

STADIUM :

## PROJEKT BUDOWLANY TECHNICZNY TOM III

INWESTYCJA :

"Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 50kWp  
na potrzeby pokrycia zapotrzebowania energetycznego budynku  
biurowego nadleśnictwa wraz z zapleczem socjalnym"

INWESTOR :

Skarb Państwa - Państwowym Gospodarstwem Leśnym  
Lasy Państwowe Nadleśnictwo Koszęcin  
Ul. Sobieskiego 1  
42-286 Koszęcin

## INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA NA DACHACH BUDYNKÓW NADLEŚNICTWA KOSZĘCIN BRANŻA ELEKTRYCZNA

Nr działki/działek:  
1381/701, 2778/705

Projektował :

mgr inż. Martyna Dykta  
upr. nr SLK/IE/1584/20

Sprawdził :

mgr inż. Marcin Tracz  
upr. nr SLK/IE/9434/16

*mgr inż. Marcin Tracz*  
Upoważnienie budowlane nr SLK/S886/PWBE/15  
do projektowania i kierowania robotami budowlanymi  
w szczególności instalacyjnymi w zakresie sieci i urządzeń  
elektrycznych i elektroenergetycznych bez ograniczeń

EGZEMPLARZ NR 2

Numer zlecenia

OZE-92

Siemianowice Śl.

11.2022 r.

## Zawartość dokumentacji

Przedmiotowy projekt jest chroniony prawem autorskim zgodnie z ustawą z dn., 04.02.1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych(Dz. U. z 2016 r., poz. 666 z późniejszymi zmianami.)

## Spis treści

1.	Opis techniczny .....	2
1.1.	Część zmiennoprądowa(AC) .....	2
1.1.1.	Inwestor oraz lokalizacja inwestycji.....	2
1.1.2.	Zakres i podstawa wykonania projektu. ....	2
1.1.3.	Stan istniejący. ....	2
1.1.4.	Charakterystyka ogólna. ....	3
1.1.5.	Wyprowadzenie mocy. ....	3
1.1.6.	Przyłączenie mikroinstalacji do sieci elektroenergetycznej .....	3
1.1.7.	Inwertery. ....	3
1.1.8.	Instalacja odgromowa.....	4
1.1.9.	Linie kablowe. ....	4
1.1.10.	Pomiar energii elektrycznej pobranej z sieci.....	6
1.1.11.	Pomiar energii elektrycznej brutto ogniw fotowoltaicznych. ....	6
1.1.12.	Ochrona przeciwprzepięciowa.....	6
1.1.13.	Ochrona przeciwporażeniowa. ....	7
1.2.	Część stałoprądowa(DC) .....	7
1.2.1.	Przedmiot opracowania.....	7
1.2.2.	Dane ogólne. ....	7
1.2.3.	Połączenie paneli fotowoltaicznych.....	7
1.2.4.	Ochrona przeciwprzepięciowa po stronie DC.....	8
1.2.5.	Instalacja p.poż. ....	8
1.2.6.	Zastosowane moduły fotowoltaiczne. ....	9
1.2.7.	Dobór przewodów DC.....	9
1.2.8.	Połączenia kablowe.....	12
1.2.9.	Ograniczenie mocy produkcyjnej elektrowni PV. ....	12
1.2.10.	Ochrona odgromowa instalacji fotowoltaicznej. ....	12
1.3.	Prace odbiorowe.....	12
1.4.	Uwagi końcowe. ....	12
2.	Karty katalogowe wybranych produktów .....	19
3.	Część rysunkowa .....	22

„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 50 kWp na potrzeby pokrycia zapotrzebowania energetycznego budynku biurowego nadleśnictwa wraz z zapleczem socjalnym”

## **1. Opis techniczny**

### **1.1. Część zmiennoprądowa(AC)**

#### **1.1.1. Inwestor oraz lokalizacja inwestycji.**

- Inwestor:

Skarb Państwa – Państwowym Gospodarstwem Leśnym  
Lasy Państwowe Nadleśnictwo Koszęcin  
Ul. Sobieskiego 1  
42-286 Koszęcin

- Lokalizacja inwestycji:

42-286 Koszęcin ul. Sobieskiego 1, działki ewid. 1381/701, 2778/705

- Nazwa Inwestycji:

„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 50 kWp na potrzeby pokrycia zapotrzebowania energetycznego budynku biurowego wraz z zapleczem socjalnym Nadleśnictwa Koszęcin”

#### **1.1.2. Zakres i podstawa wykonania projektu.**

Zakres prac objęty opracowaniem należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa budowlanego, prawa energetycznego, ochrony środowiska, warunkami technicznymi, oraz umową z inwestorem, uzgodnieniami z inwestorem, umową o przyłączenie oraz wizją lokalną.

W przypadku braku polskich norm, należy stosować się do norm objętych prawem europejskim, tj. EN, DIN oraz ISO. Zastosowane i zabudowane urządzenia, systemy i materiały muszą posiadać odpowiednie i ważne atesty, aprobaty i dopuszczenia obowiązujące w Polsce.

#### **1.1.3. Stan istniejący.**

Działki nr. Ewid. 1381/701, 2778/705 położone w Koszęcinie, Powiat Lubliniec, na których będzie realizowana inwestycja należą do inwestora. Powierzchnię przeznaczoną pod zabudowę paneli fotowoltaicznych stanowią dachy budynku biurowo-gospodarczego, garaży i wiat postojowych.

„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 50 kWp na potrzeby pokrycia zapotrzebowania energetycznego budynku biurowego nadleśnictwa wraz z zapleczem socjalnym”

#### **1.1.4. Charakterystyka ogólna.**

Przewiduje się zainstalowanie baterii fotowoltaicznych przeznaczonych do wytwarzania energii elektrycznej. Układ wytwórczy o łącznej mocy znamionowej max. 50 kWp składać się będzie z max. 50 kWp szt. modułów monokrystalicznych o mocy 400 Wp-DC każdy, posadowionych na projektowanej konstrukcji wsporczej stelaża na dachach istniejących budynków.

Energia elektryczna produkowana w elektrowni PV będzie wykorzystywana na potrzeby pokrycia zapotrzebowania energetycznego budynków Nadleśnictwa. Zaprojektowano 3-fazowe falowniki o mocach na wyjściu: 2x 20 kWp i 1x 15 kWp.

#### **1.1.5. Wyprowadzenie mocy.**

Miejszem przyłączenia obiektu do sieci dystrybucyjnej jest istniejąca rozdzielnia NN obiektu. Miejszem odbioru wyprodukowanej energii elektrycznej i miejscem rozgraniczenia własności urządzeń elektroenergetycznych są zaciski prądowe wyjściowe aparatów za licznikowych w kierunku Wytwórcy. W celu powiązania projektowanej instalacji dla elektrowni fotowoltaicznej z siecią dystrybucyjną należy wyprowadzić kable z istniejącej rozdzielni obiektu i doprowadzić je poprzez tablicę licznikowo-bezpiecznikową TL do falowników

#### **1.1.6. Przyłączenie mikroinstalacji do sieci elektroenergetycznej**

Zgodnie z Prawem Energetycznym, jeżeli moc przyłączeniowa mikroinstalacji (obiekty o mocy nominalnej do 50kWp) nie przekracza mocy przyłączeniowej wydanej w warunkach przyłączeniowych, to taka instalacja nie wymaga wydania warunków przyłączeniowych. Zgodnie z Prawem Energetycznym instalacja OZE o mocy nominalnej do 50kW podlegają zgłoszeniu przyłączenia mikroinstalacji do sieci dystrybutora energii elektrycznej.

#### **1.1.7. Inwertery.**

Wybrano inwertery (kaco blueplanet TL 3 o mocy 15kW oraz 2x 20kW) pozwalające przekształcić napięcie stałe z poziomu paneli fotowoltaicznych projektowanych instalacji PV na napięcie przemienne sieciowe o częstotliwości 50 Hz.

Dobre falowniki posiadają wbudowane zabezpieczenia chroniące sieć elektroenergetyczną przed pracą wyspową elektrowni fotowoltaicznej. Posiadają wbudowane zabezpieczenie pod i nad napięciowe oraz zabezpieczenia pod i nad częstotliwościowe. Zabezpieczenia w falowniku spełniają normy EN 50438:2007, w której to zawarte są wymagania dotyczące pracy wyspowej źródeł wytwórczych. Zaprojektowane



„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 50 kWp na potrzeby pokrycia zapotrzebowania energetycznego budynku biurowego nadleśnictwa wraz z zapleczem socjalnym”

Falowniki posiadają wbudowany układ szeregowo połączonych przełączników tworzących separację galwaniczną części stało napięciowe DC oraz sieci elektroenergetycznej AC pozwalając bezpiecznie odłączyć falownik od sieci w przypadku awarii. Falowniki posiadają możliwość ręcznego zablokowania układu tyrystorowego (układu kluczącego). Wbudowane układy pomiarowe falowników mierzą parametry sieci DC/AC oraz sterują poprawną pracą falownika. Falownik posiada wbudowany filtr wyższych harmonicznych EMC dzięki czemu nie wprowadza do sieci wyższych harmonicznych przekraczających dopuszczalne normy.

Karty katalogowe tych inwerterów znajdują się w części drugiej dokumentacji.

Lp.	Moc maksymalna falownika AC(kW)	Moc podłączona wg. Ilości paneli AC(kW)	Moc instalacji AC(kW)
1.	20,000	48*0,4	19,200
2.	15,000	28*0,4	11,200
3.	20,000	48*0,4	19,200
Suma			49,600

### 1.1.8. Instalacja odgromowa.

Celem zapewnienia ochrony odgromowej projektowanych instalacji dachowych fotowoltaicznych należy dostosować istniejącą instalację odgromową do wymogów ochrony elektrowni fotowoltaicznych.

Należy zmodyfikować instalację odgromową w oparciu o maszty odgromowe umieszczone na dachu. Na dachu umieścić iglice pionowe o długości 1m. przymocowane do dachu. Rezystancję uziomów sprawdzić pomiarem po wykonaniu instalacji. Instalację odgromową zaprojektowano metodą kątów ochronnych. Połączenia między zaciskami ochronnymi a uziemieniem należy wykonać w co najmniej dwóch punktach. Maksymalna oporność uziemienia nie powinna przekraczać 10  $\Omega$  tj. wartości wynikającej z norm nr: PN-86-92/E-05003, P SEP-E-001(2001), PN-IEC 61024-1, oraz faktu zastosowania ochronników przepięciowych i wytycznych ZE.

### 1.1.9. Linie kablowe.

Linie kablowe w ziemi prowadzić zgodnie z normą N SEP-E-004.

- Obliczenia prądów płynących z falowników:

Całkowita moc przyłączeniowa elektrowni fotowoltaicznej:

$P_{PV} = 49,6 \text{ kWp}$

$I_c$  – prąd całkowity elektrowni fotowoltaicznej.

„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 50 kWp na potrzeby pokrycia zapotrzebowania energetycznego budynku biurowego nadleśnictwa wraz z zapleczem socjalnym”

$$I_c = \frac{49600}{\sqrt{3} * 400 * 0,93} \sim 76,98 \text{ A}$$

Moc przyłączeniowa dla falownika nr 1:

$$P_{PV} - 48 * 400\text{Wp} = 19,2\text{kWp}$$

$I_{c1}$  – prąd falownika nr. 1.

$$I_c = \frac{19200}{\sqrt{3} * 400 * 0,93} \sim 29,79 \text{ A}$$

Moc przyłączeniowa dla falownika nr 2:

$$P_{PV} - 28 * 400\text{Wp} = 11,2 \text{ kWp}$$

$I_{c1}$  – prąd falownika nr. 1.

$$I_c = \frac{11200}{\sqrt{3} * 400 * 0,93} \sim 17,38 \text{ A}$$

Moc przyłączeniowa dla falownika nr 3:

$$P_{PV} - (24+24) * 400\text{Wp} = 19,2 \text{ kWp}$$

$I_{c1}$  – prąd falownika nr. 1.

$$I_c = \frac{19200}{\sqrt{3} * 400 * 0,93} \sim 29,80 \text{ A}$$

Dobiera się przewód YKY 5x6mm<sup>2</sup>, którego obciążalność długotrwała wynosi 46 A (linia prowadzona na powietrzu)

- Obliczenia spadków napięć między falownikami a główną rozdzielnią budynku

	$I_n(\text{A})$	$L(\text{m})$	$U_n(\text{V})$	$\cos\phi$	$\sigma(\text{m}/(\Omega\text{mm}^2))$	$S(\text{mm}^2)$	$\Delta u_{\%}(\text{V})$
Linia nr. 1	29,79	45	400	0,96	58,6	6	1,58
Linia nr. 2	17,38	25	400	0,96	58,6	6	0,51
Linia nr. 3	29,80	50	400	0,96	58,6	6	1,76

$$\Delta u_{\%} = \frac{\sqrt{3} * 100 * I_n * L * \cos\phi}{\sigma * S * U_n}$$

„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 50 kWp na potrzeby pokrycia zapotrzebowania energetycznego budynku biurowego nadleśnictwa wraz z zapleczem socjalnym”

Gdzie:

$I_n$  – natężenie prądu[A]

$L$  – długość przewodu[m]

$U_n$  – napięcie sieci[V]

$\cos\phi$  – kąt przesunięcia fazowego

$\sigma$  – konduktywność przewodu[m/( $\Omega\text{mm}^2$ )]

$S$  – przekrój przewodu[mm<sup>2</sup>]

$\Delta u\%$  - procentowy spadek napięcia na linii[%]

Kable należy ułożyć w odległości >10 cm od innych kabli nN, temperatura otoczenia przy układaniu kabla nie powinna być niższa niż 0°C.

Należy zidentyfikować kabel pomiędzy złączem zasilającym w główny budynek Nadleśnictwa Koszęcin, a złączem w budynku gospodarczo garażowym. Jeśli przewód zasilający budynek jest mniejszy niż 25 mm<sup>2</sup>, należy dokonać jego przebudowy na kabel YKY 5x25 mm<sup>2</sup>.

#### **1.1.10. Pomiar energii elektrycznej pobranej z sieci.**

Istniejący licznik służący do pomiaru energii elektrycznej pobranej z sieci OSD na potrzeby obiektu należy wymienić na nowy licznik 4-kwadrantowy. Wymiany licznika dokona lokalny Operator Sieci Dystrybucyjnej.

#### **1.1.11. Pomiar energii elektrycznej brutto ogniw fotowoltaicznych.**

Do pomiaru energii elektrycznej brutto wytworzonej przez ogniwa fotowoltaiczne przewiduje się bezpośredni 3-fazowy, 1-taryfowy układ pomiarowo-rozliczeniowy energii czynnej i biernej dla grupy przyłączeniowej w taryfie ustalonej przed podpisaniem umowy o przyłączenie. Układ należy umieścić w szafie pomiarowej usytuowanej obok rozdzielni głównej obiektu.

W szafie należy przygotować dwie tekstolitowe z miejscem do zabudowy licznika pomiaru energii oraz zacisków przystosowanych do plombowania. Licznik dostarcza i zabudowuje operator sieci dystrybucyjnej. Urządzenia Podmiotu Przyłączanego przyłączone do sieci dystrybucyjnej nie mogą powodować pogorszenia parametrów energii elektrycznej innym podmiotom powyżej dopuszczalnych granic określonych standardami jakości energii elektrycznej.

#### **1.1.12. Ochrona przeciwprzepięciowa.**

Z uwagi na swoje umiejscowienie oraz rozległość instalacji systemy fotowoltaiczne są szczególnie narażone na zagrożenia spowodowane przez wyładowania piorunowe, związane zarówno z przepływem prądu piorunowego przez elementy instalacji jak i z zagrożenia przepięciami indukowanymi w przypadku pobliskiego wyładowania atmosferycznego. Dla ochrony aparatury przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi zastosowano rozłączniki nadprądowe oraz ochronniki przeciwprzepięciowe typu 1+2(klasa B+C)

„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 50 kWp na potrzeby pokrycia zapotrzebowania energetycznego budynku biurowego nadleśnictwa wraz z zapleczem socjalnym”

### **1.1.13. Ochrona przeciwporażeniowa.**

Ochrona przeciwporażeniowa wykonana zostaje poprzez dołączenie inwerterów do istniejącego uziemienia przewodem LGy 16 mm<sup>2</sup>. Wszystkie elementy metalowe dołączyć do wspólnego uziemienia. Do rozdzielnic głównej napięcia stałego doprowadzić uziemienie projektowanych ograniczników przepięć z istniejącego uziemienia obiektu za pomocą przewodu LGy 16 mm<sup>2</sup>.

## **1.2. Część stałoprądowa(DC)**

### **1.2.1. Przedmiot opracowania.**

Celem budowy elektrowni fotowoltaicznej jest wykorzystanie energii elektrycznej wytworzonej w instalacji o mocy znamionowej do 50 kWp na potrzeby Nadleśnictwa Koszęcin. Elektrownia PV będzie wyposażona w specjalny falownik PV(inwerter). W razie braku energii wytwarzanej z paneli fotowoltaicznych, następuje doprowadzenie energii do odbiorników z sieci energetycznej. Modułowy charakter systemów PV pozwala na budowanie układów fotowoltaicznych dużej mocy, które najczęściej są podłączane do sieci energetycznej niskiego i średniego napięcia. Dodatkową zaletą systemów PV podłączonych do sieci energetycznej jest ich rozproszenie, które poprawia ogółne parametry(wyrównuje spadki napięcia, poprawia współczynnik mocy tych sieci) , szczególnie sieci niskiego napięcia.

### **1.2.2. Dane ogólne.**

Elektrownia fotowoltaiczna będzie się składać z 120 szt. monokrystalicznych modułów fotowoltaicznych o mocy 400 Wp każdy. Panele będą się znajdowały na budynku biurowo-gospodarczym, budynku gospodarczo-garażowym, garażu oraz drewnianej wiacie.

### **1.2.3. Połączenie paneli fotowoltaicznych.**

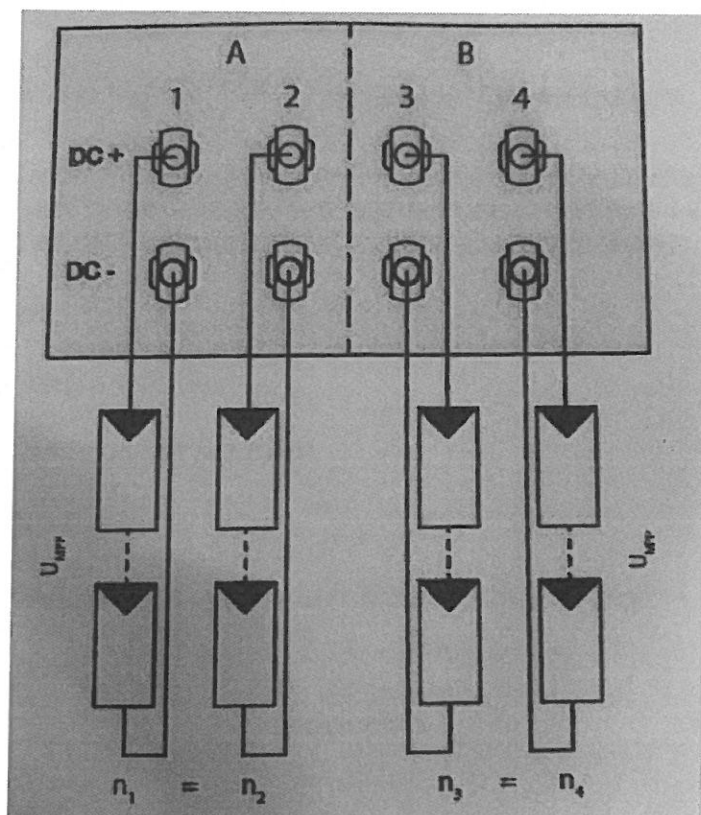
Panele fotowoltaiczne na stelażu będą łączone ze sobą szeregowo za pomocą przewodów solarnych o przekroju 6mm<sup>2</sup>. Przewody solarne są specjalnie skonstruowane na potrzeby połączeń elementów składowych systemu fotowoltaicznego. Przewody solarne są wytrzymałe na duże obciążenia mechaniczne oraz wysokie temperatury. Przewody solarne będą łączone pomiędzy sobą poprzez złącza MC4(konektory), które są przystosowane do łączenia przewodów o przekroju 6mm<sup>2</sup>. Złącza należy zacisnąć specjalnie do tego przystosowaną zaciskarką do złącz MC4(2,5mm<sup>2</sup>-4mm<sup>2</sup>-6mm<sup>2</sup>). Złącza powinny posiadać stopień ochrony IP65, I<sub>max</sub>=30A, U<sub>max</sub>=1000VDC. Złącza kablowe powinny zapewnić możliwość rozłączania serwisowego paneli fotowoltaicznych. W zaprojektowanej instalacji maksymalne napięcie w łańcuchu(stringu) wynosi 810,68 V, prąd płynący w obwodach będzie wynosił 12,83A. Poszczególne łańcuchy łączyć do poszczególnych MPP trackerów w falownikach fotowoltaicznych.



„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 50 kWp na potrzeby pokrycia zapotrzebowania energetycznego budynku biurowego nadleśnictwa wraz z zapleczem socjalnym”

Zabrania się łączenia modułów, bądź łańcuchów modułów kiedy na falownik jest podane napięcie sieciowe.

Panele należy odpowiednio ponumerować (numer panelu należy nakleić od spodu) i skatalogować na specjalnie do tego stworzonej liście. Nadane i skatalogowane numery paneli fotowoltaicznych muszą odpowiadać numerom seryjnym paneli.



Rys 1.0. Sposób podłączenia stringów do falownika

#### 1.2.4. Ochrona przeciwprzepięciowa po stronie DC.

W celu zapewnienia maksymalnej funkcjonalności pracy systemu fotowoltaicznego niezbędne jest zastosowanie środków ochrony, chroniących system fotowoltaiczny przed ewentualnymi przepięciami. W celu uniknięcia uszkodzenia systemu PV przed przepięciem projektuje się po stronie DC ochronniki przepięciowe typu II, które są umieszczone w tablicy zabezpieczeń strony DC.

#### 1.2.5. Instalacja p.poż.

Celem zapewnienia ochrony przeciwpożarowej projektowanych instalacji dachowych fotowoltaicznych należy do wyłącznika DC dobudować wyzwalacz wzrostowy, by realizować funkcje p.poż. (uruchamiać wraz z istn. Wyłącznikiem p.poż. obiektu). Powyższe pokazano na schemacie ideowym DC.

### 1.2.6. Zastosowane moduły fotowoltaiczne.

Zaprojektowano monokrystaliczne moduły fotowoltaiczne SV108M.2.3-400 o mocy 400 Wp. Karty tych modułów umieszczono w części 2 dokumentacji.

Panele należy zamontować na konstrukcji wsporczej zgodnie z wytycznymi opracowania branży konstrukcyjno-budowlanej.

### 1.2.7. Dobór przewodów DC.

- Napięcie łańcucha:

Falownik:	Łańcuch	$m_{pv}$	$U_{jmpp}(V)$	$U_{c_{mpp}}(V)$
Falownik 1	1	24	31,18	748,32
	2	24	31,18	748,32
Falownik 2	1	14	31,18	436,52
	2	14	31,18	436,52
Falownik 1	1	24	31,18	748,32
	2	24	31,18	748,32

$$U_{c_{mpp}} = m_{pv} U_{jmpp}$$

$m_{pv}$  – liczba modułów PV połączonych w jeden łańcuch(string)

$U_{jmpp}$  – napięcie pojedynczego panelu fotowoltaicznego pod obciążeniem w standardowych warunkach pracy

$U_{c_{mpp}}$  – napięcie przy mocy szczytowej w standardowych warunkach próby w łańcuchu

- Minimalny przekrój przewodu:

Falownik:	Łańcuch	$P(W)$	$\rho(\Omega m)$	$l(m)$	$U_{c_{mpp}}(V)$	$S_{min}(mm^2)$
Falownik 1	1	9600	$1,68 \cdot 10^{-8}$	50	748,32	1,44
	2	9600	$1,68 \cdot 10^{-8}$	50	748,32	1,44
Falownik 2	1	5600	$1,68 \cdot 10^{-8}$	50	436,52	2,47
	2	5600	$1,68 \cdot 10^{-8}$	50	436,52	2,47
Falownik 1	1	9600	$1,68 \cdot 10^{-8}$	50	748,32	1,44
	2	9600	$1,68 \cdot 10^{-8}$	50	748,32	1,44

Minimalny przekrój przewodów DC od kolektorów dachowych do inwertera, przy założeniu maksymalnego spadku napięcia nie większego niż 1% obliczamy na podstawie wzoru:

$$S_{min} = \frac{P * \rho * l}{U_{c_{mpp}}^2 * 0,01} * 10^6$$

„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 50 kWp na potrzeby pokrycia zapotrzebowania energetycznego budynku biurowego nadleśnictwa wraz z zapleczem socjalnym”

Gdzie:

$P$  – moc paneli(W)

$\rho$  – opór właściwy przewodu, dla miedzi =  $1,68 \cdot 10^{-8}(\Omega m)$

$l$  – szacunkowa długość sumaryczna obwodu(m)

$U_{c_{mpp}}$  – napięcie przy mocy szczytowej w standardowych warunkach próby w łańcuchu

$10^6$  – przelicznik  $m^2$  na  $mm^2$

Dobrano przewód  $1 \times 6 mm^2$  o obciążalności długotrwałej  $I_z = 70A$ .

- Obliczanie spadku mocy na łańcuchu:

Falownik:	Łańcuch	$P(W)$	$\rho(\Omega m)$	$l(m)$	$U_{c_{mpp}}(V)$	$S(m^2)$	$\Delta P(\%)$
Falownik 1	1	9600	$1,68 \cdot 10^{-8}$	50	748,32	$6 \cdot 10^{-6}$	0,24
	2	9600	$1,68 \cdot 10^{-8}$	50	748,32	$6 \cdot 10^{-6}$	0,24
Falownik 2	1	5600	$1,68 \cdot 10^{-8}$	50	436,52	$6 \cdot 10^{-6}$	0,41
	2	5600	$1,68 \cdot 10^{-8}$	50	436,52	$6 \cdot 10^{-6}$	0,41
Falownik 1	1	9600	$1,68 \cdot 10^{-8}$	50	748,32	$6 \cdot 10^{-6}$	0,24
	2	9600	$1,68 \cdot 10^{-8}$	50	748,32	$6 \cdot 10^{-6}$	0,24

$$\Delta P = \frac{P * \rho * l}{U_{c_{mpp}}^2 * S} * 100\%$$

Gdzie:

$P$  – moc paneli(W)

$\rho$  – opór właściwy przewodu, dla miedzi =  $1,68 \cdot 10^{-8}(\Omega m)$

$l$  – szacunkowa długość sumaryczna obwodu(m)

$U_{c_{mpp}}$  – napięcie przy mocy szczytowej w standardowych warunkach próby w łańcuchu

$S$  – przekrój dobrego przewodu( $m^2$ )

„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 50 kWp na potrzeby pokrycia zapotrzebowania energetycznego budynku biurowego nadleśnictwa wraz z zapleczem socjalnym”

- Spadek napięcia w przewodach:

Falownik:	Łączuch	$I_n(A)$	$\rho(\Omega m)$	$l(m)$	$S(m^2)$	$\Delta U(V)$
Falownik 1	1	12,83	$1,68 \cdot 10^{-8}$	50	$6 \cdot 10^{-6}$	1,80
	2	12,83	$1,68 \cdot 10^{-8}$	50	$6 \cdot 10^{-6}$	1,80
Falownik 2	1	12,83	$1,68 \cdot 10^{-8}$	50	$6 \cdot 10^{-6}$	1,80
	2	12,83	$1,68 \cdot 10^{-8}$	50	$6 \cdot 10^{-6}$	1,80
Falownik 1	1	12,83	$1,68 \cdot 10^{-8}$	50	$6 \cdot 10^{-6}$	1,80
	2	12,83	$1,68 \cdot 10^{-8}$	50	$6 \cdot 10^{-6}$	1,80

$$\Delta U = I * R = \frac{I_n * \rho * l}{S}$$

Gdzie:

$I_n$  – natężenie prądu w łańcuchu, ze względu na szeregowe połączenia paneli  $I_n = I_{mpp}$

$\rho$  – opór właściwy przewodu, dla miedzi =  $1,68 \cdot 10^{-8}(\Omega m)$

$l$  – szacunkowa długość sumaryczna obwodu(m)

$S$  – przekrój dobrego przewodu( $m^2$ )

- Obliczanie asymetrii napięcia między skrajnymi panelami fotowoltaicznymi w łańcuchu:

Falownik:	Łączuch	$I_n(A)$	$\sigma$ [ $m/(\Omega mm^2)$ ]	$L_{min}$ (m)	$L_{max}$ (m)	$U_{c_{mpp}}(V)$	$S(m^2)$	$\Delta U_{min}(V)$	$\Delta U_{max}(V)$	$\Delta U_{max} - \Delta U_{min}$ (V)
Falownik 1	1	12,83	58,6	15	30	748,32	6	0,55	1,09	0,54
	2	12,83	58,6	15	30	748,32	6	0,55	1,09	0,54
Falownik 2	1	12,83	58,6	15	30	436,52	6	0,55	1,09	0,54
	2	12,83	58,6	15	30	436,52	6	0,55	1,09	0,54
Falownik 1	1	12,83	58,6	15	30	748,32	6	0,55	1,09	0,54
	2	12,83	58,6	15	30	748,32	6	0,55	1,09	0,54

$$\Delta U = \frac{L * I_n}{\sigma * S * U_{c_{mpp}}} * U_{c_{mpp}}$$

Gdzie:

$L$  – Długość przewodu(m).

$I_n$  – natężenie prądu w łańcuchu, ze względu na szeregowe połączenia paneli  $I_n = I_{mpp}$

$\sigma$  - konduktywność przewodu[ $m/(\Omega mm^2)$ ]

$S$  – przekrój dobrego przewodu( $m^2$ )

$U_{c_{mpp}}$  – napięcie przy mocy szczytowej w standardowych warunkach próby w łańcuchu

„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 50 kWp na potrzeby pokrycia zapotrzebowania energetycznego budynku biurowego nadleśnictwa wraz z zapleczem socjalnym”

### **1.2.8. Połączenia kablowe.**

Kable solarne o przekroju  $2 \times 6 \text{ mm}^2$ , 900VDC pomiędzy modułami fotowoltaicznymi należy prowadzić z tablic zabezpieczeń DC i wprowadzić bezpośrednio do falownika. Przewody solarna są odporne na działanie czynników zewnętrznych. Przewody o potencjale „+” należy układać w jednej wiązce, a przewody „-” w drugiej i kłaść obok siebie.

Całość prac podłączeniowych należy wykonać zgodnie z wymaganiami producenta falowników zachowując szczególną ostrożność podczas całego procesu montażowego z uwagi na możliwość pojawienia się napięć porażeniowych ze strony szeregowo połączonych paneli fotowoltaicznych. Kable solarne położone przy falowniku, a jeszcze do niego nie podłączone należy zawsze zaizolować do momentu ostatecznego podłączenia do falownika.

### **1.2.9. Ograniczenie mocy produkcyjnej elektrowni PV.**

Projektowana instalacja fotowoltaiczna jest instalacją przyłączoną do sieci elektroenergetycznej (on-grid). Wyprodukowana energia elektryczna prądu stałego zostaje zamieniona w falowniku (inwerterze) na energię prądu przemiennego trójfazowego o napięciu 0.4kV. Energia elektryczna produkowana przez instalację fotowoltaiczną będzie wykorzystywana na potrzeby własne obiektu. Projektowane urządzenia mają możliwość wprowadzenia energii w kierunku zasilania energetyki zawodowej.

### **1.2.10. Ochrona odgromowa instalacji fotowoltaicznej.**

Wszystkie obudowy modułów fotowoltaicznych należy połączyć ze sobą za pomocą linki koloru zielono-żółtego LYżo  $1 \times 6 \text{ mm}^2$ , 0,6/1kV zgodnie z wymaganiami producenta, następnie podłączyć linką do złącza PE falownika.

## **1.3. Prace odbiorowe.**

Całość prac sprawdzających oraz eksploatacyjnych związanych z cyklem pracy instalacji fotowoltaicznej należy wykonać zgodnie z normą lub jej aktualnymi odpowiednikami:

PN-HD 60364-6:2008 „Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 6: Sprawdzenie”

Wyniki pomiarów, prób oraz sprawdzeń należy przekazać Inwestorowi w formie protokołu

## **1.4. Uwagi końcowe.**

Wszystkie stosowane urządzenia, przewody oraz kable powinny posiadać certyfikat na znak bezpieczeństwa oraz deklarację zgodności, względnie certyfikat zgodności z Polską Normą lub aprobatą techniczną.



„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 50 kWp na potrzeby pokrycia zapotrzebowania energetycznego budynku biurowego nadleśnictwa wraz z zapleczem socjalnym”

Wyszczególnione w dokumentacji materiały zostały podane przykładowo. Dopuszcza się zastosowanie innych materiałów o parametrach nie gorszych niż wyspecyfikowane w niniejszej dokumentacji.

W trakcie realizacji niniejszego projektu należy przestrzegać poniższych norm i przepisów:

- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 07.01.2008 roku w sprawie prawnej kontroli metrologicznej przyrządów pomiarowych,
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 04.05.2007 roku w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu energetycznego,
- Inwentaryzacji w terenie przeprowadzonej dla celów projektowych,
- Rozporządzenie ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012 roku w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego(Dz. U. 2012 poz. 462),
- Ustawa z dnia 27 marca 2003 o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym(Dz. U. 2003 nr. 80 poz. 717 z późn. zm.),
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 roku Prawo ochrony środowiska(Dz. U. 2001 nr 62 poz. 627 z późn. zm.),
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 roku w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów(Dz. U. 2010 nr 109 poz. 719)
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 6 sierpnia 2009 roku w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych(Dz. U 2009 nr 124 poz. 1030)
- Norma N SEP-E-004,
- Norma PE-EN 61173:2002,
- Norma PN-EN 62305-1:2008,
- Norma PN-EN 62305-2:2008,
- Norma PN-EN 62305-3:2009,
- Norma PN-EN 62305-4:2009,
- Prawo budowlane – Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. (Dz. U. Nr 89 poz 414) – z późn. zm.,
- Przepisy Budowy Urządzeń Elektrycznych,
- N SEP-E-004-Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe projektowanie i budowa.,
- PN-IEC60364-7-714:2003 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – instalacje oświetlenia zewnętrznego.
- PN-IEC60364-1:2000 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Zakres, przedmiot i wymagania podstawowe,
- PN-HD60364-1:2010 – Instalacje elektryczne niskiego napięcia – część:1 Wymagania podstawowe, ustalanie ogólnych charakterystyk, definicje.,
- PN-IEC60364-3:2000 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Ustalanie ogólnych charakterystyk
- PN-HD60364-4-41:2009 – Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 4-41:Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed porażeniem elektrycznym,
- PN-IEC60364-4-42:1999 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego,
- PN-IEC60364-4-43:1999 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed prądem przetężeniowym,
- PN-IEC60364-4-442:1999 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed przepięciami – Ochrona instalacji niskiego

„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 50 kWp na potrzeby pokrycia zapotrzebowania energetycznego budynku biurowego nadleśnictwa wraz z zapleczem socjalnym”

napięcia przed przejściowymi przepięciami i uszkodzeniami przy doziemieniach w sieciach wysokiego napięcia

- PN-HD60364-4-443:2006 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Część: 4-443: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed zaburzeniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi – Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi(oryg.)
- PN-IEC60364-4-444:2001 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed przepięciami – Ochrona przed zakłóceniami elektromagnetycznymi(EMI) w instalacjach obiektów budowlanych,
- PN-IEC60364-4-45:1999 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed obniżeniem napięcia,
- PN-IEC60364-4-473:1999 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Stosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo – Środki ochrony przed prądem przetężeniowym,
- PN-IEC60364-4-482:1999 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych – Ochrona przeciwpożarowa,
- PN-HD60364-5-51:2009 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Część 5-51: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Postanowienia ogólne,
- PN-IEC60364-5-52:2002 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Oprzewodowanie,
- PN-IEC60364-5-523:2001 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Obciążalność prądowa długotrwała przewodów,
- PN-IEC60364-5-53:2000 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Aparatura rozdzielcza i sterownicza,
- PN-IEC60364-5-534:2003 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Urządzenia do ochrony przed przepięciami,
- PN-HD60364-5-534:2009 – Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 5-53: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Odłączanie izolacyjne, łączenia i sterowanie – Sekcja 534:
- PN-HD60364-5-54:2010 – Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych,
- PN-IEC60364-5-56:1999 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Instalacje bezpieczeństwa Ważna do: 2012-05-01,
- PN-HD60364-6:2008 – Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 6: Sprawdzanie,
- PN-HD60364-7-704:2010 – Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 7-704: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Instalacje na terenie budowy i rozbiórki,
- Przepisy eksploatacji Urządzeń Elektroenergetycznych.

„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 50 kWp na potrzeby pokrycia zapotrzebowania energetycznego budynku biurowego nadleśnictwa wraz z zapleczem socjalnym”

## 2. Uzyski energetyczne

Lp.	Moc instalacji(kWp)	Inwerter	Prognozowany uzysk(MWh/rok)
1.	19,2	Blueplanet 20.0 TL3	19,614
2.	11,2	Blueplanet 15.0 TL3	11,428
3.	19,2	Blueplanet 20.0 TL3	20,768
Suma:	49,6	---	51,810



„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 50 kWp na potrzeby pokrycia zapotrzebowania energetycznego budynku biurowego nadleśnictwa wraz z zapleczem socjalnym”

## Przegląd projektu

### Instalacja PV

Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV)

Dane klimatyczne

Częstochowa, POL (1996 - 2015)

Źródło wartości

Meteonorm 8.1

Moc generatora PV

11,2 kWp

Powierzchnia generatora PV

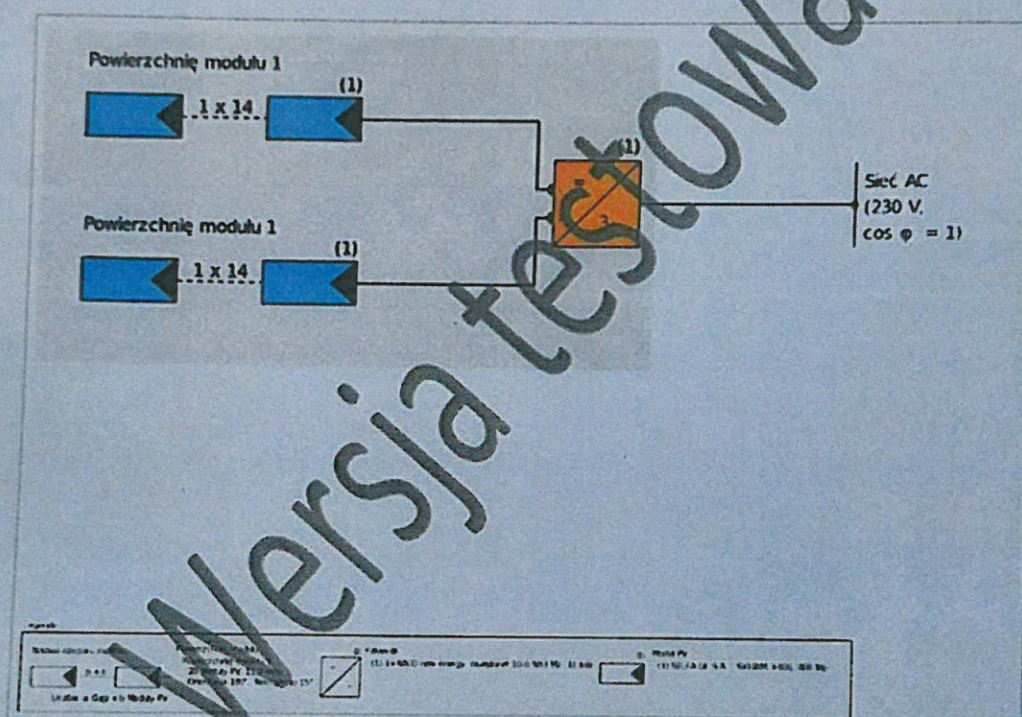
54,7 m<sup>2</sup>

Liczba modułów PV

28

Liczba falowników

1



Ilustracja: Schemat instalacji

## Prognoza uzysku

### Prognoza uzysku

Moc generatora PV

11,20 kWp

Spec. uzysk roczny

1 019,97 kWh/kWp

Stosunek wydajności (PR)

87,21 %

Energia oddana do sieci

11 428 kWh/Rok

Energia oddana do sieci w pierwszym roku (łącznie z degradacją modułu)

11 428 kWh/Rok

Pobór w trybie czuwania (Falownik)

5 kWh/Rok

Emisja CO<sub>2</sub>, której dało się uniknąć:

5 369 kg / rok



Stworzono przy użyciu PV\*SOL premium 2023 (R1) Wersja testowa  
Valentin Kridtzwiler GmbH

Strona 2 od 10



„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 50 kWp na potrzeby pokrycia zapotrzebowania energetycznego budynku biurowego nadleśnictwa wraz z zapleczem socjalnym”

## Przegląd projektu

### Instalacja PV

Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV)

Dane klimatyczne

Częstochowa, POL (1996 - 2015)

Źródło wartości

Meteonorm 8.1

Moc generatora PV

11,2 kWp

Powierzchnia generatora PV

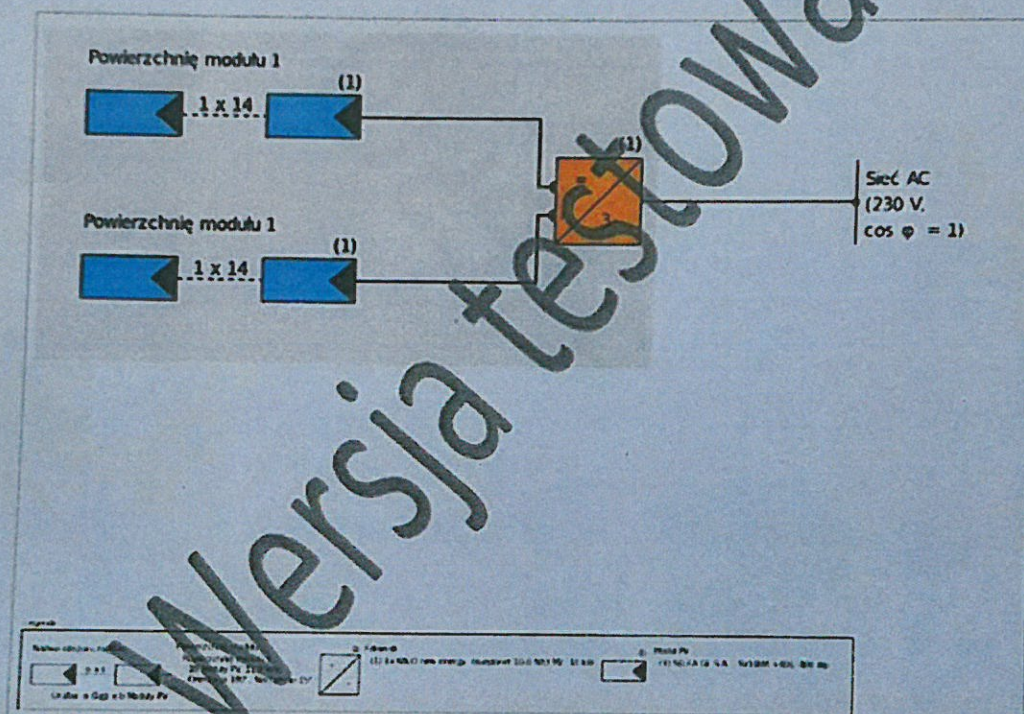
54,7 m<sup>2</sup>

Liczba modułów PV

28

Liczba falowników

1



Ilustracja: Schemat instalacji

### Prognoza uzysku

#### Prognoza uzysku

Moc generatora PV

11,20 kWp

Spec. uzysk roczny

1 019,97 kWh/kWp

Stosunek wydajności (PR)

87,21 %

Energia oddana do sieci

11 428 kWh/Rok

Energia oddana do sieci w pierwszym roku (łącznie z degradacją modułu)

11 428 kWh/Rok

Pobór w trybie czuwania (Falownik)

5 kWh/Rok

Emisja CO<sub>2</sub>, której dało się uniknąć:

5 369 kg / rok



Stworzono przy użyciu PV\*SQL premium 2023 (R1) Wersja testowa  
Valentin Software GmbH

Strona 2 od 10

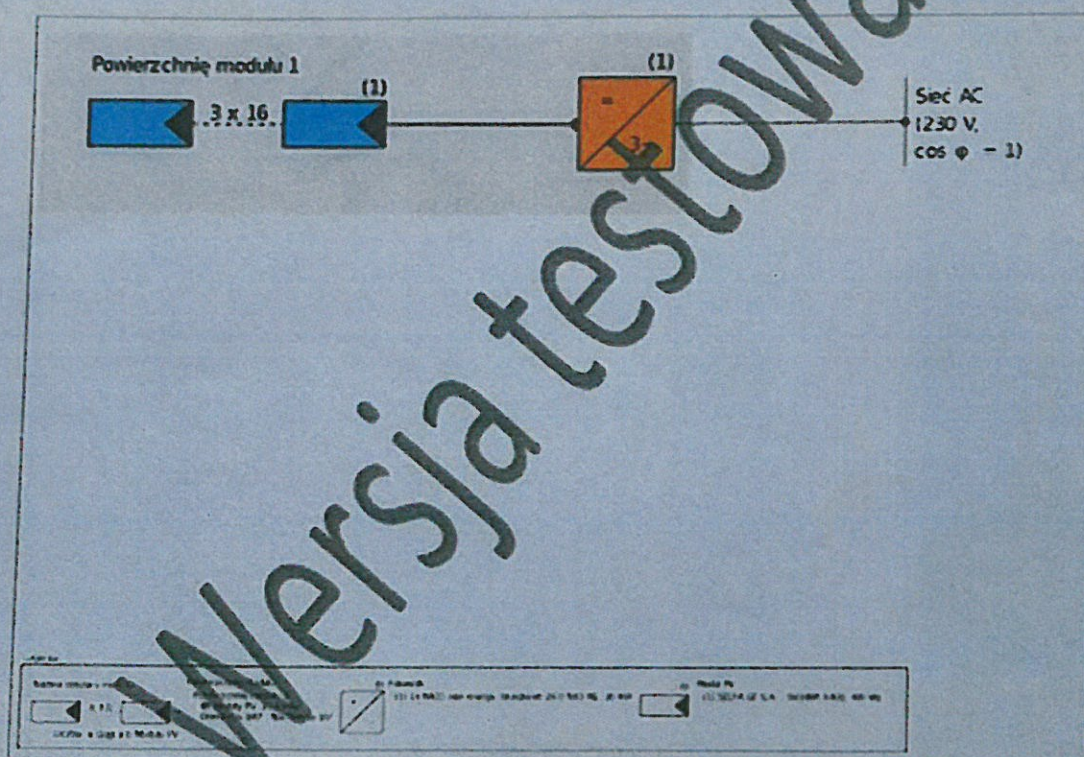


„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 50 kWp na potrzeby pokrycia zapotrzebowania energetycznego budynku biurowego nadleśnictwa wraz z zapleczem socjalnym”

## Instalacja PV

### Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV)

Dane klimatyczne	Częstochowa, POL (1996 - 2015)
Źródło wartości	Meteonorm 8.1
Moc generatora PV	19,2 kWp
Powierzchnia generatora PV	93,8 m <sup>2</sup>
Liczba modułów PV	48
Liczba falowników	1



Ilustracja: Schemat instalacji

## Prognoza uzysku

### Prognoza uzysku

Moc generatora PV	19,20 kWp
Spec. uzysk roczny	1 021,34 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	87,32 %
Energia oddana do sieci	19 614 kWh/Rok
Energia oddana do sieci w pierwszym roku (łącznie z degradacją modułu)	19 614 kWh/Rok
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	5 kWh/Rok
Emisja CO <sub>2</sub> , której dało się uniknąć:	9 217 kg / rok

„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 50 kWp na potrzeby pokrycia zapotrzebowania energetycznego budynku biurowego nadleśnictwa wraz z zapleczem socjalnym”

### 3. Karty katalogowe wybranych produktów



Moduł fotowoltaiczny **FULL BLACK PREMIUM**  
**400W**  
monokrystaliczny  
SV108M.2.3-400



**Technologia HALF-CUT**  
Wyższa sprawność



**Zredukowany HOT SPOT**  
Minimalizacja strat



**Nanotechnologia SELF-C**  
Moduł z powierzchnią samoczyszczącą



**MULTI BUSBAR**  
Jeszcze większa bezawaryjność



**Ogniwa PERC**  
Najwyższa wydajność dzięki najnowszej technologii ogniw



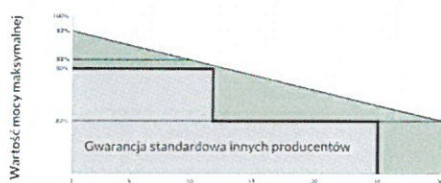
**PID free**  
Większa odporność na degradację potencjałem



**Ø55 mm**  
Ekstremalna odporność na gradobicie



**8000 Pa**  
Zwiększona wytrzymałość mechaniczna



LINIOWA GWARANCJA NA MOC



15 LAT POLSKIEJ  
GWARANCJI  
NA PRODUKT



30 LAT POLSKIEJ  
GWARANCJI  
NA MOC



TESTOWANY W OŚRODKU  
BADAWCZO-ROZWOJOWYM



„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 50 kWp na potrzeby pokrycia zapotrzebowania energetycznego budynku biurowego nadleśnictwa wraz z zapleczem socjalnym”

## Specyfikacja techniczna

TYP MODUŁU		SV108M.2.3-400
Moc nominalna (-0;+5W)	P <sub>MPP</sub> [W]	400
Napięcie obwodu otwartego	V <sub>OC</sub> [V]	37,04
Napięcie mocy maksymalnej	V <sub>MPP</sub> [V]	31,18
Prąd zwarcia	I <sub>SC</sub> [A]	13,73
Natężenie prądu mocy maksymalnej	I <sub>MPP</sub> [A]	12,83
Współczynnik wypełnienia	FF [%]	78,7
Sprawność	[%]	20,5
Ilość diod bypass	[szt.]	3
Stopień ochrony puszek przyłączeniowych	[-]	IP68
Specyfikacja szkła	[-]	3,2mm; przyręczne; hartowane / AR-antyrefleks w strukturze szkła
Masa całkowita	[kg]	21,5
Przewody i konektory		S = 4 mm <sup>2</sup> , L = 2 x 1100 mm, MC4

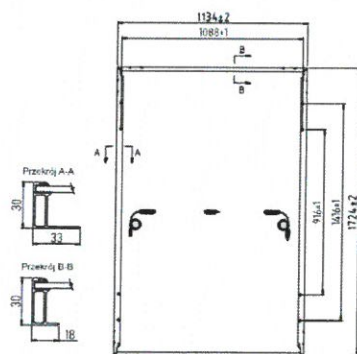
wartości nominalne dla standardowych warunków testowania - STC (AM 1.5; 1000W/m<sup>2</sup>; 25°C); tolerancja ±5%

WSPÓŁCZYNNIKI TEMPERATUROWE	P <sub>MAX</sub> : -0,36% /°C	I <sub>SC</sub> : 0,06% /°C	V <sub>OC</sub> : -0,3% /°C
Zakres pracy modułów PV	Temperatura pracy: -40 + +85°C Temperatura otoczenia: -40 + +45°C		Max. Napięcie Systemu: 1500VDC Max. wartość zabezpieczenia: 25A

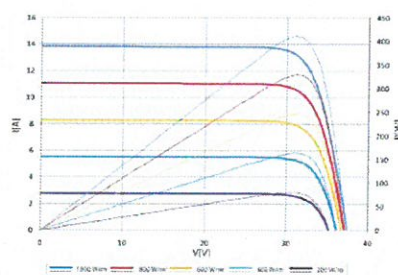
NOCT 41±3°C

TYP MODUŁU	SV108M.2.3-400	WYTRZYMAŁOŚĆ MECHANICZNA
Moc nominalna (-0;+5W)	P <sub>MPP</sub> [W]	302,3
Napięcie obwodu otwartego	V <sub>OC</sub> [V]	34,8
Napięcie mocy maksymalnej	V <sub>MPP</sub> [V]	28,8
Prąd zwarcia	I <sub>SC</sub> [A]	11,04
Natężenie prądu mocy maksymalnej	I <sub>MPP</sub> [A]	10,50
		Zwiększona wytrzymałość na obciążenia przez wiatr i śnieg oraz grad
		wiatr: 5400 Pa (≈ 551kg/m <sup>2</sup> ) śnieg: 8000 Pa (≈ 816kg/m <sup>2</sup> ) grad: Ø55 mm (v= 33,9m/s)

wartości nominalne dla warunków testowania NOCT (AM 1.5; 800W/m<sup>2</sup>; 20°C, wiatr 1m/s)



WYMIARY MODUŁU



CHARAKTERYSTYKA PRĄDOWO-NAPIĘCIOWA

„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 50 kWp na potrzeby pokrycia zapotrzebowania energetycznego budynku biurowego nadleśnictwa wraz z zapleczem socjalnym”

## blueplanet 15.0 + 20.0 TL3

Transformerless, three-phase string inverters.



### The all-rounders among inverters.

High flexibility for demanding system designs and string configurations

Manifold safety functions

Installation-friendly connection area, user-friendly operation

Numerous standard interfaces for extensive communication options

Internal storage of log data, no separate data logger required





„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 50 kWp na potrzeby pokrycia zapotrzebowania energetycznego budynku biurowego nadleśnictwa wraz z zapleczem socjalnym”

## Technical Data

DC input data	15.0 TL3	20.0 TL3
Max. recommended PV generator	18 000 W	24 000 W
MPP range	420 – 800 V	515 – 800 V
Operating range	200 – 950 V	200 – 950 V
Rated DC voltage / start voltage	673 / 250 V	673 / 250 V
Max. no-load voltage	1 000 V	1 000 V
Max. input current	2 x 20 A / 1 x 40 A <sup>1)</sup>	2 x 20 A / 1 x 40 A <sup>1)</sup>
Max. short circuit current $I_{sc\ max}$	2 x 32 A	2 x 32 A
Number of MPP tracker	2	2
Connection per tracker	2	2
Max. input power per tracker	15 000 W	15 000 W
AC output data		
Rated output	15 000 VA	20 000 VA
Max. power	15 600 VA	20 800 VA
Line voltage	240 V / 415 V (3 / N / PE) 230 V / 400 V (3 / N / PE) 220 V / 380 V (3 / N / PE)	277 V / 480 V (3 / N / PE) 240 V / 415 V (3 / N / PE) 230 V / 400 V (3 / N / PE) 220 V / 380 V (3 / N / PE)
Voltage range (Ph-Ph)	305 – 480 V	305 – 480 V
Rated frequency (range)	50 Hz / 60 Hz (42 – 68 Hz)	50 Hz / 60 Hz (42 – 68 Hz)
Rated current	3 x 20.9 A @ 415 V 3 x 21.7 A @ 400 V 3 x 22.8 A @ 380 V	3 x 24.1 A @ 480 V 3 x 27.9 A @ 415 V 3 x 28.9 A @ 400 V 3 x 30.4 A @ 380 V
Max. current	3 x 23.0 A	3 x 31.0 A
Reactive power / cos phi	0 – 100 % $S_{nom}$ / 0.30 ind. – 0.30 cap.	0 – 100 % $S_{nom}$ / 0.30 ind. – 0.30 cap.
Max. total harmonic distortion (THD)	0.7 %	0.5 %
Number of grid phases	3	3
General data		
Max. efficiency	98.0 %	98.4 %
Europ. efficiency	97.6 %	98.1 %
CEC efficiency	97.6 %	98.1 %
Standby consumption	1.5 W	1.5 W
Circuitry topology	transformerless	transformerless
Mechanical data		
Display	graphical display + LEDs	graphical display + LEDs
Control units	4-way navigation + 2 buttons	4-way navigation + 2 buttons
Interfaces	Ethernet, USB, RS485, optional: 4-DI	Ethernet, USB, RS485, optional: 4-DI
Fault signalling relay	potential-free NOC max. 30 V / 1 A	potential-free NOC max. 30 V / 1 A
DC connection	DC plugs (MC4)	DC plugs (MC4)
AC connection	spring-loaded terminal, max. 16 mm <sup>2</sup>	spring-loaded terminal, max. 16 mm <sup>2</sup>
Ambient temperature	-25 °C – +60 °C <sup>2)</sup>	-25 °C – +60 °C <sup>2)</sup>
Humidity	0 – 95 %	0 – 95 %
Max. installation elevation (above MSL)	2 000 m	2 000 m
Min. distance from coast	2 000 m / 500 m (OD+ version)	500 m
Cooling	temperature controlled fan	temperature controlled fan
Protection class	IP65	IP65
Noise emission	< 52 db (A)	< 53 db (A)
H x W x D	690 x 420 x 200 mm	690 x 420 x 200 mm
Weight	48 kg	48 kg
Certifications		
Safety	EN 62109-1 / -2, EN 61000-6-1 / -2 / -3, EN 61000-3-2 / -3 / -11 / -12	
Grid connection rule	overview see homepage / download area	

<sup>1)</sup> Parallel connection of the MPP trackers e.g. with repowering

<sup>2)</sup> Power derating at high ambient temperatures

Versions	15.0 TL3	20.0 TL3
DC switch	✓	✓
DC surge protection	○	○

standard = ✓ upgradeable = ○

The text and figures reflect the current technical state at the time of printing. Subject to technical changes. Errors and omissions excepted. This current version replaces all older versions. Download the most current version at: [www.kaco-newenergy.com](http://www.kaco-newenergy.com)

## 4. Część rysunkowa