

PROJEKT


WYKONAWCZY

TEMAT **PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ
CZ.2**

OBIEKT Instalacja fotowoltaiczna na dachu budynku

**ADRES
INWESTYCJI** Aleja Profesora Sylwestra Kaliskiego 7
85-796 Bydgoszcz

INWESTOR Uniwersytet Technologiczno - Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich,
Aleja Profesora Sylwestra Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz

FUNKCJA	IMIĘ NAZWISKO	PODPIS
PROJEKTANT	mgr inż. Andrzej Raczkowski Uprawnienia projektowe w zakresie instalacji elektrycznych POM/0010/P00E/14	 mgr inż. Andrzej Raczkowski uprawniony do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych upr. nr POM/0010/P00E/14

WŁOCŁAWEK, Kwiecień 2016 r.

Spis treści

1. Część ogólna.....	3
1.1. Przedmiot opracowania	3
1.2. Podstawa opracowania	3
1.3. Zakres opracowania	3
1.4. Normy i przepisy.....	3
2. Część techniczna.....	5
2.1. Charakterystyka instalacji fotowoltaicznej	5
2.2. Montaż paneli PV	6
2.3. Montaż falownika.....	7
2.4. Część DC instalacji fotowoltaicznej	8
2.5. Część AC instalacji PV	8
2.6. Instalacja odgromowa instalacji fotowoltaicznej.....	8
2.7. Ochrona przeciwporażeniowa instalacji fotowoltaicznej	9
2.8. Ochrona przeciwprzepięciowa instalacji fotowoltaicznej.....	9
2.9. Zespół zabezpieczeń falownika	9
2.10. Ochrona zwarciova.....	10
2.11. Układ rozliczeniowy instalacji fotowoltaicznej.....	10
3. Obliczenia	11
3.1. Obciążenie znamionowe instalacji fotowoltaicznej	11
3.2. Wyznaczenie przestrzeni ochronnej tworzonej przez zwody na dachu.....	12
4. Zasady BHP	13
5. Konserwacja i przeglądy	15
6. Postanowienia końcowe	16
7. Załączniki	17

Włocławek, dn. 25.04.2016 r.

O ś w i a d c z e n i e

Niżej podpisany *Andrzej Raczkowski* stwierdzam, że projekt wykonawczy instalacji elektrycznych w zakresie instalacji fotowoltaicznej, w obiekcie budowlanym p.t. Instalacja fotowoltaiczna na dachu budynku, Aleja Profesora Sylwestra Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz, którego inwestorem jest Uniwersytet Technologiczno - Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich, Aleja Profesora Sylwestra Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz, opracowano zgodnie z obowiązującymi przepisami, wytycznymi do projektowania i wykonywania instalacji elektrycznych. Zaprojektowane instalacje elektryczne spełniają wymogi obowiązujących norm i przepisów, dobrane urządzenia i aparaty elektryczne spełniają wymogi bezpieczeństwa.

Na podstawie Rozp. Min. Infrastruktury z dn. 03.07.2004 r. (Dz.U. 120/03 poz. 1133, rozdz.4 par.11, pkt.2, ppkt.10) stwierdzam że:

- obiekt budowlany nie wpływa ujemnie na środowisko, zdrowie ludzi i obiekty sąsiadujące w zakresie niniejszego opracowania

- przyjęte rozwiązania ograniczają lub wprost eliminują wpływ obiektu na środowisk przyrodnicze, zdrowie ludzi i inne obiekty budowlane.

Podstawa prawna: art. 20.ust.4 ustawa z dn. 07.07.1994 r. Prawo Budowlane (tekst jednolity Dz.U. 2013 poz.1409. z późniejszymi zmianami).

Podpis

1. Część ogólna

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt wykonawczy branży elektrycznej infrastruktury do produkcji i przesyłu energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł fotowoltaicznych dla Instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku, Aleja Profesora Sylwestra Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz.

1.2. Podstawa opracowania

Podstawą niniejszego opracowania w części formalnej jest umowa zawarta pomiędzy p. Uniwersytetem Technologicznym im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich, Aleja Profesora Sylwestra Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz, a Eprosument S.A, ul. Toruńska 148, 87-800 Włocławek.

1.3. Zakres opracowania

W zakres opracowania wchodzi zaprojektowanie następujących urządzeń i instalacji:

- projektu układu elektrowni fotowoltaicznej wraz z zabudową: modułów PV, kabli łączących poszczególne generatory słoneczne oraz falownika
- instalacji odgromowej dla instalacji fotowoltaicznej zabudowanej na dachu
- układu pomiarowo-rozliczeniowego do pomiaru energii elektrycznej brutto o mocy docelowej 20kW dla Instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku, Aleja Profesora Sylwestra Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz.

Wszystkie zawarte w projekcie rozwiązania są przykładowe. W związku z tym dopuszczalne jest stosowanie urządzeń o parametrach nie gorszych niż zawarte w projekcie.

Normy i przepisy

Norma	Zakres tematyczny
PN-EN 62446:2010 Systemy fotowoltaiczne przyłączone do sieci elektrycznej - Minimalne wymagania dotyczące dokumentacji systemu, badania rozruchowe i wymagania kontrolne	Opisano podstawowe próby rozruchowe, kryteria kontrolne i dokumentację niezbędną do oceny bezpieczeństwa instalacji i poprawności działania systemu. Dotyczy wyłącznie systemu fotowoltaicznego podłączonego do sieci elektrycznej, nie dotyczy systemów modułowych prądu przemiennego lub systemów wykorzystujących przechowywanie energii (np. baterii) lub systemów hybrydowych
PN-HD 60364-7-712:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania	Dotyczy elektrycznych instalacji fotowoltaicznych układów zasilania, łącznie z modułami prądu przemiennego
PN-EN 62305-1:2008 Ochrona odgromowa - Część 1: Wymagania ogólne	Norma określa podstawowe wymagania dotyczące ochrony odgromowej obiektów łącznie z ich instalacjami, zawartością i osobami oraz urządzeń usługowych przyłączonych do obiektu. Zawiera ogólne zasady tworzenia strefowej koncepcji ochrony.
PN-EN 62305-2:2008 Ochrona odgromowa - Część 2: Zarządzanie ryzykiem	Norma ma zastosowanie do oszacowania ryzyka powodowanego przez piorunowe wyładowania doziemne w obiektach budowlanych i urządzeniach usługowych. Rozważane są wyładowania bezpośrednie w obiekty i instalacje oraz wyładowania w ich sąsiedztwie.
PN-EN 62305-3:2009 Ochrona odgromowa - Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów budowlanych i zagrożenie życia	W normie zawarto wymagania dotyczące ochrony obiektów przed szkodami fizycznymi za pomocą LPS i ochrony istot żywych przed porażeniem napięciami dotykowymi i krokowymi w pobliżu urządzenia piorunochronnego. Omówiono również zakresy konserwacji i przeglądów systemów ochrony odgromowej.
PN-EN 62305-4:2009 Ochrona odgromowa - Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach budowlanych	Norma przedstawia podstawowe zasady projektowania, wykonania, utrzymania, sprawdzania i testowania systemu środków ochrony przed oddziaływaniem LEMP na urządzenia elektryczne i elektroniczne wewnątrz obiektu. Środki ochrony powinny zapewnić ograniczenie ryzyka trwałych szkód wywołanych przez piorunowy impuls elektromagnetyczny. Szczególną uwagę zwrócono na zasady uziemiania i wyrównywania potencjałów oraz ekranowanie przez impulsy piorunowym. Określono również ogólne zasady koordynacji działania urządzeń ograniczających przepięcia w instalacji elektrycznej w systemach wielostopniowych.
PN-EN 50164-1 i 2 Elementy urządzenia piorunochronnego (LPC)	Wymagania normy PN-EN 50164 zostały przywołane w normie dotyczącej ochrony odgromowej obiektów budowlanych PN-EN 62305, nakładając na projektantów i wykonawców obowiązek stosowania elementów urządzenia piorunochronnego (LPC) spełniających wymagania dotyczące wymiarów oraz prób jakościowych. Zgodnie z zapisem PN-EN 62305-3 w punkcie dotyczącym elementów LPS znalazł się nakaz, aby wszystkie elementy stosowane do budowy LPS spełniały wymogi wieloczęściowej normy EN 50164.
PN-IEC 60364-5-523:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych	Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Obciążalność prądowa długotrwała przewodów

2. Część techniczna

2.1. Charakterystyka instalacji fotowoltaicznej

Instalacja fotowoltaiczna o mocy docelowej 19,98 kWp zostanie wykonana na dachu budynku Aleja Profesora Sylwestra Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz. Jako źródło energii odnawialnej zastosowane zostaną moduły fotowoltaiczne polikrystaliczne PV o mocy 270 Wp/ogniwo. Moduły zostaną zamocowane do specjalnie przygotowanej konstrukcji bazowej, mocowanej do lekkiej konstrukcji ustawionej bezpośrednio na dachu, za pomocą dedykowanych profili aluminiowych i obciążników.

Moduły PV należy połączyć ze sobą w odpowiednio dobrane łańcuchy (stringi – 2x19 i 2x18 paneli), które będą tworzyły generator słoneczny i zostaną podłączone do falownika o mocy 20kW. Moduły fotowoltaiczne połączyć ze sobą za pomocą przewodów solarnych.

W celu wyrównania potencjałów ram, konstrukcji i instalacji PV należy wykonać połączenia wyrównawcze przewodem żółto-zielonym min. 16mm² Cu konstrukcji wsporczej panelu oraz ramy i wykonać odprowadzenie do Głównej Szyny Uziemiającej budynku (GSU). W przypadku braku GSU wykonać osobny zwód odprowadzający do złącza kontrolnego oraz odpowiednio go uziemić zabijając w ziemi odpowiednią ilość prętów uziemiających zapewniającą odpowiednią wartość rezystancji uziemienia tak jak to zaznaczono na rysunku E04 .

Uwaga: nie podłączać konstrukcji paneli fotowoltaicznych do zwodów instalacji odgromowej.

Prognoza roczna uzysku energii z instalacji fotowoltaicznej o mocy 19,98 kWp wyniesie 1009,99 kWh/kWp.

Dane modułu fotowoltaicznego PV:

Parametr [jednostka]	Wartość
Moc STC Pmax [Wp]	270
Napięcie znamionowe STC Umpp [V]	30,90
Prąd znamionowy STC Impp [A]	8,48
Napięcie jałowe STC Uoc [V]	37,78
Prąd zwarciaowy STC Isc [A]	8,93
800 W/m2 NOCT AM 1.5 moc Pmax [Wp]	193,4
800 W/m2 NOCT AM 1.5 napięcie znamionowe Umpp [V]	28,80
800 W/m2 NOCT AM 1.5 napięcie jałowe Uoc [V]	35,89
800 W/m2 NOCT AM 1.5 prąd zwarciaowy Isc [A]	7,14
Wydajność panelu [%]	15,9
NOCT [st. C]	46
Maksymalne napięcie systemu	1000V
Obciążalność prądowa – prąd wsteczny Ir [A]	20
Zabezpieczenie prądowe gałęźne [A]	15
Zabezpieczenie od gałęzi równoległych	3
Wysokość [mm]	40
Masa [kg]	18,2

2.2. Montaż paneli PV

Przed rozpoczęciem prac montażowych na budynku muszą zostać przeprowadzone obliczenia konstrukcji dachu i budynku muszą być poddane analizie pod kątem ich obciążalności. Podczas pracy na modułach fotowoltaicznych na które pada światło słoneczne, pracujesz na żywych (generujących napięcie) urządzeniach. Gdy tylko światło pada na moduł fotowoltaiczny, na wtyczkach kabli modułu i/lub podłączonego obwodu zawierającego kilkanaście modułów można spodziewać się pełnego napięcia. Im więcej modułów jest połączonych szeregowo, tym wyższe napięcie występuje na wtyczkach obwodu. Suma napięć modułów połączonych w szeregu (patrz specyfikacja techniczna modułu) jest równa całkowitemu napięciu obwodu. Maksymalne dopuszczalne napięcie generatora fotowoltaicznego nie może przekraczać maksymalnego dopuszczalnego napięcia inwertera (do 1000 VDC).

Montaż i obsługa modułów fotowoltaicznych powinny być wykonywane przez osoby posiadające:

- aktualne świadectwo kwalifikacyjne, uprawniające do zajmowania się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci elektroenergetycznych na stanowisku dozoru lub eksploatacji, wydawane na podstawie rozporządzenia Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 kwietnia 2003 r. w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci (Dz. U. 2003 r. Nr 89, poz. 828 z późniejszymi zmianami) lub,
- Certyfikat Instalatora Mikroinstalacji i Małych Instalacji zgodnie z ustawą z dnia 26 lipca 2013 r. o zmianie ustawy Prawo energetyczne oraz niektórych innych ustaw, oraz osoby z doświadczeniem i wiedzą techniczną w zakresie montażu, obsługi i eksploatacji systemów fotowoltaicznych. Osoba dokonująca montażu i obsługi przejmuje na siebie ryzyko doznania uszczerbku na zdrowiu lub zniszczenia własności, która może zaistnieć podczas tych czynności

Moduły fotowoltaiczne powinny zostać zamontowane na systemie montażowym, zachowującym równoległość, oraz prostopadłości pomiędzy profilami i uchwytami w nim zastosowanymi;

- odległości między poszczególnymi uchwytami montowanymi do krokwi/płatwi nie mogą przekraczać dopuszczalnej maksymalnej odległości, jeżeli taka podana została przez producenta systemu montażowego;
- wszystkie profile konstrukcji powinny być ze sobą metaliczne połączone, za pomocą łączników/płaskowników lub przewodem Cu 16mm²;
- należy uwzględnić możliwość wydłużenia się profili metalowych przy wysokich temperaturach, w tym celu należy pozostawić odstęp między dwoma profilami, odpowiedni dla rozszerzalności cieplnej materiału z jakiego został wykonany (ok. 2-3cm);
- w przypadku montażu na dachu, należy zachować odpowiednią przestrzeń między poszyciem dachu a modułami, aby zapewnić prawidłową cyrkulację powietrza (min.

10cm);

- odstępy między modułami wyznaczają zaciski mocujące; dodatkowo z każdej strony rzędu modułów profil, do którego są one mocowane, powinien być dłuższy min. 2cm, aby można przymocować zacisk końcowy;
- profile nośne konstrukcji montażowej należy umieścić w odległości równej maksymalnie 1 długości dłuższego boku;
- zaciski mocujące należy montować zawsze na dłuższej krawędzi modułu;
- zaciski mocujące należy dokręcać z siłą, nie powodującą widocznych uszkodzeń ram modułu, kluczem dynamometrycznym z siłą zgodnie ze specyfikacją producenta;
- Połączenie szeregowe lub równoległe paneli odpowiednio zwiększa napięcie lub natężenie.

Moduły PV wytwarzają prąd stały. Bezpośredni kontakt z częściami czynnymi modułu, takimi jak np. złącza konektorów na zakończeniach przewodów czy nieuziemiała rama, może spowodować porażenie! Ryzyko porażenia występuje zawsze, niezależnie od ilości modułów ze sobą połączonych.

2.3. Montaż falownika

Falownik został zaprojektowany do pracy systemu fotowoltaicznego z siecią zewnętrzną (in grid) i nie jest przystosowany do pracy samodzielnej (wyspowej), bez sieci zewnętrznej operatora. Falownik monitoruje sieć zewnętrzną i w przypadku wykrycia zakłócenia (wyłączenie itp.) wyłączy się automatycznie odcinając dopływ prądu do sieci. Falownik jest w pełni automatycznym urządzeniem, załącza się samoczynnie w momencie rozpoczęcia pracy przez panele PV, a wyłącza w momencie wykrycia niedostatecznych parametrów zasilania z modułów solarnych.

Falownik zabudować na dachu na konstrukcji wsporczej paneli.

Pomieszczenie

- możliwie suche, dobrze klimatyzowane, ciepło odpadowe musi być odprowadzane z falownika,
- niezakłócona cyrkulacja powietrza,
- podczas montażu w szafie rozdzielczej zapewnić wystarczające odprowadzenie ciepła przez wentylację wymuszoną,
- Jeżeli falownik jest narażony na działanie agresywnych gazów, to należy go montować w sposób zapewniający stałą widoczność.
- dobry dostęp od przodu i z boków bez dodatkowych pomocy,
- w przypadku eksploatacji na zewnątrz pomieszczeń zapewnić ochronę przed negatywnymi skutkami warunków atmosferycznych takimi jak słońce, deszcze, śnieg
- aby zapewnić łatwą obsługę, należy podczas montażu zwrócić uwagę na to, by wyświetlacz znajdował się lekko poniżej linii wzroku.

Ściana

- dostatecznej nośności,
- dostępna do prac montażowych i konserwacyjnych,
- z materiału trudno palnego,

- przestrzegać minimalnych odstępów montażowych.

2.4. Część DC instalacji fotowoltaicznej

Połączenia poszczególnych grup generatorów do falownika zostaną zrealizowane za pomocą kabli dedykowanych dla instalacji stałoprądowych fotowoltaicznych solarnych o przekroju żył roboczych 6mm². Kable łączące poszczególne moduły fotowoltaiczne będą mocowane do konstrukcji wsporczej samych modułów fotowoltaicznych. Kable pomiędzy łączeniami modułów PV a falownikiem prowadzić na trasach kablowych osłoniętych za pomocą rur osłonowych lub korytek kablowych przy czym rury osłonowe lub korytka kablowe muszą być przystosowane do pracy w przestrzeniach otwartych i będą odporne na promieniowanie UV. Przejścia kabli przez dach oraz elewację budynku zostaną odpowiednio zabezpieczone przed możliwością przeniknięcia wody. Aby uniknąć pętli, przewody (+ i -) należy układać razem. Można do tego wykorzystać poprzeczne zagłębienie.

2.5. Część AC instalacji PV

Za falownikiem w rozdzielni AC na dachu zamontować wyłączniki instalacyjne S304 C 32A oraz zabezpieczenie różnicowoprądowe typu P304 25A 100mA typ A. Za pomocą kabla YKYżo 5x6mm² wykonać zejście z dachu do projektowanego złącza ZK1 usytuowanego na poziomie gruntu przy budynku, w którym zainstalowany zostanie licznik i zabezpieczenie liniowe na wkładkach topikowych 50A. W rozdzielni głównej inwestora zastosować wkładki topikowe 3x WT-2/gG 80A. Połączenie pomiędzy falownikiem a rozdzielnią główną wykonać za pomocą kabla YKYżo 5x25 mm² w ziemi.

Kabel należy układać na dnie rowu kablowego, jeżeli grunt jest piaszczysty, w pozostałych przypadkach kable należy układać na warstwie piasku o grubości co najmniej 10 cm. Nie należy układać kabli bezpośrednio na dnie wykopu kamiennego lub w gruncie, który mógłby uszkodzić kabel, ani bezpośrednio zasypywać takim gruntem. Kable należy zasypywać warstwą piasku o grubości co najmniej 10 cm, następnie warstwą rodzimego gruntu o grubości co najmniej 15 cm, a następnie przykryć folią z tworzywa sztucznego w kolorze niebieskim. Odległość folii od kabla powinna wynosić co najmniej 25 cm. Grunt należy zagęszczać warstwami co najmniej 20 cm. Wskaźnik zagęszczenia gruntu powinien osiągnąć co najmniej 0,85 wg BN-72/8932-01. Głębokość ułożenia kabli w gruncie mierzona od powierzchni gruntu do zewnętrznej powierzchni kabla powinna wynosić nie mniej niż 70 cm.

2.6. Instalacja odgromowa instalacji fotowoltaicznej

Na obiekcie należy wykonać instalację odgromową zgodnie z rysunkiem i z normą PN-EN 62 305. Należy wykorzystać :

- iglice stalowe, ocynkowane, z ostrzem, $\phi 10\text{mm}$, min. $l=2,5\text{m}$
- przewody metalowe połączyć przez skręcanie,

- pręty uziemiające ocynkowane min. Fi 16mm, dł. min. 2m wbite min. 1m pod powierzchnię ziemi ze względu na zamarzanie wierzchniej warstwy gleby w okresie zimowym.

Połączenia w ziemi wykonać przez spawanie elementów z zabezpieczeniem antykorozyjnym miejsc spawanych.

Ochroną odgromową objęte zostaną zabudowane moduły fotowoltaiczne PV. Moduły fotowoltaiczne PV chronione będą instalacją odgromową za pomocą zwodów pionowych wysokich. Zwody zostaną wykonane z wykorzystaniem odpowiednio rozstawionych masztów odgromowych.

Dodatkowo moduły fotowoltaiczne PV należy wpiąć w system połączeń wyrównawczych. Każdy moduł PV zabudowany na dachu połączyć za pomocą przewodu miedzianego LgY 16mm² z konstrukcją bazową modułu. Następnie konstrukcje bazowe modułów fotowoltaicznych PV połączyć do głównej szyny wyrównawczej budynku za pomocą przewodu LgY 16mm². Przewody te będą prowadzone równolegle i jak najbliżej przewodów instalacji AC i DC.

2.7. Ochrona przeciwporażeniowa instalacji fotowoltaicznej

Urządzenia PV strony DC należy traktować jako urządzenia pod napięciem, nawet jeśli układ jest odłączony od strony AC.

Falownik uniemożliwia przepływ prądu zwarcia DC do instalacji elektrycznej, dlatego też dodatkowy wyłącznik różnicowoprądowy typu B po stronie instalacji AC w tym przypadku nie jest wymagany (zgodnie z zapisami IEC 60755 Zmiana 2) niemniej ze względu na konieczność montażu instalacji na innym budynku projektuje się zabezpieczenie różnicowe typu A zgodnie z DTR producenta falownika.

Po stronie AC ochrona przeciwporażeniowa realizowana poprzez samoczynne szybkie wyłączenie zasilania.

2.8. Ochrona przeciwprzepięciowa instalacji fotowoltaicznej

Ochronę przed wyindukowanymi przepięciami spowodowanymi wyładowaniami atmosferycznymi zaprojektowano stosując ochronniki przepięciowe DC OVP TYPE 1+2 – M wbudowane w inwerter. Są to ograniczniki przepięć typu 1+2 dedykowane do instalacji fotowoltaicznych.

2.9. Zespół zabezpieczeń falownika

Falownik posiada zabudowany w sobie zespół zabezpieczeń, które można w zależności od wymagań operatora sieci odpowiednio nastawiać. Dla projektowanej instalacji fotowoltaicznej zabudowane w falownikach zabezpieczenia należy nastawić na następujące wartości:

-zabezpieczenie	podnapięciowe:	U=195 V,	t=100ms,
-zabezpieczenie	nadnapięciowe:	U=253V	t=100ms,
-zabezpieczenie	podczęstotliwościowe:	f=47,5Hz	t=100ms,
-zabezpieczenie	nadczęstotliwościowe:	f=51,0Hz	t=100ms,

- zabezpieczenie od pracy wyspowej: $t=100\text{ms}$,
- ponowne przyłączenie do sieci po awaryjnym wyłączeniu: $t=180\text{s}$.

Falownik posiada zabudowane w sobie zabezpieczenia przed pracą wyspowa dla instalacji fotowoltaicznej. Pracuje on na zasadzie monitorowania zmian częstotliwości sieci. Polega to na tym, że w prawidłowo działającej sieci falownik nie ma możliwości zmienić częstotliwości. Falownik cyklicznie "podejmuje próby" zmian częstotliwości. Jeżeli się to uda, falownik natychmiast przestaje oddawać energię do sieci i odłącza się od niej. Falownik posiada blokadę przeciw podaniu napięcia do sieci, gdy ta jest w stanie beznapięciowym.

2.10. Ochrona zwarciova

Ochronę zwarciova po stronie DC zaprojektowano dedykowanym rozłącznikiem bezpiecznikowym typu PCF 16DC i wkładką bezpiecznikova typu CH10PV-16A zainstalowanych na obydwu biegunach kaźdego ze stringów. Po stronie AC ochronę zwarciova zaprojektowano poprzez wyłącznik instalacyjny S304 C32A zainstalowany na przyłączu do zacisków AC.

2.11. Układ rozliczeniowy instalacji fotowoltaicznej.

Dla projektowanej instalacji fotowoltaicznej, ze względu na wartość prądu obciążenia nie przekraczającej wartości 100A pomiar zostanie wykonany poprzez licznik energii elektrycznej do pomiaru bezpośredniego.

3. Obliczenia

3.1. Obciążenie znamionowe instalacji fotowoltaicznej

Moc szczytowa instalacji fotowoltaicznej:

Moc szczytowa instalacji fotowoltaicznej:

Napięcie zasilania: 0,4 kV

$$\text{Prąd obciążenia: } I_f = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \phi} = 28,84 \text{ A}$$

Zabezpieczenie kabla odpływowego ze strony falownika stanowić będzie wyłącznik nadmiarowoprądowy typu S304 C 32A.

Obciążalność prądowa długotrwała kabla typu YKY 0,6/1kV 5x25mm² wynosi 86A. Sprawdzenie doboru kabla i zabezpieczeń:

$$[1] I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$[2] I_2 \leq 1,6 \times I_Z$$

gdzie:

- I_B – obliczeniowy prąd obciążenia długotrwałego
- I_N – prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego przed przeciążeniem
- I_{dd} – obciążalność prądowa długotrwała przewodu
- I_2 – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego przed przeciążeniem

I_2 jest równe odpowiednio 1,6 dla wkładek bezpiecznikowych i 1,45 dla łączników samoczynnych z przekaźnikami przeciążeniowymi.

Jako zabezpieczenie przeciążeniowe kabla dobrano wkładkę bezpiecznikową (20x5) 50A

$$I_{B(19,98kW)} = 28,84 \text{ A}$$

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

$$I_Z = 86 \text{ A}$$

$$I_2 = 1,65 \times 50 \text{ A} = 82,5 \text{ A}$$

$$I_B = 28,84 \text{ A} \leq I_N = 50 \text{ A} \leq I_{dd} = 86 \text{ A} \text{ – warunek [1] spełniony}$$

$$I_2 = 82,5 \text{ A} \leq 124,7 \text{ A} \text{ – warunek [2] spełniony}$$

3.2. Wyznaczenie przestrzeni ochronnej tworzonej przez zwody na dachu

Określając obszar przestrzeni chronionej, należy uwzględnić wymagania dotyczące kątów ochronnych i odstępów izolacyjnych uniemożliwiających powstanie przeskoków iskrowych pomiędzy chronionymi urządzeniami i instalacjami a zwodami lub elementami urządzenia piorunochronnego.

Wymagany odstęp izolacyjny s wyznaczamy ze wzoru:

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l, \text{ gdzie}$$

k_i – wsp. zależny od klasy LPS: 0,08

k_c – wsp. zależny od rozptywu prądu w przewodach LPS: 0,5

k_m – wsp. zależny od materiału odstępów izolacyjnych: 1,00

l – długość mierzona wzdłuż przewodu odprowadzającego od punktu

rozpatrywanego zbliżenia do punktu najbliższego połączenia wyrównawczego:

8,0 m.

Dla tak przyjętych danych wartość wymaganego odstępów izolacyjnych wynosi

s : 0,32 m. Jako zwody zastosowano odpowiednio rozstawione maszty

odgromowe.

4. Zasady BHP

Pojedynczy panel może generować napięcie prądu stałego powyżej 30 V przy wystawieniu na światło, niezależnie od jego nasilenia. Kontakt z napięciem prądu stałego wynoszącym 30 V lub więcej może być niebezpieczny. Zagrożenia przy pracy z napięciem DC:

Łuk elektryczny – prąd stały DC jest w stanie wytworzyć dużo dłuższy łuk elektryczny niż prąd zmienny (o długości np. ponad 1cm przy około 200V DC). Łuk pojawia się przy rozłączaniu pracującego obwodu, a nie podczas jego złączania. Do odłączania paneli od inwertera służą dedykowane do instalacji PV rozłączniki DC. Fotowoltaiczne złączki – nie wolno ich rozłączać pod obciążeniem, bo pojawiający się łuk wypali styki, albo przypalone i nie wymienione będą się grzać co też może doprowadzić aż do pożaru. Złącza muszą być suche i czyste.

Porażenie prądem stałym DC – przy pracy z nim należy zachować szczególną ostrożność, zwłaszcza przy napięciach rzędu kilkuset wolt jakie występują po stronie DC instalacji fotowoltaicznej. Porażenie prądem stałym jest bardziej niebezpieczne od porażenia prądem zmiennym, w którym intensywność uszkodzeń zależy bowiem od wysokości napięcia elektrycznego prądu oraz oporu elektrycznego. Odczuwalne objawy zależne są od wartości natężenia prądu stałego. Przy przepływie prądu stałego o natężeniu do 2mA nie są odczuwalne żadne objawy oraz brak jest zmian w układzie nerwowym. Jednak długotrwałe działanie takiego prądu może doprowadzić do zatrucia organizmu, spowodowanego rozkładem płynów ustrojowych na drodze elektrolizy. Przy wartości 30mA (u kobiet 20mA) jest jeszcze możliwość samouwolnienia od elektrod, mimo pojawiających się już bolesnych skurczów mięśni rąk. Wraz ze wzrostem natężenia prądu pojawiają się zaburzenia rytmu serca. Gdy natężenie prądu wynosi ponad 30mA, a czas przepływu prądu jest dłuższy niż 2 minuty, może pojawić się fibrylacja komór serca, utrata przytomności oraz oparzenie skóry. Intensywność oparzenia skóry zależna jest od czasu działania prądu na organizm oraz gęstości prądu. Mogą pojawić się pęcherze na skórze w miejscu działania prądu, ale także zwęglenie skóry, martwica skóry, martwica mięśni i nerwów oraz naczyń krwionośnych. W groźniejszych przypadkach może dojść do uszkodzenia narządów wewnętrznych, zatrzymania krążenia i oddechu. Po porażeniu prądem, nawet już po odłączeniu źródła prądu, mogą pojawić się objawy wstrząsu pourazowego, jak błąda, zimna skóra, zlewne poty, dreszcze, przyśpieszone tętno oraz lęk.

- Aby uniknąć wyładowań łukowych, nie należy rozłączać paneli pod obciążeniem.
- Nie należy wkładać elementów przewodzących prąd do gniazd i wtyczek.
- Nie należy montować paneli słonecznych oraz okablowania używając mokrych gniazd i wtyczek.
- Panele fotowoltaiczne można wyłączyć jedynie poprzez trzymanie ich w całkowitej ciemności lub przykrycie ciemnym, nieprzepuszczającym światła materiałem. Przy pracy z nieprzykrytymi panelami należy stosować przepisy bezpieczeństwa dotyczące sprzętu elektrycznego pod napięciem.

UWAGA!

Wyłączenie inwertera i zatrzymanie poboru prądu z systemu fotowoltaicznego nie likwiduje napięcia na instalacji!

-
- Aby uniknąć porażenia elektrycznego, podczas montażu lub naprawy systemów fotowoltaicznych nie należy nosić metalowych pierścionków, pasków do zegarków, kolczyków w uszach, nosie lub ustach lub innych urządzeń metalowych.
 - Należy używać wyłącznie zaizolowanych narzędzi, które posiadają niezbędne atesty do użytkowania przy instalacjach elektrycznych do 1000V. Należy przestrzegać przepisów bezpieczeństwa dotyczących wszelkich komponentów wykorzystanych w systemie fotowoltaicznym, a w szczególności instalacji elektrycznych, kabli, złącz, regulatorów ładowania, falowników, akumulatorów i baterii.
 - Należy używać wyłącznie sprzętu, złącz, okablowania i stelaży przeznaczonych do elektrycznych systemów słonecznych. W ramach jednego systemu fotowoltaicznego należy zawsze używać paneli tego samego typu.
 - Nie należy samodzielnie próbować naprawiać jakiegokolwiek części panelu fotowoltaicznego.
 - W przypadku gaszenia obiektów z instalacją fotowoltaiczną należy podjąć środki zapobiegawcze jak w przypadku gaszenia pomieszczeń / obiektów, w którym znajdują się urządzenia pod napięciem (np. akumulatorowni), przede wszystkim odłączyć instalację PV od zewnętrznej sieci elektrycznej oraz odłączyć moduły od falownika.
 - Należy przestrzegać odpowiednie przepisy BHP dotyczące bezpieczeństwa pracy na dachach. W razie potrzeby obszar inwestycji należy zabezpieczyć barierkami, aby uniknąć uszkodzeń przez spadające elementy. Podczas pracy na dachach muszą być przestrzegane odpowiednie środki bezpieczeństwa zgodnie z odpowiednimi przepisami (wykorzystanie szelek bezpieczeństwa, rusztowań, itp.).
 - Podczas instalacji i konserwacji modułów fotowoltaicznych, należy postępować zgodnie z obowiązującymi przepisami budowlanymi i ogólnymi zasadami technicznymi. Należy stosować się do ogólnych przepisów BHP określających: prace na rusztowaniach, uszczelnianie dachów i prace na dachach.

5. Konserwacja i przeglądy

Przeglądy

Zaleca się, aby instalacja fotowoltaiczna była monitorowana pod kątem uzysków energetycznych przez cały okres eksploatacji. Zaleca się przeglądy pracującej instalacji fotowoltaicznej, w następujących okresach:

miesięczny - oględziny wizualne – ocena pod względem zanieczyszczeń lub widocznych, mechanicznych uszkodzeń np. szyby, ramy, konstrukcji montażowej;

półroczny – przegląd urządzeń pod względem, występowania w nich wody, insektów, sprawdzenie bezpieczników, przewodów;

pięcioletni – wykonanie pełnych okresowych pomiarów elektrycznych wg obowiązujących norm.

Dodatkowo po wystąpieniu anomalii pogodowych (gradobicia, wichury, burze) każdorazowo należy dokonać oględzin wizualnych.

W przypadku wykrycia jakichkolwiek nieprawidłowości należy przerwać pracę systemu i usunąć nieprawidłowości/ uszkodzenia. Naprawy mogą być wykonywane jedynie przez osoby posiadające odpowiednią wiedzę, doświadczenie i kwalifikacje potwierdzone stosownymi uprawnieniami (patrz pkt. 2.2).

Mycie modułów

- do mycia modułów nie należy stosować myjek wysokociśnieniowych, parą lub środkami chemicznymi powodującymi korozję. Nie należy używać szorstkich gąbek lub narzędzi, które mogłyby zarysować powierzchnię panelu.
- należy stosować zwykłą wodę, bez dodatków detergentów. Nie zaleca się stosowania wody z dużą zawartością minerałów, gdyż może ona zostawiać osad na panelach;
- nie należy dotykać części przewodzących prąd elektryczny;
- powinno się unikać mycia modułów podczas słonecznych dni, kiedy temperatura modułów przekracza 60°C;
- zaleca się mycie z częstotliwością 2 razy w roku, głównie po okresach pylenia i nawożenia roślin.
- W chłodniejszym klimacie, nie należy usuwać zamarzniętej warstwy śniegu lub lodu z powierzchni panelu, gdyż może to skutkować zarysowaniami. Można jedynie usunąć lekki śnieg za pomocą miękkiej szczotki, aby zwiększyć wydajność.
- Nie należy czyścić paneli z uszkodzoną, pękniętą powierzchnią lub przewodów ze zdartą warstwą ochronną. Może to spowodować uszkodzenia elektryczne albo skutkować porażeniem.

6. Postanowienia końcowe

Elementy ujęte w opisie, nie ujęte na rysunkach lub ujęte na rysunkach, nie ujęte w opisie traktować w taki sposób jakby były ujęte w obu częściach (rysunkowej i opisowej). Wykonawca może wprowadzić alternatywne rozwiązania pod warunkiem ich wcześniejszego przedłożenia Inwestorowi lub jego reprezentantom oraz uzyskania ich pozytywnej akceptacji i przyjęcia do realizacji potwierdzonej wpisem do dziennika budowy. W przypadku błędu, pomyłki lub wątpliwości interpretacyjnych niniejszej dokumentacji, Wykonawca przed złożeniem oferty zobowiązany jest je wyjaśnić z Inwestorem, który jako jedyny jest upoważniony do wprowadzania zmian, rozstrzygając na swoją korzyść wszystkie kwestie sporne.

OPRACOWAŁ:

mgr inż. Raczkowski Andrzej

Uprawnienia projektowe w zakresie

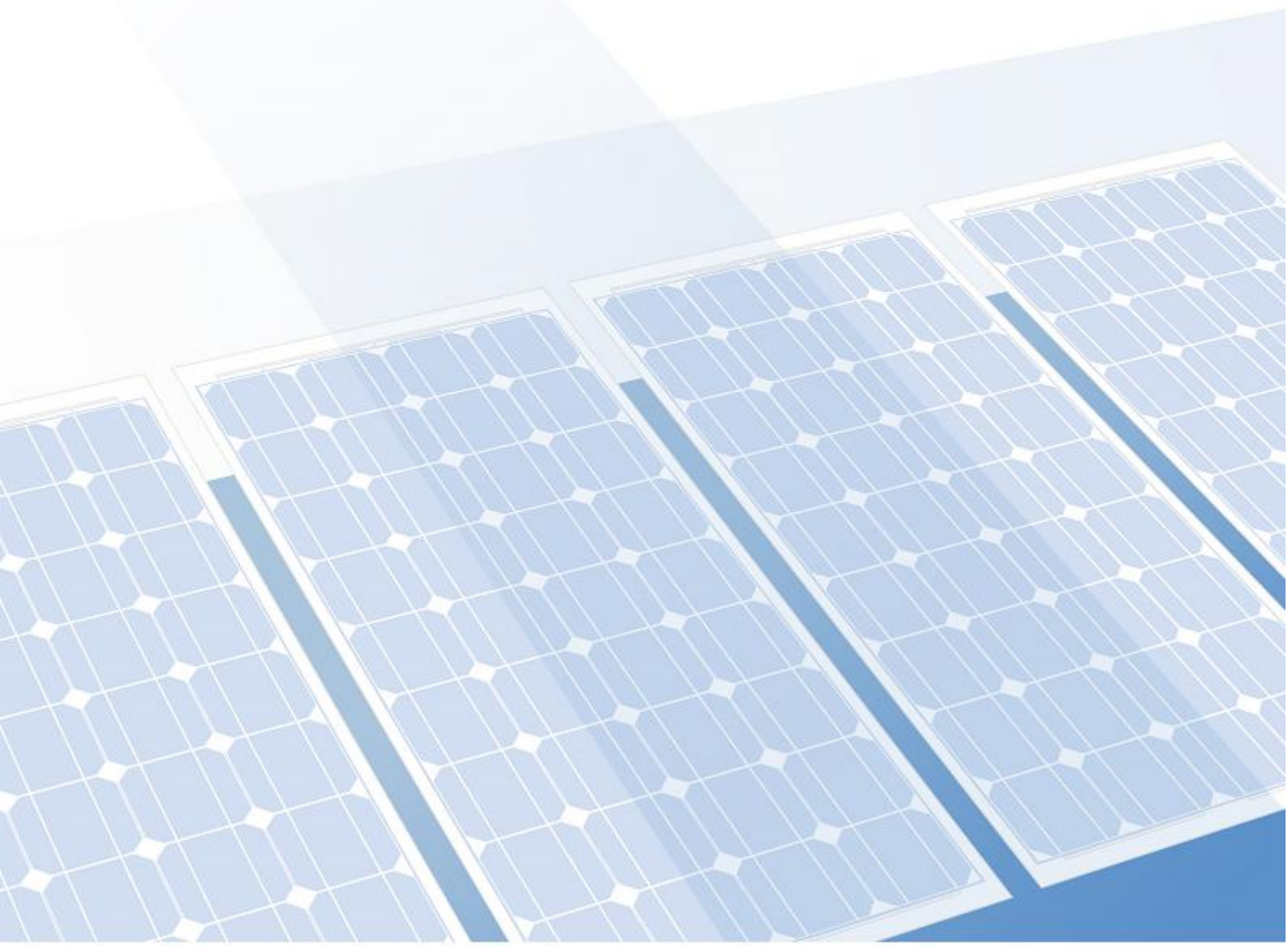
instalacji elektrycznych

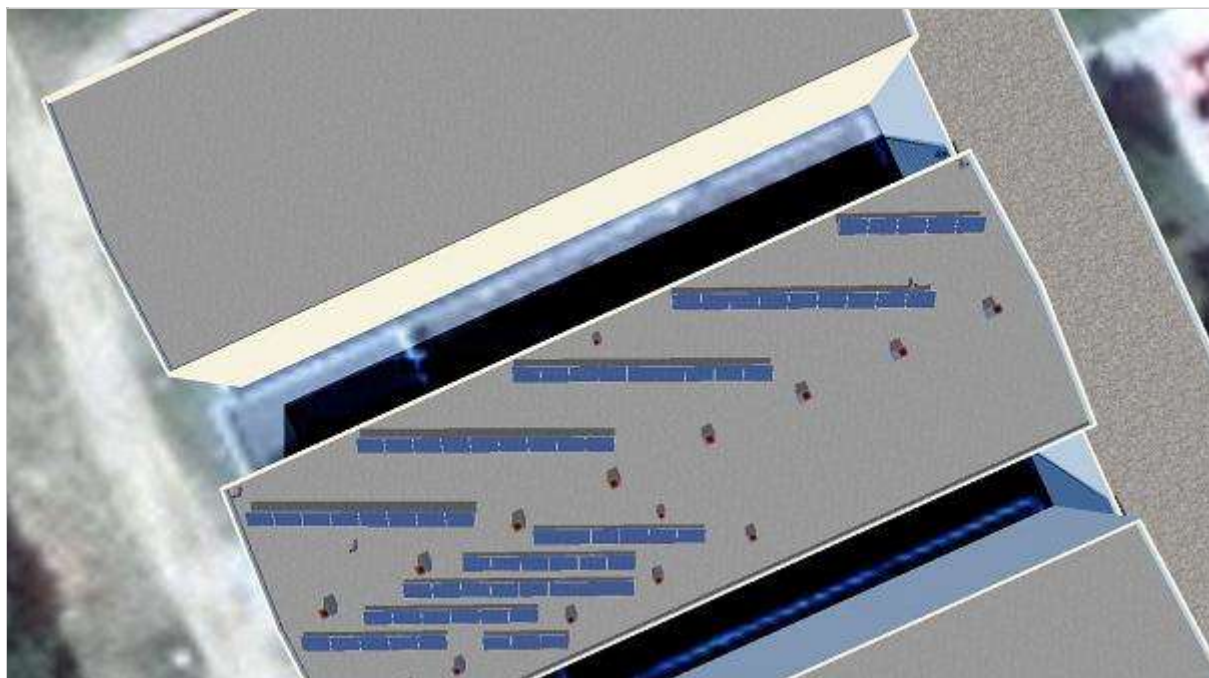
POM/0010/P00E/14

7. Załączniki

Projekt

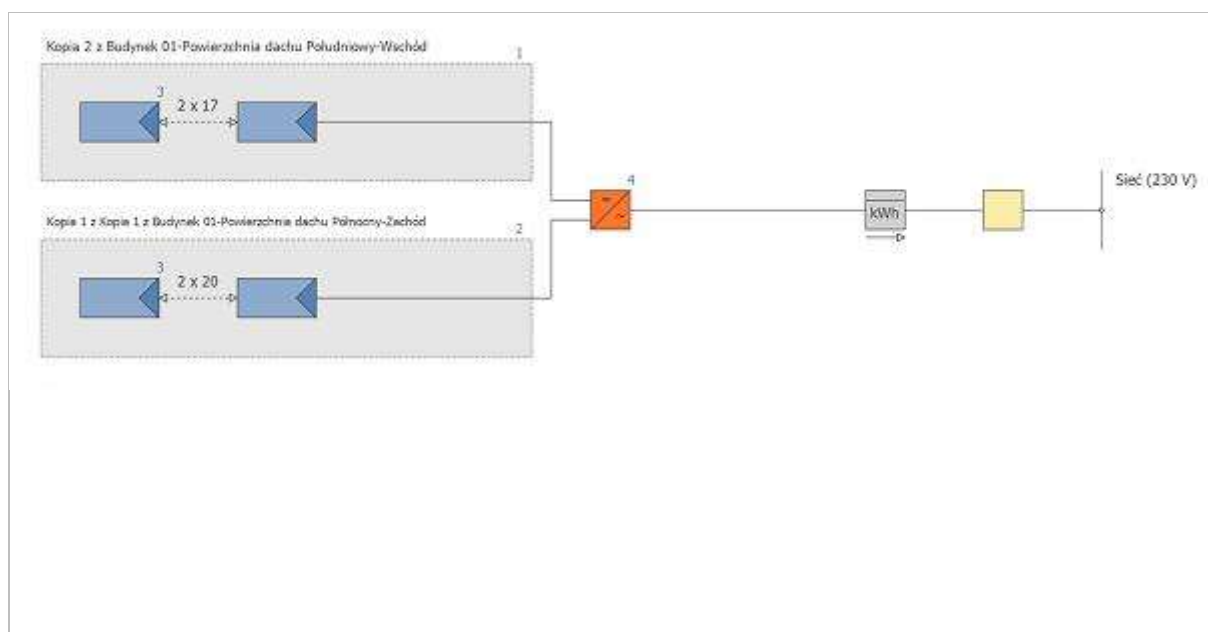
Adres:
Aleja Profesora Sylwestra Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz
Data wprowadzenia do eksploatacji: 2016-03-09
Opis projektu:





3D, Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV)

Dane klimatyczne	Bydgoszcz (1986 - 2005)
Moc generatora PV	19,98 kWp
Powierzchnia generatora PV	121,0 m ²
Liczba modułów PV	74
Liczba falowników	1



Zysk

Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	20 066 kWh
Spec. uzysk roczny	1 004,29 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	87,9 %
Obliczenie strat przez zacinienie	2,1 %/rok
Emisja CO ₂ , której dało się uniknąć:	12 032 kg / rok

Twój zysk

Całkowite koszty inwestycji	129 870,00 zł
Zwrot całkowitych nakładów	10,59 %
Okres amortyzacji	8,4 Lata
Koszty wytwarzania energii elektrycznej	0,21 zł/kWh

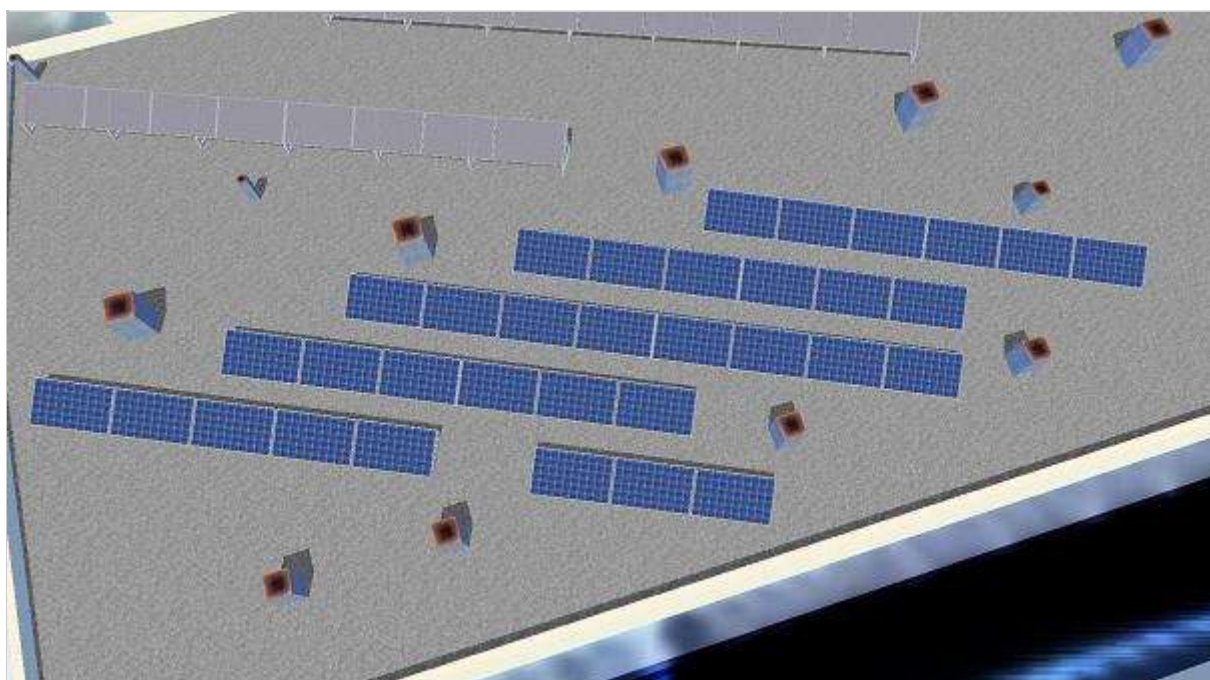
Wyniki zostały ustalone w oparciu o matematyczny model obliczeniowy firmy Valentin Software GmbH (algorytm PV*SOL). Uzysk rzeczywisty instalacji solarnej może być inny ze względu na wahania pogodowe, współczynniki sprawności modułów oraz falownika jak również inne czynniki.

Struktura instalacji

Dane klimatyczne	Bydgoszcz
Rodzaj instalacji	3D, Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV)

Generator PV 1. Powierzchnię modułu

Nazwa	Budynek 02-Powierzchnia dachu Południowy-Wschód
Moduły PV*	34 x polikrystaliczne o mocy 270 Wp
Producent	-
Nachylenie	21 °
Orientacja	Południe 173 °
Rodzaj montażu	Wolnostojący na dachu płaskim
Powierzchnia generatora PV	55,6 m ²

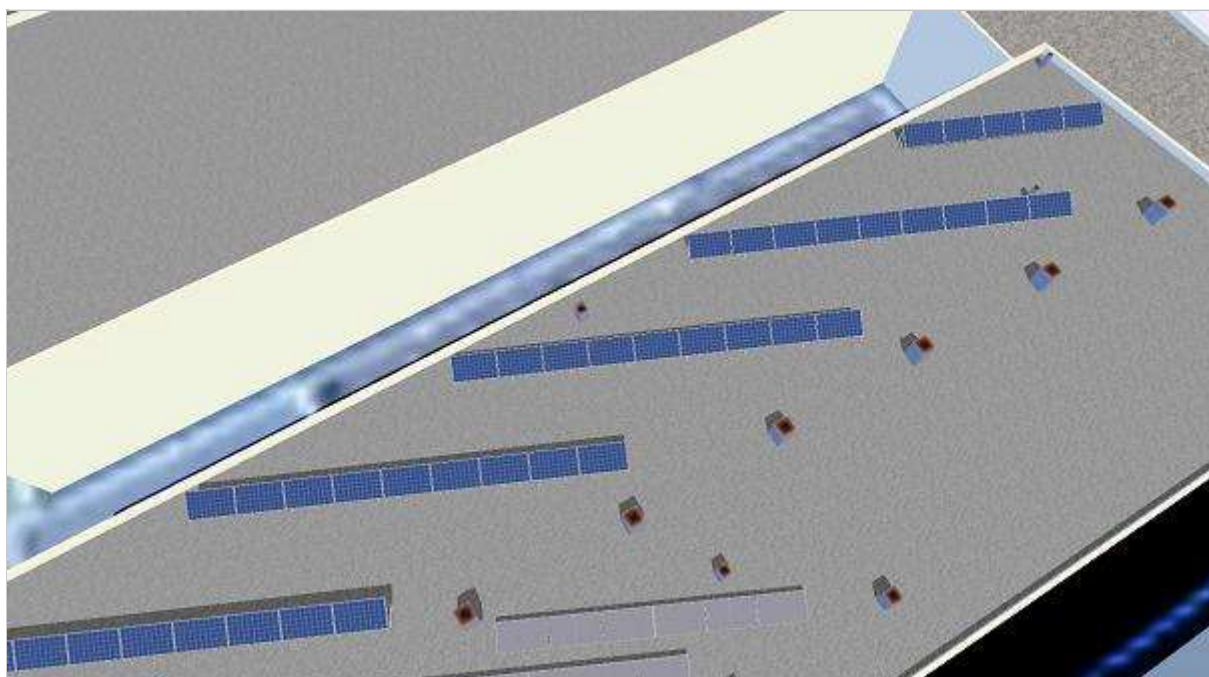


Rysunek: Projektowanie 3D do Budynek 02-Powierzchnia dachu Południowy-Wschód

Straty

Generator PV 2. Powierzchnię modułu

Nazwa	Budynek 02-Powierzchnia dachu Północny-Zachód
Moduły PV*	40 x polikrystaliczne o mocy 270 Wp
Producent	-
Nachylenie	24 °
Orientacja	Południe 186 °
Rodzaj montażu	Wolnostojący na dachu płaskim



Rysunek: Projektowanie 3D do Budynek 02-Powierzchnia dachu Północny-Zachód

Straty

Falownik

1. Powierzchnie modułów

Budynek 02-Powierzchnia dachu Południowy-Wschód + Budynek 02- Powierzchnia dachu Północny-Zachód

Falownik 1*	1 x
Producent	-
Optymalizator mocy	istnieje
Konfiguracja	MPP 1: 2 x 17 MPP 2: 2 x 20

Sieć AC

Liczba faz	3
Napięcie sieciowe (jednofazowe)	230 V
Współczynnik mocy (cos phi)	+/- 1

Kabel

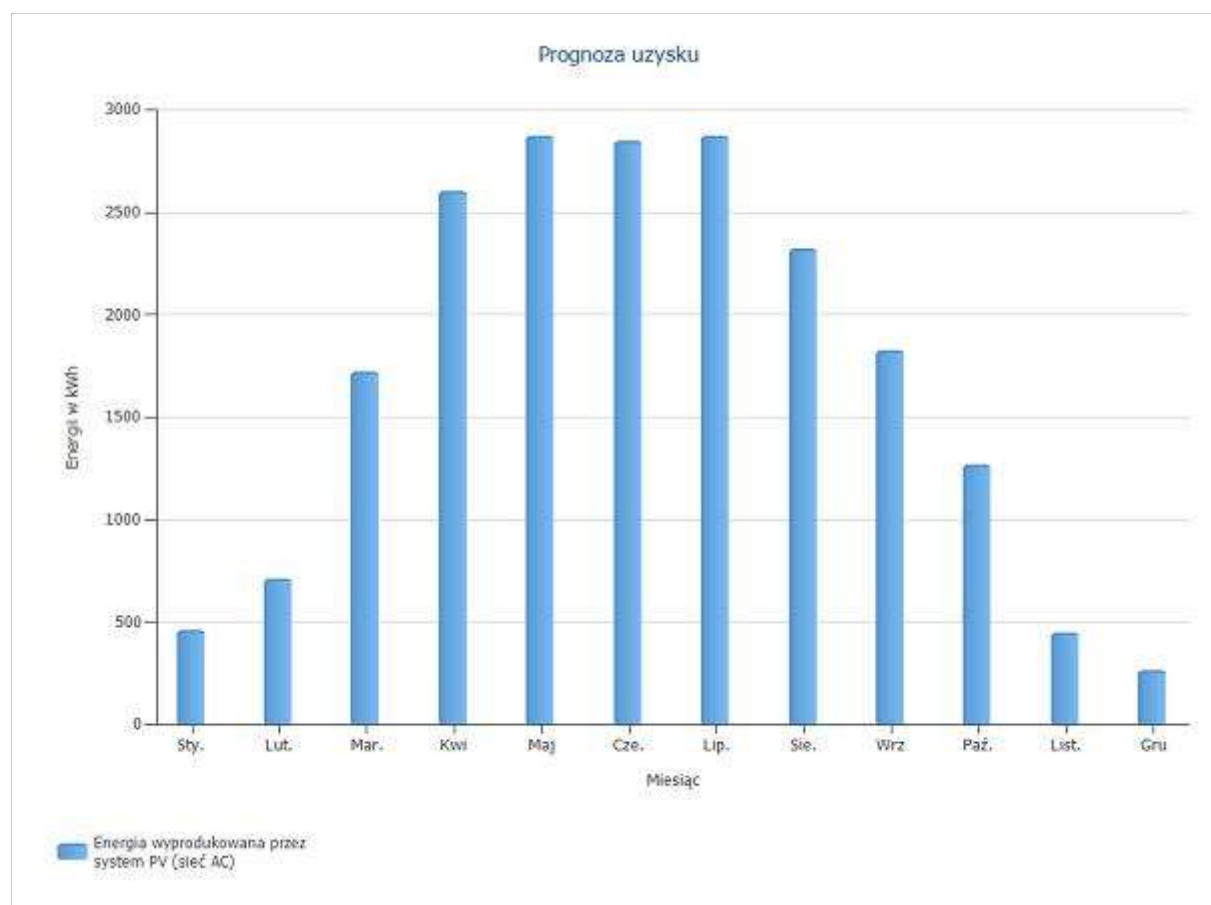
Maks. strata łączna	0 %
---------------------	-----

* Obowiązują warunki gwarancyjne poszczególnych producentów

Wyniki symulacji

Instalacja PV

Moc generatora PV	20 kWp
Spec. uzysk roczny	1 004,29 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	87,9 %
Zmniejszenie uzysku na skutek zacielenia	2,1 %/rok
Energia oddana do sieci	20 066 kWh/rok
Energia oddana do sieci w pierwszym roku (łącznie z degradacją modułu)	20 001 kWh/rok
Pobór w trybie czuwania	12 kWh/rok
Emisja CO ₂ , której dało się uniknąć:	12 032 kg / rok



Ilustracja: Proгноza uzysku

Wyniki na powierzchnię modułu

Budynek 02-Powierzchnia dachu Południowy-Wschód

Moc generatora PV	9,18 kWp
Powierzchnia generatora PV	55,6 m ²
Globalne nasłonecznienie na moduł	1136,7 kWh/m ²
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	9166,2 kWh/rok
Spec. uzysk roczny	998,5 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	87,7 %

Budynek 02-Powierzchnia dachu Północny-Zachód

Moc generatora PV	10,8 kWp
Powierzchnia generatora PV	65,4 m ²
Globalne nasłonecznienie na moduł	1143,9 kWh/m ²
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	10899,6 kWh/rok
Spec. uzysk roczny	1009,2 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	88,1 %

Bilans energetyczny instalacji PV

Promieniowanie globalne, poziomo	1 033,2 kWh/m²	
Odchylenie od standardowego widma	-10,33 kWh/m ²	-1,00 %
Orientacja i nachylenie modułów fotowoltaicznych	122,12 kWh/m ²	11,94 %
Zacienienie promieniowania dyfuzyjnego przez horyzont	-4,47 kWh/m ²	-0,39 %
Odbicia na powierzchni modułu	-56,29 kWh/m ²	-4,94 %
Globalne nasłonecznienie na moduł	1 084,3 kWh/m²	

$$\begin{aligned}
 &1\,084,3 \text{ kWh/m}^2 \\
 &\times 121,05 \text{ m}^2 \\
 &= 131\,250,5 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Globalne nasłonecznienie PV	131 250,5 kWh	
Zanieczyszczenie	0,00 kWh	0,00 %
Konwersja STC (współczynnik sprawności znamionowej modułu 16,54 %)	-109 546,98 kWh	-83,46 %
Znamionowa energia PV	21 703,5 kWh	
Zacienienie częściowe specyficzne dla modułu	-140,64 kWh	-0,65 %
Zachowanie w warunkach słabego oświetlenia	-443,32 kWh	-2,06 %
Odchylenie od znamionowej temperatury modułu	-426,62 kWh	-2,02 %
Diody	-21,45 kWh	-0,10 %
Niedopasowanie (dane producenta)	0,00 kWh	0,00 %
Niedopasowanie (konfiguracja/zacienienie)	0,00 kWh	0,00 %
Energia PV (DC) bez regulacji falownika	20 671,5 kWh	
Regulacja zakresu napięcia MPP	0,00 kWh	0,00 %
Regulacja maks. prądu DC	0,00 kWh	0,00 %
Regulacja maks. mocy prądu DC	0,00 kWh	0,00 %
Regulacja maks. mocy prądu AC/cos phi	0,00 kWh	0,00 %
Adaptacja MPP	-4,36 kWh	-0,02 %
Energia PV (DC)	20 667,1 kWh	

Energia na wejściu falownika	20 667,1 kWh	
Odchylenie napięcia wejściowego od znamionowego	0,00 kWh	0,00 %
Konwersja z prądu DC na AC	-601,33 kWh	-2,91 %
Pobór w trybie czuwania	-11,84 kWh	-0,06 %
Straty całkowite w kablu	0,00 kWh	0,00 %
Energia PV (AC) odjąć zużycie podczas czuwania	20 054,0 kWh	
Energia oddana do sieci	20 065,8 kWh	

Analiza rentowności**Dane instalacji**

Energia oddana do sieci w pierwszym roku (łącznie z degradacją modułu)	20 001 kWh/rok
Moc generatora PV	20 kWp
Włączenie instalacji do eksploatacji:	2016-03-09
Rozważany przedział czasowy	20 Lata

Parametry rentowności

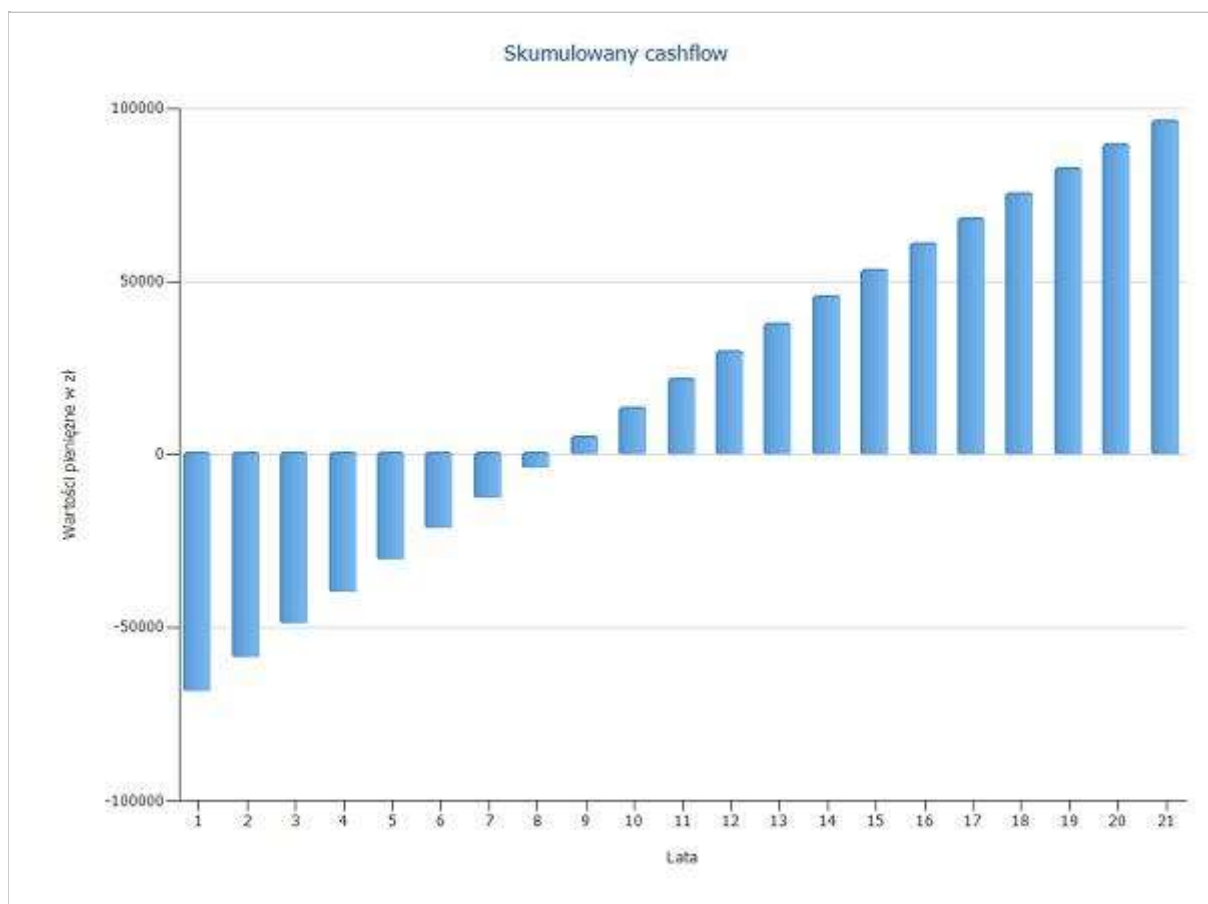
Zwrot całkowitych nakładów	10,59 %
Skumulowany cashflow	95 854,30 zł
Okres amortyzacji	8,4 Lata
Koszty wytwarzania energii elektrycznej	0,21 zł/kWh

Przegląd płatności

specyficzne koszty inwestycji	6 500,00 zł/kWp
Koszty inwestycyjne	129 870,00 zł
Płatności jednorazowe	0,00 zł
Należności	51 948,00 zł
Koszty roczne	0,00 zł/rok
Pozostałe zyski lub zaoszczędzone kwoty	0,00 zł/rok

Wynagrodzenie i oszczędności

Wynagrodzenie całkowite w pierwszym roku	10 000,41 zł
Wynagrodzenie za prąd sprzedany bezpośrednio na rynku	
Cena prądu bezpośrednio zakupiona na rynku	0,50 zł/kWh
Wynagrodzenie za prąd sprzedany pośrednio na rynku	10 000,41 zł/rok



Ilustracja: Skumulowany cashflow

Tabela cashflow

	rok 1	rok 2	rok 3	rok 4	rok 5
Inwestycje	-129 870,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	51 948,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Wynagrodzenie zasilania	9 683,58 zł	9 724,68 zł	9 550,49 zł	9 378,80 zł	9 209,57 zł
Roczny cashflow	-68 238,42 zł	9 724,68 zł	9 550,49 zł	9 378,80 zł	9 209,57 zł
Skumulowany cashflow	-68 238,42 zł	-58 513,74 zł	-48 963,25 zł	-39 584,45 zł	-30 374,87 zł

	rok 6	rok 7	rok 8	rok 9	rok 10
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Wynagrodzenie zasilania	9 042,78 zł	8 878,38 zł	8 716,36 zł	8 556,67 zł	8 399,29 zł
Roczny cashflow	9 042,78 zł	8 878,38 zł	8 716,36 zł	8 556,67 zł	8 399,29 zł
Skumulowany cashflow	-21 332,09 zł	-12 453,71 zł	-3 737,35 zł	4 819,32 zł	13 218,61 zł

	rok 11	rok 12	rok 13	rok 14	rok 15
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Wynagrodzenie zasilania	8 244,19 zł	8 091,33 zł	7 940,69 zł	7 792,25 zł	7 645,96 zł
Roczny cashflow	8 244,19 zł	8 091,33 zł	7 940,69 zł	7 792,25 zł	7 645,96 zł
Skumulowany cashflow	21 462,79 zł	29 554,12 zł	37 494,82 zł	45 287,06 zł	52 933,02 zł

	rok 16	rok 17	rok 18	rok 19	rok 20
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Wynagrodzenie zasilania	7 501,81 zł	7 359,76 zł	7 219,79 zł	7 081,87 zł	6 945,97 zł
Roczny cashflow	7 501,81 zł	7 359,76 zł	7 219,79 zł	7 081,87 zł	6 945,97 zł
Skumulowany cashflow	60 434,83 zł	67 794,59 zł	75 014,39 zł	82 096,26 zł	89 042,23 zł

	rok 21
Inwestycje	0,00 zł
Należności	0,00 zł
Wynagrodzenie zasilania	6 812,07 zł
Roczny cashflow	6 812,07 zł
Skumulowany cashflow	95 854,30 zł

Wskaźniki degradacji i wzrostu ceny są stosowane miesięcznie przez cały rozważany przedział czasowy.
Następuje to już w pierwszym roku.

Moduł PV: polikrystaliczne o mocy 270 Wp

Producent	-
Dostępny	-

Dane elektryczne

Typ ogniwa	Si polikrystaliczny
Tylko falownik transformatorowy	Nie
Liczba ogniw	60
Liczba diod by-pass	3

Dane mechaniczne

Szerokość	989 mm
Wysokość	1654 mm
Głębokość	40 mm
Szerokość ramki	21 mm
Ciężar	18,2 kg
Obramowany	Tak

Parametry U/I przy STC

Napięcie w MPP	31,6 V
Natężenie prądu w MPP	8,56 A
Moc znamionowa	270 W
Napięcie obwodu otwartego	38,8 V
Prąd zwarciaowy	9,18 A
Podwyższenie napięcia obwodu otwartego przed stabilizacją	0 %

Parametry obciążenia częściowego U/I

Źródło wartości	Producent/własne
Nasłonecznienie	200 W/m ²
Napięcie w MPP przy obciążeniu częściowym	30,9 V
Natężenie prądu w MPP przy obciążeniu częściowym	1,71 A
Napięcie obwodu otwartego przy obciążeniu częściowym	36,05 V
Prąd zwarciaowy przy obciążeniu częściowym	1,81 A

Dalsze

Współczynnik napięciowy	-124,16 mV/K
Współczynnik natężenia prądu	4,04 mA/K
Współczynnik mocy	-0,42 %/K
Współczynnik kąta padania	95 %
Maksymalne napięcie systemowe	1000 V
Spec. pojemność cieplna	920 J/(kg*K)
Współczynnik absorpcji	70 %
Współczynnik emisji	85 %

Falownik:

Producent	-
Dostępny	-

Dane elektryczne

Moc znamionowa DC	20,5 kW
Moc znamionowa AC	20 kW
Maks. moc prądu DC	20,9 kW
Maks. moc prądu AC	20 kW
Pobór w trybie czuwania	7 W
Zużycie nocne	1 W
Zasilanie od	60 W
Maks. prąd wejściowy	74,4 A
Maks. napięcie wejściowe	1000 V
Napięcie znamionowe DC	600 V
Liczba faz zasilających	3
Liczba wejść DC	6
Z transformatorem	Nie
Zmiana stopnia sprawności w przypadku odchylenia napięcia wejściowego prądu od napięcia znamionowego	0,29 %/100V

Tracker MPP

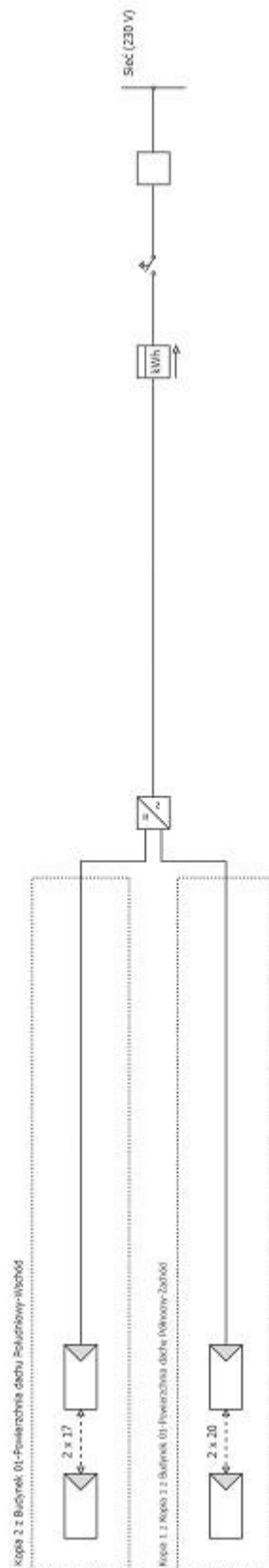
Zakres mocy < 20% mocy znamionowej	99,8 %
Zakres mocy > 20% mocy znamionowej	100 %
Liczba trackerów MPP (punktów mocy maksymalnej)	2

Tracker MPP 1

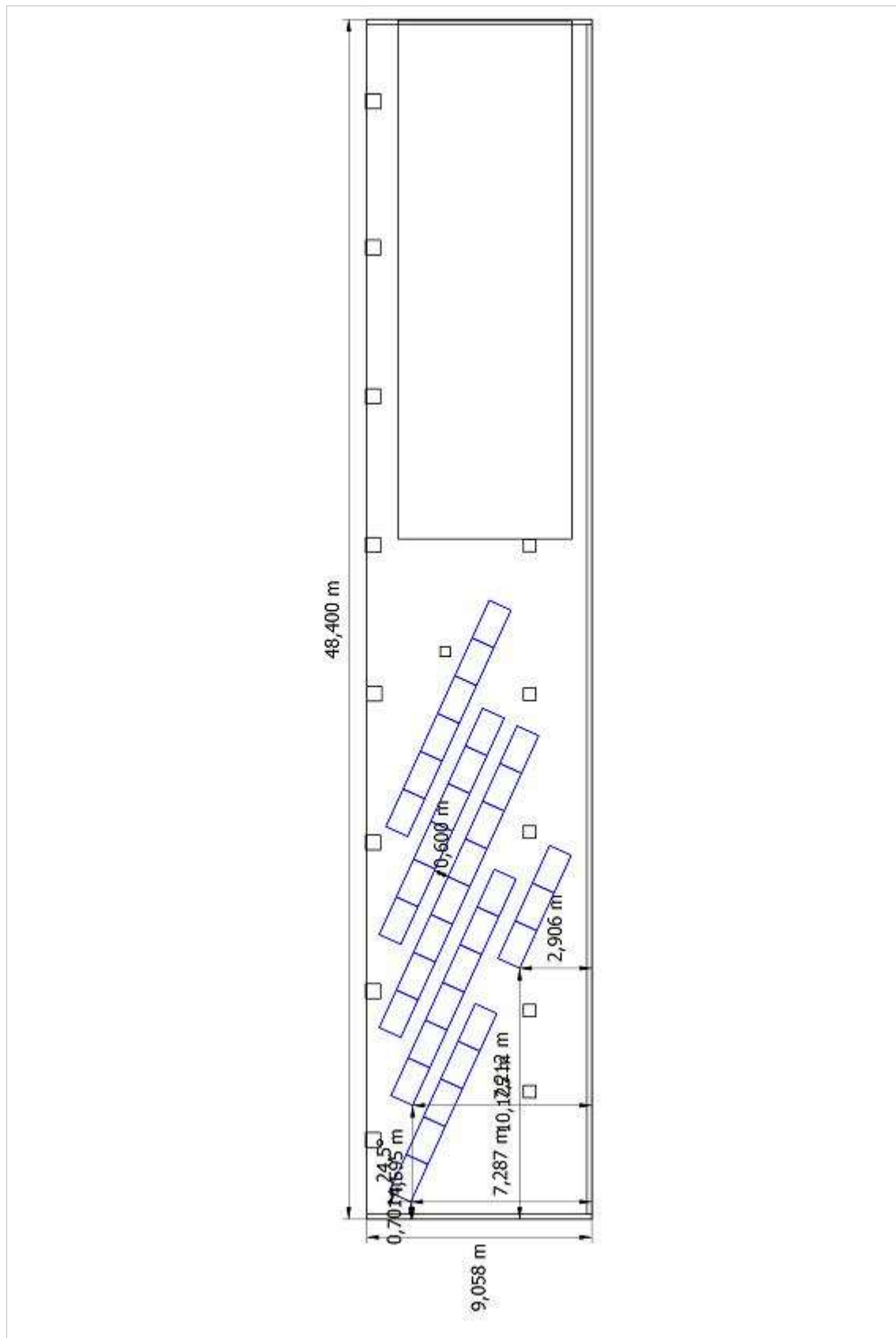
Maks. prąd wejściowy na tracker MPP	33 A
Maks. moc wejściowa na tracker MPP	20,43 kW
Min. napięcie MPP	200 V
Max. napięcie MPP	800 V

Tracker MPP 2

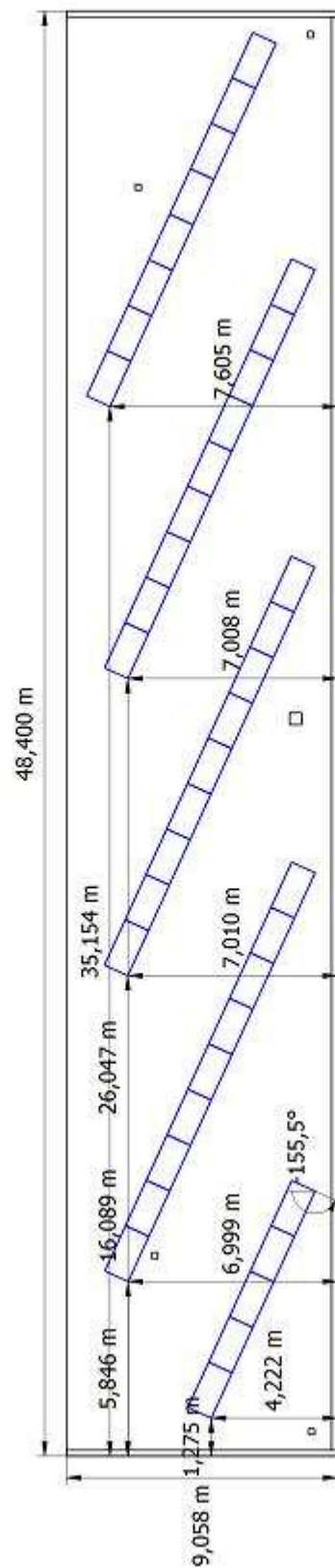
Maks. prąd wejściowy na tracker MPP	27 A
Maks. moc wejściowa na tracker MPP	20,43 kW
Min. napięcie MPP	200 V
Max. napięcie MPP	800 V



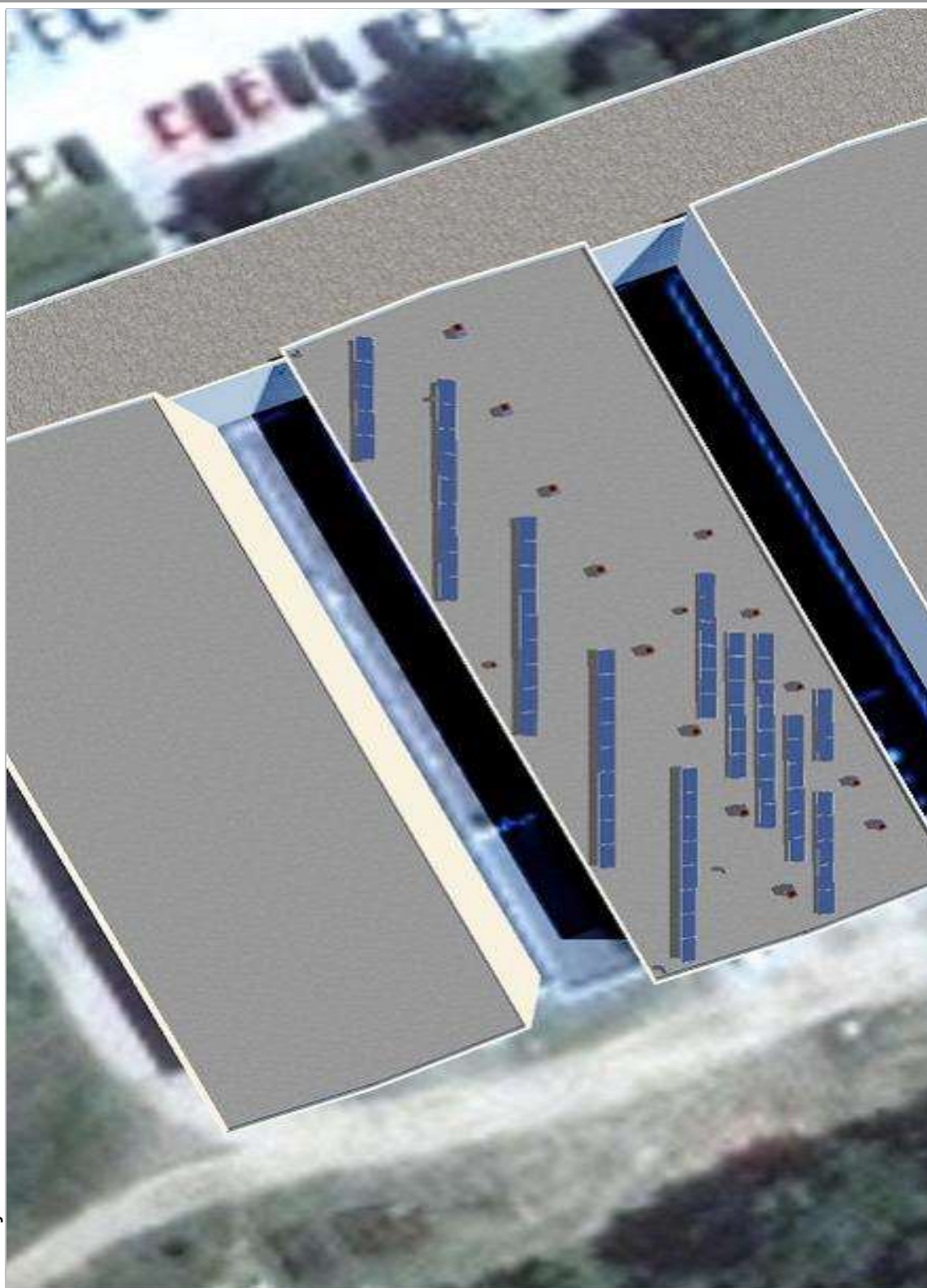
budynek 3a-Powierzchnia dachu Południowy-Wschód



budynek 3b-Powierzchnia dachu Północny-Zachód

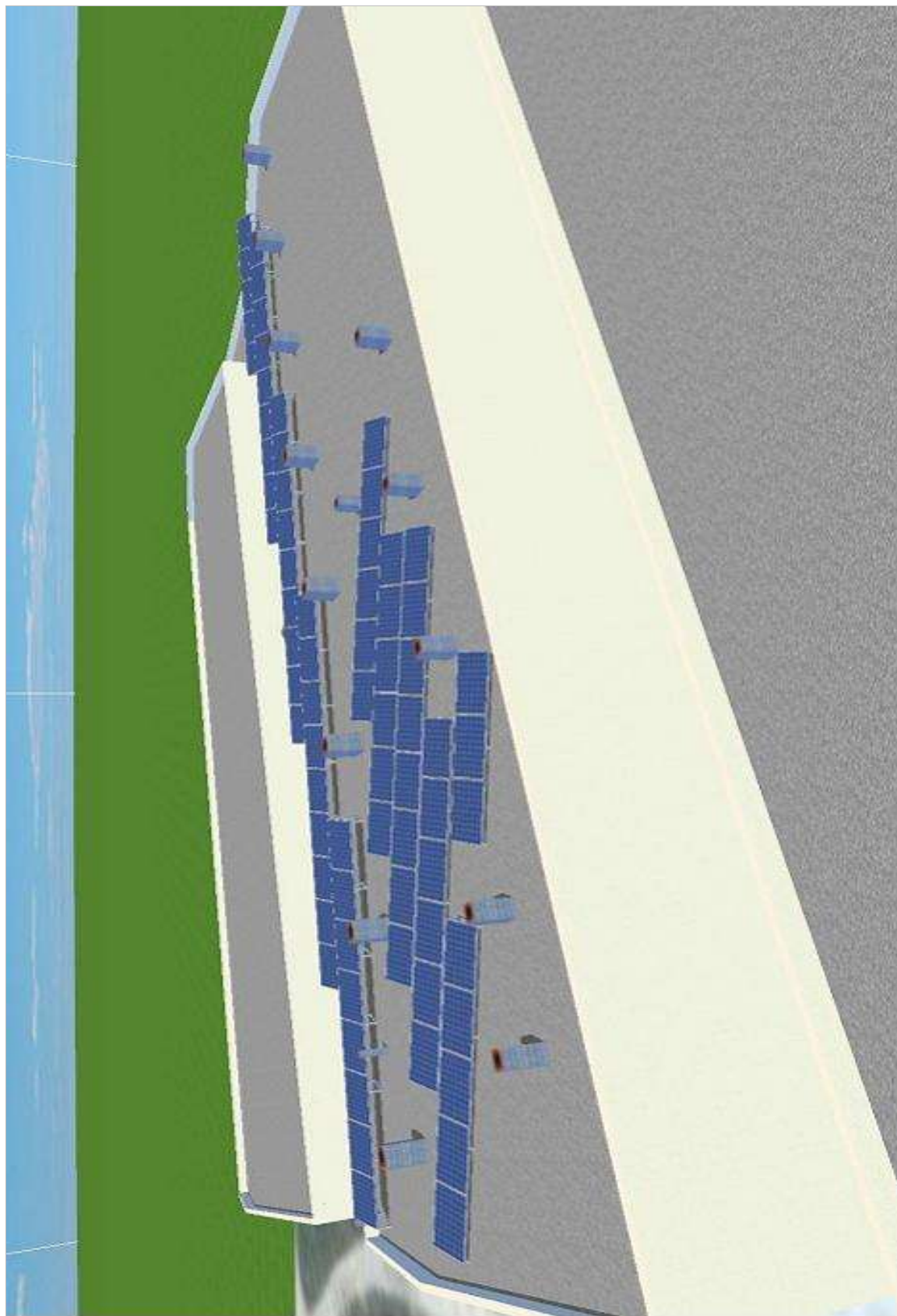


Otoczenie

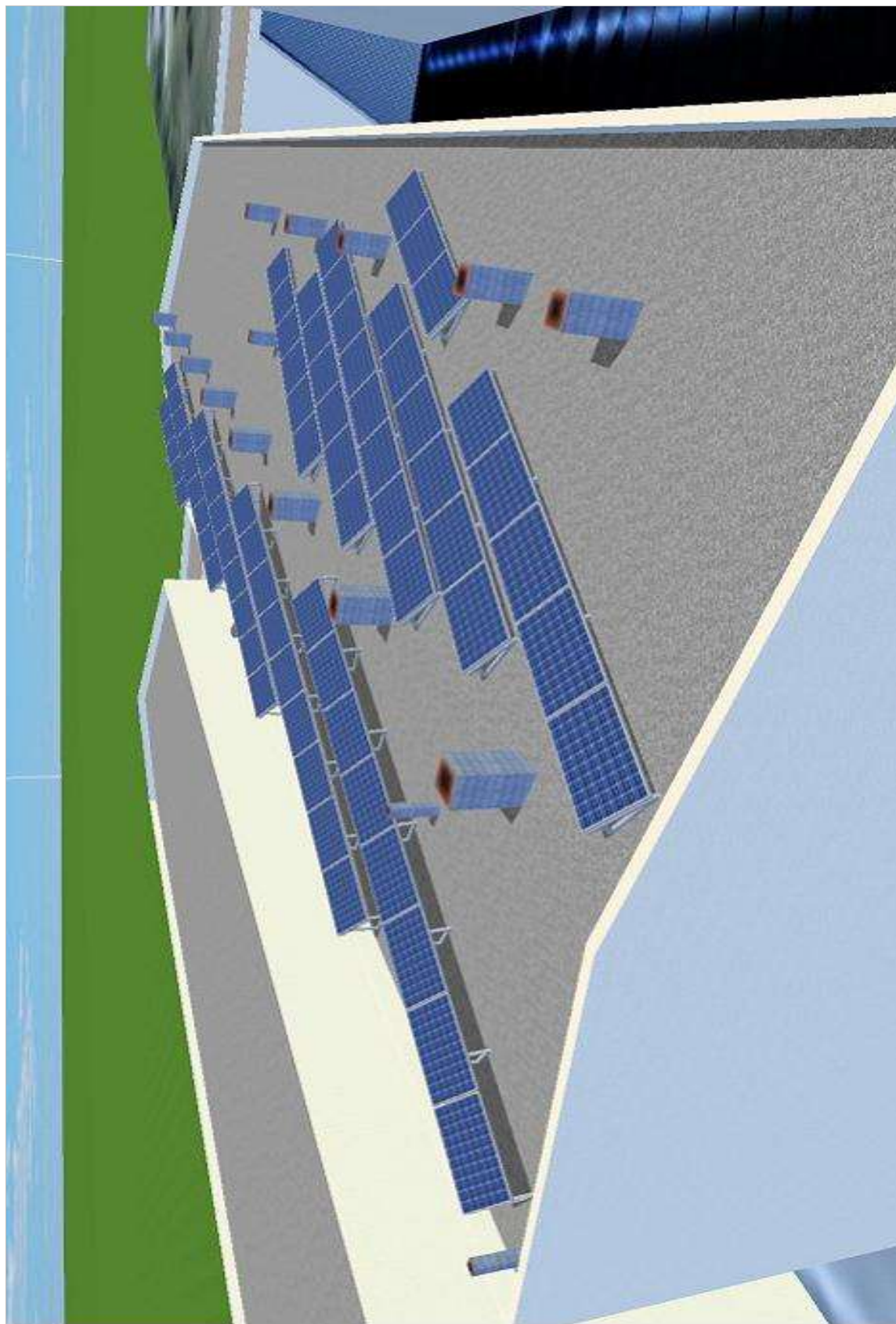


Ilustracja: Zrzut ekranu01

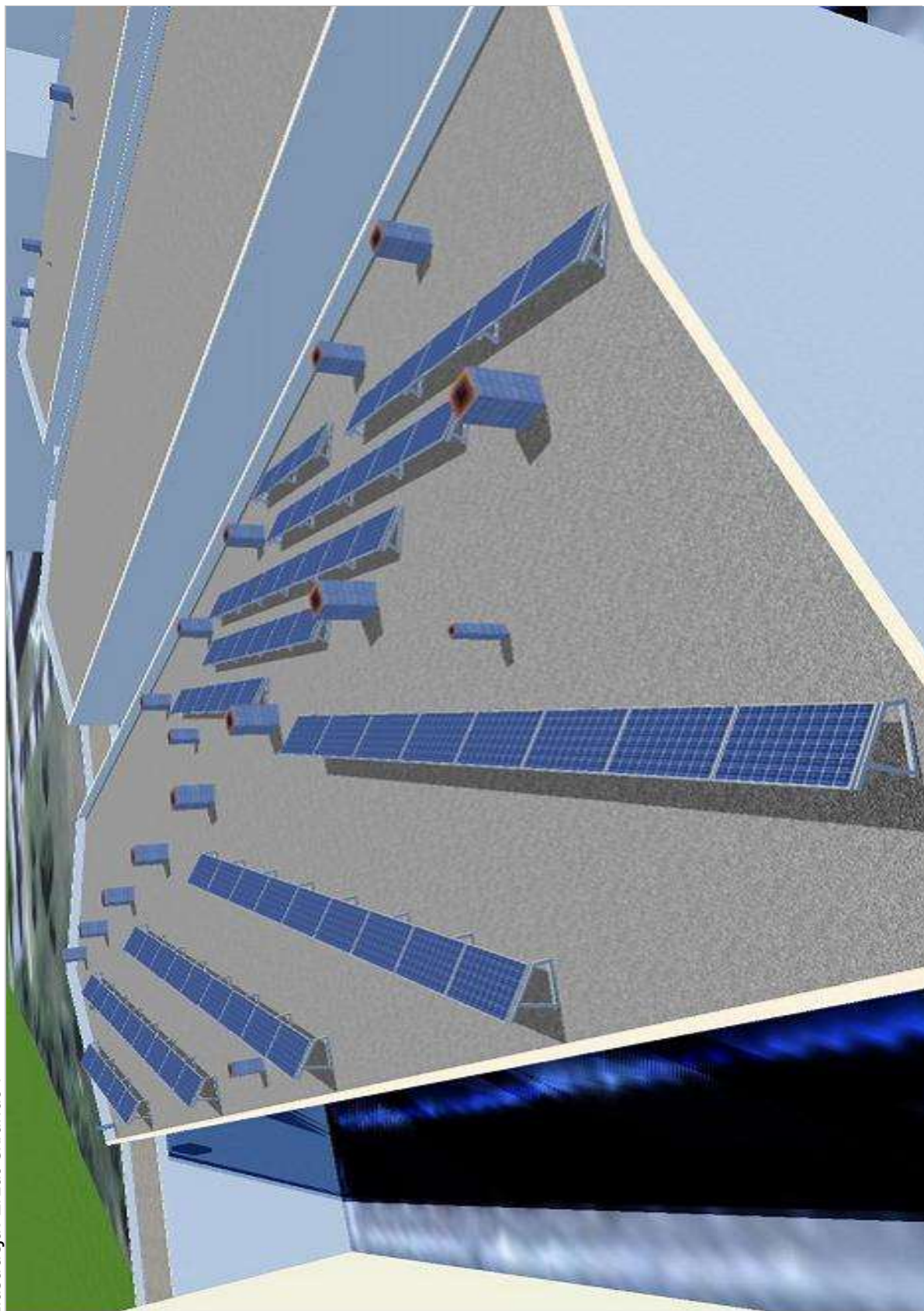
Ilustracja: Zrzut ekranu02



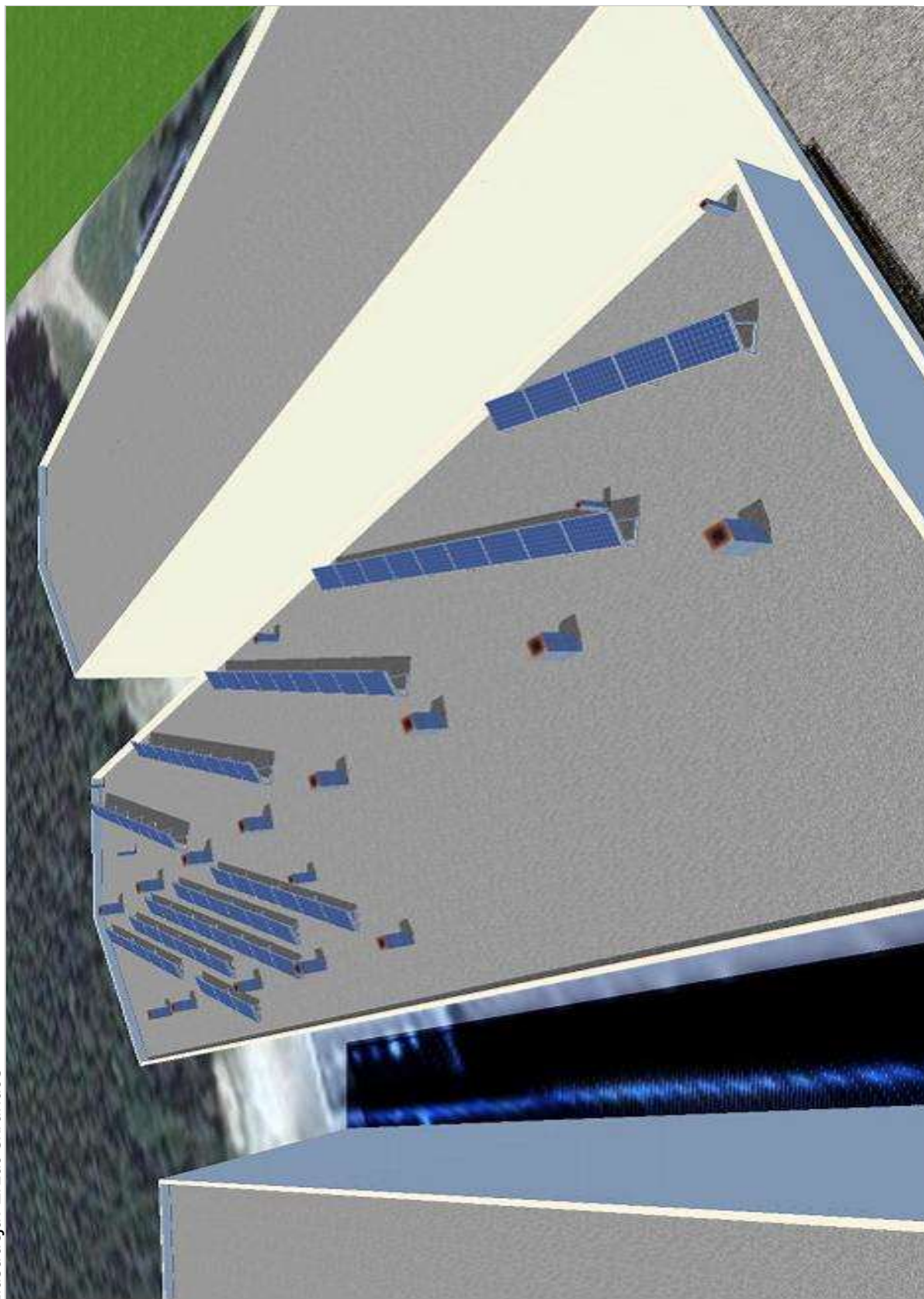
Ilustracja: Zrzut ekranu03



Ilustracja: Zrzut ekranu04

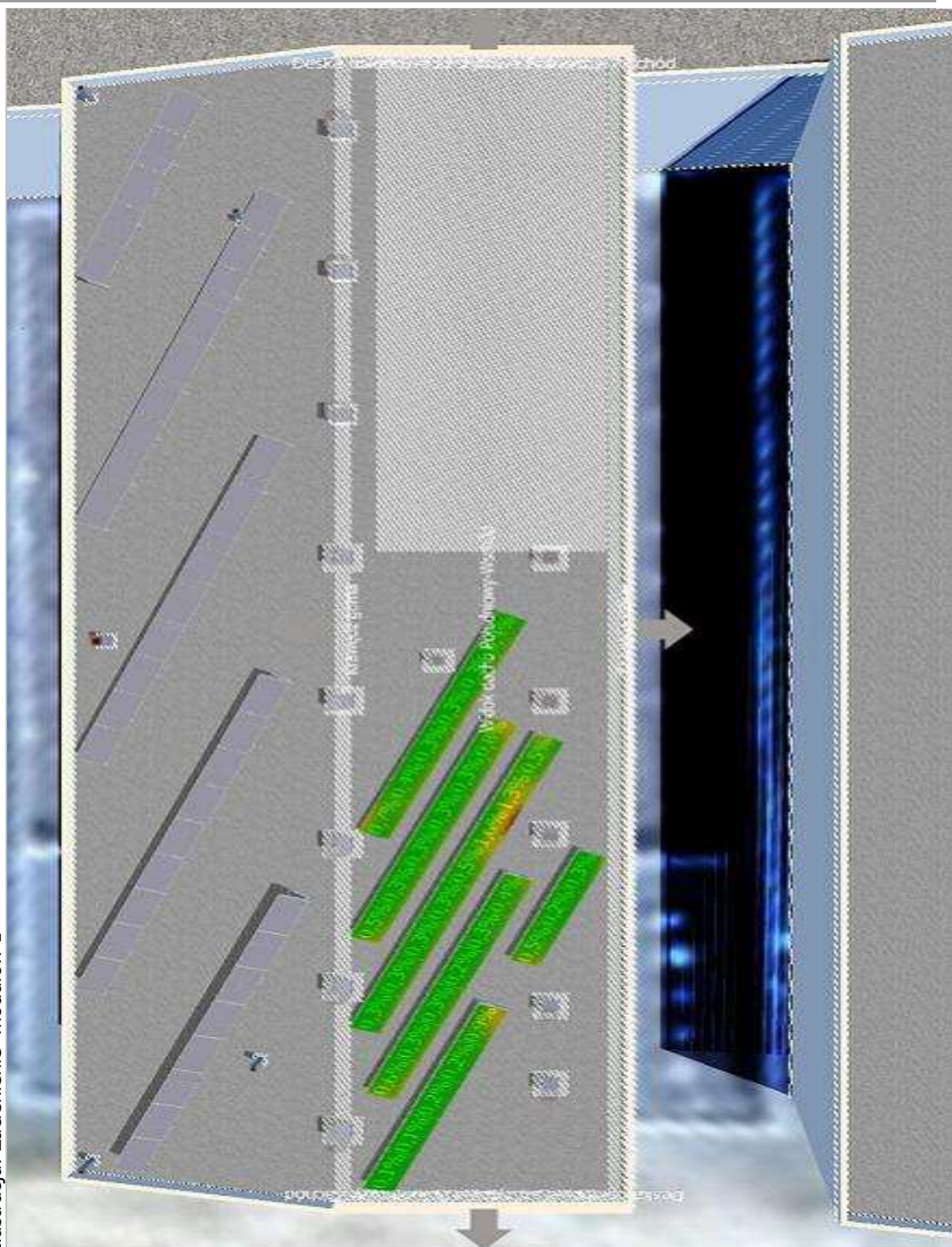


Ilustracja: Zrzut ekranu05

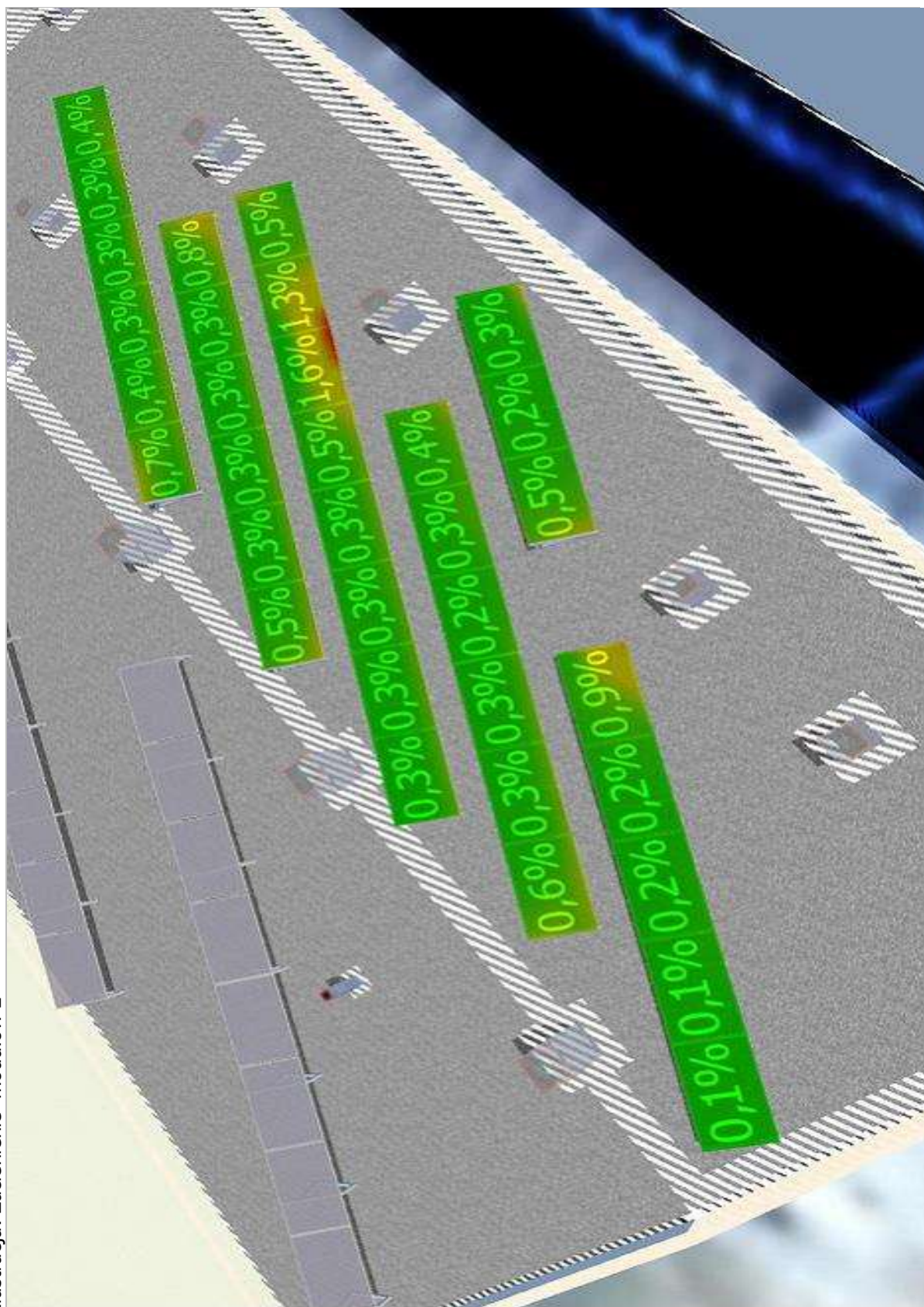


Zacienienie

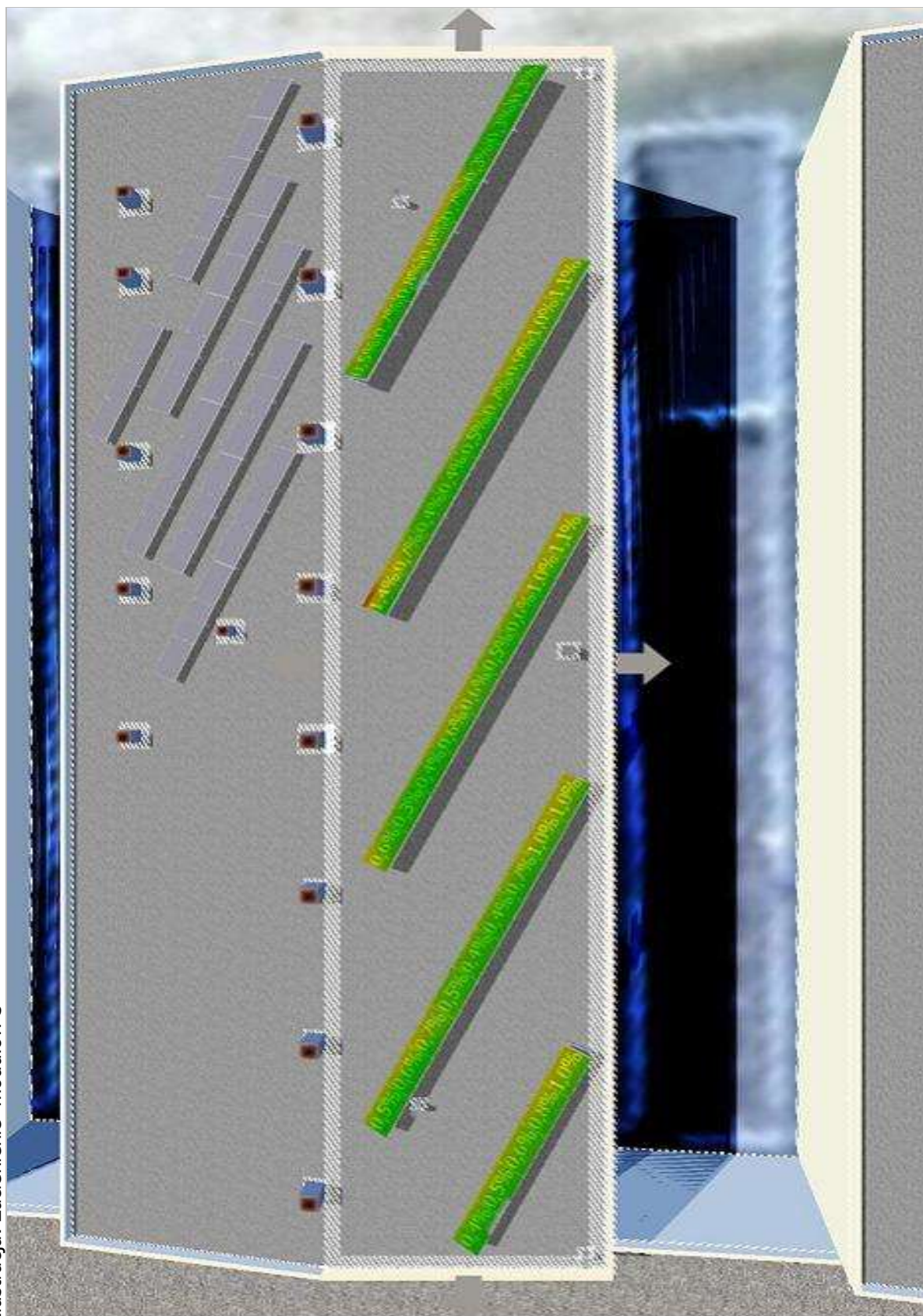
Ilustracja: Zacienienie modułów 1



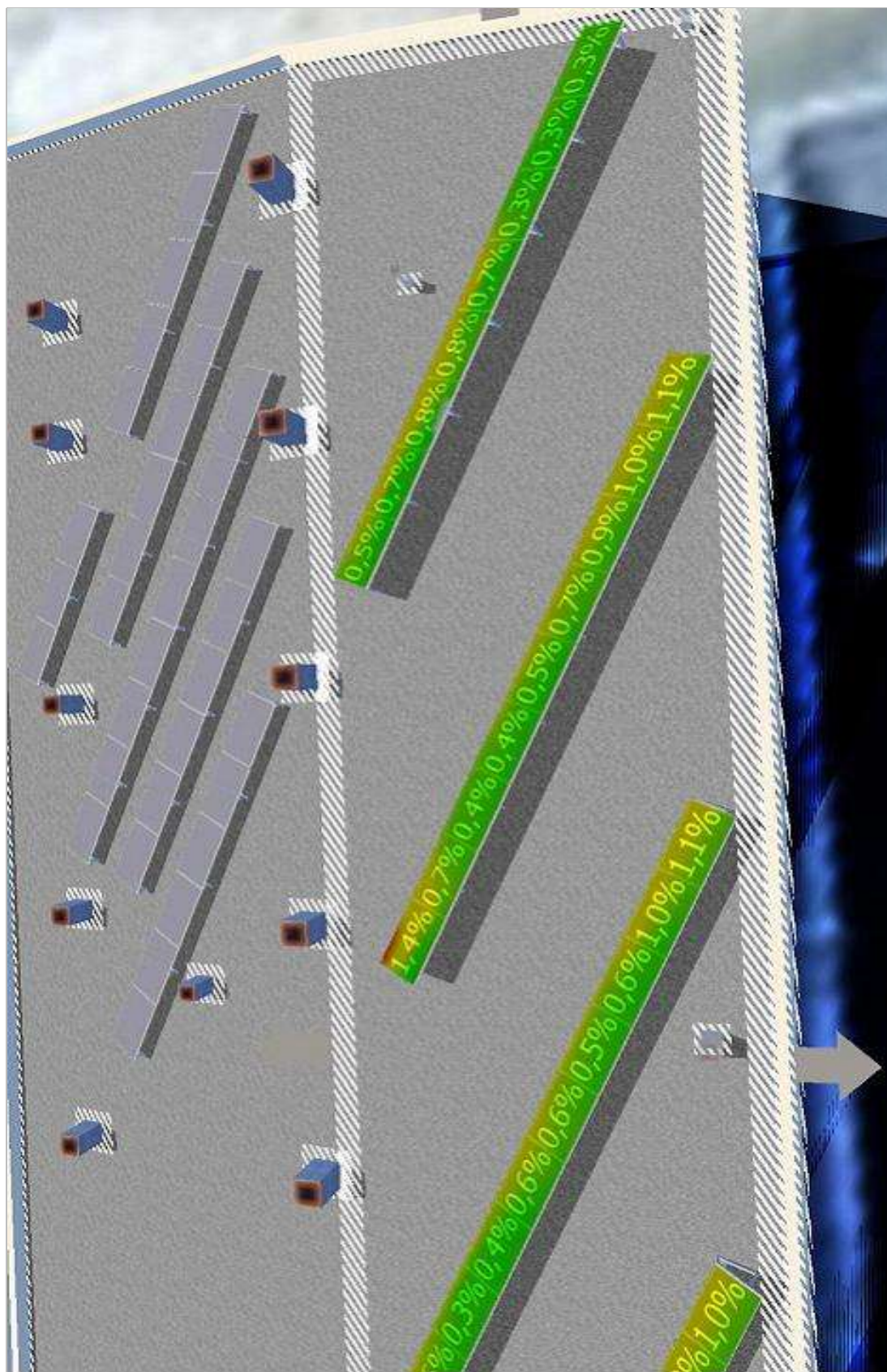
Ilustracja: Zacienienie modułów 2



Ilustracja: Zacienienie modułów 3

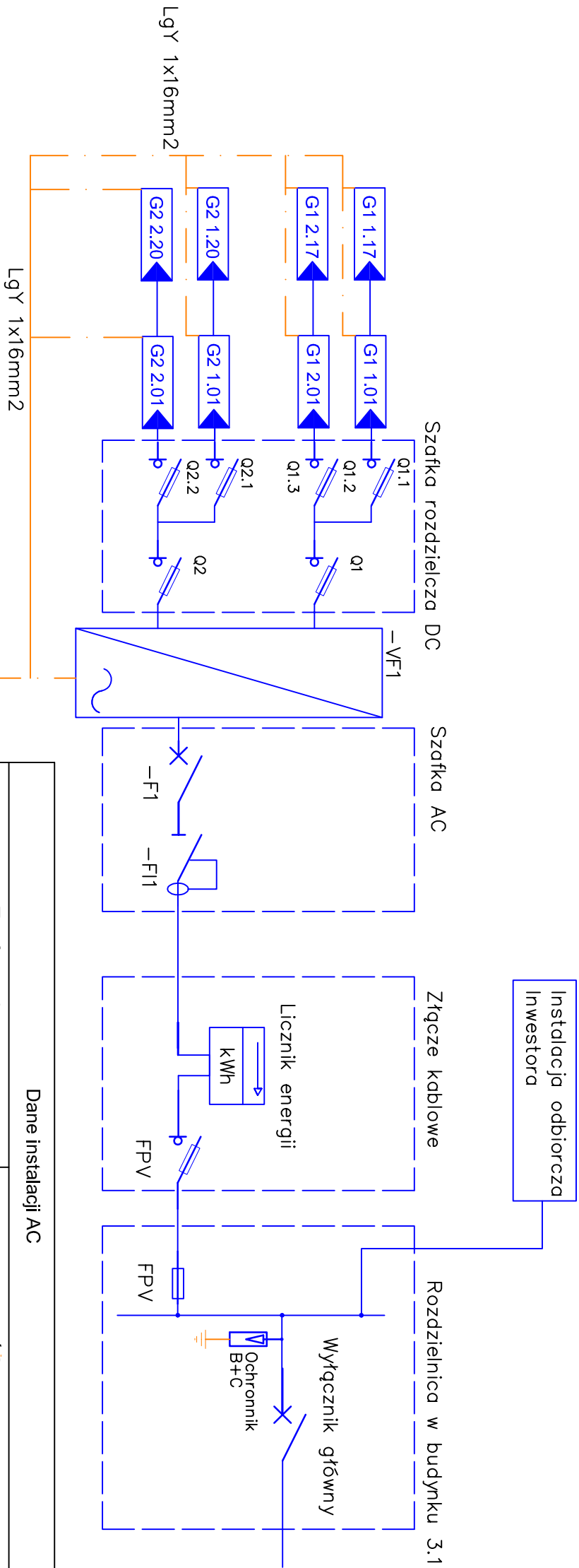


Ilustracja: Zacienienie modułów 4



Ilustracja: Zacienienie modułów 5





Dane instalacji fotowoltaicznej	
Typ modułów	polikrystaliczne o mocy 270 Wp
Całkowita ilość modułów	74
Liczba generatorów PV	2
Liczba pętli DC na generator PV	2
Ilość modułów w pętli	G1.1-17szt, G1.2.-17 szt, G2.1.-20 szt, G2.2.-20 szt.
Typ kabla DC	kabel solarny 1x6mm2 PV1-F
Przekrój kabla DC [mm2]	6
Zabezpieczenie pętli strony DC (Q1.1, Q1.2, Q2.1, Q2.2)	PCF 16DC-CH 10PV-16A
Zabezpieczenie zbiorcze strony DC	Rozłącznik bezpiecznikowy TL1-1/9/1200V, wkładka NH 0 DC 750V 32A gPV
Ogranicznik przepięciowy DC	DC OVP TYPE 1+2 - M wbudowany w inwerter

Dane instalacji AC	
Typ falownika	trójfazowy
Moc falownika	20 000 W
Typ i przekrój kabla AC	YKYżo 5x6mm2
Zabezpieczenie zwarciowe po stronie AC	S304 C 32A
Zabezpieczenie różnicowoprądowe po stronie AC	P304 40A 100mA typ A
Zabezpieczenie zwarciowe w złączu	R323 50A 3P+N
Typ i przekrój kabla AC do rozdzielni w bud.3.1	YKYżo 5x25mm2
Zabezpieczenie zwarciowe po stronie AC w rozdzielni w budynku 3.1	3x WT-2/gG 80A

Legenda:

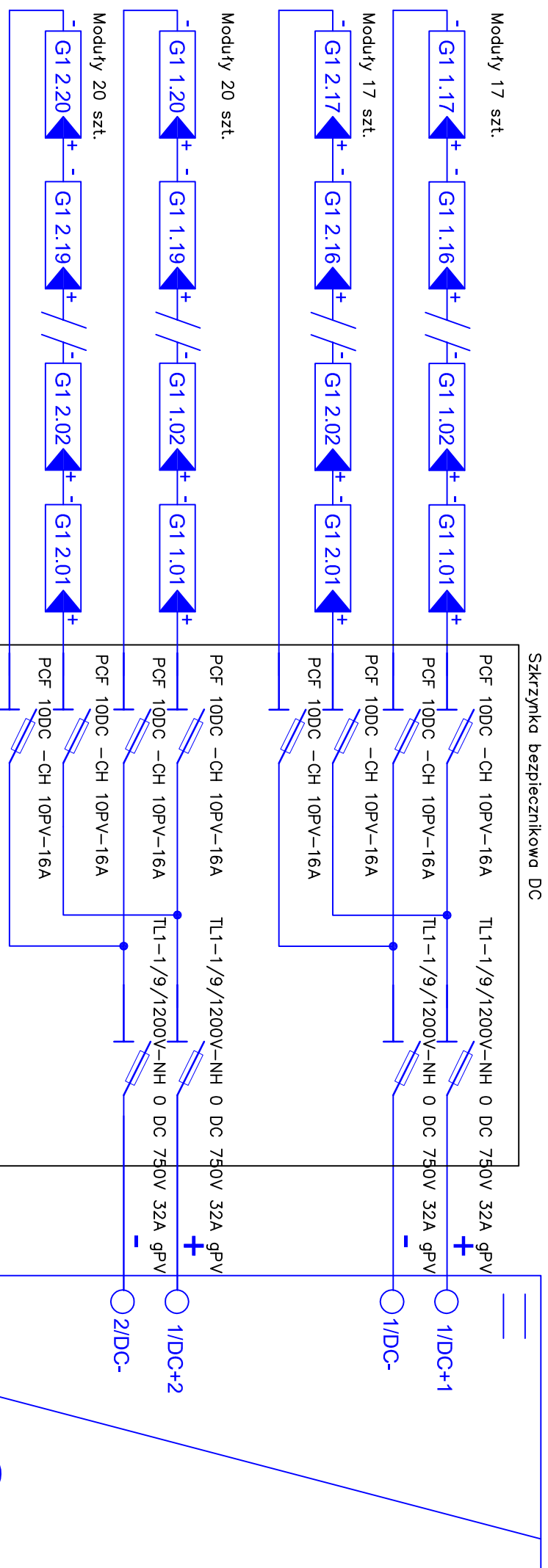
- Panel PV

-Rozłącznik bezpiecznikowy DC

-Wyłącznik instalacyjny

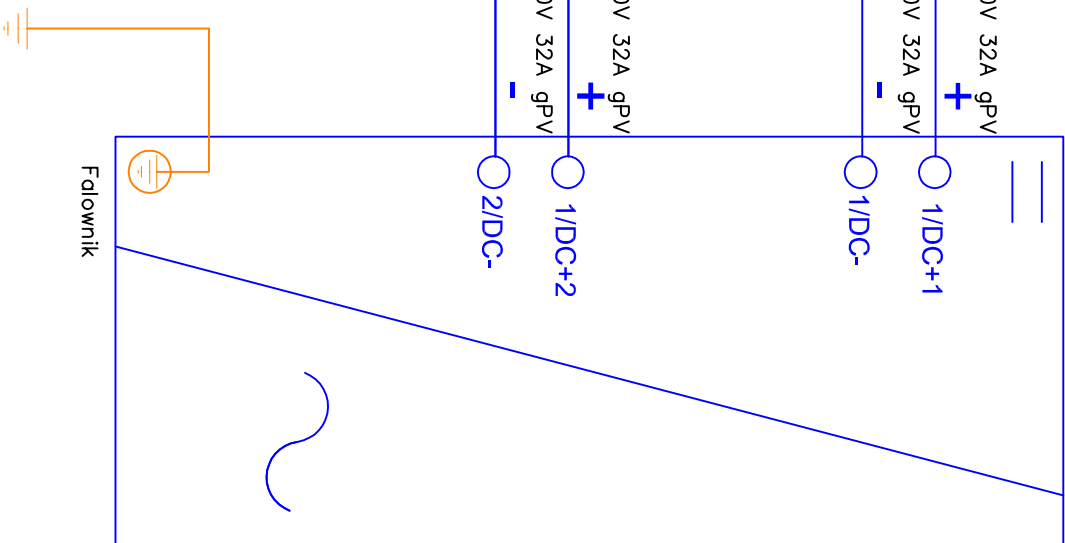
-Wyłącznik różnicowoprądowy

Obiekt	Instalacja fotowoltaiczna		
Adres	Aleja Profesora Sylwestra Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz		
Rysunek	Instalacje Elektryczne - schemat jednokreskowy instalacji PV		
Inwestor	Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy		
Projektował	mgr inż. Andrzej Raczkowski Uprawnienia do projektowania w zakresie instalacji elektrycznych POM/0010/P00E/14		
Data, skala, nr. rys.	Kwiecień 2016r.		E 01.

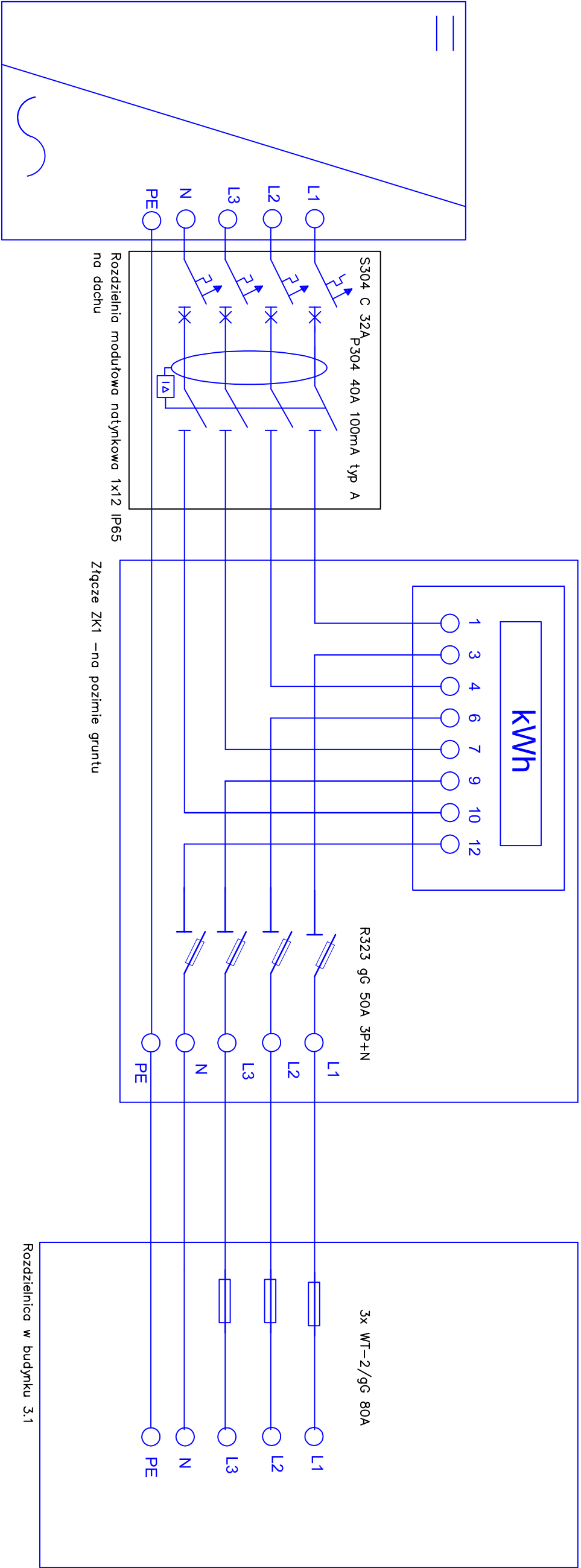


Dane instalacji fotowoltaicznej	
Typ modułów	Polikrystaliczne o mocy 270 Wp
Całkowita ilość modułów	74
Liczba generatorów PV	2
Liczba pętlí DC na generator PV	2
Ilość modułów w pętli	G1.1-1/szl. G1.2-1/szl. G2.1-1-20 szl. G2.2-20 szl.
Typ kabla DC	kabel solarny 1x6mm2 PV1-F
Przekrój kabla DC [mm2]	6
Zabezpieczenie pętli strony DC (Q1.1, Q1.2, Q2.1, Q2.2)	PCF 16DC -CH 10PV-16A
Zabezpieczenie zbiorcze strony DC	Rozłącznik bezpiecznikowy TL-1/19/1200V, wkładka NH o DC 750V 32A gPV
Ogranicznik przepięciowy DC	DC OVP TYPE 1+2 - M wbudowany w inwerter

UWAGA:
Wykonać połączenia wyrównujące paneli PV linką żółto-zieloną LgY 1x16mm² i uzemić. Nie wolno podłączać paneli do instalacji odgromowej na dachu!

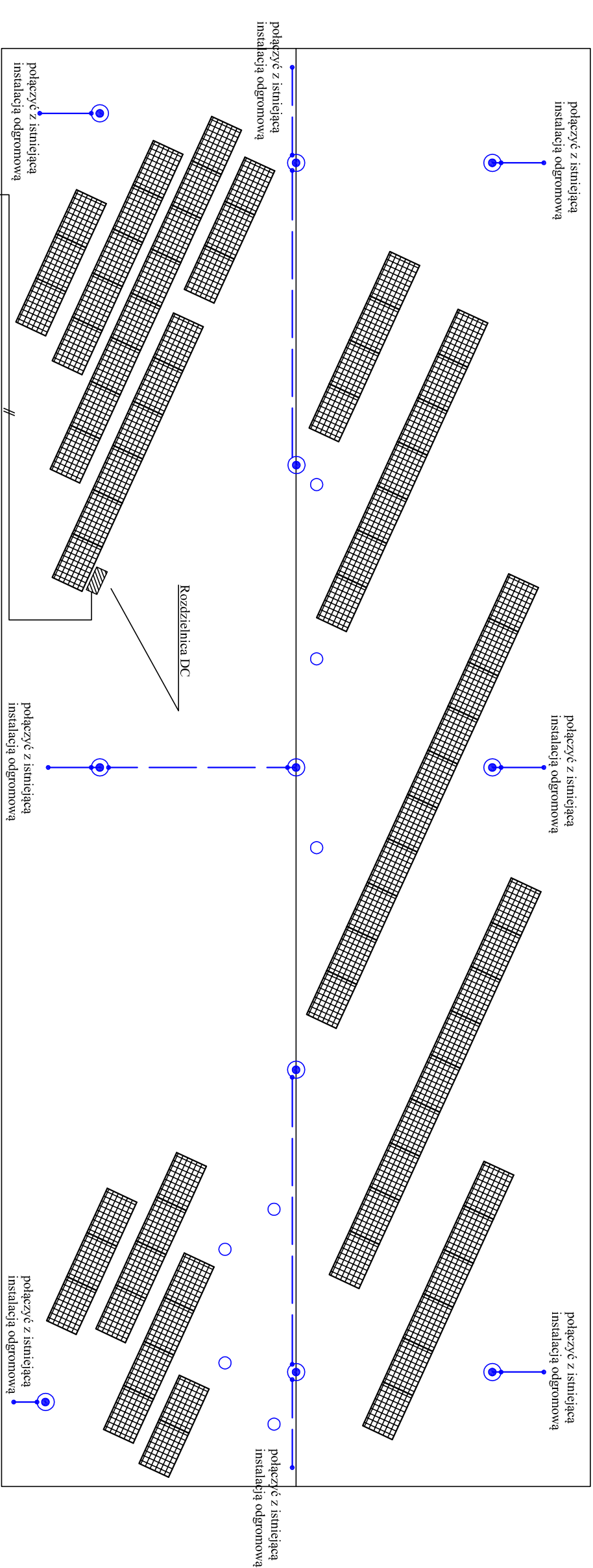


Obiekt	Instalacja fotowoltaiczna		
Adres	Aleja Profesora Sylwestra Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz		
Rysunek	Instalacje Elektryczne - schemat wielokreskowy strony DC		
Inwestor	Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadekich w Bydgoszczy		
Projektował	mgr inż. Andrzej Raeczowski Uprawnienia do projektowania w zakresie instalacji elektrycznych POM/0010/P00E/14		
Data, skala, nr. rys.	Kwiecień 2016r.		E 02.



Dane instalacji AC	
Typ falownika	trójfazowy
Moc falownika	20 000 W
Typ i przekrój kabla AC	YKYżo 5x6mm2
Zabezpieczenie zwarciowe po stronie AC	S304 C 32A
Zabezpieczenie różnicowoprądowe po stronie AC	P304 40A 100mA typ A
Zabezpieczenie zwarciowe w złączu	R323 50A 3P+N
Typ i przekrój kabla AC	YKYżo 5x16mm2
Zabezpieczenie zwarciowe po stronie AC w rozdzielni nadzręcznej	3x WT-2/gG 63A

Obiekt	Instalacja fotowoltaiczna		
Adres	Aleja Profesora Sylwestra Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz		
Rysunek	Instalacje Elektryczne - schemat wielokreskowy po stronie AC		
Inwestor	Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy		
Projektował	mgr inż. Andrzej Rączkowski Uprawnienia do projektowania w zakresie instalacji elektrycznych POM/0010/P00E/14		
Data, skala, nr. rys.		Kwiecień 2016r.	E 03.



Opis techniczny:

Instalację odgromową instalacji fotowoltaicznej z pręta stalowego ocynkowanego o średnicy 8mm, układanego na wspornikach klejonych do pokrycia dachu oraz wspornikach kotwionych do ściany na detalach architektonicznych dachu, kominiów i ogniomurów.

Zwody pionowe instalacji odgromowej o średnicy 8mm układane w bruzdzie i osłonięte sztywną rurą PCV 37mm. Złącza kontrolne instalować w typowych skrzynkach wętkowych instalacji odgromowej, zabezpieczone drzwiczkami wyposażonymi w zamek patentowy. Instalować na wys. 0,6m od zewnętrznej warstwy terenu.

Zwód odprowadzający od złącza kontrolnego do pręta uziemiającego wykonany z płaskownika FeZn 25 x 4mm, po ścianie układane w osłonie z rury 47mm. Maszt odgromowy wykonać z rury średnicy 32mm tak by jego wysokość nie była mniejsza niż 2,5m. Przy łączeniu z prętami uziemiającymi pamiętać by zachować huk promieniowy min. 30°. Pręty uziemiające długości min. 2m wbić na głębokość min. 1m pod powierzchnię ziemi.

U W A G A !!!
Wszystkie połączenia w ziemi łączyć tylko przez spawanie, miejsca połączeń zabezpieczyć cynkiem w aerozolu i lakierem asfaltowym.
Po zakończeniu robót wykonać pomiary i protokoły przekazać Inwestorowi wraz z innymi dokumentami odbiorowymi.

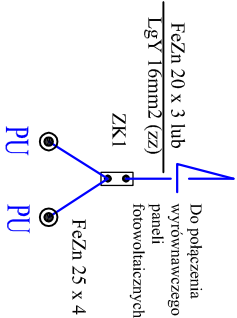
Oznaczenia:

ZK ... - złącze kontrolne - osadzać i wykonać zgodnie z PN - EN 62305

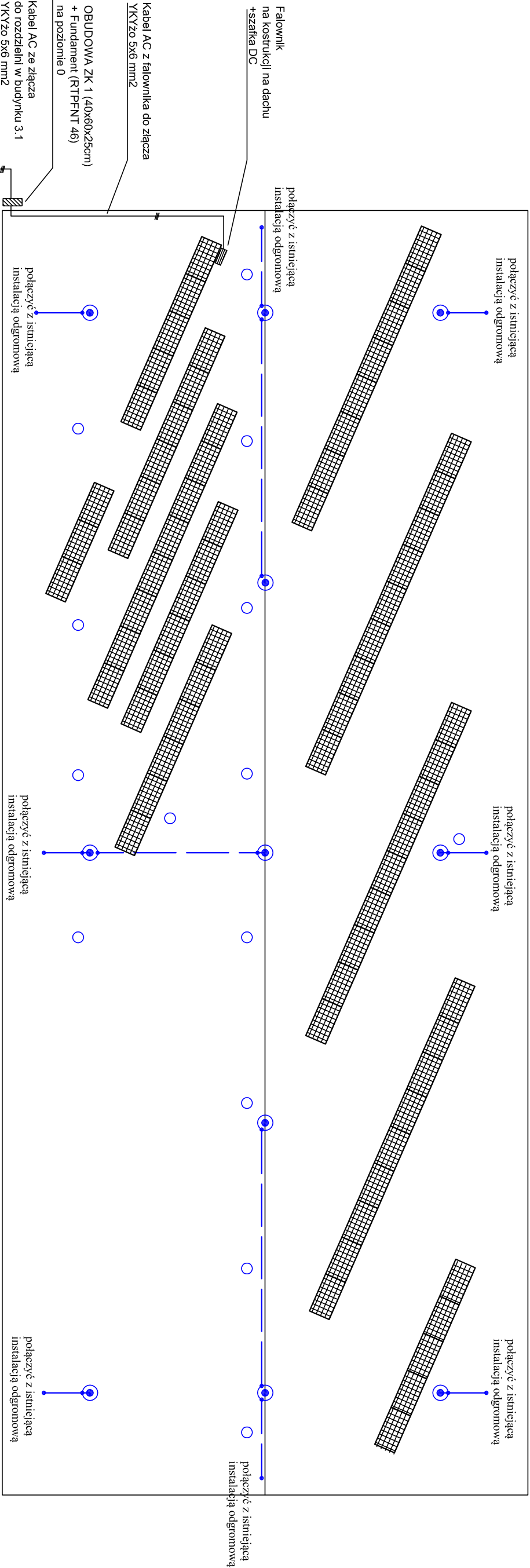
- połączenie rozłączne wykonane ze złącza krzyżowego uniwersalnego czterośrubowego zabezpieczone smarem technicznym

- ☉ - maszt Instalacji odgromowej wykonany z rury min. fi 32mm, wysokość masztu nie mniejsza niż 2,5m

- ☉ **PU** - Pręt uziemiający ocynkowany: min. fi 16 mm; dł. min. 2m; wbito min. 1m pod ziemię ze względu na zamarzanie wierzchniej warstwy gleby w okresie zimowym



Obiekt	INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA		
Adres	Aleja Profesora Sylwestra Kaliskiego 7 85-796 Bydgoszcz		
Rysunek	Instalacje Elektryczne-Rzut dachu		
Inwestor	Uniwersytet Technologiczno - Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy		
Projektował	mgr inż. Andrzej Rączkowski Uprawnienia do projektowania w zakresie instalacji elektrycznych POM/0010/P00E/14		
Data, skala, nr. rys.		KWIECIEŃ 2016r.	1:150
			E 04.



Opis techniczny:

Instalację odgromową instalacji fotowoltaicznej z pręta stalowego ocynkowanego o średnicy 8mm, układanego na wspornikach klejonych do pokrycia dachu oraz wspornikach kotwionych do ściany na detalach architektonicznych dachu, kominiów i ogniomurów.

Zwody pionowe instalacji odgromowej o średnicy 8mm układane w bruzdzie i osłonięte sztywną rurą PCV 37mm. Złącza kontrolne instalować w typowych skrzynkach wętkowych instalacji odgromowej, zabezpieczone drzwiczkami wyposażonymi w zamek patentowy. Instalować na wys. 0,6m od zewnętrznej warstwy terenu.

Zwód odprowadzający od złącza kontrolnego do pręta uziemiającego wykonany z płaskownika FeZn 25 x 4mm, po ścianie układane w osłonie z rury 47mm. Maszt odgromowy wykonać z rury średnicy 32mm tak by jego wysokość nie była mniejsza niż 2,5m. Przy łączeniu z prętami uziemiającymi pamiętać by zachować huk promieniowy min. 30°. Pręty uziemiające długości min. 2m wbić na głębokość min. 1m pod powierzchnię ziemi.

U W A G A !!!
Wszystkie połączenia w ziemi łączyć tylko przez spawanie, miejsca połączeń zabezpieczyć cynkiem w aerozolu i lakierem asfaltowym.
Po zakończeniu robót wykonać pomiary i protokoł przekazać Inwestorowi wraz z innymi dokumentami odbiorowymi.

Oznaczenia:

ZK ... - złącze kontrolne - osadzać i wykonać zgodnie z PN - EN 62305

- połączenie rozłączne wykonane ze złącza krzyżowego uniwersalnego czterośrubowego zabezpieczone smarem technicznym

- ☉ - maszt Instalacji odgromowej wykonany z rury min. fi 32mm, wysokość masztu nie mniejsza niż 2,5m

- PU ☉ - Pręt uziemiający ocynkowany: min. fi 16 mm; dł. min. 2m; wbito min. 1m pod ziemię ze względu na zamarzanie wierzchniej warstwy gleby w okresie zimowym

Obiekt	INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA		
Adres	Aleja Profesora Sylwestra Kaliskiego 7 85-796 Bydgoszcz		
Rysunek	Instalacje Elektryczne -Rzut dachu		
Inwestor	Uniwersytet Technologiczno - Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy		
Projektował	mgr inż. Andrzej Raczkowski Uprawnienia do projektowania w zakresie instalacji elektrycznych POM/0010/P00E/14		
Data, skala, nr. rys.		KWIECIEŃ 2016r.	1:150
			E 04.

