



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 WRAZ Z ADAPTACJĄ BUDYNKU GOSPODARCZEGO PRZY ZESPOLE SZKÓŁ ROLNICZE CENTRUM KSZTAŁCENIA USTAWICZNEGO W SOCHACZEWIE (ZS RCKU) NA ARCHIWUM ZAKŁADOWE STAROSTWA POWIATOWEGO W SOCHACZEWIE
INWESTOR:	POWIAT SOCHACZEWSKI UL. MARSZAŁKA JÓZEFA PIŁSUDSKIEGO 65 96-500 SOCHACZEW
TEMAT OPRACOWANIA:	<u>- INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA</u> <u>O MOCY 28,52 kWp</u>
ADRES INWESTYCJI:	BUDYNEK GOSPODARCZY ZESPOŁU SZKÓŁ ROLNICZE CENTRUM KSZTAŁCENIA USTAWICZNEGO UL. MARSZAŁKA JÓZEFA PIŁSUDSKIEGO 63 96-500 SOCHACZEW
NR DZIAŁEK:	2005/10, OBRĘB 0010- SOCHACZEW WSCHÓD
JEDNOSTKA PROJEKTOWA:	COREMATIC – JAROSŁAW PIERZCHAWKA UL. LIPOWA 14 44-100 GLIWICE
STADIUM:	PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY
PROJEKTOWAŁ: mgr inż. Jan Traczyk upr. nr 20/93/Op	
OPRACOWAŁ: mgr inż. Jarosław Pierzchawka	
Gliwice, 03.2019 r.	

Gliwice, 28.03.2019 r.

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.:

- INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA O MOCY 28,52 kWp

sporządzony w: marzec, 2019 r.

dla: POWIAT SOCHACZEWSKI
 UL. MARSZAŁKA JÓZEFA PIŁSUDSKIEGO 65
 96-500 SOCHACZEW

został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

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



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

OPL-VQL-IFD-F8N *

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 2020-02-29.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2019-02-18 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/OP

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).....	9
3. DOBÓR ELEMENTÓW INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ	12
3. OKABLOWANIE	12
3.1. Strona stałoprądowa DC.....	12
3.2. Strona zmiennoprądowa AC	13
4. ZABEZPIECZENIA	15
4.1. Zabezpieczenie strona stałoprądowa DC	15
4.2. Strona zmiennoprądowa AC	16
4.3. Ochrona przepięciowa instalacji	16
4.4. Ochrona przeciwporażeniowa.	17
4.5. Ochrona LPS (odgromowa).....	17
5. Pomiary	17
6. UWAGI	18
7. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW PODSTAWOWYCH.....	19
8. SPIS RYSUNKÓW	20

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlano-wykonawczy elektrowni fotowoltaicznej o mocy 28,52 kWp zlokalizowanej na terenie budynku adaptowanego na potrzeby archiwum zakładowego Starostwa Powiatowego w Sochaczewie. Budowa polegać będzie na montażu na dachu budynku 92 szt. paneli fotowoltaicznych zorientowanych w kierunku południowym. W szczególności zakres robót obejmuje:

- montaż stalowych konstrukcji wsporczych balastowych dla potrzeb montażu paneli fotowoltaicznych odcinających połacie dachu budynku, obudowanych blachami stalowymi celem wyeliminowania efektu podrywania konstrukcji,
- montaż ogniw fotowoltaicznych w ilości 92 szt.,
- montaż inwerterów,
- podłączenie przewodów elektrycznych do aparatów,
- montaż instalacji elektrycznej,
- instalacja odgromowa.

1.2. Podstawa opracowania

- Wizja lokalna,
- Ustalenia z Inwestorem,
- Audyt energetyczny – autor: FRAGOM Adam Franik; Ul. Bekasa 13/29; 41-200 Gliwice, wrzesień 2017 r./aktualizacja: marzec, 2019 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 dopuszczeń 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. Ze względu na ograniczenia wielkości instalacji mikro, a także techniczne możliwości zabudowy paneli fotowoltaicznych projektowane panele fotowoltaiczne dostarczą moc:

- 92 szt. x 310 W = 28520 Wp

Szacunkowa roczna produkcja energii elektrycznej przez instalację fotowoltaiczną wyniesie około 25 382 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 archiwum, z południową orientacją paneli. Instalacja zbudowana zostanie z 92 paneli o łącznej mocy 28,52 kWp. Dach budynku, na którym zamontowane zostaną panele zorientowany jest w kierunku południowym.

Projektuje się montaż paneli fotowoltaicznych z zastosowaniem konstrukcji systemowych wsporczych balastowych eliminujących potrzebę wykonywania dodatkowych podkonstrukcji.

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. 6 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 92 modułów fotowoltaicznych o mocy 310 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 310 Wp, których parametry techniczne spełniają wszystkie normy jakościowe obowiązujące w krajach UE. Obudowa modułu wykonana jest z anodowanego aluminium. Wyposażony jest w kable ze spolaryzowanymi złączami odpornymi na warunki atmosferyczne. Wymiary przyjętego do projektu modułu 1640x999x40mm; waga: ok. 18,1 kg. Panel posiada zabezpieczenie w postaci diod bocznikująco-blokujących mających na celu ochronę przed przepływem prądu wstecznego co w przypadku zacinienia części ogniw nie odcina całego łańcucha paneli (string). W projekcie zaproponowano zastosowanie urządzeń, których parametry gwarantują efektywną i długotrwałą eksploatację.

Podstawowe parametry modułu monokrystalicznego 310 Wp:

- napięcie jałowe	U	39,72 V,
- napięcie maksymalne		33,40 V,
- prąd nominalny	I	9,29 A,
- prąd zwarciaowy		9,71 A,
- współczynnik efektywności modułu	-	19 %.

2.3. Inwerter (przetwornica)

Inwertery umożliwiają zamianę wytwarzanego przez panele prądu o stałym napięciu na prąd o napięciu zmiennym. Na wyjściu inwertera w kierunku instalacji założono napięcie prądu zmiennego AC o wartości 400/230 V. W przedmiotowej instalacji projektuje się zastosowanie dwóch inwerterów beztransformatorowych o mocy wyjściowej 7 i 20 kW:

- **Inwerter o mocy 7 kW:**

DANE WEJŚCIOWE

Liczba trackerów MPP	2,0
Maks. prąd wejściowy ($I_{dc\ max}$) ($I_{dc\ max\ 1}$ / $I_{dc\ max\ 2}$)	16 / 16 A
Maks. prąd zwarciový pola modułów	24 / 24 A
Zakres napięć wejściowych DC ($U_{dc\ min}$ – $U_{dc\ max}$)	150 - 1000 V
Napięcie rozpoczęcia pracy ($U_{dc\ start}$)	200,0 V
Znamionowe napięcie wejściowe ($U_{dc,r}$)	595,0 V
Zakres napięć MPP ($U_{mpp\ min}$ – $U_{mpp\ max}$)	228 - 800 V
Użyteczny zakres napięcia MPP	150 - 800 V
Liczba przyłączy DC	2 + 2

DANE WYJŚCIOWE

Moc znamionowa AC ($P_{ac,r}$)	7000,0 W
Maks. moc wyjściowa ($P_{ac\ max}$)	7000,0 VA
Prąd wyjściowy AC ($I_{ac\ nom}$)	10,1 A
Przyłącze sieciowe ($U_{ac,r}$)	3~ NPE 400/230, 3~ NPE 380/220 V
Zakres napięcia AC (U_{min} - U_{max})	150 - 280 V
Częstotliwość (f_r)	50 / 60 Hz
Zakres częstotliwości (f_{min} - f_{max})	45 - 65 Hz
Współczynnik zniekształceń nieliniowych	< 3 %
Współczynnik mocy ($\cos \varphi_{ac,r}$)	0,85 - 1 ind./cap.

Zakres temperatur otoczenia -40°C - +60°C

Dopuszczalna wilgotność powietrza 0 - 100 %

Maks. współczynnik sprawności (instalacja fotowoltaiczna – sieć zasilająca) 98 %

Europejski współczynnik sprawności (η_{EU}) 97,6 %

- **Inwerter o mocy: 20 kW**

- DANE WEJŚCIOWE

Liczba trackerów MPP	2,0
Maks. prąd wejściowy ($I_{dc\ max}$) ($I_{dc\ max}$) ($I_{dc\ max\ 1}$ / $I_{dc\ max\ 2}$)	33,0 / 27,0 A
Maks. prąd zwarciový pola modułów	49,5 / 40,5 A
Zakres napięć wejściowych DC ($U_{dc\ min}$ – $U_{dc\ max}$)	200 - 1000 V
Napięcie rozpoczęcia pracy ($U_{dc\ start}$)	200,0 V
Znamionowe napięcie wejściowe ($U_{dc,r}$)	600,0 V
Zakres napięć MPP ($U_{mpp\ min}$ – $U_{mpp\ max}$)	420 - 800 V
Użyteczny zakres napięcia MPP	200 - 800 V
Liczba przyłączy DC	3 + 3

- DANE WYJŚCIOWE

Moc znamionowa AC ($P_{ac,r}$)	20,0 kW
Maks. moc wyjściowa ($P_{ac\ max}$)	20,0 kVA
Prąd wyjściowy AC ($I_{ac\ nom}$)	28,9 A
Przyłącze sieciowe ($U_{ac,r}$)	3~ NPE 400/230, 3~ NPE 380/220 V
Zakres napięcia AC (U_{min} - U_{max})	150 - 280 V
Częstotliwość (f_r)	50 / 60 Hz
Zakres częstotliwości (f_{min} - f_{max})	45 - 65 Hz
Współczynnik zniekształceń nieliniowych	1,3 %
Współczynnik mocy ($\cos \varphi_{ac,r}$)	0 - 1 ind./cap.

Zakres temperatur otoczenia -40°C - +60°C

Dopuszczalna wilgotność powietrza 0 - 100 %

Maks. współczynnik sprawności (instalacja fotowoltaiczna – sieć zasilająca) 98,1 %

Europejski współczynnik sprawności (η_{EU}) 97,9 %

Deklaracje zgodności:

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 0-16, CEI 0-21, NRS 097

3. DOBÓR ELEMENTÓW INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Doboru inwerterów i podziału modułów na stringi dokonano przy pomocy oprogramowania. Główne założenia przedstawiono poniżej:

- 92 szt paneli o łącznej mocy 28,52 kWp

Dobre inwertery:

- 1) Inwerter o mocy nominalnej 20 kW -> 68 szt. w konfiguracji: 4x17 paneli;
- 2) Inwerter o mocy nominalnej 7 kW -> 24 szt. w konfiguracji: 2x12 paneli.

3. OKABLOWANIE

3.1. Strona stałoprądowa DC

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 rozdzielni fotowoltaicznej w kierunku inwertera po dachu w rurach osłonowych a z wykorzystaniem prefabrykowanych rur spustowych z PCV.

Inwerter	Łańcuch	Długość odcinka przewodu [m]	Projektowany przekrój przewodów [mm ²]	Straty w przewodach [%]
Inwerter 7,0 kW	A1/1	22	4	0,31
	A1/2	25	4	0,29

Inwerter	Łańcuch	Długość odcinka przewodu [m]	Projektowany przekrój przewodów [mm ²]	Straty w przewodach [%]
Inwerter 20.0 kW	A1/1	16	4	0,15
	A1/2	19	4	0,18
	A1/3	22	4	0,20

	A1/4	25	4	0,22
--	------	----	---	------

3.2. Strona zmiennoprądowa 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 (7 kW)

- Prąd obciążenia przewodu:

$$I_B = \frac{7\,000}{\sqrt{3} * 0,9 * 400} = \frac{7\,000}{623,538} = 11,23 \text{ [A]}$$

- Warunek spadku napięcia:

$$\Delta U = 0,27\%$$

Obliczenia wykonano dla przewodu YKY o przekroju żył roboczych 4 mm² i odległości do 10 m.

Obliczenia dla inwertera (20 kW)

- Prąd obciążenia przewodu:

$$I_B = \frac{20\,000}{\sqrt{3} * 0,9 * 400} = \frac{20\,000}{623,538} = 32,08 \text{ [A]}$$

- Warunek spadku napięcia:

$$\Delta U = 0,3\%$$

Obliczenia wykonano dla przewodu YKY o przekroju żył roboczych 10 mm² i odległości do 10 m.

Obliczenia dla połączenia RGF z RG

- Prąd obciążenia przewodu:

$$I_B = \frac{27\,000}{\sqrt{3} * 0,9 * 400} = \frac{27\,000}{623,538} = 43,30 \text{ [A]}$$

- Warunek spadku napięcia:

$$\Delta U = 0,26\%$$

Obliczenia wykonano dla przewodu YKY o przekroju żył roboczych 16 mm² i odległości do 10 m.

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

- Połączenia kablowe od inwertera (7,0 kW) do rozdzielnic głównej fotowoltaicznej należy wykonać kablem YKY o przekroju żył roboczych 4 mm² dla odległości do 10 m.

- Połączenia kablowe od inwertera (20,0 kW) do rozdzielnic głównej fotowoltaicznej należy wykonać kablem YKY o przekroju żył roboczych 10 mm² dla odległości do 10 m.
- Połączenie rozdzielnic głównej fotowoltaicznej z rozdzielnią główną w budynku należy wykonać za pomocą kabli YKY o przekroju 16 mm² dla odległości do 10 m.

4. ZABEZPIECZENIA

4.1. Zabezpieczenie strona stałoprądowa DC

Zabezpieczenie przed prądami wstecznymi, zwarciove bezpieczniki o charakterystyce gPV:

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

gdzie:

I_n – prąd znamionowy bezpiecznika,

I_{sc} – prąd zwarcia łańcucha modułów,

k – współczynnik korygujący w zależności od temperatury (dla 20°C $k=1$, dla 40°C $k=0,92$)

przy $I_{sc} = 9,71 \text{ A}$ dla wejścia $I_n \geq 13,6 \text{ A}$,

Bezpieczniki po stronie DC muszą mieć napięcie znamionowe spełniające warunek:

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

gdzie:

U_n – napięcie znamionowe bezpiecznika,

U_{sc} – napięcie obwodu otwartego łańcucha modułów,

- dla obwodu 17 modułów:

$$U_{sc} = 17 * 39,72 = 675,24 \text{ V}$$

$$U_n \geq 808,28 \text{ V}$$

- dla obwodu 12 modułów:

$$U_{sc} = 12 * 39,72 = 476,64 \text{ V}$$

$$U_n \geq 571,97 \text{ V}$$

Przyjmuje się po stronie DC zabezpieczenie 14A o napięciu znamionowym co najmniej 1000 V. Z uwagi na występowanie rozłącznika izolacyjnego w inwerterze nie jest konieczny montaż dodatkowego rozłącznika po stronie stałoprądowej.

4.2. Strona zmiennoprądowa AC

Z uwagi na wytyczne odnośnie montażu mikro-instalacji projektowane zostają dwa urządzenia łączeniowe w postaci wyłącznika nadprądowego oraz stycznika.

Na podstawie wartości obciążenia wyjściowego inwertera o mocy 7 kW, $I_{sc} = 10,1$ A dobrano zabezpieczenie nadprądowe:

$$1,13 \cdot I_{sc} \leq I_N \leq 1,45 \cdot I_{sc}$$

$$1,13 \cdot 10,1 \leq I_N \leq 1,45 \cdot 10,1$$

$$11,41 \leq I_N \leq 14,65$$

$$I_N = 13 \text{ [A]}$$

Na podstawie wartości obciążenia wyjściowego inwertera o mocy 20 kW, $I_{sc} = 28,9$ A dobrano zabezpieczenie nadprądowe:

$$1,13 \cdot I_{sc} \leq I_N \leq 1,45 \cdot I_{sc}$$

$$1,13 \cdot 28,9 \leq I_N \leq 1,45 \cdot 28,9$$

$$32,657 \leq I_N \leq 41,905$$

$$I_N = 40 \text{ [A]}$$

Instalacja zostanie podłączona do głównej rozdzielnicy zasilającej obiekt.

4.3. Ochrona przepięciowa instalacji

Do ochrony przepięciowej projektuje się ochronnik przepięciowy po stronie DC typu I+II (B+C) montowany w szafie rozdzielczej instalacji fotowoltaicznej na dachu a przy inwerterze ochronnik typu C (II) .

Ochrona przeciwprzepięciowa - ograniczniki przepięć SPD typ II (B+C) dla 17 paneli w rzędzie:

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

$$U_c \geq 1,2 \cdot 39,72 \cdot 17$$

$$U_c \geq 810,29 \text{ [V]}$$

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

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

$$U_c \geq 1,2 \cdot 39,72 \cdot 12$$

$$U_c \geq 571,97 \text{ [V]}$$

Po stronie AC również projektuje się ochronnik przepięciowy odpowiedni dla charakteru pracy instalacji i obiektu.

4.4. Ochrona przeciwporażeniowa.

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.

Z uwagi na to, że inwerter posiada II klasę ochronności, wymagany jest montaż wyłącznika różnicowoprądowego z wyzwalaczem nadprądowym, jako główny wyłącznik instalacji o prądzie upływu nie mniejszym niż 100mA.

4.5. 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 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.

5. Pomiary

Po dokonaniu prac montażowych przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać pomiary:

- Stanu izolacji kabli zasilających,
- Rezystancji uziemienia,

- Inne wymagane przepisami badania i pomiary.

6. 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.

7. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW PODSTAWOWYCH

L.p.	Wyszczególnienie	ilość
1	Ogniwa monokrystaliczne 310 Wp zgodne ze specyfikacją opisu technicznego	92 szt.
2	Kabel solarny do połączeń paneli ze skrzynką przyłączeniową (długość do zweryfikowania w zależności od Dostawcy systemu) 6x1 mm ²	200 m
3	Puszka przyłączenia po stronie DC zgodnie ze specyfikacją opisu technicznego	1 szt.
4	Inwerter 7,0 kW (parametry zgodne ze specyfikacją opisu technicznego)	1 kpl.
5	Inwerter 20,0 kW (parametry zgodne ze specyfikacją opisu technicznego)	1 kpl.
6	Puszka przyłączenia po stronie AC zgodnie ze specyfikacją opisu technicznego	1 szt.
7	Kabel przyłączeniowy YKY 5x4mm ² (strona AC)	10 m
8	Kabel przyłączeniowy YKY 5x10mm ² (strona AC)	10 m
9	Szafa RFG IP65 IK10/1000V DC	1 szt.
10	Szafa RFG IP44 IK10 400/230V AC	2 szt.
11	Szafa RG-Administracyjnt IP44 IK10 400/230V AC	1 szt.
12	Korytka kablowe z pokrywą 25mm odporne na promienie UV	40 m
13	Konstrukcja wsporcza do zabudowy inwertera oraz skrzynek przyłączeniowych po stronie AC i DC	3 kpl.
14	Konstrukcja wsporcza pod zabudowę paneli - balastowa	92 kpl.
15	Linia zasilająca	
16	Kabel elektroenergetyczny 0,6/1kV YKYżo 5x16 mm ²	10 m
17	Oznaczniki kablowe, elementy drobne	Wg zapotrzebowania
18	Instalacja odgromowa, uziemiająca i wyrównania potencjałów	
19	Kabel LGyżo 16mm ²	60 m
20	Przewód stalowy ocynkowany 8 mm	100 m
21	Złącze probiercze	5 szt.
22	Iglica ochronna fi18-10 mm, h=3,4 m, z podstawą betonową	10 szt.
23	Zabezpieczenie przed zewnętrznym wpływem	
24	Zabezpieczenie przed wpływem energii elektrycznej do zewnętrznej sieci energetycznej	1 kpl.
25	Monitoring instalacji	1 kpl.

8. SPIS RYSUNKÓW

Rys. nr 1. Mapa sytuacyjna

Rys. nr 2. Schemat elektryczny instalacji PV

Rys. nr 3. Instalacja fotowoltaiczna PV o mocy 28,52 kWp - rzut dachu budynku

Rys. nr 4. Instalacja fotowoltaiczna o mocy 28,52 kWp - szczegóły konstrukcji wsporczej paneli PV