x45 typ 101.001- DP.1H eco

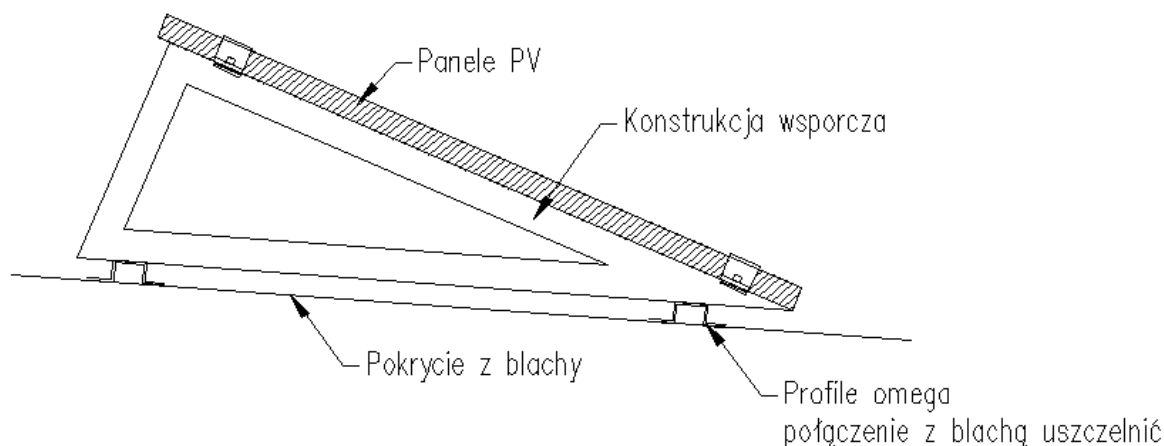
Specyfikacja techniczna

Materiał systemu	aluminium i stal nierdzewna
Rodzaj dachu	dach płaski
Kąt nachylenia ekierki	15°, 20°, 25°, 30°, 35°
Orientacja modułu	pozioma
System montażu	po krótszym boku na szynie montażowej 38x45 typ 101.001
Powierzchnia dachu dla 1 kW (dla modułu 1650x992)	dla kąta nachylenia 15° - 7,3m² dla kąta nachylenia 20° - 7,1m² dla kąta nachylenia 25° - 6,8m² dla kąta nachylenia 30° - 6,5m² dla kąta nachylenia 35° - 6,1m²
Obciążenie dachu dla 1 kW (konstrukcja bez modułów)	dla kąta nachylenia 15° - 13,4kg dla kąta nachylenia 20° - 13,6kg dla kąta nachylenia 25° - 13,8kg dla kąta nachylenia 30° - 13,9kg dla kąta nachylenia 35° - 14,0kg



Przewiduje się nachylenie paneli pod kątem 19°. Montaż ekierki i paneli FV należy wykonać zgodnie z instrukcją Producenta systemu. Przyjęto ekierki o nachyleniu 15° i 4° nachylenia połaci dachowej

Przekrój przez rozwiązanie:

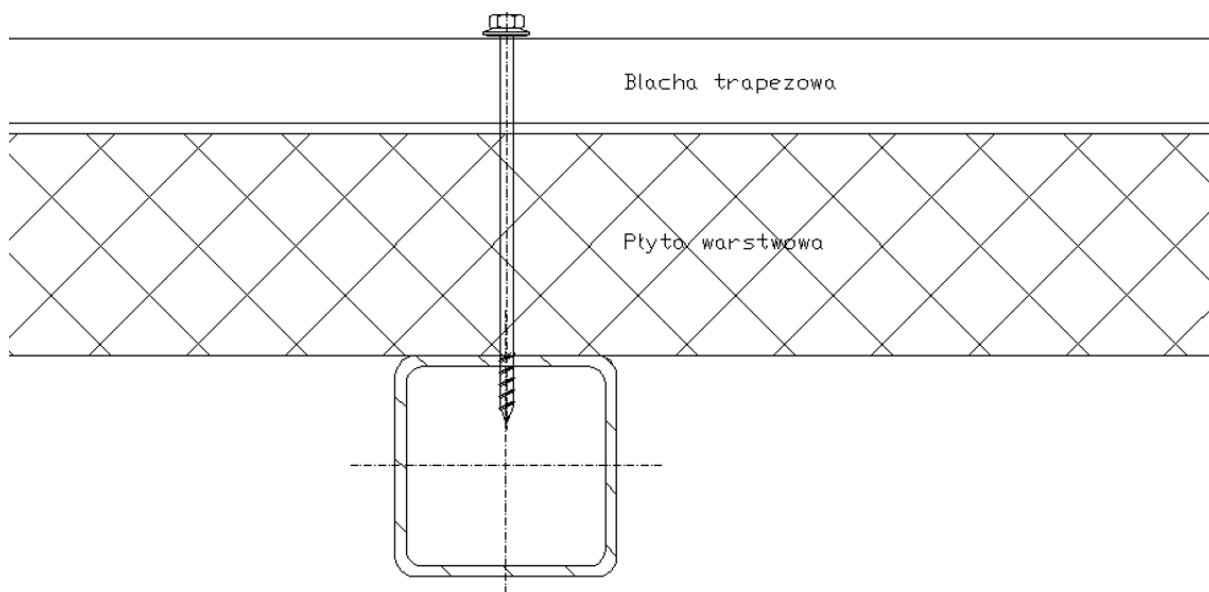


Dopuszcza się stosowanie rozwiązań innych producentów o podobnych parametrach.

18.5 SPEŁNIENIE ZALECEŃ EKSPERTYZY

Z uwagi na zwiększenie obciążeń od wiatru na skutek montażu instalacji fotowoltaicznej należy dążyć do mocowania blachy trapezowej ułożonej na płytach warstwowych.

Należy zastosować wkręty samowiercące na każdej płatwi, co 100cm



18.6 UWAGI

Roboty konstrukcyjno-budowlane wykonywać zgodnie z warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót oraz z wytycznymi systemu konstrukcji wsporczej pod panele fotowoltaiczne, oraz w oparciu o instrukcję montażu konstrukcji wsporczej i paneli fotowoltaicznych. Prace prowadzić pod nadzorem. Wszelkie wątpliwości konsultować z Projektantem.

19. OPIS KONSTRUKCJI GRUNTOWEJ

Przedmiotem opracowania jest projekt konstrukcji wsporczej gruntowej systemowej stalowej przewidzianej pod panele fotowoltaiczne wraz ze sposobem jej posadowienia.

Przyjęto lokalizację obiektu w II strefie śniegowej (obciążenie $s=0,90\text{kN/m}^2$), w I strefie wiatrowej (charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru $q=0,30\text{ kPa}$) oraz w strefie o umownej głębokości przemarzania $h_z = 1,00\text{m}$.

Obiekt zlokalizowany jest w złożonych warunkach gruntowych podłoża zaliczanych do II kategorii geotechnicznej.

Zaprojektowana konstrukcja wolnostojąca przeznaczona do mocowania modułów fotowoltaicznych w układzie **poziomym**, opierająca się na stalowych podporach wbijanych w podłoże. Szkieletowa konstrukcja z profili metalowych umożliwia montaż **czterech** rzędów paneli fotowoltaicznych nachylonych pod kątem **25 stopni**. Podpory wykonane będą ze sztywnych ceowników zimnogiętych wbijanych w podłoże gruntowe. Przy czym, z uwagi na luźną strukturę gruntu w planowanej lokalizacji i występowanie nasypów nie budowlanych zdecydowano się na wzmocnienie posadowienia instalacji. Dolne podpory zamiast wbijania zostaną zamontowane w żelbetowej monolitycznej stopie fundamentowej o przekroju $50\times 50\text{cm}$ osadzonej 1m ppt. Górne podpory, z uwagi na niejednorodne parametry gruntu należy wbić w nasyp przy sprawdzeniu siły wbijania (wciskania). Siła wbijania, przy której ustają przemieszczenia pionowe powinna wynosić 12kN . Podpora górna, z uwagi, że montujemy instalację w niejednorodnych warunkach gruntowych musi zostać poddana testem na wciskanie (COMPRESSION) i na wyrywanie (POT). Takie badanie pozwoli ograniczyć głębokość wbicia słupka górnej podpory i wykorzystać istniejącą strukturę nasypu.



Przykłady ilustracyjne z wykonywanych testów

W celu ograniczenia sił bocznych działających na podporę, w szczególności od gruntu nasypowego znajdującego się powyżej przewidziano po wbiciu pała wykonanie wymiany gruntu na głębokość 1m i szerokość 40cm na stabilizację piaskowo cementową. W stabilizacji należy umieścić konstrukcyjnie $4\#10$ zakotwione w dolnej stopie fundamentowej.

Nadziemną część konstrukcji montuje się za pomocą połączeń śrubowych. Zaproponowane rozwiązanie pozwala na szybki montaż poszczególnych elementów. Elementy podstawy konstrukcji ze

stali **S350GD** pokrytej warstwą powłoki antykorozyjnej, szkieletowa konstrukcja, na której mocowane są moduły wykonana powinna być ze stali **S350GD** pokrytej warstwą antykorozyjną lub z aluminium, natomiast do łączenia tych elementów wykorzystuje się śruby ze stali nierdzewnej. W konstrukcji nie ma żadnych połączeń spawanych, co minimalizuje ryzyko korozji. Stateczność konstrukcji zapewnia się poprzez utwierdzenie podpór w gruncie.

Zaprojektowano następujące elementy:

- podpora przednia **105x50x3,0**
- podpora tylna **105x50x3,0**
- szyna skośna **105x50x3,0**
- płatew wzdłużna **105x50x2,5**

Bazowano na rozwiązaniach firmy Hetmaniok:

KONSTRUKCJA DWUPODPOROWA STAL/MAGNELIS BIFACIAL 4 PANELE POZIOM

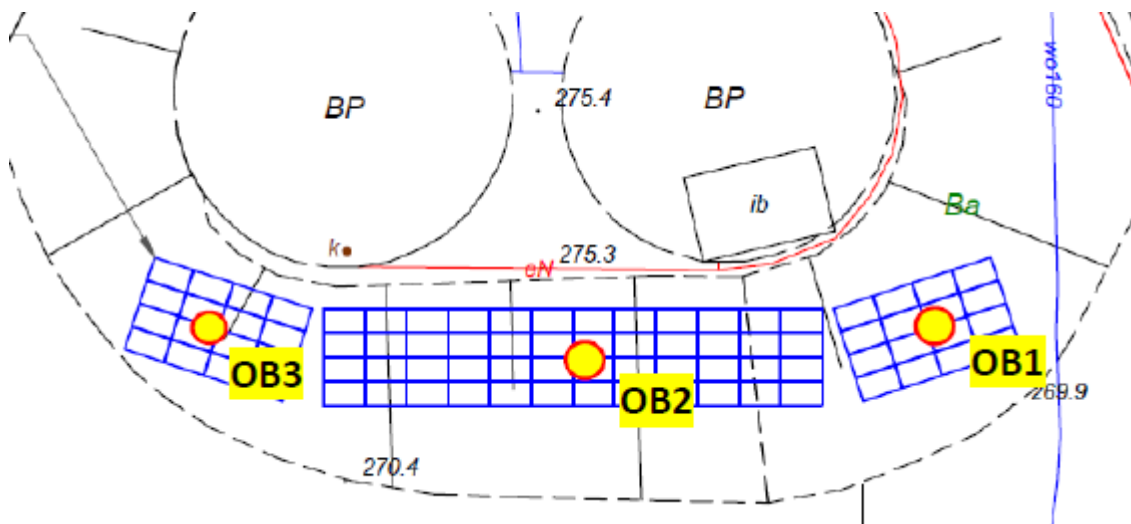
Double support construction steel/magnelis
bifacial - 4 modules horizontally



19.1 POSADOWIENIE KONSTRUKCJI WSPORCZEJ

Posadowienie konstrukcji wsporczej

Warunki gruntowe określił w dokumentacji geologicznej mgr inż. Piotr Kokoszka; poniżej przedstawiono wyciąg z opracowania.



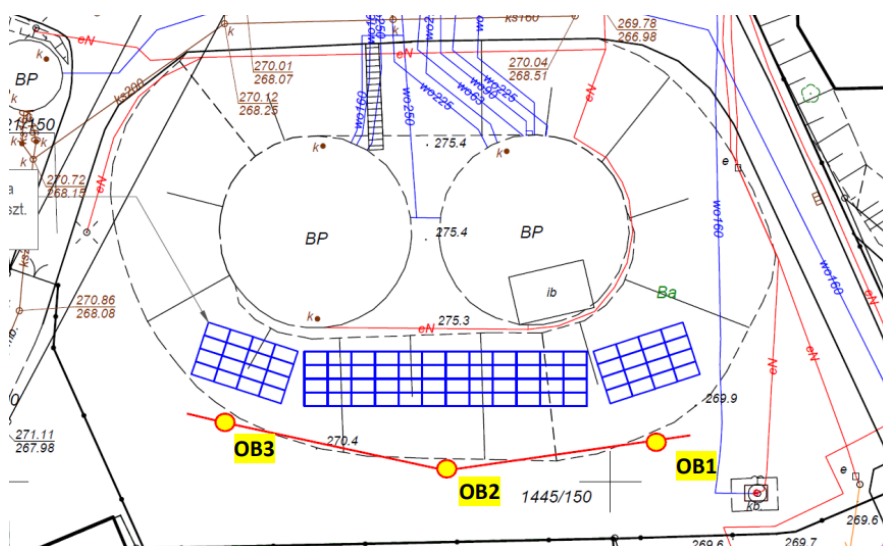
7. CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH

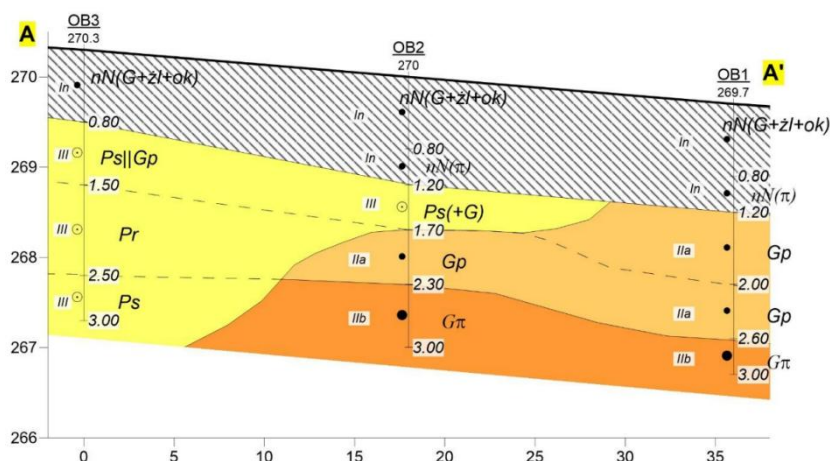
Klasyfikację i charakterystykę gruntów podłoża opracowano na podstawie prac terenowych (wiercenia, badania makroskopowe) oraz analiz i obliczeń zgodnie z *Polskimi Normami PN-EN 1997-1: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne* i *PN-EN 1997-2: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego*. wydzielono jeden podstawowy kompleks warstw geotechnicznych.

Grunty nasypowe

WARSTWA In – Nasypy niekontrolowane nN(Gp/Ps+gc+żł+ok) o barwie brązowej, ciemno brązowej do brązowo popielatej, zbudowany z gliny lub piasku średniego ze zmienną domieszką gruzu ceglanego, żużlu i odpadów komunalnych. Grunt wilgotny, o zmiennej przepuszczalności, spoisty do niespoisty, nie wykazujący znamion zagęszczenia warstwowego lub konsolidacji. Dla celów posadowieniowych wymaga wymiany lub poddania procesom stabilizacyjnym. Alternatywnie, dla zabudowy lekkiej można zastosować posadowienie powierzchniowe na gruncie (płyty betonowe kotwione). Według PN-68/B-06050 grunty te należą do II/III kategorii urabialności.

Z uwagi, że w warunkach gruntowych występują nasypy o nieokreślonych w pełni parametrach wykonano kolejne badania poniżej istniejącego nasypu/skarpy.





OPINIA GEOTECHNICZNA

OBJAŚNIENIA GEOLOGICZNE		PARAMETRY GEOTECHNICZNE									
STRATYGRAFIA	OPIS LITOLOGICZNO GENETYCZNY	WARSTWA GEOTECHNICZNA	SYMBOL GRUNTU	STAN GRUNTU	Stopień plastyczności / zagęszczenia I_p^*/I_o^*	Wilgot. naturalna w_n [%]	Gęstość objęto. ρ [g/cm ³]	Ścinanie - AB wartości całkowite (max.)		Moduł pierwotnego odkształcenia E_o [MPa] **	Moduł ściśliwości pierwotnej M_o [MPa] **
								Φ_u [°]	C_u [kPa]		
Czwartorzęd	nasyp niekontrolowany	In	nN(G+zl+ok/II)	grunt wykazujący znamiona częściowej konsolidacji							
	glina piaszczysta	Ila	Gp	tpl	0.19	12	2.20	14.95	17.01	21	30
	glina pylasta	Ilib	Gπ	pl	0.29	25	2.00	13.36	13.56	17	23
	piasek średni, piasek gruby	III	Ps, Pr	szg	0.45	14	1.85	32.53		74	88

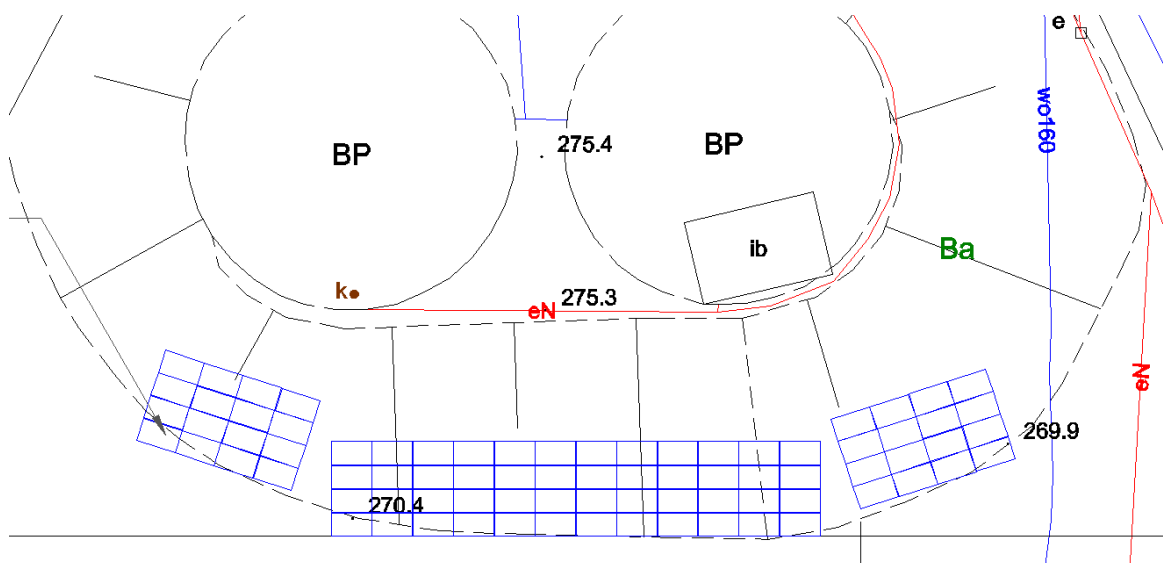
Wnioski:

W podłożu występują nasypy, których parametry nie zostały w pełni określone w dokumentacji. Kolejne opracowanie geologiczne wykazało, że u podstawy skarpy również są nasypy, ale o mniejszej grubości, a warstwy gruntów nośnych zalegają bezpośrednio pod nasypem, i są odpowiednie do wykorzystania.

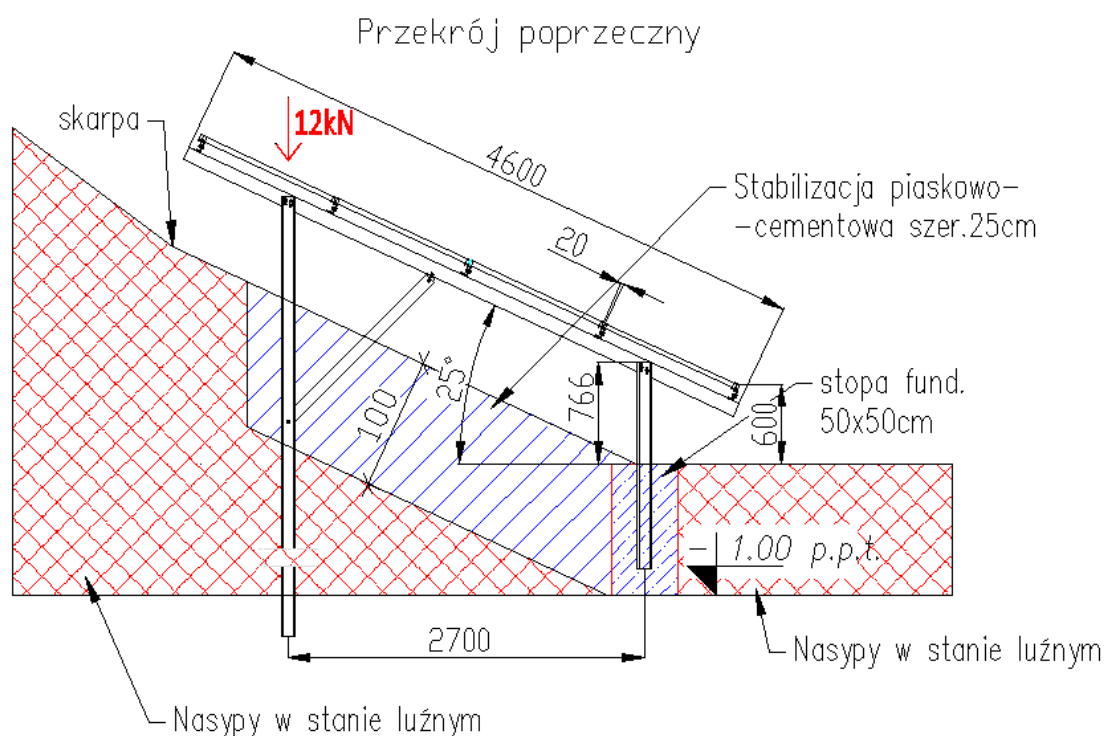
19.2 WARUNKI MONTAŻU I EKSPLOATACJI KONSTRUKCJI

Po przeanalizowaniu warunków gruntowych oraz po wykonaniu analizy obliczeniowej rekomenduje się zlokalizowanie instalacji fotowoltaicznej w dolnej części nasypu.

Lokalizacja instalacji w dolnej części nasypu



W tym celu należy wykonać podpory dolne w postaci żelbetowych monolitycznych stóp fundamentowych w których osadzone zostaną słupy konstrukcji wsporczej a tylne podpory należy wbić w istniejący nasyp monitorując siłę wciskania – podporę poddać testom na wciskanie dla przeniesienia siły 12kN wg. schematu:



Ważnym elementem wzmocnienia odporności konstrukcji na działanie sił poziomych jest dogęszczenie gruntów nasypowych wokół wbijanej podpory górnej. Po wbiciu podporę odkopać i obsypać stabilizacją piaskowo cementową od poziomu górnej podpory, aż do dolnej stopy fundamentowej. Zabieg ten ograniczy oddziaływanie nasypu znajdującego się powyżej na stalowe słupy pionowej konstrukcji wsporczej. Stabilizację zbroić konstrukcyjnie 4#10. Stosować stabilizację Rm 2,5 a beton stóp fundamentowych C20/25.

Przebieg montażu konstrukcji wsporczej pod panele fotowoltaiczne

- tylne podpory pionowe należy umieścić w podłożu za pomocą kafara, zagłębiając je na około 2,5m w gruncie nasypowym. Długość ta jest szacunkowa i będzie wymagała na etapie wbijania potwierdzenia, czy osiągnięta jest już nośność słupka na poziomie 12kN. **W przypadku osiągnięcia po wbiciu 2,5 m zagłębienia w gruncie i nie uzyskania/ osiągnięciu właściwych parametrów – nośności 12kN należy wstrzymać pracę i powiadomić projektanta** Z uwagi na zaleganie w podłożu gruntowym nasypów należy długość podpór dostosować do niejednorodnych warunków gruntowych (finalnie każda podpora może mieć trochę inną długość). Po wbiciu słupka podpory tylnej słupka należy odkopać do głębokości około 1m (strefa przemarzania) i wykopać dołek do podpory (stopy fundamentowej) przedniej. Usunięty luźny nasyp należy zastąpić zasypką, w której umieszczone zostaną 4 pręty #10. Do wykonania zasypki użyć mieszanki piaskowo – cementowej – (stabilizacji) Rm. 2.5,
- przednie podpory pionowe osadzić w betonowej stopie fundamentowej przed lub w trakcie betonowania. Stopy wykonać jako prostopadłością o wymiarach 50x50x100cm lub walce Ø50cm, wys. 100cm. Zastosować beton C20/25,
- zamontować szyny skośne. Zastosować śruby M12x30 kl.5.8 z podkładkami i nakrętkami,
- zamontować płatwie wzdłużne do podpór. Zastosować śruby M12x30 kl.5.8 z podkładkami i nakrętkami,

zamontować panele FV za pomocą klem zgodnie z instrukcją Producenta

Analiza głębokości wbicia słupków

Przyjęto II kategorię geotechniczną oraz złożone warunki gruntowo - wodne.

Z uwagi na niekorzystne warunki gruntowe, w szczególności wykazany przez geologa luźny stan gruntów nasypowych nienadający się do bezpośredniego posadowienia zdecydowano się na wzmocnienie podpór dolnych stopami betonowymi a podpory tylne należy sprawdzić pod kątem przeniesienia sił pochodzących od instalacji fotowoltaicznej:

Pionowe obciążenie obliczeniowe przekazywane na pal:

wyciągany	siła wyrywająca = -4,35kN
wciskany	siła wciskająca = 12.00kN
siła boczna	siła pozioma = 1,62kN

Przeprowadzenie prób wrywania (Pull-Out test) w połączeniu z analizą badań geotechnicznych ukazują pełne dane, jakie są potrzebne do odpowiedniego doboru prawidłowej długości profili stanowiących posadowienie słupów konstrukcyjnych elektrowni fotowoltaicznej. Podpory, zaleca się poddać testom wrywania (POT), testom bocznym (LATERAL), testom na wciskanie (COMPRESSION). Badania obciążeniowe w konstrukcjach elektrowni fotowoltaicznych projektuje się w celu sprawdzenia zachowania się konstrukcji w warunkach gdzie podłoże gruntowe ma nieokreślone i niejednorodne parametry. Przy

realizacji inwestycji należy rozważyć przeprowadzenie omawianych prób najpóźniej w trakcie wbijania instalacji.

W odniesieniu do **eksploatacji** konstrukcji wsporczej pod panele fotowoltaiczne w ujęciu **obciążenia śniegiem**:

- z uwagi na specyfikę powierzchni paneli (ciemna gładka powierzchnia o właściwym kącie nachylenia) i ich pracy (niezbędna czysta, nie osłonięta powierzchnia) obciążenie śniegiem nie powinno wystąpić, jednakże w przypadku obfitych opadów należy monitorować pokrywę śnieżną, aby nie dopuścić do przekroczenia stanu normowego jak dla **strefy 2**.

19.3 ZABEZPIECZENIE ANTYKOROZYJNE

Konstrukcja nie wymaga dodatkowego zabezpieczenia antykorozyjnego – wszystkie elementy konstrukcji stołu wykonane są z kształtowników wykonywanych z blach pokrytych obustronnie stopem cynkowo-aluminiowo-magnezowym w procesie ciągłego powlekania ogniowego, a elementy złączne wykonane są ze stali nierdzewnej.

19.4 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

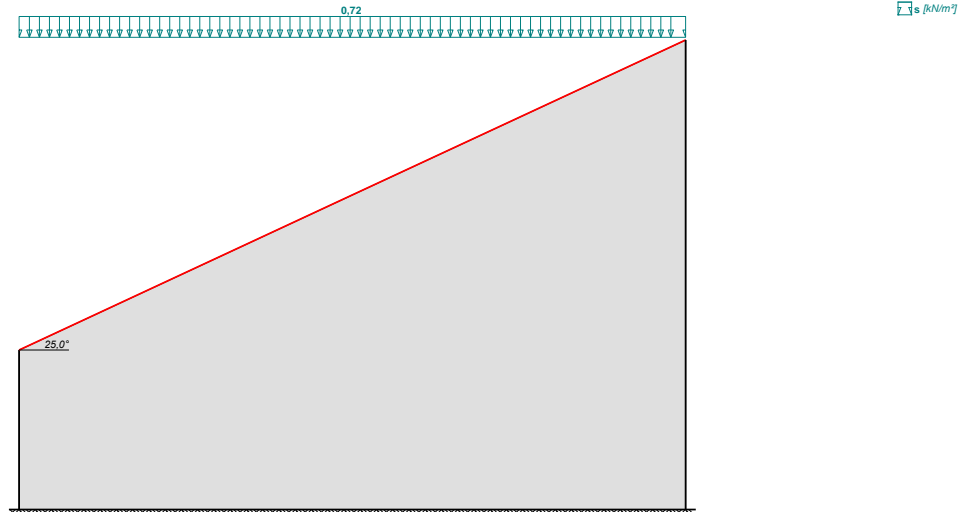
19.5 UWAGI

Roboty należy prowadzić w oparciu o warunki techniczne wykonania i odbioru robót. Wszelkie odstępstwa od projektu konsultować z Projektantem.

19.6 OBLICZENIA STATYCZNE SPRAWDZAJĄCE

Obliczenia statyczne sprawdzające:

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy jednopołaciowe (5.3.2)



Cały dach - równomierny układ obciążenia:

- Dach jednopołaciowy
- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A (brak wyjątkowo obfitych opadów śniegu i brak wyjątkowych zamieci)
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg załącznika krajowego):
Strefa obciążenia śniegiem 2
 $s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik ekspozycji:
Teren: normalny
 $C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny: $C_t = 1,0$
- Współczynnik kształtu dachu:
Kąt nachylenia połaci dachowej: $\alpha = 25,0^\circ$
 $\mu_1 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

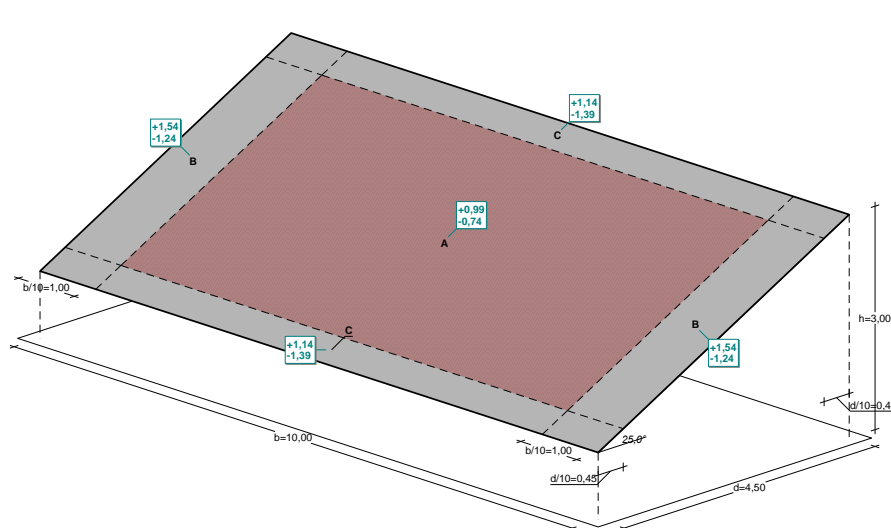
Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Wiaty jednospadowe - ciśnienie sumaryczne (netto) (7.3)

- Wiatra jednospadowa o wymiarach: $b = 10,00 \text{ m}$, $d = 4,50 \text{ m}$, $h = 3,00 \text{ m}$, kąt nachylenia połaci $\alpha = 25,0^\circ$
- Współczynnik ograniczenia (blokowania) przepływu: $\phi = 1,00$
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:
Strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 300 \text{ m n.p.m.}$
 $v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$ (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 II $\rightarrow z_0 = 0,05 \text{ m}$, $z_{min} = 2 \text{ m}$
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 3,00 \text{ m}$
- Współczynnik orografii: $c_o(z_e) = 1$
- Współczynnik turbulencji: $k_1 = 1,0$

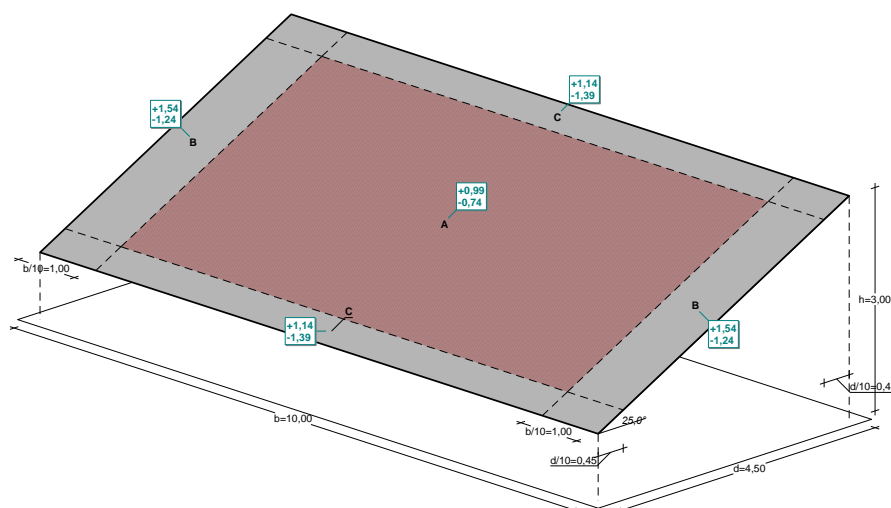
- Współczynnik terenu: $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,190$
- Współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_e/z_0) = 0,190 \cdot \ln(3,00/0,05) = 0,78$ (wg p.4.3.2 normy)
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 17,11$ m/s
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = k_I / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_e/z_0)) = 0,244$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25$ kg/m³
- Szczytowe ciśnienie prędkości: $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 496,0$ Pa = 0,496 kPa
- Współczynnik ciśnienia netto: $c_{p,net} = 2,0$

Ciśnienie sumaryczne (netto) wiatru:

$$w = q_p(z_e) \cdot c_{p,net} = 0,496 \cdot 2,0 = \mathbf{0,99 \text{ kN/m}^2}$$



Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Wiaty jednospadowe - ciśnienie sumaryczne (netto) (7.3)



Połąc - pole A - ssanie:

- Wiatra jednospadowa o wymiarach: $b = 10,00$ m, $d = 4,50$ m, $h = 3,00$ m, kąt nachylenia połaci $\alpha = 25,0^\circ$
- Współczynnik ograniczenia (blokowania) przepływu: $\varphi = 1,00$
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:
Strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 300$ m n.p.m.
 $v_{b,0} = 22$ m/s (wg załącznika krajowego)
- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$

- Współczynnik sezonowy: $c_{\text{season}} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{\text{dir}} \cdot c_{\text{season}} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$
- Kategoria terenu II $\rightarrow z_0 = 0,05 \text{ m}, z_{\text{min}} = 2 \text{ m}$
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 3,00 \text{ m}$
- Współczynnik orografii: $c_o(z_e) = 1$
- Współczynnik turbulencji: $k_l = 1,0$
- Współczynnik terenu: $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,190$
- Współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_e/z_0) = 0,190 \cdot \ln(3,00/0,05) = 0,78$ (wg p.4.3.2 normy)
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 17,11 \text{ m/s}$
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = k_l / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_e/z_0)) = 0,244$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- Szczytowe ciśnienie prędkości: $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 496,0 \text{ Pa} = 0,496 \text{ kPa}$
- Współczynnik ciśnienia netto: $c_{p,\text{net}} = -1,5$

Ciśnienie sumaryczne (netto) wiatru:

$$w = q_p(z_e) \cdot c_{p,\text{net}} = 0,496 \cdot (-1,5) = \mathbf{-0,74 \text{ kN/m}^2}$$

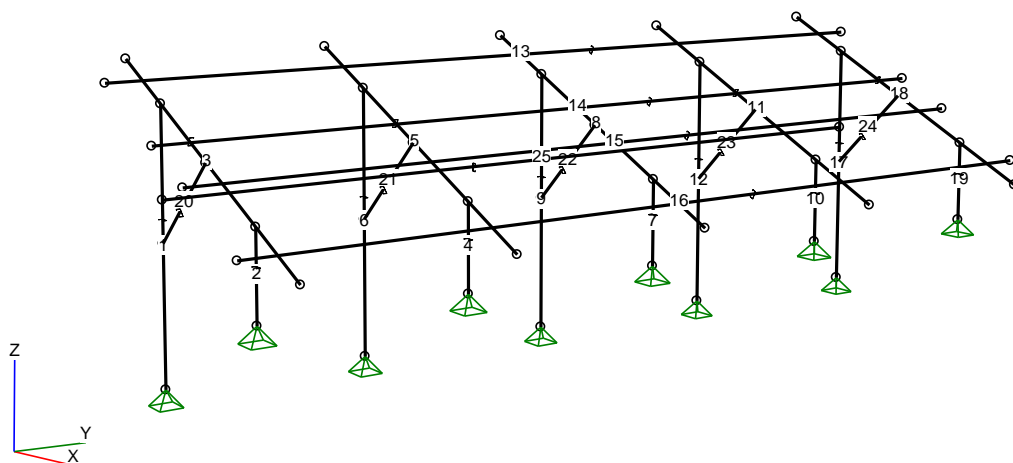
Analiza statyczno-wytrzymałościowa

Przekroje:

1 - PŁATEW 105x50x2,5		2 - SŁUPY 105x50x3		3 - SKOSNY 105x50x3	
<i>Materiał:</i>	S 355	<i>Materiał:</i>	S 355	<i>Materiał:</i>	S 355
A [cm ²]	5,75	A [cm ²]	6,54	A [cm ²]	6,45
Jy [cm ⁴]	100,42	Jy [cm ⁴]	114,39	Jy [cm ⁴]	112,27
Jz [cm ⁴]	20,79	Jz [cm ⁴]	20,15	Jz [cm ⁴]	20,06
Dyz [cm ⁴]	0,08	Dyz [cm ⁴]	0,00	Dyz [cm ⁴]	0,00
α [Deg]	-0,06	α [Deg]	0,00	α [Deg]	0,00
Iy [cm ⁴]	100,42	Iy [cm ⁴]	114,39	Iy [cm ⁴]	112,27
Iz [cm ⁴]	20,79	Iz [cm ⁴]	20,15	Iz [cm ⁴]	20,06
Jt [cm ⁴]	0,12	Jt [cm ⁴]	0,19	Jt [cm ⁴]	0,19
Jω [cm ⁴]	515,75	Jω [cm ⁴]	413,32	Jω [cm ⁴]	414,55
iy [cm]	4,18	iy [cm]	4,18	iy [cm]	4,17
iz [cm]	1,90	iz [cm]	1,76	iz [cm]	1,76
is [cm]	6,17	is [cm]	5,79	is [cm]	5,79
m [kg/m]	4,51	m [kg/m]	5,13	m [kg/m]	5,06

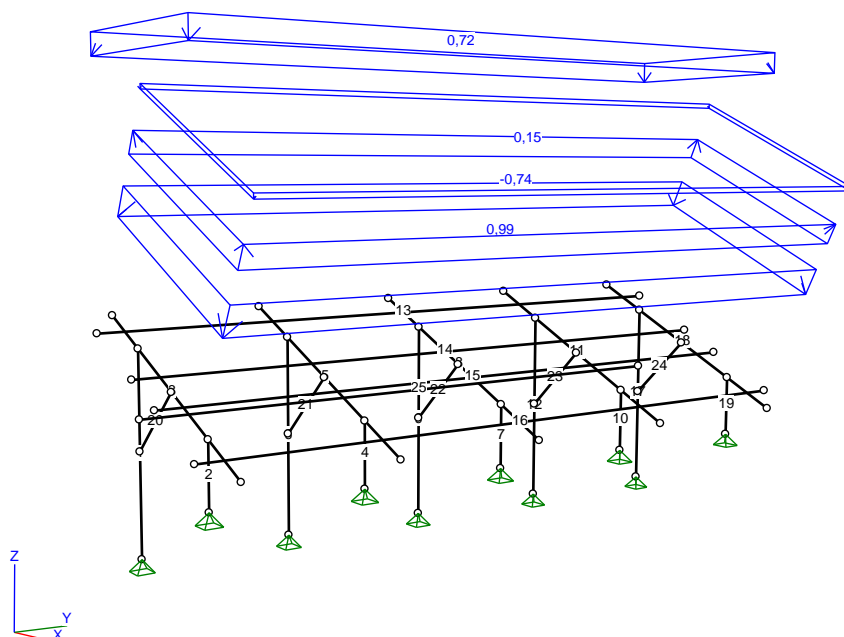
Materiały:

Nr:	Rodzaj:	Nazwa:	E:	G:	v:	αT:	ρ:	Ro:
			[GPa]	[GPa]	[-]	[1/K]	[kg/m ³]	[MPa]
3	Stal 1993	S 355	210	81	0,3	0	7850	355



Pręty:

Nr:	Węzły:		Mocowania		Mimośrody Imperfekcje	Orient. [deg]	L[m]:	F [m]:	Przekrój:
	A:	B:							
Pozycja nr 8									
1	1	2	P.P.: Sztywne			0,0	3,297		2 SŁUPY 105x50x3
2	3	4	P.P.: Sztywne			0,0	1,048		2 SŁUPY 105x50x3
3	5	6	P.P.: Sztywne			180,0	4,536		3 SKOSNY 105x50x3
4	7	8	P.P.: Sztywne			0,0	1,048		2 SŁUPY 105x50x3
5	9	10	P.P.: Sztywne			0,0	4,536		3 SKOSNY 105x50x3
6	11	12	P.P.: Sztywne			0,0	3,297		2 SŁUPY 105x50x3
7	13	14	P.P.: Sztywne			0,0	1,048		2 SŁUPY 105x50x3
8	15	16	P.P.: Sztywne			0,0	4,536		3 SKOSNY 105x50x3
9	17	18	P.P.: Sztywne			0,0	3,297		2 SŁUPY 105x50x3
10	19	20	P.P.: Sztywne			0,0	1,048		2 SŁUPY 105x50x3
11	21	22	P.P.: Sztywne			0,0	4,536		3 SKOSNY 105x50x3
12	23	24	P.P.: Sztywne			0,0	3,297		2 SŁUPY 105x50x3
17	33	34	P.P.: Sztywne			0,0	3,297		2 SŁUPY 105x50x3
18	35	36	P.P.: Sztywne			0,0	4,536		3 SKOSNY 105x50x3
19	37	38	P.P.: Sztywne			0,0	1,048		2 SŁUPY 105x50x3
Pozycja nr 10									
13	25	26	P.P.: Sztywne		az:0,052	25,0	11,520		1 PŁATEW 105x50x2,5
					bz:0,052				
					Wyr. Dół				
14	27	28	P.P.: Sztywne		az:0,052	25,0	11,520		1 PŁATEW 105x50x2,5
					bz:0,052				
					Wyr. Dół				
15	29	30	P.P.: Sztywne		az:0,052	25,0	11,520		1 PŁATEW 105x50x2,5
					bz:0,052				
					Wyr. Dół				
16	31	32	P.P.: Sztywne		az:0,052	25,0	11,520		1 PŁATEW 105x50x2,5
					bz:0,052				
					Wyr. Dół				
Pozycja nr 11									
20	39	40	P.P.: Sztywne			0,0	1,543		1 PŁATEW 105x50x2,5
21	41	42	P.P.: Sztywne			0,0	1,543		1 PŁATEW 105x50x2,5
22	43	44	P.P.: Sztywne			0,0	1,543		1 PŁATEW 105x50x2,5
23	45	46	P.P.: Sztywne			0,0	1,543		1 PŁATEW 105x50x2,5
24	47	48	P.P.: Sztywne			0,0	1,543		1 PŁATEW 105x50x2,5
Pozycja nr 11 (Kopia 1)									
25	49	50	P.P.: Sztywne			0,0	10,600		1 PŁATEW 105x50x2,5





Obciążenia:

Nr Pręta	Rodzaj:	Wartości char.		Współczynniki		Orient. [deg]	Kier.: [deg]	Położenie		Nazwa:	
		Pa:	Pb:	$\gamma_{G,sup}(\gamma_Q)$:	$\gamma_{G,inf}$:			xa:	xb:		
CW: Ciężar własny - Stałe $\gamma_{G,sup}=1,4$ $\gamma_{G,inf}=1$											
St: Stałe - Stałe											
	Powierzch.	0,15	0,15	1,35	1,00	Pionow e				Powierzchniowe	
S: Śnieg - Zmienne $\psi_0=0,5$ $\psi_1=0,2$ $\psi_2=0$											
	Powierzch.	0,72	0,72	1,50						Powierzchniowe	
Wp: Wiatr parcie - Zmienne $\psi_0=0,6$ $\psi_1=0,2$ $\psi_2=0$											
	Powierzch.	0,99	0,99	1,50						Powierzchniowe	
Ws: Wiatr ssanie - Zmienne $\psi_0=0,6$ $\psi_1=0,2$ $\psi_2=0$											
	Powierzch.	-0,74	-0,74	1,50						Powierzchniowe	

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993 (Stal1993_3d v. 1.102 licencja nr 37841)

Nr pręta:	Grupa:	Przekrój:	Warunek decydujący:	Nośność:	Kombinacja obc.
4	Pozycja nr 8	2 - SŁUPY 105x50x3	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	0,720	1,35-0,85-(CW+St)+1,5-(S+0,6-Wp) (b)
10	Pozycja nr 8	2 - SŁUPY 105x50x3	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	0,720	1,35-0,85-(CW+St)+1,5-(S+0,6-Wp) (b)
7	Pozycja nr 8	2 - SŁUPY 105x50x3	Ściskanie (Stateczność)	0,624	1,35-0,85-(CW+St)+1,5-(S+0,6-Wp) (b)
6	Pozycja nr 8	2 - SŁUPY 105x50x3	SGU	0,578	CW+St+0,5-S+Wp
12	Pozycja nr 8	2 - SŁUPY 105x50x3	SGU	0,578	CW+St+0,5-S+Wp
9	Pozycja nr 8	2 - SŁUPY 105x50x3	SGU	0,567	CW+St+0,5-S+Wp
21	Pozycja nr 11	1 - PŁATEW 105x50x2,5	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	0,478	1,35-0,85-(CW+St)+1,5-(0,5-S+Wp) (b)
23	Pozycja nr 11	1 - PŁATEW 105x50x2,5	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	0,478	1,35-0,85-(CW+St)+1,5-(0,5-S+Wp) (b)
2	Pozycja nr 8	2 - SŁUPY 105x50x3	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	0,470	1,35-0,85-(CW+St)+1,5-(S+0,6-Ws) (b)
19	Pozycja nr 8	2 - SŁUPY 105x50x3	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	0,470	1,35-0,85-(CW+St)+1,5-(S+0,6-Ws) (b)
22	Pozycja nr 11	1 - PŁATEW 105x50x2,5	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	0,456	1,35-0,85-(CW+St)+1,5-(0,5-S+Wp) (b)
14	Pozycja nr 10	1 - PŁATEW 105x50x2,5	Zginanie	0,394	CW+1,35-0,85-St+1,5-(S+0,6-Wp) (b)
15	Pozycja nr 10	1 - PŁATEW 105x50x2,5	Zginanie	0,394	CW+1,35-0,85-St+1,5-(S+0,6-Wp) (b)
1	Pozycja nr 8	2 - SŁUPY 105x50x3	SGU	0,356	CW+St+0,5-S+Wp
17	Pozycja nr 8	2 - SŁUPY 105x50x3	SGU	0,356	CW+St+0,5-S+Wp
5	Pozycja nr 8	3 - SKOSNY 105x50x3	Zginanie	0,352	1,35-0,85-(CW+St)+1,5-(0,5-S+Wp) (b)
11	Pozycja nr 8	3 - SKOSNY 105x50x3	Zginanie	0,352	1,35-0,85-(CW+St)+1,5-(0,5-S+Wp) (b)
8	Pozycja nr 8	3 - SKOSNY 105x50x3	Zginanie	0,316	1,35-0,85-(CW+St)+1,5-(0,5-S+Wp) (b)
20	Pozycja nr 11	1 - PŁATEW 105x50x2,5	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	0,290	1,35-0,85-(CW+St)+1,5-(0,5-S+Wp) (b)
24	Pozycja nr 11	1 - PŁATEW 105x50x2,5	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	0,286	1,35-0,85-(CW+St)+1,5-(0,5-S+Wp) (b)
16	Pozycja nr 10	1 - PŁATEW 105x50x2,5	Zginanie	0,266	1,35-0,85-(CW+St)+1,5-(S+0,6-Wp) (b)
13	Pozycja nr 10	1 - PŁATEW 105x50x2,5	Zginanie	0,264	CW+1,35-0,85-St+1,5-(S+0,6-Wp) (b)

3	Pozycja nr 8	3 - SKOSNY 105x50x3	Zginanie	0,233		1,35-0,85- (CW+St)+1,5- (0,5-S+W _s) (b)
18	Pozycja nr 8	3 - SKOSNY 105x50x3	Zginanie	0,233		1,35-0,85- (CW+St)+1,5- (0,5-S+W _s) (b)
25	Pozycja nr 11 (Kopia 1)	1 - PŁATEW 105x50x2,5	SGU	0,051		CW+St+0,5-S+W _p

Zestawienie materiału

ZESTAWIENIE – instalacja dł. 8m

element	długość [mm]	ilość [szt.]	dł. razem [m]	masa jedn. [kg/m]	masa razem [kg]
Nr.1 C 105x50x3.0	6000	4	24,00	4,95	118,80
Nr.2 C 105x50x3.0	1800	4	7,20	4,95	35,64
Nr.3 C 105x50x3.0	4600	4	18,40	4,95	91,08
Nr.4 C 105x50x3.0	1600	4	6,40	4,95	31,68
Nr.5 C 105x50x2.5	8000	5	40,00	4,13	165,20
razem [kg]					442,40
masa łączna dla 2 pozycji [kg]					884,80

ZESTAWIENIE – instalacja dł. 23,4m

element	długość [mm]	ilość [szt.]	dł. razem [m]	masa jedn. [kg/m]	masa razem [kg]
Nr.1 C 105x50x3.0	6000	10	60,00	4,95	297,00
Nr.2 C 105x50x3.0	1800	10	18,00	4,95	89,10
Nr.3 C 105x50x3.0	4600	10	46,00	4,95	227,70
Nr.4 C 105x50x3.0	1600	10	16,00	4,95	79,20
Nr.5 C 105x50x2.5	6000	20	120,00	4,13	495,60
razem [kg]					1188,60
masa łączna dla 1 pozycji [kg]					1188,60

Zestawienie stali zbrojeniowej Ø10

Długość [m] Ilość [szt.] Masa łączna [kg]

3,20 72 142,16

20. ZAŁĄCZNIKI

- 01. Symulacja w PV SOL
- 02. Schemat elektryczny instalacji PV
- 02-A Schemat główny zasilania
- 03. String plan – okablowanie strony DC
- 04. Schemat monitoringu
- 05. PZT
- 06. Rzut budynku
- 07. Topologia sieci
- 08. Schemat sterowania oświetleniem
- 09. Rozmieszczenie Urządzeń
- 10. Ekspertyza
- 11. Opinia Geotechniczna
- PV-01 – Schemat konstrukcji 4-rzędowej (4x4)
- PV-02 – Schemat konstrukcji 12-rzędowej (12x4)
- PV-03 – Schemat rozmieszczenia paneli fotowoltaicznych na dachu

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTÓW

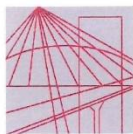
Na podstawie art. 34 ust. 3d pkt 3 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane oświadczamy, że projekt techniczno-wykonawczy dotyczący inwestycji p.n.:

„Instalacja fotowoltaiczna wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną o mocy 90 kWp zlokalizowana na dachu budynku oraz gruncie Stacji Uzdatniania Wody 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.

FUNKCJA	IMIĘ I NAZWISKO	PODPIS
Projektant główny	Mgr inż. Mariusz Kowalski Nr. upr. MAP/0013/PWBE/20 spec. elektryczna	
Projektant sprawdzający	Mgr inż. Alexandr Nilogov Nr. upr. MAP/0070/PWBE/19 spec. elektryczna	
Konstruktor	Mgr inż. Łukasz Sekuła Nr upr. SWK/POOK/0027/12 spec. konstrukcyjno-budowlana	
Konstruktor sprawdzający	Mgr. inż. Mateusz Gawęda Nr upr. MAP/0108/PWBKb/17 spec. konstrukcyjno-budowlana	

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

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.*) uprawnniają 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 uprawnniają 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.

Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

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



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 [REDACTED]

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.piib.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

**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

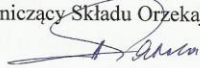
W związku z uwzględnieniem w całości zadania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a., odstępuje się od uzasadnienia decyzji.

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**

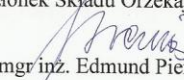
Przewodniczący Składu Orzekającego


mgr inż. Andrzej Pawelec

Członek Składu Orzekającego


dr inż. Stefan Szalkowski

Członek Składu Orzekającego


mgr inż. Edmund Pieniążek

Otrzymują:

1. Pan Łukasz Zbigniew Sekuła

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.

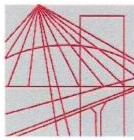
Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2025-12-22 09:38:09 roku przez:

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.



MAŁOPOLSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Kraków, dnia 28 czerwca 2019 r.

MAP OIIB/KK/0054-0075/19

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 2016 r., poz. 1725*), 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 2018 r., poz. 1202 z późn. zm.*), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Alexandr Nilogov
magister inżynier
kierunek: Elektrotechnika

[REDACTED]
otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE**numer ewidencyjny MAP/0070/PWBE/19**

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

UZASADNIENIE

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

Pouczenie

Od 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 Krakowie w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Zgodnie z treścią art. 127a ustawy Kodeks postępowania administracyjnego (t.j. Dz. U. z 2018r. poz. 2096 z późn. zm.):
§ 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.

Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

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

[Signature of Marian Plachecki]
[Signature of Ryszard Damijan]
[Signature of Krzysztof Gajewski]



Szczegółowy zakres uprawnień

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

I. Na mocy art. 12 ust. 1 pkt 1 - 5, art. 13 ust. 3 i 4 ustawy - Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2018 r., poz. 1202 z późn. zm.), w zakresie objętym wyżej wymienioną specjalnością, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:

- 1) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i 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 2018 r., poz. 1202 z późn. zm.), niniejsze uprawnienia 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.

Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

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



Otrzymują:

1. Pan Alexandr Nilogov
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
3. a/a



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAP-S9D-A73-11U *

Pan Alexandr Nilogov o numerze ewidencyjnym MAP/IE/0302/19

adres zamieszkania [REDACTED]

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 2025-12-02 10:37:47 roku przez:

Mirosław Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

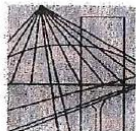
Zgodnie z art. 781 K.c.

§ 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.



MAŁOPOLSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Kraków, dnia 26 czerwca 2017 r.

MAP OIIB/KK/0054-0260/17

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 2016 r., poz. 1725*), art. 12 ust. 2 i ust. 3, ust. 4c pkt 3, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz. U. z 2016 r., poz. 290 z późn. zm.*), § 10 i § 12 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz. U. z 2014 r. poz. 1278*), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Mateusz Gawęda
magister inżynier
kierunek: Budownictwo

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny MAP/0108/PWBKb/17

**do projektowania i kierowania robotami budowlanymi
w specjalności konstrukcyjno – budowlanej
bez ograniczeń.**

UZASADNIENIE

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

Pouczenie

Od 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 Krakowie w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

1. Przewodniczący Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
dr inż. Zygmunt Rawicki
2. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. Małgorzata Borsukowska-Stefanieczek
3. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. arch. Elżbieta Gabrys



Szczegółowy zakres uprawnień**do projektowania i kierowania robotami budowlanymi
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej
bez ograniczeń**

I. Na mocy art. 12 ust. 1 pkt 1 - 5, art. 13 ust. 1, 3 i 4 ustawy - Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2016 r., poz. 290 z późn. zm.), w zakresie objętym wyżej wymienioną specjalnością, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:

- 1) *projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i 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 § 12 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2014 r. poz. 1278), niniejsze uprawnienia uprawniają do:

do projektowania konstrukcji obiektu i kierowania robotami budowlanymi w odniesieniu do konstrukcji oraz architektury obiektu.

Zgodnie z § 10 w/w rozporządzenia uprawnienia budowlane do projektowania w odpowiedniej specjalności uprawniają do sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie danej specjalności.

1. Przewodniczący Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
dr inż. Zygmunt Rawiecki
2. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. Małgorzata Borsukowska-Stefaniczek
3. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. arch. Elżbieta Gabrys

Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:



Otrzymują:

1. Pan Mateusz Gawęda
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
3. a/a



Zaświadczenie
o numerze weryfikacyjnym:
MAP-3PM-P37-PNG *

Pan Mateusz Gawęda o numerze ewidencyjnym MAP/BO/0362/17

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 2026-01-08 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.piiib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



Załącznik 1

Symulacja Instalacji Fotowoltaicznej

Adres instalacji

Skośna 9, 44-240 Żory



Inwestycja:

Dachowa instalacja fotowoltaiczna wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną o mocy 90 kWp zlokalizowana na dachu budynku oraz gruncie Stacji Uzdatniania Wody PWiK w Żorach.

Lokalizacja:

Nr działki: 1445/150, 1321/150, 1319/150

Obręb: Rój

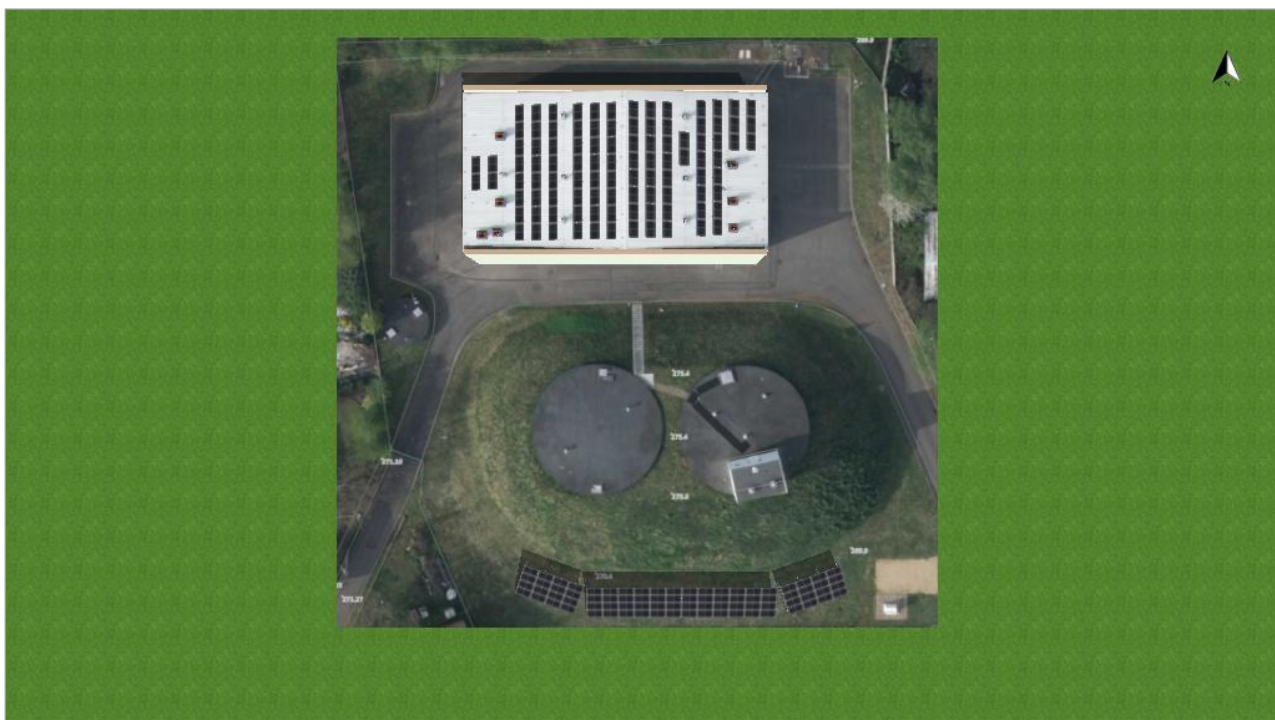
Gmina: Gmina Żory

Powiat: żory

Województwo: śląskie

ID działki: 247901_1.0009.AR_2.1445/150, 247901_1.0009.AR_2.1321/150,
247901_1.0009.AR_2.1319/150

Przegląd projektu



Ilustracja: Obraz przegląd, Projektowanie 3D

Instalacja PV

3D, Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV)

Dane klimatyczne	Rybnik, POL (2001 - 2020)
Źródło wartości	Meteonorm 8.2(i)
Moc generatora PV	90 kWp
Powierzchnia generatora PV	389,1 m ²
Liczba modułów PV	180
Liczba falowników	2

Prognoza uzysku

Prognoza uzysku

Moc generatora PV	90,00 kWp
Spec. uzysk roczny	1 018,03 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	90,83 %
Zmniejszenie uzysku na skutek zacienienia	1,7 %
Energia oddana do sieci	91 673 kWh/Rok
Energia oddana do sieci w pierwszym roku (łącznie z degradacją modułu)	91 673 kWh/Rok
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	51 kWh/Rok
Emisja CO ₂ , której dało się uniknąć:	54 699 kg / rok

ki 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)
-------------------	--

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
- Nasłonecznienie powierzchni nachylonej	Reindl

Powierzchnie modułów

1. Powierzchnię modułu – PwIK Żory

Generator PV, 1. Powierzchnię modułu - PwIK Żory

Nazwa	PwIK Żory
Moduły PV	16 x JKM500N-60HL4-V (v1)
Producent	Jinko Solar
Nachylenie	25 °
Orientacja	Południe 160 °
Rodzaj montażu	Wolnostojący na gruncie
Powierzchnia generatora PV	34,6 m ²

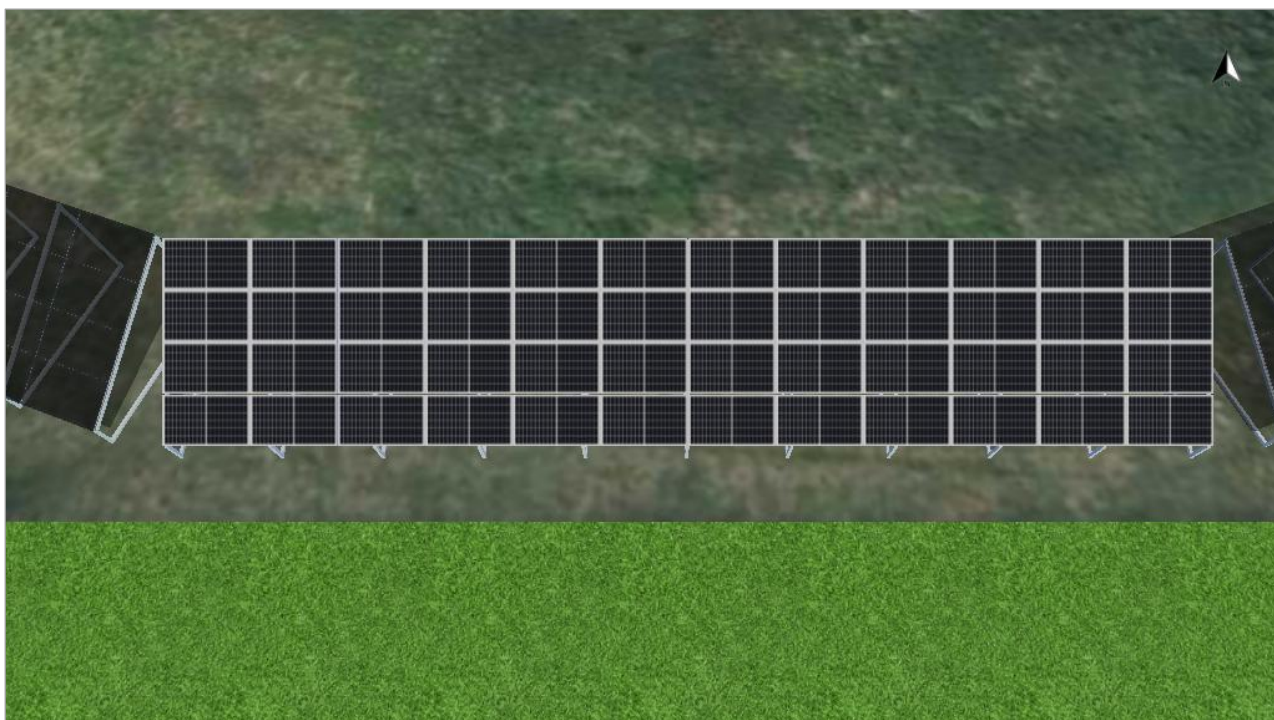


Ilustracja: 1. Powierzchnię modułu - PwIK Żory

2. Powierzchnię modułu - PwiK Żory

Generator PV, 2. Powierzchnię modułu - PwiK Żory

Nazwa	PwiK Żory
Moduły PV	48 x JKM500N-60HL4-V (v1)
Producent	Jinko Solar
Nachylenie	25 °
Orientacja	Południe 180 °
Rodzaj montażu	Wolnostojący na gruncie
Powierzchnia generatora PV	103,7 m ²



Ilustracja: 2. Powierzchnię modułu - PwiK Żory

3. Powierzchnię modułu - PwiK Żory

Generator PV, 3. Powierzchnię modułu - PwiK Żory

Nazwa	PwiK Żory
Moduły PV	16 x JKM500N-60HL4-V (v1)
Producent	Jinko Solar
Nachylenie	25 °
Orientacja	Południe 200 °
Rodzaj montażu	Wolnostojący na gruncie
Powierzchnia generatora PV	34,6 m ²



Ilustracja: 3. Powierzchnię modułu - PwiK Żory

4. Powierzchnię modułu - PwIK Żory

Generator PV, 4. Powierzchnię modułu - PwIK Żory

Nazwa	PwIK Żory
Moduły PV	48 x JKM500N-60HL4-V (v1)
Producent	Jinko Solar
Nachylenie	19 °
Orientacja	Wschód 90 °
Rodzaj montażu	Dach - podniesiony
Powierzchnia generatora PV	103,7 m ²

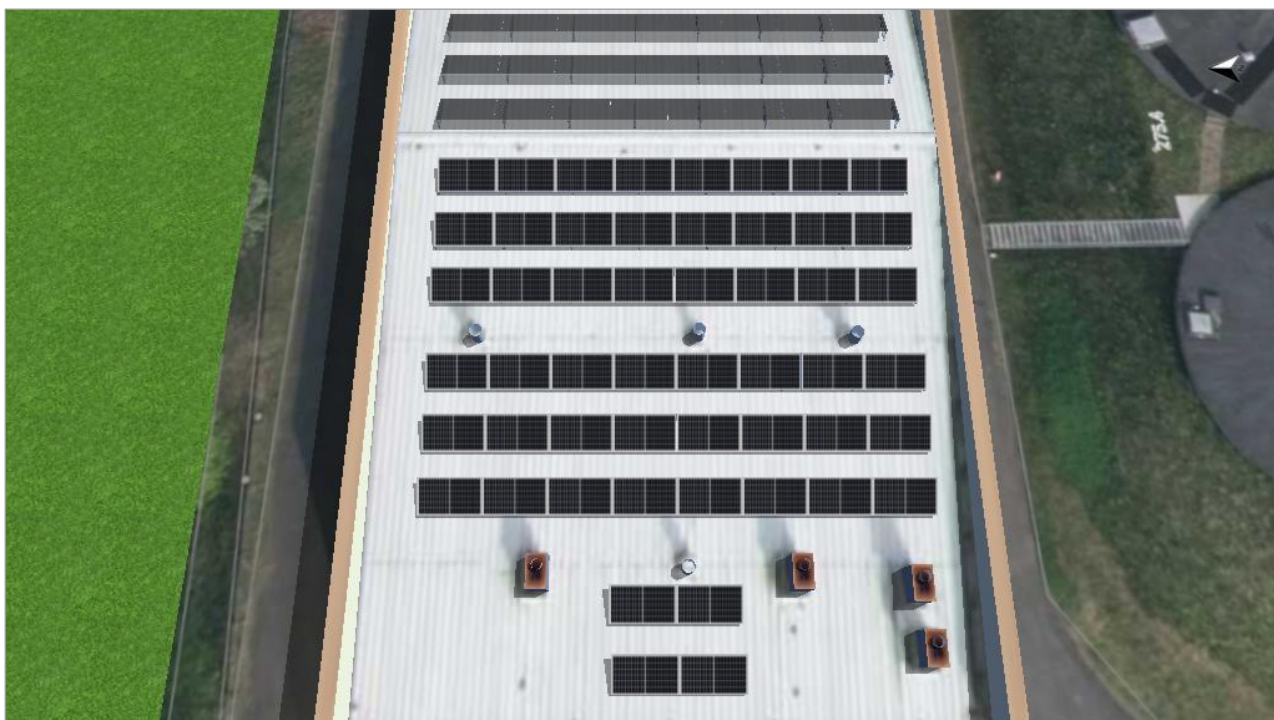


Ilustracja: 4. Powierzchnię modułu - PwIK Żory

5. Powierzchnię modułu - PwiK Żory

Generator PV, 5. Powierzchnię modułu - PwiK Żory

Nazwa	PwiK Żory
Moduły PV	52 x JKM500N-60HL4-V (v1)
Producent	Jinko Solar
Nachylenie	19 °
Orientacja	Zachód 270 °
Rodzaj montażu	Dach - podniesiony
Powierzchnia generatora PV	112,4 m²



Ilustracja: 5. Powierzchnię modułu - PwiK Żory

Konfigurację falownika

Konfiguracja 1

Powierzchnie modułów	PwiK Żory
Falownik 1	
Model	SUN2000-40KTL-M3 (400Vac) (v3)
Producent	Huawei Technologies
Liczba	1
Współczynnik wymiarowania	100 %
Konfiguracja	MPP 1: 1 x 16☆ [1 x 1] + 1 x 4☆ [1 x 1] MPP 2: 1 x 20☆ [1 x 1] MPP 3: 1 x 20☆ [1 x 1] MPP 4: 1 x 16☆ [1 x 1] + 1 x 4☆ [1 x 1]
Optymalizator mocy	80x Huawei Technologies, SUN2000 600W-P (v1)

Konfiguracja 2

Powierzchnie modułów	PwIK Żory
Falownik 1	
Model	SUN2000-50KTL-M3-400V VERSJA 2 (v1)
Producent	Huawei Technologies
Liczba	1
Współczynnik wymiarowania	100 %
Konfiguracja	MPP 1: 1 x 12☆ [1 x 2] MPP 2: 1 x 12☆ [1 x 2] MPP 3: 1 x 13☆ [1 x 2] MPP 4: 1 x 13☆ [1 x 2]
Optymalizator mocy	50x Huawei Technologies, MERC-1100W-P (v1)

Sieć AC

Sieć AC

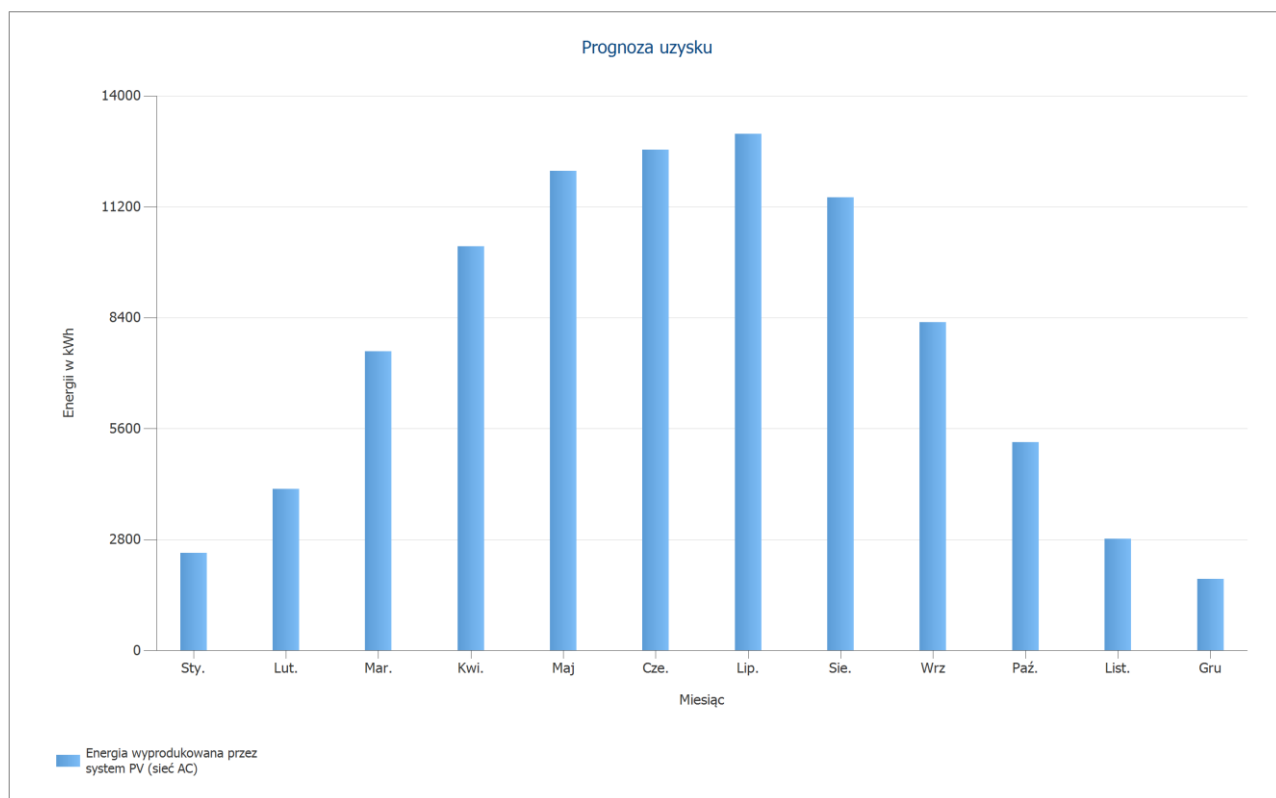
Liczba faz	3
Napięcie sieciowe pomiędzy przewodem fazowym a zerowym	230 V
Współczynnik mocy (cos phi)	+/- 1

Wyniki symulacji

Wyniki Cała instalacja

Instalacja PV

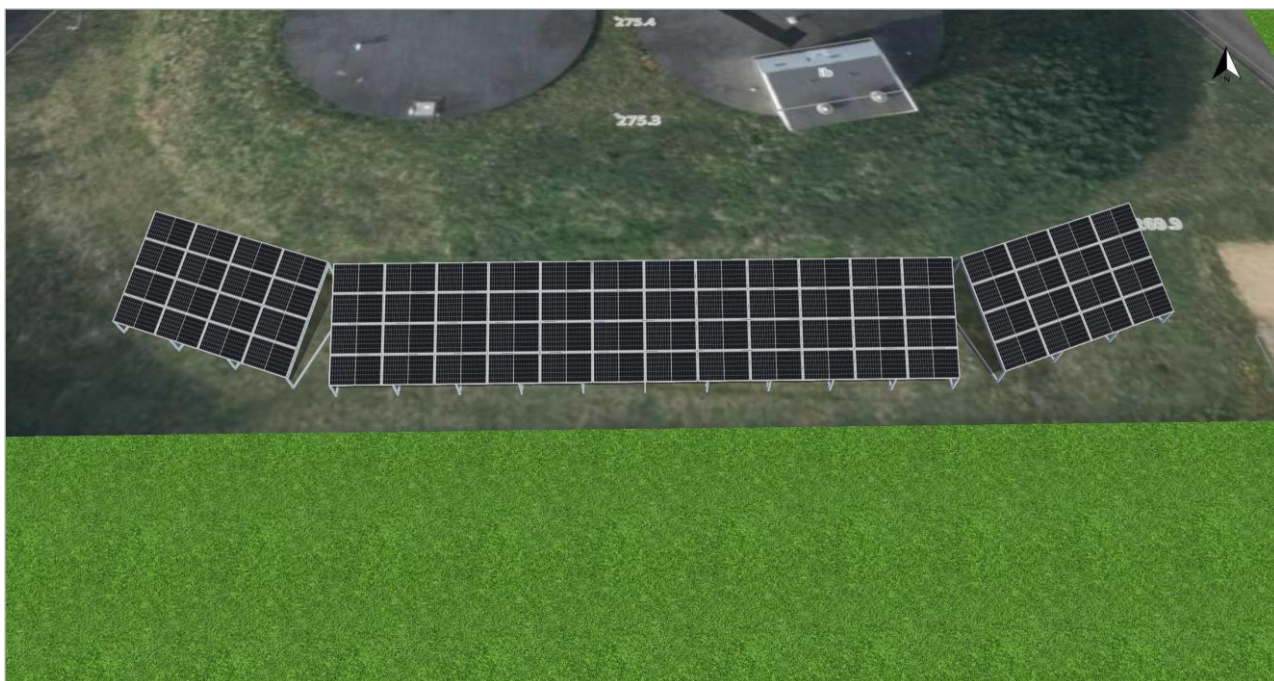
Moc generatora PV	90,00 kWp
Spec. uzysk roczny	1 018,03 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	90,83 %
Zmniejszenie uzysku na skutek zacienienia	1,7 %
Energia oddana do sieci	91 673 kWh/Rok
Energia oddana do sieci w pierwszym roku (łącznie z degradacją modułu)	91 673 kWh/Rok
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	51 kWh/Rok
Emisja CO ₂ , której dało się uniknąć:	54 699 kg / rok



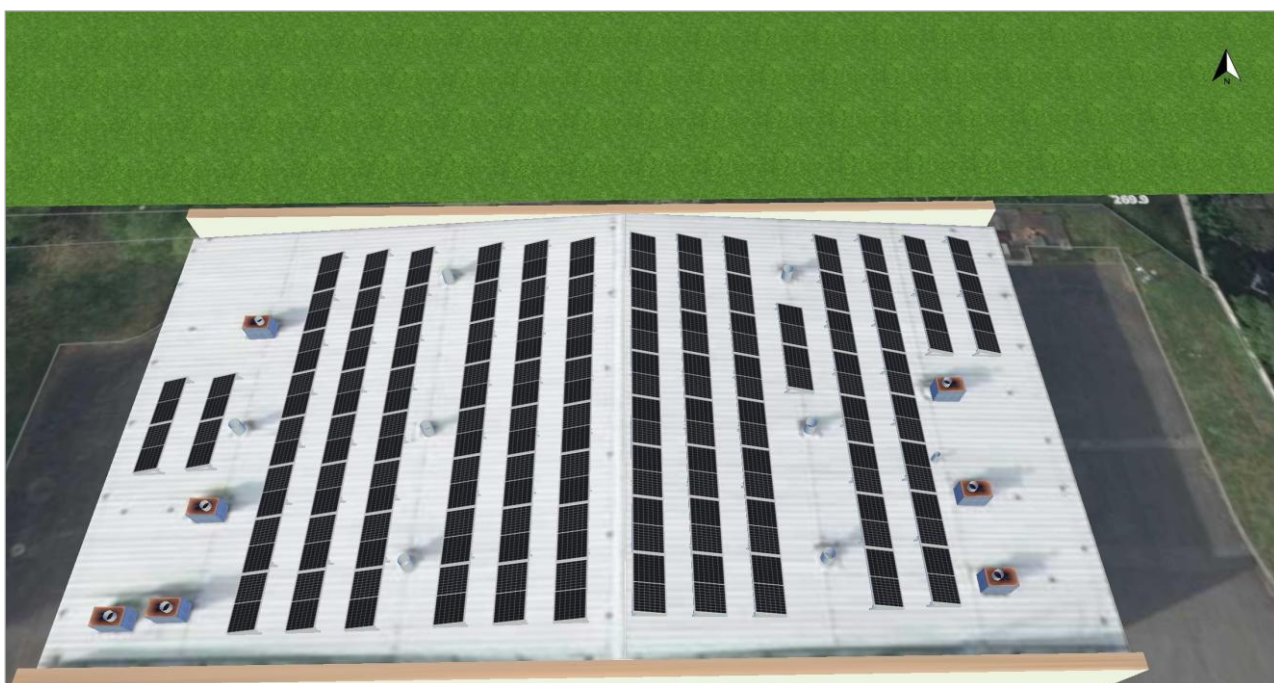
Ilustracja: Prognoza uzysku

Zrzuty ekranu, Projektowanie 3D

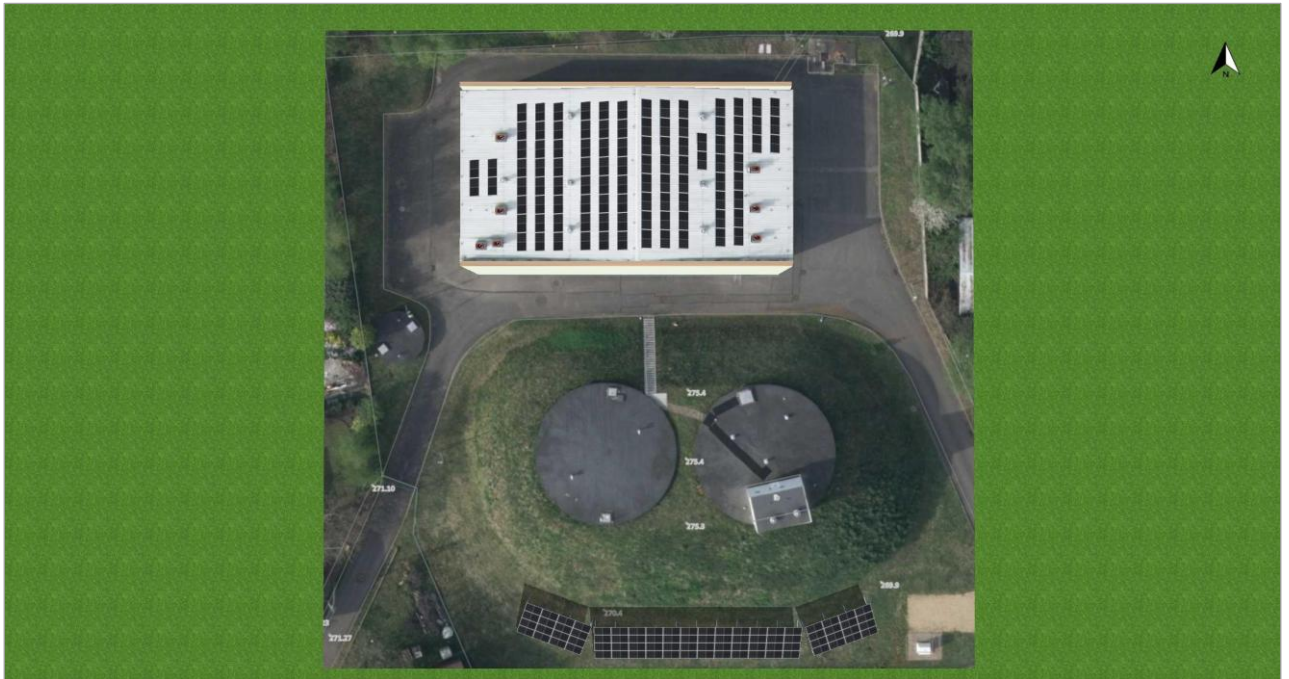
Otoczenie



Ilustracja: Zrzut ekranu01

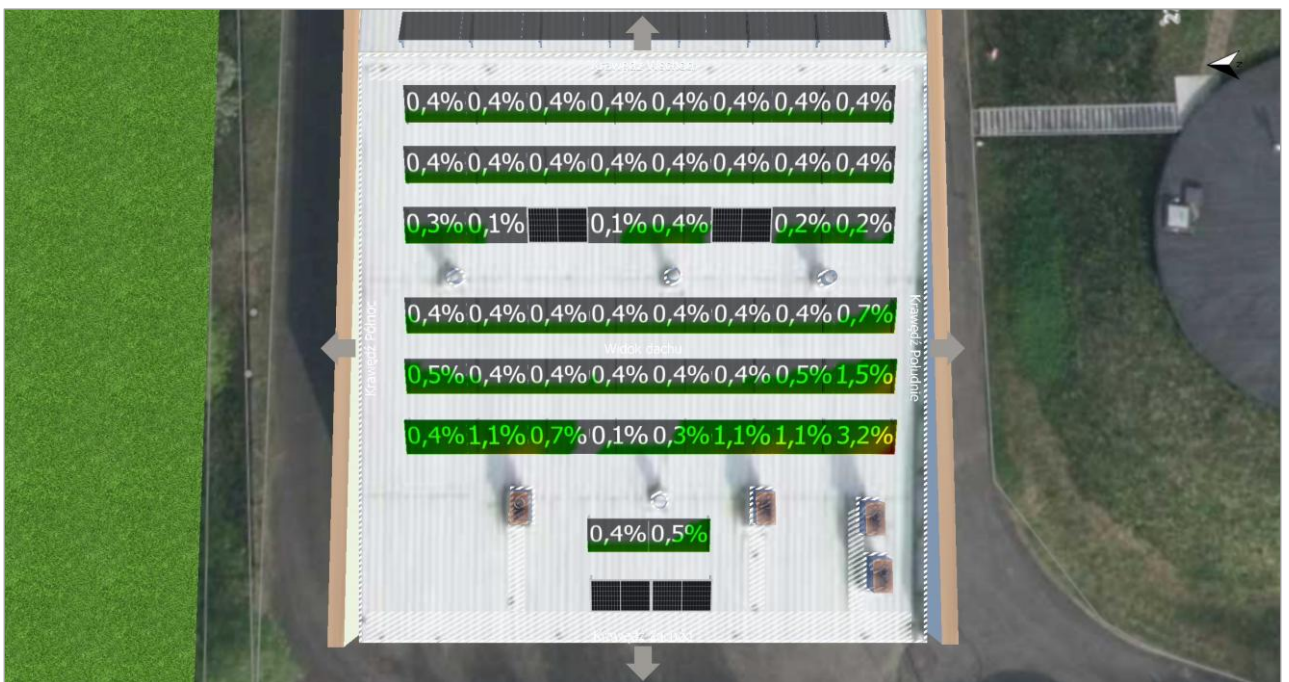


Ilustracja: Zrzut ekranu02

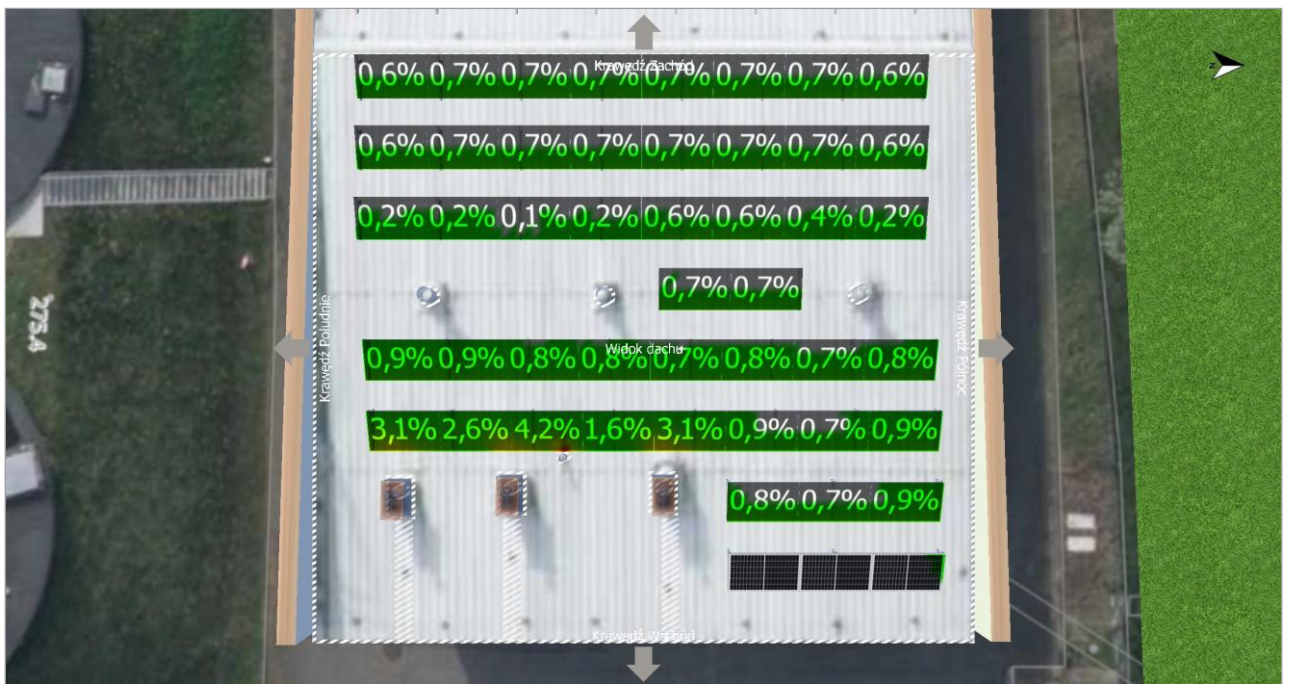


Ilustracja: Zrzut ekranu03

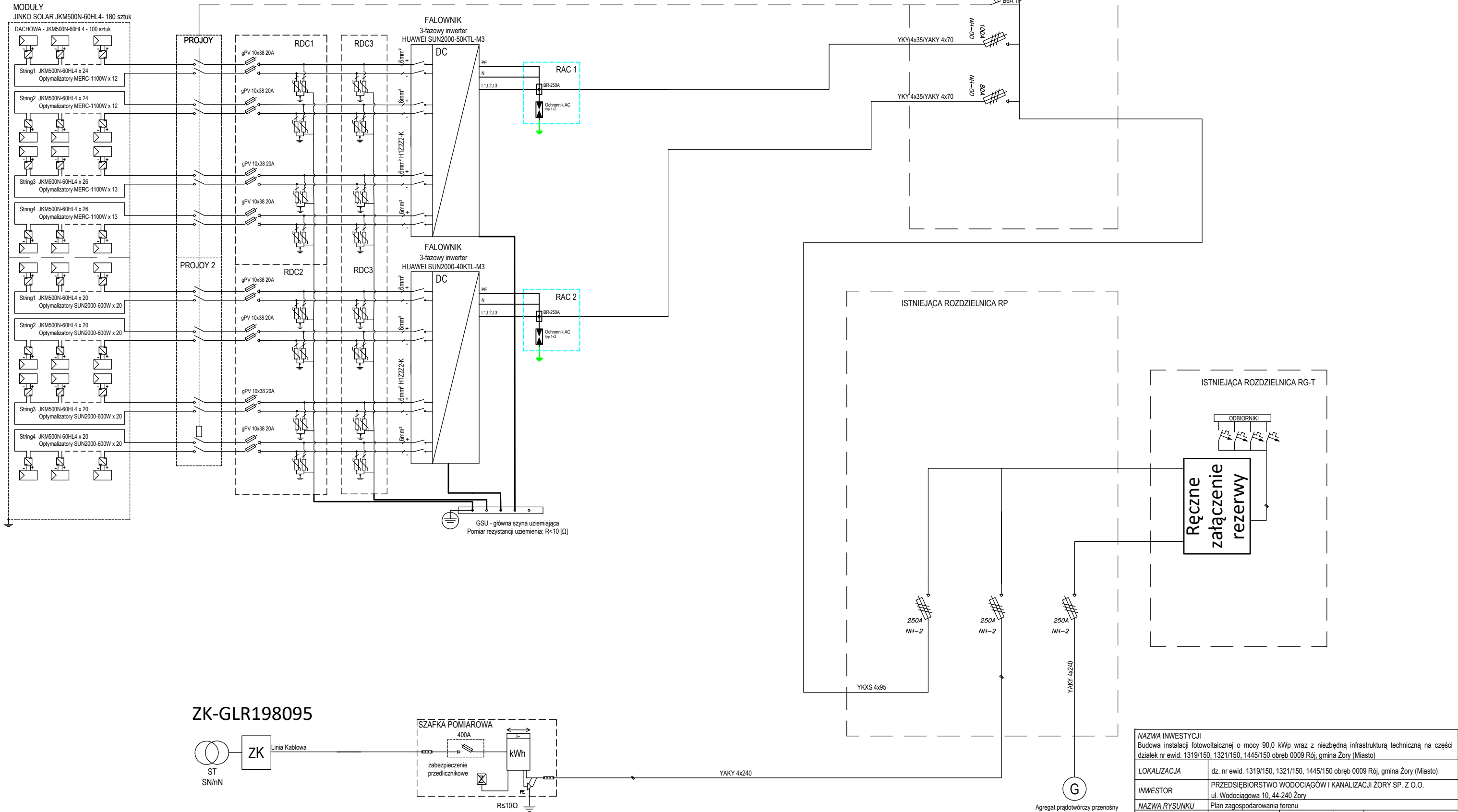
Zacienienie



Ilustracja: Zrzut ekranu04



Ilustracja: Zrzut ekranu05



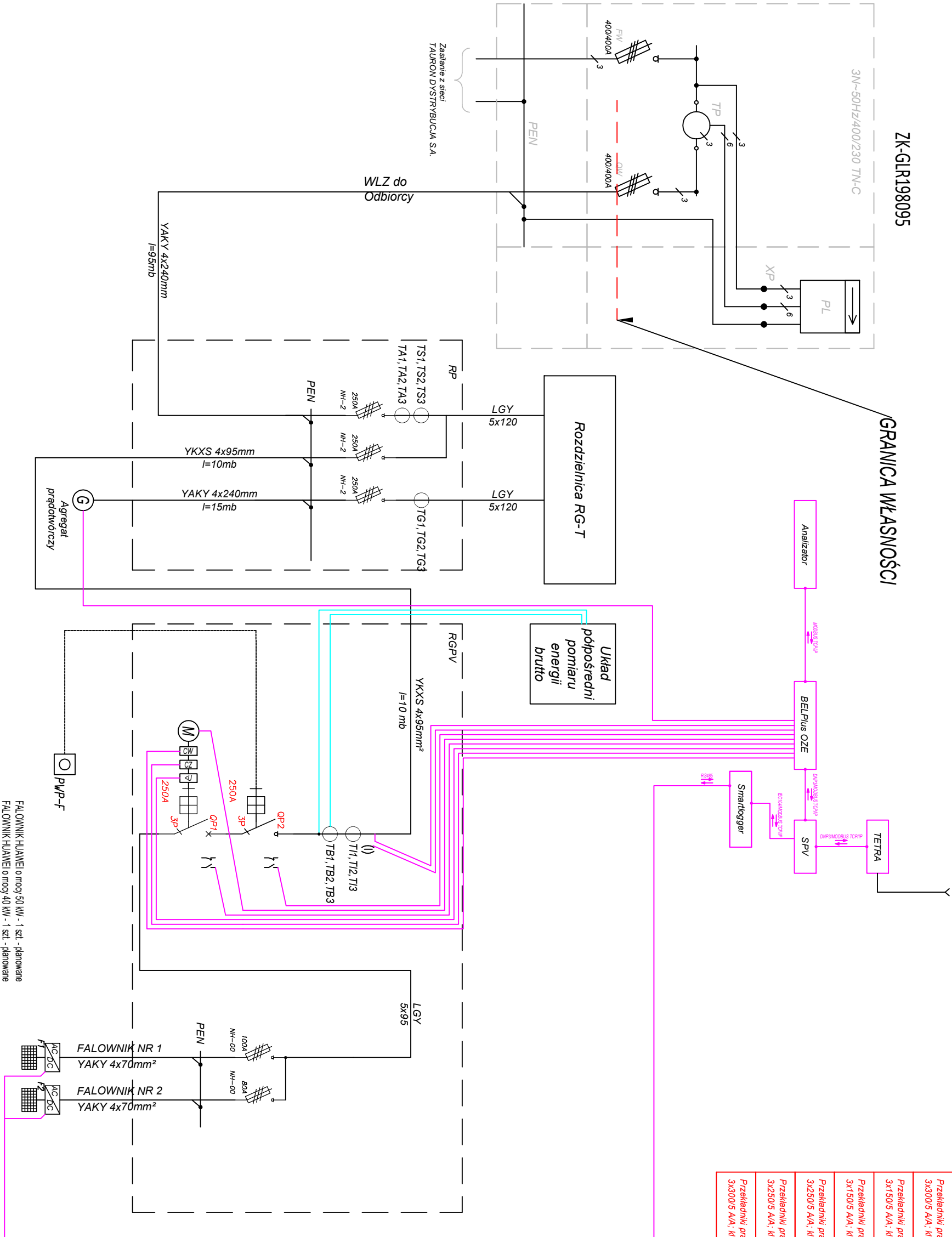
UWAGI:

- dachowa i gruntowa instalacja fotowoltaiczna on-grid oznakowana zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712:2016-05;
- instalacja z zastosowaniem przeciwpożarowego wyłącznika prądu PROJOY PEFS.
- przewód solarny typu H1Z2Z2-K

NAZWA INWESTYCJI Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 90,0 kWp wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną na części działek nr ewid. 1319/150, 1321/150, 1445/150 obręb 0009 Rój, gmina Żory (Miasto)			
LOKALIZACJA	dz. nr ewid. 1319/150, 1321/150, 1445/150 obręb 0009 Rój, gmina Żory (Miasto)		
INWESTOR	PRZEDSIĘBIORSTWO WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI ŻORY SP. Z O.O. ul. Wodociągowa 10, 44-240 Żory		
NAZWA RYSUNKU	Plan zagospodarowania terenu		
FUNKCJA	PROJEKTANT	NR UPRAWNIEN	PODPIS
Projektant Główny	mgr inż. Mariusz Kowalski	MAP/0013/PWBE/20 spec. elektryczna	
Opracowujący	mgr inż. Piotr Mędelowski	OZE-W/12/000025/24	
SKALA	-	DATA 19.02.2026	NR ZAŁĄCZNIKA 02

ZK-GLR198095

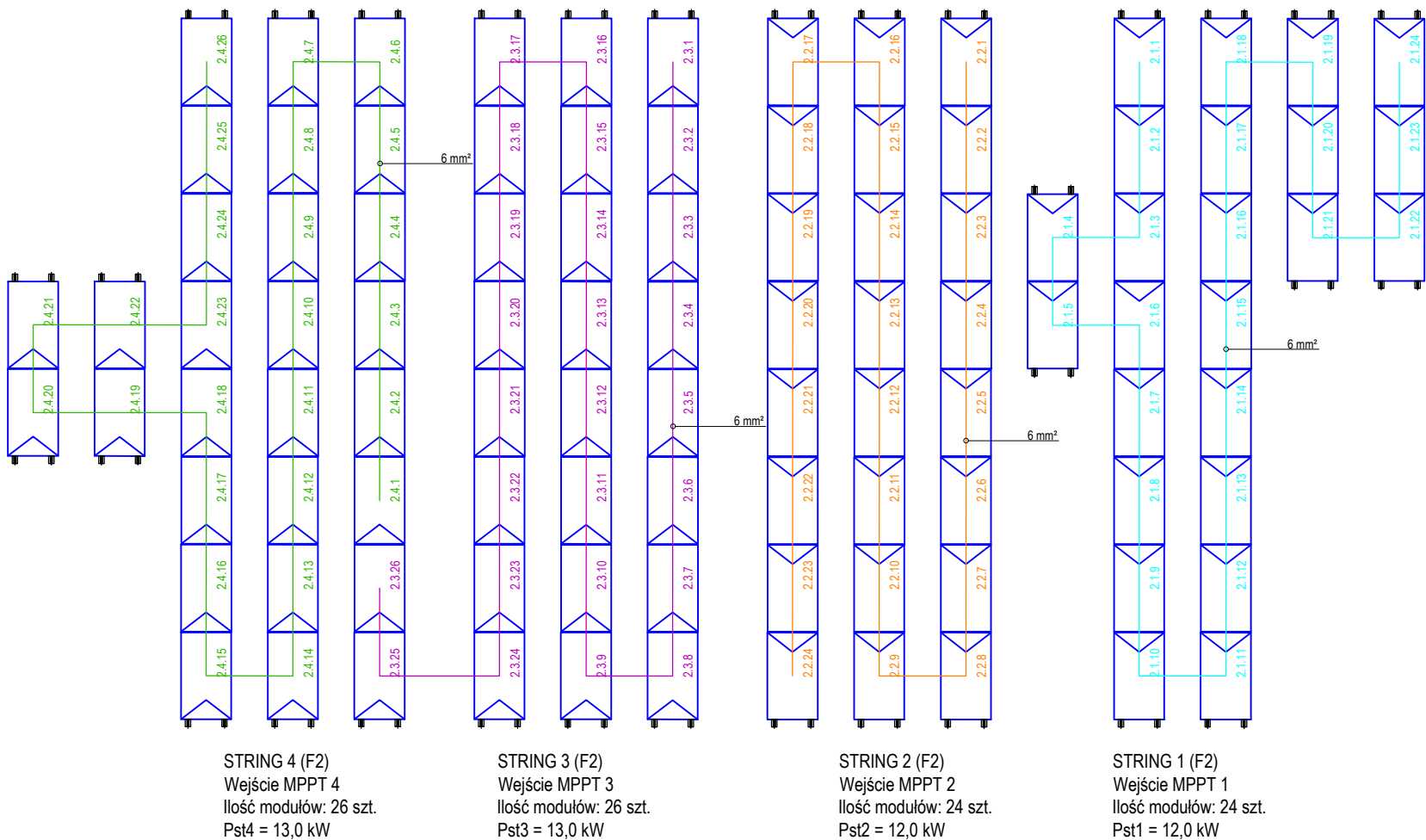
GRANICA WŁASNOŚCI



Przekładnię prądowe nN - TP1, TP2, TP3 3x300/5 A/A; K1,0,2S; 5VA
Przekładnię prądowe nN - TT1, TT2, TT3 3x150/5 A/A; K1,5PT10; 5VA
Przekładnię prądowe nN - TB1, TB2, TB3 3x150/5 A/A; K1,0,2S; 5VA
Przekładnię prądowe nN - TS1, TS2, TS3 3x250/5 A/A; K1,0,2S; 5VA
Przekładnię prądowe nN - TG1, TG2, TG3 3x250/5 A/A; K1,0,2S; 5VA
Przekładnię prądowe nN - TA1, TA2, TA3 3x300/5 A/A; K1,5PT10; 5VA

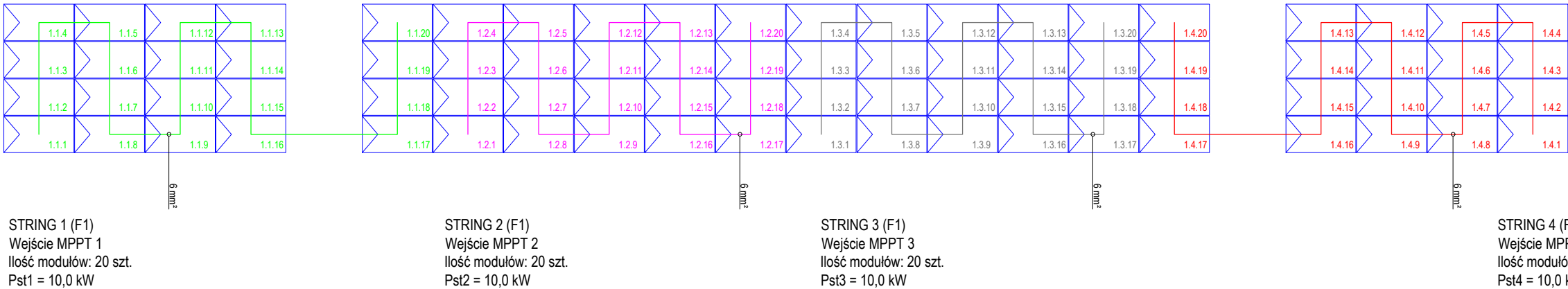
NAZWA PROJEKTU	Instalacja fotowoltaiczna o mocy do 90 kW wraz z infrastrukturą techniczną na działkach nr 1319/150, 1321/150, 1449/150 położonych przy ulicy Skoszeń w Zorach		
INWESTOR	Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Zory Sp. z o.o.		
LOKALIZACJA	Słoneczna, 44-240 Zory		
BRANŻA ELEKTRYCZNA	MIĘ NAZWISKO	NR UPRAWIENIENIA	PODPIS
PROJEKTOWAŁ	mgr inż. MARIUSZ KOWALSKI	MAP/0013/PMBE20	
NAZWA RYSUNKU	Schemat główny zasilania		
DATA	19.02.2026	SKALA	----
	NR RYS.	02-A	REWIZJA
			1/2026

INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA DACHOWA WSCHÓD-ZACHÓD



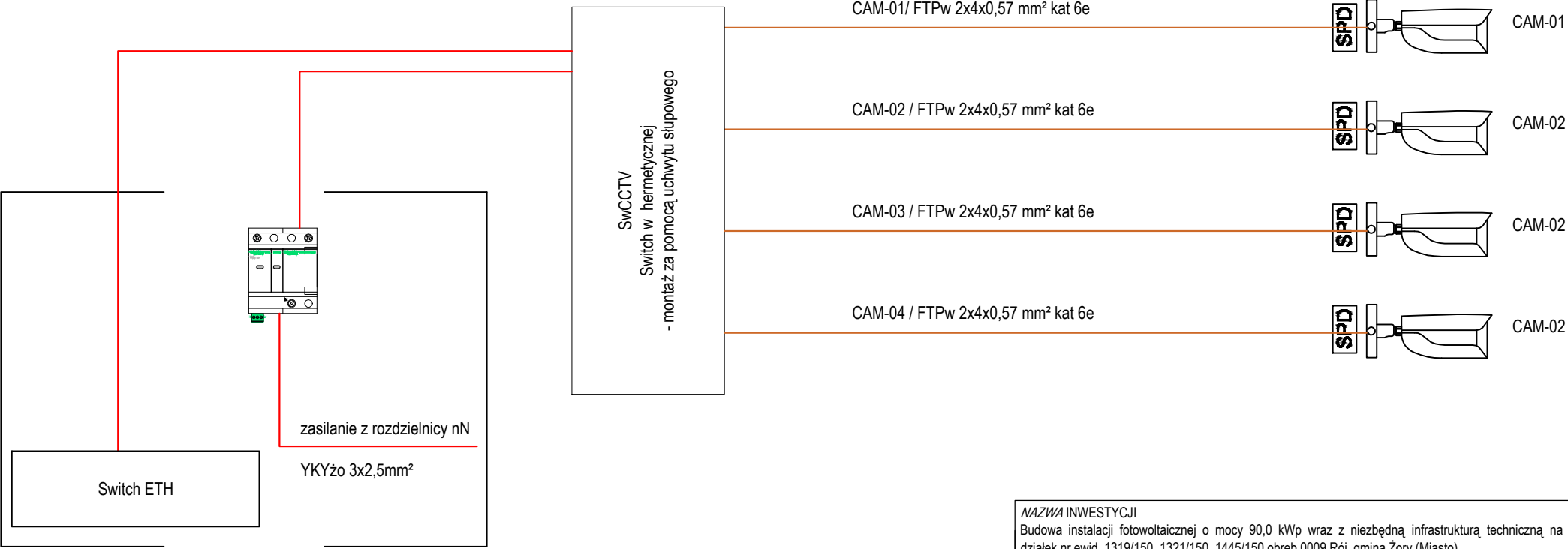
Moduł fotowoltaiczny: JKM500N-60HL4-V
Ilość modułów PV: 180 szt.
Moc jednostk. modułu PV: 500 Wp
Moc instalacji: 90 000 Wp
Falowniki: SUN2000-50KTL
SUN2000-40KTL
Optymalizatory: 130 szt.
Ilość falowników: 2 szt.
Łańcuchy (stringi): FALOWNIK1 50 kW
Optymalizatory 80 szt. SUN2000 600W-P
MPPT 1 - String 1 - 20 szt. mod. PV (10 000 W)
MPPT 2 - String 2 - 20 szt. mod. PV (10 000 W)
MPPT 3 - String 3 - 20 szt. mod. PV (10 000 W)
MPPT 4 - String 4 - 20 szt. mod. PV (10 000 W)
FALOWNIK1 40 kW
Optymalizatory 50 szt. MERC-1100W-P
MPPT 1 - String 1 - 24 szt. mod. PV (12 000 W)
MPPT 2 - String 2 - 24 szt. mod. PV (12 000 W)
MPPT 3 - String 3 - 26 szt. mod. PV (13 000 W)
MPPT 4 - String 4 - 26 szt. mod. PV (13 000 W)

INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA GRUNTOWA



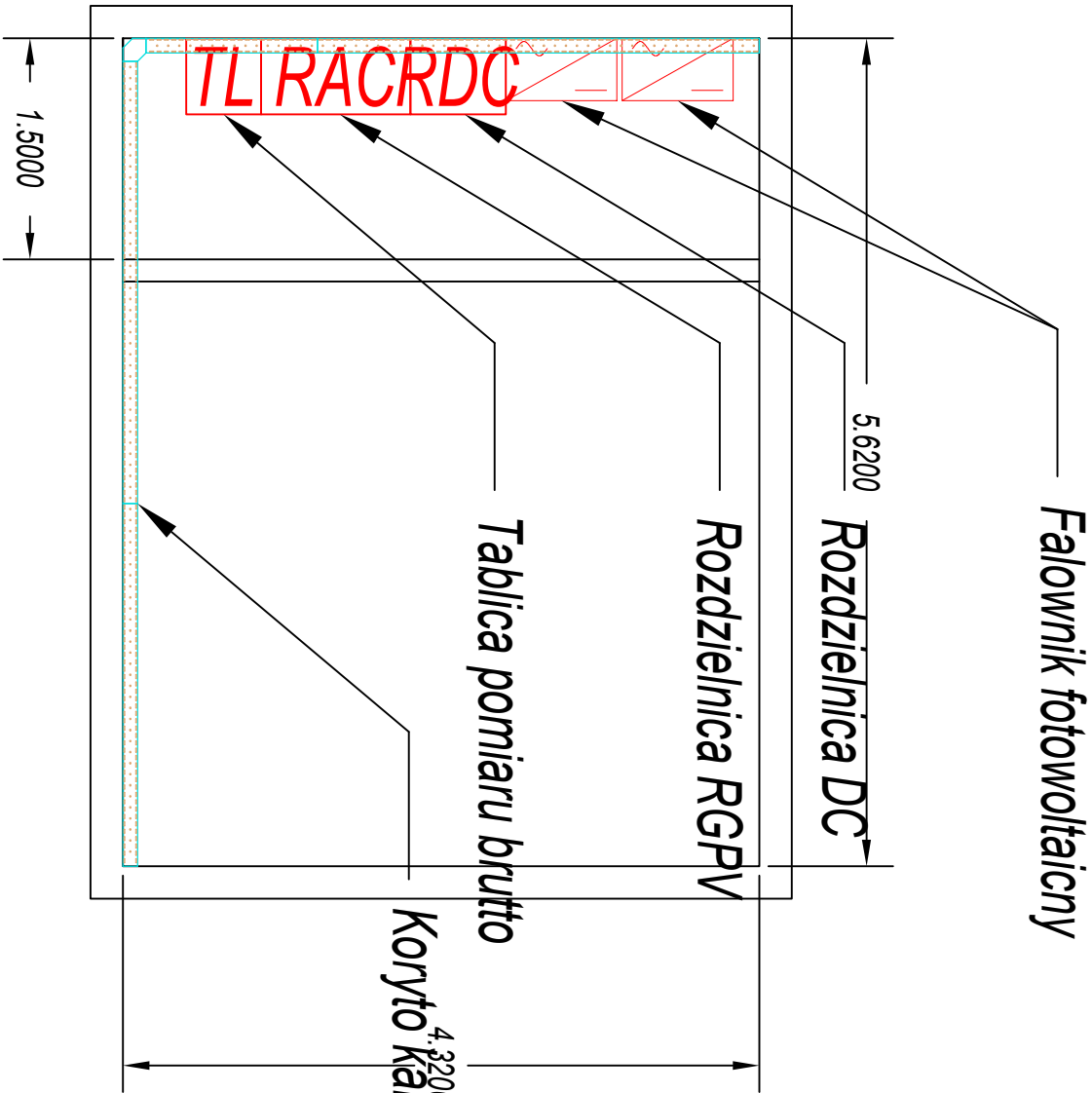
- Objaśnienia:
- 1.1.1 - falownik nr 1, obwód (string) nr 1 danego MPPT, moduł nr 1 na danym stringu
 - 1.2.1 - falownik nr 1, obwód (string) nr 2 danego MPPT, moduł nr 1 na danym stringu
 - 1.3.1 - falownik nr 1, obwód (string) nr 3 danego MPPT, moduł nr 1 na danym stringu
 - 1.4.1 - falownik nr 1, obwód (string) nr 4 danego MPPT, moduł nr 1 na danym stringu
 - 2.1.1 - falownik nr 2, obwód (string) nr 1 danego MPPT, moduł nr 1 na danym stringu
 - 2.2.1 - falownik nr 2, obwód (string) nr 2 danego MPPT, moduł nr 1 na danym stringu
 - 2.3.1 - falownik nr 2, obwód (string) nr 3 danego MPPT, moduł nr 1 na danym stringu
 - 2.4.1 - falownik nr 2, obwód (string) nr 4 danego MPPT, moduł nr 1 na danym stringu

NAZWA INWESTYCJI Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 90,0 kWp wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną na części działek nr ewid. 1319/150, 1321/150, 1445/150 obręb 0009 Rój, gmina Żory (Miasto)			
LOKALIZACJA	dz. nr ewid. 1319/150, 1321/150, 1445/150 obręb 0009 Rój, gmina Żory (Miasto)		
INWESTOR	PRZEDSIĘBIORSTWO WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI ŻORY SP. Z O.O. ul. Wodociągowa 10, 44-240 Żory		
NAZWA RYSUNKU	Plan zagospodarowania terenu		
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 19.02.2026	NR ZAŁĄCZNIKA 03

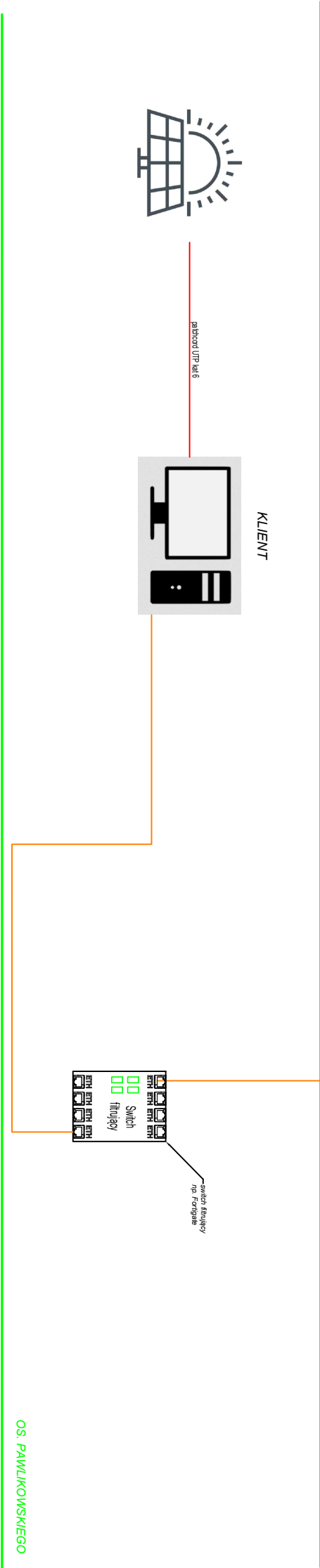
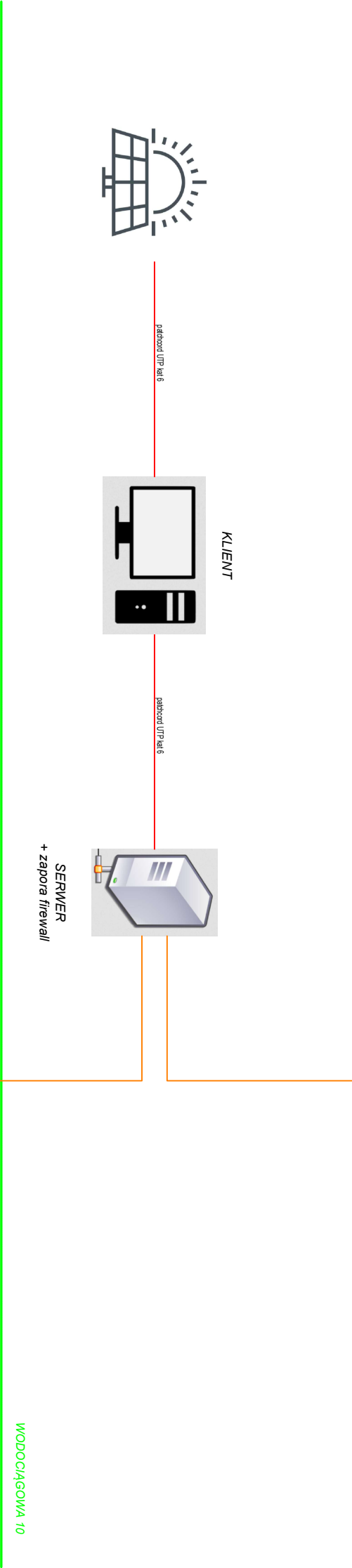
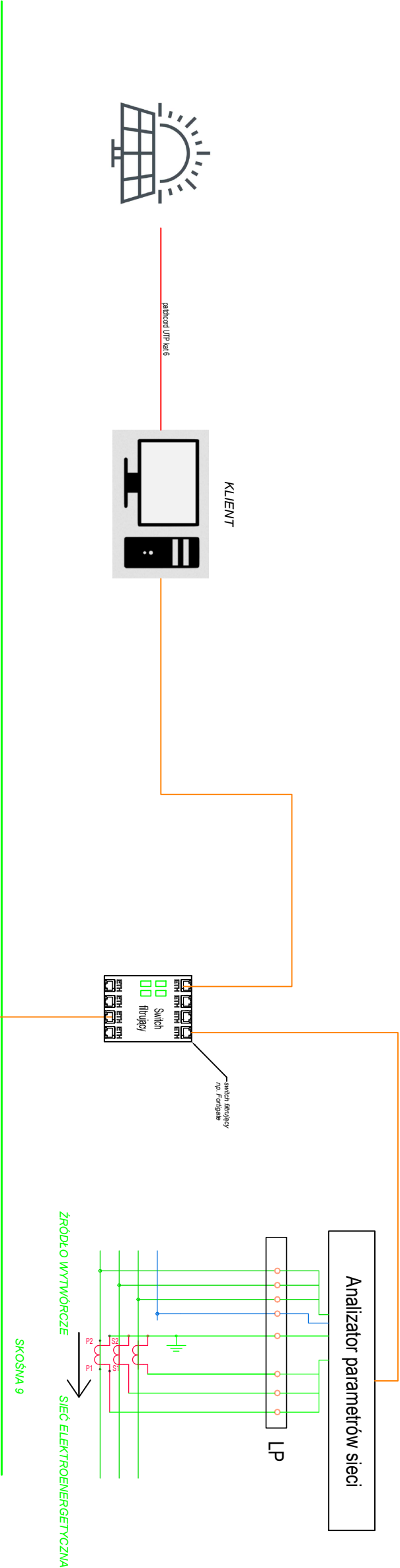


SPD - Ogranicznik przepięć do ochrony sieci LAN

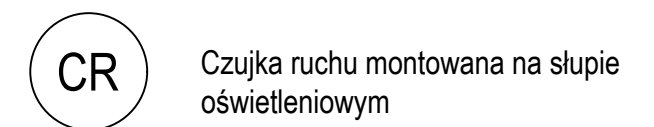
NAZWA INWESTYCJI Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 90,0 kWp wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną na części działek nr ewid. 1319/150, 1321/150, 1445/150 obręb 0009 Rój, gmina Żory (Miasto)			
LOKALIZACJA	dz. nr ewid. 1319/150, 1321/150, 1445/150 obręb 0009 Rój, gmina Żory (Miasto)		
INWESTOR	PRZEDSIĘBIORSTWO WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI ŻORY SP. Z O.O. ul. Wodociągowa 10, 44-240 Żory		
NAZWA RYSUNKU	Schemat monitoringu		
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 19.02.2026	NR ZAŁĄCZNIKA 04

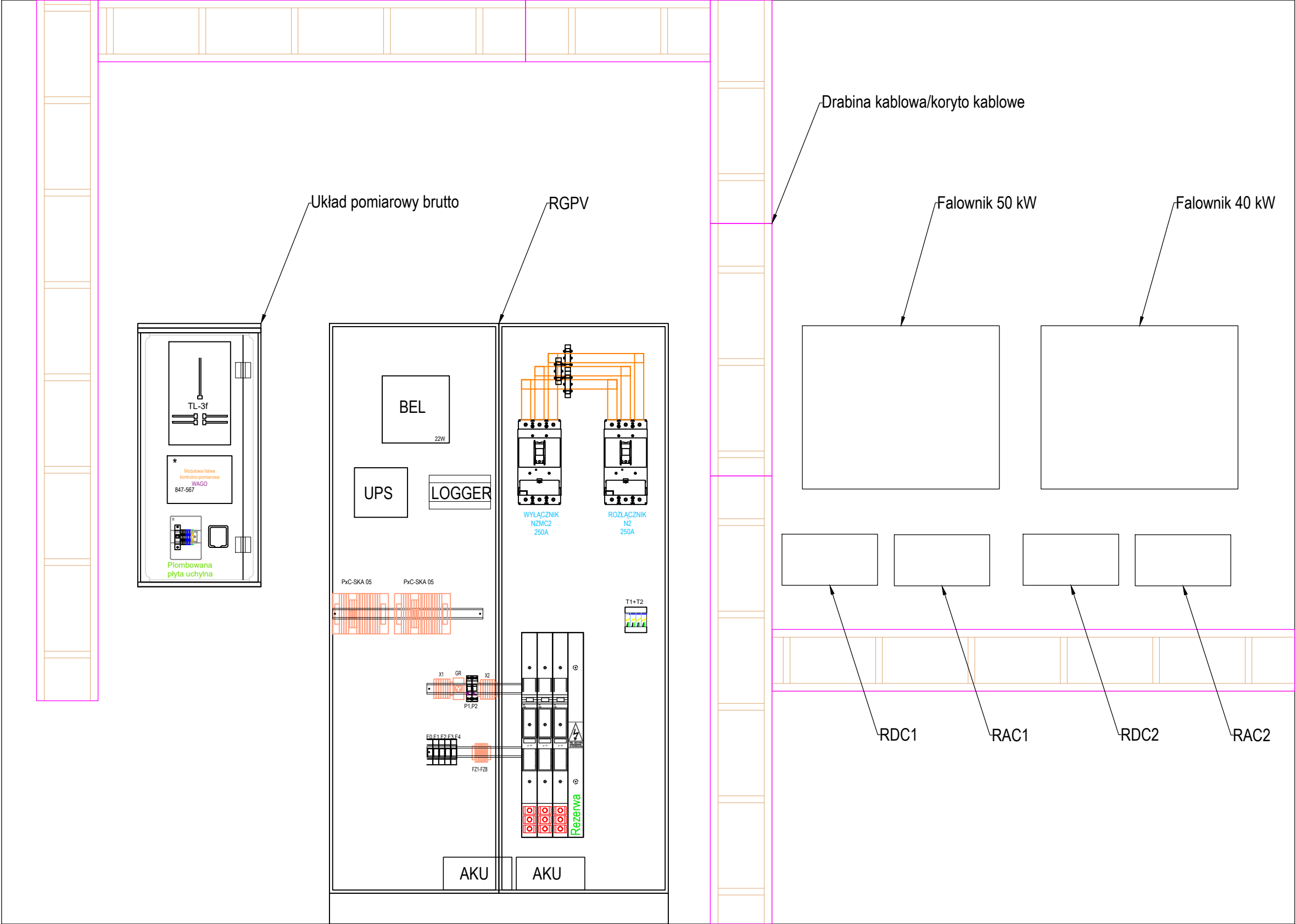


NAZWA INWESTYCJI Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 90,0 kWp wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną na części działek nr ewid. 1319/150, 1321/150, 1445/150 obręb 0009 Rój, gmina Żory (Miasto)			
LOKALIZACJA	dz. nr ewid. 1319/150, 1321/150, 1445/150 obręb 0009 Rój, gmina Żory (Miasto)		
INWESTOR	PRZEDSIĘBIORSTWO WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI ŻORY SP. Z O.O. ul. Młodzieżowa 10, 44-240 Żory		
NAZWA RYSUNKU	Rozmieszczenie urządzeń w pomieszczeniu technicznym		
FUNKCJA	PROJEKTANT	NR UPRAWNIENI	PODPIS
Projektant Główny	mgr inż. Mariusz Kowalski	MAP/0013/PWBE/20 spec. elektryczna	
Opracowujący	mgr inż. Piotr Mętelowski	OZE-W/12000025/24	
SKALA	-	DATA 19.02.2026	NR ZAJĄCZNIKA 06



NAZWA INWESTYCJI			
Instalacja fotowoltaiczna wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną o mocy 90 kWp zlokalizowana na dachu budynku oraz gruncie. Stacji Uzdatniania Wody PWiK w Żorach.			
OBIEKT	ul. Skośna 9, 44-240 Żory		
INWESTOR	PRZEDSIĘBIORSTWO WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI ŻORY SP. Z O.O.		
NAZWA RYSUNKU	Rzut budynku	NR UPRAWNIEN	PODPIS
FUNKCJA	PROJEKTANT		
Projektant Główny	mgr inż. Mariusz Kowalski	MAP/0013/PWBE/20 spec. elektryczna	
Opracowujący	mgr inż. Piotr Mędzeliowski	OZE-W/12/000025/24	
SKALA	-	DATA 19.02.2026	NR ZAŁĄCZNIKA 07

NR ZAŁĄCZNIKA 08



/NAZWA INWESTYCJI Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 90,0 kWp wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną na części działek nr ewid. 1319/150, 1321/150, 1445/150 obręb 0009 Rój, gmina Żory (Miasto)			
LOKALIZACJA	dz. nr ewid. 1319/150, 1321/150, 1445/150 obręb 0009 Rój, gmina Żory (Miasto)		
INWESTOR	PRZEDSIĘBIORSTWO WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI ŻORY SP. Z O.O. ul. Wodociągowa 10, 44-240 Żory		
NAZWA RYSUNKU	Rozmieszczenie urządzeń		
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 19.02.2026	NR ZAŁĄCZNIKA 09

EKSPERTYZA KONSTRUKCYJNA

DOTYCZĄCA:

MOŻLIWOŚCI ZAMONTOWANIA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ PV NA
DACHU BUDYNKU TECHNICZNEGO STACJI UZDATNIANIA WODY
PWIK NA UL. SKOŚNEJ 9, M. ŻORY



PROJEKTANT:

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

Październik 2025

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.

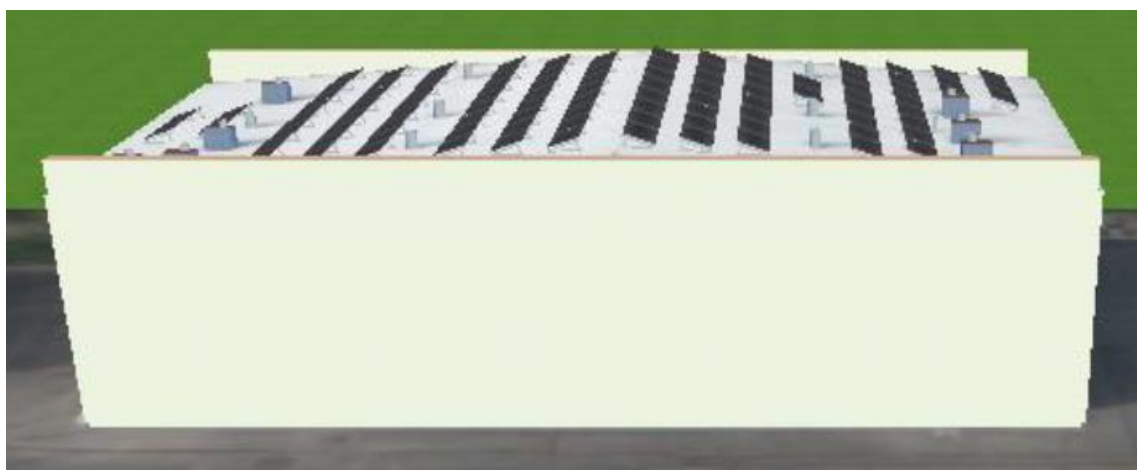
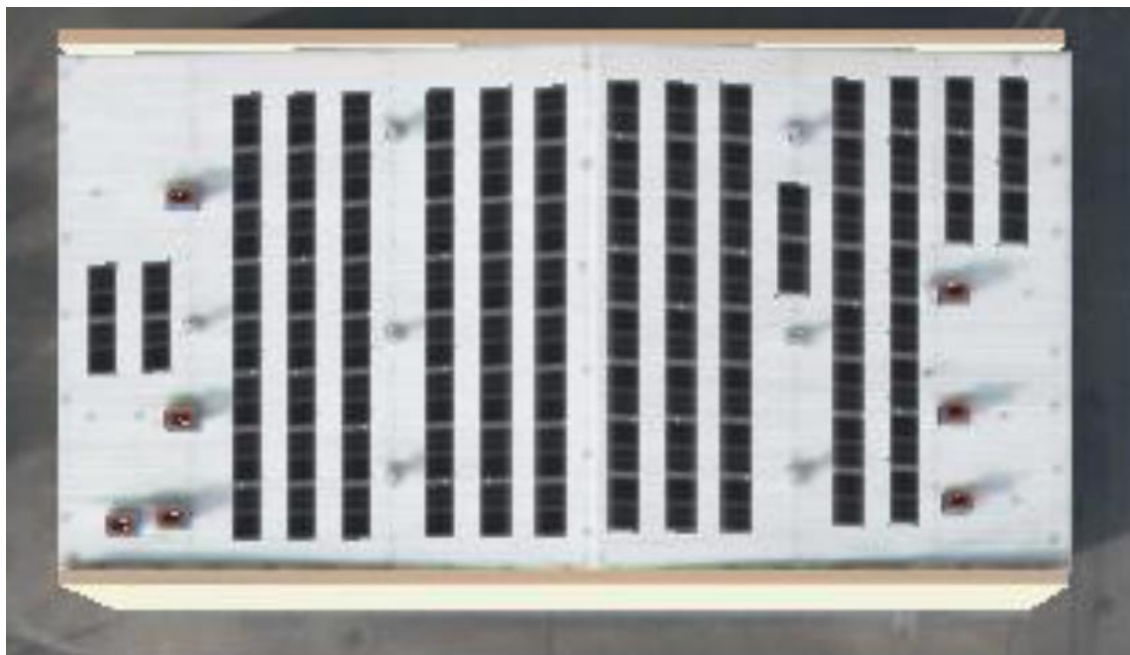
PN 81/B 03020 Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia i projektowanie.

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 Stacji Uzdatniania Wody PWiK na ul. Skośnej 9 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 murowanej z dachem o konstrukcji stalowej i posadowiony bezpośrednio. Ściany nośne kondygnacji nadziemnych murowane z cegły i pustaków, fundamenty żelbetowe monolityczne. Dach o konstrukcji stalowej, belki główne z dwuteowników gorącowalcowanych, na nich wsparte płatwie o przekroju C, spawane do głównej konstrukcji. Pokrycie dachowe niestandardowe, rozwiązanie jest odpowiedzią na przecieki. Pokrycie wykonane jest z płyt warstwowych, na które została przykręcona blacha trapezowa.

Kondygnacja parteru użytkowana jest technicznie – na potrzeby Stacji uzdatniania wody MPWiK w Żorach. Cały budynek oraz konstrukcja dachu wraz z pokryciem, w dobrym stanie technicznym, z nowym pokryciem z blachy trapezowej.

Zdjęcia przedstawiające stan istniejący:



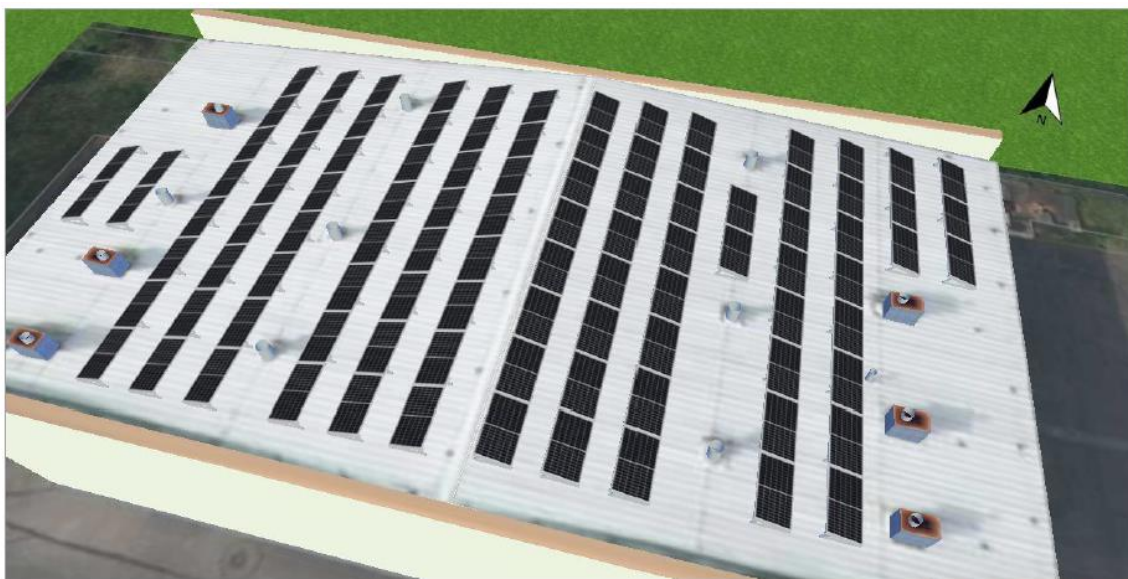


Ogólny stan techniczny konstrukcji dachu budynku uznaje się, jako dobry. Podczas wizji lokalnej nie stwierdzono ponadnormatywnych ugięć konstrukcji ani oznak nieprawidłowej jej pracy. Nie stwierdzono również oznak przecieków. Pokrycie dachu względnie nowe, ułożone na warstwach istniejących, w dobrym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

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, zakłada on inwazyjny montaż instalacji fotowoltaicznej na mostkach trapezowych do pokrycia z blachy:



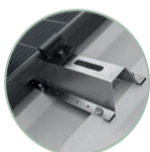
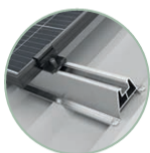
Widok instalacji fotowoltaicznej

4.2 Schemat montażu Paneli fotowoltaicznych i rodzaj konstrukcji wsporczej.

Z uwagi na lekką stalową konstrukcję dachu i możliwość zamontowania paneli bezpośrednio do pokrycia z blachy trapezowej, na obiekcie proponuje się zastosowanie konstrukcji wsporczej dla Paneli fotowoltaicznych opartej na mostkach trapezowych.

Opis proponowanego systemu

System bazuje na tzw. Mostkach trapezowych, specjalnych szynach przykręcanych do blachy trapezowej i stanowiących zamocowanie dla głównych szyn/uchwytów mocujących panele fotowoltaiczne. Konstrukcja jest typowym rozwiązaniem przy montażu do dachów z pokryciem z blachy. Konstrukcja jest dostępna u większości producentów konstrukcji wsporczych. Rekomenduje się użycie konstrukcji wsporczej firmy CORAB typ. T-02 lub T-04.

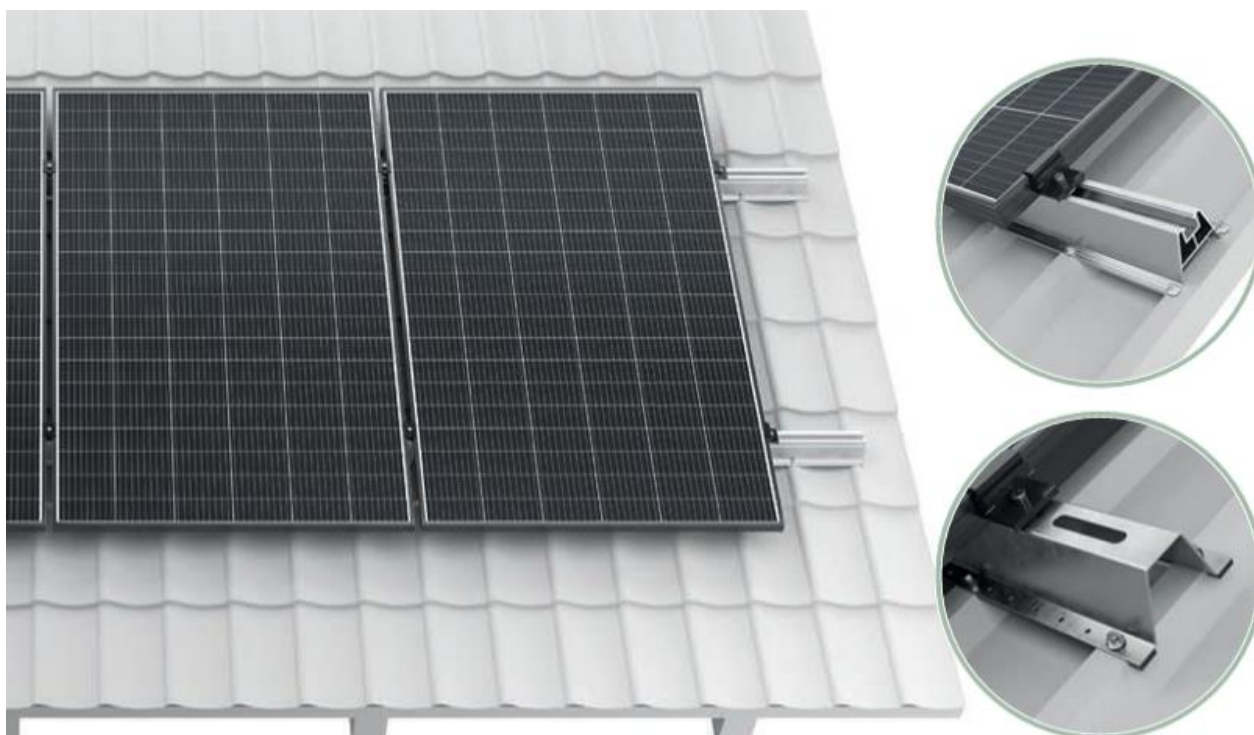


Nazwa systemu	Poszycie dachowe	Materiał	Szyna	Corab One Box
T-02	blacha trapezowa	Konstrukcja: aluminium Klemy: aluminium Elementy łączące: stal nierdzewna	SMT-60	tak
T-04	blacha trapezowa	Konstrukcja: stal z powłoką antykorozyjną ZM Coating Klemy: aluminium Elementy łączące: stal nierdzewna	SMT-60	tak

Widok uchwytu w powiększeniu:



Widok dachu:



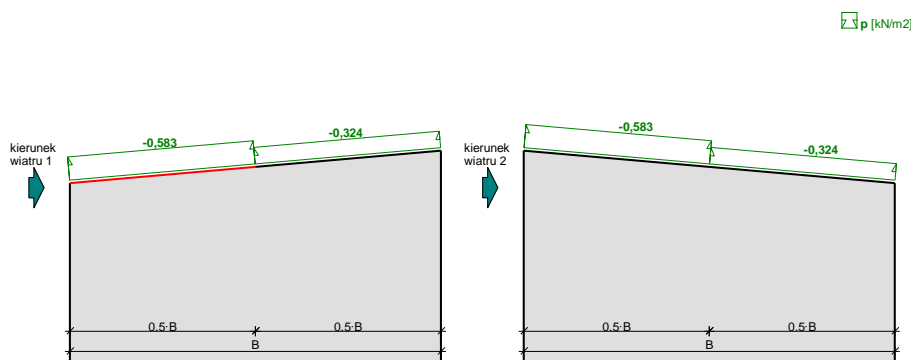
5. Analiza obliczeniowa możliwości dociążenia konstrukcji pokrycia dachowego

5.1 Zestawienie obciążeń stałych

l.p.	opis obciążenia	obc. char. kN/m ²	wsp.	obc. obl. kN/m ²
1	Blacha trapezowa wierzchniego krycia	0,10	1,35	0,135
2	Płyty warstwowe	0,20	1,35	0,27
suma		0,30		0,405

5.2 Zestawienie obciążeń zmiennych

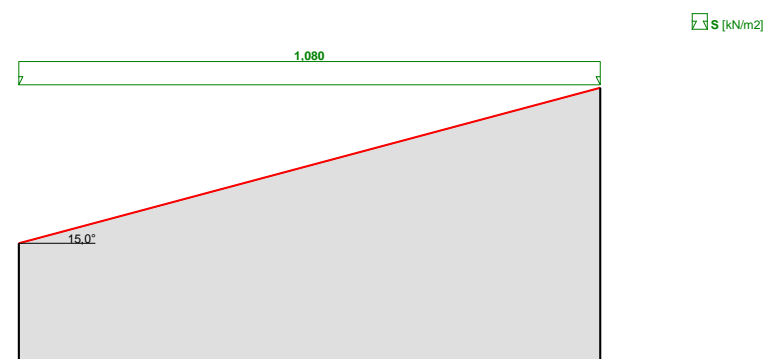
Obciążenie wiatrem wg PN-B-02011:1977/Az1 / Z1-2



Łość 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 połaci $\alpha = 5,0^\circ$ -
Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru:
 - strefa obciążenia wiatrem I; $H = 200 \text{ m n.p.m.}$ $q_k = 300 \text{ Pa}$ $q_k = 0,300 \text{ kN/m}^2$
 - Współczynnik ekspozycji:
rodzaj terenu: A; $z = H = 6,0 \text{ m}$ $C_e(z) = 0,5 + 0,05 \cdot 6,0 = 0,80$
 - Współczynnik działania porywów wiatru:
 $\psi = 1,80$
 - Współczynnik ciśnienia wewnętrznego: budynek zamknięty $C_w = 0$
 - Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:
 $C_z = -0,9$
 - Współczynnik aerodynamiczny C: $C = C_z - C_w = -0,9 - 0 = -0,9$
- Obciążenie charakterystyczne:
 $p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \psi = 0,300 \cdot 0,80 \cdot (-0,9) \cdot 1,80 = -0,389 \text{ kN/m}^2$ Obciążenie obliczeniowe:
 $p = p_k \cdot \psi_f = (-0,389) \cdot 1,5 = -0,583 \text{ kN/m}^2$

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



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

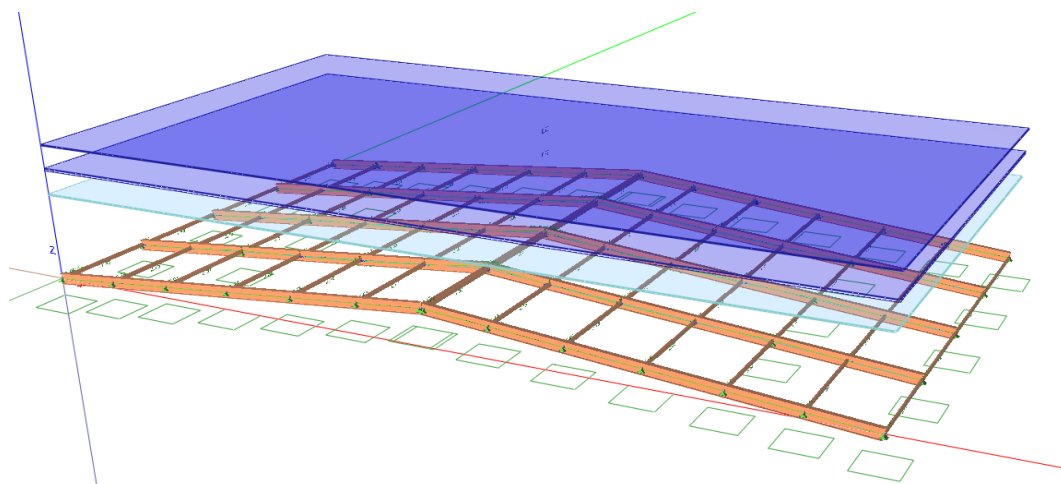
$$S = S_k \cdot \mu_f = 0,720 \cdot 1,5 = \mathbf{1,080 \text{ kN/m}^2}$$

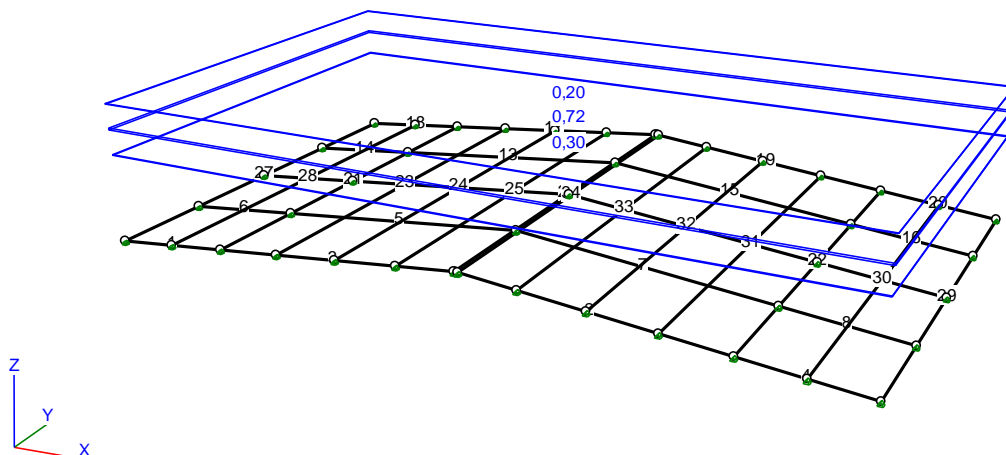
5.3 Zestawienie obciążeń od instalacji fotowoltaicznej

l.p.	opis obciążenia	obc. char. kN/m ²	wsp.	obc. obl. kN/m ²
1	binstalacja fotowoltaiczna	0,20	1,50	0,30
suma		0,20		0,30

5.4 Analiza obliczeniowa konstrukcji stalowej obiektu:

Przyjęto model obliczeniowy konstrukcji dachu:



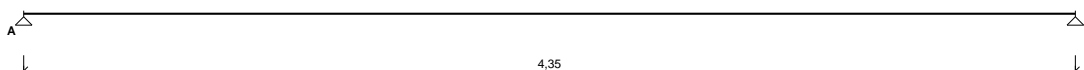


Obciążenia:

Nr Pręta	Rodzaj:	Wartości char.		Współczynniki		Orient. [deg]	Kier.: [deg]	Położenie		Nazwa:
		Pa:	Pb:	$\gamma_{G,sup}(\gamma_Q)$:	$\gamma_{G,inf}$:			xa:	xb:	
CW: Ciężar własny - Stałe $\gamma_{G,sup}=1,4$ $\gamma_{G,inf}=1$										
St: Stałe - Stałe										
	Powierzch.	0,30	0,30	1,35	1,00					Powierzchniowe
Z1: śnieg - Zmienne $\psi_0=1$ $\psi_1=1$ $\psi_2=1$										
	Powierzch.	0,72	0,72	1,50						Powierzchniowe
Z2: pv - Zmienne $\psi_0=1$ $\psi_1=1$ $\psi_2=1$										
	Powierzch.	0,20	0,20	1,50						Powierzchniowe

Sprawdzenie płatwi dachowej:

SCHEMAT BELKI



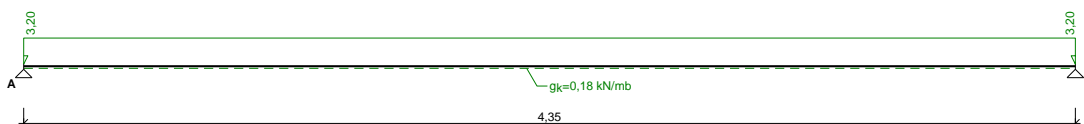
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,45$)

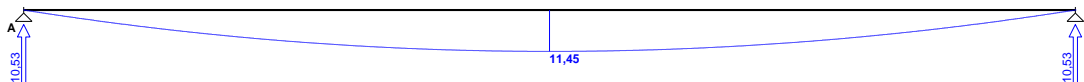
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające [kNm]:



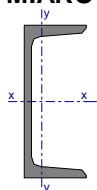
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwijczenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- ciągle stężenie pasa górnego, pas dolny swobodny;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **C 160**

$$A_v = 12,0 \text{ cm}^2, \quad m = 18,8 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 925 \text{ cm}^4, \quad J_y = 85,3 \text{ cm}^4, \quad J_{\omega} = 3370 \text{ cm}^6, \quad J_T = 7,70 \text{ cm}^4, \quad W_x = 116 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1

$$M_R = 18,70 \text{ kNm}$$

- ścinanie: klasa przekroju 1

$$V_R = 149,64 \text{ kN}$$

Nośność na zginanie

Przekrój z = 2,17 m

Współczynnik zwijczenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 11,45 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,612 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 4,35 m

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = -10,53 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,070 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = (-)10,53 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 44,89 \text{ kN} \rightarrow$ warunek niemiarodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 2,17 m

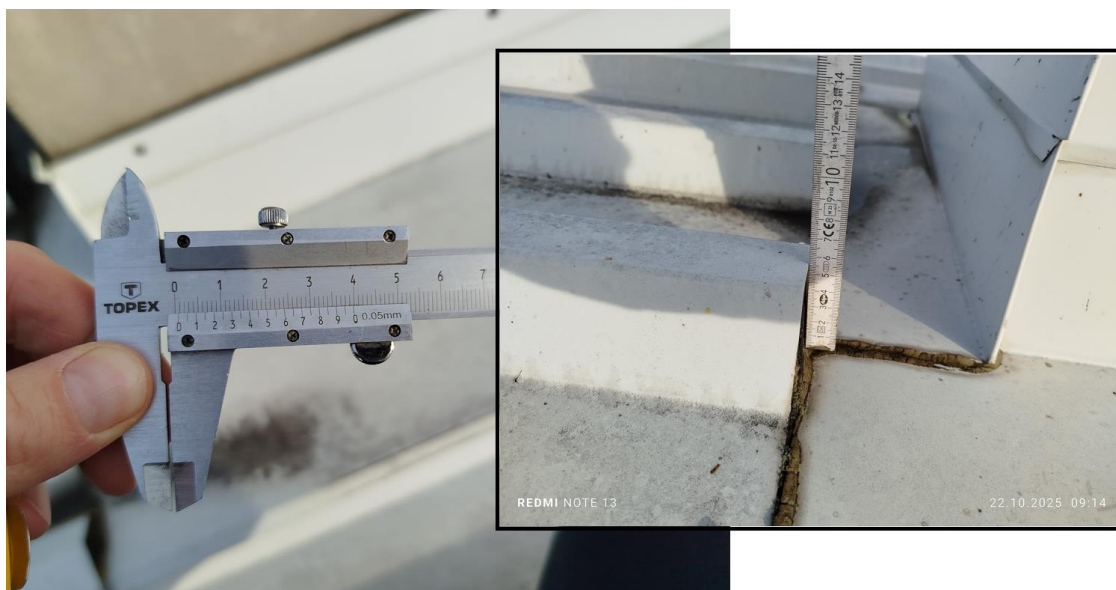
Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 8,32 \text{ mm}$



Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 4350 / 350 = 12,43 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 8,32 \text{ mm} < f_{gr} = 12,43 \text{ mm} \quad (67,0\%)$$

Sprawdzenie Blachy trapezowej:

Blacha trapezowa T60 gr. 0,8mm w układzie minimum 3 przęsłowym.



	15.12.25 23:22 ver. 7.5.5
Dane wejściowe: Rozpiętość przęsła: 2600 mm Obciążenie obliczeniowe: 4,68 kN/m ² Obciążenie charakterystyczne: 3,20 kN/m ² Układ blachy: POZYTYW Kryterium ugięcia: L/150 Szerokość podpory wewnętrznej: 100 mm Profil: T60P S320 t = 0,80 Do zadanych obciążeń dodano ciężar własny blachy ze współczynnikiem $\gamma=1,35$	
	
Wyniki (trzy przęsła): Wykorzystanie nośności - warunek wytrzymałości 85,33% Wykorzystanie nośności - warunek ugięcia 58,56%	
Obliczenia zgodne z PN-EN 1993-1-3: Sierpień 2008 & prPN-1993-1-3:2022	

6. Wnioski i zalecenia końcowe

Na podstawie analizy technicznej oraz przeprowadzonej wizji lokalnej stwierdza się, że stan techniczny dachu i całego budynku Stacji Uzdatniania Wody przy ul. Skośnej 9 w Żorach jest dobry, a jego elementy konstrukcyjne mogą być wykorzystane do montażu instalacji fotowoltaicznej. Montując instalację fotowoltaiczną należy, zastosować konstrukcje wsporczą inwazyjną, przykręcaną do pokrycia dachowego z blachy trapezowej.

Z uwagi, że wykonane pokrycie dachu z blachy trapezowej jest rozwiązaniem w ocenie autora awaryjnego doszczelnienia płyt warstwowych przed przeciekaniem i może być mocowane na obiekcie tylko do tych płyt warstwowych należy przed montażem instalacji fotowoltaicznej wytrasować na połaci dachowej płatwie (najlepiej przenieść geodezyjnie widoczne z dołu na górę) i dokręcić dodatkowymi wkrętami blachę do płatwi stalowych.

Montaż dachowej instalacji fotowoltaicznej na analizowanym budynku jest bezpieczny dla jego użytkowników i nie wpława niekorzystnie na statykę obiektu.

Opracował:

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

7. Dokumenty formalno – prawne

Decyzja o nadaniu uprawnień budowlanych



ŚWIĘTOKRZYSKA
OKRĘGOWA
IZBA
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

**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

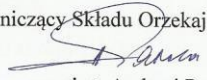
W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a., odstępuje się od uzasadnienia decyzji.

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

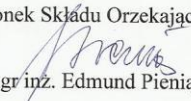
Przewodniczący Składu Orzekającego


mgr inż. Andrzej Pawelec

Członek Składu Orzekającego


dr inż. Stefan Szalkowski

Członek Składu Orzekającego


mgr inż. Edmund Pieniążek

Otrzymują:

1. Pan Łukasz Zbigniew 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

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.





GEOLOGIA – GEOFIZYKA – GEOTECHNIKA – HYDROGEOLOGIA

ul. Jana Pawła II 29, 34-103 Witanowice, www.geoseis.pl

OPINIA GEOTECHNICZNA		
ZAKRES OPRACOWANIA:	ustalenie warunków gruntowo-wodnych	
	ustalenie warunków posadowienia	
	parametry oraz obliczenia geotechniczne	
OBIEKT:	Budowa instalacji fotowoltaicznej na działce nr ew. 1445/150 obręb 0009 Rój	
WOJEWÓDZTWO: ŚLĄSKIE	POWIAT: ŻORY	GMINA: ŻORY

Inwestor

Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Żory Sp. z o.o.

Opracował:

mgr inż. Piotr Kokoszka
upr. geol. IX-0356

Podpis:

mgr inż. Paweł Targosz
upr. geol. VI-0407

Data:

02.12.2025 r

Witanowice – grudzień 2025

SPIS TREŚCI

1.	WSTĘP	2
2.	AKTY PRAWNE I LITERATURA	2
3.	CEL I ZAKRES OPRACOWANIA	2
3.1	Prace geodezyjne	2
3.2	Badania terenowe	2
3.3	Badania makroskopowe prób gruntowych	2
3.4	Prace kameralne	3
4.	POŁOŻENIE I RZEŻBA TERENU	3
5.	BUDOWA GEOLOGICZNA	4
6.	WARUNKI HYDROLOGICZNE	5
7.	CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH	5
8.	WNIOSKI	6

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW GRAFICZNYCH

1.	Mapa dokumentacyjna	Tablica 1
2.	Profile otworów badawczych	Tablica 2-4
3.	Przekrój geotechniczny	Tablica 5

1. WSTĘP

Niniejsze opracowanie wykonane w celu ustalenia warunków gruntowo-wodnych podłoża terenu wraz z ustaleniem geotechnicznych warunków prawidłowego zaprojektowania planowanej inwestycji budowlanej w postaci budowy instalacji fotowoltaicznej na działce nr ew. 1445/150 obręb 0009 Rój.

2. AKTY PRAWNE I LITERATURA

Dokumentacji została wykonana w oparciu o następujące akty prawne:

- ✓ Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012, poz.463).
- ✓ Normy PN-EN 1997-1: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne — Część 1: Zasady ogólne i PN-EN 1997-2: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- ✓ Norma PN-B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie
- ✓ Norma PN-B-04452 Geotechnika. Badania polowe.

Do sporządzenia dokumentacji wykorzystano również:

- ✓ Wiłun Z.: Zarys geotechniki. Warszawa 1976, 2013
- ✓ Pazdro Z., Kozerski B., Hydrogeologia ogólna, Warszawa, 1990
- ✓ Solon i in., Regionalizacja fizycznogeograficzna, 2018

3. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Opinia geotechniczna ma na celu szczegółowe rozpoznanie, ustalenie i określenie własności fizyczno-mechanicznych podłoża gruntowego oraz ocenę warunków gruntowo-wodnych dla potrzeb prawidłowego zaprojektowania planowanej inwestycji budowlanej.

Prace po uwzględnieniu zakresu zamierzenia inwestycyjnego obejmowały:

- ✓ wykonanie 3 otworów badawczych,
- ✓ prowadzenie makroskopowe określanie rodzaju i stanu gruntu,
- ✓ opracowanie przekrojów geotechnicznych
- ✓ wnioski i zalecenia

3.1 Prace geodezyjne

Otworki badawcze w terenie wytyczono w dowiązaniu do granic działki. Lokalizację otworów naniesiono na mapę dokumentacyjną (Zał. nr 1) w skali 1:500 dostarczoną przez inwestora. Za rzędne wysokości otworów badawczych przyjęto rzędne terenu odczytane z mapy do celów projektowych.

3.2 Badania terenowe

W dniu 28.11.2025 r. w ramach prac terenowych, poprzedzonych wizją terenu, w uzgodnieniu ze Zleceniodawcą i zgodnie z PN-74/B-04452 wykonano 3 otworki badawcze nierurowane, mało średnicowe, Ø 60-40 mm o głębokości 3.0 m p.p.t. każdy. Łącznie przewiercono 9.0 m gleby, gruntów nasypowych oraz rodzimych gruntów spoistych i niespoistych. Wiercenia wykonano przy pomocy zestawów ręcznych, metodą udarową z zastosowaniem próbników okienkowych (RKS) wpędzanych młotem udarowym Wacker BH55.

3.3 Badania makroskopowe prób gruntowych

W trakcie prac terenowych prowadzono szczegółową analizę makroskopową gruntów z każdego marszu próbника, po każdej zmianie warstwy, lub przy maksymalnym interwale co 0.5 m, oraz obserwacje występowania zwierciadła wody gruntowej (zgodnie z pkt 6.1 PN/B-04452). Pobrano również kontrolne próby o naturalnej wilgotności (NW) z gruntów spoistych i naturalnym uziarnieniu (NU) z gruntów nie

spoistych. Po zakończeniu wierceń, otwory badawcze zlikwidowano przez zasypanie urobkiem starając się zachować sekwencję profilu geologicznego.

Lokalizację oraz profile litologiczne wykonanych otworów badawczych przedstawiono w formie graficznej (Zał. nr 1 i 2).

3.4 Prace kameralne

Prace kameralne, związane z opracowaniem dokumentacji obejmowały:

- ✓ analizę i ocenę wyników badań polowych i materiałów archiwalnych,
- ✓ rozpoznanie przestrzenne układu warstw geologicznych podłoża,
- ✓ opracowanie graficzne tych wyników w formie mapy, legendy i objaśnień,
- ✓ ustalenie wartości wiodących parametrów geotechnicznych wydzielonych warstw metodą B wg normy PN-81/B-03020,
- ✓ opracowanie tekstu dokumentacji z oceną warunków geotechnicznych, wnioskami i zaleceniami.

4. POŁOŻENIE I RZĘB TERENU

Teren badań położony jest w środkowo południowej części województwa śląskiego. w obrębie miasta na prawach powiatu – Żory (Rys.1).

Zgodnie z podziałem Polski na jednostki fizycznogeograficzne (Regionalizacja fizycznogeograficzna wg Solon i in. 2018), teren badań zlokalizowany jest na Wyżynie Śląsko-Krakowskiej, w obrębie mezoregionu Płaskowyż Rybnicki (341.15).

Obszar działki objętej inwestycją zlokalizowany jest w terenie wykazującym charakter pagórkowaty z rzędnymi w zakresie 270 – 275m n.p.m.

Hydrologicznie omawiany obszar położony jest w pobliżu cieków bez nazwy zasilających rzekę Rudą należącą do zlewni Odry.



- teren prac geotechnicznych

Rys. 1. Lokalizacja terenu badań geotechnicznych na tle mapy topograficznej.

5. BUDOWA GEOLOGICZNA

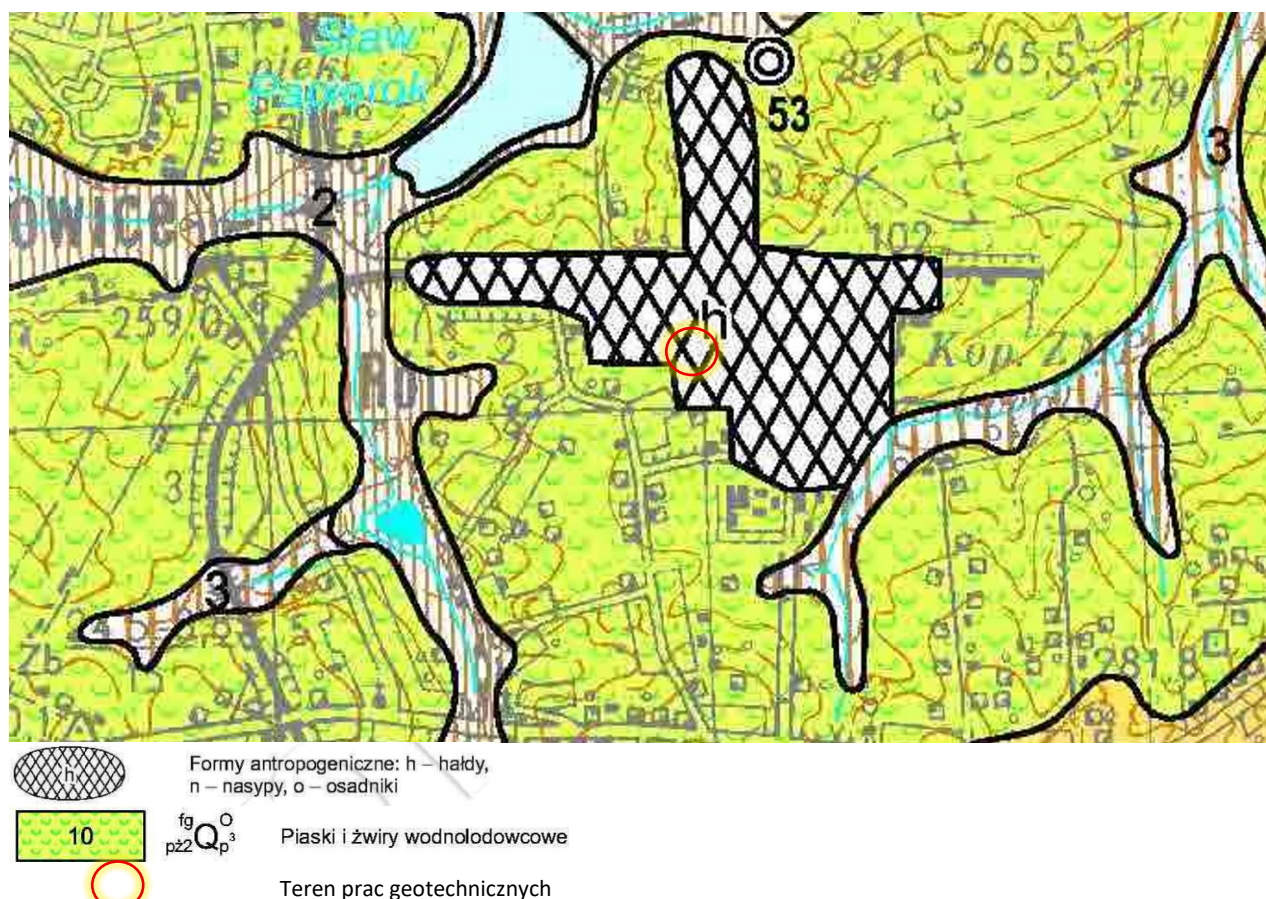
Rejon badań znajduje się w południowo-zachodniej części niecki górnośląskiej wypełnionej osadami węglonośnymi. W budowie geologicznej terenu biorą udział utwory karbonu, trzeciorzędu i czwartorzędu rozpoznane okolicznymi otworami badawczymi, poszukiwawczymi (za węglem) i studziennymi. W niecce oprócz górnego karbonu występują skały osadowe dewonu i dolnego karbonu (znane z wierceń). Pod serią osadową niecki górnośląskiej (dewon, karbon) znajdują się skały krystaliczne masywu górnośląskiego. Krystalinik górnośląski, zwany także blokiem górnośląskim lub cieszyńskim, jest utworzony głównie ze skał metamorficznych (łupki krystaliczne, gnejsy).

Mięszość utworów trzeciorzędowych w rejonie Żor oscyluje od kilkudziesięciu do kilkuset metrów. Miejscami występuje w nich także gips, siarka i sól kamienna.

Większość otaczającego terenu pokryta jest utworami czwartorzędowymi reprezentowanymi przez osady holocenu oraz utwory plejstocenu związane z dwukrotnym zlodowaceniem (środkowopolskim i krakowskim) czego efektem jest powstanie warstw utworów w postaci glin zapiaszczonych i pylastych oraz różnoziarnistych piasków, miejscami ze żwirem. Utwory czwartorzędu charakteryzują się dużą zmiennością tak mięszości, jak i wykształcenia litologicznego. Zmienna mięszość czwartorzędu spowodowana jest istnieniem dolin i rynien erozyjnych, gdzie osady czwartorzędowe są stosunkowo grube oraz wyniesień trzeciorzędowych warstw miocenu znacznie redukujących mięszość czwartorzędu. Osady plejstocenyjskie w okolicach Żor występują jako fluwioglacjalne serie piaszczyste (piaski, pospółki, żwiry) rozdzielone miejscami osadami lodowcowymi w postaci glin zwałowych (gliny piaszczyste, piaski gliniaste), utwory akumulacji rzecznej tworzące rozległe, piaszczyste stożki napływowe i terasy z laminami mułków, torfów i lokalnie żwirów oraz osady lessu i piaski eoliczne.

W rejonie prowadzonych prac pod warstwą gruntów antropogenicznych udokumentowano wodnolodowcowe i glacialne utwory rodzime reprezentowane przez piaski i gliny.

W bezpośrednim otoczeniu obszaru badań nie zaobserwowano niekorzystnych procesów geodynamicznych.



Rys. 2. Lokalizacja terenu badań geotechnicznych na tle mapy geologicznej.

(Szczegółowa mapa geologiczna 1:50 000, arkusz 968- Rybnik. Z. Sarnecka – 1956r / J. Haisig – 2016r)

6. WARUNKI HYDROLOGICZNE

Na badanym obszarze stwierdzono grunty o zmiennej przepuszczalności od przepuszczalnych (piaski z domieszką gruzu ceglanego i żużlu) oraz słabo przepuszczalne (gliny, piaski gliniaste z domieszką żużli i gruzu ceglastego). W trakcie badań nie stwierdzono obecności wód podziemnych.

Wody pochodzenia atmosferycznego spływają po powierzchni gruntu zgodnie z kierunkiem nachylenia terenu do lokalnych cieków, z możliwością infiltracji w podłoże gruntowe.

7. CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH

Klasyfikację i charakterystykę gruntów podłoża opracowano na podstawie prac terenowych (wiercenia, badania makroskopowe) oraz analiz i obliczeń zgodnie z *Polskimi Normami PN-EN 1997-1: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne — Część 1: Zasady ogólne* i *PN-EN 1997-2: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne — Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego*. wydzielono trzy podstawowe kompleksy warstw geotechnicznych.

Grunty nasypowe

WARSTWA In – Nasypy niekontrolowane nN(G+żł+ok/II) o barwie brązowej do popielatej, zbudowany głównie z gliny ze zmienną domieszką żużlu i odpadów komunalnych, a także pył. Grunt wilgotny, o zmiennej przepuszczalności, spoisty, wykazujący znamiona częściowej konsolidacji. Według PN-68/B-06050 grunty te należą do II/III kategorii urabialności.

Grunty spoiste nieskonsolidowane mineralne typu C

WARSTWA IIa – Gлина piaszczysta (Gp) o barwie brązowej. Grunt wilgotny, słabo przepuszczalny do pół przepuszczalny, spoisty, w stanie twardo plastycznym, charakteryzujący się zastępczym stopniem plastyczności $I_L=0.19$. Warstwa nośna, korzystna geotechnicznie, wysadzinowa. Według PN-68/B-06050 grunty te należą do II/III kategorii urabialności.

WARSTWA IIb – Gлина pylasta (Gπ) o barwie brązowej. Grunt wilgotny, słabo przepuszczalny do pół przepuszczalny, spoisty, w stanie plastycznym, charakteryzujący się zastępczym stopniem plastyczności $I_L=0.29$. Warstwa średnio nośna, o przeciętnych właściwościach geotechnicznych, wysadzinowa. Według PN-68/B-06050 grunty te należą do II/III kategorii urabialności.

Grunty drobnoziarniste niespoiste (sypkie)

WARSTWA III – Piasek średni (Ps) lokalnie lekko zagliniony (+G) lub przewarstwiony gliną piaszczystą (||Gp), a także piasek gruby (Pr) o barwie jasno brązowej, brązowej do brązowo pomarańczowej. Grunt wilgotny, przepuszczalny do dobrze przepuszczalny, niespoisty, w stanie średnio zagęszczonym, charakteryzuje się zastępczym stopniem zagęszczenia I_p 0.45. Warstwa nośna, niewysadzinowa. Według PN-68/B-06050 grunty te należą do III kategorii urabialności.

OBJAŚNIENIA GEOLOGICZNE		PARAMETRY GEOTECHNICZNE									
STRATYGRAFIA	OPIS LITOLOGICZNO GENETYCZNY	WARSTWA GEOTECHNICZNA	SYMBOL GRUNTU	STAN GRUNTU	Stopień plastyczności / zagęszczenia I_L^*/I_b^*	Wilgot. naturalna w_n [%]	Gęstość objęto. ρ [g/cm3]	Ścinanie - AB wartości całkowite (max.)		Moduł pierwotnego odkształcenia E_o [MPa] **	Moduł ściśliwości pierwotnej M_o [MPa]**
								Φ_u [°]	C_u [kPa]		
Czwartorzęd	nasyp niekontrolowany	In	nN(G+żl+ok/ Π)	grunt wykazujący znamiona częściowej konsolidacji							
	glina piaszczysta	Ila	Gp	tpl	0.19	12	2.20	14.95	17.01	21	30
	glina pylasta	IIb	G π	pl	0.29	25	2.00	13.36	13.56	17	23
	piasek średni, piasek gruby	III	Ps, Pr	szg	0.45	14	1.85	32.53		74	88

Objaśnienia:

W_n	– wilgotność naturalna
ρ	– gęstość objętościowa
I_L	– stopień plastyczności
ID	– stopień zagęszczenia
Φ_u	– kąt tarcia wewnętrznego
C_u	– spójność
M_o	– edometryczny moduł ścisłości pierwotnej
E_o	– moduł odkształcenia pierwotnego gruntu

* - wyznaczono metodą „B”

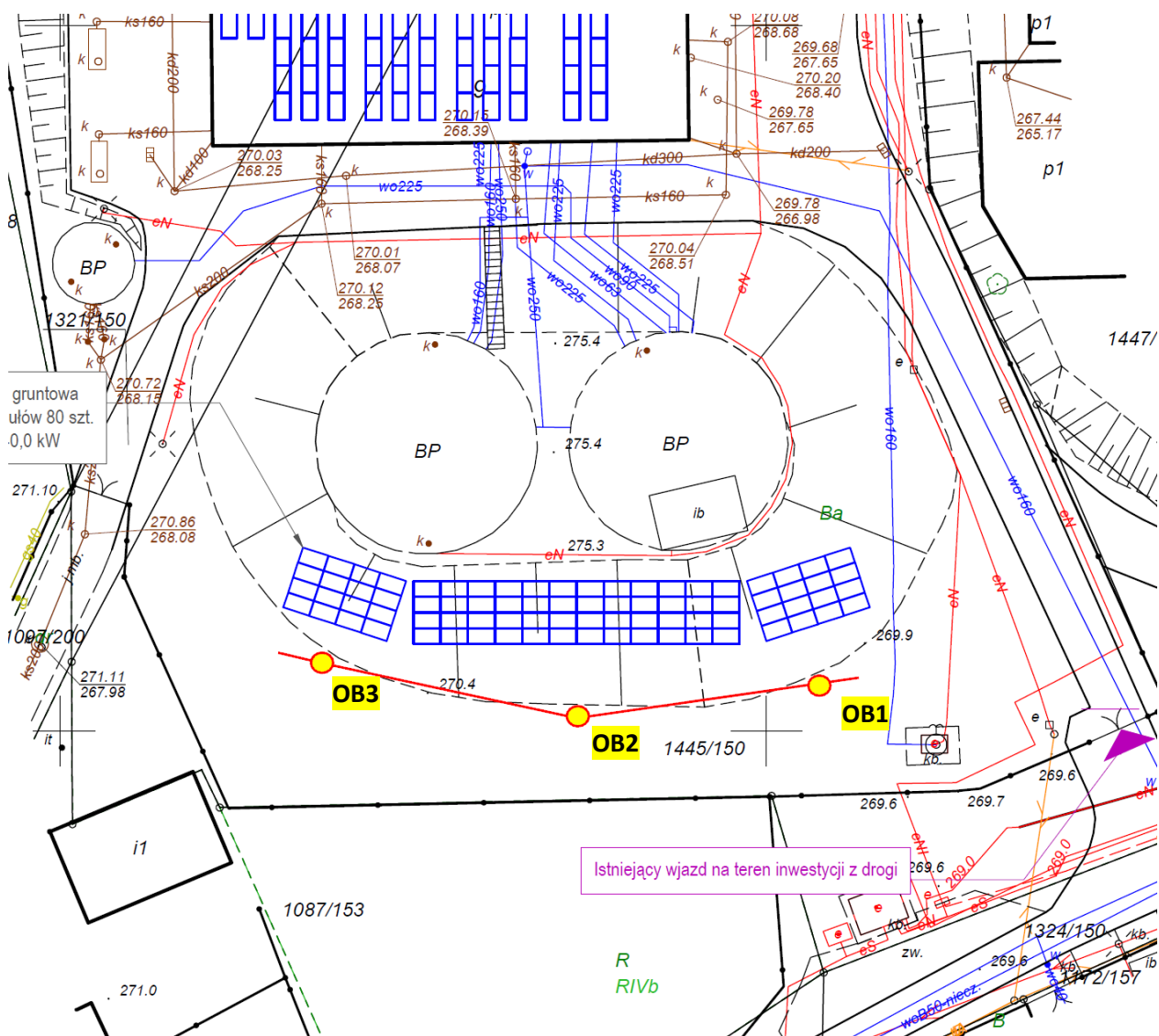
** - wyznaczono metodą „A”



Stany gruntów:


zw	– zwarty
pzw	– półzwarty
tpl	– twardoplastyczny
pl	– plastyczny
mpl	– miękkoplastyczny
ln	– luźny
szg	– średnio zagęszczony
zg	– zagęszczony
bzg	– bardzo zagęszczony

8. WNIOSKI

- ✓ W podłożu występują proste warunki gruntowe, zgodnie z Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia z dnia 25 kwietnia 2012 w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych kategorię geotechniczną ustala projektant.
- ✓ Z przeprowadzonych analiz wynika, że rodzime podłoże gruntowe na badanym terenie spełnia warunki stawiane posadowieniom bezpośrednim obiektów budowlanych.
- ✓ W bezpośrednim otoczeniu obszaru badań nie zaobserwowano niekorzystnych procesów geodynamicznych.
- ✓ W trakcie badań nie stwierdzono obecności wód podziemnych.
- ✓ Zaleca się, aby roboty ziemne i fundamentowe zostały przeprowadzone w porze suchej, a wszelkie wykopy, powinny być tak wykonane, aby zapewnić szybkie odprowadzenia ewentualnej wody pochodzenia atmosferycznego.
- ✓ Głębokość przemarzania dla udokumentowanych gruntów, w tym rejonie wynosi $h_z=1.0$ m.
- ✓ Realizacja oraz eksploatacja planowanej inwestycji nie stwarza zagrożenia dla środowiska naturalnego.

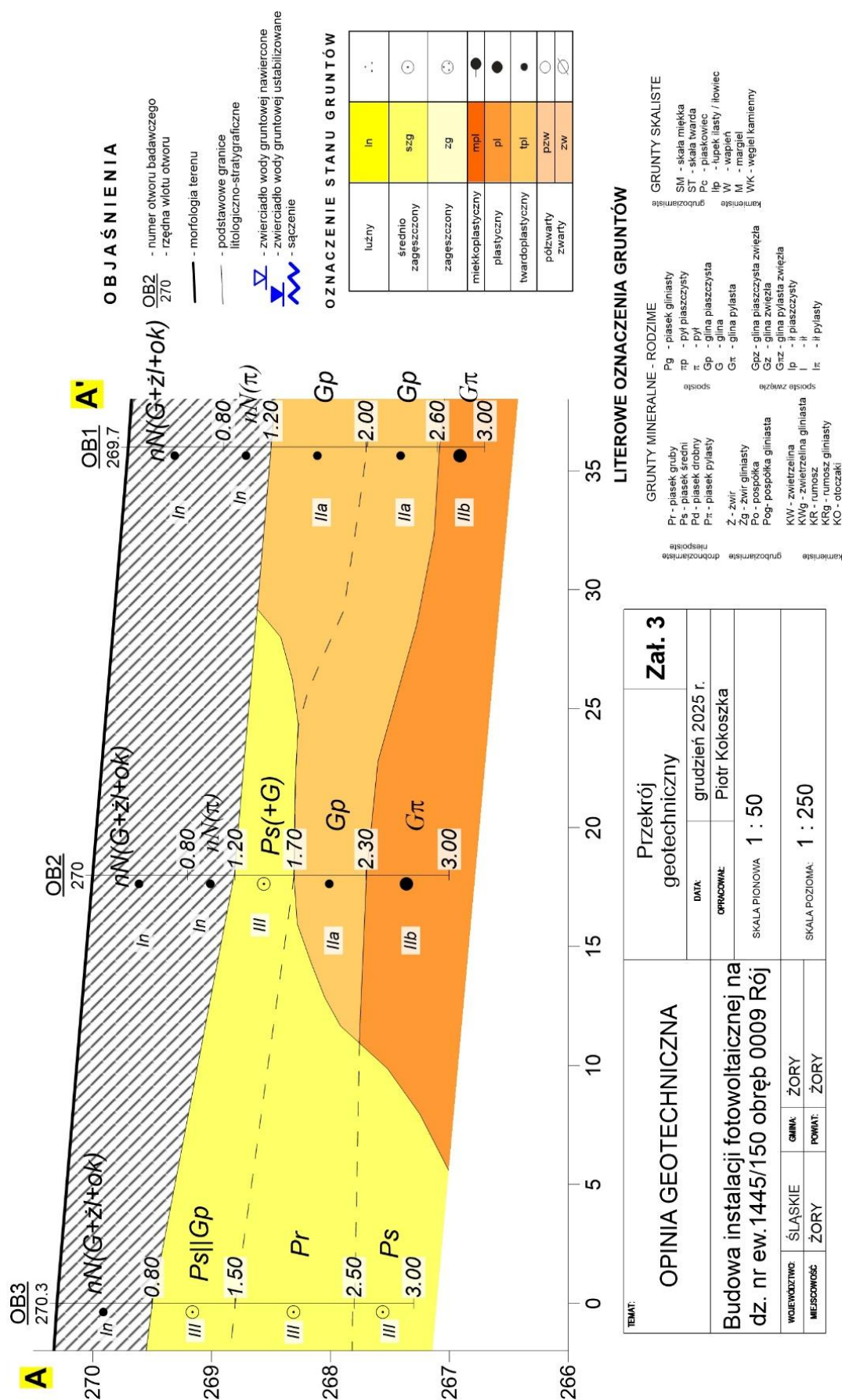


TEMAT: OPINIA GEOTECHNICZNA Budowa instalacji fotowoltaicznej na działce nr ew. 1445/150 obręb 0009 Rój				MAPA DOKUMENTACYJNA		Zał. 1
WOJEWÓDZTWO	ŚLĄSKIE	POWIAT:	ŻORY	OBJAŚNIENIA  OB1 - Otwór badawczy  Przekrój geotechniczny		
GINA	ŻORY	MIJSCOWOŚĆ	ŻORY			
ZLECENIODAWCA	Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Żory Sp. z o.o.			OPRACOWAŁ:	DATA:	SKALA:
				Piotr Kokoszka	grudzień 2025	1:500

TEMAT:				OTWÓR BADAWCZY:				Załącznik			
Budowa instalacji fotowoltaicznej na działce nr ew. 1445/150 obręb 0009 Rój				OB1				2.1			
								1:20			
OPINIA GEOTECHNICZNA				DATA WIERCENIA:		28-11-2025		SKALA:		1:20	
				CAŁKOWITA GŁĘBOKOŚĆ OTWORU:		3.0 m		RZĘDNA TERENU:		269.70 m	
				SYSTEM WIERCENIA:							
				Grunty rodzime i nasypowe: próbki Ø 60-40mm, wpędzane metodą uderową							
WOJEWÓDZTWO:		ŚLĄSKIE		GMINA:		ŻORY					
KILOMETRAŻ MIEJSCOWOŚĆ		ŻORY		POWIAT:		ŻORY					
DOZÓR GEOLOGICZNY:		Daw id Mrow iec									
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 20%;"> <p>nieprzep.</p><p>półprzep.</p><p>słaba</p><p>średnia</p><p>dobra</p><p>b. dobra</p> </div> <div style="width: 20%;"> <p>Poziom Wody Gruntowej nawiercony</p><p>ustabilizowany</p><p>sączenie</p> </div> <div style="width: 40%; text-align: center;"> <p>STAN GRUNTU</p> <p>SPOISTE NIESPOISTE</p> <p>zwarty /zwl/ luźny /ln/</p> <p>półzwarty /pzw/ średnio zagęszczony /szg/</p> <p>tworoplastyczny /tpl/ zagęszczony /zg/</p> <p>plastyczny /pl/ bardzo zagęszczony /bzg/</p> <p>miętko plastyczny /mpl/</p> <p>plynny /pl/</p> </div> <div style="width: 20%;"> <p>WILGOTNOŚĆ</p> <p>suchy /su/</p> <p>mało wilgotny /mw/</p> <p>wilgotny /w/</p> <p>nawodniony /nw/</p> </div> </div>											
Głębokość z wierciadła a wody	Stratygrafia	Profil litologiczny	Przelot warstw	Opis gruntu	Symbol gruntu	Wilgotność	Kategoria urabialności	Stan gruntu	I_L/I_D	Warstwa geotechniczna	Próbki
[m p.p.t.]			[m]								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
otwór suchy	czwartorzęd		0.80	nasyp niekontrolowany glina+ żużel+ odpady komunalne brązowy	nN(G+żl+ok)	w	3	tpl	0.19	IIa	
			1.20	nasyp niekontrolowany pył popielaty	nN(π)						
			2.00	glina piaszczysta brązowa	Gp						
			2.60	glina piaszczysta brązowa	Gp						
			3.00	glina pylasta brązowa	Gπ						

TEMAT:				OTWÓR BADAWCZY:				Załącznik																																																																																	
Budowa instalacji fotowoltaicznej na działce nr ew. 1445/150 obręb 0009 Rój				OB2				2.2																																																																																	
				DATA WIERCENIA:		28-11-2025		SKALA:		1:20																																																																															
OPINIA GEOTECHNICZNA				CAŁKOWITA GŁĘBOKOŚĆ OTWORU:		3.0 m		RZĘDNA TERENU:		270.00 m																																																																															
				SYSTEM WIERCENIA:																																																																																					
				Grunty rodzime i nasypowe: próbniiki Ø 60-40mm, wpędzane metodą uderową																																																																																					
WOJEWÓDZTWO:		ŚLĄSKIE		GMINA:		ŻORY																																																																																			
KILOMETRAŻ MIEJSCOWOŚĆ		ŻORY		POWIAT:		ŻORY																																																																																			
DOZÓR GEOLOGICZNY:		Daw id Mrow iec																																																																																							
<div><div><div>nieprzep.</div><div>półprzep.</div><div>słaba</div><div>średnia</div><div>dobra</div><div>b.dobra</div></div><div><div>1.10</div><div>1.50</div><div>1.40</div></div><div><div>Poziom Wody Gruntowej</div><div>nawiercony</div><div>ustabilizowany</div><div>sączenie</div></div><div><div>STAN GRUNTU</div><div><div>SPOISTE</div><div>zwarty /zwl/</div><div>półzwarty /pzw/</div><div>twardoplastyczny /tpl/</div><div>plastyczny /pl/</div><div>miętko plastyczny /mpl/</div><div>plynny /pl/</div></div><div><div>NIESPOISTE</div><div>luźny /ln/</div><div>średnio zagęszczony /szg/</div><div>zagięszczony /zg/</div><div>bardzo zagęszczony /bzg/</div></div><div><div>WILGOTNOŚĆ</div><div>suchy /su/</div><div>mało wilgotny /mw/</div><div>wilgotny /w/</div><div>nawodniony /nw/</div></div></div></div> <tr><td colspan="12"><table><tr><td rowspan="2">Głębokość z wierciadła a wody</td><td rowspan="2">Stratygrafia</td><td rowspan="2">Profil litologiczny</td><td rowspan="2">Przelot warstw</td><td rowspan="2">Opis gruntu</td><td rowspan="2">Symbol gruntu</td><td rowspan="2">Wilgotność</td><td rowspan="2">Kategoria urabialności</td><td rowspan="2">Stan gruntu</td><td rowspan="2">I_L/I_D</td><td rowspan="2">Warstwa geotechniczna</td><td rowspan="2">Próbki</td></tr><tr><td>[m p.p.t.]</td><td>[m]</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr><tr><td rowspan="5">otwór suchy</td><td rowspan="5">czwartorzęd</td><td rowspan="5"></td><td>0.80</td><td>nasyp niekontrolowany glina+ żużel+ odpady komunalne brązowy</td><td>nN(G+żl+ok)</td><td rowspan="5">w</td><td rowspan="5">3</td><td>tpl</td><td></td><td>ln</td><td></td></tr><tr><td>1.20</td><td>nasyp niekontrolowany pył popielaty</td><td>nN(π)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1.70</td><td>piasek średni zagliniony brązowy</td><td>Ps(+G)</td><td>szg</td><td>0.45</td><td>III</td><td></td></tr><tr><td>2.30</td><td>glina piaszczysta brązowa</td><td>Gp</td><td>tpl</td><td>0.17</td><td>IIa</td><td></td></tr><tr><td>3.00</td><td>glina pylasta brązowa</td><td>Gπ</td><td>pl</td><td>0.27</td><td>IIb</td><td></td></tr></table></td></tr>												<table><tr><td rowspan="2">Głębokość z wierciadła a wody</td><td rowspan="2">Stratygrafia</td><td rowspan="2">Profil litologiczny</td><td rowspan="2">Przelot warstw</td><td rowspan="2">Opis gruntu</td><td rowspan="2">Symbol gruntu</td><td rowspan="2">Wilgotność</td><td rowspan="2">Kategoria urabialności</td><td rowspan="2">Stan gruntu</td><td rowspan="2">I_L/I_D</td><td rowspan="2">Warstwa geotechniczna</td><td rowspan="2">Próbki</td></tr><tr><td>[m p.p.t.]</td><td>[m]</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr><tr><td rowspan="5">otwór suchy</td><td rowspan="5">czwartorzęd</td><td rowspan="5"></td><td>0.80</td><td>nasyp niekontrolowany glina+ żużel+ odpady komunalne brązowy</td><td>nN(G+żl+ok)</td><td rowspan="5">w</td><td rowspan="5">3</td><td>tpl</td><td></td><td>ln</td><td></td></tr><tr><td>1.20</td><td>nasyp niekontrolowany pył popielaty</td><td>nN(π)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1.70</td><td>piasek średni zagliniony brązowy</td><td>Ps(+G)</td><td>szg</td><td>0.45</td><td>III</td><td></td></tr><tr><td>2.30</td><td>glina piaszczysta brązowa</td><td>Gp</td><td>tpl</td><td>0.17</td><td>IIa</td><td></td></tr><tr><td>3.00</td><td>glina pylasta brązowa</td><td>Gπ</td><td>pl</td><td>0.27</td><td>IIb</td><td></td></tr></table>												Głębokość z wierciadła a wody	Stratygrafia	Profil litologiczny	Przelot warstw	Opis gruntu	Symbol gruntu	Wilgotność	Kategoria urabialności	Stan gruntu	I _L /I _D	Warstwa geotechniczna	Próbki	[m p.p.t.]	[m]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	otwór suchy	czwartorzęd		0.80	nasyp niekontrolowany glina+ żużel+ odpady komunalne brązowy	nN(G+żl+ok)	w	3	tpl		ln		1.20	nasyp niekontrolowany pył popielaty	nN(π)					1.70	piasek średni zagliniony brązowy	Ps(+G)	szg	0.45	III		2.30	glina piaszczysta brązowa	Gp	tpl	0.17	IIa		3.00	glina pylasta brązowa	Gπ	pl	0.27	IIb	
<table><tr><td rowspan="2">Głębokość z wierciadła a wody</td><td rowspan="2">Stratygrafia</td><td rowspan="2">Profil litologiczny</td><td rowspan="2">Przelot warstw</td><td rowspan="2">Opis gruntu</td><td rowspan="2">Symbol gruntu</td><td rowspan="2">Wilgotność</td><td rowspan="2">Kategoria urabialności</td><td rowspan="2">Stan gruntu</td><td rowspan="2">I_L/I_D</td><td rowspan="2">Warstwa geotechniczna</td><td rowspan="2">Próbki</td></tr><tr><td>[m p.p.t.]</td><td>[m]</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr><tr><td rowspan="5">otwór suchy</td><td rowspan="5">czwartorzęd</td><td rowspan="5"></td><td>0.80</td><td>nasyp niekontrolowany glina+ żużel+ odpady komunalne brązowy</td><td>nN(G+żl+ok)</td><td rowspan="5">w</td><td rowspan="5">3</td><td>tpl</td><td></td><td>ln</td><td></td></tr><tr><td>1.20</td><td>nasyp niekontrolowany pył popielaty</td><td>nN(π)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1.70</td><td>piasek średni zagliniony brązowy</td><td>Ps(+G)</td><td>szg</td><td>0.45</td><td>III</td><td></td></tr><tr><td>2.30</td><td>glina piaszczysta brązowa</td><td>Gp</td><td>tpl</td><td>0.17</td><td>IIa</td><td></td></tr><tr><td>3.00</td><td>glina pylasta brązowa</td><td>Gπ</td><td>pl</td><td>0.27</td><td>IIb</td><td></td></tr></table>												Głębokość z wierciadła a wody	Stratygrafia	Profil litologiczny	Przelot warstw	Opis gruntu	Symbol gruntu	Wilgotność	Kategoria urabialności	Stan gruntu	I _L /I _D	Warstwa geotechniczna	Próbki													[m p.p.t.]	[m]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				otwór suchy	czwartorzęd				0.80	nasyp niekontrolowany glina+ żużel+ odpady komunalne brązowy	nN(G+żl+ok)	w	3	tpl		ln		1.20	nasyp niekontrolowany pył popielaty	nN(π)					1.70	piasek średni zagliniony brązowy	Ps(+G)	szg	0.45	III		2.30	glina piaszczysta brązowa	Gp	tpl	0.17	IIa		3.00	glina pylasta brązowa
Głębokość z wierciadła a wody	Stratygrafia	Profil litologiczny	Przelot warstw	Opis gruntu	Symbol gruntu	Wilgotność	Kategoria urabialności	Stan gruntu	I _L /I _D	Warstwa geotechniczna	Próbki																																																																														
												[m p.p.t.]	[m]																																																																												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																																														
otwór suchy	czwartorzęd		0.80	nasyp niekontrolowany glina+ żużel+ odpady komunalne brązowy	nN(G+żl+ok)	w	3	tpl		ln																																																																															
			1.20	nasyp niekontrolowany pył popielaty	nN(π)																																																																																				
			1.70	piasek średni zagliniony brązowy	Ps(+G)			szg	0.45	III																																																																															
			2.30	glina piaszczysta brązowa	Gp			tpl	0.17	IIa																																																																															
			3.00	glina pylasta brązowa	Gπ			pl	0.27	IIb																																																																															

TEMAT:				OTWÓR BADAWCZY:				Załącznik			
Budowa instalacji fotowoltaicznej na działce nr ew. 1445/150 obręb 0009 Rój				OB3				2.3			
				DATA WIERCENIA:		28-11-2025		SKALA:		1:20	
OPINIA GEOTECHNICZNA				CAŁKOWITA GŁĘBOKOŚĆ OTWORU:		3.0 m		RZĘDNA TERENU:		270.30 m	
WOJEWÓDZTWO: ŚLĄSKIE				GMINA: ŻORY		SYSTEM WIERCENIA: Grunty rodzime i nasypowe: próbki Ø 60-40mm, wpędzane metodą uderową					
KILOMETRAŻ MIEJSCOWOŚĆ		ŻORY		POWIAT: ŻORY							
DOZÓR GEOLOGICZNY: Daw id Mrow iec											
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 15%;"> <p>nieprzep.</p><p>półprzep.</p><p>słaba</p><p>średnia</p><p>dobra</p><p>b. dobra</p> </div> <div style="width: 15%;"> <p>Poziom Wody Gruntowej nawiercony</p><p>ustabilizowany</p><p>sączenie</p> </div> <div style="width: 40%; text-align: center;"> <p>STAN GRUNTU</p> <p>SPOISTE NIESPOISTE</p> <p>zwarty /zwl/ luźny /ln/</p> <p>półzwarty /pzw/ średnio zagęszczony /szg/</p> <p>twardoplastyczny /tpl/ zagęszczony /zg/</p> <p>plastyczny /pl/ bardzo zagęszczony /bzg/</p> <p>miętko plastyczny /mpl/</p> <p>plynny /pl/</p> </div> <div style="width: 25%;"> <p>WILGOTNOŚĆ</p> <p>suchy /su/</p> <p>mało wilgotny /mw/</p> <p>wilgotny /w/</p> <p>nawodniony /nw/</p> </div> </div>											
Głębokość z wierciadła a wody	Stratygrafia	Profil litologiczny	Przełot warstw	Opis gruntu	Symbol gruntu	Wilgotność	Kategoria urabialności	Stan gruntu	I_L/I_D	Warstwa geotechniczna	Próbki
[m p.p.t.]			[m]								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
otwór suchy	czwartorzęd		0.80	nasyp niekontrolowany glina+ żużel+ odpady komunalne brązowy	nN(G+żl+ok)	w	3	tpl	0.45	III	
			1.50	piasek średni przewarstwiony gliną piaszczy stą brązowy	Ps Gp						
			2.50	piasek gruby brązowo-pomarańczowy	Pr			szg			
			3.00	piasek średni jasnobrązowy	Ps						



Technical drawing of a rectangular foundation plan. The drawing shows a grid of four columns and four rows of foundation elements. The overall width is 8000 mm, and the overall height is 2700 mm. The width is divided into four equal sections of 1906 mm each, with a 20 mm gap between the first and second sections. The height is divided into four equal sections of 675 mm each, with a 50 mm gap between the first and second sections. The foundation elements are represented by dashed lines within the grid cells. Annotations include: 'stopa fund. 50x50cm' (foundation post 50x50cm) pointing to a specific element, 'ściana żelazna' (concrete wall) at the top, and 'ściana żelazna' (concrete wall) at the bottom. Dimensions are given in millimeters (mm).

Technical drawing of a roof structure showing a cross-section of a gable roof. The drawing includes dimensions for the roof slope (25°), rafters (105x50x3.0), ridge beam (105x50x3.0), and wall studs (105x50x2.5). It also shows the foundation (stopa fund. niezbrojona 50x50cm) and the ground level (Poziom gruntu nośnego). The drawing is labeled with 'Zakładana głębokość wbicia elementu w zestawieniu wydano z zapasem' and 'Przekrój'.

Technical drawing showing two views of a screw and nut assembly:

- Left View (Side View):** Shows a screw with a hexagonal head and a hexagonal nut. The screw is labeled with DIN 933, DIN 125, DIN 127, and DIN 934.
- Right View (Top View):** Shows the hexagonal nut with a central hole. The nut is labeled with XPF NAK001 and DIN 912.

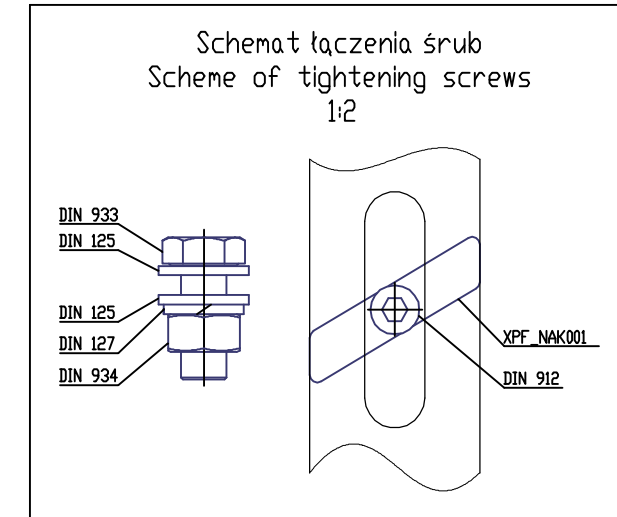
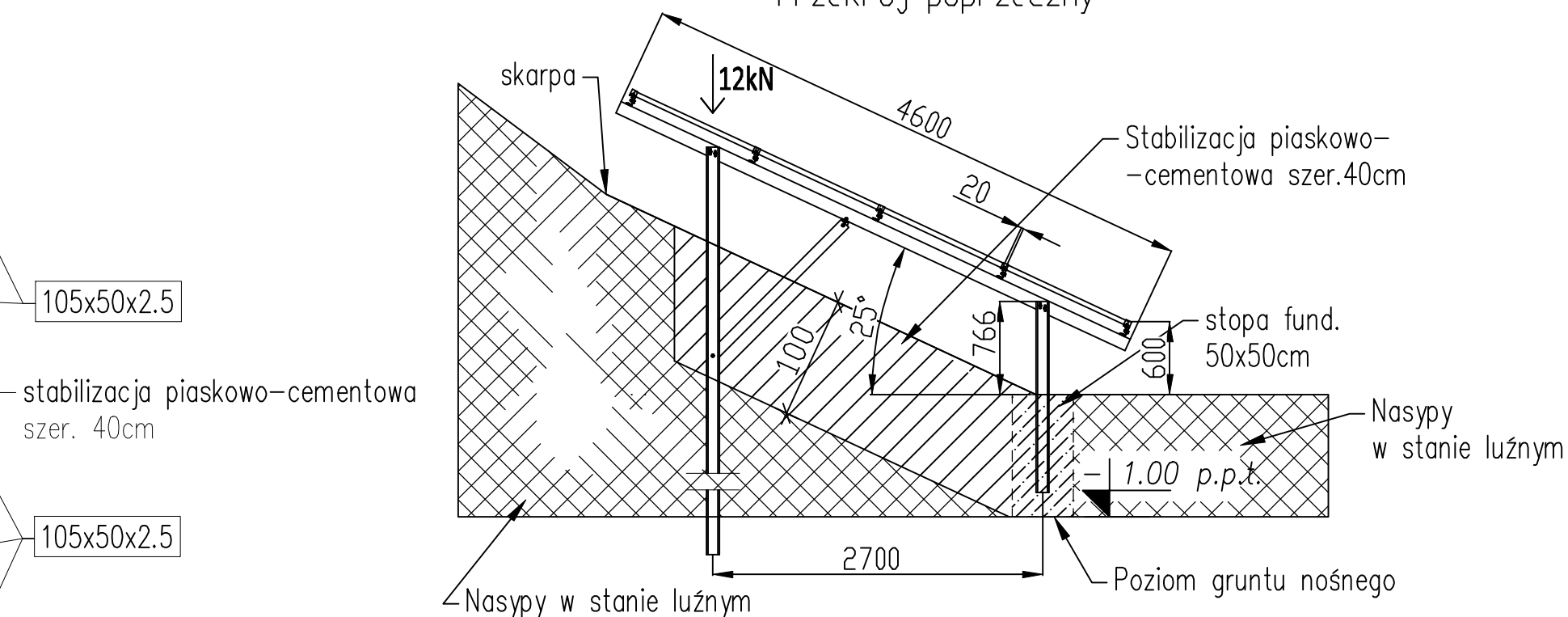
Wielkość śruby Screw size	Moment [Nm] Torque [Nm]
M12	57
M8	Zgodnie z instrukcją montażu modułu According to installation manual of modules

BETON C20/25
Stabilizacja Rm2.5

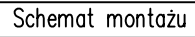
105x50x2.5

Diagram showing a rectangular plate with dimensions 105 (length), 50 (width), and 2.5 (thickness).

NAZWA PROJEKTU		Budowa instalacji fotowoltaicznej na stacji uzdatniania wody PWIK w Żorach					
PROJEKT TECHNICZNY							
INWESTOR		Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Żory Sp. z o.o.					
LOKALIZACJA		Os. Skośna 9, 44-240 Żory, dz. nr ew. 1445/150 obręb 009 Rój					
BRANŻA KONSTRUKCYJNO-BUDOWLANA							
PROJEKTOWAŁ		mgr inż. LUKASZ SEKULA		SWKPOCK0027/12			
SPRAWDZIŁ		mgr inż. MATEUSZ GAWEŁDA		MAP0108/PWBKq/17			
NAZWA RYSUNKU		Schemat konstrukcji 4-rzędowej (4x4)					
DATA	01.2026	SKALA	1:50	NR RYS.	PV-01	REWIZJA	1/2026

Przekrój poprzeczny

NAZWA PROJEKTU		Budowa instalacji fotowoltaicznej na dachu uźdźsienis wocy PMWK w Żorach			
PROJEKT TECHNICZNY					
INWESTOR		Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Żory Sp. z o.o.			
LOKALIZACJA		Os. Skłotna 9, 44-240 Żory, dz. nr ew. 1445/150 obręb 009 Rój			
BRANŻA KONSTRUKCYJNO-BUDOWLANA					
PROJEKTOWAŁ		mgr inż. ŁUKASZ SEKULA		SWKPOCK002712	
SPRAWDZIŁ		mgr inż. MATEUSZ GAWĘDA		MAP10(PWBK)17	
NAZWA RYSUNKU		Schemat konstrukcji 12-rzędowej (12x4)			
DATA	01.2026	SKALA	1:50	NR RYS.	PV-02
					REWIZJA 1/2026



NAZWA PROJEKTU		Budowa instalacji fotowoltaicznej na stacji uzdatniania wody PIWK w Żorach			
PROJEKT TECHNICZNY					
INWESTOR		Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Żory Sp. z o.o.			
LOKALIZACJA		Os. Skośna 9, 44-240 Żory, dz. nr ew. 1445/150 obręb 009 Rój			
BRANŻA KONSTRUKCYJNO-BUDOWLANA					
PROJEKTOWAŁ	mgr inż. ŁUKASZ SEKUŁA		SWK/POOK/0027/12		
SPRAWDZIŁ	mgr inż. MATEUSZ GAWĘDA		MAP/0108/PWKb/17		
NAZWA RYSUNKU		Schemat rozmieszczenia paneli fotowoltaicznych na dachu			
DATA	01.2026	SKALA	1:100	NR RYS.	PV-03
				REWIZJA	1/2026