

PROJEKT WYKONAWCZY

**"Budowa instalacji odnawialnych źródeł energii na potrzeby Świetlicy
Wiejskiej w Smolnikach gm. Rutka-Tartak"**

OBIEKT	Świetlice Wiejskiej w Smolnikach
ADRES BUDOWY	Smolniki 32, dz nr 97; 98, 16-406 Rutka-Tartak
OPRACOWANIE	Instalacje elektryczne i elektroenergetyczne
BRANŻA	Elektryczna
INWESTOR	Urząd Gminy Rutka-Tartak, ul. 3 Maja 13, 16-406 Rutka-Tartak

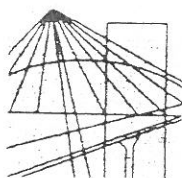
BIURO PROJEKTOWE	PROJEKTANT
ESCO PROJEKTY ROMAN DĘBOWSKI UL. M. MAŁACHOWSKIEGO 1/107, 05-270 MARKI NIP 7181716503	Projektant branża elektryczna Jarosław Nasuta PDL/0038/POOE/05

Rutka Tartak Grudzień 2022 r.

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

Spis treści

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA.....	2
UPRAWNIENIA.....	3
OPIS TECHNICZNY	5
1. PODSTAWA OPRACOWANIA.....	5
2. PRZEDMIOT OPRACOWANIA.....	6
3. ZAKRES OPRACOWANIA.....	6
4. LOKALIZACJA INWESTYCJI I PARAMETRY	6
5. WYMAGANIA STAWIANE INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ.....	7
6. OPIS ROZWIĄZANIA.....	7
7. ELEMENTY SKŁADOWE INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ.....	8
Moduły fotowoltaiczne	8
Optymalizatory mocy	9
1.1 Inwertery fotowoltaiczne.....	10
8. Charakterystyka instalacji elektrycznej.....	11
Okablowanie DC inwerterów	11
Okablowanie AC inwerterów	12
9. SYSTEMY ZABEZPIECZEŃ.....	12
Instalacja uziemiająca	12
Ochrona przeciwprzepięciowa.....	12
Ochrona odgromowa.....	13
10. OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI.....	13
11. WARUNKI OCHRONA PRZECIWPOŻAROWA.....	15
12. Zestawienie podstawowych elementów instalacji	18
13. Analiza oddziaływania na środowisko	18
14. Spis Załączników	19



PODLASKA
OKRĘGOWA
I Z B A
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Białystok, dnia 31 maja 2005 r.

POIIB.KK.7131/1/05

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz. U. z 2001 r. Nr 5, poz. 42, z późniejszymi zmianami), art. 12 ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt 1, art. 14 ust. 1 pkt 5 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2003 r. Nr 207, poz. 2016, z późniejszymi zmianami) oraz § 9 ust. 1 rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 1995 r. Nr 8, poz. 38, z późniejszymi zmianami)

**Komisja Kwalifikacyjna
Podlaskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa
nadaje**

Panu JAROSŁAWOWI NASUTA
magistrowi inżynierowi
o kierunku: elektrotechnika
urodzonemu dnia 22 lutego 1973 r. w Suchowoli

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny PDL/0038/POOE/05

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

Zgodnie z art. 12 ust. 1 pkt 1 i art. 13 ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2003 r. Nr 207, poz. 2016, z późniejszymi zmianami) oraz § 4 ust. 2 rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 1995 r. Nr 8, poz. 38, z późniejszymi zmianami) Pan Jarosław Nasuta jest upoważniony do:

- projektowania, sprawdzania projektów budowlanych w specjalności objętej niniejszymi uprawnieniami i sprawowania nadzoru autorskiego,
- sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych z zastrzeżeniem art. 62 ust. 5 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane

bez ograniczeń.

Niniejsze uprawnienia, na podstawie § 4 ust. 4 rozporządzenia MGPIB z dnia 30 grudnia 1994 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, stanowią podstawę do sporządzania projektów zagospodarowania działki i terenu w ww. specjalności, zgodnie z art. 34 ust. 3b ustawy Prawo budowlane.

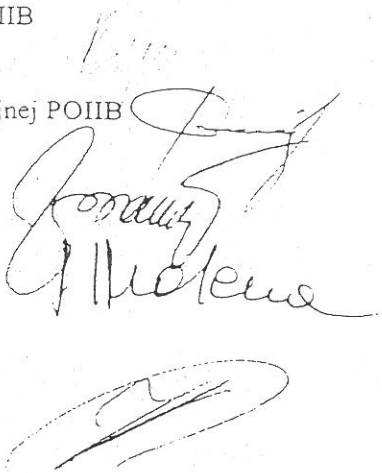
UZASADNIENIE

Komisja Kwalifikacyjna Podlaskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa na podstawie protokołu postępowania kwalifikacyjnego Nr IE/5/III/05 z 16 marca 2005 r. oraz protokołu Nr IE/5/V/2005 r. z egzaminu przeprowadzonego w dniach 20-21 maja 2005 r., w dniu 31 maja 2005 r. stwierdziła, że Pan mgr inż. Jarosław Nasuta posiada wymagane prawem wykształcenie i praktykę zawodową konieczną do uzyskania uprawnień budowlanych w ww. specjalności i uzyskał pozytywny wynik egzaminu na uprawnienia budowlane, w związku z czym Komisja orzekła jak w sentencji.

POUCZENIE

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

1. Przewodniczący Komisji Kwalifikacyjnej POIIB
mgr inż. Bogdan Siuda
2. Z-ca Przewodniczącego Komisji Kwalifikacyjnej POIIB
mgr inż. Jakub Grzegorzczak
3. Członek Komisji Kwalifikacyjnej POIIB
mgr inż. Bogdan Bański
4. Członek Komisji Kwalifikacyjnej POIIB
dr inż. Mikołaj Malesza
5. Członek Komisji Kwalifikacyjnej POIIB
mgr inż. Waldemar Mieczysław Paprocki



Otrzymują:

1. Pan Jarosław Nasuta
ul. Pileckiego 8 m 14
15-687 Białystok
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
3. a/a





Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

PDL-KAP-RGY-G1G *

Pan Jarosław Nasuta o numerze ewidencyjnym PDL/IE/0161/05
adres zamieszkania ul. Pileckiego 8/14, 15-687 Białystok
jest członkiem Podlaskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2022-08-01 do 2023-07-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-08-25 roku przez:

Andrzej Falkowski, Zastępca Przewodniczącego Rady Podlaskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

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

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

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

OPIS TECHNICZNY

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

Zlecenie inwestora.

Oględziny obiektu, w którym zaplanowano realizację robót budowlanych.

Obowiązujące normy i przepisy:

- Ustawa prawo budowlane,
- Ustawa o odnawialnych źródłach energii,
- PN-HD 60364-4-41:2017-09 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed porażeniem elektrycznym lub równoważna,
- PN-EN 62305-1:2011 Ochrona odgromowa - Część 1: Zasady ogólne lub równoważna,
- PN-EN 62305-2:2012 Ochrona odgromowa - Część 2: Zarządzanie ryzykiem lub równoważna,
- PN-EN 62305-3:2011 Ochrona odgromowa - Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia lub równoważna,
- PN-EN 62305-4:2011 Ochrona odgromowa - Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach lub równoważna,
- PN-HD 60364-4-41:2017-09 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo - Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych - Wybór środków ochrony przeciwporażeniowej w zależności od wpływów zewnętrznych lub równoważna,
- PN-HD 60364-7-712:2016-05 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne {PV}układy zasilania lub równoważna,
- PN-EN 61439-1:2011 Wymagania dotyczące skrzynek połączeniowych i zespołu rozdzielnic lub równoważna,
- PN-HD 60364-4-442:2012, Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona instalacji niskiego napięcia przed przepięciami dorywczymi powstającymi wskutek zwarć doziemnych w układach po stronie wysokiego i niskiego napięcia lub równoważna.

Ponieważ moc mikro-instalacji fotowoltaicznej nie jest większa niż 50kW oraz nie przekracza istniejącej mocy przyłączeniowej obiektu (40kW) do sieci OSD, dlatego nie ma konieczności złożenia wniosku o wydanie decyzji o pozwoleniu na budowę ani zgłoszenia robót nie wymagających pozwolenia na budowę. Jednakże po wykonaniu instalacji fotowoltaicznej należy zgłosić ten fakt zgodnie z art. 7 ust. 8d PE do lokalnego OSD oraz właściwej jednostki Państwowej Straży Pożarnej .

2. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest budowa instalacji fotowoltaicznej (PV) on-grid o mocy min. 39,52 kWp, służącej do produkcji energii elektrycznej z promieniowania słonecznego. Wytwarzana energia będzie zużywana na potrzeby własne, a ewentualne nadwyżki wyprodukowanej energii będą oddawane do Sieci elektroenergetycznej na zasadach prosumenta.

3. ZAKRES OPRACOWANIA

Zakres planowanych prac obejmuje:

- Montaż konstrukcji mocującej na gruncie pod panele fotowoltaiczne.
- Montaż modułów fotowoltaicznych monokrystalicznych – 76 szt.
- Montaż inwertera fotowoltaicznego o mocy 33,3 kW na konstrukcji wsporczej paneli, - 1 szt.
- Montaż optymalizatorów mocy – 76 szt.
- Podłączenie strony DC do inwertera fotowoltaicznego i przeprowadzenie odpowiednich pomiarów elektrycznych stringów .
- Podłączenie strony AC do rozdzielni głównej obiektu, na którego potrzeby zbudowana instalacja fotowoltaiczna .

4. LOKALIZACJA INWESTYCJI I PARAMETRY

Nazwa lokalizacji:	Świetlica Wiejska w Smolnikach
Adres lokalizacji:	Smolniki 32, dz nr 97; 98, 16-406 Rutka-Tartak
Miejsce lokalizacji paneli:	Na gruncie
Moc instalacji:	39,52 kW
Napięcie przyłączeniowe:	0,4 kV
Napięcie znamionowe instalacji:	400 V
Moc przyłączeniowa obiektu:	40,0 kW
Numer PPE	PL_ZEBB_2012027202_06
Układ sieciowy:	TN-C-S
Rodzaj konstrukcji wsporczej	Gruntowa 2-podporowa
Kąt nachylenia:	25 stopni
Lokalizacja falownika:	Konstrukcja wsporcza paneli

5. WYMAGANIA STAWIANE INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Zamawiający wymaga długoletniej gwarancje zapewniająca inwestorowi ochronę inwestycji. Wymagana gwarancja powinna być nie krótsza niż 10 lat dla zapewnienia, że zarówno w okresie trwałości projektu, czyli 5 lat, jak również po okresie trwałości inwestycji instalacji będzie objęta jeszcze minimum 5 letnią gwarancją zapewniającą bez kosztową wymianę sprzętu w przypadku jego awarii.

Zamawiający wymaga maksymalnego poziomu bezpieczeństwa systemu PV poprzez zastosowanie funkcji zredukowania napięcia ogniwa fotowoltaicznego, do bezpiecznego napięcia po wyłączeniu zasilania prądem zmiennym lub wyłączeniu falownika. System redukcji napięcia ogniów fotowoltaicznych do poziomu napięcia bezpiecznego tj. maksymalnie 60V DC dla pojedynczego łańcucha paneli fotowoltaicznych, zapewnia bezpieczeństwo instalatorów, ekip ratowniczym (strażacy), służbom utrzymania a także użytkownikom.

Zamawiający wymaga, aby system dawał możliwość monitoringu: falowniki i jego parametrów: moc chwilowa / produkcja dzienna, miesięczna, roczna, parametry sieciowe takie jak napięcie i częstotliwość. Dodatkowo zamawiający wymaga monitoringu każdego modułu z osobna (ewentualnie pary modułów). Wymagane jest monitorowanie następujących parametrów modułów: moc / napięcie / prąd. Zamawiający wymaga także pomiaru parametrów takich jak konsumpcja energii w obiekcie oraz konsumpcji własnej (energia z PV przeznaczona na konsumpcję w obiekcie) oraz ile energii zostało oddane do sieci. Wykonawca zapewni, w cenie wykonania instalacji, dostęp do platformy monitorowania w czasie rzeczywistym wydajności każdego modułu fotowoltaicznego lub pary modułów fotowoltaicznych w zamontowanej instalacji. Dostęp musi być możliwy z dowolnego komputera lub urządzenia mobilnego mającego dostęp do sieci internetowej w okresie co najmniej 20 lat od daty odbioru końcowego instalacji.

Zamawiający wymaga, aby wszystkie instalacje były zoptymalizowane pod względem produkcji, poprzez zapewnienie śledzenia maksymalnego punktu pracy (MPPT) na poziomie modułu lub pary modułów fotowoltaicznych, co zapewni maksymalizację produkcji energii elektrycznej z systemu i zmniejszenie wpływu czynników niekorzystnych na wydajność systemu, takich jak: okresowe zacienienie, zabrudzenie, uszkodzenia poszczególnych modułów, częściowe lub całkowite zakrycie śniegiem. Wykonawca powinien zastosować technologię pozwalającą na montaż w jednym łańcuchu paneli fotowoltaicznych okresowo zacienianych.

6. OPIS ROZWIĄZANIA

Instalacja fotowoltaiczna jest bezobsługowym systemem zmieniającym energię promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Zaplanowano wykonanie instalacji fotowoltaicznej on-grid (sieciowej), która poprzez przyłącze do sieci elektroenergetycznej umożliwi oddawanie energii elektrycznej na zewnątrz - w sytuacji, w której bieżąca produkcja energii elektrycznej przez instalację będzie wyższa od bieżącego jej zużycia w budynku. W sytuacjach odwrotnych (tj. bieżąca produkcja energii elektrycznej niższa od jej zużycia w budynku), niedobór będzie uzupełniany energią pochodzącą z publicznej sieci elektroenergetycznej.

Instalacja fotowoltaiczna zbudowana jest z paneli fotowoltaicznych, w których bezpośrednio zachodzi konwersja energii słonecznej na energię elektryczną (w postaci prądu stałego). Panele fotowoltaiczne zamontowane zostaną na gruncie, z wykorzystaniem odpowiednio dobranego systemu montażowego dwupodporowego. Instalacja zostanie wykonana w technologii optymalizacji pracy instalacji na poziomie poszczególnych modułów fotowoltaicznych, poprzez zastosowanie optymalizatorów mocy DC.

Wyprodukowana energia elektryczna zostanie w pierwszej kolejności zużyta na potrzeby własne obiektu. Nadwyżki produkcji, jakie mogą okresowo wystąpić, będą oddawane do publicznej sieci elektroenergetycznej. W celu rozliczenia odbioru energii elektrycznej, zostanie zainstalowany przez sprzedawcę zobowiązanego, odpowiedni dwukierunkowy układ pomiarowo-rozliczeniowy.

7. ELEMENTY SKŁADOWE INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Na elementy składowe instalacji fotowoltaicznej składają się:

- Naziemna konstrukcja wsporcza dwupodporowa
- Moduły fotowoltaiczne zamontowane na konstrukcji wsporczej.
- Naziemna infrastruktura elektryczna.
- Optymalizatory mocy DC.
- Zestaw inwerterów.
- Instalacje elektryczne DC i AC wraz z zabezpieczeniami.
- Instalacja uziemiająca.
- Urządzenia systemu monitorowania instalacji.

Moduły fotowoltaiczne

Projektuje się zastosowanie modułów fotowoltaicznych o mocy nie mniejszej niż 400 Wp.

Moduły fotowoltaiczne są urządzeniami dokonującymi konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Proces wytwarzania energii jest przyjazny środowisku, gdyż wykorzystuje się w nim zjawisko fotoelektryczne, które nie ma żadnych produktów ubocznych. Instalacja fotowoltaiczna nie generuje hałasu, nieprzyjemnego zapachu, nie wymaga dodatkowych materiałów eksploatacyjnych, nie stwarza zagrożenia dla ludzi i zwierząt. Żywotność modułów fotowoltaicznych to ponad 25 lat. Po 25 latach zachowują minimum 80% początkowej mocy. Wykorzystywane będą moduły w technologii monokrystalicznej o mocy szczytowej 520 Wp. Minimalne parametry charakteryzujące panele fotowoltaiczne przedstawia poniższa tabela:

Tabela 1 Parametry modułów fotowoltaicznych

Opis wymagań	Parametry Techniczne
Typ modułu	Monokrystaliczny
Moc modułu	min 520 Wp (standardowe warunki badania: natężenie nasłonecznienia 1000 W/m ² , temperatura ogniwa 25°C i współczynnik masy powietrza AM 1,5)

Sprawność modułu	min 20,0 %, (standardowe warunki badania: natężenie nasłonecznienia 1000 W/m ² , temperatura ogniwa 25°C i współczynnik masy powietrza AM 1,5)
Tolerancja mocy	0/+5W (standardowe warunki badania: natężenie nasłonecznienia 1000 W/m ² , temperatura ogniwa 25°C i współczynnik masy powietrza AM 1,5)
Współczynnik mocy	-0,35 %/K
Rama modułu	ze stopu anodyzowanego aluminium
Przykrycie modułu	antyrefleksyjne z hartowanego szkła
Gwarancja wydajności mocy producenta	Liniowa gwarancja mocy 25 lat
Wytrzymałość mechaniczna na obciążenie od śniegu	min 5400 Pa
Wymogi potwierdzające jakość:	Certyfikowano według: IEC 61215, IEC 61730
Zakres temperatury	-40 do +80 °C

Optymalizatory mocy



Optymalizatory mocy są przetwornikami DC/DC podwyższająco-obniżającymi napięcie. Optymalizatory mocy zwiększają produkcję energii z systemów PV poprzez ciągłe śledzenie maksymalnego punktu mocy (MPPT) modułu. Monitorują wydajność poszczególnych modułów i przekazują dane o wydajności do portalu monitorującego. Optymalizatory mocy są wyposażone w unikalną funkcję SafeDC™, która wyłączy automatycznie napięcie DC modułów, gdy inwerter lub zasilanie sieci jest wyłączone. Każde z urządzeń będzie obsługiwało po jednym module fotowoltaicznym. Minimalne parametry charakteryzujące optymalizatory przedstawia poniższa tabela:

Tabela 2 Parametry optymalizatorów mocy

STRONA DC	
Maksymalne napięcie wejściowe	65 V
Napięcie inicjujące pracę	12,5 V
Minimalna ilość wejść MPPT	1
Minimalna Sprawność	98,0 %
Bezpieczne napięcie wyjściowe optymalizatora	1,0 Vdc tolerancja 0,1 Vdc

1.1 Inwertery fotowoltaiczne

Urządzeniami odpowiedzialnymi za współpracę z generatorami są beztransformatoryne inwertery sieciowe. Inwertery fotowoltaiczne to urządzenia odpowiadające za przetwarzanie i przekształcanie energii, która powstaje w modułach fotowoltaicznych w postaci prądu i napięcia stałego, na energię elektryczną prądu i napięcia przemiennego o parametrach zgodnych z siecią niskiego napięcia, czyli 230/400 V 50 Hz.

Zaprojektowano wykorzystanie inwertera o mocy minimalnej 33,3kW współpracującego z optymalizatorami mocy. Minimalne parametry charakteryzujące wybrane inwertery przedstawiają poniższe tabele:

Tabela 3 Parametry inwertera o mocy

STRONA DC	
Maksymalne napięcie DC	1000 V
Znamionowe napięcie DC	750 V
Minimalna Ilość wejść	3
STRONA AC	
Moc znamionowa	33,3 kW
Częstotliwość znamionowa	50 Hz
Sprawność euro	97,5%

Najważniejsze cechy planowanych inwerterów:

- Stopień ochrony minimum IP65.
- Inwertery wyposażone w zabezpieczenia przed pracą wyspą realizowane przez monitorowanie napięcia i częstotliwości, i mechanizm synchronizujący z siecią energetyczną operatora.
- Inwertery muszą spełniać wymagania jakościowe produkowanej energii zgodnie z wymaganiami operatora OSD, dlatego powinien być wyposażony w monitoring jakości nie dopuszczający do pracy inwertera, gdy zawartość harmonicznych THD przekroczy dozwolony próg
- Inwertery wyposażone będą w następujące zabezpieczenia:
 - Możliwość monitoringu każdego podłączonego modułu.

Inwertery powinny spełniać wymogi normy PN-EN 50438, określającej wymagania dla instalacji mikrogeneracyjnych przeznaczonych do równoległego przyłączania do publicznych sieci dystrybucyjnych niskiego napięcia. Inwertery same nie tworzą sieci elektroenergetycznej, inwertery z siecią współpracują, w razie zaniku zasilania zewnętrznego, inwerter musi się wyłączyć w czasie krótszym niż 300ms.

8. Charakterystyka instalacji elektrycznej.

Instalacja elektryczna, zawierająca okablowanie i osprzęt elektryczny zapewniający bezpieczeństwo obsługi instalacji, będzie podzielona na dwie główne sekcje. Sekcja prądu stałego i sekcja prądu przemiennego, odgraniczone inwerterem.

Sekcja prądu stałego budowana jest w oparciu o kable dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, odporne na działanie warunków atmosferycznych i promieniowania UV oraz rozdzielnice DC z zabezpieczeniami, ogranicznikami przepięć prądu stałego. Wyposażenie rozdzielni DC musi zawierać:

- Ogranicznik przepięć DC: wymagany prąd udarowy $10/350 \mu s \geq 12,5 \text{ kA}$ na biegun
- rozłączniki z wkładkami gPV

Sekcja prądu przemiennego budowana będzie w oparciu o klasyczne materiały elektroinstalacyjne, zgodnie ze sztuką inżynierii elektrycznej. W skład sekcji wejdą kable energetyczne oraz rozdzielnice AC z zabezpieczeniami nadmiarowo prądowymi, różnicowoprądowymi, ogranicznikami przepięć prądu przemiennego. Wyposażenie rozdzielni AC musi zawierać:

- Wyłącznik różnicowy 40A/100mA/typ A 4P;
- Wyłącznik nadprądowy C40 3P/10kA;
- Ogranicznik przepięć AC wymagany prąd udarowy $10/350 \mu s \geq 12,5 \text{ kA}$ na biegun

Okablowanie DC inwerterów

Połączenia poszczególnych paneli w łańcuchy należy wykonywać kablami, w które wyposażone są panele fotowoltaiczne przy użyciu złączek w standardzie panelu. Połączony łańcuch składający się z paneli należy łączyć z falownikiem stosując specjalistyczne kable solarne UV o przekroju minimum 6 mm². Kable solarne prądu stałego (DC) należy układać tak, aby dodatki i ujemny zakreślały możliwie najmniejszą powierzchnię. Powinny być przymocowane do górnego profilu konstrukcji nośnej opaskami zaciskowymi (PE), aby nie miały kontaktu z powierzchnią pod modułem PV. Podczas układania kabli należy zachować szczególną ostrożność, aby nie uszkodzić izolacji kabla.

Kable DC instalacji fotowoltaicznej prowadzić zgodnie z wytycznymi producenta modułów fotowoltaicznych. Do łączenia kabli DC używać złączek typu MC4 oraz specjalistycznych narzędzi.

Okablowanie prądu stałego DC powinno spełniać minimum poniższe wymogi:

- Napięcie znamionowe: 1000 V DC;
- Pojedyncza wiązka;
- Podwójna izolacja;
- Żyły: wg PN/EN – 60228, miedziane wielodrutowe klasy 5;
- Izolacja: polwinitowa na 90°C;

- Powłoka: polwinitowa odporna na UV;
- Temperatura wg PN – 93/E – 90400:
 - Na powierzchni przewodu: max. 90°C,
 - Po ułożeniu na stałe, praca dopuszczalna w temp. – 30°C do +90°C,
 - Instalacje ruchome, praca dopuszczalna w temp. – 5°C do +90°C;
 - Przekrój min. 6 mm².

Okablowanie AC inwerterów

Okablowanie zmiennoprądowe (AC) pomiędzy inwerterem a rozdzielnicą AC zostanie wykonane z kabli YKYżo 5x35 mm². Pomiędzy rozdzielnicą AC a rozdzielnicą główną nn obiektu połączenie wykonać za pomocą kabla YKYżo 5x35mm².

Kabel łączący rozdzielnicę DC z inwerterem, inwerter z rozdzielnicą AC układać w rurach osłonowych odpornych na działanie UV. Kabel łączący rozdzielnicę AC inwertera z rozdzielnicą główną obiektu układać w rurach osłonowych typ DVR-75 na całej długości. Kabel układać linią falistą z zapasem 3% długości wykopu, wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu w rowie o głębokości 80cm. W pobliżu skrzyżowania kabla z instalacjami podziemnymi wykopy prowadzić ręcznie prowadzone. Nawierzchnie po robotach ziemnych odtworzyć do stanu pierwotnego.

9. SYSTEMY ZABEZPIECZEŃ

Instalacja uziemiająca

Uziemieniu ochronnemu podlegają metalowe części, normalnie nieprzewodzące prądu lecz mogące stanowić niebezpieczeństwo porażenia w razie pojawienia się na tych elementach napięcia.

W szczególności należy uziemić:

- konstrukcję rozdzielnic
- konstrukcję wsporcze modułów, inwerterów,
- ramy modułów fotowoltaicznych poprzez konstrukcje wsporcze,
- obudowy inwerterów.

W pobliżu inwertera zlokalizować szyny LPW w obudowie, przyłączając je do projektowanego uziomu wartość rezystancji uziomu nie większa niż 10Ω. Po wykonaniu uziomu należy wykonać pomiar rezystancji uziemienia punktu PEN celem sprawdzenia czy $R < 10\Omega$. W przypadku braku dostatecznej rezystancji należy uziom rozbudować do wymaganej wartości. Uziom wykonać jako prętowy lub prętowo taśmowy na potrzeby przedmiotowej mikroinstalacji.

Rezystancja wykonanego uziomu nie może przekroczyć wartości 10Ω. Kabel ochronny PE wszystkich inwerterów i ramy modułów należy połączyć do tego samego punktu uziemienia. W ten sposób zapewnione zostanie wyrównanie potencjałów i ochrona przed porażeniem prądem.

Ochrona przeciwprzepięciowa

Zastosowano zintegrowaną ochronę przeciwprzepięciową. Planuje się instalację ograniczników typu I+II po stronie stałoprądowej oraz zmiennoprądowej w rozdzielnicach DC i AC. Inwertery i ogniwa fotowoltaiczne ochronić ogranicznikami przepięć dedykowanymi do instalacji PV na napięcie

minimalne 1000VDC. Dodatkowo zainstalować ograniczniki przepięć w złączu AC instalacji fotowoltaicznej zlokalizowanej w pobliżu rozdzielni głównej.

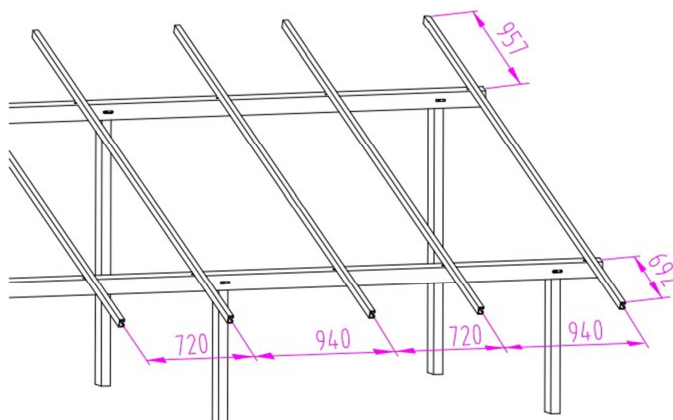
Ochrona odgromowa

Przeprowadzona analiza ryzyka wystąpienia szkód piorunowych (zgodnie z normą PN-EN 62305- 2:2012), wykazała akceptowalne ryzyko wyładowania atmosferycznego bezpośrednio w urządzenia instalacji. W związku z powyższym w celu ochrony od skutków pośredniego wyładowania stosowana będzie ochrona przeciwprzepięciowa. Dodatkowo konstrukcja wsporcza wraz z modułami fotowoltaicznymi połączona zostanie z uziemieniem, połączenie należy wykonać min. w dwóch punktach. Wartość rezystancji uziemienia powinna wynosić $R < 10\Omega$.

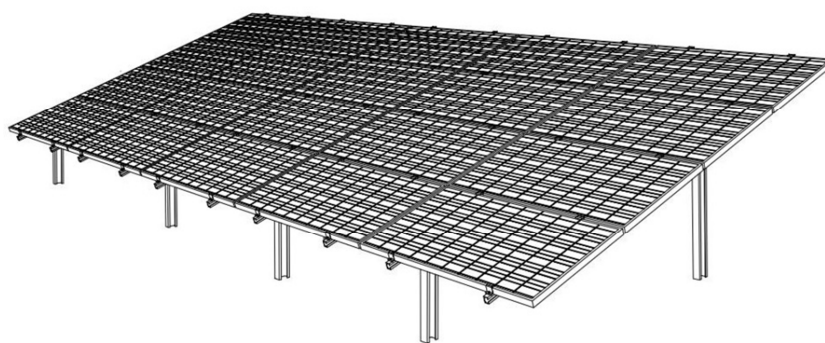
10. OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI

Systemowa, wolnostojąca konstrukcja wsporcza przeznaczona jest do mocowania modułów fotowoltaicznych w układzie horyzontalnym. Mocowanie konstrukcji w gruncie odbywa się za pomocą stalowych podpór wbijanych w podłoże. Szkieletowa konstrukcja z profili metalowych umożliwia montaż czterech rzędów paneli fotowoltaicznych nachylonych do podłoża pod kątem 25° . Elementy konstrukcji wykonane są ze stali w powłoce galwanicznej „Magnelis” lub równoważnej.

Na etapie wykonawstwa, przed montażem konstrukcji wsporczej należy przeprowadzić badania geologiczne gruntu. Głębokość osadzania podpór w podłożu dobierana jest w zależności od wyników badania podłoża, minimalna głębokość 1,7m. Zachować szczególną ostrożność przy wbijaniu podpór, w przypadku zbliżenia z infrastrukturą podziemną wykonać wykopy ręcznie.



Rys. 1 Szkielet konstrukcji wsporczej



Rys. 2 Konstrukcja wsporcza

Tabela 4 Parametry konstrukcji wsporczej

Parametr	Wa
układ paneli	horyzontalne
kąt nachylenia modułów	25°
ilość rzędów modułów	4 rzędy
obciążenia śniegiem	IV strefa
obciążenia wiatrem	I strefa
głębokość osadzenia wbijanych profili	min. 1700 mm
grubość profili wbijanych w ziemię	min. 3 mm

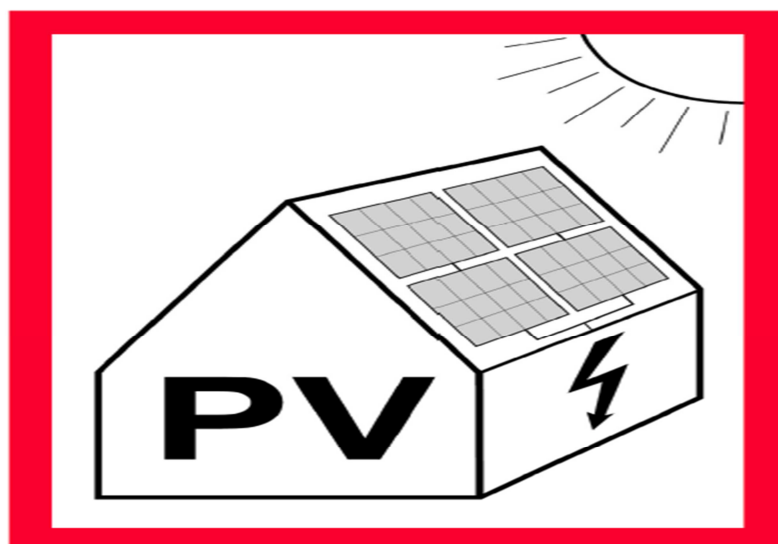
11. WARUNKI OCHRONA PRZECIWPOŻAROWA

Bezpieczeństwa systemu PV po stronie DC zostanie zapewnione poprzez zastosowanie funkcji zredukowania napięcia ogniwa fotowoltaicznego, do bezpiecznego napięcia po wyłączeniu zasilania prądem zmiennym lub wyłączeniu falownika. System redukcji napięcia ogniwa fotowoltaicznych do poziomu napięcia bezpiecznego tj. maksymalnie 60V DC dla pojedynczego łańcucha paneli fotowoltaicznych zostanie zapewniony przez zastosowanie optymalizatorów mocy dla każdego modułu zapewniającego obniżenia napięcia po stronie DC. Zastosowanie obniżenia napięcia po stronie DC do poziomu bezpiecznego zapewnia bezpieczeństwo instalatorów, ekip ratowniczym (strażacy), służbom utrzymania a także użytkownikom.

Ponad to do połączeń po stronie DC stosować wyłącznie szybkozłączki (np. złączy MC4) tego samego typu i producenta. Ze względów bezpieczeństwa należy minimalizować w instalacji ilość połączeń DC. Trasy przewodów DC prowadzić, w rurach osłonowych (eliminując wszelkie ostre krawędzie). Przewody (kable), powinny zostać zabezpieczone przed drganiami, przesunięciami i tarcieniem o inne elementy konstrukcji. Po stronie DC używać wyłącznie kabli o wzmocnionej izolacji i odpornych na działanie UV jednożyłowe o przekroju nie mniejszym niż 6 mm² i napięciu minimalnym $U=1,0$ kV. Po stronie DC stosować rozłączniki bezpiecznikowy na każdej żyłce przewodów DC z oznaczeniem pozycji Wł/Wył i oznaczeniem obudowy skrzynki rozdzielczej po stronie DC „Niebezpieczeństwo – zawiera części pod napięciem w ciągu dnia”.

Po wykonaniu instalacji oznakować obiektu znakiem bezpieczeństwa wg normy PN-EN 60364-7-712 informującym o obecności w obiekcie instalacji fotowoltaicznej: naklejka z wizerunkiem modułów PV powinna być umieszczona:

1. w miejscu przyłączenia instalacji PV,
2. przy liczniku oraz przy głównym wyłączniku zasilania.



Trasy kablowe powinny zostać odpowiednio oznakowane „Niebezpieczeństwo – wysokie napięcie DC w ciągu dnia obecne po wyłączeniu instalacji”. Użytkownik obiektu zapewni w obiekcie gaśnicę proszkową zlokalizowaną w pobliżu falownika PV.

Instalacja fotowoltaiczna jest zabezpieczona przed pracą wyspową tj. w momencie odłączenia zasilania w obiekcie wyłącznikiem głównym zainstalowanym w rozdzielni głównej lub przy braku zasilania (planowe przerwy w dostawie prądu) falownik automatycznie się wyłącza i jednocześnie zostaje obniżone napięcie po stronie DC do napięcia bezpiecznego tj. poniżej 60 VDC. Falownik i rozdzielnie DC/AC usytuować na konstrukcji wsporczej paneli fotowoltaicznych.

Informacja o przygotowaniu obiektu budowlanego i terenu do prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych – projektowana instalacji fotowoltaiczna nie zmienia warunków prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych a w szczególności nie ogranicza dróg pożarowych nie zmienia zaopatrzenia w wodę do zewnętrznego gaszenia pożaru.

Warunki budowlane

- 1) Instalacja montowana na gruncie w odległości 2,5m od obiektu hydroforni.
- 2) Przyłączenie instalacji fotowoltaicznej - poza obiektem
- 3) Rodzaj budynku i kalifikacja pożarowa – budynek przemysłowy , zakwalifikowany do kategorii zagrożenia ludzi – ZL III,
- 4) Liczba kondygnacji - 2/ wysokość – 12 m / (niski - N)
- 5) Rodzaj, konstrukcja dachu i pokrycie – dach dwuspadowy, pokrycie blacha
- 6) Wymiar pojedynczego modułu /liczba modułów - 2230x1134x35mm / 76szt
- 7) Konstrukcja wsporcza – naziemna dwupodporowa

Panele fotowoltaiczne będą przymocowane do konstrukcji wsporczej na gruncie. Konstrukcja wsporcza dla paneli fotowoltaicznych posiada następujące parametry:

- dedykowana do miejsca montażu (montaż na gruncie pod kontem 25 stopni),
- wykonana ze stali nierdzewnej i aluminium
- sposób montażu zgodny z wytycznymi producenta konstrukcji.

Lokalizacja i rodzaj falownika (inwertera).

Falownik zostanie zainstalowany pod panelami na konstrukcji wsporczej .

Minimalizacja zagrożeń .

- 1) Zaprojektowany system posiada fabrycznie wbudowaną funkcję Safe DC, która pozwala na obniżenie napięcia występującego w stringu, do poziomu bezpiecznego, w przypadku wystąpienia zagrożenia. Wbudowane fabryczne zabezpieczenia ma zadziałać w momencie zaniku napięcia głównego zasilania budynku. Napięcie na każdej parze modułów zostanie obniżone do 1V. System został wyposażony w ogranicznik przepięć strony DC oraz AC.
- 2) W pokryciach dachowych spełniających warunki ochrony przeciwpożarowej o wymaganej klasie odporności ogniowej (EI), należy zapewnić zachowanie wymaganych warunków przy montaż modułów PV, - nie dotyczy
- 3) Przejścia instalacyjne w ścianach i stropach pomieszczeń zamkniętych, dla których wymagana klasa odporności ogniowej jest nie mniejsza niż EI60 lub REI60, a niebędące elementami oddzieleni przeciwpożarowych, powinny mieć klasę odporności ogniowej (EI) ścian i stropów tego pomieszczenia – nie dotyczy
- 4) Ochrona odgromowa i uziemienie powinny być realizowane w następujący sposób:

Przewiduje się zastosowanie połączeń wyrównawczych z użyciem LgY16mm²; Należy w szczególności uziemić:

- konstrukcję rozdzielnic
- konstrukcję wsporcze modułów, inwertera,
- ramy modułów fotowoltaicznych poprzez konstrukcje wsporcze
- obudowę inwertera.

Działania prewencyjne.

- 1) Oznaczenie instalacji – instalacja zostanie oznaczona naklejkami : PV (na zewnątrz budynku), główny wyłącznik AC, urządzenie elektryczne pod napięciem, rozdzielnica PV-AC, rozdzielnica PV- DC,
- 2) Inwestor zostanie poinstruowany o konieczności aktualizacji Instrukcji Bezpieczeństwa Przeciwpożarowego (IBP) obiektu. Instrukcja powinna zawierać schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej. (uwaga: dla budynków mieszkalnych jednorodzinnych nie jest wymagana IBP).
- 3) Na ścianie zewnętrznej obiektu istnieje wyłącznik PPOŻ.

Zalecenia dodatkowe;

- 1) Codzienny automatyczny monitoring stanu izolacji DC; przed uruchomieniem falownika sprawdza stan izolacji po stronie DC.
- 2) Monitoring systemu fotowoltaicznego – właściciel systemu fotowoltaicznego, powinien monitorować swój system tak, aby cały czas mieć podgląd na swój produkt. System monitorowania zapewnia przegląd działania systemu i ostrzega użytkownika, jeżeli występuje jakaś nieprawidłowość.

Informacje dotyczące o przygotowaniu obiektu budowlanego i terenu do działań ratowniczo-gaśniczych.

- 1) Budynek wyposażony jest w wyłącznik prądowy PPOŻ.
- 2) Budynek zostanie wyposażony w schemat urządzenia fotowoltaicznego.

12. Zestawienie podstawowych elementów instalacji

Lp.	Wyszczególnienie	Typ	ilość
1	Moduł fotowoltaiczny PV 520Wp	Monokrystaliczny	76
2	Trójfazowy Inwerter sieciowy	33,3 kW	1
3	optymalizatory mocy DC	P601	76
4	Rozdzielnica DC z wyposażeniem	Min. 24 modułowa	1
5	Rozdzielnica AC z wyposażeniem	Min. 24 modułowa	1
6	Złącze AC	Min. 24 modułowa	1
7	Przewód solarny [m]	6 mm ²	85
8	Przewód AC [m]	YKYżo 5x35 mm ²	25
9	Przewód zasilający RAC [m]	YKYżo 5x35 mm ²	2
10	Instalacja uziemiająca	komplet	1
11	Elementy montażowe, rury i kanały instalacyjne, uchwyty	komplet	1
12	Konstrukcje mocujące	komplet	1

13. Analiza oddziaływania na środowisko

Przedmiotowa instalacja zlokalizowana będzie na gruncie, powierzchnia zabudowy przeznaczona pod instalację jest mniejsza niż 0,5 ha. Urządzenia instalacji będą zlokalizowane w m. Smolniki na działce nr 97; 98; obręb Smolniki gmina Rutka Tartak powierzchnia zabudowy będzie nie większa niż 400 m²

Instalacja i eksploatacja paneli fotowoltaicznych nie będzie powodowała przekroczeń dopuszczalnych standardów środowiska (praca instalacji jest bezgłówna, bezwibracyjna, nie generuje żadnych skutków ubocznych) oraz nie będzie negatywnie oddziaływała na występującą z sąsiedztwie przedsięwzięcia zabudowę mieszkalną.

Inwestycja instalacji paneli fotowoltaicznych zlokalizowana na dz. Nr 97; 98 nie jest zaliczana do rodzaju przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko oraz przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko zgodnie z ROZPORZĄDZENIE RADY MINISTRÓW z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. z 2013 r. poz. 1235, z późn. zm.)

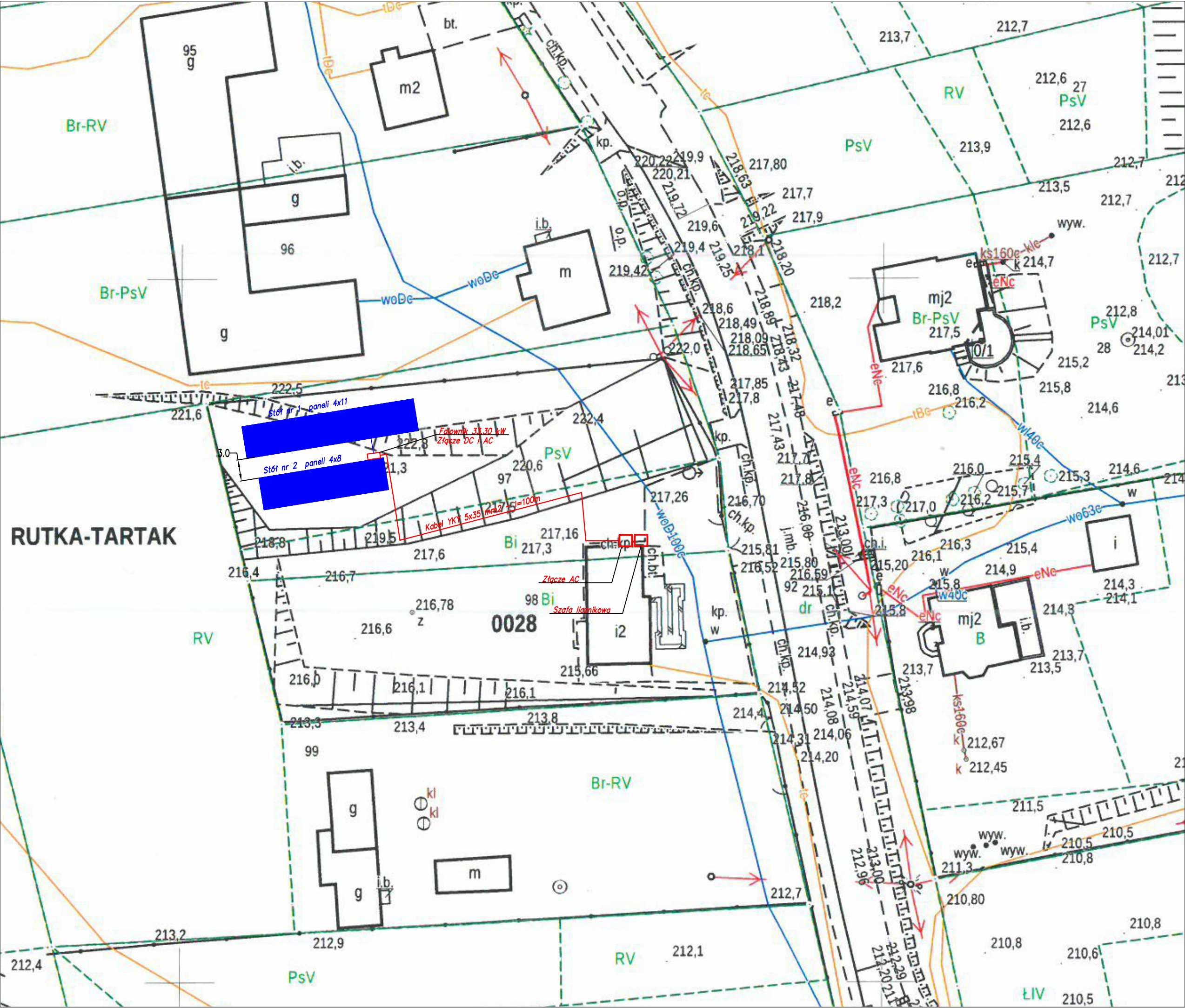
W związku z instalacją paneli mikro-instalacji fotowoltaicznej o mocy 39,52 kWp wystąpi produkcja energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii (energii słonecznej) w wysokości 43,06 kWh/rok.

Tabela 4 Obliczenia instalacji OZE

Świetlica Wiejska Smolniki 32, dz nr 97; 98, 16-406 Rutka-Tartak	
40,0	Moc przyłączeniowa obiektu [kW]
39,52	Moc mikro-instalacji fotowoltaicznej [kWp]
520	Jednostkowa moc Paneli fotowoltaicznych [W]
76	liczba paneli fotowoltaicznych instalacji
1100	oczekiwana wydajność instalacji [kWh/kWp] Uwaga: produkcja jest uzależniona od orientacji instalacji i kąta nachylenia paneli fotowoltaicznych
43,06	produkcja roczna energii elektrycznej z mikro-instalacji fotowoltaicznej [MWh]
204,53	Produkcja energii z mikroinstalacji w okresie trwałości projektu tj. 5 lat [MWh]. Współczynnik utraty mocy ogniów 0,5% rocznie
142,76	Redukcja emisji CO ₂ , mierzona ekwiwalentem CO ₂ , która nie zostanie wyemitowana do atmosfery [Mg CO ₂ /rok] (współczynnik emisyjności przyjęto na poziomie 0,698 Mg CO ₂ /MWh dla dodatkowej produkcji energii elektrycznej z OZE)

14. Spis Załączników

1. Projekt zagospodarowania terenu
2. Schemat elektryczny
3. Symulacja produkcji energii z instalacji fotowoltaicznej
4. Karty katalogowe głównych elementów instalacji

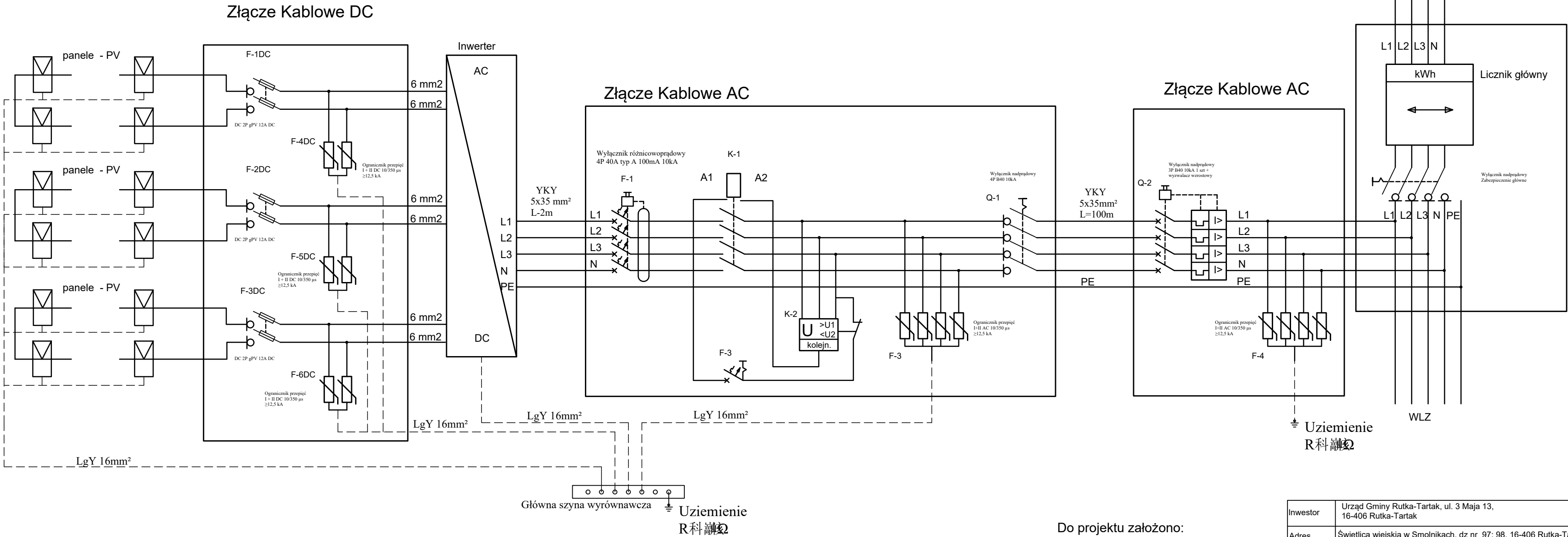
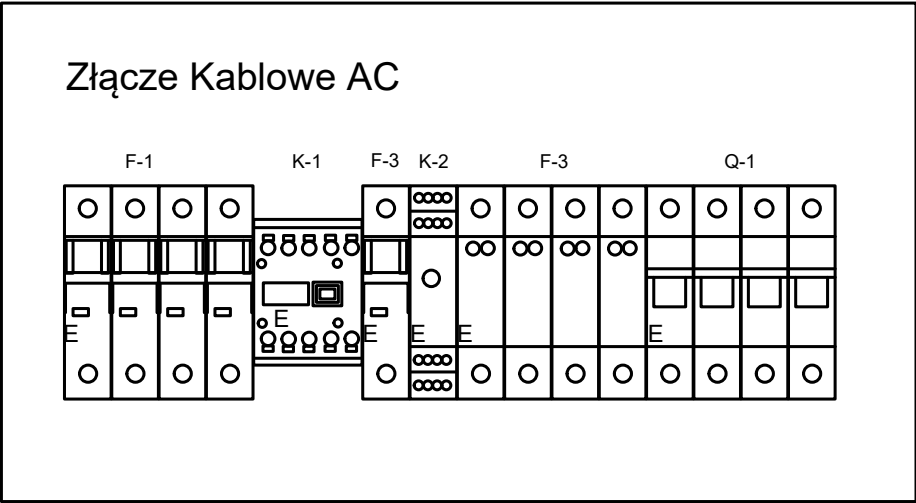
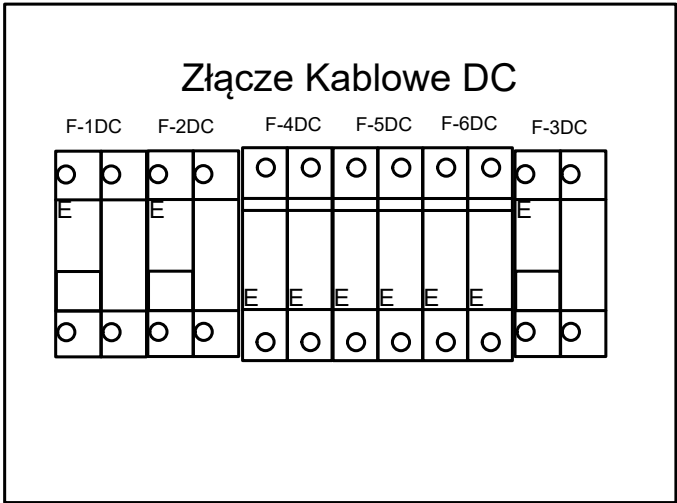


LEGENDA

- Linia kablowa AC - YKY 5x35 mm²
- Linia kablowa DC
- Stół paneli fotowolt. - konstrukcja dwupodporowa, 4 rzędowa w układzie horyzontalnym, kąt nachylenia 25 st

Do projektu założono:
Moduły: 520W - 76 szt.
Optymalizatory mocy - 76 szt
P = 39,52 kWp DC
Inwerter: 33,3 kW AC

Inwestor	Urząd Gminy Rutka-Tartak, ul. 3 Maja 13, 16-406 Rutka-Tartak	
Adres Obiektu	Świetlica wiejska w Smolnikach, dz. nr 97/98, 16-406 Rutka-Tartak	
Obiekt	Instalacja fotowoltaiczna o mocy 39,52 kWp	Skala
Nazwa rys.	Schemat rozmieszczenia tras kablowych, inwertera i złącz DC AC	1:500
Projektant	Jarosław Nasuta	Nr Rys.
		1



Do projektu założono:
Moduły: 520W - 76 szt.
Optymalizatory mocy - 76 szt
P = 39,52 kWp DC
Inwerter: 33,3 kW AC


Inwestor	Urząd Gminy Rutka-Tartak, ul. 3 Maja 13, 16-406 Rutka-Tartak				
Adres	Świetlica wiejska w Smolnikach, dz nr 97; 98, 16-406 Rutka-Tartak				
Obiekt	Instalacja fotowoltaiczna o mocy 39,52 kWp				
Nazwa rys.	Schemat elektryczny				
Projektant	Imię i Nazwisko	Nr uprawnień	Podpis	Data	Nr Rys.
Jarosław Nasuta	PDL/0038/POOE/05			02.12.2022	2

RUTKA TARTAK - SMOLNIKI 32 SUW

32, Smolniki, 16-405, Poland | 9 gru 2022



PODSUMOWANIE SYSTEMU

 76 Moduły PV 1 Inverter 76 Optymalizatory

PODSUMOWANIE SYMULACJI



Zainstalowana Moc DC

39,52 kWp

Maksymalna Osiągalna Moc
AC

33,30 kW



Roczna Produkcja Energii

43,06 MWh



Redukcja Emisji CO2

33,28 t

Ekwiwalent Posadzonych
Drzew

1529

PODSUMOWANIE SYSTEMU

Całkowita produkcja - 100 %

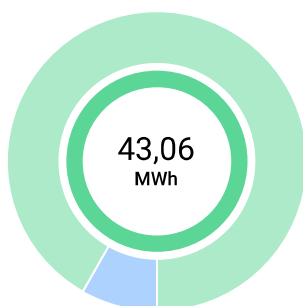
43,06 MWh

Pobór własny - 8 %

3,55 MWh

Eksport - 92 %

39,51 MWh



POBÓR

Całkowite zużycie - 100 %

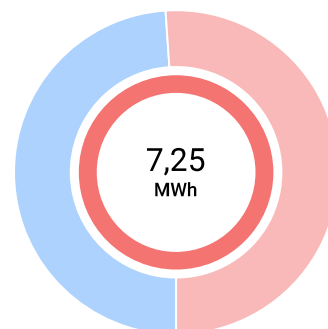
7,25 MWh

Pobór własny - 49 %

3,55 MWh

Import - 51 %

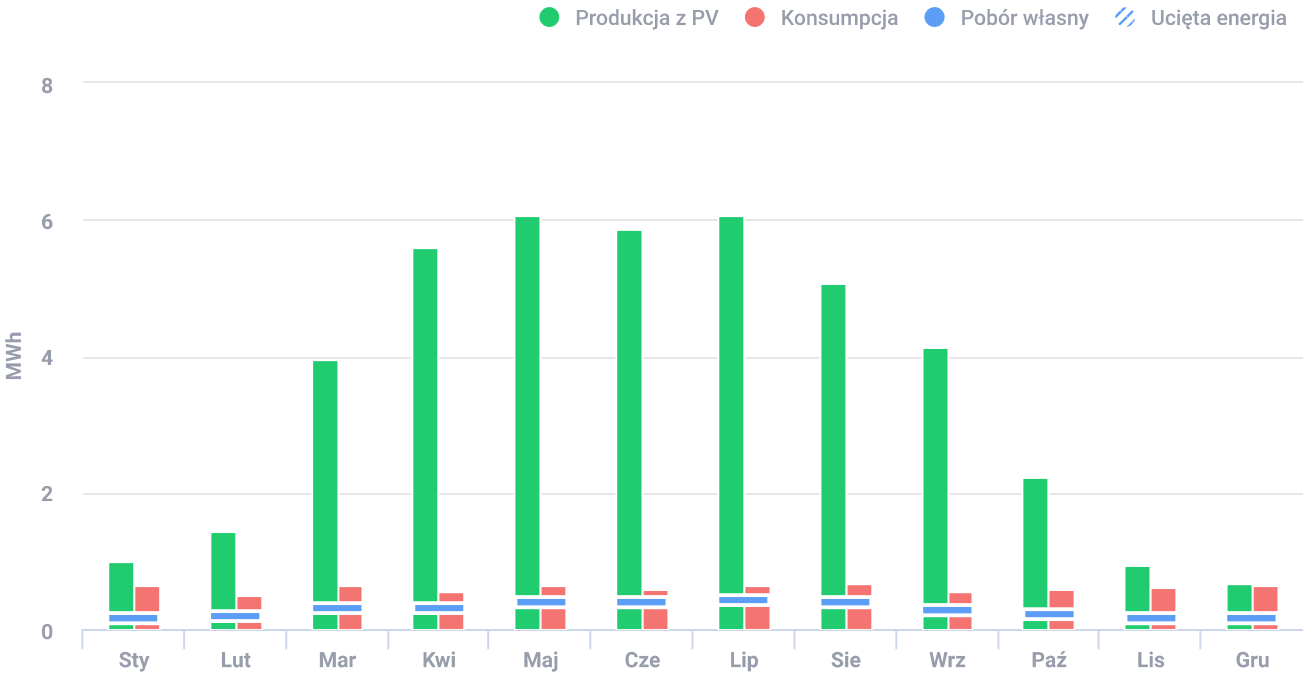
3,70 MWh



RUTKA TARTAK - SMOLNIKI 32 SUW

32, Smolniki, 16-405, Poland | 9 gru 2022

SZACOWANA ENERGIA MIESIĘCZNIE



Całkowita obciążona energia: 0,02%

MODUŁY PV

# Moduł	Model	Szczytowa wartość mocy	Typ montażu	Orientacja	Azymut	Nachylenie
76	520 Wp	39,5 kWp			175°	25°
Całkowity: 76		39,5 kWp				

LISTA MATERIAŁÓW (BOM)

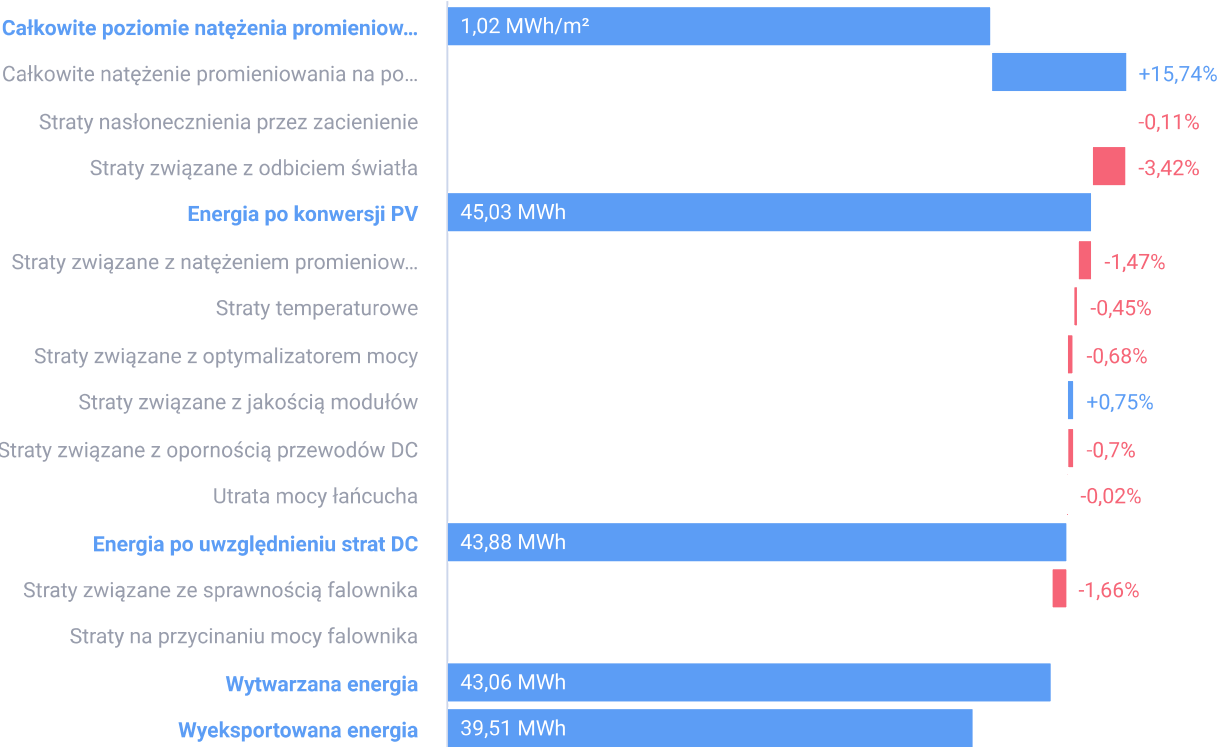
Pozycja	Ilość	Cena (zł)	Razem (zł)
33,3 kW	1		
P601	76		
520 Wp	76		

RUTKA TARTAK - SMOLNIKI 32 SUW
32, Smolniki, 16-405, Poland | 9 gru 2022

PROJEKT ELEKTRYCZNY

Falowniki i baterie	Łańcuchy na falownik	Optymalizatory na łańcuch	Moduły PV na łańcuch
<div><div></div><div>1 x 33,3 kW 38.94kW 117%</div></div>	<div><div></div>2 x łańcuchy</div> <div><div></div>1 x łańcuch</div>	<div><div></div>25 x P601</div> <div><div></div>26 x P601</div>	<div><div></div>25</div> <div><div></div>26</div>

DIAGRAM STRAT SYSTEMU



RUTKA TARTAK - SMOLNIKI 32 SUW


32, Smolniki, 16-405, Poland | 9 gru 2022

PARAMETRY SYMULACJI



LOKALIZACJA I SIEĆ

Strefa czasowa	CET (Warsaw)
Stacja pogodowa	Suwałki (21,36 km stąd)
Wysokość geograficzna stacji	170 m
Źródło danych stacji	Meteonorm 7.1
Sieć	400V L-L, 230V L-N



WSPÓŁCZYNNIKI STRAT

Pobliskie zacienienie	Włącz
Albedo	0,20
Zabrudzenia i śnieg	0%
Modyfikator kąta padania (IAM)	0,05
Współczynnik strat cieplnych Uc (stałe) Montaż zintegrowany	20
Współczynnik strat cieplnych Uc (stałe) Montaż z nachyleniem	29
Współczynnik strat LID	0%
Niedostępność systemu	0%

NOTATKI

Punkt PPE: PL_ZEBB_2012027202_06 nr licznika: 9797226

System



wolnostojący,
dwupodporowy
ground mounted,
double support

materiał: stal konstrukcyjna
o podwyższonej
wytrzymałości
material: structural steel with
increased durability

**powłoka
antykorozyjna:**
anti-corrosion coating:

Magnelis®



układ modułów:
modules layout:

poziomy,
4 rzędy
landscape,
4 rows

indeks:
index:

XFS_WS007

kąt:
angle

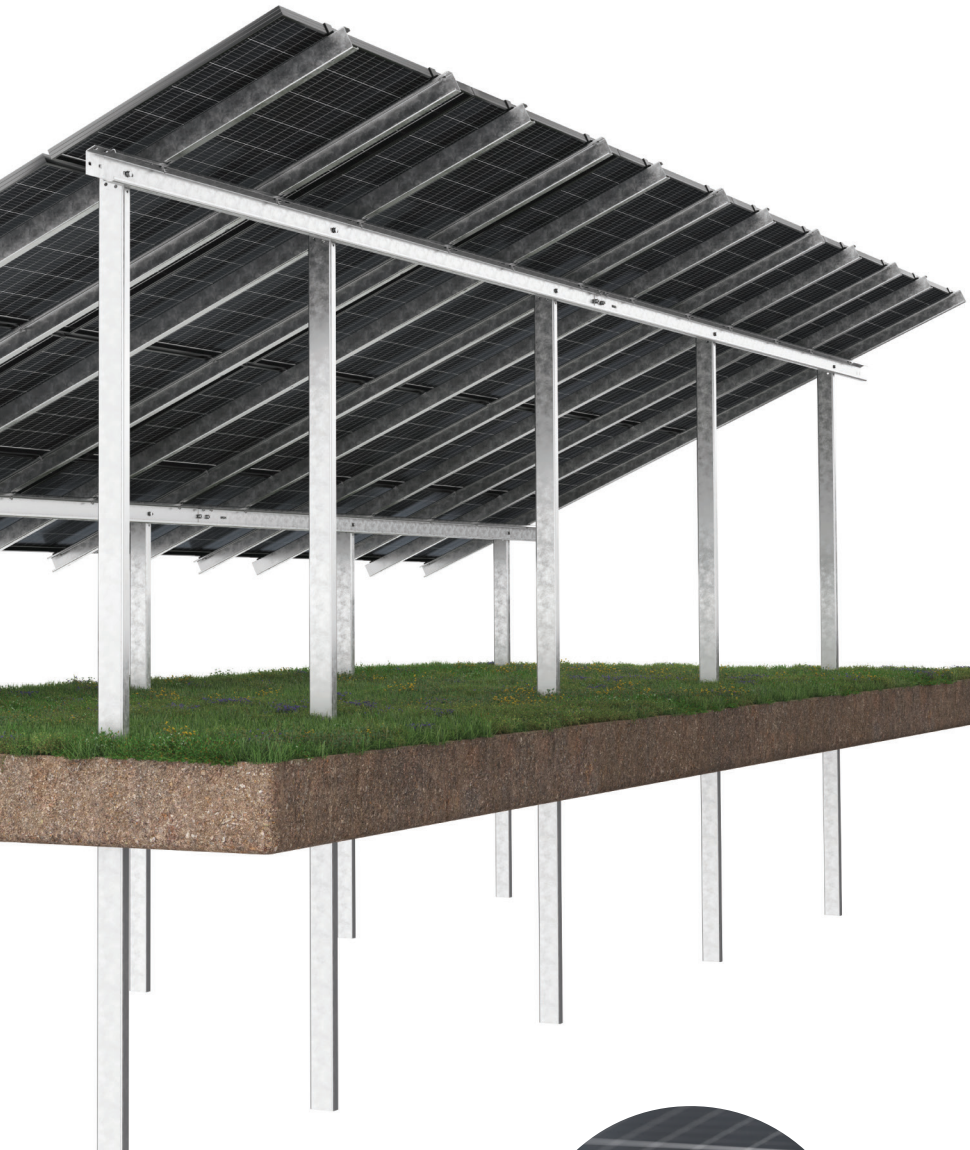
20°, 25°, 30°

montaż:
installation:

wbijanie w grunt
rammed into the ground



System



mocowanie inwertera

/ inverter mounting set

mocowanie do fundamentu

/ foundation foot

przystosowanie do modułów szkło-szkło

/ suitable for glass-glass modules

dodatkowe stężenia

/ additional cross-bracings