

APROTECH
AUTOMATYZACJA PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH



APROTECH Michał Paradowski
Dworcowa 1A
89-200 Szubin

telefon: +48 502 384 393
+48 52 320 15 10
e-mail: biuro@apt.pl

Inwestor:	Starostwo Powiatowe we Włocławku ul. Cyganka 28 87-800 Włocławek	
Adres inwestycji:	Placówka Opiekuńczo-Wychowawcza „Przystań” Żwirki i Wigury 4B 87-840 Lubień Kujawski	
Zadanie:	Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 30,81kWp	
Stadium:	Projekt techniczny	
Instalacje PV		
Opracowujący	inż. Bogusz Leszczyc-Grabianka	
Projektujący	mgr inż. Andrzej Stefański uprawnienia budowlane ABIT-II-7342-46/99	

Szubin 19.08.2024 r.

Spis treści

1	WSTĘP	3
1.1	Przedmiot opracowania.....	3
1.2	Podstawa opracowania.....	3
1.3	Wstępne założenia	5
2	INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA.....	5
2.1	Rozmieszczenie instalacji fotowoltaicznej.....	5
2.2	Moduły fotowoltaiczne.....	6
2.3	Inwerter (przetwornica)	7
3	DOBÓR ELEMENTÓW INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ.....	9
4	OKABLOWANIE.....	9
4.1	Strona stałoprądowa DC.....	9
4.2	Strona zmiennoprądowa AC	10
5	ZABEZPIECZENIA.....	13
5.1	Zabezpieczenie strona stałoprądowa DC	13
5.2	Zabezpieczenie strona zmiennoprądowa AC	14
5.3	Ochrona przepięciowa instalacji.....	14
5.4	Ochrona przeciwporażeniowa	15
5.5	Ochrona przed przepięciami.....	15
6	SYMULACJA WIELKOŚCI PRODUKCJI ENERGII ELEKTRYCZNEJ Z INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ	16
7	POMIARY	16
8	UWAGI	16
9	SPIS RYSUNKÓW	17

1 WSTĘP

1.1 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlano-wykonawczy elektrowni fotowoltaicznej o mocy 30,81kWp zlokalizowanej na terenie Placówki Opiekuńczo-Wychowawczej w Lubieniu Kujawskim. Niniejsze opracowanie swoim zakresem obejmuje projekt wykonawczy instalacji fotowoltaicznej składającej się z paneli fotowoltaicznych zamontowanych na konstrukcjach wsporczych tworzących stoły, inwerterów solarnych oraz linii kablowych DC i AC

Instalacja zostanie zabezpieczona ogrodzeniem panelowym o wys. 1,8 m i furtką zamykaną na zamek. Budowa instalacji polegać będzie na montażu na gruncie 61 szt. paneli fotowoltaicznych zorientowanych w kierunku południowym. W szczególności zakres robót obejmuje:

- montaż stalowo-aluminiowych konstrukcji wsporczych wbijanych w grunt, umożliwiających ustawienie paneli pod kątem 25-30 st.,
- montaż ogniw fotowoltaicznych w ilości 61 szt.,
- montaż inwertera,
- podłączenie przewodów elektrycznych do aparatów,
- montaż instalacji elektrycznej,
- wykonanie ogrodzenia,

1.2 Podstawa opracowania

- Wizja lokalna,
- Ustalenia i umowa zawarta z Inwestorem,
- 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 na gruncie, w dwóch lokalizacjach w odległości ok. 20 m od budynku POW „Przystań” oraz ok. 15 m od budynku POW „Ostoja” w Lubieniu Kujawskim. Projektowane panele fotowoltaiczne dostarczą moc:

- 61 szt. x 505 W = 30805Wp

Szacunkowa roczna produkcja energii elektrycznej przez instalację fotowoltaiczną wyniesie od 27730 kWh w pierwszym roku, do 24600 kWh w 10 roku produkcji. Porównanie wielkości zapotrzebowania na energię (36970 kWh/rok) 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 przyłączeniowej niskiego napięcia znajdującej się w granicy działki zgodnie z załączonym rysunkiem E-01.

Do rozdzielni podłączona jest obecnie istniejąca instalacja fotowoltaiczna o mocy 8,74 kWp, łączna moc obu instalacji wyniesie: 39,55 kWp co jest zgodne z mocą przyłączeniową 40 kW.

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

2 INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA

2.1 Rozmieszczenie instalacji fotowoltaicznej

Projektowana instalacja fotowoltaiczna zabudowana będzie na gruncie, w dwóch lokalizacjach:

- 21 szt. paneli w odległości ok. 20 m od budynku POW „Przystań” oraz w bezpośrednim sąsiedztwie istniejącej instalacji fotowoltaicznej o mocy $(8,74 + 6,46) = 15,20$ kWp zgodnie z załączonym rysunkiem E-01.
- 40 szt. paneli w odległości 15 m od budynku POW „Ostoja” zgodnie z załączonym rysunkiem E-01

Orientacja paneli - południowa. Instalacja zbudowana zostanie z 61 szt. paneli o łącznej mocy 30,81kWp. Projektuje się montaż paneli fotowoltaicznych z zastosowaniem stalowo-aluminiowych konstrukcji wsporczych wbijanych w grunt, umożliwiających ustawienie paneli pod kątem 25-30 st.

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. Projektowany moduł pokryty będzie szkłem hartowanym, o niskiej zawartości żelaza, z powłoką antyrefleksyjną.

Jako źródło energii odnawialnej w projektowanej instalacji fotowoltaicznej zastosowane zostanie 61 modułów fotowoltaicznych o mocy 505Wp każdy. Moduły zostaną podzielone na sekcje zgodnie z wielkością opisanego w dalszej części projektu oraz falowników sieciowych, do których zostaną podłączone panele PV. Podstawowym elementem instalacji są moduły fotowoltaiczne o mocy 505Wp, 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 typu MC4. Wymiary przyjętego do projektu modułu to 1196x1134x30mm; waga: ok. 24,4 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 505Wp:

- napięcie otwartego obwodu V_{oc} - 43,78 V,
- napięcie MPP V_{mp} - 37,00 V,
- prąd MPP I_{mp} - 13,65 A,
- prąd zwarcia I_{sc} - 14,57 A,
- współczynnik sprawności modułu - 22,31 %.

2.3 Inwerter (przetwornica)

Inwerter umożliwia 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 20,0 kW oraz 10 kW.

• Inwerter (nr 1) o mocy: 20,0 kW

DANE WEJŚCIOWE (DC)

Maks. moc DC dla pojedynczego MPPT	- 30000 (W)
Liczba urządzeń śledzących/trackerów MPP	- 2
Liczba wejść DC	- 2 na każde MPPT
Maks. napięcie wejściowe	- 1100 (V)
Napięcie rozruchowe	- 160(V)
Znamionowe napięcie wejściowe	- 650 (V)
Zakres napięcia pracy MPPT	- 140 – 1000 (V)
Zakres napięcia MPPT dla pełnej mocy	- 480 – 850 (V)
Maks. prąd wejściowy ($I_{dc\ max}$) na MPPT	- 2 x 26 (A)
Maks. wejściowy prąd zwarcia na MPPT	- 2 x 36 (A)

DANE WYJŚCIOWE (AC)

Moc znamionowa	- 20 000 (W)
Maks. moc AC	- 22 000 (VA)
Maks. natężenie wyjściowe I_{sc}	- 31,9 (A)
Napięcie znamionowe sieci	- 3/N/PE 230 V/400 Vac
Zakres napięcia sieciowego	- 310 - 480 Vac
Częstotliwość znamionowa sieci	- 50 Hz/ 60 Hz
Zakres częstotliwości sieci	- 45 Hz/ 65 Hz
Zakres regulacji mocy czynnej	- 0 – 100%
Współczynnik zniekształceń nieliniowych THDi	- < 3 %
Współczynnik mocy	- regulowane +/- 0,8
Maks. współczynnik sprawności	- 98,6 %
Europejski współczynnik sprawności (η_{EU})	- 98,2 %

DANE OGÓLNE

Zakres temperatur otoczenia	- -30°C - +60°C
Stopień ochrony wilgotności	- IP65
Dopuszczalny zakres wilgotności względnej	- 0 – 100 %
Topologia	- beztransfatorowa
Pobór własny w nocy	- < 1 (W)
Waga	- 22 kg

• Inwerter (nr 2) o mocy: 10.0 kW

DANE WEJŚCIOWE (DC)

Maks. moc DC dla pojedynczego MPPT	- 15000 (W)
Liczba urządzeń śledzących/trackerów MPP	- 2
Liczba wejść DC	- 1 na każde MPPT
Maks. napięcie wejściowe	- 1100 (V)
Napięcie rozruchowe	- 160 (V)
Znamionowe napięcie wejściowe	- 650 (V)
Zakres napięcia pracy MPPT	- 140 – 1000 (V)
Zakres napięcia MPPT dla pełnej mocy	- 480 – 850 (V)
Maks. prąd wejściowy ($I_{dc\ max}$) na MPPT	- 2 x 26 (A)
Maks. wejściowy prąd zwarcia na MPPT	- 2 x 36 (A)

DANE WYJŚCIOWE (AC)

Moc znamionowa	- 10 000 (W)
Maks. moc AC	- 10 000 (VA)
Maks. natężenie wyjściowe I_{sc}	- 15,2 (A)
Napięcie znamionowe sieci	- 3/N/PE 230 V/400 Vac
Zakres napięcia sieciowego	- 310 - 480 Vac
Częstotliwość znamionowa sieci	- 50 Hz/ 60 Hz
Zakres częstotliwości sieci	- 45 Hz/ 65 Hz
Zakres regulacji mocy czynnej	- 0 – 100%
Współczynnik zniekształceń nieliniowych THDi	- < 3 %
Współczynnik mocy	- regulowane +/- 0,8
Maks. współczynnik sprawności	- 98,5 %

Europejski współczynnik sprawności (η_{EU}) - 98,0 %

DANE OGÓLNE

Zakres temperatur otoczenia - -30°C - +60°C
Stopień ochrony wilgotności - IP65
Dopuszczalny zakres wilgotności względnej - 0 – 100 %
Topologia - beztransformatorowa
Pobór własny w nocy - < 1 (W)
Waga - 18 kg

STANDARD – DEKLARACJE ZGODNOŚCI

EN 61000-6-2 EN 61000-6-4, IEC 62109-1/2, IEC 62116, IEC 61727, IEC 61683, IEC 60068 (1,2,14,30), IEC 60255, VDE V 0124-100, V 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, CEI 0-21 / CEI 0-16, UNE 206 007-1, EN 50549, G99, EN 50530

3 DOBÓR ELEMENTÓW INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

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

- 61 szt. paneli o łącznej mocy 30,81kWp.

Dobre inwertery:

- 1) Inwerter nr 1 o mocy nominalnej 20,0 kW - 40 szt. paneli w konfiguracji: 2x 20 panele
- 2) Inwerter nr 2 o mocy nominalnej 10,0 kW - 21 szt. paneli w konfiguracji: 1 x 21 panele

4 OKABLOWANIE

4.1 Strona stałoprądowa DC

Inwerter	Łańcuch	Długość odcinka przewodu (m)	Projektowany przekrój przewodów (mm ²)	Straty w przewodach (%)
Inwerter 1 20,0 kW	STR 1	14	6	0,145
	STR 2	20	6	0,207
Inwerter 2 10,0 kW	STR 1	25	6	0,258

Starty dla najdłuższego odcinka przewodów <1% = warunek spełniony

4.2 Strona zmiennoprądowa AC

Projektowane kable AC nNw projektowanej elektrowni fotowoltaicznej ułożyć od rozdzielni przyłączeniowej RP do rozdzielni głównej fotowoltaicznej RGPV oraz od RGPV rozdzielni RAC-1 i RAC-2 - zgodnie z normą SEP-E-004 oraz PN-76/E-05125, wzdłuż trasy i namiarów pokazanych na rys. nr E-01, w sposób wykluczający ich uszkodzenie. Kable AC nN ułożone będą na głębokości min 0,8m na podsypce dziesięciocentymetrowej warstwie piasku i zasypane podobną warstwą piasku. Na tak przygotowanej warstwie należy nasypać ok 25 cm rodzimej ziemi i następnie ułożyć niebieską folię ostrzegawczą z tworzywa sztucznego o grubości min. 0,3 mm i szerokości 25 cm. Przejścia pod nawierzchniami drogowymi wykonać w rurach osłonowych typu DVR 160 (HDPE) koloru niebieskiego. Końce ruroślonych zabezpieczyć przed wnikaniem wilgoci lub ewentualnego robactwa i gryzoni, taśmą lub masą uszczelniającą. Należy zachować odległość poziomą min. 25 cm pomiędzy kablami nN a przewodami komunikacyjnymi inwerterów, układanymi we wspólnym wykopie z kablami nN. Na etapie wykonawstwa należy sprawdzić ewentualne niezainwentaryzowane kolizje z sieciami.

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:

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

gdzie:

P - moc czynna obciążenia przewodu lub kabla [W]

L - długość przewodu (m)

S - przekrój przewodu w (mm²)

γ – konduktywność przewodu

(dla miedzi 56 [$\Omega \cdot \text{mm}^2$])

(dla aluminium 34 [$\Omega \cdot \text{mm}^2$])

U_{n1}^2 – napięcie międzyfazowe

Obliczenia dla inwertera 1(20,0 kW); inwerter – RAC1

- 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:

$$\Delta U = 0,07 \%$$

Obliczenia wykonano dla przewodu YKY o przekroju żył roboczych 10mm² i odległości do 3 m.

Obliczenia dla inwertera 1(20,0 kW); RAC1 - RGPV

- 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:

$$\Delta U = 0,67 \%$$

Obliczenia wykonano dla przewodu YAKXS o przekroju żył roboczych 5x120mm² i odległości do 110 m – uwzględniono zasilanie rozdzielni RPC

Obliczenia dla RGPV – RG (rozdzielni przyłączeniowej)

- 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:

$$\Delta U = 0,07 \%$$

Obliczenia wykonano dla przewodu YKY o przekroju żył roboczych 16 mm² i odległości do 5 m.

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

- Połączenia kablowe od inwertera nr 1 do rozdzielnicy RAC-1 należy wykonać kablem YKY o przekroju żył roboczych 5x10mm² dla odległości do 3,0 m.
- Połączenie rozdzielni RAC-1 do rozdzielni RGPV należy wykonać za pomocą kabli YAKXS o przekroju 5x120 mm² dla odległości do 110 m uwzględniając zasilanie rozdzielni pomp ciepła, która jest w oddzielnym opracowaniu
- Połączenie rozdzielni RGPV z rozdzielnicą główną należy wykonać przewodem YKY o przekroju żył roboczych 5x16mm² dla odległości do 5 m.

Straty dla najdłuższego odcinka przewodów <1% = warunek spełniony

Obliczenia dla inwertera 2 (10,0 kW); inwerter – RAC-2

- Prąd obciążenia przewodu:

$$I_B = \frac{10\,000}{\sqrt{3} * 0,9 * 400} = \frac{10\,000}{623,538} = 16,04 \text{ (A)}$$

- Warunek spadku napięcia:

$$\Delta U = 0,07 \%$$

Obliczenia wykonano dla przewodu YKY o przekroju żył roboczych 10mm² i odległości do 3 m.

Obliczenia dla inwertera 2 (10,0 kW); RAC-2 - RGPV

- Prąd obciążenia przewodu:

$$I_B = \frac{10\,000}{\sqrt{3} * 0,9 * 400} = \frac{10\,000}{623,538} = 16,04 \text{ (A)}$$

- Warunek spadku napięcia:

$$\Delta U = 0,23 \%$$

Obliczenia wykonano dla przewodu YKY o przekroju żył roboczych 5x16mm² i odległości do 33 m.

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

- Połączenia kablowe od inwertera nr 2 do rozdzielnicy RAC-2 należy wykonać kablem YKY o przekroju żył roboczych 10 mm² dla odległości do 3,0 m.
- Połączenie kablowe od rozdzielni RAC-2 do rozdzielni RGPV wykonać przewodem YKY o przekroju żył roboczych 5x16mm² dla odległości do 33 m.

Straty dla najdłuższego odcinka przewodów <1% = warunek spełniony

5 ZABEZPIECZENIA

5.1 Zabezpieczenie strona stałoprądowa DC

Zabezpieczenie przed prądami wstecznymi zapewniają 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 200C $k=1$, dla 400C $k=0,92$)

przy $I_{sc} = 14,57A$ dla wejścia $I_n \geq 22,17 A$,

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 20 modułów:

$$U_{sc} = 20 * 43,78 = 875,6 V$$

$$U_n \geq 1050,72 V$$

- dla obwodu 21 modułów:

$$U_{sc} = 21 * 43,78 = 919,38 V$$

$$U_n \geq 1103,26 V$$

Przyjmuje się po stronie DC zabezpieczenie 25A o napięciu znamionowym do 1500 V. Z uwagi na występowanie rozłącznika izolacyjnego w inwerterze nie jest konieczny montaż dodatkowego rozłącznika po stronie stałoprądowej.

5.2 Zabezpieczenie strona zmiennoprądowa AC

Z uwagi na wytyczne odnośnie montażu mikro-instalacji projektowane zostaje urządzenie łączeniowe w postaci wyłącznika nadprądowego.

Na podstawie wartości obciążenia wyjściowego inwertera 1 o mocy 20,0 kW, $I_{sc} = 31,9$ A dobrano zabezpieczenie nadprądowe:

$$\begin{aligned}1,13 \cdot I_{sc} &\leq I_N \leq 1,45 \cdot I_{sc} \\1,13 \cdot 31,9 &\leq I_N \leq 1,45 \cdot 31,9 \\36,05 &\leq I_N \leq 46,26 \\I_N &= 40 \text{ [A]}\end{aligned}$$

Na podstawie wartości obciążenia wyjściowego inwertera 2 o mocy 10,0 kW, $I_{sc} = 15,2$ A dobrano zabezpieczenie nadprądowe:

$$\begin{aligned}1,13 \cdot I_{sc} &\leq I_N \leq 1,45 \cdot I_{sc} \\1,13 \cdot 15,2 &\leq I_N \leq 1,45 \cdot 15,2 \\17,18 &\leq I_N \leq 22,04 \\I_N &= 20 \text{ [A]}\end{aligned}$$

5.3 Ochrona przepięciowa instalacji

Do ochrony przepięciowej projektuje się ochronnik przepięciowy po stronie DC typu T1+T2 (kombinowany) montowany w szafie rozdzielczej instalacji fotowoltaicznej przy inwerterze ochronnik również typu T1+T2 (kombinowany).

Ochrona przeciwprzepięciowa - ograniczniki przepięć SPD typ T1+T2 dla paneli:

- w rzędzie 21 szt:

$$\begin{aligned}U_c &\geq 1,2 \cdot U_{oc} \cdot stc \\U_c &\geq 1,2 \cdot 43,78 \cdot 21 \\U_c &\geq 919,38 \text{ V}\end{aligned}$$

- w rzędzie 20 szt:

$$\begin{aligned}U_c &\geq 1,2 \cdot U_{oc} \cdot stc \\U_c &\geq 1,2 \cdot 43,78 \cdot 20 \\U_c &\geq 875,60 \text{ V}\end{aligned}$$

W razie konieczności przed przystąpieniem do montażu instalacji fotowoltaicznej użytkownik zapewni możliwość przyłączenia, poprzez budowę lub przebudowę

rozdzielniczy głównej, aby zapewnić miejsce na zabezpieczenie przewodów i przyłączenie instalacji oraz wykonanie zabezpieczeń.

5.4 Ochrona przeciwporażeniowa

Instalacja fotowoltaiczna pracować będzie w układzie TN-S. Ochrona podstawowa, oraz 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.

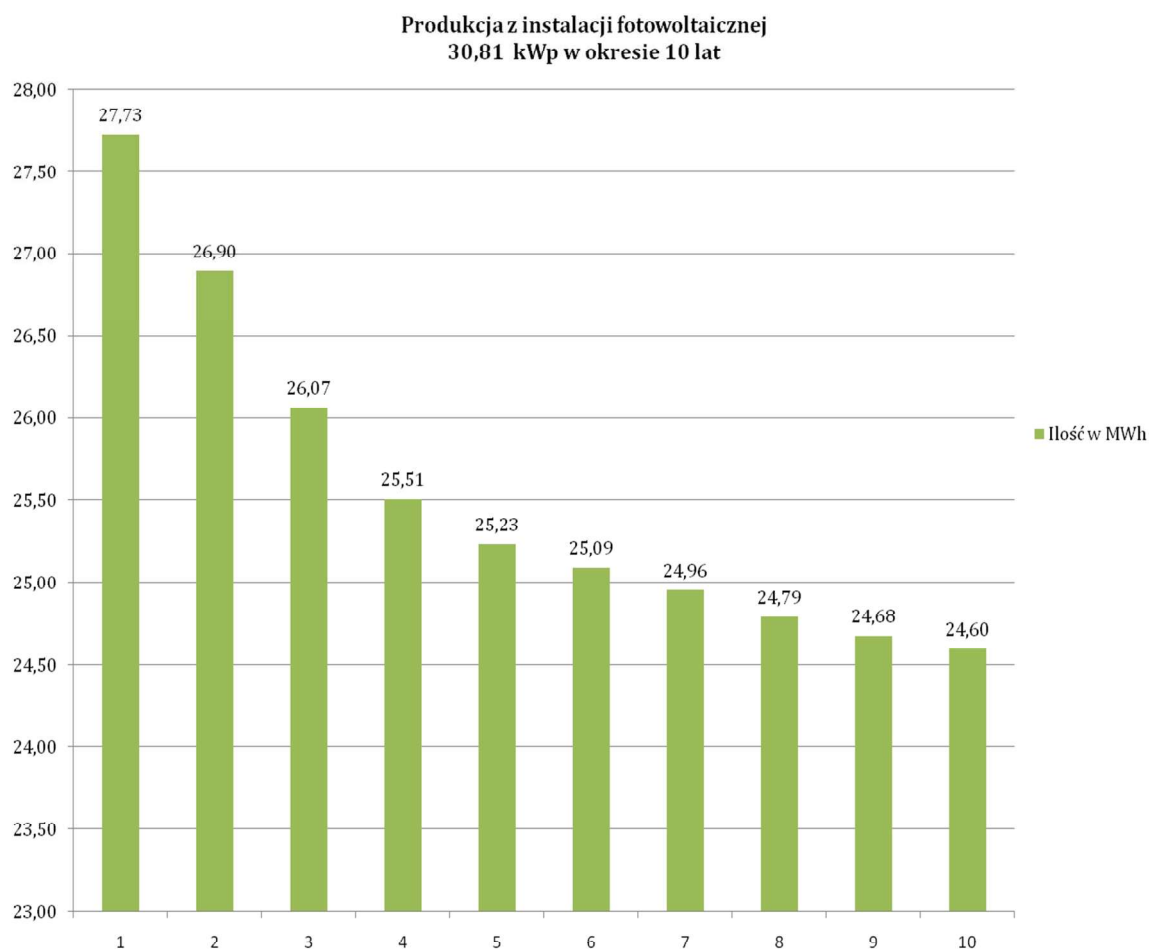
Z uwagi na to, że inwerter posiada II klasę ochronności, nie jest wymagany montaż wyłącznika różnicowoprądowego z wyzwalaczem nadprądowym. Na etapie wykonawstwa należy sprawdzić klasę ochronności inwertera.

Ochronę dodatkową dla części DC stanowi uziemienie konstrukcji wsporczych modułów oraz uziemienie części przewodzących dostępnych inwerterów. Wzdłuż stołów konstrukcji wsporczych należy ułożyć uziom i przyłączyć do niego wszystkie stoły konstrukcji wsporczych oraz zaciski ochronne PE inwerterów. Dodatkowo zaciski PE inwerterów należy podłączyć do szyny ochronnej PE w rozdzielnicy RGF wykorzystując w tym celu taśmę Fe/Zn 30x4 mm.

5.5 Ochrona przed przepięciami

Ochronę przed przepięciami spowodowanymi wyładowaniami atmosferycznymi stanowić będą uziemione połączenia wyrównawcze wszystkich dostępnych elementów farmy oraz ograniczniki przepięć. Zabezpieczenia przepięciowe inwerterów zainstalowane zostaną w rozdzielnicach RPV. Dodatkowo inwertery wyposażone będą fabrycznie w ograniczniki przepięć DC typu II. Wartość rezystancji uziemienia systemu ochrony przeciw wyładowaniom atmosferycznym nie może być wyższa niż 10 Ω (Ohm). Wszystkie prace 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.

6 SYMULACJA WIELKOŚCI PRODUKCJI ENERGII ELEKTRYCZNEJ Z INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ



7 POMIARY

Po dokonaniu prac montażowych przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać pomiary:

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

8 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 celem uzyskania akceptacji.

Przewody oraz zabezpieczenia w części DC systemu PV należy dobierać z katalogu zastosowanego producenta systemów fotowoltaicznych. Zasady ich doboru dotyczą doboru przekroju na długotrwałą obciążalność prądową oraz przeciążalność i podlegają sprawdzeniu z warunku spadku napięcia zgodnie z ogólnymi zasadami stosowanymi w praktyce projektowej.

Przewody i zabezpieczenia po stronie AC należy dobierać zgodnie z powszechnie akceptowalnymi zasadami, a za podstawę ich doboru należy przyjąć wytyczne producentów urządzeń określonych w kartach katalogowych.

Należy przewidzieć konieczność podłączenia rozdzielni dla pomp ciepła po uzgodnieniu technicznym z wykonawcą pomp ciepła. Dokumentacja projektowa dotycząca pomp ciepła znajduje się w oddzielnym opracowaniu.

9 SPIS RYSUNKÓW

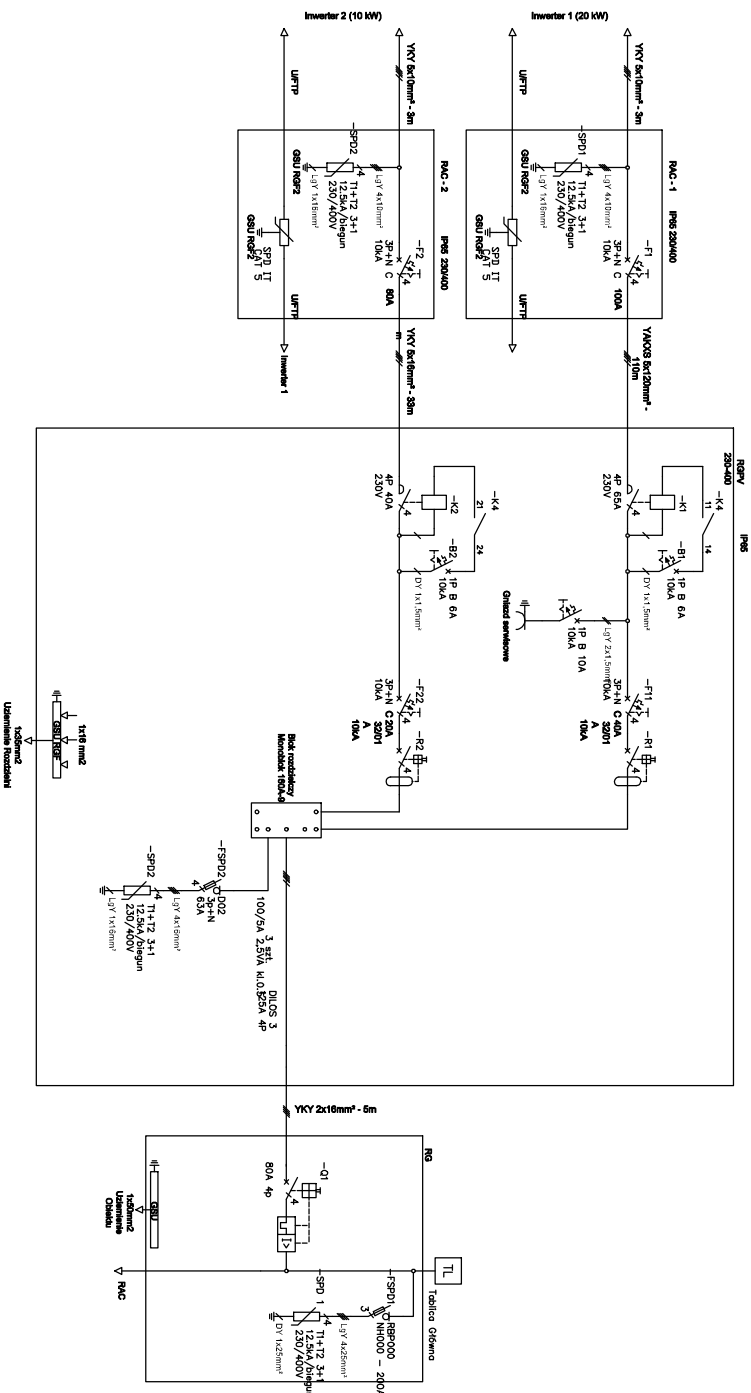
Rys. nr E-01. Mapa sytuacyjna – lokalizacja instalacji fotowoltaicznej

Rys. nr E-02. Schemat elektryczny DC inwerter 1 – 20,0 kW

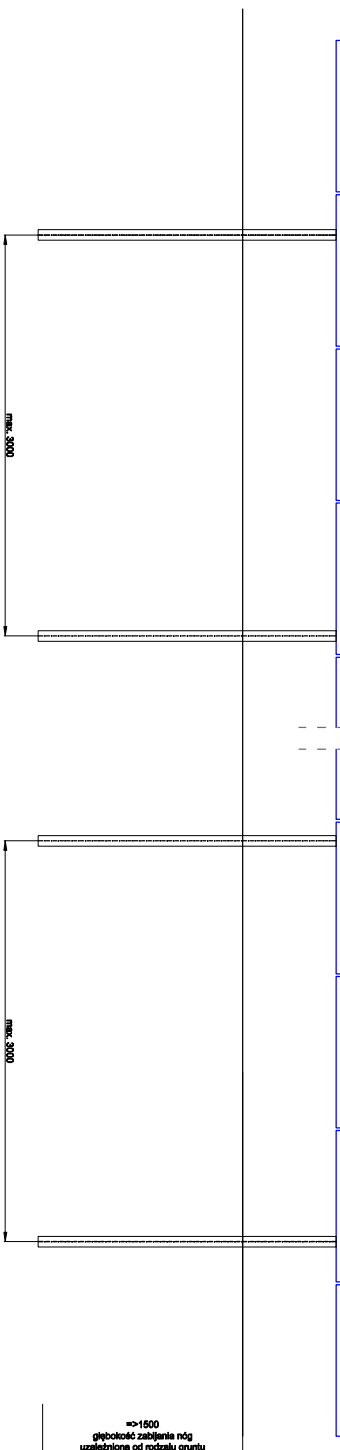
Rys. nr E-02. Schemat elektryczny DC inwerter 1 – 10,0 kW

Rys. nr E-05. Schemat elektryczny RGF –30,0 kW

Rys. nr E-06. Konstrukcja wsporcza paneli fotowoltaicznych - stół dwupodporowy wbijany w grunt



<div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div>A</div><div>P</div><div>T</div><div>.PL</div></div></div> <div>AUTOMATYZACJA PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH</div>			
Skadunek	PROJEKT TECHNICZNY	Branza	ELEKTRYCZNA
Obiekt	POW. „Przystań” w Lubieniu Kujawskim, ul. Zwirki i Wigury 4b. 87-840 Lubień Kuj.		
Treść Opisowania	BUDOWA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ		
INWESTOR	STAROSTWO POWIATOWE WE WŁOCŁAWKU ul. Cyganek 28 87-800 Włocławek		
ADRES	Inż. Boguż Leszczyo-Grabianka		
Opisował	mgr Inż. Andrzej Stefanek		
Projektant	UPR. PROJ. 4817-FI-7342-4899 W SPEC. INSTALACJE ELEKTRYCZNE		
Nr uprawnień	E-04		



<div><div></div><div>A</div><div>P</div><div>T</div>.PL</div>					
AUTOMATYZACJA PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH					
Stadium		PROJEKT TECHNICZNY		Branża	ELEKTRYCZNA
Obiekt		POW „Przystanek” w Lubieniu Kujawskim, ul. Żwirki i Wigury 4b. 87-840 Lubień Kuj.			
Treść Opisowania		BUDOWA INSTALACJI FOTOWOLTAEICZNEJ			
INWESTOR		STAROSTWO POWIATOWE WE WŁOCŁAWKU ul. Gygantka 28 87-800 Włocławek			
ADRES					
Opracował		Inż. Bogusław Leszczyński-Grabianka			
Projektant		mgr Inż. Andrzej Stefaniak			
Nr uprawnień		UPR. PROJ. ABIT-II-7342-46/99 W SPEC. INSTALACJE ELEKTRYCZNE			
		B-01			