



COREMATIC
ul. Lipowa 12
44-100 Gliwice
tel./fax 0 (prefix) 32-7505268
e-mail: biuro@corematic.net
www.corematic.net

METRYKA PROJEKTU

INWESTYCJA:	TERMOMODERNIZACJA BUDYNKU URZĘDU GMINY RADZIECHOWY-WIEPRZ
TEMAT OPRACOWANIA:	<u>- INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA PV</u> <u>O MOCY 8,64 kW</u>
ADRES INWESTYCJI:	UL. WIEPRZ 700 34-381 RZADZIECHOWY
NR DZIAŁEK:	3576/5; 3576/6; 3591/5; 3591/6, 0005 WIEPRZ
INWESTOR:	GMINA RADZIECHOWY-WIEPRZ UL. WIEPRZ 700 34-381 RADZIECHOWY
JEDNOSTKA PROJEKTOWA:	COREMATIC – JAROSŁAW PIERZCHAWKA UL. LIPOWA 12 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, luty 2017 r.

Gliwice, 24.02.2017 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 URZĘDU GMINY RADZIECHOWY-WIEPRZ
- INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA PV O MOCY 8,64 kW

sporządzony w: luty, 2017 r.

dla: GMINA RADZIECHOWY-WIEPRZ
 UL. WIEPRZ 700
 34-381 RADZIECHOWY

został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

OPL-JPQ-LRV-KJA *

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 2017-02-28.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2016-02-10 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.4b) 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	12
3. OKABLOWANIE	13
4. CZĘŚĆ OBLICZENIOWA.....	13
4.1. Zabezpieczenie strona stałoprądowa DC	13
4.2. Zabezpieczenie inwertera	14
4.3. Dobór kabli AC	15
5. OCHRONA PRZEPIĘCIOWA INSTALACJI	16
6. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA I PPOŻ	17
7. OCHRONA LPS (ODGROMOWA)	17
8. POMIARY	18
10. DIAGNOSTYKA USZKODZEŃ SYSTEMU FOTOWOLTAICZNEGO.....	18
10. UKŁAD POMIAROWY I MONITORING.....	18
11. PROGNOZA MAKSYMALNEGO SZACOWANEGO UZYSKU Z INSTALACJI PV	18
12. UWAGI	20
13. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW PODSTAWOWYCH	21
14. SPIS RYSUNKÓW	23

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlano-wykonawczy instalacji fotowoltaicznej zlokalizowanej na terenie budynku Urzędu Gminy Radziechowy - Wieprz. Budowa polegać będzie na montażu na dachu budynku od strony południowo-wschodniej, 27 szt. paneli o łącznej mocy 8,64 kWp. W szczególności zakres robót obejmuje:

- montaż systemowych konstrukcji nośnych paneli PV na dachu budynku,
- montaż ogniw fotowoltaicznych w ilości 27 szt.,
- montaż inwertera,
- podłączenie przewodów elektrycznych do aparatów,
- montaż instalacji elektrycznej,
- instalacja odgromowa.

1.2. Podstawa opracowania

- Wizja lokalna,
- Ustalenia z Inwestorem,
- Audyt energetyczny budynku urzędu Gminy Radziechowy-Wieprz, Wieprz 700, 34-381 Radziechowy-Wieprz, wykonany przez inż. Mateusza Jaruszowiec, sierpień 2016 r.,
- 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 paneli fotowoltaicznych na dachu budynku urzędu. Ze względu na techniczne możliwości zabudowy paneli fotowoltaicznych na dachu, także biorąc pod uwagę bieżące zużycie energii elektrycznej w budynku, zaprojektowane panele fotowoltaiczne dostarczą moc:

- 27 szt. x 320 W = 8,64 kWp

Szacunkowa roczna produkcja energii elektrycznej przez instalację fotowoltaiczną wyniesie 7270 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 27 paneli o łącznej mocy 8,64 kWp. Dach budynku, na którym zamontowane zostaną panele zorientowany jest w kierunku południowo-wschodnim.

Projektuje się montaż paneli fotowoltaicznych z zastosowaniem konstrukcji systemowych wsporczych dla dachów spadzistych. Łączna powierzchnia brutto projektowanych paneli wynosi 52,60 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 36 modułów fotowoltaicznych o mocy 320 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 320 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 1996x991x40mm; waga: ok. 22 kg. Panel posiada zabezpieczenie w postaci diod bocznikująco-blokujących mających na celu ochronę przed przepływem prądu wstecznego co w przypadku zacienienia 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 (8200W):
 - wejście A: 2 x 9 szt;
 - wejście B: 1 x 9 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 320 Wp w warunkach STC (natężenie nasłonecznienia 1000 W/m^2 , temperatura ogniwa $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$, liczba masowa atmosfery AM 1,5) przedstawiono w poniższych tabelach.

Długość x Szerokość x Grubość	1,966 mm x 991 mm x 40 mm (77.40" x 39.02" x 1.575")
Waga	22 kg (48.50 lbs)
Celki solarne	72 multi c-Si w serii / 156 mm x 156 mm (6+')
Puszka przyłączeniowa / Połączenia	3 diody baypass / kompatybilna z MC4 / IP 67
Ramka	Aluminiowa anodowana z otworami / sztywne mocowanie do kątów
Szkło	3.2 mm hartowane / wysokiej przezroczystości / o niskiej zawartości żelaza
Potwierdzona wytrzymałość statyczna	5,400 Pa
Wytrzymałość na uderzenia	Gradobicie / Φ 25 mm / 83 km/h (51 mph)
Moc nominalna P_{MPP} [W]	320
Prąd zwarciový I_{SC} [A]	9.15
Napięcie otwarcia bramki V_{OC} [V]	47.0
Prąd MPP I_{MPP} [A]	8.75
Napięcie MPP V_{MPP} [V]	36.6
Efektywność cel η_c [%]	18.6
Efektywność modelu η_M [%]	16.4
Tolerancja mocy	0/+ 5 W
Maksymalny prąd wsteczny	18 A
Maksymalne napięcie pracy	1.000 V (Klasa energetyczna A)
Prądowy współczynnik temperaturowy α	+ 4.9 mA/°C
Napięciowy współczynnik temperaturowy β	- 145 mV/°C
Współczynnik temperaturowy mocy γ	- 0.35 %/°C
NOCT	44 °C
Zakres temperatury	- 40 °C to + 85 °C

2.3. Inwerter (przetwornica)

Dla uzyskania odpowiedniej charakterystyki wyjściowej do instalacji projektuje się zastosowanie trójfazowego inwertera o mocy 8,2 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 paneli 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 wyładowaniami 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 zastosowanego inwertera zgodnie z tabelą.

DANE WEJŚCIOWE	8.2 kW
Maks. prąd wejściowy (Idc max1 / Idc max2)	16,0 A / 16,0 A
Maks. prąd zwarcia, pole modułu ((MPP1 / MPP2)	24,0 A / 24,0 A
Min. napięcie wejściowe (Udc min)	150 V
Napięcie rozpoczęcia pracy (Udc start)	200 V
Znamionowe napięcie wejściowe (Udc,r)	595 V
Maks. napięcie wejściowe (Udc max)	1.000 V
Zakres napięć MPP (Umpp min - Umpp max)	267 - 800 V
Liczba trackerów MPP	2
Liczba przyłączy prądu stałego DC	2 + 2
DANE WYJŚCIOWE	
Moc znamionowa AC (Pac,r)	8.200 W
Maks. moc wyjściowa	8.200 VA
Prąd wyjściowy AC (Iac nom)	11,8 A
Przyłącze sieciowe (zakres napięcia)	3~NPE 400 V / 230 V lub 3~NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)
Częstotliwość (zakres częstotliwości)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)
Współczynnik zniekształceń nieliniowych	< 3 %
Współczynnik mocy (cos φac,r)	0,85 - 1 ind. / poj.
DANE OGÓLNE	
Wymiary (wysokość x szerokość x głębokość)	645 x 431 x 204 mm
Masa	21,9 kg
Stopień ochrony	IP 65
Klasa ochrony	1

Kategoria przepięciowa (DC / AC)1)	2/3
Pobór energii w nocy	< 1 W
Koncepcja falownika	Beztransformatorkowa
Chłodzenie	Regulowana wentylacja
Montaż	Montaż wewnętrzny i zewnętrzny
Zakres temperatury otoczenia	od -25 do +60°C
Dopuszczalna wilgotność powietrza	0 % - 100 %
Maks. wysokość nad poziomem morza	2.000 m / 3.400 m (nieograniczony / ograniczony zakres napięcia)
Technologia przyłączenia DC	4x DC+ i 4x DC- Zaciski śrubowe 2,5 mm ² - 16 mm ²)
Technologia przyłączenia AC	5-stykowe zaciski śrubowe 2,5 mm ² - 16 mm ²)
Posiadane certyfikaty i spełniane normy	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-21, NRS 097;
SPRAWNOŚĆ	
Maks. sprawność	98%
Europejski współczynnik sprawności (ηEU)	97,7 %
Sprawność dostosowania MPP	> 99,9 %
ZABEZPIECZENIA	
Pomiar izolacji DC	Tak
Zachowanie w momencie przeciążenia	Przesunięcie punktu pracy, ogranicznik mocy
Rozłącznik DC	Tak
ZŁĄCZA	
WLAN / Ethernet LAN	Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Solar API (JSON)
6 wejść i 4 cyfrowe wejścia/wyjścia	Podłączenie do odbiornika sterowania zdalnego
USB (gniazdo typu A) 4)	Do nośników danych USB
2 x RS422 (gniazdo RJ45) 4)	Solar Net, Interface protocol
Wyjście sygnalizacyjne 4)	Zarządzanie energią (bezpotencjałowe wyjście przekaźnika)
Rejestrator danych i serwer web	Zintegrowany
Wejście zewnętrzne	Przyłączy licznika S0 / Analiza zabezpieczenia przeciwprzepięciowego
RS485	Modbus RTU SunSpec lub podłączenie licznika

Po zainstalowaniu falownika należy go uziemić za pomocą przewodu LgY 16 mm².

2.4. Rozdzielnica RGF

W projektowanej rozdzielnicie RGF instalacji fotowoltaicznej znajdować się będą zabezpieczenia kabli zasilających od inwerterów, ochronniki przepięciowe, rozłącznik, wyłącznik mocy, 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 rozdzielnicy RGF prąd doprowadzony zostanie do rozdzielnicy nN kablami typu YKY o przekrojach podanych w części rysunkowej dokumentacji.

3. OKABLOWANIE

Okablowanie prowadzić nad powierzchnią dachu w rurach osłonowych pod konstrukcjami nośnymi paneli. 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 rozdzielnicy fotowoltaicznej należy wykonać kablami YKY o przekrojach żył roboczych $5 \times 6 \text{ mm}^2$. Natomiast połączenie rozdzielnicy głównej fotowoltaicznej z rozdzielnią główną w budynku należy wykonać za pomocą kabli YKY o przekroju $5 \times 6 \text{ mm}^2$ dla odległości do 25 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:

$$9,15 * 1,4 \leq I_n \leq 9,15 * 2,4$$

$$12,81 [A] \leq I_n \leq 21,96 [A]$$

$$12,81 [A] \leq 15 [A] \leq 21,96 [A]$$

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

$$U_n \geq 47,0[V] * 9[\text{modułów}] * 1,2$$

$$U_n \geq 507,6 [V]$$

Przyjmuje się po stronie DC zabezpieczenie topikowe 15 A o napięciu znamionowym 1000 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 8,2 kW:

$$I_B = \frac{8\,200}{\sqrt{3} * 0,9 * 400} = \frac{8\,200}{623,538} = 13,15 [A]$$

$$I_n \geq 1,25 \cdot 13,15$$

$$I_n \geq 16,43 \text{ A}$$

Zaleca się wykorzystanie zabezpieczenia nadprądowego o charakterystyce C (3P+N C 20A).

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:

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

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 (8,2 kW)

- Prąd obciążenia przewodu:

$$I_B = \frac{8\,200}{\sqrt{3} * 0,9 * 400} = \frac{8\,200}{623,538} = 13,15 [A]$$

- Warunek spadku napięcia:

$$\Delta U = 0,48\%$$

Obliczenia wykonano dla przewodu YKY o przekroju żył roboczych 6 mm² i odległości do 25 m.

Obliczenia dla połączenia RGF z RG

- Prąd obciążenia przewodu:

$$I_B = \frac{8\,200}{\sqrt{3} * 0,9 * 400} = \frac{8\,200}{623,538} = 13,15 [A]$$

- Warunek spadku napięcia:

$$\Delta U = 0,48\%$$

Obliczenia wykonano dla przewodu YKY o przekroju żył roboczych 6 mm² i odległości do 25 m.

Łączny spadek napięcia po stronie AC dla dobranych przekrojów przewodów wynosi 0,96% dla łącznej odległości przewodów do 50 m.

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

- Połączenia kablowe od inwertera (8,2 kW) do rozdzielnicy głównej fotowoltaicznej należy wykonać kablem YKY o przekroju żył roboczych 6 mm² dla odległości do 25 m.
- Połączenie rozdzielnicy głównej fotowoltaicznej z rozdzielnią główną w budynku należy wykonać za pomocą kabli YKY o przekroju 6 mm² dla odległości do 25 m.

5. OCHRONA PRZEPIĘCIOWA INSTALACJI

Do ochrony przeciwprzepięciowej należy zastosować ograniczniki przepięć, zarówno po stronie AC, jak i C typu II, połączone z szyną wyrównania potencjałów przewodem Cu o średnicy co najmniej 6 mm². Dodatkowo wykonać połączenie wyrównawcze między szynami konstrukcji wsporczej modułów drutem aluminiowym o średnicy minimum 10 mm². Konstrukcje wsporcza połączyć z szyną wyrównania potencjałów przewodem miedzianym o średnicy 16 mm².

Ochrona przeciwprzepięciowa - ograniczniki przepięć SPD typ I+II (B+C) dla 12 paneli w rzędzie:

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

$$U_c \geq 1,2 \cdot 60,4 \cdot 12$$

$$U_c \geq 869,76 \text{ [V]}$$

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 IP2X. Ochrona przeciwporażeniowa dodatkowa spełniona zostanie przez zastosowanie wyłączników nadprądowych.

W celu zapewnienia dodatkowej ochrony przed dotykiem pośrednim projektuje się zastosowanie wyłączników różnicowo-prądowego dla każdego z inwerterów.

Dla zapewnienia ochrony PPOŻ po stronie DC i AC zostanie zamontowany styczniki, który odłączy stronę AC i DC w przypadku awaryjnego odłączenia instalacji fotowoltaicznej zapewniając przerwę w zasilaniu. Zaproponowane rozwiązanie ogranicza możliwość pojawienia się napięcia na instalacji fotowoltaicznej. Zaprojektowany wyłącznik mocy posiada wyzwalacz który będzie podłączony do ogólnego systemu wyłącznika PPOŻ.

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 10 mm, obejmującym swoim obszarem ochronnym pole instalacji na dachu budynku. Zwody pionowe instalacji fotowoltaicznej należy podłączyć do istniejącego uziomu. 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. PROGNOZA MAKSYMALNEGO SZACOWANEGO UZYSKU Z INSTALACJI PV

Na poniższym wykresie przedstawiono prognozowaną produkcję energii elektrycznej z rozbiciem na miesiące. W obliczeniach uwzględniono:

- Dane o promieniowaniu słonecznym dla podanej szerokości geograficznej,
- Sprawność zastosowanych modułów fotowoltaicznych,
- Sprawność zastosowanych falowników,
- Straty na przewodach strony DC.

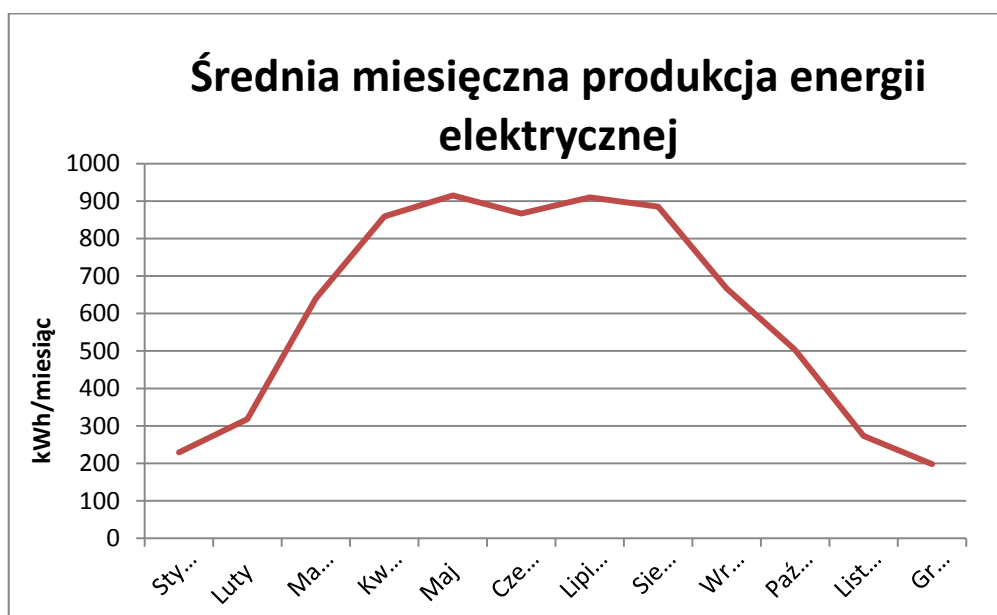
Prognoza uzysku energetycznego dla instalacji 8,2 kW

Kąt nachylenia modułów: 35°, orientacja: 30°				
Miesiąc	E _d [kWh]	E _m [kWh]	H _d [kWh/m ²]	H _m [kWh/m ²]
Styczeń	7,39	229	1,10	34,00
Luty	11,40	318	1,71	47,80
Marzec	20,70	640	3,22	99,80
Kwiecień	28,60	859	4,65	140,00
Maj	29,50	915	4,89	151,00
Czerwiec	28,90	867	4,84	145,00
Lipiec	29,40	910	4,97	154,00
Sierpień	28,60	885	4,80	149,00
Wrzesień	22,20	667	3,62	109,00
Październik	16,20	503	2,57	79,70
Listopad	9,09	273	1,40	42,10
Grudzień	6,40	198	0,96	29,80
Średnia roczna	19,90	605	3,24	98,40
Razem	7270		11860	

Gdzie:

- Ed: Średnia dzienna produkcja energii elektrycznej (kWh),
- Em: Średnia miesięczna produkcja energii elektrycznej (kWh),
- Hd: Średnia dzienna suma globalnego nasłonecznienia na metr kwadratowy modułu fotowoltaicznego (kWh / m²),
- Hm: Średnia suma globalnego nasłonecznienia na metr kwadratowy modułu fotowoltaicznego (kWh / m²)

Średnioroczna produkcja z projektowanej instalacji szacowana jest na poziomie 7270 MWh.



12. UWAGI

Całość prac powinna być wykonana przez osoby mające uprawnienia w zakresie prowadzenia prac przy instalacjach elektrycznych dla instalacji niskiego napięcia. Prace należy prowadzić zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami oraz wytycznymi producentów instalowanych urządzeń. Wszystkie urządzenia i materiały użyte do realizacji projektowanych instalacji muszą być zgodne z obowiązującymi w Polsce normami i przepisami oraz posiadać odpowiednie

certyfikaty, atesty i dopuszczenia. Wszelkie odstępstwa od wytycznych zawartych w projekcie należy pisemnie zgłosić Inżynierowi Kontraktu do akceptacji.

13. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW PODSTAWOWYCH

L.p.	Wyszczególnienie	ilość
1	Ogniwa polikrystaliczne zgodne ze specyfikacją opisu technicznego	27 szt.
2	Konstrukcja wsporcza pod zabudowę paneli na dachu płaskim	27 kpl.
3	Kabel solarny do połączeń paneli ze skrzynką przyłączeniową (długość do zweryfikowania w zależności od dostawcy systemu) 5x6 mm ²	200 m
4	Puszka przyłączeniowa po stronie DC zgodnie ze specyfikacją opisu technicznego	1 szt.
5	Inwerter 8,2 kW (parametry zgodne ze specyfikacją opisu technicznego)	1 kpl.
6	Puszka przyłączeniowa po stronie AC zgodnie ze specyfikacją opisu technicznego	2 szt.
7	Kabel przyłączeniowy YKY 5x6 mm ² (strona DC)	20 m
8	Kabel przyłączeniowy YKY 5x6mm ² (strona AC)	20 m
9	Szafa RFG IP65 IK10/1000V DC	1 szt.
10	Szafa RFG IP44 IK10 400/230V AC	1 szt.
11	Korytka kablowe z pokrywą 25mm odporne na promienie UV	200 m
12	Konstrukcja wsporcza do zabudowy inwertera oraz skrzynek przyłączeniowych po stronie AC i DC	2 kpl.
	Linia zasilająca	
1	Kabel elektroenergetyczny 0,6/1kV YKYżo 5x6 mm ²	50 m
2	Rura osłonowa kabla do prowadzenia na tynku	50 m
3	Oznaczniki kablowe, elementy drobne	Wg zapotrzebowania
	Instalacja odgromowa, uziemiająca i wyrównania potencjałów	
1	Kabel LGyżo 16mm ²	160 m
2	Przewód stalowy ocynkowany 8 mm	150 m
3	Złącze probiercze	2 szt.
4	Iglica ochronna fi10 mm, h=3m, z podstawą betonową	3 szt.

UWAGA !!!!

Przedstawione w dokumentacji projektowej wskazania na schematy i materiały z podaniem producenta należy traktować jako przykładowe - ze względu na zasady 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

zapropnować 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.

14. SPIS RYSUNKÓW

Rys. nr 1. Schemat instalacji PV	24
Rys. nr 2. Plan rozmieszczenia instalacji PV o mocy 8,64 kWp na dachu budynku	25