

1. CZĘŚĆ FORMALNO - PRAWNA	2
1.1. Przedmiot opracowania.....	2
1.2. Podstawa opracowania.....	2
1.3. Zakres opracowania.....	2
2. OPIS TECHNICZNY	3
2.1. Dane obiektu	3
2.2. Opis rozwiązań projektowych.....	3
2.3. Konstrukcja montażowa	5
2.4. Panele fotowoltaiczne	5
2.5. Falowniki fotowoltaiczne.....	6
2.6. Okablowanie.....	8
2.7. Ochrona przeciwprzepięciowa	8
2.8. Instalacja połączeń wyrównawczych	8
2.9. Instalacja odgromowa	8
2.10. Przeciwpożarowy wyłącznik prądu.....	9
2.11. Komunikacja	11
2.12. Wyniki symulacji	12
2.13. Uwagi.....	12
3. TABELA	14
4. RYSUNKI	15
5. ZAŁĄCZNIKI	16

1. CZĘŚĆ FORMALNO - PRAWNA

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest instalacja fotowoltaiczna na dachu budynku Urzędu Gminy w Brodnicy dz. Nr 179/14, 63-112 Brodnica.

1.2. Podstawa opracowania

Opracowanie niniejsze wykonane zostało na podstawie następujących materiałów:

- Zlecenie zamawiającego,
- Projekt architektoniczny,
- Uzgodnienia międzybranżowe,
- Obowiązujące przepisy.

1.3. Zakres opracowania

Opracowanie niniejsze obejmuje:

- Symulacje uzysku energetycznego wraz z wizualizacją,
- Rozmieszczenie paneli generatora PV na dachu.
- Plan połączenia instalacji fotowoltaicznej z instalacją odbiorczą obiektu,
- Dobór WLZ dla falowników
- Dobór konstrukcji montażowej.

2. OPIS TECHNICZNY

2.1. Dane obiektu

Projektowana jest instalacja fotowoltaiczna o mocy zainstalowanej DC równej **23,055 kWp**. Instalacja umieszczona zostanie na dachu budynku Urzędu Gminy w Brodnicy dz. Nr 179/14, 63-112 Brodnica. Instalacja podłączona będzie do sieci elektroenergetycznej. Nadmiar produkcji zostanie oddany do sieci.

Adres	dz. Nr 179/14, 63-112 Brodnica
Typ obiektów budowlanych	Użyteczności publicznej - ZL III
Kubatura	Podziemna: 697m ³ Nadziemna: 1 696,71 m ³
Wysokość	7,5m
Liczba kondygnacji	III

2.2. Opis rozwiązań projektowych

Dach budynku, na którym planowana jest zabudowa instalacji fotowoltaicznej przyjęto jako płaskie, kąt nachylenia <5°. Panele fotowoltaiczne zamontowane zostaną na konstrukcji balastowej, pod kątem nachylenia 15°. Konstrukcja dachu oraz jego przykrycie zaprojektowane są w klasie odporności ogniowej R-15, nierozprzestrzeniającej ognia (wg Warunki Ochrony Przeciwpożarowej (...) styczeń 2022). Zgodnie z branżą architektury, pokrycie dachowe zgodnie z poniższą tabelą:

WD7	Stropodach odwrócony nad ostatnią kondygnacją – dach nieużytkowy $U_{C(max)}=0,18 [W/(m^2 \cdot K)]$
0,50	Papa nawierzchniowa zgrzewalna NRO o klasyfikacji ogniowej Broof (t1) , min RE15, kolor posypki szary, SRI ≥ 75 , np. SOPREMA PYE PV 200 S5 SCHIEFER
UWAGA!	W przypadku nie spełnienia współczynnika SRI ≥ 75 można zastosować bez spoinową powłokę NRO z farby w kolorze białym, np. farba Elastodeck o klasyfikacji ogniowej Broof(t1)
0,40	Papa podkładowa mocowana mechanicznie, np. SOPRALENE FIX S4
Min 20,0	Płyty z wełny mineralnej $\Lambda_{min}= 0,034 W/mK$ (2 x 10cm)

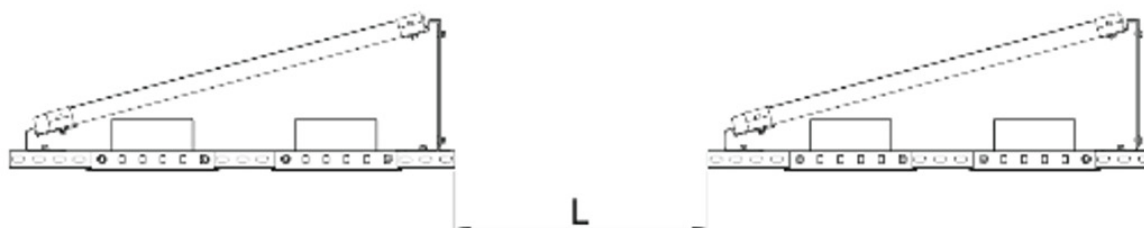
UWAGA!	Dodatkowo warstwa spadkowa układana w klinach, min 2%
0,40	Paroizolacja z papy podkładowej zgrzewanej do podłoża, np. SOPREMA MAMUT VAP ALU S4
	Gruntowanie płyty żelbetowej np.: Preparat gruntujący SOPREMA ELASTOCOL 500
22,0	Płyta żelbetowa wg proj. konstrukcji
	Warstwa zwiększająca przyczepność ze środka na bazie organicznej Np. BAUMIT Betonkontakt
1,50	Lokale biurowe: Tynk cementowo wapienny , zagruntowany.
1,50	Komunikacja, Przedsiónek ppoż.: Tynk cementowo wapienny malowany farbą emulsyjną akrylową x2 kolor biały lub sufit podwieszany

Instalacja fotowoltaiczna zbudowana zostanie z 53 modułów fotowoltaicznych, każdy o mocy 435 Wp (Longi LR4-72HPH 435M), współpracujących z falownikiem o mocy 22 kW (Sofar).

2.3. Konstrukcja montażowa

Ze względu na rodzaj pokrycia dachu i kąt nachylenia zaproponowano konstrukcję balastową. Konstrukcja charakteryzuje się bezinwazyjnym mocowaniem instalacji fotowoltaicznej oraz pozwala na montaż modułów pod kątem 15° .

Z uwagi na przyjętą konstrukcję montażową konieczne jest zachowanie odstępów międzyrzędowych wynoszących minimum 1,5 m (zastosowano 1,7m). Odległość L wskazano na poniższym rysunku poglądowym.



Przed przystąpieniem do montażu **należy zweryfikować nośność dachu**, waga balastu może wynosić nawet około 100 kg/panel. Dla weryfikacji obciążenia dachu, należy przyjmować 100kg/m^2 . Weryfikacja nośności dachu oraz właściwego ciężaru balastu poza zakresem opracowania.

Do montażu konstrukcji wsporczej należy używać jedynie systemowych materiałów. Miejsca skracania elementów konstrukcyjnych zabezpieczać farbą antykorozyjną.

2.4. Panele fotowoltaiczne

Projektowana instalacja fotowoltaiczna o łącznej mocy 23,055 kWp złożona zostanie z 53 paneli fotowoltaicznych o mocy 435 W (Longi LR4-72HPH 435M). Podstawowe parametry techniczne pojedynczego modułu przedstawiono poniżej (oraz karta katalogowa załącznik).

Parametr	Jednostka	Wartość
Typ ogniwa	monokrystaliczny	
Liczba ogniw	144	

Moc nominalna modułu PV	P_{max}	435
Napięcie nominalne modułu PV	V_{mpp}	40,9
Napięcie przy otwartym obwodzie	V_{oc}	48,7
Prąd nominalny modułu	I_{mpp}	10,64
Prąd zwarciový modułu	I_{sc}	11,39
Waga	kg	23,5
Sprawność modułu	%	20,00
Maksymalne napięcie systemu	V	1500
Maksymalne obciążenie frontu	5400 Pa	
Maksymalne obciążenie tyłu	2400 Pa	
Maksymalny prąd zabezpieczenia przeciążeniowego	20 A	
Wsp. Temp dla I_{sc}	+0,05 %/°C	
Wsp. Temp dla V_{oc}	-0,3 %/°C	
Wsp. Temp dla P_{max}	-0,38 %/°C	
Temperatura pracy STC	25 ± °C	
Gwarancja na produkt	12 lat	
Gwarancja na wydajność liniową	25 lat	

2.5. Falowniki fotowoltaiczne

Projektowana instalacja fotowoltaiczna pracować będzie w oparciu o falownik fotowoltaiczny o mocy 22kW. Podstawowe parametry falownika przedstawiono poniżej.

Dane techniczne	Inwerter 22-KTLX-G3	
Wejście DC		
Maks. moc DC	33 kW	
Maks. napięcie wejściowe	1100 V	

Znamionowe napięcie wejściowe	650 V	
Maks. prąd wejściowy	26 A	
Wyjście AC		
Moc znamionowa prądu przemiennego AC	22 kVA	
Maksymalna moc prądu przemiennego AC	24,2 kVA	
Napięcie wyjściowe AC	400 / 230 V	
Zakres częstotliwości napięcia w sieci AC	50 ± 5 Hz	
Maks. prąd wyjściowy	35,1 A	
Obsługiwana sieć-trójfazowa	3 / N / PE	
Maks. współczynnik sprawności	98,6%	
Dane ogólne		
Masa	23 kg	
Zakres temperatur pracy	-30°C - +60°C	
Rodzaj chłodzenia	Wentylator	
Stopień ochrony	IP65	
Wyposażenie		
Technologia przyłączenia DC	2 pary MC4	
Systemy łączności	RS485, Ethernet, Wi-Fi	

Uwaga:

Falownik instalacji fotowoltaicznej należy montować w pomieszczeniu lub w miejscu osłoniętym od bezpośredniego działania promieni słonecznych oraz bezpośredniego narażenia na warunki atmosferyczne.

2.6. Okablowanie

Połączenia pomiędzy modułami należy wykonać z wykorzystaniem kabli fabrycznych paneli fotowoltaicznych. Konieczne przedłużenia pomiędzy panelami oraz falownikiem należy wykonać z wykorzystaniem przewodów solarnych min. 6mm² np. H1Z2Z2-K 1x6mm² oraz złączy MC4. Przewody biegunów dodatnich i ujemnych należy prowadzić równolegle. Maksymalna długość łańcucha (suma biegunów 300m).

Połączenie strony AC falowników należy zrealizować z wykorzystaniem kabli YkY 5x16mm². WLZ od szafek R-AC YkY 5x16mm². Przewody uziemiające i połączenia wyrównawcze LgY 6mm². Wszystkie kable/przewody prowadzić w korytach z pokrywami lub rurkach odpornych na UV.

2.7. Ochrona przeciwprzepięciowa

Po stronie stałoprądowej falowniki zabezpieczone będą przez ograniczniki przepięć 1000VDC PV typu T2 na każdy łańcuch połączeń szeregowych. Ograniczniki przepięć zlokalizowane będą w rozdzielnicach R-DC zlokalizowanych w pobliżu falowników oraz przy początku poszczególnych łańcuchów.

Falowniki od strony AC zostaną zabezpieczone zostaną ogranicznikami przepięć AC typu T1+T2 znajdującymi się w rozdzielnicy R-AC zlokalizowanych w pobliżu falowników.

2.8. Instalacja połączeń wyrównawczych

Za pomocą przewodu LgY 6mm² należy wykonać uziemienie konstrukcji montażowej paneli fotowoltaicznych. Dodatkowo do uziemienia za pomocą przewodu LgY 6mm² należy przyłączyć projektowane falowniki, ograniczniki przepięć, koryta oraz obudowy. Wymagana rezystancja uziomu $R < 10\Omega$. Przyłączenie do projektowanego uziomu prętowego wbijanego.

W celu zapewnienia ciągłości elektrycznej i ekwipotencjalizacji w miejscu styku ram modułów fotowoltaicznych z konstrukcją nośną należy zastosować specjalne podkładki uziemiające wykonane ze stali nierdzewnej po jednej na moduł.

2.9. Instalacja odgromowa

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest jako odizolowana od instalacji odgromowej. Instalacja chroniona jest za pomocą masztów odgromowych. W przypadku zbliżeń instalacji odgromowej z instalacją fotowoltaiczną, stosować należy wysokonapięciowe przewody odgromowe izolowane.

2.10. Przeciwpowozarowy wyłącznik prądu

Budynki wyposażone są w przeciwpowozarowe wyłączniki prądu zlokalizowane przy wejściach do klatek schodowych. Wyzwolenie PWP, a tym samym wyłączenie rozdzielnicy TGA, powoduje odłączenie zasilania budynków (strona AC). Odłączenie napięcie po stronie AC powoduje odłączenie instalacji fotowoltaicznej od instalacji odbiorczej (zabezpieczenie przed pracą
wyspową).

Charakterystyka zagrożenia pożarowego

Właściwości pożarowe elementów instalacji

Moduły fotowoltaiczne	Nierozprzestrzeniające płomienia- umieszczone na dachu budynku na konstrukcji systemowej odsuniętej od pokrycia dachu.
Okablowanie	Prowadzone w korytach kablowych z osłonami, trwale przymocowanymi do konstrukcji wsporczych instalacji fotowoltaicznej, dachu oraz na ścianach budynku. Klasa reakcji ogniowej okablowania- min. Dca
Falownik	Nierozprzestrzeniający płomienia- umieszczony na murze budynku, na podłożu o klasie reakcji na ogień nie gorszej niż A2.
Rozdzielnice z wyposażeniem	Un=1000 VDC- umieszczone na konstrukcji niepalnej, na murze budynku

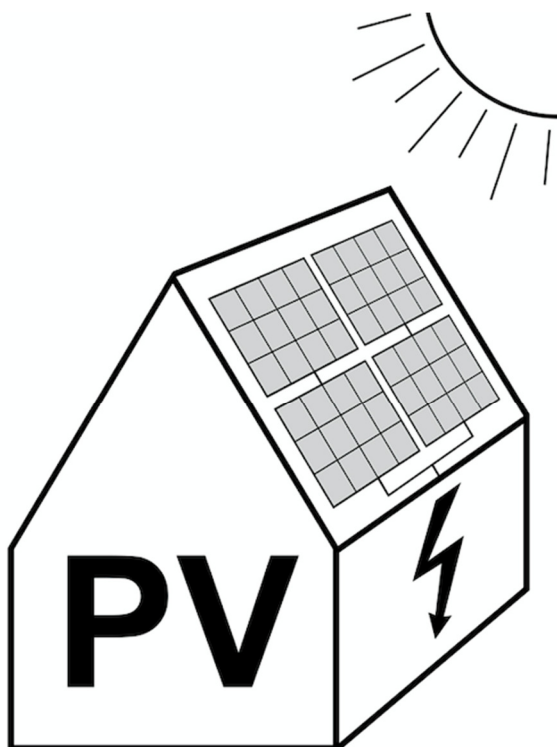
Wpływ pożaru urządzeń fotowoltaicznych na elementy obiektu budowlanego w kontekście ich właściwości pożarowych i zabezpieczenia.

Strona DC instalacji	Brak kontaktu z elementami budynku rozprzestrzeniającymi ogień- zabezpieczona przeciwprzepięciowo.
Strona AC instalacji	Brak kontaktu z elementami budynku rozprzestrzeniającymi ogień- zabezpieczona przeciwprzepięciowo. Zastosowano zabezpieczenie zwarciorowe i przeciążeniowe ochraniające także przewód zasilający, zrealizowane poprzez szybkie wyłączenie zasilania z wykorzystaniem wyłączników nadmiarowo-prądowych.
Okablowanie DC	Klasa reakcji ogniowej okablowania- min. Dca. Przejścia poprzez ściany i stropy oddzielen przeciwpożarowych należy zabezpieczyć do właściwej klasy odporności ogniowej np. z wykorzystaniem masy ognioochronnej.
Moduły fotowoltaiczne	W ramach jednego łańcucha połączone przewodami fabrycznymi poprzez szybkozłącza MC4 wykonane na etapie produkcji, dodatkowe połączenia za pomocą szybkozłączy wykonane przy użyciu tego samego typu oraz producenta.
Okablowanie prowadzone w budynku	Prowadzenie okablowania DC do falownika w kanałach i korytach kablowych, rurkach giętkich nierozprzestrzeniających płomienia lub zabezpieczone masą ognioochronną. Przewody AC prowadzone w rurach osłonowych z wyłączeniem obszaru bezpośrednio przy falowniku, gdzie przewody mogą być wyprowadzone bez osłon do 40 cm.

Instalacja odgromowa	Budynek wyposażony w instalację odgromową.
----------------------	--

Przygotowanie obiektu do działań ratowniczo- gaśniczych

- Budynek wyposażony w przeciwpożarowy wyłącznik prądu przy wejściu do budynku, z uwagi na kubaturę obiektu jest on wymagany (Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie § 183 oraz VDE-AR-2100-712),
- Wyłączenie zasilania odbywa się z wykorzystaniem wyłączników PWP budynku, zlokalizowanych przy wejściach głównych oraz wejściu pomieszczenia administracyjnego.
- Wykonaną instalację fotowoltaiczną należy zgłosić do Komendy Powiatowej (Miejskiej) Państwowej Straży Pożarnej. Zgłoszenie powinno zawierać szczegółowe informacje o lokalizacji urządzenia PV, terminie rozpoczęcia jego użytkowania, plan urządzenia fotowoltaicznego.
- Budynek należy oznaczyć symbolem informującym o zamontowanej instalacji fotowoltaicznej.



2.11. Komunikacja

Falownik Sofar posiada możliwość komunikacji. W przypadku projektowanej instalacji wykorzystywany jest standard Ethernet, który pozwala na wpięcie do sieci LAN. Pozwala to na bieżącą śledzenie produkcji oraz możliwość udostępnienia informacji w sieci. Podłączenie do sieci WiFi.

Przed uruchomieniem instalacji należy wykonać następujące pomiary:

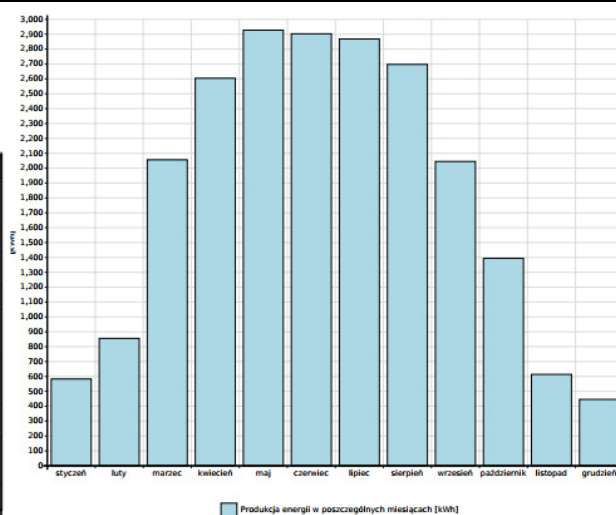
- Rezystancja uziemienia punktu PE inwertera- max 10Ω,
- Rezystancja uziemienia połączeń wyrównawczych,
- Stan izolacji kabli zasilających,
- Ochronę od porażeń,
- Inne pomiary wymagane przepisami.

Z przeprowadzonych pomiarów należy sporządzić odpowiednie protokoły stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji fotowoltaicznej.

2.12. Wyniki symulacji

Moc zainstalowana DC	23,055 kWp
Maksymalna osiągalna moc AC	23,055 kW
Roczna produkcja energii	21,993 MWh

Produkcja energii w poszczególnych miesiącach		
styczeń	583	kWh
luty	856	kWh
marzec	2056	kWh
kwiecień	2604	kWh
maj	2927	kWh
czerwiec	2903	kWh
lipiec	2868	kWh
sierpień	2697	kWh
wrzesień	2045	kWh
październik	1394	kWh
listopad	614	kWh
grudzień	446	kWh
Energia całkowita roczna	21993	kWh
Generator	23055	W



2.13. Uwagi

1. Przedstawiony wynik uzysku energii elektrycznej to wartość obliczona na podstawie wzorów matematycznych w specjalistycznym oprogramowaniu i jest wartością szacunkową. Autor analizy nie gwarantuje osiągnięcia w rzeczywistości podanego uzysku energii elektrycznej. Przyczyną rozbieżności mogą być różne czynniki zewnętrzne, takie jak np. zacinienie, zabrudzenie lub wahania sprawności modułów fotowoltaicznych.

2. Obciążenie modułami (z balastem) przyjmować na poziomie 100kg/m². Właściwy dobór balastu powinien zostać przeprowadzony i zatwierdzony przez uprawnionego konstruktora,
3. Przewody prowadzić w korytach z pokrywami lub peszlach odpornych na UV,
4. Koryta łączyć przewodami wyrównawczymi LgY 6mm²/ (H07V-K),
5. Stosować przewody solarne H1Z2Z2-K min. 6mm²
6. Okablowanie biegun + oraz - prowadzić równolegle
7. Moc instalacji >6,5kWp - wymagane uzgodnienie z rzeczoznawcą pożarowym

3. TABELA

- Tabela 1 – zestawienie głównych elementów montażowych

4. RYSUNKI

E1 RZUT PIWNICY

E2 RZUT PARTERU

E3 RZUT DACHU

E4 SCHEMAT INSTALACJI PV

5. ZAŁĄCZNIKI

- Karta katalogowa paneli fotowoltaicznych,
- Karty katalogowe falowników,
- Karta katalogowa konstrukcji balastowej.