



ELEKTRO-SERVICE - Józef Błudnicki
Gajewo, ul. Leśna 21, 11-500 Giżycko
NIP 845-100-60-61, REGON 790002808

PROJEKT WYKONAWCZY

Branża: Elektryczna - instalacja fotowoltaiczna

Nazwa obiektu: Świetlica wiejska

**Adres obiektu: Gawliki Wielkie, działka nr 226
11-510 Wydminy**

**Inwestor: Gmina Wydminy
ul. Grunwaldzka 74
11-510 Wydminy**

Oświadczenie projektanta

Na podstawie art.20 ust.4 ustawy Prawo Budowlane (Dz.U. 207 z 2003 r. poz. 2016 z późn. zmianami) oświadczam, że projekt elektryczny instalacji fotowoltaicznej o mocy zainstalowanej 20,7 kW na budynku Świetlicy wiejskiej, Gawliki Wielkie, działka 226, został wykonany zgodnie z obowiązującym prawem oraz zasadami wiedzy technicznej i jest kompletny z punktu widzenia celu, jakiemu ma służyć.

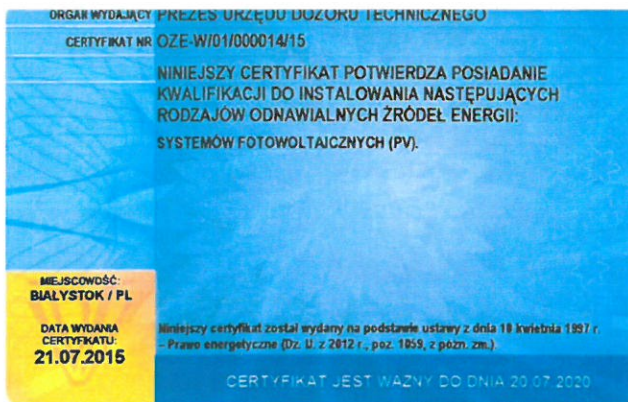
Projektant:

„ELEKTRO-SERVICE”
projektant elektryk
mgr inż. Józef Błudnicki
upr. bud.-WAM/0175/PWOE/14
W-MOIIIB-WAM/1E/0175/07

kwiecień 2018

	Spis treści	strona
1.	Uprawnienia	3-5
2.	Informacje ogólne	6
2.1	Przedmiot opracowania	6
2.2	Podstawa opracowania	6
2.3	Charakterystyka obiektu	7
2.4	Zakres opracowania	7
2.5	Prawa autorskie i dokonywanie zmian	7
3.	Rozwiązanie techniczne	8
3.1	System fotowoltaiczny	8
3.2	Moduły fotowoltaiczne	9
3.3	Podstawowe wskaźniki elektroenergetyczne instalacji PV	10
3.4	Montaż modułów fotowoltaicznych	10-12
3.5	Instalacja prądu stałego od modułów fotowoltaicznych do falownika	12-13
3.6	Zabezpieczenia stałoprądowe generatora fotowoltaicznego	13
3.7	Falownik	13-16
3.8	Podłączenie falownika do instalacji budynkowej	17-19
3.9	Ochrona przeciwprzepięciowa	19
3.10	System ochrony od porażeń	19-20
3.11	Wykonanie robót	20
	Dane techniczne modułów fotowoltaicznych	
	Dane techniczne falownika	

1. Uprawnienia





**WARMIŃSKO-MAZURSKA
OKRĘGOWA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA
OKRĘGOWA KOMISJA KWALIFIKACYJNA
10-532 Olsztyn, Plac Konsulatu Polskiego 1**



WAM/OKK/U/75/14

Olsztyn, 23 grudnia 2014 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (Dz. U. z 2013 r. poz. 932 ze zm.), art. 12 ust. 2 i ust. 3, art. 12 ust. 4c pkt 3, art. 14 ust. 1 pkt 4c ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2013 r. poz. 1409 ze zm.) oraz § 10 i § 14 ust. 5 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2014 r. poz. 1278) i art.104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2013 r., poz. 267 ze zm.), po ustaleniu, że spełnione zostały warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan JÓZEF BŁUDNICKI
magister inżynier elektrotechniki
ur. dnia 14 stycznia 1959 r. w Mieżanach

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

Nr ewid. WAM/0175/PWOE/14

**DO PROJEKTOWANIA I KIEROWANIA ROBOTAMI BUDOWLANymi
BEZ OGRANICZEŃ
W SPECJALNOŚCI INSTALACYJNEJ
w zakresie sieci, instalacji i urządzeń: elektrycznych i elektroenergetycznych**

UZASADNIENIE

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

Pouczenie :

1. Zgodnie z art. 12 ust. 7 w/w ustawy Prawo budowlane – podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis, w drodze decyzji, do centralnego rejestru Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego, potwierdzony zaświadczeniem wydanym przez tę izbę, z określonym w nim terminem ważności.
2. Od decyzji niniejszej służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Warmińsko-Mazurskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Olsztynie, w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.



**Skład orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:**

1. mgr inż. Andrzej Stasiorowski
2. dr inż. Zenon Drabowicz
3. mgr inż. Elżbieta Lasmanowicz



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

WAM Q5K-VQ1-ZY3 *

Pan Józef Błudnicki o numerze ewidencyjnym WAM/IE/0175/02
adres zamieszkania ul. Leśna 21, 11-500 Gajewo
jest członkiem Warmińsko-Mazurskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada
wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2019-01-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2018-01-08 roku przez:

Mariusz Dobrzeński, Przewodniczący Rady Warmińsko-Mazurskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci
elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są
rownoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

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



2. Informacje ogólne

2.1 Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt elektryczny instalacji fotowoltaicznej o mocy zainstalowanej 20,7 kW na dachu budynku Świetlicy wiejskiej, Gawliki Wielkie, działka 226,

2.2 Podstawa opracowania

Projekt niniejszy opracowano na podstawie:

- wymiarowanego dachu budynku
- zaleceń inwestora,
- wytycznych producenta modułów fotowoltaicznych,
- wytycznych producenta falowników,
- wymienionych niżej obowiązujących przepisów:
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz. U. Nr 75/2002
 - Ustawa o prawie autorskim i prawach pokrewnych, Dz. U. Nr 94/24/1983
 - Ustawa o dozorcze technicznym, Dz. U. Nr 122/1321/2000
 - Prawo budowlane
 - Ustawa w sprawie oceny zgodności, wzoru deklaracji zgodności oraz sposobu znakowania wyrobów budowlanych dopuszczonych do obrotu i powszechnego stosowania w budownictwie, Dz. U. Nr. 113/728/1998
- wymienionych niżej norm i Polskich Norm:
 - PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed porażeniem elektrycznym
 - PN-EN 62305-1:2008 Ochrona odgromowa - Część 1: Zasady ogólne
 - PN-EN 62305-2:2008 Ochrona odgromowa - Część 2: Zarządzanie ryzykiem
 - PN-EN 62305-3:2009 Ochrona odgromowa - Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia
 - PN-EN 62305-4:2009 Ochrona odgromowa - Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach
 - N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe
 - IEC 60364-7-712:2007. Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji\ Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania
 - IEC 60634-5-55 pkt.551.7 Wymagania dotyczące odłączenia instalacji PV
 - IEC 61215 Moduły fotowoltaiczne (PV) z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych – Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu
 - IEC 60439-1 Wymagania dotyczące skrzynek połączeniowych i zespołu rozdzielnic
 - Normy IEC/ISO 11801, CENELEC EN50173,
 - PN-E-83017 Systemy fotowoltaiczne przetwarzania energii słonecznej.
 - PN-EN 50618:2015-03 - Kable i przewody elektryczne do systemów fotowoltaicznych
 - PN-EN 61173:2002 Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej -- Przewodnik
 - DIN VDE 0100-712- spadki napięć na kablach DC
 - DIN EN61646, DIN IEC61215, DIN VDE 0126-1-1 - warunki pracy falowników

2.3 Charakterystyka obiektu

Instalacja fotowoltaiczna o mocy zainstalowanej 20,7 kW składać się będzie z 69 modułów fotowoltaicznych o mocy 300 Wp każdy. Do przemiany napięcia stałego z modułów fotowoltaicznych zainstalowany zostanie trójfazowy falownik o mocy oddawanej 20 kW. Wytworzona energia elektryczna będzie wykorzystywana na potrzeby własne budynku. Jej nadmiar będzie bilansowany z energią pobraną z sieci elektroenergetycznej. Brak napięcia w sieci energetycznej będzie powodował wyłączenie instalacji.

2.4 Zakres opracowania

Zakres robót objętych niniejszym projektem musi być zgodny, lecz nie ograniczony do wykonania następujących elementów instalacji elektrycznych:

- rozmieszczenie modułów fotowoltaicznych,
- instalacja okablowania modułów i podłączenia modułów fotowoltaicznych do falownika
- falowniki fotowoltaiczne,
- podłączenie falownika do rozdzielnicy budynkowej;
- instalacja ochrony od porażeń

Wszystkie instalacje muszą być wykonane zgodnie z zaleceniami podanymi w niniejszym opracowaniu, europejskimi standardami i normami obowiązującymi podczas ich montażu. Zakres projektu nie obejmuje ekspertyzy dachu budynku pod kątem mocowania profili nośnych modułów fotowoltaicznych. Tego typu opracowanie powinno być wykonane oddzielnie przez uprawnioną osobę.

2.5 Prawa autorskie i dokonywanie zmian

Zgodnie z ustawą z dnia 4 lutego 1994 o „Prawie autorskim i prawach pokrewnych” (Dz.U. z 2006r. Nr90, poz.631 z późn.zm) oraz ustawą z dnia 30 czerwca 2000r. „Prawo własności przemysłowej” (DZ.U. 2001r. Nr49, poz 508 z późn.zm) niniejszy projekt objęty jest prawem autorskim.

Kopiowanie zawartych w nim rozwiązań technicznych, ich rozpowszechnianie, wprowadzanie zmian lub wykorzystywanie przy realizacji innych obiektów niż przewidywane w niniejszym projekcie bez zgody autorów jest zabronione.

Projekt nie jest projektem powtarzalnym i nie może być stosowany do innych lokalizacji.

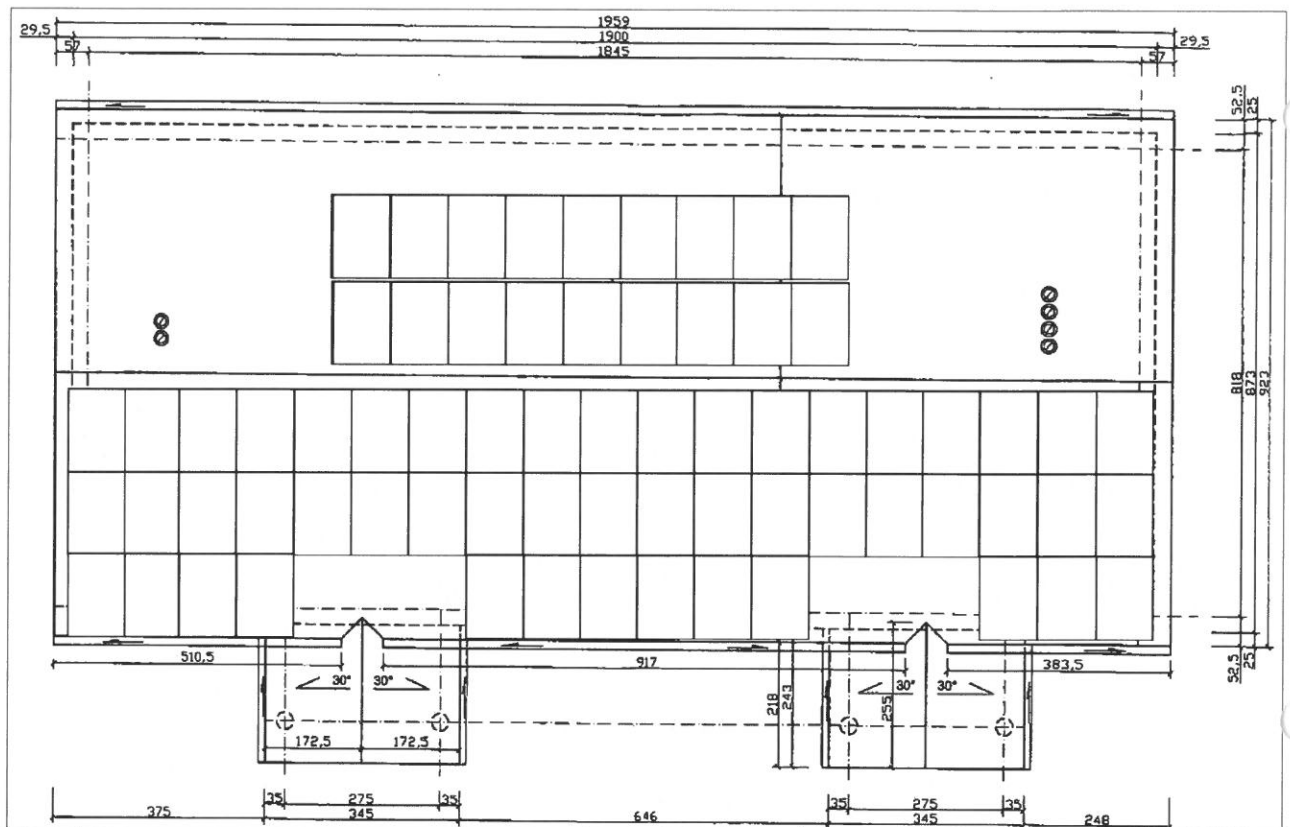
Wszystkie urządzenia i materiały użyte do realizacji projektowanej instalacji muszą być zgodne z obowiązującymi w Polsce normami i przepisami oraz posiadać odpowiednie certyfikaty, atesty i dopuszczenia. Projektant celem pełnego zobrazowania rozwiązania projektowego powołał się na konkretne urządzenia. Wszelkie urządzenie wskazane w projekcie są przykładowe a odwołanie do nich miało na celu informować wykonawcę o standardzie zastosowanych do realizacji urządzeń. Dopuszcza się użycie innych modułów fotowoltaicznych, falowników, przewodów oraz aparatów elektrycznych będących odpowiednikami użytych w projekcie, jeżeli spełniają założone parametry techniczne.

3. Rozwiązania techniczne

3.1 System fotowoltaiczny

Łączna moc zainstalowanych modułów wyniesie 20,7 kW, maksymalna moc oddawana przez falownik wyniesie 20 kW. Łączna powierzchnia aktywna generatora fotowoltaicznego przy zastosowaniu 69 modułów o parametrach wskazanych w tabeli nr 1 wyniesie około 117 m², z czego 90m² na połaci południowo-zachodniej oraz 27 m² na północno-wschodniej połaci dachu. Sugerowane ustawienie pokazuje rysunek numer 1. Ułożenie modułów ustali Wykonawca w porozumieniu z inwestorem.

Rysunek 1: rozmieszczenie modułów fotowoltaicznych na połaciach dachu



3.2 Moduły fotowoltaiczne

W instalacji fotowoltaicznej użyte zostaną monokrystaliczne moduły fotowoltaiczne, np typu MP-M-300W o parametrach podanych w tabeli 1.

Tabela 1. Parametry techniczne modułu fotowoltaicznego

Parametr	Oznaczenie	Wartość
DANE ELEKTRYCZNE w standardowych warunkach testowania		
Maksymalna moc znamionowa	P_{mpp}	300 Wp
Napięcie jałowe	U_{oc}	39,78 V
Prąd zwarciov	I_{sc}	10,36 A
Maksymalne napięcie znamionowe	U_{mpp}	31,2 V
Maksymalny prąd znamionowy	I_{mpp}	9,68 A
Sprawność modułu		18,44%
Tolerancja mocy		0 - +5W
przy STC: naswietlenie 1000 W/m ² , temp. modułu 25°C, AM 1,5		
PARAMETRY MECHANICZNE		
Wymiary (D/S)		1640x992x40 mm
Masa		18,3 kg
Grubość szkła		3,2 mm
DANE SYSTEMU		
Maksymalne napięcie systemu		1000 V DC
Maksymalne zabezpieczenie		20 A
DANE TEMPERATUROWE		
Nominalna robocza temperatura		45°C ± 2
Zakres temperatury otoczenia		od -40 do +85°C
Współczynnik temperaturowy	I_{sc}	0,05 %/K
Współczynnik temperaturowy	V_{oc}	-0,29 %/K

Moduły wyposażone są w kable przyłączeniowe o długości 900 mm, zakończone wtykami typu MC4.

3.3 Podstawowe wskaźniki elektroenergetyczne instalacji PV

Instalacja składać się będzie z 69 modułów fotowoltaicznych o mocy 300 Wp każdy i posiadać moc zainstalowaną 20,7 kW.

Ogólne wskaźniki elektroenergetyczne projektowanej instalacji przedstawiają się następująco:

napięcie przyłączenia	$U = 230/400 \text{ V}$
moc zainstalowana modułów fotowoltaicznych	$P_{DC} = 20,7 \text{ W}$
maksymalna moc oddawana	$P_{AC} = 20 \text{ kW}$
średnia roczna produkcja energii	$A = 18,4 \text{ MWh}$

Tabela 2: średnie uzyski energii

miesiąc	E_d	E_m	H_d	H_m
styczeń	10,8	333	0,62	19,2
luty	22,6	632	1,28	35,8
marzec	52,2	1620	3,02	93,5
kwiecień	77,2	2320	4,62	139,0
maj	88,2	2730	5,47	170,0
czerwiec	89,0	2670	5,60	168,0
lipiec	83,2	2580	5,30	164,0
sierpień	73,6	2280	4,60	143,0
wrzesień	54,6	1640	3,32	99,5
październik	31,4	972	1,87	57,9
listopad	12,4	373	0,74	22,2
grudzień	7,4	230	0,44	13,6
rocznie średnio	50,3	1 530,0	3,08	93,7
suma rocznie		18 400,0		1 120,0

Wydajność elektrowni fotowoltaicznej wg PVGIS* dla: Gawliki Wielkie, położenie: N: 54° 01' 04" E: 22° 01' 31",

E_d : Średnia dzienna produkcja energii elektrycznej(kWh)

E_m : Średnia miesięczna produkcja energii elektrycznej (kWh)

H_d : Średnia dobową sumą promieniowania na m² powierzchni (kWh/m²)

H_m : Średnia suma promieniowania docierająca do modułów na m² powierzchni (kWh/m²)

* Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS), Geographical Assessment of Solar Resource and Performance of Photovoltaic Technology, PVGIS © European Communities, 2001-2010: Performance of Grid-connected PV.

3.4 Montaż modułów fotowoltaicznych

Moduły fotowoltaiczne zostaną zamontowane na południowo-zachodniej i północno-wschodniej połaci dachu.

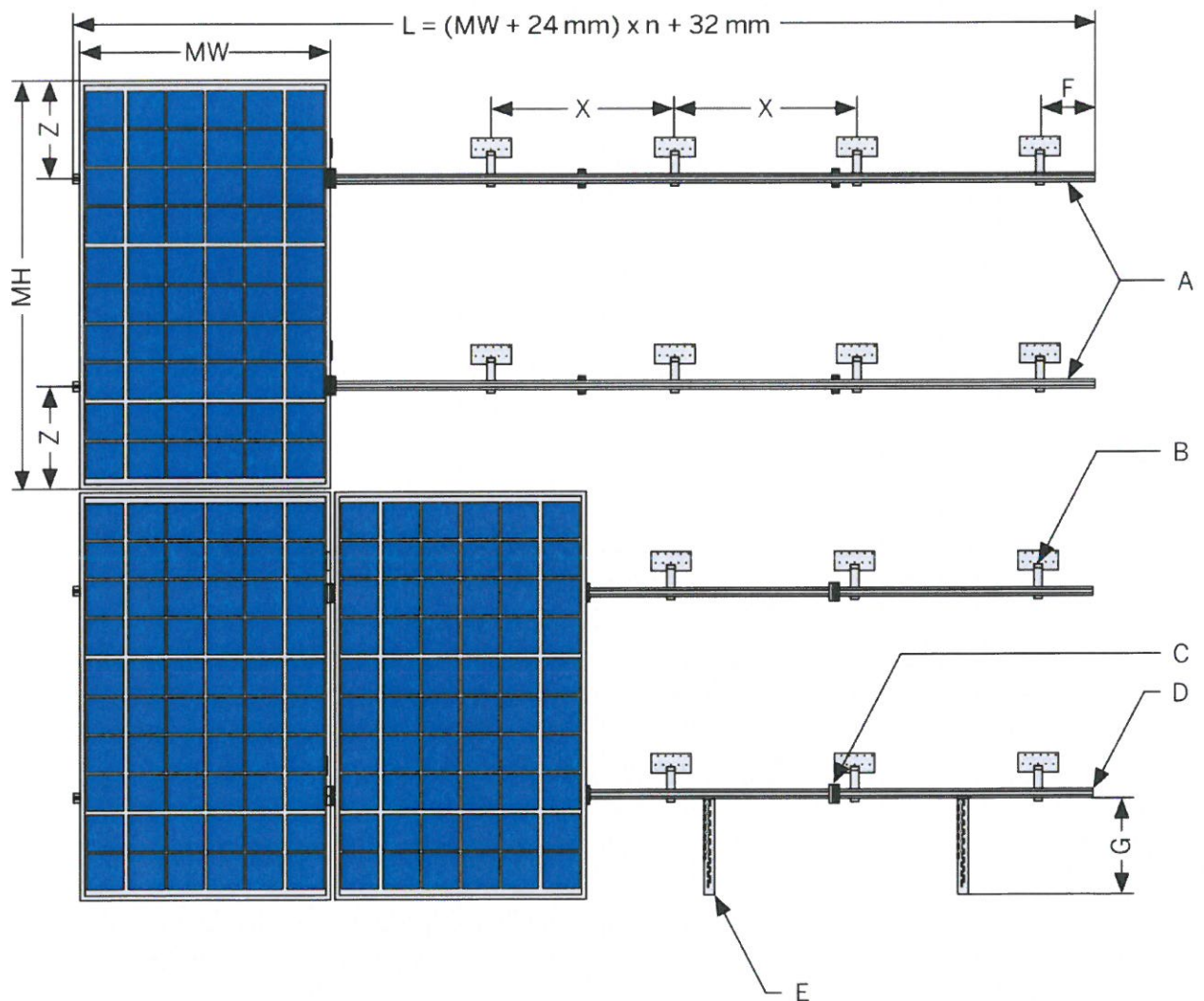
Do mocowania modułów wykorzystany zostanie system mocowań do montażu pionowego modułów na dachu skośnym. Podstawą systemu mocowania modułów fotowoltaicznych na płaszczyźnie dachu są profile poziome aluminiowe, mocowane do łąt dachowych za pomocą specjalnych kotew. Do profili mocowane są moduły, za pomocą uchwytów końcowych i środkowych, przykręcanych do profili. Uchwyty są dobierane do wysokości

ramy modułu wynoszącej 40 mm. Można zastosować rozwiązanie systemowe firmy Corab oznaczone D-01, dedykowane do dachówki ceramicznej lub inne, równoważne technicznie.

Zestawienie materiałów montażowych sporządzi wykonawca wraz z dostawcą systemu mocowania, po dokładnym obmierzeniu dachu i ustaleniu położenia łąt i ułożenia modułów. Podczas montażu modułów należy przestrzegać „Instrukcji montażu, użytkowania i konserwacji” dostarczanej przez producenta wraz z elementami systemu.

Moduły i profile aluminiowe należy uziemić poprzez połączenie z główną szyną wyrównawczą budynku przewodem LgY 16mm². W przypadku występowania na budynku instalacji piorunochronnej, należy zachować minimalne odległości modułów od zwodów, co najmniej 1 m. Nie jest wymagana dodatkowa ochrona odgromowa.

Rysunek 2: mocowanie profili konstrukcji wsporczej modułów



dla 18 modułów:

L	$L = (MB + 24\text{mm}) \times 19 + 32 \text{ mm}$ $L = (992 + 24) \times 19 + 32 = 19336 \text{ mm}$	MB = szerokość modułu = 992 m
MH	wysokość modułu = 1640 mm	
A	profil nośny	
B	kotew dachowa	
C	łącznik profili (maksymalnie 2 łączenia profili, pomiędzy kolejnymi wykonać dylatację, wypadającą pomiędzy modułami - tzw. łącznik ruchomy)	
D	zaślepka końcowa	
E	zabezpieczenie przed osuwaniem	
F	$\leq 300\text{mm}$	
G	$\leq 290\text{mm}$	
X	rozstaw kotew (zależnie od konstrukcji dachu)	
Z	1/4 wysokości modułu	

3.5 Instalacja prądu stałego od modułów fotowoltaicznych do falownika

Zainstalowanych zostanie 69 modułów fotowoltaicznych. Moduły na połaci południowo-zachodniej połączone zostaną w 3 szeregi po 17 modułów a moduły na połaci północno-wschodniej - w 1 szereg 18 modułów.

Tabela 3: parametry szeregów modułów

wielkość	wartości dla 17 modułów	wartości dla 18 modułów
U_{DC} [V]	483	512
U_{MIN} [V]	442	468
U_{MAX} [V]	765	810
I_{MAX} [A]	9,68	9,68
P_{DC} [W]	5100	5400

Podane napięcia służą do sprawdzenia prawidłowego połączenia modułów w szeregi.

Do łączenia "sąsiednich" modułów wykorzystane będą systemowe przewody przyłączeniowe modułów. Przy połączeniach modułów na różnych poziomach jak i podłączaniu połączonych w szereg modułów do skrzynki zabezpieczeń modułów (SZM), przewody przyłączeniowe modułów zostaną przedłużone przewodami solarnymi o przekroju 4mm^2 , z wtykami typu MC4. Należy stosować przewody IBC FlexiSun PV1F, Multi-Contact Flex-Sol-XL, Radox Solar Cable PV1-F, Helukabel Solarflex-X PV1-F lub ich odpowiedniki. Przekroje przewodów zostały dobrane tak, aby spadek napięcia był mniejszy niż 1 %.

Przewody należy układać wzdłuż poziomych profili mocujących moduły. Przewody „powrotne” należy układać wzdłuż tych samych profili, równoległe do innych przewodów, nie tworząc pętli. Przewody należy mocować do profili w sposób uniemożliwiający ich ocieranie o konstrukcję oraz wciekanie wody do złączek kablowych. Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV.

Na całej trasie do SZM i falownika przewody należy układać w korycie kablowym metalowym zamkniętym (np. typu KZP 50H50 z pokrywą), uziemionym na całej długości, w rurze osłonowej karbowanej niepalnej lub rurze instalacyjnej montowanej natynkowo. Nie jest dopuszczalne układanie kabli bez dodatkowej osłony, wykorzystanie już istniejących tras kablowych do układania przewodów DC ani wykorzystanie trasy przewodów DC do układania innych przewodów.

Dokładną trasę kablową od modułów do falownika ustali wykonawca z inwestorem.

Maksymalna odległość od modułów do SZM wynosi ok 30 m

$$\Delta U_{\%} = \frac{2 I_{mpp} l \cdot 100}{\gamma s U_{mpp} n}$$

Spadek napięcia na przewodach wyniesie:

gdzie :

I_{mpp} – prąd znamionowy [A] = 9,68

l – długość obwodu elektrycznego [m] = 30

γ – przewodność elektryczna materiału (miedź) z jakiego wykonany jest obwód, = 56 Sm/mm²

s – przekrój przewodu czynnego obwodu elektrycznego [mm²] = 4

U_{mpp} – napięcie znamionowe [V]= 31,2

n - ilość modułów w szeregu = 17

$$\Delta U_{\%} = \frac{2 \cdot 9,68 \cdot 30 \cdot 100}{56 \cdot 4 \cdot 31,2 \cdot 17} \quad \Delta U_{\%} = 0,49$$

3.6 Zabezpieczenia stałoprądowe generatora fotowoltaicznego

Stronę DC generatora fotowoltaicznego należy zabezpieczyć przed skutkami przepięć powstałych wskutek wyładowań atmosferycznych oraz przed powstaniem w łańcuchach modułów prądów wstecznych. W skrzynkach zabezpieczeń modułów (SZM) należy zainstalować bezpieczniki rozłącznikowe 12A DC np typu ETI VLC 10DC1P-L z wkładką topikową Si10x38 gPV 12A 1000V DC lub odpowiedniki, uniemożliwiające uszkodzenie łańcuchów modułów w skutek przepływu prądu wstecznego i ułatwiające serwisowanie generatora fotowoltaicznego.

Ochronniki przepięciowe dla wejść modułów fotowoltaicznych są wbudowane w falowniku.

Skrzynki należy umieścić w pobliżu falownika, w miejscu łatwo dostępnym dla serwisu.

3.7 Falownik

Instalacja fotowoltaiczna składać się będzie z generatora złożonego z 69 modułów fotowoltaicznych oraz falownika o mocy 20 kW. Do falownika podłączone będą 4 szeregi modułów.

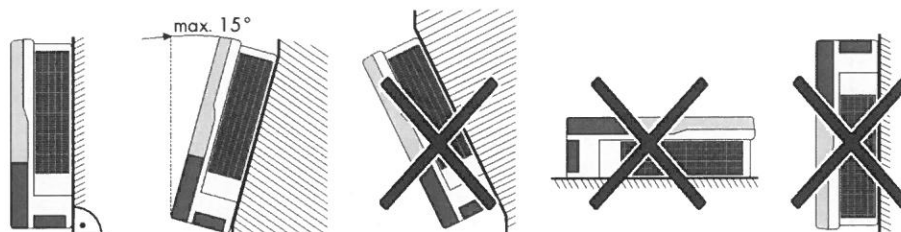
wejście „A” - szeregi S1, S2, S3, po 17 modułów, połączone równolegle

wejście „B” - szereg S4 - 18 modułów

Tabela 4: parametry techniczne falownika

Parametr	Oznaczenie	Wartość
WEJŚCIE DC		
Maksymalna moc wejściowa (rekomendowana)	$P_{PV, max}$	20 440 W
Zakres napięcia DC, mpp	$U_{DC, mpp}$	320 - 800 V
Maksymalne napięcie DC	$U_{mac (DC)}$	1000 V
Maksymalny prąd DC	$I_{max(DC)}$	33+33 A
Liczba zabezpieczonych wejść DC		3+3 (+/-)
WYJŚCIE AC		
Znamionowa moc wyjściowa	$P_{N(AC)}$	20 kW
Maksymalny prąd AC		29 A
Znamionowe napięcie AC	$U_{N(AC)}$	3x230/400 V
Częstotliwość wyjściowa		50/60 Hz
Zniekształcenie harmoniczne prądu		<3 %
Typ sieci		TN-C, TN-S, TN-C-S
SPRAWNOŚĆ		
Maksymalna		98,40%
Euro-eta		98,00%
POBÓR MOCY		
Podczas pracy		< 1 W
Podczas czuwania		< 1 W
OGRANICZENIA ŚRODOWISKOWE		
Stopień ochrony		IP 65
Zakres temperatury otoczenia		od -25 do +60 °C
Względna wilgotność bez kondensacji		0 ~ 100 %
ZABEZPIECZENIA		
Nadzór błędu doziemienia		tak
Nadzór sieci		tak
Anti-islanding		tak
Odwrócona biegunowość DC		tak
Zwarcie i przetężenie AC i DC		tak
Przebieżenie AC i DC oraz przegrzanie		tak

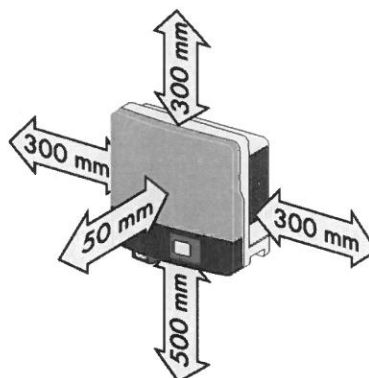
Falownik zamontowany zostanie w pomieszczeniu uzgodnionym przez instalatora z inwestorem.



Montaż i podłączenie falownika należy wykonać zgodnie z załączoną instrukcją instalacji i obsługi. Falownik umieścić na pionowej ścianie, niepalnej, nie przenoszącej wibracji.

Należy zachować odpowiednie odległości od ścian.

Ze względu na wydzielane ciepło, pomieszczenie w którym umieszczony zostanie falownik musi mieć odpowiednia wentylację.

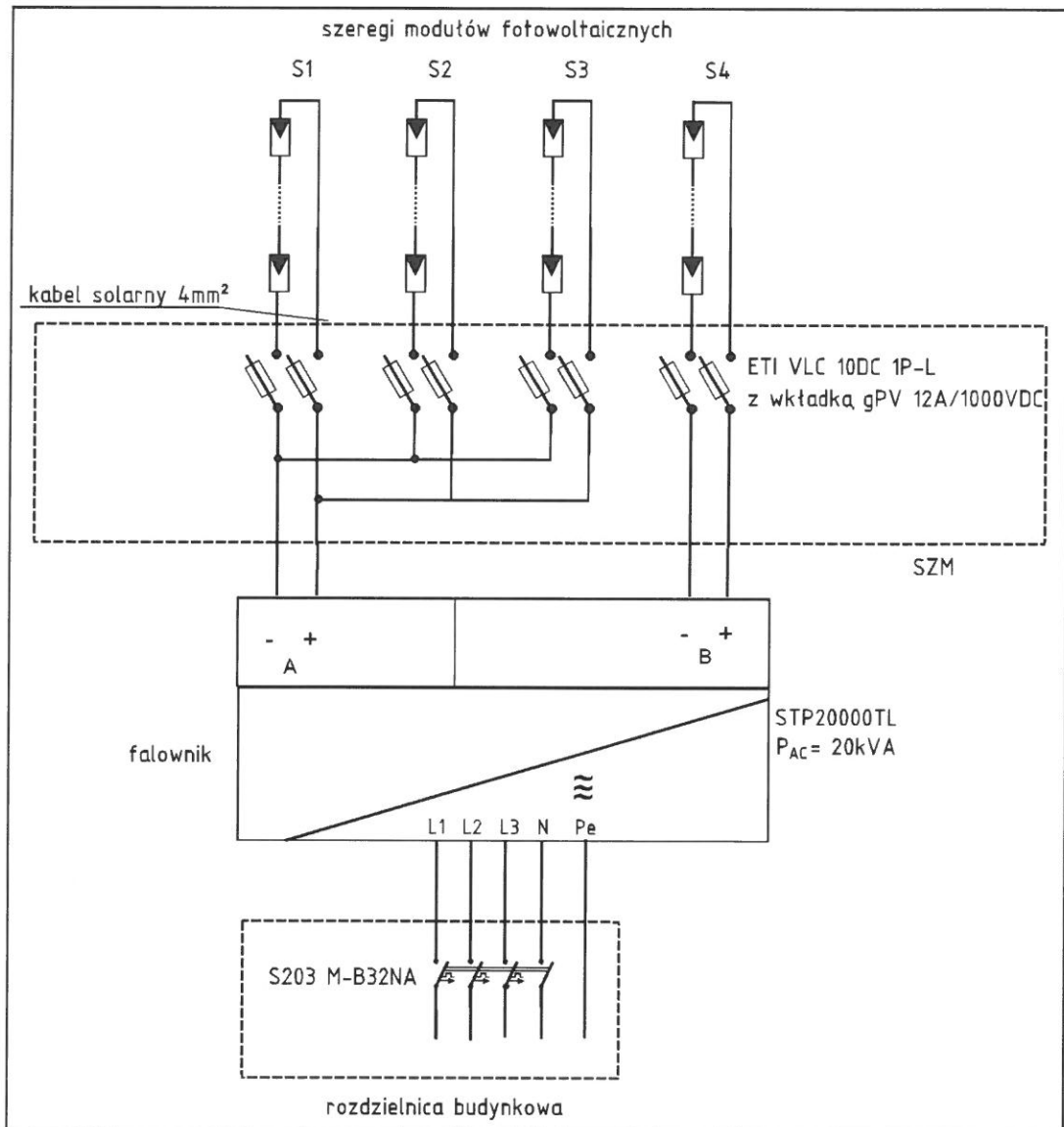


Falownik wytwarza napięcie przemiennie 3-fazowe. Jego parametry określone są przez sieć zasilającą, do której falownik dostosowuje parametry generowanego napięcia. Napięcie generowane przez falownik jest zsynchronizowane w fazie z instalacją sieci. Wartość napięcia i częstotliwość są dostosowywane do wartości sieci. Falownik wytwarza napięcie tylko w obecności napięcia sieci o odpowiednich parametrach. Przekroczenie zadanych wartości na którejkolwiek fazie lub zanik napięcia powoduje samoczynne wyłączenie falownika w czasie $\leq 0,2$ s. Jest to realizacja warunków określonych w wymogach VDE 0126-1-1

Poziom wyższych harmonicznych dla napięcia znamionowego 230/400V nie przekracza 3%.

Uruchomiony falownik nie wymaga żadnych czynności łączeniowych. Należy sporadycznie obserwować wyświetlacz. Jeżeli wyświetlany jest błąd, należy skontaktować się z serwisem, podając typ falownika i kod / opis błędu.

Rysunek 3: schemat połączeń falownika



3.8 Podłączenie falownika do instalacji budynkowej

Przyłączenie falownika do instalacji budynkowej wykonać kablem YDYżo 5x6mm².

Podłączenie kabla do falownika należy wykonać zgodnie z „Instrukcją montażu falownika”.

W rozdzielnicy budynkowej zabudowany zostanie rozłącznik nadprądowy falownika. Jako zabezpieczenia należy zainstalować rozłącznik nadprądowy typu B, 10kA z rozłączanym N, o prądzie znamionowym 32A - np. ABB S203M B32NA, EATON FAZ-B32/3N lub ich odpowiednik.

W rozdzielnicy budynkowej **musi być** zainstalowany ochronnik przepięciowy klasy B+C w celu zapewnienia poziomu ochrony dla falownika 1,5KV. Jako ochronnik przepięciowy należy stosować CITEL DS134RS-230, Dehn DGM TNS 275 lub ich odpowiedniki. Należy bezwzględnie pamiętać o przyłączeniu falownika do szyny PE w rozdzielni. Podłączenia uziomu należy wykonać przewodem LgY16mm². Należy wykonać pomiar rezystancji uziemienia, nie może on przekraczać 30 Ω.

Przewody i zabezpieczenia dobrano biorąc pod uwagę postanowienia normy PN-IEC 60364-4-43 i PN-IEC 60364-5-53 dla obciążeń stałych i przeciążeń.

Zabezpieczenia i przekroje przewodów zostały tak dobrane, aby przerwanie prądu zwarciovego w każdym obwodzie elektrycznym następowało zanim wystąpi niebezpieczeństwo uszkodzeń cieplnych i mechanicznych w przewodach i połączeniach.

Dobór zabezpieczeń i przewodów

Przewody i zabezpieczenia dobrano biorąc pod uwagę postanowienia normy PN-IEC 60364-4-43 i PN-IEC 60364-5-53 dla obciążeń stałych i przeciążeń.

Zabezpieczenia i przekroje przewodów zostały tak dobrane, aby przerwanie prądu zwarciovego w każdym obwodzie elektrycznym następowało zanim wystąpi niebezpieczeństwo uszkodzeń cieplnych i mechanicznych w przewodach i połączeniach.

Okablowanie należy wykonać za pomocą kabli o przekroju dobranym tak, by spadek napięcia po stronie AC, po uwzględnieniu długości przewodów, nie przekroczył 1%. Dokładną trasę kablową od falownika do rozdzielnicy budynkowej ustali wykonawca z inwestorem.

Tabela 5: przekroje kabla przesyłowego i spadki napięcia:

typ kabla	odległość od falownika od rozdzielnicy	spadek mocy
YDYżo 5x6 mm ²	< 25 m	< 0,93 %
YDYżo 5x10 mm ²	od 25 do 45 m	< 1,0 %

dane wejściowe:

przewód typu YDYżo 5x6 mm²

temp. żyły do 70° C przy temp. otoczenia 30° C

typ ułożenia przewodu: B2

obciążalność długotrwała przewodów $I_z = 34$ A

długość przewodu $l < 25$ m

maksymalny prąd wyjściowy falownika $I_B = 29$ A
moc maksymalna falownika $P_n = 20$ kW
zabezpieczenie obwodu = 32 A typ B

przewodność elektryczna materiału (miedź) z jakiego wykonany jest obwód, $\gamma = 56$ Sm/mm²
przekrój przewodu czynnego obwodu elektrycznego $s = 6$ mm²,
napięcie znamionowe $U_n = 400$ V
dopuszczalny spadek napięcia $\Delta U = 1,0\%$

Obliczenie spadku napięcia na kablu falownika:

$$\Delta U_{\%} = \frac{P_n \cdot l \cdot 100}{\gamma \cdot s \cdot U_n^2}$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{20000 \cdot 25 \cdot 100}{56 \cdot 6 \cdot 400^2} \quad \Delta U_{\%} = 0,93$$

Sprawdzenie zabezpieczenia obwodu falownika przed przeciążeniem

Zabezpieczenia przed prądem przeciążeniowym spełniają następujące warunki :

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

gdzie :

I_B – maksymalny prąd wyjściowy falownika = 29 A

I_z – obciążalność długotrwała przewodów 25mm² dla B2 = 34A

I_n – prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego = 32 A

I_2 – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego 1,45 $I_n = 46,4$ A

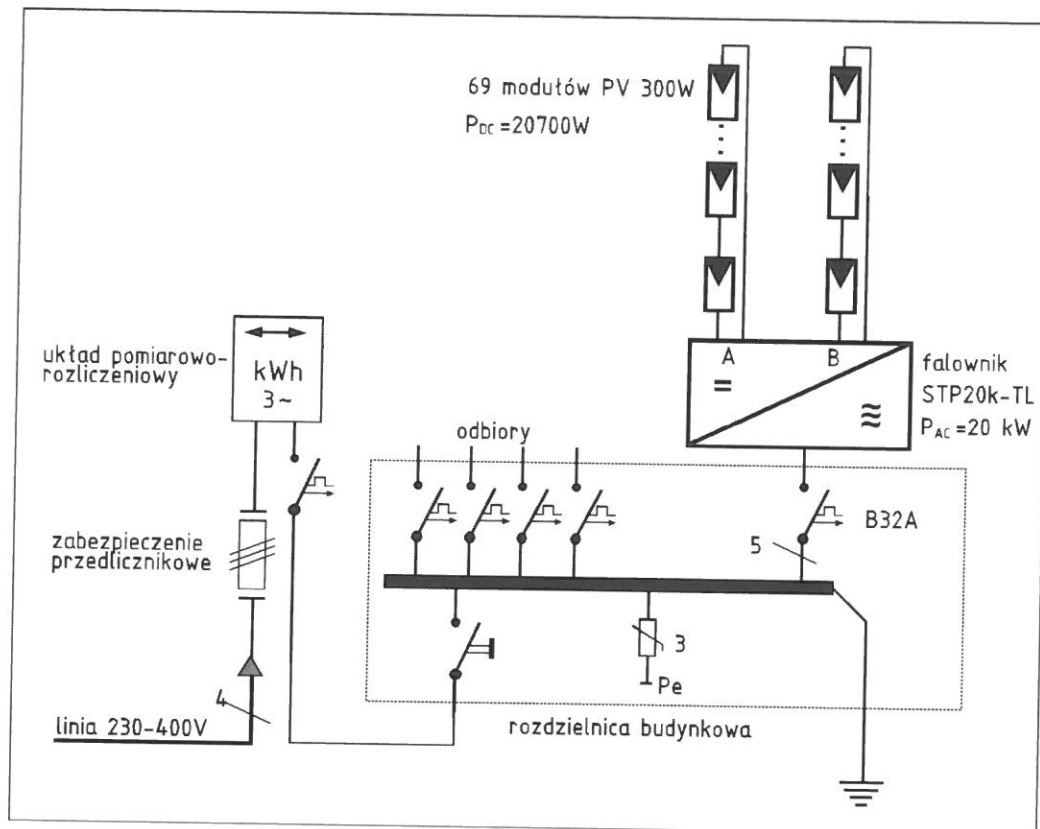
$$29 \text{ A} \leq 32 \text{ A} \leq 34 \text{ A}$$

$$I_2 \leq 1,45 \times 34 \text{ A}$$

$$I_2 \leq 49,3 \text{ A}$$

spełnione przez wyłącznik nadprądowy o charakterystyce B

rysunek 4: podłączenie falownika do instalacji budynkowej



3.9 Ochrona przeciwprzepięciowa

Ochrona przepięciowa modułów i falownika realizowana jest przez ograniczniki przepięć ETITEC PV 1000/20, zainstalowane na przewodach każdego z szeregów modułów. Ograniczniki należy uziemić przewodem $Ly16mm^2$.

Ochrona przepięciowa po stronie napięcia przemiennego będzie realizowana przez ochronnik przepięciowy klasy II (B+C) – poziom ochrony $U_P < 1,5kV$, np. Dehn DGM TNS 275, EATON SPB 12/280 lub jego odpowiednik. Ochronnik zostanie zainstalowany w rozdzielni budynkowej. Należy bezwzględnie pamiętać o uziemieniu falownika z przewodem PE.

3.10 System ochrony od porażen

Dla prawidłowej pracy odpowiedni zacisk falownika należy połączyć z zaciskiem PE.

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim – podstawowa jest realizowana przez zastosowanie izolowania części czynnych, to jest przez odpowiednio dobraną izolację przewodów i obudów aparatów i urządzeń elektrycznych certyfikowanych znakiem CE.

Jako ochronę przy uszkodzeniu - dodatkową zastosowano samoczynne wyłączenie zasilania wyłącznikiem i zabezpieczeniami falownika. Ochronę uzupełniającą zapewnia wbudowany system ochrony od porażen falownika na poziomie wyłącznika różnicowo-prądowego typu B.

Ochrona przy uszkodzeniu przez zastosowanie samoczynnego wyłączenia zasilania jest realizowana przez:

- wyłączniki instalacyjne (wyłączniki typu B z wyzwaczami nadprądowymi) na wyjściu falownika
- system ochrony przeciwporażeniowej falownika – falownik jest zabezpieczony przed doziemieniami i zwarciami poprzez wbudowane systemy bezpieczeństwa zasilania..

Ochrona dodatkowa jest w tym przypadku również realizowana poprzez wbudowany system ochrony od porażenia falownika w standardzie wyłącznika różnicowo-prądowego typu B.

3.11 Wykonanie robót

Wszystkie prace należy wykonywać stosując się do podanych poniżej uwag:

Poniższe uwagi dotyczą wszystkich robót elektrycznych:

- Należy skrupulatnie przestrzegać kolorystycznego oznakowania żył przewodowych i kabli (również w obrębie rozdzielnic). Przewód zerowy (N) musi posiadać izolację koloru jasnoniebieskiego, a przewód ochronny (PE) – żółto-zielonego.
- W żadnym miejscu instalacji przewód zerowy (N) i przewód ochronny (PE) nie mogą być połączone.
- Wszystkie urządzenia i sprzęt, których konstrukcja wykonana jest z metalu lub zawierają one elementy metalowe, na których w przypadku uszkodzenia może pojawić się napięcie, muszą być obowiązkowo przyłączone do przewodu ochronnego PE.
- Dla przewodów i kabli przeznaczonych do ułożenia należy stosować trasy pionowe i poziome. W myśl tego doprowadzenie przewodów należy wykonać pod kątem prostym. Skośnie przeprowadzone kable, przewody i puste rury nie zostaną odebrane jako prawidłowo wykonane.

Lokalne tablice i rozdzielnice należy wykonać w oparciu o typowe obudowy z tworzyw sztucznych wyposażone w aparaturę o dużej niezawodności działania np. Moeller, Legrand, Schrack, ABB lub równorzędne posiadające certyfikat CE.