

Projekt Wykonawczy

TEMAT: **PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ**

OBIEKT: **INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA NA DACHU BUDYNKU
UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ – ZESPOLE PLACÓWEK
OŚWIATOWYCH W LUBIENIU KUJAWSKIM**

**ADRES
INSTALACJI:** **ZESPÓŁ PLACÓWEK OŚWIATOWYCH W LUBIENIU
KUJAWSKIM
UL. SZKOLNA 15, 87-840 LUBIEŃ KUJAWSKI
NR DZ. 363/10, OBRĘB: MIASTO LUBIEŃ KUJAWSKI**

INWESTOR: **GMINA LUBIEŃ KUJAWSKI
UL. WOJSKA POLSKIEGO 29, 87-840 LUBIEŃ KUJAWSKI**

<i>FUNKCJA</i>	<i>IMIĘ NAZWISKO</i>	<i>PODPIS</i>
PROJEKTANT	mgr inż. Piotr Grzegorz Marciniak Certyfikat Urzędu Dozoru Technicznego (systemy fotowoltaiczne) Nr upr. OZE-W/03/000006/18	SPECJALISTA DS. PROJEKTÓW PV <i>mgr inż. Piotr Grzegorz Marciniak</i> CERTYFIKAT UDT (OZE) OZE-W/03/000006/18 (PV)

LUBRANIEC, LIPIEC 2019 r.

Spis treści

1. Część ogólna.....	5
1.1. Przedmiot opracowania	5
1.2. Podstawa opracowania	5
1.3. Zakres opracowania	5
1.4. Podstawa prawna	5
2. Część techniczna.....	6
2.1. Charakterystyka instalacji fotowoltaicznej	6
2.2. Wymagania dotyczące modułów fotowoltaicznych:.....	6
2.3. Wymagania dotyczące falowników:	7
2.4. Montaż paneli PV	7
2.5. Montaż falownika (inwertera)	9
2.6. Część DC instalacji fotowoltaicznej.....	9
2.7. Część AC instalacji PV	10
2.8. Instalacja odgromowa i uziemienie instalacji fotowoltaicznej	10
2.9. Ochrona przeciwporażeniowa instalacji fotowoltaicznej	11
2.10. Ochrona przeciwprzepięciowa instalacji fotowoltaicznej.....	11
2.11. Zespół zabezpieczeń falownika.....	11
2.12. Ochrona zwarciova	12
2.13. Układ rozliczeniowy instalacji fotowoltaicznej	12
3. Obliczenia	12
3.1. Obciążenie znamionowe instalacji fotowoltaicznej.....	12
4. Zasady BHP	13
5. Konserwacja i przeglądy.....	15
6. Postanowienia końcowe.....	16
7. Załączniki.....	17

Upewnienia projektanta

		URZĄD DOZORU TECHNICZNEGO	
CERTYFIKAT INSTALATORA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII			
NR CERTYFIKATU: OZE-W/03/000006/18			
IMIE (MIONA): PIOTR GRZEGORZ			
NAZWISKO: MARCINIAK			
			
WAŻNY Z DOKUMENTEM TOŻSAMOŚCI			
ORGAN WYDAJĄCY PREZES URZĘDU DOZORU TECHNICZNEGO			
CERTYFIKAT NR OZE-W/03/000006/18			
NINIEJSZY CERTYFIKAT POTWIERDZA POSIADANIE KWALIFIKACJI DO INSTALOWANIA NASTĘPUJĄCYCH RODZAJÓW ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII: SYSTEMÓW FOTOWOLTAICZNYCH (PV).			
MIEJSCOWOŚĆ: BYDGOSZCZ / PL		Niniejszy certyfikat został wydany na podstawie ustawy z dnia 29 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. poz. 478, z późn. zm.).	
DATA WYDANIA CERTYFIKATU: 18.10.2018		CERTYFIKAT JEST WAŻNY DO DNIA 17.10.2023	

*Za zgodność
z oryginałem*

SPECJALISTA DŚ. PROJEKTÓW PV
mgr inż. Piotr Grzegorz Marciniak
CERTYFIKAT WDT (OZE)
OZE-W/03/000006/18 (PV)

Lubraniec, dn. 24.07.2019r.

O ś w i a d c z e n i e

Ja, niżej podpisany, stwierdzam, że projekt wykonawczy instalacji elektrycznej w zakresie instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku Zespołu Placówek Oświatowych w Lubieniu Kujawskim, zlokalizowanego przy ul. Szkolnej 15, 87-840 Lubień Kujawski (nr dz. 363/10, obręb: Miasto Lubień Kujawski), którego Inwestorem/Właścicielem jest Gmina Lubień Kujawski, opracowano zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej, wytycznymi do projektowania i wykonywania instalacji fotowoltaicznych. Zaprojektowane instalacje spełniają wymogi obowiązujących norm i przepisów, dobrane urządzenia i aparaty elektryczne spełniają wymogi bezpieczeństwa.

Zgodnie z art. 29 ust. 2 pkt 16 w zw. z art. 30 ust. 1 ustawy – Prawo Budowlane mikroinstalacje fotowoltaiczne (do 50 kW_p) nie wymagają uzyskania pozwolenia na budowę czy zgłoszenia robót budowlanych.

Podstawa prawna oświadczenia: art. 20. ust.4 ustawa z dn. 07.07.1994 r. Prawo Budowlane (Dz.U. Nr 89 poz. 414 z późniejszymi zmianami).

Podpis

mgr inż. Piotr Grzegorz Marciniak
Certyfikat Urzędu Dozoru Technicznego
(systemy fotowoltaiczne)

Nr upr. OZE-W/03/000006/18

WYSTAWIŁ: mgr inż. Piotr Grzegorz Marciniak
Certyfikat Urzędu Dozoru Technicznego
(systemy fotowoltaiczne)
Nr upr. OZE-W/03/000006/18

oświadczenie
młotniogłaz

1. Część ogólna

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt wykonawczy instalacji fotowoltaicznej do produkcji energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł odnawialnych na potrzeby budynku użyteczności publicznej – Zespołu Placówek Oświatowych zlokalizowanego przy ul. Szkolnej 15, 87-840 Lubień Kujawski (nr dz. 363/10, obręb: Miasto Lubień Kujawski). Inwestycja nie wpływa negatywnie na środowisko naturalne i zdrowie ludzi a strefa jej oddziaływania mieści się w całości na działce, na której została zaprojektowana.

1.2. Podstawa opracowania

Podstawą niniejszego opracowania w części formalnej jest umowa zawarta pomiędzy Inwestorem: Gminą Lubień Kujawski, ul. Wojska Polskiego 29, 87-840 Lubień Kujawski, a Prosument Klaster Odnawialnych Źródeł Energii, ul. Brzeska 49, 87-890 Lubraniec.

1.3. Zakres opracowania

W zakres opracowania wchodzi sporządzenie projektu wykonawczego mikroinstalacji fotowoltaicznej, obejmującego m.in. dobór modułów, falownika, połączeń kablowych, zabezpieczeń i pozostałych elementów wchodzących w skład kompletnej instalacji PV.

1.4. Podstawa prawna

Projekt mikroinstalacji fotowoltaicznej został opracowany na podstawie regulacji prawnych:

- a) *Ustawa z dnia 20 lutego 2015r. o odnawialnych źródłach energii z późniejszymi zmianami (tekst jednolity Poz. 1296 z dnia 29.06.2018r.),*
- b) *Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997r. Prawo energetyczne z późniejszymi zmianami (tekst jednolity Dz. U. z 2018r. poz. 755, 650, 685, 771, 1000, 1356 i 1637),*
- c) *Ustawa z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane z późniejszymi zmianami (Dz.U. z 2018r. poz. 1202,1276),*
- d) *Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej odpowiednia dla przypisanego względem lokalizacji (adresu montażu mikroinstalacji PV) Operatora Systemu Dystrybucyjnego.*

2. Część techniczna

2.1. Charakterystyka instalacji fotowoltaicznej

Instalacja fotowoltaiczna o mocy docelowej 26,04 kWp zostanie wykonana na ~~gruncie~~ dachu budynku Zespołu Placówek Oświatowych w Lubieniu Kujawskim. Jako źródło energii odnawialnej zastosowane zostaną moduły fotowoltaiczne monokrystaliczne o mocy 310 Wp/moduł.

Mikroinstalację fotowoltaiczną należy zamontować z wykorzystaniem ogólnodostępnej konstrukcji systemowej dedykowanej dla konkretnego pokrycia dachowego, dla dachu płaskiego. System montażowy nie powinien integrować w poszycie dachu i powinien być montowany zgodnie z zaleceniami producenta.

System montażowy powinien być dobrany do warunków zewnętrznych, charakterystycznych dla konkretnej lokalizacji (wytrzymałość na obciążenia), nie powinien ingerować w poszycie dachu (w przypadku instalacji dachowej) i każdorazowo powinien być montowany zgodnie z zaleceniami producenta.

Konstrukcja pod panele fotowoltaiczne musi być wykonana z materiałów odpornych na szkodliwe działanie czynników zewnętrznych (atmosferycznych), m.in. na korozję.

Moduły PV należy połączyć ze sobą w odpowiednio dobrane łańcuchy (stringi). Zaprojektowano układ 5-stringowy (1x17 i 1x17 (falownik 1), 2x17 i 1x16 (falownik 2), który będzie tworzył generator słoneczny i zostanie podłączony do falowników trójfazowych o mocy znamionowej około: 10kW (falownik 1) i 15kW (falownik 2). Moduły fotowoltaiczne połączyć ze sobą za pomocą przewodów typu PV1-F o przekroju 4mm². Część modułów należy wyposażyć w optymalizatory mocy.

2.2. Wymagania dotyczące modułów fotowoltaicznych:

- Wymagania stawiane modułom fotowoltaicznym:

Parametr		Wartość
Moc nominalna modułu	P _{max}	Min.310 Wp
Typ modułu	-	Monokrystaliczny
Maksymalne napięcie pracy	V _{DC}	1000 V _{DC}
Szerokość modułu	-	991 mm (+/-5 mm)
Wysokość modułu	-	1665 mm (+/-20 mm)
Waga	-	Maks. 19,5 kg
Odporność na obciążenia, nacisk	-	Min. 5400 Pa
Sprawność modułu	η	Min. 19 %
Współczynniki temperaturowe	P _{max}	Max. -0,38 %/°C
	V _{oc}	Max. -0,29 %/°C
	I _{sc}	Max. 0,057 %/°C
Liniowa gwarancja mocy	lata	25 lat
Zgodność z normami, z dyrektywami	-	PN-EN 61215 (moduły z krzemu krystalicznego) 2014/35/EU

- Ponadto do celów projektowych założono parametry:

Parametr		Wartość
Napięcie nominalne modułu	V_{mpp}	33,2 V
Napięcie przy otwartym obwodzie	V_{oc}	40,3 V
Prąd nominalny modułu	I_{mpp}	9,35 A
Prąd zwarcia	I_{sc}	9,98 A

2.3. Wymagania dotyczące falowników:

- Moc wyjściowa falownika powinna być zbliżona do łącznej mocy znamionowej modułów fotowoltaicznych (odchylenie mocy falownika w stosunku do łącznej mocy zamontowanych modułów fotowoltaicznych należy przyjmować wg zaleceń producenta urządzenia),
- falowniki trójfazowe, beztransformatorowe,
- stopień ochrony: min. IP65,
- połączenie z Internetem przez Ethernet lub Wi-Fi,
- gwarancja min. 5 lat,
- zakres temperatur pracy: $-25^{\circ}\text{C} \dots +60^{\circ}\text{C}$,
- zakres wilgotności powietrza: 0 - 100%,
- zgodność z normą PN-EN 50438:2014, PN-EN 50549-1/-2:2019 oraz rozporządzenia (UE) 2016/631 - NC RfG, i dyrektywami: 2014/35/UE, 2014/30/UE, (LVD) 2014/35/UE,
- deklaracja zgodności z Dyrektywą 2014/53/UE oraz Dyrektywą 2011/65/UE (RoHS) dla urządzeń z wbudowanym modułem komunikacji

2.4. Montaż paneli PV

Podczas pracy na modułach fotowoltaicznych, na które pada promieniowanie słoneczne instalator pracuje 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 1000V DC).

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 i 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 równoległości, oraz prostopadłości pomiędzy profilami i uchwytami w nim zastosowanymi:

- wszystkie profile konstrukcji powinny być ze sobą metaliczne połączone, za pomocą łączników/płaskowników lub przewodem Cu min.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,
- 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 (klemy); dodatkowo z każdej strony rzędu modułów profil, do którego są one mocowane, powinien być dłuższy o min. 2,5cm od posadowienia klemy końcowej,
- profile nośne konstrukcji montażowej należy umieścić w odległości między 1/4 a 1/8 długości dłuższego boku modułu,
- zaciski mocujące (klemy) należy montować zawsze na dłuższej krawędzi modułu,
- zaciski mocujące (klemy) należy dokręcać z siłą, nie powodującą widocznych uszkodzeń ram modułu, kluczem dynamometrycznym z siłą zgodną ze specyfikacją producenta,
- połączenie szeregowe lub równoległe paneli odpowiednio zwiększa napięcie lub natężenie.

Wykonawca przed montażem elementów instalacji fotowoltaicznej ma obowiązek zweryfikować nośność konstrukcji dachu, na którym będą usytuowane moduły fotowoltaiczne, w celu zapewnienia bezpieczeństwa użytkowania obiektu.

Moduły PV wytwarzają prąd stały. Bezpośredni kontakt z częściami czynnymi modułu, takimi jak np. złącza konektorów na zakończeniach przewodów, może spowodować porażenie!

Ryzyko porażenia występuje zawsze, niezależnie od ilości modułów ze sobą połączonych.

2.5. Montaż falownika (inwertera)

Falownik (2 szt.) został zaprojektowany do pracy systemu fotowoltaicznego z siecią zewnętrzną (on-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 fotowoltaicznych. Po uruchomieniu próbnym mikroinstalacji należy wykonać połączenie inwertera z siecią internetową oraz zarejestrować go na portalu służącym do monitorowania pracy mikroinstalacji. Doprowadzenie sieci internetowej do falownika leży po stronie Użytkownika mikroinstalacji PV.

Falownik zabudować w budynku, w miejscu dogodnym dla Użytkownika instalacji, pamiętając o zachowaniu maksymalnego 1% spadku napięcia na przewodach DC i AC. Możliwe jest zamontowanie falownika na zewnątrz budynku.

Zalecenia dla montażu:

- 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, 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.
- Ściana lub konstrukcja montażowa:
 - dostatecznej nośności,
 - dostępna do prac montażowych i konserwacyjnych,
 - z materiału trudno palnego,
 - należy przestrzegać minimalnych odstępów montażowych.

2.6. Część DC instalacji fotowoltaicznej

Połączenia poszczególnych grup modułów do falownika zostaną zrealizowane za pomocą kabli dedykowanych dla instalacji stałoprądowych fotowoltaicznych typu PV1-F o przekroju żył roboczych 4 mm². 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 warunkach zewnętrznych i być odporne na promieniowanie UV. Ewentualne przejścia kabli przez dach oraz elewację budynku zostaną odpowiednio zabezpieczone przed możliwością przeniknięcia wody.

Aby uniknąć pętli, przewody (+ i -) należy układać razem. Jeśli to możliwe, dach powinien zostać przewiercony tylko w jednym miejscu. Przekroje przewodów należy dobierać tak, aby ograniczyć spadek napięcia poniżej 1%.

Jako podstawową ochronę przeciwpożarową zastosowano rozłącznik ograniczający napięcie na modułach fotowoltaicznych do wartości bliskiej 0 V wprowadzając zwarcie w obwodzie stałoprądowym, co pozwoliło osiągnąć napięcie bezpieczne mikroinstalacji fotowoltaicznej.

2.7. Część AC instalacji PV

Za falownikiem 1 (10kW) w rozdzielnicy zamontować wyłącznik nadprądowy S303 B 16A oraz zabezpieczenie różnicowoprądowe typu P304 25A 100mA typ A. W rozdzielnicy głównej budynku zamontować wyłącznik instalacyjny S303 B 20A. Połączenie pomiędzy falownikiem a rozdzielnicą główną wykonać za pomocą przewodu YKYżo/YDYżo 5x10mm².

Za falownikiem 2 (15kW) w rozdzielnicy zamontować wyłącznik nadprądowy S303 B 32A oraz zabezpieczenie różnicowoprądowe typu P304 40A 100mA typ A. W rozdzielnicy głównej budynku zamontować wyłącznik instalacyjny S303 B 40A. Połączenie pomiędzy falownikiem a rozdzielnicą główną wykonać za pomocą przewodu YKYżo/YDYżo 5x16mm².

W przypadku, gdy budynki, na których projektowane są instalacje fotowoltaiczne nie posiadają rozdzielnic należy zabudować dodatkowe rozdzielnice (osobną dla każdego z budynków), wyposażając je w odpowiednie zabezpieczenia. Przekroje przewodów należy dobierać tak, aby ograniczyć spadek napięcia poniżej 1%.

2.8. Instalacja odgromowa i uziemienie instalacji fotowoltaicznej

W celu wyrównania potencjałów ram i konstrukcji mikroinstalacji PV należy wykonać połączenia wyrównawcze, których odprowadzenie należy poprowadzić do uziemienia mikroinstalacji fotowoltaicznej za pomocą przewodu LgY min.16 mm² Cu wykonaną na zewnątrz budynku. Przewody te należy prowadzić równolegle i jak najbliżej przewodów instalacji AC i DC. Wartość rezystancji uziemienia nie powinna być większa niż 10Ω.

Budynek wyposażony jest w instalację odgromową. W przypadku nie zachowania wystarczającego odstępu izolacyjnego (min. 50 cm) między instalacją PV a elementami instalacji odgromowej, aby zabezpieczyć generator fotowoltaiczny przed przeskokami ładunków elektrycznych z instalacji odgromowej, należy wykonać połączenie wyrównawcze pomiędzy układem modułów a najbliższym układem zwodów. Dodatkowo należy wykonać połączenie wyrównawcze pomiędzy ramą modułów a

GSW budynku. W przypadku gdy dach budynku pokryty jest blachą należy wykonać dwa zwody pionowe na elewacji budynku podłączone do pokrycia dachowego wykorzystując w ten sposób zwód naturalny w postaci dachu.

Dodatkowo należy wykonać połączenie wyrównawcze pomiędzy ramą modułów a GSW budynku. W przypadku gdy dach budynku pokryty jest blachą należy wykonać dwa zwody pionowe na elewacji budynku podłączone do pokrycia dachowego wykorzystując w ten sposób zwód naturalny w postaci dachu.

Dodatkowym zabezpieczeniem przed prądem piorunowym będzie ogranicznik przepięć klasy T1+T2. Jeżeli budynek ma instalację odgromową, rozdzielnica główna budynku powinna być wyposażona w ogranicznik przepięć klasy T1+T2.

2.9. Ochrona przeciwporażeniowa instalacji fotowoltaicznej

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

Projektowane falowniki uniemożliwiają przepływ prądu zwarcia DC do instalacji elektrycznej, dlatego też dodatkowy wyłącznik różnicowoprądowy typu B po stronie instalacji AC w tym przypadku nie jest wymagany niemniej, aby wyeliminować prądy upływu projektuje się zabezpieczenie różnicowo-prądowe typu A. Wyłącznik różnicowo-prądowy należy dostosować do wymagań producenta falownika.

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

2.10. Ochrona przeciwprzepięciowa instalacji fotowoltaicznej

Ochronę przed wyindukowanymi przepięciami spowodowanymi wyładowaniami atmosferycznymi zaprojektowano stosując ochronniki przepięć klasy T1+T2. Są to ograniczniki przepięć dedykowane do instalacji fotowoltaicznych. Ochronnik przepięć instalacji PV zostanie zabudowany w skrzynce przyłączeniowej przed falownikiem. W przypadku, gdy długość przewodu pomiędzy modułami fotowoltaicznymi a falownikiem DC/AC przekracza 10m, należy zainstalować ogranicznik przepięć klasy T1+T2 przy modułach oraz drugi ogranicznik przepięć tego samego typu w pobliżu falownika. Do uziemienia ograniczników przepięć należy stosować przewód miedziany o przekroju min. 16mm².

Należy pamiętać, aby stronę AC również zabezpieczyć ogranicznikiem przepięć, przeznaczonym dla montażu po stronie AC.

2.11. Zespół zabezpieczeń falownika

Falownik powinien posiadać zabudowany w sobie zespół zabezpieczeń, które można odpowiednio nastawić w zależności od wymagań operatora sieci. Falownik powinien również posiadać zabudowane w sobie zabezpieczenia przed pracą wyspową dla instalacji fotowoltaicznej. Jeżeli falownik nie posiada rozłącznika po stronie DC, należy go zamontować.

2.12. Ochrona zwarciorowa

Ochronę zwarciorową po stronie DC zaprojektowano dedykowanym rozłącznikiem bezpiecznikowym z wkładkami bezpiecznikowymi cylindrycznymi 10x38 mm zainstalowanych na obydwu biegunach każdego ze stringów. Dobierając bezpieczniki do instalacji fotowoltaicznej po stronie DC należy zwrócić uwagę, aby posiadały one charakterystykę gPV. Parametry wkładek bezpiecznikowych należy dostosować do parametrów układu modułów fotowoltaicznych. Po stronie AC ochronę zwarciorową zaprojektowano poprzez wyłącznik nadprądowy S303 B 16A (falownik 1 – 10 kW), S303 B 32A (falownik 2 – 15kW), który należy zainstalować na przyłączach instalacji fotowoltaicznej do zacisków AC.

W pomieszczeniach, kable zostaną rozprowadzone za pomocą korytek kablowych. Falowniki zostaną połączone z rozdzielnicami w budynkach za pomocą kabli YKYżo/YDYżo 0,6/1kV 5x10 mm² (falownik 1 – 10kW), 5x16 mm² (falownik 2 – 15kW). Strona zmiennoprądowa (AC) falowników zostanie w rozdzielnicach budynków zabezpieczona wyłącznikiem nadprądowym S303 B 20A (falownik 1 – 12,5kW), S303 B 40A (falownik 2 – 15kW).

2.13. Układ rozliczeniowy instalacji fotowoltaicznej

Dla projektowanej instalacji fotowoltaicznej pomiar wyprodukowanej energii elektrycznej zostanie wykonany poprzez urządzenia wewnętrzne zabudowane bezpośrednio w falowniku. Rozliczenie z Operatorem odbywać się będzie za pomocą licznika czterokwadrantowego. Wymiana licznika leży po stronie OSD.

3. Obliczenia

3.1. Obciążenie znamionowe instalacji fotowoltaicznej

Napięcie zasilania: $U = 0,4 \text{ kV} = 400 \text{ V}$

Prąd obciążenia: $I_B =$ maksymalny prąd wyjściowy po stronie AC falownika

Prąd obciążenia układu nr 1 (falownik 10kW): $I_{B1} = 14,5 \text{ A}$

Prąd obciążenia układu nr 2 (falownik 15kW): $I_{B2} = 24 \text{ A}$

Zabezpieczenie kabla odpływowego ze strony falowników stanowić będą wyłączniki nadprądowe typu S303 B 20A (falownik nr 1), S303 B 40A (falownik nr 2).

Obciążalność prądowa długotrwała kabla typu YKY 0,6/1kV 5x10mm² wynosi 46A. Wprowadzono współczynnik korekcyjny dla kabli wielożyłowych = 0,79; czyli obciążalność powyższego kabla wyniesie $0,79 \times 46\text{A} = 36,3\text{A}$.

Obciążalność prądowa długotrwała kabla typu YKY 0,6/1kV 5x16mm² wynosi 62A. Wprowadzono współczynnik korekcyjny dla kabli wielożyłowych = 0,79; czyli obciążalność powyższego kabla wyniesie $0,79 \times 62\text{A} = 49\text{A}$.

Sprawdzenie doboru kabla i zabezpieczeń:

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

$$[2] I_2 \leq 1,45 \times I_Z$$

gdzie:

- I_B – maksymalny prąd wyjściowy po stronie AC falownika
- I_N – prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego przed przeciążeniem
- I_Z – 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.

$$I_{B1}(\text{falownik } 10\text{kW}) = 14,5 \text{ A}$$

$$I_{N1} = 16 \text{ A}$$

$$I_{Z1} = 36,3 \text{ A}$$

$$I_{21} = 1,45 \times 16 \text{ A} = 23,2 \text{ A}$$

$$I_{B1} = 14,5 \text{ A} \leq I_{N1} = 16 \text{ A} \leq I_{Z1} = 36,3 \text{ A} - \text{warunek [1] spełniony}$$

$$I_{21} = 23,2 \text{ A} \leq 1,45 \times 36,3 \text{ A} = 52,6 \text{ A} - \text{warunek [2] spełniony}$$

$$I_{B2}(\text{falownik } 15\text{kW}) = 24 \text{ A}$$

$$I_{N2} = 32 \text{ A}$$

$$I_{Z2} = 49 \text{ A}$$

$$I_{22} = 1,45 \times 32 \text{ A} = 46,4 \text{ A}$$

$$I_{B2} = 24 \text{ A} \leq I_{N2} = 32 \text{ A} \leq I_{Z2} = 49 \text{ A} - \text{warunek [1] spełniony}$$

$$I_{22} = 46,4 \text{ A} \leq 1,45 \times 49 \text{ A} = 71 \text{ A} - \text{warunek [2] spełniony}$$

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 volt, jakie występują po stronie DC instalacji fotowoltaicznej. Porażenie prądem stałym jest bardziej niebezpieczne od porażenia prądem zmiennym, w którym intensywność uszkodzeń zależy 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 blada, zimna skóra, zlewne poty, dreszcze, przyspieszone 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. 2.4).

W trakcie opadów śniegu należy zadbać o regularne odśnieżanie dachu, aby nie dopuścić do przekroczenia dopuszczalnych obciążeń.

Mycie modułów:

- do mycia modułów nie należy stosować myjek wysokociśnieniowych, pary lub środków chemicznych powodujących 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, nieujęte na rysunkach lub ujęte na rysunkach, nieujęte 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 (w tej sytuacji w przypadku wskazań w niniejszym opracowaniu nazw własnych, materiałów, urządzeń i przyjętych technologii należy je rozumieć, jako określenie minimalnych wymagań, parametrów technicznych lub jakościowych). 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.

Wszystkie instalacje powinny być wykonane zgodnie z zasadami dobrego wykonawstwa oraz spełniać obowiązujące przepisy i normy. Urządzenia należy montować zgodnie z zaleceniami producentów. Użytkowanie wszelkich urządzeń elektrycznych dopuszczalne jest po wykonaniu badań i prób z wynikiem pozytywnym. Instalacje w budynku i po za nim powinny być poddane szczegółowym oględzinom i próbom, obejmującym niezbędny zakres pomiarów w celu sprawdzenia, czy spełniają wymagania dotyczące ochrony ludzi, zwierząt i mienia przed zagrożeniami, których mogą stać się przyczyną. Osoby wykonujące pomiary powinny posiadać odpowiednie kwalifikacje, potwierdzone uprawnieniami do wykonywania badań. W czasie wykonywania prób należy zachować

szczególną ostrożność, celem zapewnienia bezpieczeństwa ludzi i uniknięcia uszkodzeń obiektu lub zainstalowanego wyposażenia.

W związku z planowanym wejściem w życie nowych wymagań oraz zmian w Instrukcjach Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej projektowane urządzenia muszą spełniać nowe warunki, od chwili wprowadzenia ich w życie.

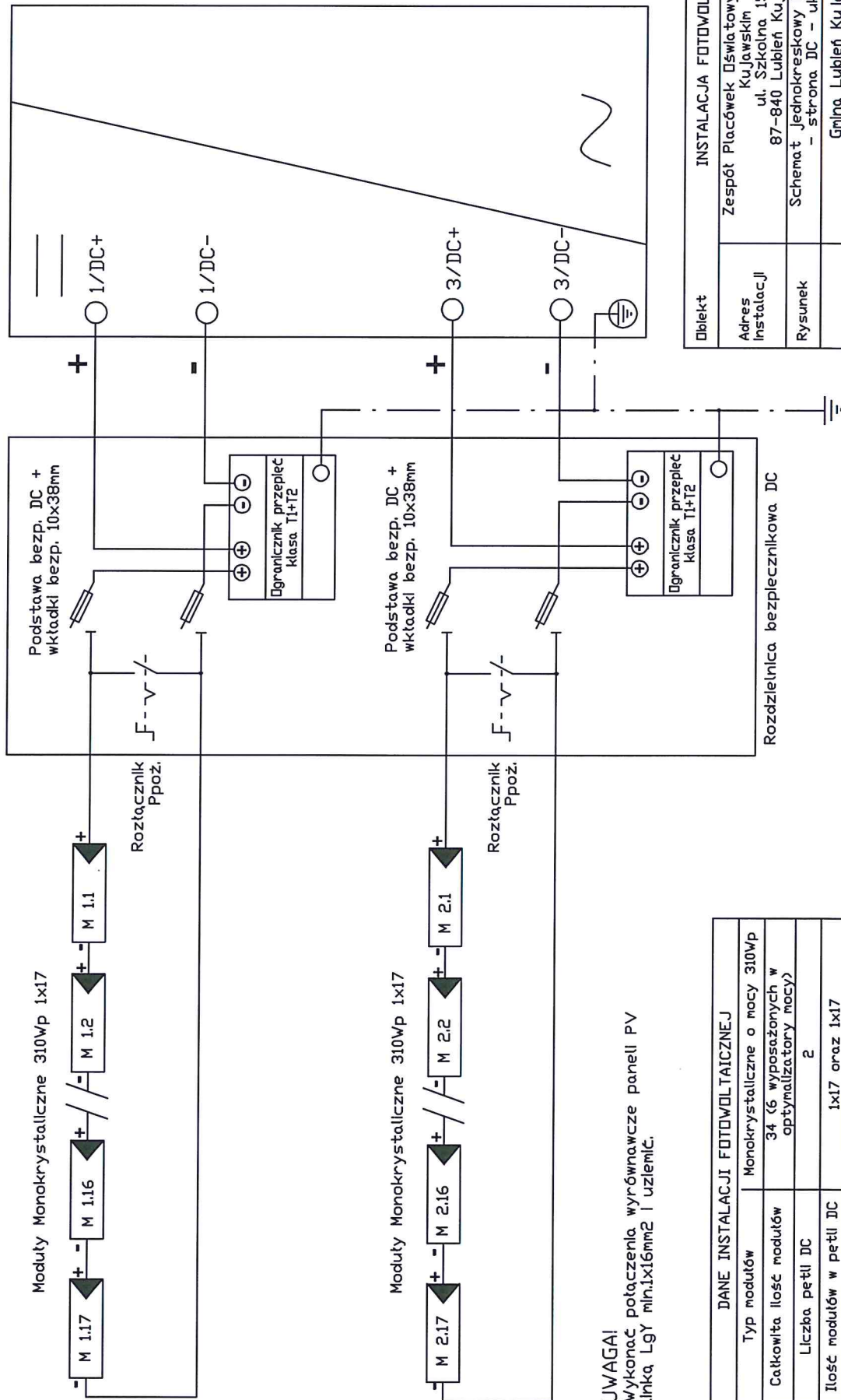
OPRACOWAŁ:



mgr inż. Piotr Grzegorz Marciniak
Certyfikat Urzędu Dozoru Technicznego
(systemy fotowoltaiczne)
Nr upr. OZE-W/03/000006/18

7. Załączniki

- Schemat jednokreskowy instalacji fotowoltaicznej – układ 1 (E.01)
- Schemat jednokreskowy strony DC – układ 1 (E.02)
- Schemat jednokreskowy strony AC – układ 1 (E.03)
- Schemat jednokreskowy instalacji fotowoltaicznej – układ 2 (E.04)
- Schemat jednokreskowy strony DC – układ 2 (E.05)
- Schemat jednokreskowy strony AC – układ 2 (E.06)
- Projekt symulacji instalacji fotowoltaicznej

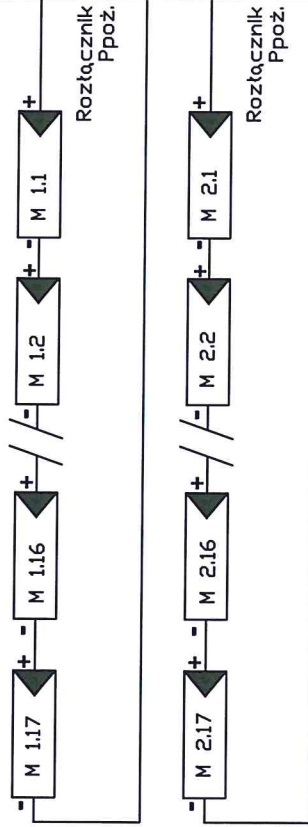


UWAGA!
Wykonać połączenia wyrównawcze paneli PV linką LgY min.1x16mm² i uzlewnić.

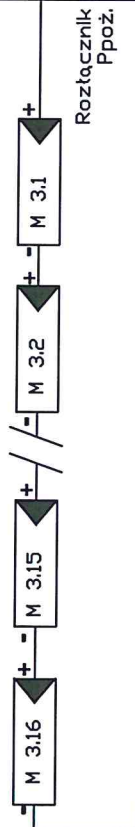
DANE INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ	
Typ modułów	Monokrystaliczne o mocy 310Wp
Całkowita ilość modułów	34 (6 wyposażonych w optymalizatory mocy)
Liczba pętli DC	2
Ilość modułów w pętli DC	1x17 oraz 1x17
Typ kabla DC	PV1-F 1x4mm ²
Przekrój kabla DC [mm ²]	4
Zabezpieczenie strony DC	Podstawa bezp. DC + wkładki bezp. 10x38mm
Ogranicznik przepięć DC	Ogranicznik klasy T1+T2

INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA	
Objekt	Zespół Placówek Oświatowych w Lubieniu Kujawskim
Adres Instalacji	ul. Szkolna 15
Rysunek	87-840 Lubień Kujawski
Investor	Schemat Jednokreskowy Instalacji PV - strona DC - układ 1
Projektował	Głina Lubień Kujawski ul. Wojska Polskiego 29 87-840 Lubień Kujawski
Data, skala, nr rys.	mgr inż. Piotr Marchlik Certyfikat UDT (PV) DZE-W/03/000006/18
	Lipiec 2019r.
	-
	E02

Moduły Monokrystaliczne 310Wp 2x17



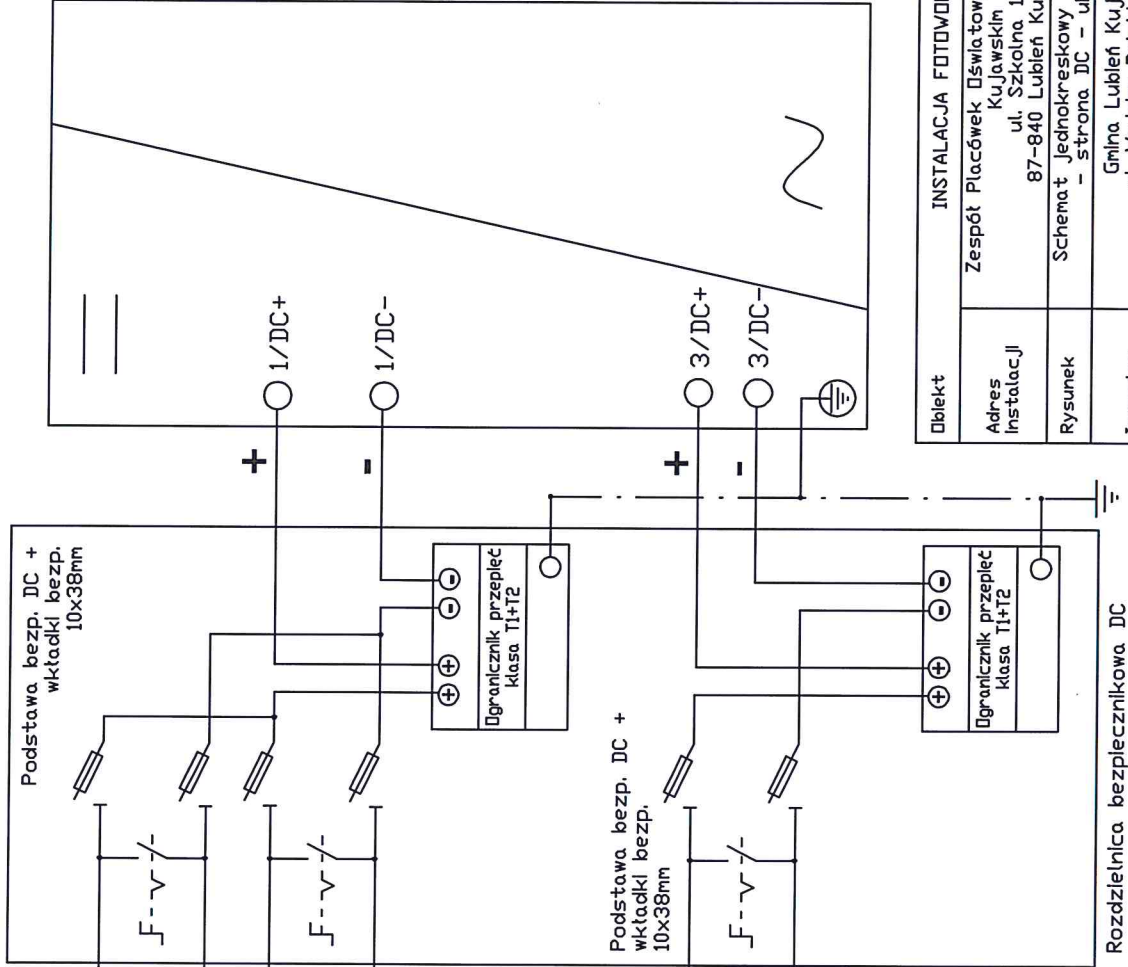
Moduły Monokrystaliczne 310Wp 1x16



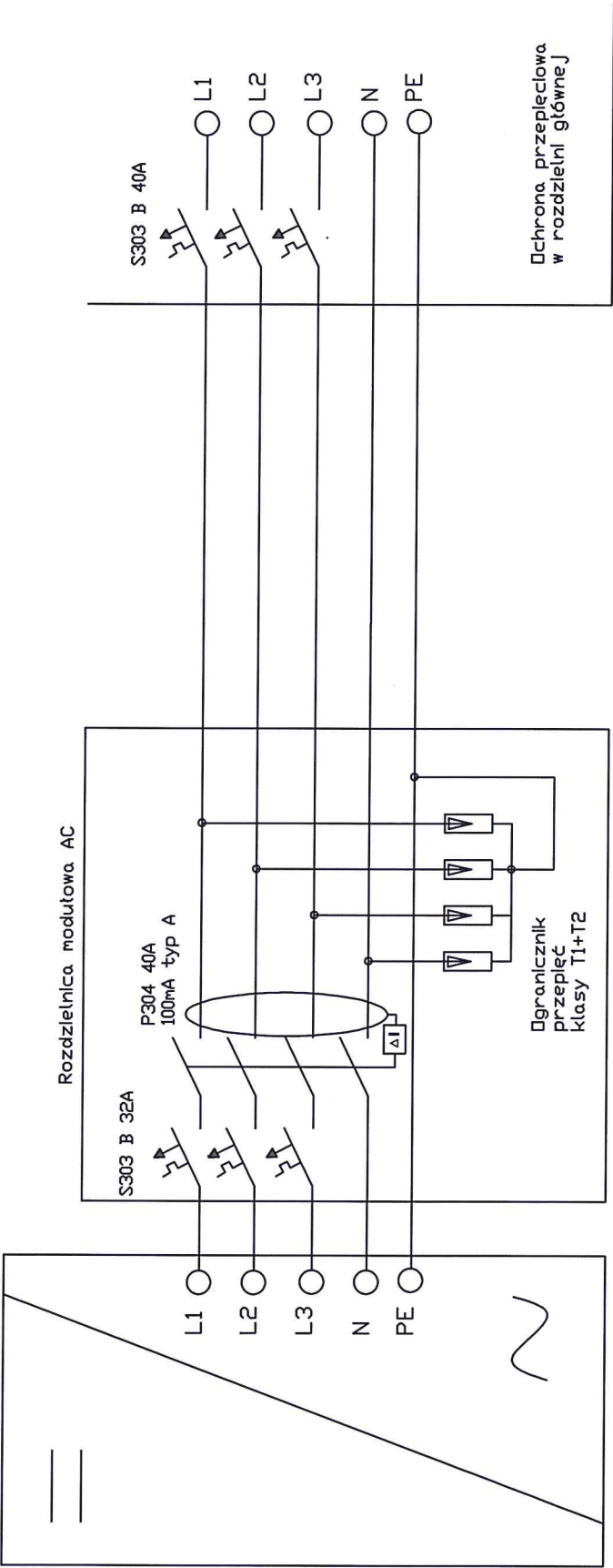
UWAGA!

Wykonać połączenia wyrównawcze paneli PV linką LgY min.1x16mm² i uziemić.

DANE INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ	
Typ modułów	Monokrystaliczne o mocy 310Wp
Całkowita ilość modułów	50
Liczba petli DC	3
Ilość modułów w petli DC	2x17 oraz 1x16
Typ kabla DC	PV1-F 1x4mm ²
Przekrój kabla DC [mm ²]	4
Zabezpieczenie strony DC	Podstawa bezp. DC + wkładki bezp. 10x38mm
Ogranicznik przepięć DC	Ogranicznik klasy T1+T2



INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA	
Obiekt	Zespół Placówek Oświatowych w Lubieniu Kujawskim
Adres Instalacji	ul. Szkolna 15 87-840 Lubień Kujawski
Rysunek	Schemał Jednokreskowy Instalacji PV - strona DC - układ 2
Inwestor	Gmina Lubień Kujawski ul. Wojska Polskiego 29 87-840 Lubień Kujawski
Projektował	mgr inż. Piotr Marchniak Certyfikat UDT (PV) DZE-W/03/000006/18
Data, skala, nr rys.	Lipiec 2019r. - E05



DANE INSTALACJI AC	
Typ falownika	Trójfazowy, beztransformatowy
Moc falownika	15 kW
Typ kabla AC	YDYzo / YKYzo
Przekrój kabla AC	5x16mm ²
Zabezpieczenie zwarcowe AC	S303 B 32A
Zabezpieczenie różnicowoprądowe AC	P304 40A 100mA typ A
Zabezpieczenie zwarcowe AC (w rozdzielni głównej budynku)	S303 B 40A

INSTALACJA FOTOWOLTAIICZNA	
Adres Instalacji	Zespół Placówek Oświatowych w Lubieniu Kujawskim ul. Szkolna 15 87-840 Lubień Kujawski
Rysunek	Schemat Jednokreskowy Instalacji PV - strona AC - układ 2
Inwestor	Gmina Lubień Kujawski ul. Wojska Polskiego 29 87-840 Lubień Kujawski
Projektował	mgr inż. Piotr Marchniak Certyfikat UDT (PV) DZE-W/03/000006/18
Data, skala, nr rys.	Lipiec 2019r. - E06

Przedsiębiorstwo

Prosument Klaster Odnawialnych Źródeł Energii



ProsumentKlaster
Odnawialnych Źródeł Energii

Brzeska 49
87-890 Lubraniec

Osoba kontaktowa:
Maciej Wypych

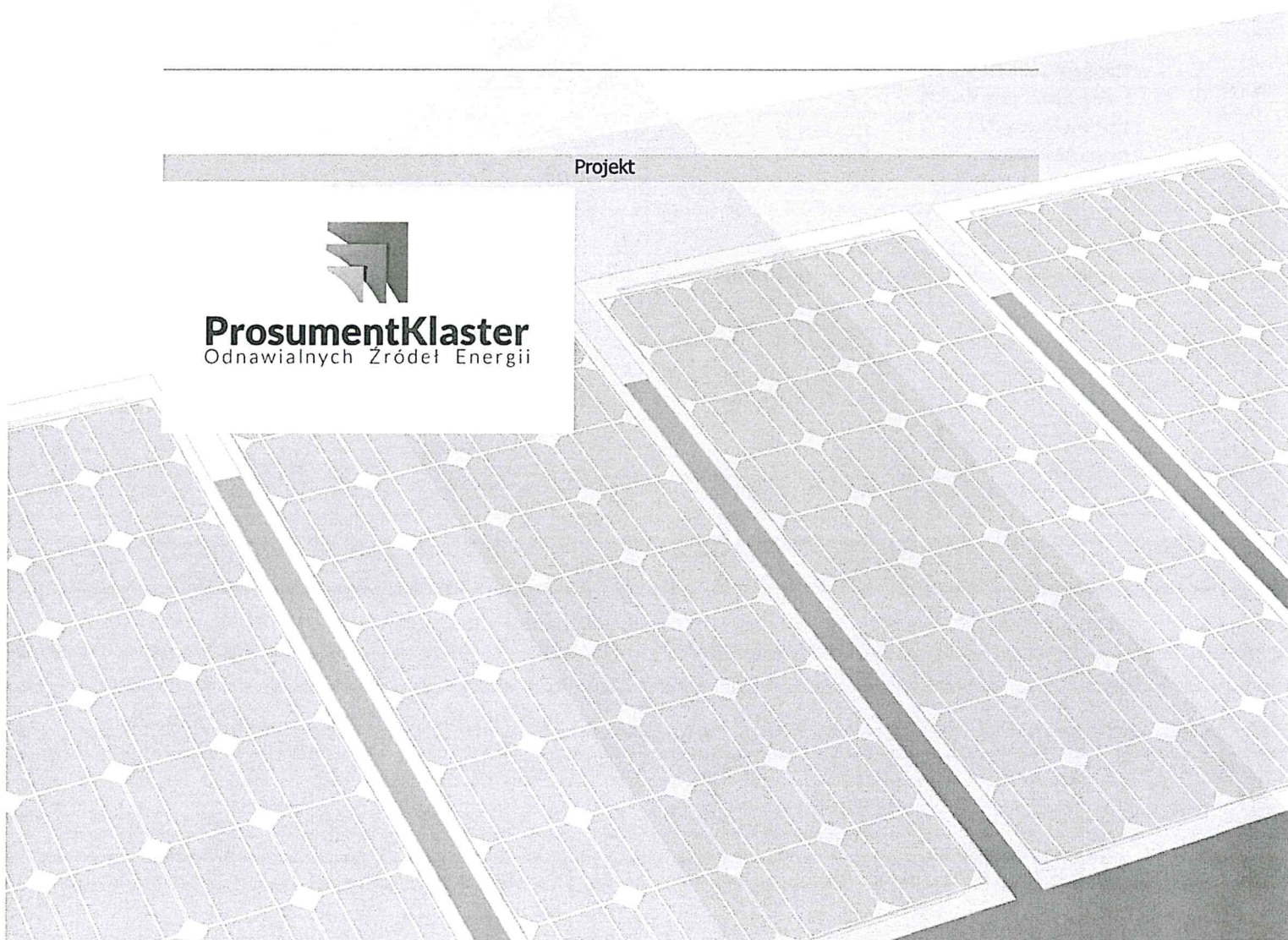
E-mail: wypych.m@prostumentklasteroze.pl

Klient

Projekt

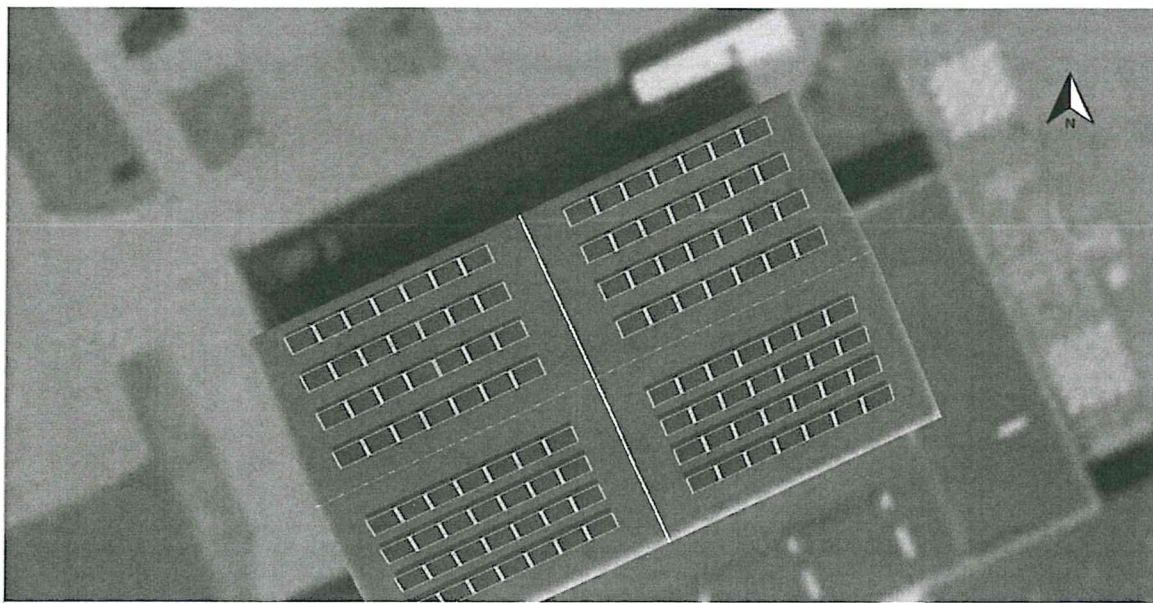


ProsumentKlaster
Odnawialnych Źródeł Energii



Data oferty: 10.07.2019

Odpowiedzialny (-a): Maciej Wypych
 Przedsiębiorstwo: Prosument Klaster Odnawialnych Źródeł Energii

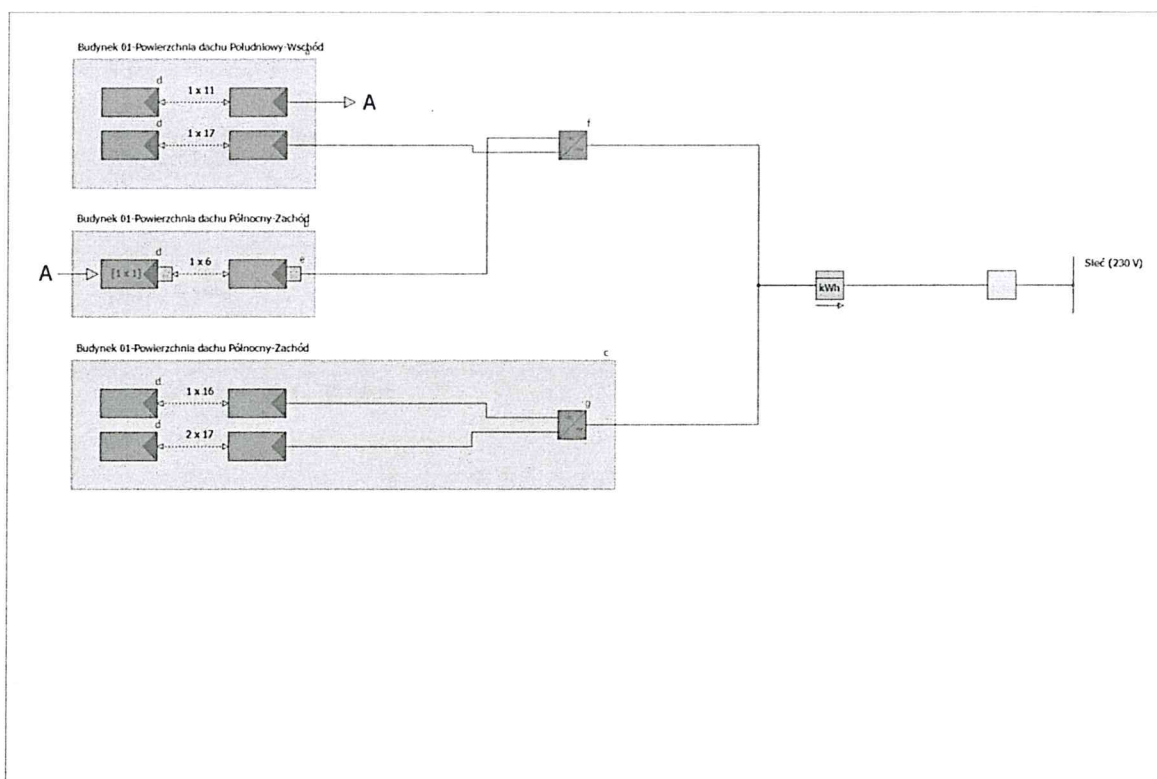


3D, Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV)

Dane klimatyczne	Lubień Kujawski, POL (1991 - 2010)
Moc generatora PV	26,04 kWp
Powierzchnia generatora PV	137,4 m ²
Liczba modułów PV	84
Liczba falowników	2

Data oferty: 10.07.2019

Odpowiedzialny (-a): Maciej Wypych
Przedsiębiorstwo: Prosument Klaster Odnawialnych Źródeł Energii



Zysk

Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	25 996 kWh
Spec. uzysk roczny	998,30 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	87,8 %
Obliczenie strat przez zacielenie	1,9 %/rok
Emisja CO ₂ , której dało się uniknąć:	21 108 kg / rok

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.

Data oferty: 10.07.2019

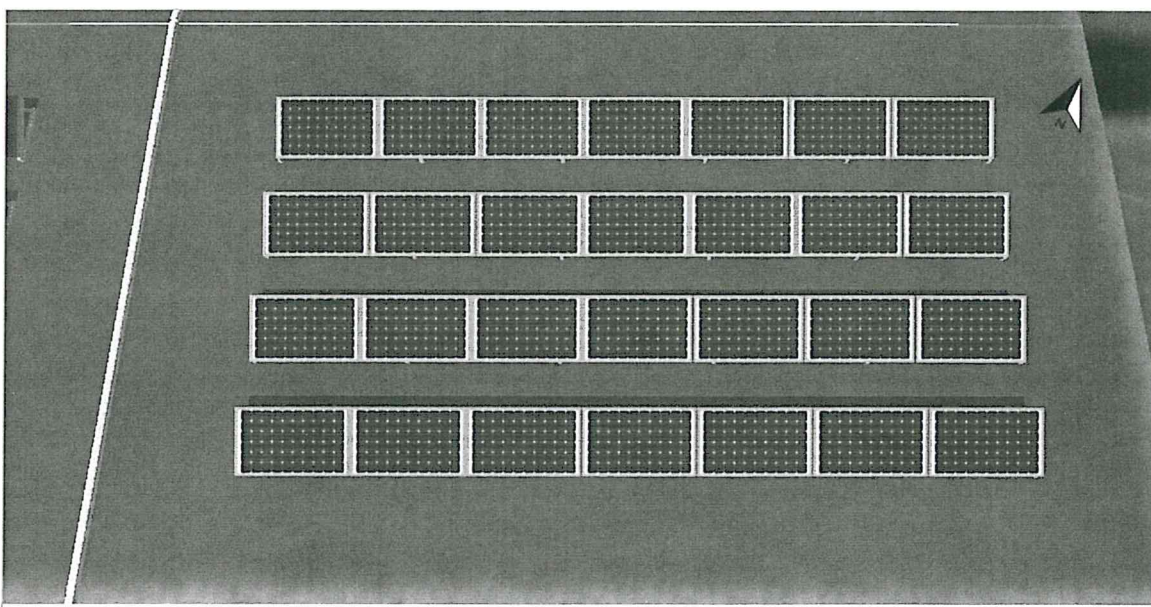
Odpowiedzialny (-a): Maciej Wypych
Przedsiębiorstwo: Prosumenci Klaster Odnawialnych Źródeł Energii

Struktura instalacji

Dane klimatyczne	Lubień Kujawski, POL (1991 - 2010)
Rozdzielczość danych	1 h
Rodzaj instalacji	3D, Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV)
Zastosowane modele symulacji	
Promieniowanie rozproszone na powierzchni poziomej	Hofmann
Nasłonecznienie powierzchni nachylonej	Hay & Davies

Generator PV 1. Powierzchnię modułu

Nazwa	Budynek 01-Powierzchnia dachu Południowy-Wschód
Moduły PV*	28 x 310 Wp
Producent	-
Nachylenie	20 °
Orientacja	Południowy-wschód 155 °
Rodzaj montażu	Wolnostojący na dachu płaskim
Powierzchnia generatora PV	45,8 m ²



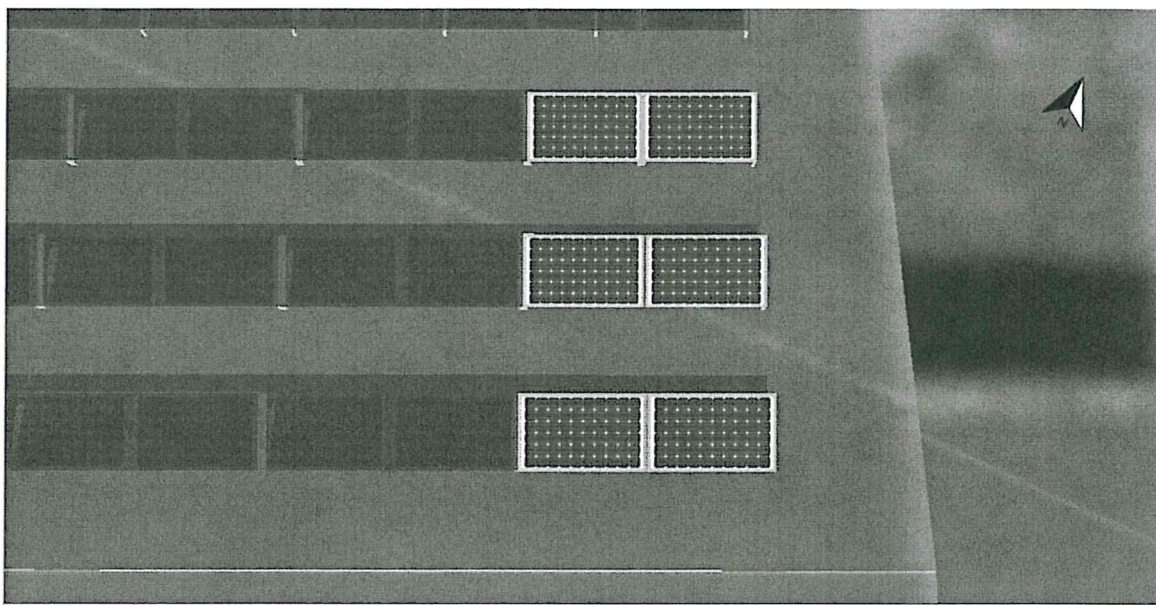
Rysunek: Projektowanie 3D do Budynek 01-Powierzchnia dachu Południowy-Wschód

Generator PV 2. Powierzchnię modułu

Nazwa	Budynek 01-Powierzchnia dachu Północny-Zachód
Moduły PV*	6 x 310 Wp
Producent	-
Nachylenie	10 °
Orientacja	Południowy-wschód 155 °
Rodzaj montażu	Wolnostojący na dachu płaskim
Powierzchnia generatora PV	9,8 m ²

Data oferty: 10.07.2019

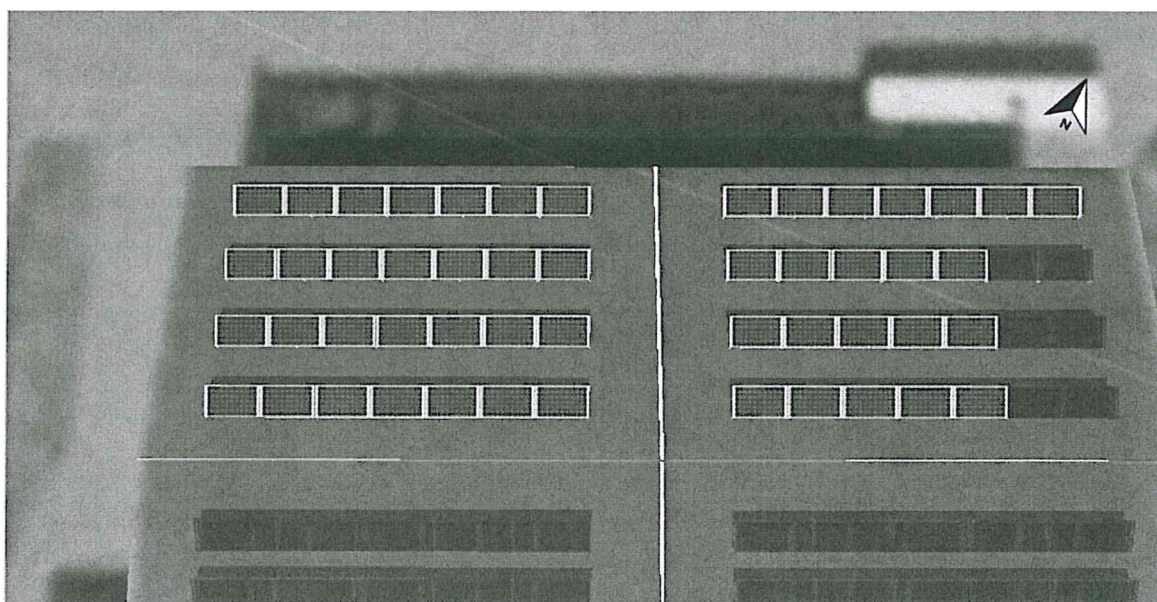
Odpowiedzialny (-a): Maciej Wypych
 Przedsiębiorstwo: Prosument Klaster Odnawialnych Źródeł Energii



Rysunek: Projektowanie 3D do Budynek 01-Powierzchnia dachu Północny-Zachód

Generator PV 3. Powierzchnię modułu

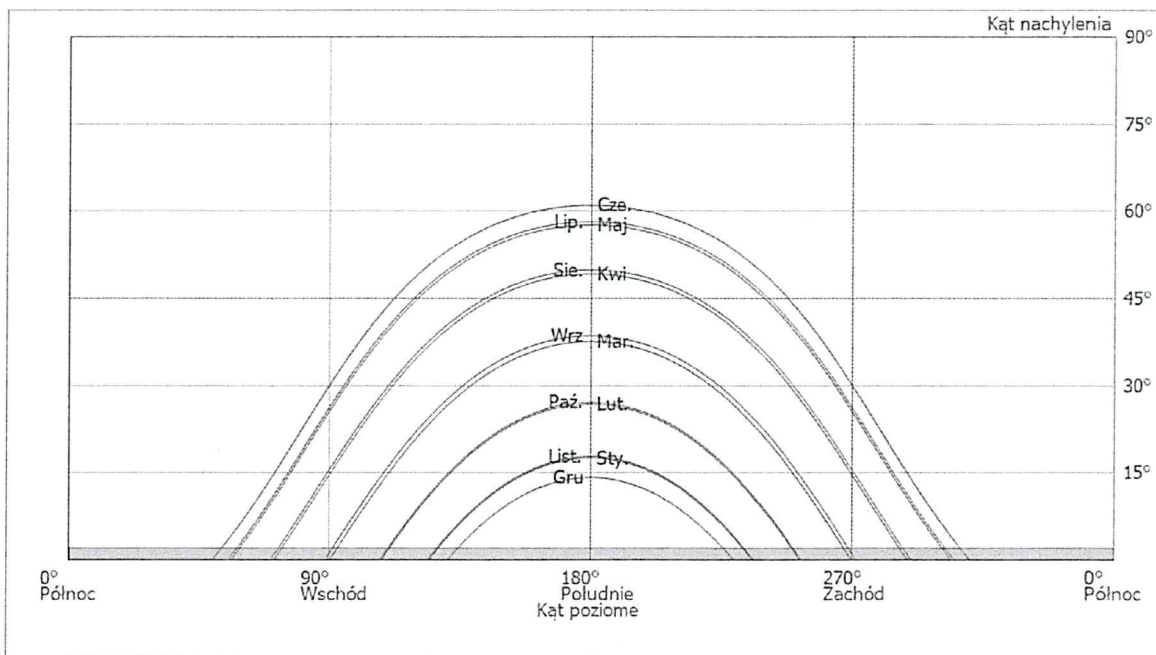
Nazwa	Budynek 01-Powierzchnia dachu Północny-Zachód
Moduły PV*	50 x 310 Wp
Producent	-
Nachylenie	10 °
Orientacja	Południowy-wschód 155 °
Rodzaj montażu	Wolnostojący na dachu płaskim
Powierzchnia generatora PV	81,8 m ²



Data oferty: 10.07.2019

Odpowiedzialny (-a): Maciej Wypych
Przedsiębiorstwo: ProsumenKlaster Odnawialnych Źródeł Energii

Rysunek: Projektowanie 3D do Budynek 01-Powierzchnia dachu Północny-Zachód



Ilustracja: Horyzont od Budynek 01-Powierzchnia dachu Południowy-Wschód

Falownik

1. Powierzchnie modułów

Budynek 01-Powierzchnia dachu Południowy-Wschód + Budynek 01- Powierzchnia dachu Północny-Zachód

Falownik 1*	1 x 10 kW
Producent	-
Optymalizator mocy 1*	6 x
Producent	-
Konfiguracja	MPP 1: 1 x 17 MPP 2: 1 x 11 + 1 x 6★ [1 x 1]

2. Powierzchnię modułu

Budynek 01-Powierzchnia dachu Północny-Zachód

Falownik 1*	1 x 15 kW
Producent	-
Konfiguracja	MPP 1: 2 x 17 MPP 2: 1 x 16

Sieć AC

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

Data oferty: 10.07.2019

Odpowiedzialny (-a): Maciej Wypych
 Przedsiębiorstwo: Prosument Klaster Odnawialnych Źródeł Energii

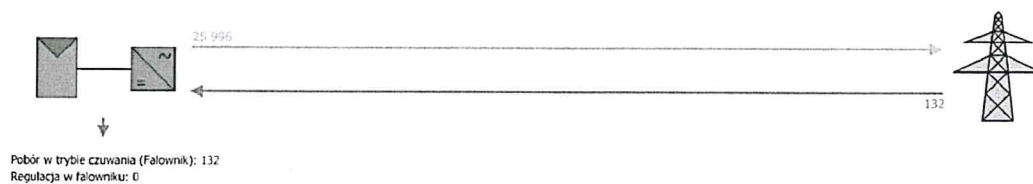
Wyniki symulacji

Instalacja PV

Moc generatora PV	26 kWp
Spec. uzysk roczny	998,30 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	87,8 %
Zmniejszenie uzysku na skutek zacienienia	1,9 %/rok
Energia oddana do sieci	25 996 kWh/rok
Energia oddana do sieci w pierwszym roku (łącznie z degradacją modułu)	25 996 kWh/rok
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	132 kWh/rok
Emisja CO ₂ , której dało się uniknąć:	21 108 kg / rok

Schemat przepływu energii

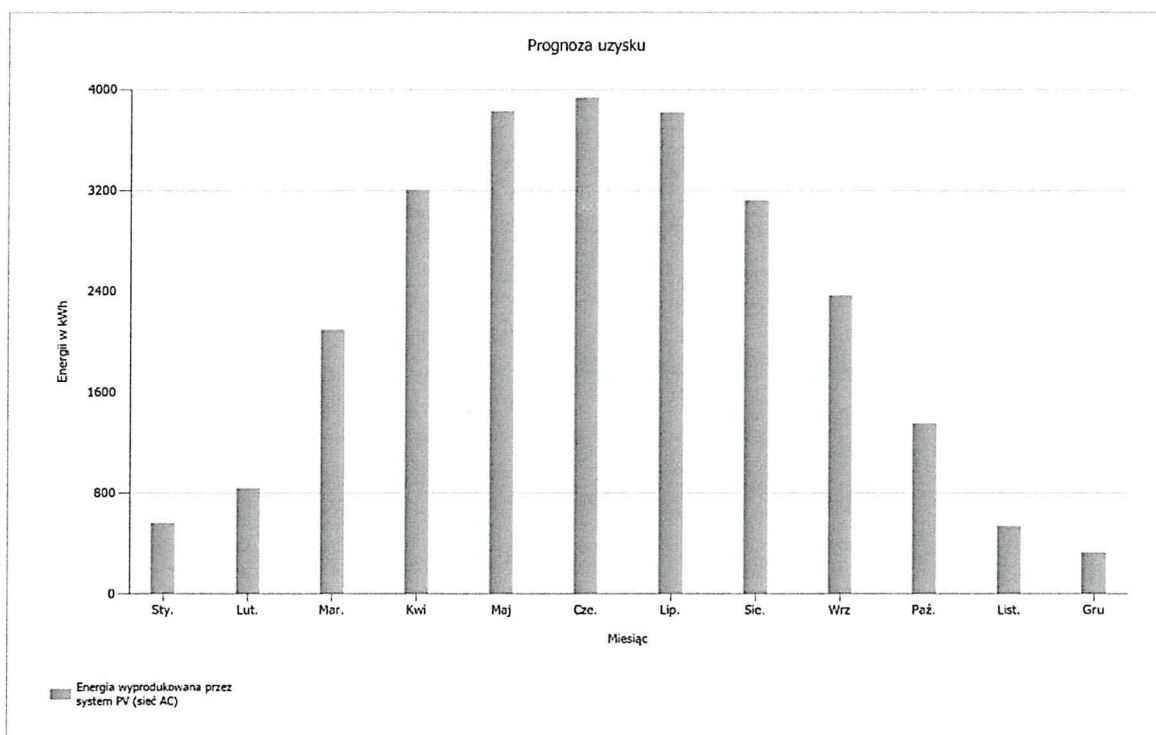
Projekt: 30.05.2019 ZPO



Wszystkie wartości w kWh
Small deviations in the data can occur due to rounding
 Generated with PV*SOL

Data oferty: 10.07.2019

Odpowiedzialny (-a): Maciej Wypych
Przedsiębiorstwo: ProsumenKlaster Odnawialnych Źródeł Energii



Ilustracja: Prognoza uzysku

Data oferty: 10.07.2019

Odpowiedzialny (-a): Maciej Wypych
Przedsiębiorstwo: Prosument Klaster Odnawialnych Źródeł Energii

Bilans energetyczny instalacji PV

Promieniowanie globalne, poziomo	1 070,3 kWh/m²	
Odchylenie od standardowego widma	-10,70 kWh/m ²	-1,00 %
Odbicie od gruntu (albedo)	3,20 kWh/m ²	0,30 %
Orientacja i nachylenie modułów fotowoltaicznych	75,86 kWh/m ²	7,14 %
Zacienienie niezależne od modułu	-2,60 kWh/m ²	-0,23 %
Odbicia na powierzchni modułu	-39,01 kWh/m ²	-3,43 %
Globalne nasłonecznienie na moduł	1 097,0 kWh/m²	

$$\begin{aligned}
 &1\,097,0 \text{ kWh/m}^2 \\
 &\times 137,35 \text{ m}^2 \\
 &= 150\,682,6 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Globalne nasłonecznienie PV	150 682,6 kWh	
Zanieczyszczenie	0,00 kWh	0,00 %
Konwersja STC (współczynnik sprawności znamionowej modułu 18,98 %)	-122 076,73 kWh	-81,02 %

Znamionowa energia PV	28 605,9 kWh	
Zacienienie częściowe specyficzne dla modułu	-376,98 kWh	-1,32 %
Zachowanie w warunkach słabego oświetlenia	-249,58 kWh	-0,88 %
Odchylenie od znamionowej temperatury modułu	-467,67 kWh	-1,67 %
Diody	-17,15 kWh	-0,06 %
Niedopasowanie (dane producenta)	-511,14 kWh	-1,86 %
Niedopasowanie (konfiguracja/zacienienie)	-49,13 kWh	-0,18 %
Optymalizator mocy (przetwarzanie prądu DC/zregulowanie)	-19,37 kWh	-0,07 %

Energia PV (DC) bez regulacji falownika	26 914,8 kWh	
Spadek mocy poniżej mocy początkowej DC	-21,53 kWh	-0,08 %
Regulacja zakresu napięcia MPP	-2,25 kWh	-0,01 %
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	-64,29 kWh	-0,24 %

Energia PV (DC)	26 826,8 kWh	
------------------------	---------------------	--

Energia na wejściu falownika	26 826,8 kWh	
Odchylenie napięcia wejściowego od znamionowego	-49,62 kWh	-0,18 %
Konwersja z prądu DC na AC	-781,19 kWh	-2,92 %
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	-132,03 kWh	-0,51 %
Straty całkowite w kablu	0,00 kWh	0,00 %

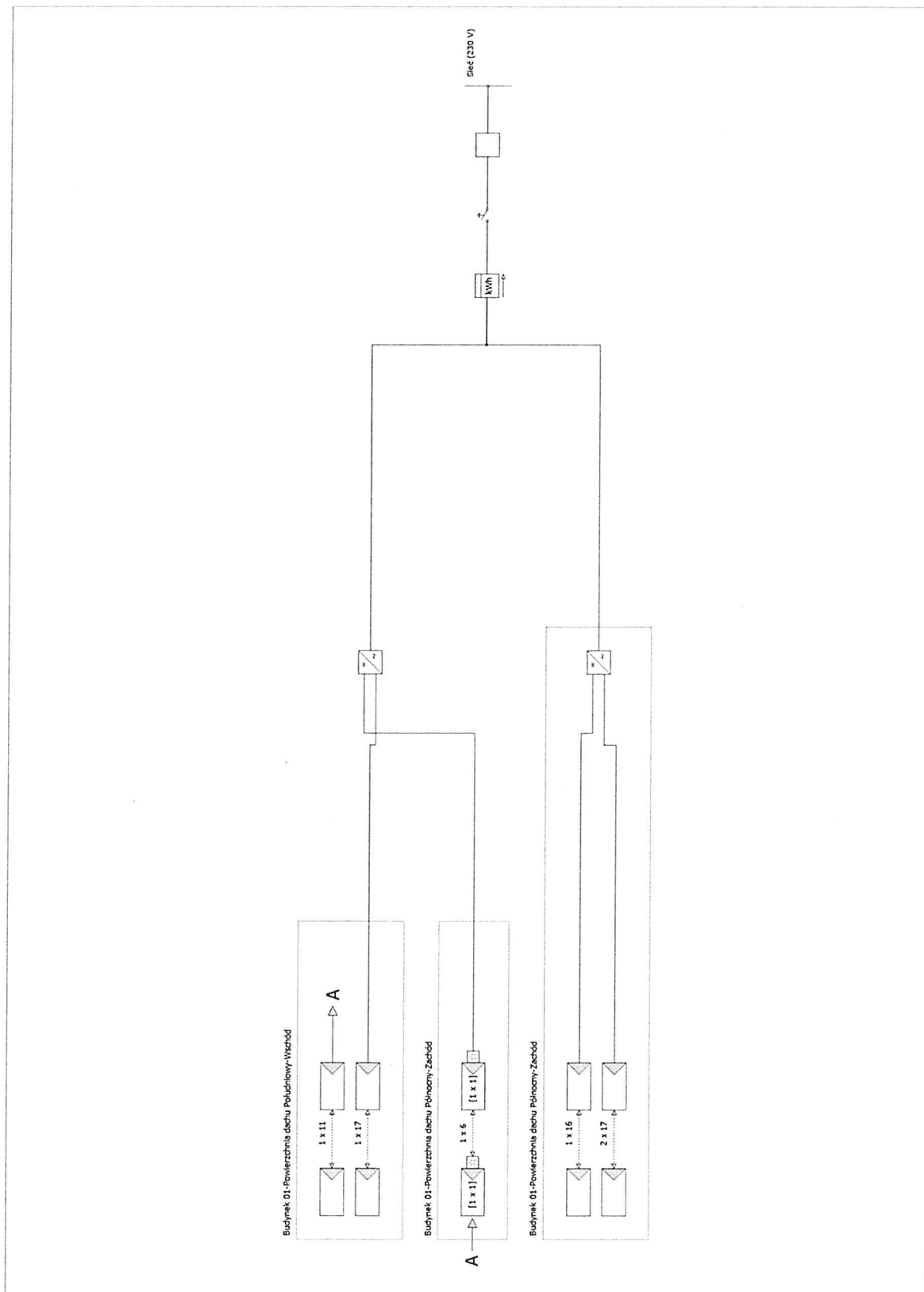
Energia PV (AC) odjąć zużycie podczas czuwania	25 863,9 kWh	
---	---------------------	--

Energia oddana do sieci	25 995,6 kWh	
--------------------------------	---------------------	--

Data oferty: 10.07.2019

Odpowiedzialny (-a): Maciej Wypych

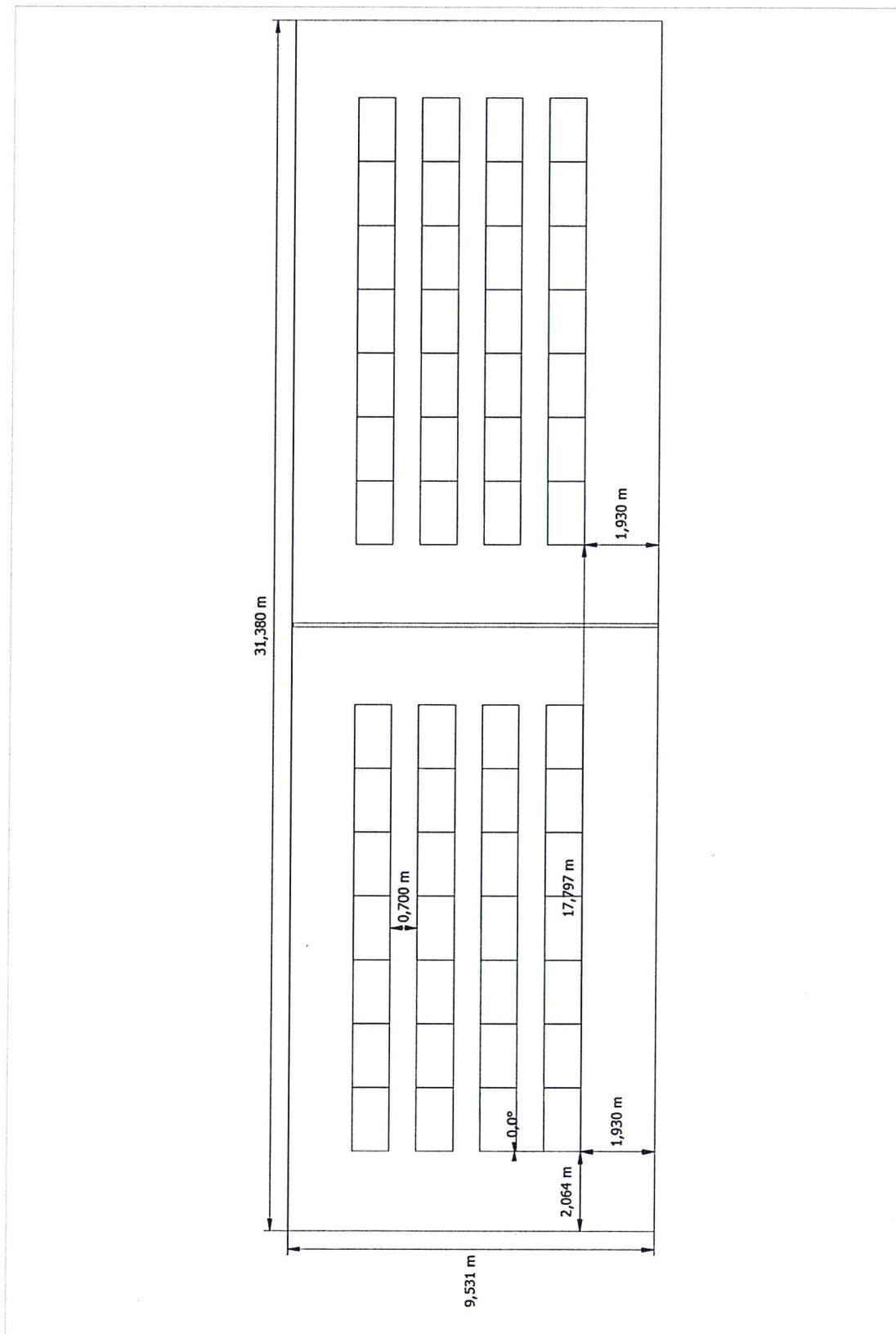
 Przedsiębiorstwo: Prosument Klaster Odnawialnych Źródeł Energii



Data oferty: 10.07.2019

Odpowiedzialny (-a): Maciej Wypych
 Przedsiębiorstwo: Prosument Klaster Odnawialnych Źródeł Energii

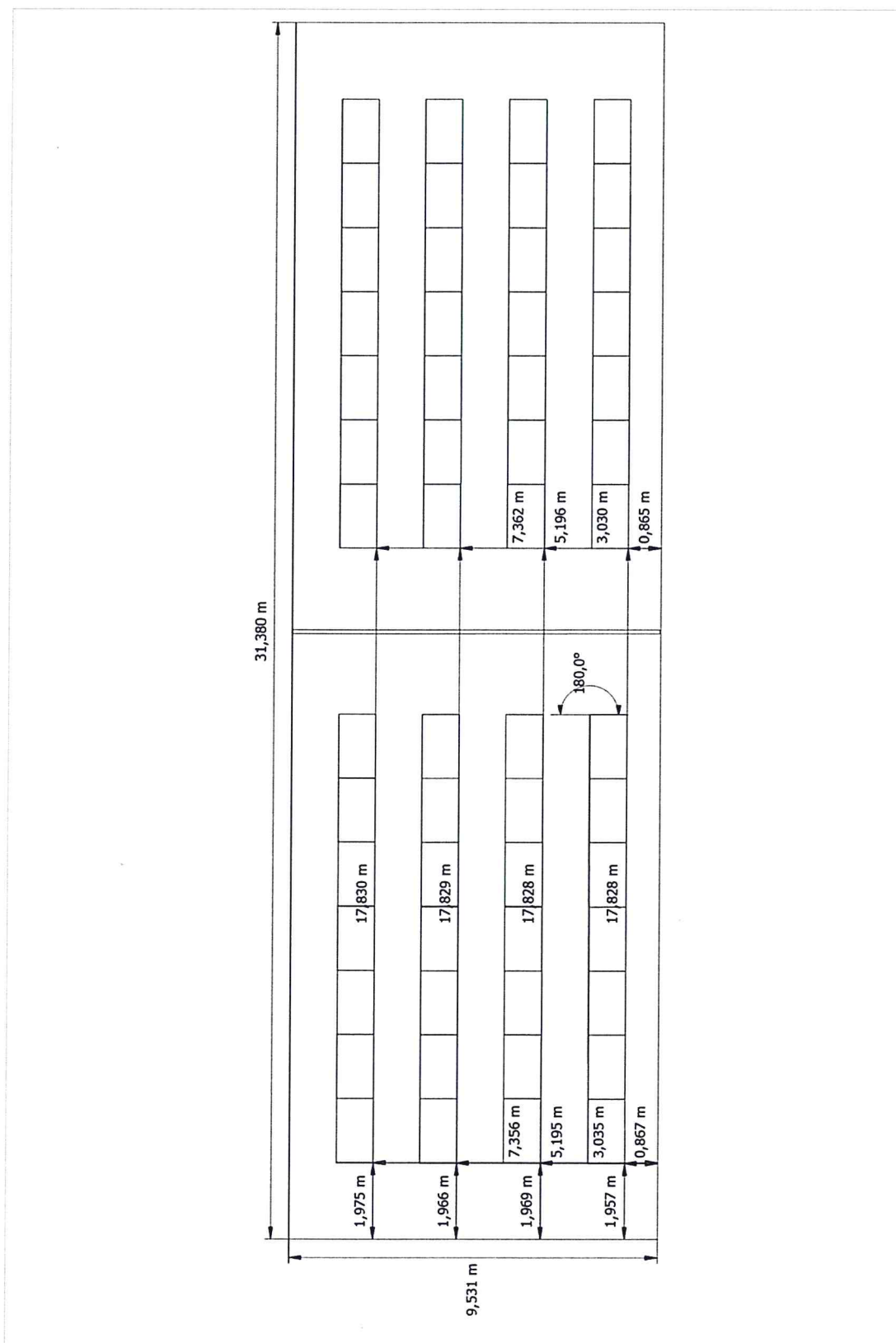
Budynek 01-Powierzchnia dachu Południowy-Wschód



Data oferty: 10.07.2019

Odpowiedzialny (-a): Maciej Wypych
 Przedsiębiorstwo: Prosument Klaster Odnawialnych Źródeł Energii

Budynek 01-Powierzchnia dachu Północny-Zachód

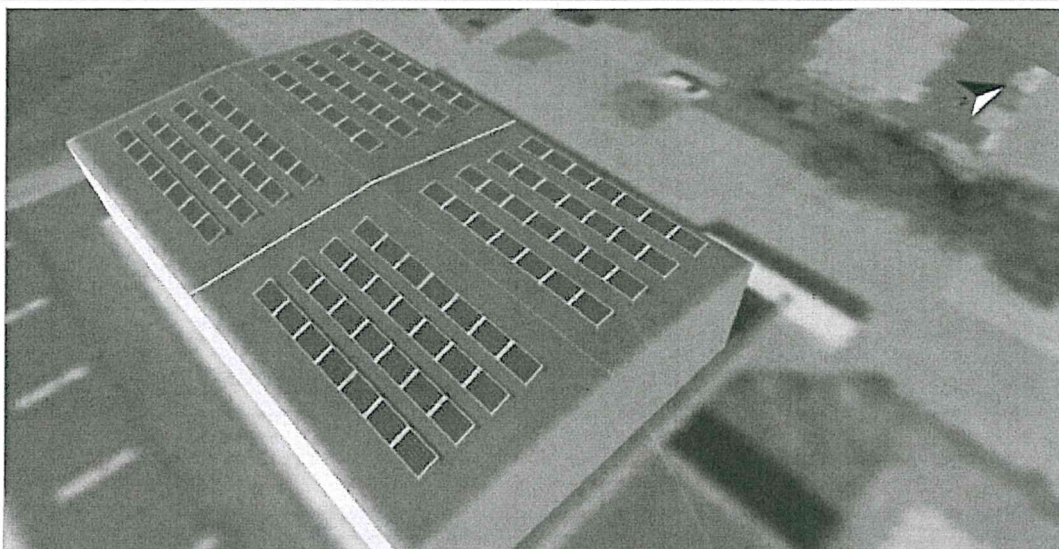


Data oferty: 10.07.2019

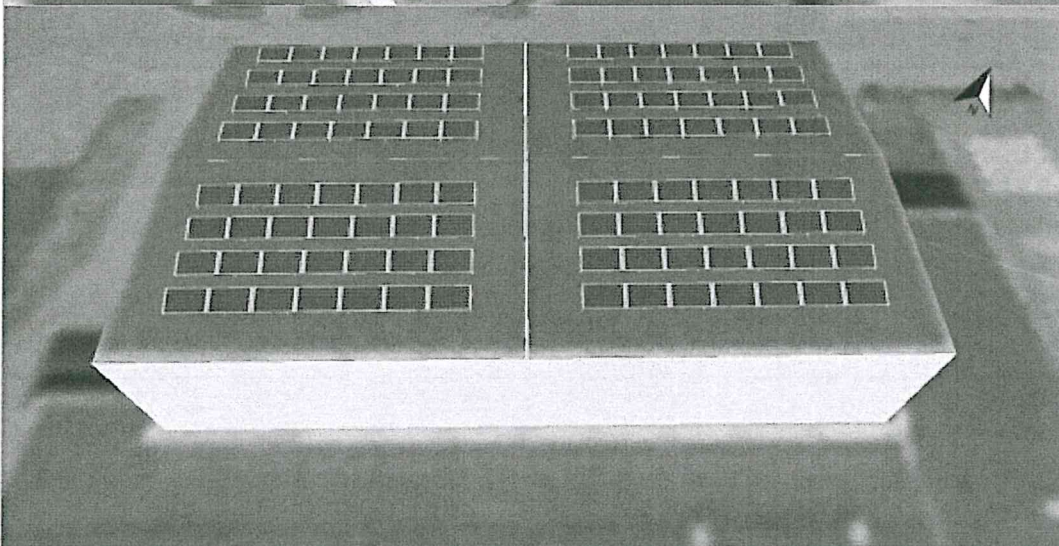
Odpowiedzialny (-a): Maciej Wypych
Przedsiębiorstwo: Prosument Klaster Odnawialnych Źródeł Energii

Powierzchnie modułów

Ilustracja: Zrzut ekranu09



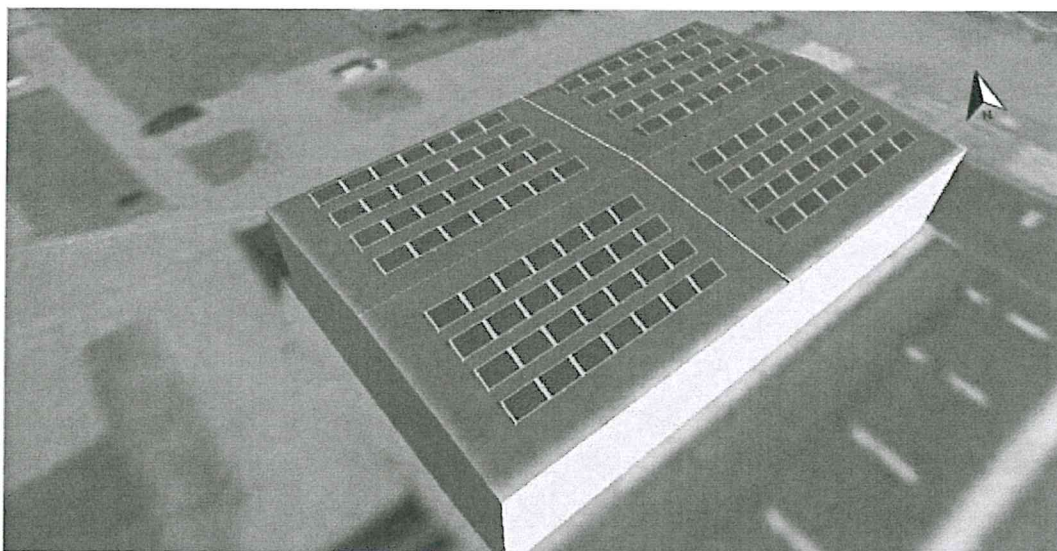
Ilustracja: Zrzut ekranu10



Data oferty: 10.07.2019

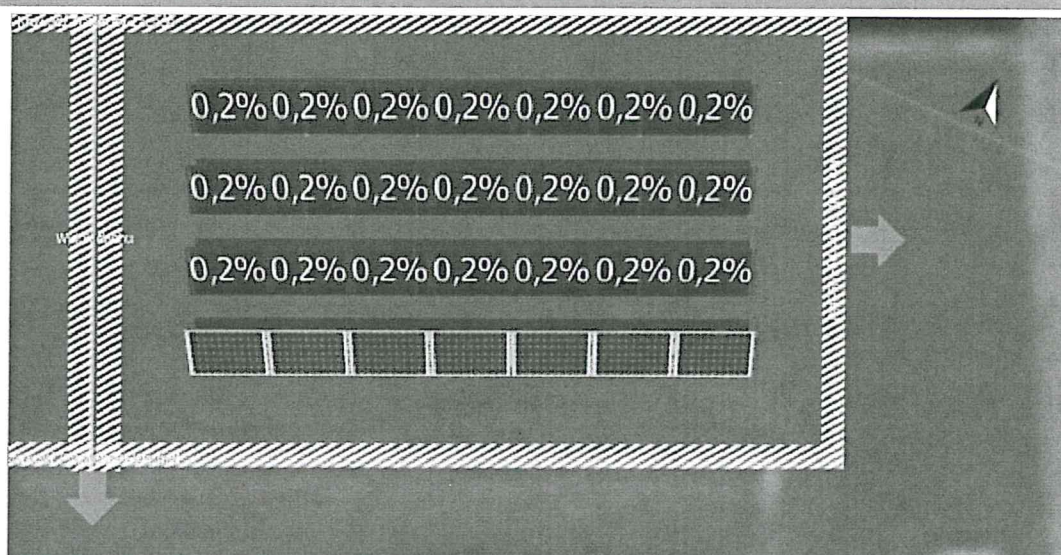
Odpowiedzialny (-a): Maciej Wypych
 Przedsiębiorstwo: Prosument Klaster Odnawialnych Źródeł Energii

Ilustracja: Zrzut ekranu11



Zacienienie

Ilustracja: Zrzut ekranu04



Data oferty: 10.07.2019

Odpowiedzialny (-a): Maciej Wypych
Przedsiębiorstwo: Prosument Klaster Odnawialnych Źródeł Energii

Ilustracja: Zrzut ekranu05

