



COREMATIC
ul. Lipowa 14
44-100 Gliwice
tel./fax 0 (prefix) 32-7505268
e-mail: biuro@corematic.net
www.corematic.net

METRYKA PROJEKTU

INWESTYCJA:	TERMOMODERNIZACJA BUDYNKU MIEJSKIEJ BIBLIOTEKI PUBLICZNEJ W PODKOWIE LEŚNEJ
INWESTOR:	MIASTO PODKOWA LEŚNA UL. AKACJOWA 39/41 05-807 PODKOWA LEŚNA
TEMAT OPRACOWANIA:	<u>INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA</u> <u>PV O MOCY 3,44 kWp</u>
OBIEKT:	MIEJSKA BIBLIOTEKA PUBLICZNA UL. BŁOŃSKA 50 05-807 PODKOWA LEŚNA
NR DZIAŁEK:	141, OBRĘB PODKOWA LEŚNA
JEDNOSTKA PROJEKTOWA:	COREMATIC – JAROSŁAW PIERZCHAWKA UL. LIPOWA 14 44-100 GLIWICE
STADIUM:	<u>PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY</u>
PROJEKTOWAŁ: mgr inż. Jan Traczyk upr. nr 20/93/Op	
OPRACOWAŁ: mgr inż. Jarosław Pierzchawka	

Gliwice, lipiec 2017 r.

Gliwice, 15.07.2017 r.

<i>Imię Nazwisko</i>	<i>uprawnienia</i>	<i>nr członkowski izby</i>
Projektował:		
mgr inż. Jan Traczyk	20/93/Op	OPL/IE/0137/03

Oświadczenie projektanta

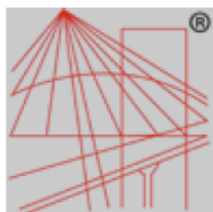
Zgodnie z art.20 ust.4 Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane (tj. Dz.U. Nr 207 z 2003 r. Poz. 2016 z póź. zm.) niniejszym oświadczam, że projekt budowlano-wykonawczy pn.:

TERMOMODERNIZACJA BUDYNKU MIEJSKIEJ BIBLIOTEKI PUBLICZNEJ
W PODKOWIE LEŚNEJ - **INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA PV O MOCY 3,44 kW**

sporządzony w: lipiec, 2017 r.

dla: MIASTO PODKOWA LEŚNA
 UL. AKACJOWA 39/41
 05-807 PODKOWA LEŚNA

został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.



P O L S K A
I Z B A
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

OPL-HJM-XJ6-QGZ *

Pan JAN TRACZYK o numerze ewidencyjnym OPL/IE/0137/03

adres zamieszkania ul. PIASTOWSKA nr 7 m. 4, 47-200 KĘDZIERZYN - KOŹLE

jest członkiem Opolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2018-02-28.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2017-02-20 roku przez:

Adam Rak, Przewodniczący Rady Opolskiej 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 równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* 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.

Urząd Wojewódzki w Opolu
Wydział Gospodarki Przestrzennej
45-082 Opole, ul. Piastowska 14
skrytka pocztowa 8
Nr ewid. 20/93/DP

Opole, 11.02.93

STWIERDZENIE PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO
DO PEKNIENIA SAMODZIELNYCH FUNKCJI TECHNICZNYCH W BUDOWNICTWIE

Na podstawie § 4 ust.2, § 7, § 13 ust.1 pkt.4 lit.d
rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia
20 lutego 1975r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie
(Dz.U.Nr 8, poz.46) stwierdza się, że:

Obywatel/ka: TRACZYK Jan

mgr inż. transportu

urodzony/a/ dnia: 28 stycznia 1955r.

posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnej

funkcji projektanta

w specjalności instalacyjno-inżynieryjnej

w zakresie instalacje elektryczne

Obywatel/ka TRACZYK Jan jest upoważniony/a/ do:

- 1/ sporządzania projektów instalacji elektrycznych,
- 2/ w budownictwie jednorodzinnym, zagrodowym oraz innych budynków o kubaturze do 1000 m³ - do kierowania, nadzorowania i kontrolowania budowy, kierowania i kontrolowania wytwarzania konstrukcyjnych elementów instalacji oraz kontrolowania stanu technicznego instalacji elektrycznych.-



Z up. Wojewody Opolskiego
Główny Architekt Wojewódzki

Maciej Mazurek
mgr inż. arch. Maciej Mazurek

Spis treści

1. WSTĘP.....	6
1.1. Przedmiot opracowania	6
1.2. Podstawa opracowania	6
1.3. Wstępne założenia.....	8
2. INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA.....	8
2.1. Rozmieszczenie instalacji fotowoltaicznej.....	8
2.2. Moduły fotowoltaiczne	9
2.3. Inwerter (przetwornica).....	10
2.4. Rozdzielnica RGF	11
3. OKABLOWANIE	12
4. CZĘŚĆ OBLICZENIOWA.....	12
4.1. Zabezpieczenie strona stałoprądowa DC	12
4.2. Zabezpieczenie inwertera	13
4.3. Dobór kabli AC	14
5. OCHRONA PRZEPIĘCIOWA INSTALACJI	15
6. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA I PPOŻ	16
7. OCHRONA LPS (ODGROMOWA)	16
8. POMIARY	16
9. DIAGNOSTYKA USZKODZEŃ SYSTEMU FOTOWOLTAICZNEGO.....	16
10. UKŁAD POMIAROWY I MONITORING.....	17
11. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW PODSTAWOWYCH	18
12. SYMULACJA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ	19
13. SPIS RYSUNKÓW	22

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlano-wykonawczy instalacji fotowoltaicznej o mocy 3,44 kWp, która pracować będzie na potrzeby Miejskiej Biblioteki Publicznej w Podkowie Leśnej. Budowa instalacji polegać będzie na montażu na dachu budynku biblioteki z ustawieniem w kierunku południowym, 8 szt. modułów fotowoltaicznych o łącznej mocy 3,44 kWp. W szczególności zakres robót obejmuje:

- montaż systemowych konstrukcji nośnych modułów PV na dachu płaskim,
- montaż ogniw fotowoltaicznych w ilości 8 szt.,
- montaż inwertera,
- podłączenie przewodów elektrycznych do aparatów,
- montaż instalacji elektrycznej,
- instalacja odgromowa/ uziemienia.

1.2. Podstawa opracowania

- Wizja lokalna,
- Ustalenia z Inwestorem,
- „Audyt energetyczny budynku Biblioteki w Podkowie Leśnej, Podkowa Leśna 05-807, ul. Błońska 50” wykonany przez firmę Certowizja - Jerzy Wacholski, styczeń 2016,
- Wytyczne producentów urządzeń,
- Obowiązujące przepisy i normy, w tym m.in.:
 - Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. z 2002 r. Nr 147 poz. 1229 z późniejszymi zmianami),
 - Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane (t.j. Dz.U. z 2013 r. poz. 1410 z późniejszymi zmianami),
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2002 r. Nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami),
 - Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. z 2010 r. Nr 109 poz. 719),

- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2006 r. w sprawie wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczeni tych wyrobów do użytkowania (Dz.U. z 2006 r. Nr 143 poz. 1002),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz.U. z 2004 r. Nr 198 poz. 2041),
- PN-IEC 60364-1:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Zakres, przedmiot i wymagania podstawowe.
- PN-IEC 60364-5-51:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Postanowienia ogólne.
- HD 384/HD 60364 PN-IEC 60364:1999 (norma wieloczęściowa) Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
- Zespół norm PN-IEC 62104. Ochrona odgromowa obiektów budowlanych,
- PN-EN ISO 9488:2002 Energia słoneczna - Terminologia.
- PN-EN 61173:2002 Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej - Przewodnik.
- PN-EN 61194:2002 Parametry charakterystyczne autonomicznych systemów fotowoltaicznych (PV).
- PN-EN 61215:2005 Moduły fotowoltaiczne (PV) z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych - Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu. (j.ang.)
- PN-EN 61730-1:2007 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) - Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji. (j.ang.)
- PN-EN 61730-2:2007 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) - Część 2: Wymagania dotyczące badań. (j.ang.)
- PN-EN 62093:2005 Elementy uzupełniające w systemach fotowoltaicznych – Założenia kwalifikacyjne dla środowiska naturalnego. (j.ang.)
- PN-EN 62108:2008 Moduły fotowoltaiczne oraz systemy z koncentratorami światła (CPV) - Kwalifikacja konstrukcji i zatwierdzenie typu. (j.ang.)
- PN-EN 62124:2005 Systemy fotowoltaiczne (PV) wolnostojące - Weryfikacja projektu. (j.ang.)

- ICE 60364-7-712:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.

1.3. Wstępne założenia

Projektuje się zabudowę modułów fotowoltaicznych na dachu budynku biblioteki. Ze względu na techniczne możliwości zabudowy modułów fotowoltaicznych na dachu, także biorąc pod uwagę bieżące zużycie energii elektrycznej w budynku, zaprojektowane panele fotowoltaiczne dostarczą moc:

- 8 szt. x 430 W = 3,44 kWp

Szacunkowa roczna produkcja energii elektrycznej przez instalację fotowoltaiczną wyniesie 3066 kWh.

Porównanie wielkości zapotrzebowania na energię z możliwościami produkcyjnymi instalacji fotowoltaicznej pozwala stwierdzić, że wytworzona energia elektryczna w całości zostanie zużyta na potrzeby własne obiektu. Nie projektuje się magazynowania nadwyżki wyprodukowanej energii elektrycznej. Projektuje się włączenie instalacji fotowoltaicznej do rozdzielni niskiego napięcia znajdującej się w budynku.

Projektowane moduły fotowoltaiczne połączone zostaną systemem mieszanym (szeregowo-równoległe) w łańcuchy (stringi). Do połączenia elektrycznego modułów zastosowane będą kable solarne odporne na promieniowanie UV. Łańcuchy wytwarzać będą napięcie prądu stałego DC.

2. INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA

2.1. Rozmieszczenie instalacji fotowoltaicznej

Projektowana instalacja fotowoltaiczna zabudowana będzie na dachu budynku. Instalacja zbudowana zostanie z 8 modułów o łącznej mocy 3,44 kWp. Dach budynku, na którym zamontowane zostaną moduły zorientowany jest w kierunku południowym.

Projektuje się montaż modułów fotowoltaicznych z zastosowaniem konstrukcji systemowych wsporczych dla dachów płaskich. Łączna powierzchnia brutto projektowanych paneli wynosi 20,51 m².

2.2. Moduły fotowoltaiczne

Projektowane moduły fotowoltaiczne połączone zostaną systemem mieszanym (szeregowo-równoległe) w łańcuchy (stringi). Do połączenia elektrycznego modułów należy zastosować kable solarne odporne na promieniowanie UV o przekroju min. 4 mm². Łańcuchy wytwarzać będą napięcie prądu stałego DC. Zastosowanie do produkcji modułu komponentów wysokiej jakości pozwala na uzyskiwanie większej ilości energii i gwarantuje długą żywotność urządzenia. Moduł projektowany do wykorzystania pokryty jest szkłem hartowanym, o niskiej zawartości żelaza, z powłoką antyrefleksyjną.

Jako źródło energii odnawialnej w projektowanej instalacji fotowoltaicznej zastosowanych zostanie 8 modułów fotowoltaicznych o mocy 430 Wp każdy. Moduły zostaną podzielone na sekcje zgodnie z wielkością opisanego w dalszej części falownika sieciowego, do którego zostaną podłączone panele PV. Podstawowym elementem instalacji są moduły fotowoltaiczne o mocy 430 Wp, których parametry techniczne muszą spełniać wszystkie normy jakościowe obowiązujące w krajach UE. Obudowa modułu musi być wykonana z anodowanego aluminium. Panel wyposażony w kable ze spolaryzowanymi złączami odpornymi na warunki atmosferyczne. Wymiary przyjętego do projektu modułu 1960x1308x40mm; waga: ok. 35 kg. Panel posiada zabezpieczenie w postaci diod bocznikująco-blokujących mających na celu ochronę przed przepływem prądu wstecznego co w przypadku zacinienia części ogniw, pozwoli uniknąć odcięcia całego łańcucha paneli (string).

Moduły PV zostaną podzielone na sekcje. Następnie sekcje główne zostaną podzielone na sekcje robocze dołączane do falownika. Panele w sekcjach roboczych zostaną połączone szeregowo. Panele fotowoltaiczne zostały rozmieszczone w następujący sposób:

- Inwerter nr. 1 (3000W):
 - wejście A: 1 x 8 szt;

Łącząc moduły fotowoltaiczne w łańcuchy należy unikać tworzenia pętli przewodów, w których mogłoby się indukować napięcie. W celu uniknięcia wewnętrznej indukcji należy prowadzić przewód dodatni blisko ujemnego, czasem kosztem zużycia dodatkowego przewodu.

Na wyjściu inwertera będzie napięcie prądu zmiennego AC o wartości 230/400 V. Do przesyłu informacji i sterowania inwerterem projektuje się kabel Ethernet UTP kat. 5.

Z inwertera prąd przesłany zostanie do rozdzielnic instalacji fotowoltaicznej, a następnie doprowadzony będzie do rozdzielnic niskiego napięcia.

Minimalne parametry modułu fotowoltaicznego o mocy 430 Wp w warunkach STC (natężenie nasłonecznienia 1000 W/m^2 , temperatura ogniwa $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$, liczba masowa atmosfery AM 1,5).

Podstawowe parametry przyjętego modułu 430 Wp:

- napięcie nominalne	U_{mppt}	49.20 V
- prąd nominalny	I_{mppt}	8.74 A
- napięcie rozwarcia	U_{oc}	61.29 V
- prąd zwarciov	I_{sc}	9.24 A
- tolerancja wyjściowa	-	+5 W
- liczba diod bypass	-	4 szt.
- wytrzymałość na obciążenia statyczne	-	5400 Pa
- współczynnik efektywności modułu	-	16.8 %

2.3. Inwerter (przetwornica)

Dla uzyskania odpowiedniej charakterystyki wyjściowej do instalacji projektuje się zastosowanie trójfazowego inwertera o mocy 3.0 kW. Energia prądu stałego generowana przez panele fotowoltaiczne jest zamieniana w przekształtniku beztransformatorowym na energię prądu zmiennego o wartości napięcia 230/400 V. Parametry wyjściowe będą zgodne z aktualnymi parametrami sieci wewnętrznej, do której wpięte będzie wyjście instalacji. W przypadku zaniku prądu w sieci publicznej instalacja fotowoltaiczna nie będzie generowała prądu (zabezpieczenie anty-wyspowe). Łączenia poszczególnych modułów fotowoltaicznych do inwertera zostaną zrealizowane za pomocą kabli o odpowiednim przekroju.

Projektowany falownik posiadać będzie fabrycznie zintegrowaną ochronę przetężeniową po stronie DC oraz ochronę przed zamianą biegunów. W przypadku przeciążenia nastąpi automatyczne przesunięcie punktu pracy i obniżenie mocy produkowanej.

Ochronę przed wyindukowanymi przepięciami spowodowanymi wylądowaniami atmosferycznymi zaprojektowano w oparciu o dedykowane ochronniki przepięciowe zabudowane w falownikach, jako ich fabryczne wyposażenie a także zewnętrzne ochronniki dodatkowo ochraniające układ filtrów falownika. Odgromniki zewnętrzne należy montować w obwodach instalowanych przy falownikach. Podstawowe parametry przyjętego inwertera o mocy 3.0 kW:

- Wejście DC:

- Moc nominalna DC	3 000 W
--------------------	---------

- Maksymalne napięcie wejścia 1000 V
- Zakres napięcia 20 0 V – 800 V / 595 V
- Minimalne napięcie wejściowe 150 V
- Maksymalny prąd wejściowy wej.A 16 A
- Ilość niezależnych wejść MPP 1
- Liczba wejść DC na każdy MPP 3
- Wyjście AC:
 - Moc maksymalna 3 000 W
 - Maksymalna mocy wyj. 3 000 VA
 - Częstotliwość 50 Hz, 60 Hz / -5 Hz ... +5 Hz
 - Nominalne napięcie 230 / 400 V
 - Maksymalny prąd wyjścia 4.3 A
 - Ilość faz 3
 - Sprawność maksymalna/europejska 98.0 % / 96.5 %.
 - Stopień ochrony (wg IEC 60529) IP 65
 - Dopuszczalna wilgotność powietrza 0 ÷ 100 %
 - Okres gwarancji: 5 lat

Deklaracje zgodności:

EN 62109-1:2010, EN 62109-2:2011EN, 61000-6-2:2005+AC:2005, EN 61000-6-3:2007+A1:2011+AC:2012, EN 55011:2016, EN 50364:2010

Po zainstalowaniu falownika należy go uziemić za pomocą przewodu LgY 6 mm².

2.4. Rozdzielnica RGF

W projektowanej rozdzielniczy RGF instalacji fotowoltaicznej znajdować się będą zabezpieczenia kabli zasilających od inwerterów, ochronniki przepięciowe, rozłącznik, wyłącznik nadprądowy, styczniki oraz układ pomiarowy zliczający ilość wyprodukowanej energii.

Rozdzielnicę RGF należy wykonać w obudowach o stopniu ochrony IP65, odpornych na warunki atmosferyczne, przystosowanych do montażu wewnątrz budynku.

Z rozdzielniczy RGF prąd doprowadzony zostanie do rozdzielniczy nN kablami typu YKY o przekrojach podanych w części rysunkowej dokumentacji.

3. OKABLOWANIE

Okablowanie prowadzić nad powierzchnią dachu w rurach osłonowych pod konstrukcjami nośnymi modułów. Okablowanie mocować do konstrukcji plastikowymi opaskami zaciskowymi w sposób uniemożliwiający kontakt z powierzchnią pod panelami. W celu zminimalizowania strat mocy w przewodach, poszczególne moduły w obwodzie każdego łańcucha należy rozmieszczać w miarę możliwości jak najbardziej równomiernie.

Kable zostaną sprowadzone od inwertera w kierunku rozdzielni budynku po dachu w rurach osłonowych i następnie do miejsca wpięcia instalacji do głównej tablicy rozdzielczej budynku z wykorzystaniem prefabrykowanych rur spustowych z PCV.

Połączenia kablowe od falownika do rozdzielnic fotowoltaicznej należy wykonać kablami YKY o przekrojach żył roboczych $5 \times 2,5 \text{ mm}^2$. Natomiast połączenie rozdzielnic głównej fotowoltaicznej z rozdzielnią główną w budynku należy wykonać za pomocą kabli YKY o przekroju $5 \times 2,5 \text{ mm}^2$ dla odległości do 50 m.

4. CZĘŚĆ OBLICZENIOWA

4.1. Zabezpieczenie strona stałoprądowa DC

Przy zabezpieczaniu przed prądami wstecznymi w systemach PV najważniejszy jest dobór prawidłowego typu bezpiecznika – o charakterystyce gPV, który został wprowadzony przez normę IEC 60269-6. Oprócz prawidłowo dobranej charakterystyki, również bardzo ważne jest prawidłowe napięcie znamionowe bezpiecznika, które powinno być wyższe niż najwyższe napięcie w systemie PV. Przy wyborze poziomu prądu znamionowego bezpiecznika musi być spełniona zależność:

$$\frac{I_{sc}}{k} * 1,4 \leq I_n \leq \frac{I_{sc}}{k} * 2,4$$

Gdzie:

I_n – prąd znamionowy bezpiecznika,

I_{sc} – prąd zwarcia łańcucha modułów,

k – współczynnik korygujący w zależności od temperatury

W izolowanym systemie PV (najczęściej stosowanym) po stronie DC należy instalować bezpieczniki zarówno w biegunie „+”, jak i „-”, co jest niezbędne w przypadku wystąpienia podwójnego zwarcia doziemnego.

Bezpieczniki po stronie DC muszą mieć napięcie znamionowe spełniające warunek:

$$U_n \geq U_{oc} * 1,2$$

Gdzie:

U_n – napięcie znamionowe bezpiecznika,

U_{oc} – napięcie obwodu otwartego łańcucha modułów,

Dobór bezpieczników topikowych gPV:

$$9,24 * 1,4 \leq I_n \leq 9,24 * 2,4$$

$$12,94 [A] \leq I_n \leq 22,17 [A]$$

$$12,94 [A] \leq 15 [A] \leq 22,17 [A]$$

$$U_n \geq U_{oc} * 1,2$$

$$U_n \geq 61,29[V] * 8[\text{modułów}] * 1,2$$

$$U_n \geq 588,38 [V]$$

Przyjmuje się po stronie DC zabezpieczenie topikowe 15 A o napięciu znamionowym 600 V.

4.2. Zabezpieczenie inwertera

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$I_n \geq 1,25 \cdot I_B$$

Długotrwała obciążalność prądowa przewodu:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_Z \geq \frac{k_2 \cdot I_n}{1,45}$$

gdzie: I_Z - długotrwała obciążalność prądowa przewodu.

Dla wyłączników nadprądowych przyjmuje się 1,45.

Dla wkładek bezpiecznikowych przyjmuje się 1,6 – 2,1.

Obliczenia dla inwertera 3,0 kW:

$$I_B = \frac{3\,000}{\sqrt{3} * 0,9 * 400} = \frac{3\,000}{623,538} = 4,81 [A]$$

$$I_n \geq 1,25 \cdot 4,81$$

$$I_n \geq 6,00 A$$

Zaleca się wykorzystanie zabezpieczenia nadprądowego o charakterystyce C (3P+N C 6A).

4.3. Dobór kabli AC

Obciążalność prądowa kabla dla obwodu trójfazowego:

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} * \cos \varphi * U_n}$$

Gdzie:

I_B - obliczeniowy prąd obciążenia kabla [A]

P - moc czynna obciążenia przewodu lub kabla [W]

$\cos \varphi$ - współczynnik mocy

U_n - napięcie międzyfazowe [V]

Warunek spadku napięcia:

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U_{n1}^2}$$

Gdzie: P – Moc czynna obciążenia przewodu lub kabla [kW]

L – Długość przewodu [m]

s – przekrój przewodu [mm²]

γ – konduktywność przewodu

(dla miedzi 56 [m/(Ω*mm²)]; dla aluminium 34 [m/(Ω*mm²)])

U_{n1}^2 – napięcie międzyfazowe.

Prąd obciążenia przewodu (dla obwodu trójfazowego):

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} * \cos \varphi * U_n}$$

Gdzie:

I_B - Obliczeniowy prąd obciążenia przewodu/kabla [A]

P - Moc czynna obciążenia przewodu lub kabla [W]

$\cos \varphi$ - współczynnik mocy [-]

U_n - napięcie międzyfazowe [V]

Obliczenia dla inwertera (3,0 kW)

- Prąd obciążenia przewodu:

$$I_B = \frac{3\,000}{\sqrt{3} * 0,9 * 400} = \frac{3\,000}{623,538} = 4,81 [A]$$

- Warunek spadku napięcia:

$$\Delta U = 0,030\%$$

Obliczenia wykonano dla przewodu YKY o przekroju żył roboczych $2,5 \text{ mm}^2$ i odległości do 2 m.

Obliczenia dla połączenia RGF z RG

- Prąd obciążenia przewodu:

$$I_B = \frac{3\,000}{\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 400} = \frac{3\,000}{623,538} = 4,81 \text{ [A]}$$

- Warunek spadku napięcia:

$$\Delta U = 0,849\%$$

Obliczenia wykonano dla przewodu YKY o przekroju żył roboczych $2,5 \text{ mm}^2$ i odległości do 50 m.

Łączny spadek napięcia po stronie AC dla dobranych przekrojów przewodów wynosi 0,879% dla łącznej odległości przewodów do 52 m.

Ze względu na prąd obciążenia i warunek spadku napięcia dobrano minimalne przekroje przewodów:

- Połączenia kablowe od inwertera (3,0 kW) do rozdzielnicy głównej fotowoltaicznej należy wykonać kablem YKY o przekroju żył roboczych $2,5 \text{ mm}^2$ dla odległości do 2 m.
- Połączenie rozdzielnicy głównej fotowoltaicznej z rozdzielnią główną w budynku należy wykonać za pomocą kabli YKY o przekroju $2,5 \text{ mm}^2$ dla odległości do 50 m.

5. OCHRONA PRZEPIĘCIOWA INSTALACJI

Do ochrony przeciwprzepięciowej należy zastosować ograniczniki przepięć zarówno po stronie AC, jak i DC typu I+II, połączone z szyną wyrównania potencjałów przewodem Cu o średnicy co najmniej 6 mm^2 . Dodatkowo wykonać połączenie wyrównawcze między szynami konstrukcji wsporczej modułów drutem aluminiowym o średnicy minimum 10 mm^2 . Konstrukcję wsporczą połączyć z szyną wyrównania potencjałów przewodem miedzianym o średnicy 16 mm^2 .

Ochrona przeciwprzepięciowa - ograniczniki przepięć SPD typ I+II (B+C) dla 8 modułów w rzędzie:

$$U_c \geq 1,2 \cdot U_{oc} \cdot stc$$

$$U_c \geq 1,2 \cdot 61,29 \cdot 8$$

$$U_c \geq 588,39 \text{ [V]}$$

6. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA I PPOŻ

Instalacja fotowoltaiczna pracować będzie w układzie TN-S. Ochrona podstawowa, ochrona przed dotykiem bezpośrednim realizowana będzie przez izolowanie części czynnych (izolacja podstawowa) oraz stosowanie obudów i osłon zastosowanych urządzeń o stopniu ochrony co najmniej IP44. Ochrona przeciwporażeniowa dodatkowa spełniona zostanie przez zastosowanie wyłączników nadprądowych.

W celu zapewnienia dodatkowej ochrony przed dotykiem pośrednim projektuje się zastosowanie wyłączników różnicowo-prądowego z wyzwaczem nadprądowym zlokalizowanym w rozdzielni głównej obiektu..

7. OCHRONA LPS (ODGROMOWA)

Zakłada się, że wszystkie części instalacji fotowoltaicznej posiadać będą ochronę odgromową. Realizowana ona będzie przez zastosowanie układu zwodów pionowych (iglic) z drutu ocynkowanego Ø 18-10 mm, obejmującym swoim obszarem ochronnym pole instalacji na dachu budynku. Zwody pionowe instalacji fotowoltaicznej należy podłączyć do istniejącego otoku budynku. Dodatkowo inwerter będzie posiadać ochronniki przepięciowe. Do elementów wymagających ochrony, prac antykorozyjne należy wykonać zgodnie z wymaganiami normy PN -71/E-97053, 79/H-97070, 93/E - 04500 oraz N SEP - E - 001. Konstrukcje winny być zabezpieczone antykorozyjnie przez cynkowanie na gorąco. Przewody uziemiające wprowadzane do gruntu powinny być pokryte warstwa nie przepuszczająca wilgoci np. masa asfaltowa.

8. POMIARY

Po dokonaniu prac montażowych przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać pomiary:

- Stanu izolacji kabli zasilających,
- Rezystancji uziemienia,
- Inne wymagane przepisami badania i pomiary.

9. DIAGNOSTYKA USZKODZEŃ SYSTEMU FOTOWOLTAICZNEGO

W przypadku wystąpienia uszkodzenia modułu (-ów) fotowoltaicznego nie występuje potrzeba demontażu większej ilości modułów. Z uwagi na topologię całego systemu w łatwy sposób można zlokalizować łańcuch, w którym znajduje się uszkodzony moduł(-y). Dane pomiarowe uzyskiwane z falownika pozwalają na porównanie chwilowych wartości parametrów falownika ze sobą oraz z wartościami teoretycznymi. W przypadku uszkodzenia modułu (-ów) występujący spadek mocy falownika (-ów) zostanie zauważony, a w toku odpowiednich pomiarów możliwe będzie określenie położenia uszkodzonego elementu.

10. UKŁAD POMIAROWY I MONITORING

Projektuje się monitoring parametrów pracy instalacji fotowoltaicznej oparty na rejestratorze danych wbudowanym w inwerter. Wymiana informacji następować będzie przewodowo poprzez sieć wewnętrzną. Do systemu przekazywane będą informacje o pracy systemu, ilości wyprodukowanej energii oraz przypadkach awarii systemu. Inwerter należy połączyć z centralną jednostką sterującą przewodami sygnałowymi.

11. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW PODSTAWOWYCH

L.p.	Wyszczególnienie	ilość
1	Ogniwa monokrystaliczne zgodne ze specyfikacją opisu technicznego	8 szt.
2	Konstrukcja wsporcza pod zabudowę modułów na dachu płaskim	8 kpl.
3	Kabel solarny do połączeń modułów ze skrzynką przyłączeniową (długość do zweryfikowania w zależności od dostawcy systemu) 6 mm ²	30 m
4	Puszka przyłączeniowa po stronie DC zgodnie ze specyfikacją opisu technicznego	1 szt.
5	Inwerter 3,0 kW (parametry zgodne ze specyfikacją opisu technicznego)	1 kpl.
6	Puszka przyłączeniowa po stronie AC zgodnie ze specyfikacją opisu technicznego	2 szt.
7	Szafa RFG IP65 IK10/1000V DC	1 szt.
8	Szafa RFG IP44 IK10 400/230V AC	1 szt.
9	Korytka kablowe z pokrywą 25mm odporne na promienie UV	30 m
10	Konstrukcja wsporcza do zabudowy inwertera oraz skrzynek przyłączeniowych po stronie AC i DC	2 kpl.
	Linia zasilająca	
1	Kabel elektroenergetyczny 0,6/1kV YKYżo 5x2,5 mm ²	20 m
2	Rura osłonowa kabla do prowadzenia na tynku	10 m
3	Oznaczniki kablowe, elementy drobne	Wg zapotrzebowania
	Instalacja odgromowa, uziemiająca i wyrównania potencjałów	
1	Kabel LGyżo 16mm ²	20 m
2	Przewód stalowy ocynkowany 8 mm	40 m
3	Złącze probiercze	2 szt.
4	Iglica ochronna fi 18-10 mm; h=3,0 m; z podstawą betonową	2 szt.

UWAGA:

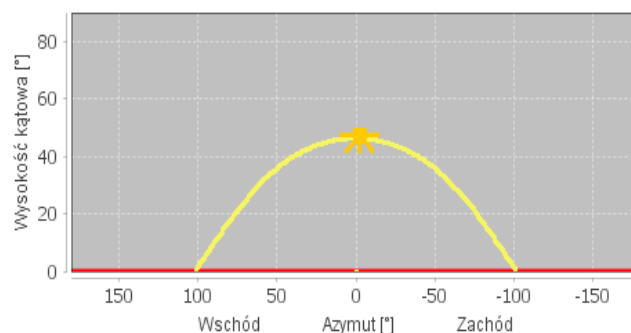
Przedstawione w dokumentacji projektowej wskazania na schematy i materiały z podaniem producenta należy traktować jako przykładowe - ze względu na uregulowania ustawy Prawo Zamówień Publicznych, a zwłaszcza art.29 do 31. Wynika z niego prawo projektanta do skróconego podania charakterystyk technicznych poprzez podanie symbolu handlowego, co wcale nie oznacza konkretnego producenta wyrobu. Zapis ten jest pomocny wykonawcy proponować inne niż wyszczególnione w dokumentacji rozwiązania z zachowaniem odpowiednich, równoważnych parametrów technicznych z zapewnieniem uzyskania wszelkich wymaganych uzgodnień w tym również zgody przedstawicieli Inwestora i Biura Projektowego.

12. SYMULACJA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Przegląd fotowoltaiki (roczne wartości)

Całkowita powierzchnia brutto
Produkcja energii DC [Qpvf]
Produkcja energii AC [Qinv]
Całkowita moc znamionowa pola (powierzchni) generatora
Współczynnik wydajności
Właściwy uzysk roczny
Nieźrównoważenie międzyfazowe
Energia bierna [Qinvr]
Energia pozorna [Qinva]
Redukcja CO2

Linia horyzontu



Dane meteorologiczne-Przegląd

Średnia temperatura zewnętrzna	9,3 °C
Promieniowanie całkowite, suma roczna	1 075 kWh/m ²
Promieniowanie rozproszone, suma roczna	568 kWh/m ²

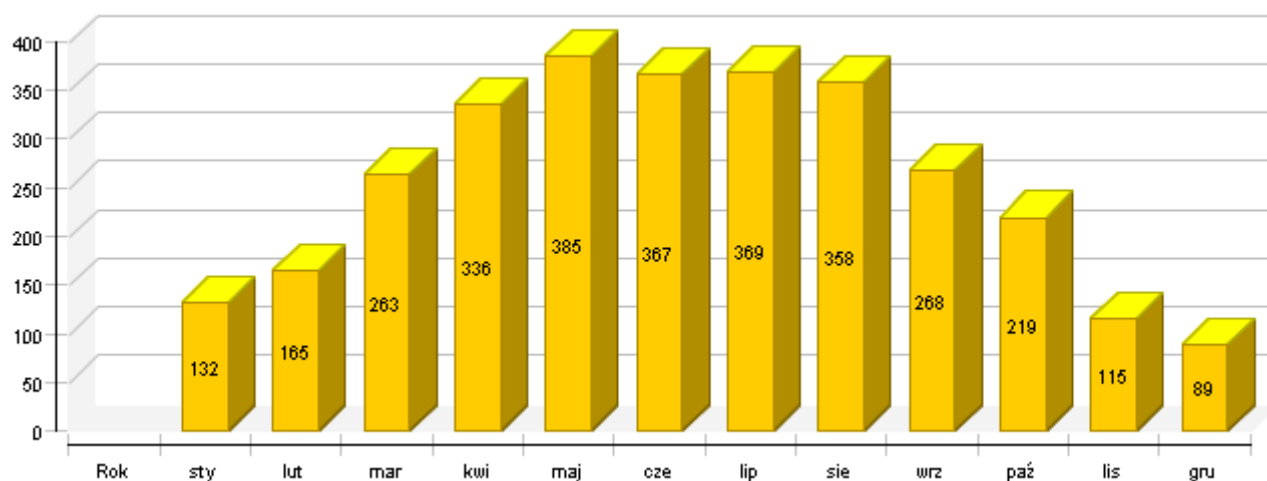
Przegląd komponentów (wartości roczne)

Fotowoltaika Roof plan	430 Wp	
Producent		Przykład
Źródło danych		Przykład
Ilość modułów		8
Ilość modułów (układ)		8
Całkowita moc znamionowa pola (powierzchni) generatora	kW	3,44

Całkowita powierzchnia brutto	m ²	20,48
Inwerter 1: Nazwa		3kW
Producent		Przykład
Inwerter 1: Ilość faz		3
Układ 1: ilość inwerterów		1
Układ 1: cos phi		1
Układ 1: A liczba stringów		1
Układ 1: A moduły w stringu		8
Układ 1: A orientacja	°	0
Układ 1: A kąt pochylenia	°	35
Układ 1: B liczba stringów		10
Układ 1: B moduły w stringu		0
Układ 1: B orientacja	°	0
Układ 1: B kąt pochylenia	°	35
Producent		Przykład
Producent		Przykład
Całkowita moc nominalna wszystkich inwerterów	kVA	3
Produkcja energii DC [Qpvf]	kWh	3 204
Produkcja energii AC [Qinv]	kWh	3 067
Właściwy uzysk roczny	kWh/kWp/a	892
Energia bierna [Qinvr]	kvarh	0
Energia pozorna [Qinva]	kVAh	3 067
Straty na przewodzie [Qcbl]	kWh	24
Obniżenie parametrów inwertera [Qderi]	kWh	0
Straty obniżenia parametrów [Qder]	kWh	0
Sieć zewnętrzna	Trzyfazowy (230V/400V, 50 Hz, WYE)	
Sieć zewnętrzna		Trzyfazowy (230V/400V, 50 Hz, WYE)
Napięcie nominalne	V	400
Częstotliwość nominalna	Hz	50
Zasilanie		tak
Ograniczenie mocy Feed-In		nie

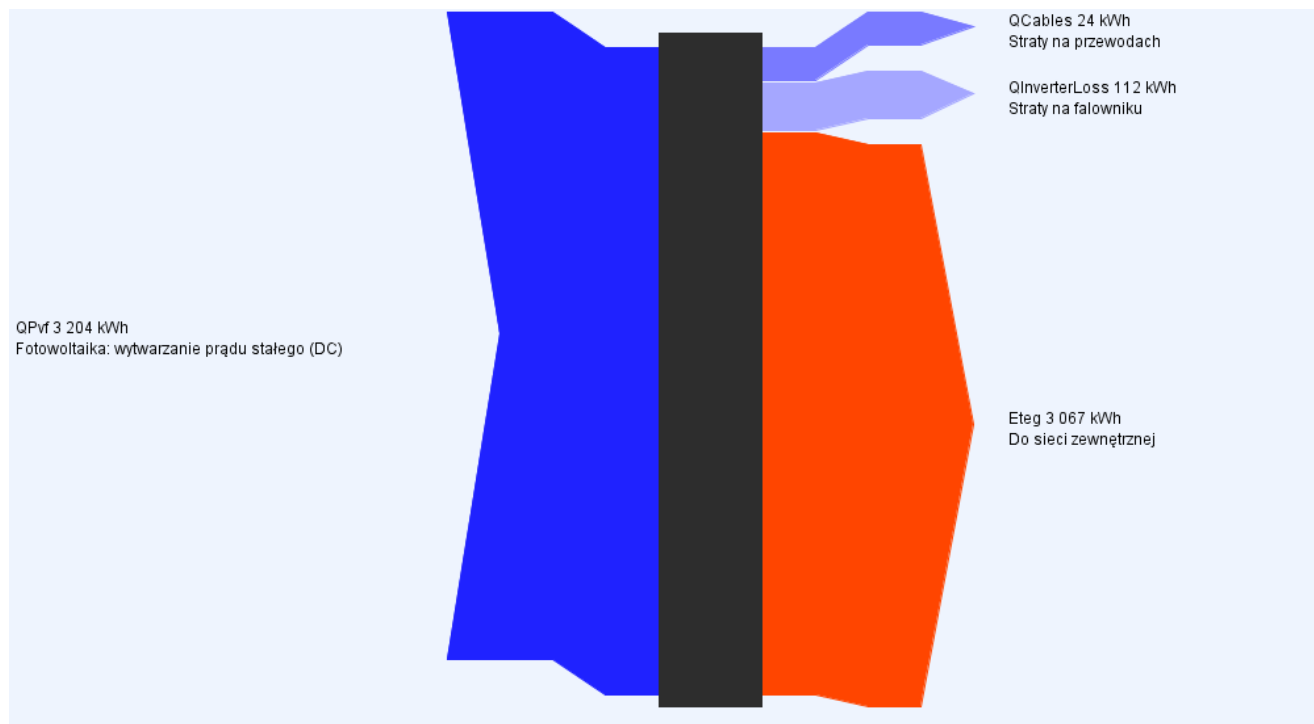
Wydajność ogniwa fotowoltaicznego AC (prąd zmienny) [Q_{inv}]

kWh



Rok	sty	lut	mar	kwi	maj	cze	lip	sie	wrz	paź	lis	gru
Wydajność ogniwa fotowoltaicznego DC (prąd stały) [Q_{pvf}]												
kWh	3204	139	173	275	349	401	383	385	373	280	229	95
Promieniowanie na powierzchnię modułu [E_{sol PV}]												
kWh	26036	1056	1330	2140	2801	3313	3191	3249	3144	2290	1836	731
Wydajność ogniwa fotowoltaicznego AC (prąd zmienny) [Q_{inv}]												
kWh	3067	132	165	263	336	385	367	369	358	268	219	89

Wykres przepływu energii (bilans roczny)



13. SPIS RYSUNKÓW

Rys. nr 1. Schemat instalacji fotowoltaicznej o mocy 3,44 kWp.....	23
Rys. nr 2. Plan rozmieszczenia instalacji PV na dachu budynku	24