

jednostka projektowa	Leszek Sobala Biuro Projektowe ul. Kraszewskiego 14a, 89-100 Nakło nad Notecią tel. 662152057 NIP: 558-116-35-21	
nazwa projektu	Budowa instalacji fotowoltaicznej w ramach zadania Przebudowa świetlicy wiejskiej w Karnowie	
przedmiot opracowania	Projekt instalacji fotowoltaicznej o mocy 23,70 kWp	
adres obiektu	Karnowo dz. nr 165/5, 89-100 Nakło	
Zamawiający:	Gmina Nakło nad Notecią	
adres Zamawiającego:	ul. Ks. Piotra Skargi 7, 89-100 Nakło nad Notecią	
nr tomu:	1/3	
branża:	Elektryczna	
projektant:	Imię i nazwisko	Nr uprawnień
	mgr inż. Leszek Sobala	KUP/0070/POOE/11

Spis treści

1. Oświadczenie projektanta	3
2. Uprawnienia budowlane i zaświadczenia projektantów	4
3. Opis techniczny	6
3.1. Podstawa opracowania	6
3.2. Przedmiot opracowania	6
3.3. Zakres opracowania	6
3.4. Stan istniejący	6
4. Stan projektowany	6
4.1. Moduły fotowoltaiczne	7
4.2. Inwerter	8
4.3. Kable i przewody	9
4.4. Konstrukcje wsporcze	9
4.5. Ochrona od skutków działania zwarć i przeciążeń	9
4.6. Ochrona od skutków wyładowań i przepięć atmosferycznych	10
4.7. Instalacja odgromowa	10
5. Projektowany uzysk	10
5.1. Zacienienie odległe	10
5.2. Obliczenia wydajności	10
6. Obliczenia	13
6.1. Dane dotyczące zasilania	13
6.2. Dobór przewodów DC	13
6.3. Dobór przewodów AC	13
6.4. Dobór zabezpieczeń w R_{PVAC}	14
7. Charakterystyka zagrożenia pożarowego	15
7.1. Cel opracowania	15
7.2. Charakterystyka zagrożenia pożarowego projektowanej instalacji PV	16
7.3. Informacje o kategorii zagrożenia ludzi przedmiotowego budynku	16
7.4. Ocena zagrożenia wybuchem pomieszczeń oraz przestrzeni zewnętrznych	16
7.5. Informacje o stopniu rozprzestrzeniania ognia elementów budowlanych	16
7.6. Informacje o usytuowaniu z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe, w tym o odległości od obiektów sąsiadujących	16
7.7. Informacje o warunkach i strategii ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób	16
7.8. Informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji PV a także rozwiązania zmniejszające ryzyko powstania pożaru	16
7.9. Oznakowanie budynku	17
7.10. Woda do zewnętrznego gaszenia pożaru oraz drogi pożarowe	17
7.11. Sprzęt gaśniczy	17
6. Uwagi końcowe	18
7. Załączniki	18
7.1. Rys E-01 - Rzut dachu	
7.2. Rys E-02 – Rzut parteru	
7.3. Rys E-03 - Schemat jednokreskowy	

1. Oświadczenie projektanta

Nakło nad Notecią, 12 sierpnia 2022

Oświadczenie

Zgodnie art. 34 ust. 3d pkt 3 Prawa Budowlanego niżej podpisani oświadczają, że niniejszy Projekt Budowlany dla zadania:

1. INWESTOR

Gmina Nakło nad Notecią
ul. Ks. Piotra Skargi 7
89-100 Nakło nad Notecią

2. INWESTYCJA

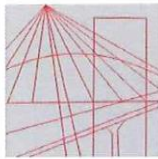
Budowa instalacji fotowoltaicznej w ramach zadania Przebudowa świetlicy wiejskiej w Karnowie

3. BRANŻA - ELEKTROENERGETYCZNA

wykonany został zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej

Imię i Nazwisko	Podpis
Projektant: mgr inż. Leszek Sobala KUP/0070/POOE/11	

2. Uprawnienia budowlane i zaświadczenia projektantów



KUJAWSKO
POMORSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

OKRĘGOWA KOMISJA KWALIFIKACYJNA

Sygn. akt: KUPOIIB/KK-0054-0007/11

Bydgoszcz, dnia 10 czerwca 2011 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (*Dz. U. z 2001 r. Nr 5, poz. 42, z późn. zm.*), art. 13 ust. 1 pkt 1 i ust. 2, art. 14 ust. 1 pkt 5 i ust. 3 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (*Dz. U. z 2010 r. Nr 243, poz. 1623, z późn.* w związku z art. 5 ustawy z dnia 28 lipca 2005 r. o zmianie ustawy – Prawo budowlane oraz o zmianie niektórych innych ustaw (*Dz. U. z 2005 r. Nr 163, poz. 1364*) oraz § 12 pkt 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2005 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz. U. Nr 96, poz. 817*) w związku z art. 104 Kodeksu postępowania administracyjnego (*Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071, z późn. zm.*)

**Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
n a d a j e**

Panu Leszkowi Januszowi Sobala
magistrowi inżynierowi o kierunku elektrotechnika
urodzonemu dnia 19 lipca 1968 r. w Szubinie

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny KUP/0070/POOE/11

**do projektowania bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych**

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

Pouczenie

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej KUPOIIB w Bydgoszczy w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.

**Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej**

mgr inż. Jacek Kołodziej

inż. Wojciech Klatecki

inż. Franciszek Szypliński



Otrzymują:

1. Pan Leszek Janusz Sobala
ul. Kraszewskiego 14A
89-100 Nakło n. Notecią
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor
Nadzoru Budowlanego
4. a/a



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

KUP-J5H-164-6RQ *

Pan Leszek Sobala o numerze ewidencyjnym KUP/IE/0303/07
adres zamieszkania ul. Kraszewskiego 14a, 89-100 Nakło n/Notecią
jest członkiem Kujawsko-Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada
wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2022-08-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2021-08-27 roku przez:

Renata Staszak, Przewodniczący Rady Kujawsko-Pomorskiej 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.pliib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



3. Opis techniczny

3.1. Podstawa opracowania

Podstawą opracowania dokumentacji projektowej jest:

- Zlecenie Gminy Nakło nad Notecią;
- przeprowadzona wizja lokalna;
- obowiązujące normy i przepisy oraz wytyczne producentów urządzeń instalacji fotowoltaicznych;
- Prawo Budowlane (Dz. U. 2020 r. poz. 1333);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 08.12.2017 r. poz. 2285).

3.2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt instalacji fotowoltaicznej (PV), służącej do produkcji energii elektrycznej z promieniowania słonecznego. Energia elektryczna pozyskana w ten sposób zasili instalację elektryczną **Świetlicy wiejskiej w Karnowie**, instalacja projektowana jest na dachu świetlicy. Projektowana moc instalacji to 23,70 kWp.

3.3. Zakres opracowania

Opracowanie projektowe swoim zakresem obejmuje:

- montaż modułów fotowoltaicznych o mocy 0,395 kWp/szt.;
- montaż 1 inwertera o mocy znamionowej 20 kW;
- dobór zabezpieczeń instalacji fotowoltaicznej;
- wykonanie instalacji po stronie DC systemu fotowoltaicznego;
- wykonanie okablowania po stronie AC systemu fotowoltaicznego wraz z doprowadzeniem kabli do rozdzielni głównej budynku;
- zapewnienie odpowiedniego systemu monitorowania energii;
- podłączenie falownika do sieci LAN budynku.

3.4. Stan istniejący

Instalacja fotowoltaiczna (PV) zostanie ulokowana na dachu budynku Świetlicy wiejskiej w Karnowie. Moduły fotowoltaiczne (PV) zostaną zamocowane na dachu budynku z wykorzystaniem mocowań i konstrukcji systemowych.

Budynek posiada zasilanie przez sieć niskiego napięcia. Projektuje się wykorzystanie rozdzielnic głównej budynku objętej odrębnym opracowaniem.

Projekt nie ingeruje w układ zasilania i opomiarowania obiektu.

4. Stan projektowany

Moduły fotowoltaiczne zostaną zamocowane na dachu budynku.

Projektuje się montaż $L_{ZIM} = 60$ sztuk modułów fotowoltaicznych o mocy $P_{MPP} = 395$ Wp.

Moc maksymalna instalacji jest równa:

$$P_{PVmax} = L_{ZIM} \cdot P_{MPP} = 60 \cdot 395 = 23\,700 \text{ Wp}$$

Moduły fotowoltaiczne będą połączone szeregowo w 6 stringów o odpowiedniej liczbie modułów i będą współpracować z falownikami o mocy 20 kVA, umożliwiającym integrację instalacji DC modułów fotowoltaicznych z instalacją AC budynku. Inwerter będzie zainstalowany w korytarzu budynku przy wejściu do budynku w sąsiedztwie generatora PV i rozdzielni RG. Zainstalowany inwerter musi spełniać wymagania stawiane przez Spółkę Dystrybucyjną. Od rozdzielni R_{PVAC} należy poprowadzić kabel typu YLY 5x10 mm² do Rozdzielni głównej w budynku.

4.1. Moduły fotowoltaiczne

Projektowana instalacja będzie składała się z modułów fotowoltaicznych monokrystalicznych o mocy szczytowej $P_{MPP} = 395 \text{ Wp}$. Parametry pojedynczego modułu podano w STC tzn. dla natężenia nasłonecznienia 1000 W/m², temperatury otoczenia 25°C, AM 1,5. Wymiary zaprojektowanych modułów wynoszą 1754 x 1096 x 30 mm. Parametry elektryczne zastosowanych modułów zostały przedstawione w tabeli nr 1, natomiast parametry modułu PV obliczone dla różnych temperatur przedstawia tabela nr 2.

Tabela 1. Parametry elektryczne zastosowanych modułów w warunkach STC

Parametr	Jednostka	Wartość
Moc maksymalna P_{MPP}	W	395,00
Natężenie prądu w punkcie mocy maksymalnej I_{MPP}	A	11,58
Napięcie w punkcie mocy maksymalnej U_{MPP}	V	34,14
Prąd zwarcia I_{SC}	A	12,27
Napięcie obwodu otwartego U_{OC}	V	41,00
Maksymalne napięcie pracy U_{SYS}	V	1000/1500VDC
Maksymalny prąd wsteczny I_R	A	20
Sprawność η	%	20,5
Stopień ochrony gniazd przyłączeniowych	-	IP68
Współczynnik temperaturowy mocy γ	%/°C	-0,34
Współczynnik temperaturowy prądu α	%/°C	+0,04
Współczynnik temperaturowy napięcia β	%/°C	-0,25

Tabela 2. Parametry elektryczne zastosowanych modułów dla różnych temperatur pracy

Parametr	Jednostka	-25°C	-15°C	-10°C	25°C	70°C
P_{MPP}	W	462,15	448,72	442,01	395,00	334,57
I_{MPP}	A	11,35	11,39	11,42	11,58	11,79
U_{MPP}	V	38,41	37,55	37,13	34,14	30,30
I_{SC}	A	12,02	12,07	12,10	12,27	12,49
U_{OC}	V	46,13	45,10	44,59	41,00	36,39

W przypadku projektowanej instalacji generator fotowoltaiczny ma układ ekspozycji wschód-zachód i wynosi:

- azymut: -90° i +90°
- nachylenie: 11° - wschód i 19° - wschód

Na podstawie parametrów technicznych dobranego inwertera wyznaczono wymaganą ilość modułów PV w stringu oraz ilość obwodów w instalacji.

- inwerter 20 kVA

$$L_{MAX.M} = \frac{U_{MAX.INV}}{U_{OC}(-25^{\circ}C)} = \frac{1100}{46,13} \sim 23,$$

$$L_{MIN.M} = \frac{U_{MPPT.MIN}}{U_{MPP}(70^{\circ}C)} = \frac{180}{30,3} \sim 6$$

$$L_{OBW.S} = \frac{I_{MAX.INV}}{I_{SC}(70^{\circ}C)} = \frac{31,9}{12,49} \sim 2$$

Ostatecznie zdecydowano się na łączenie 15 modułów w stringu po 2 na obwodzie przypadającym na każde wejście inwertera. Układ połączeń modułów fotowoltaicznych przedstawiono na schemacie jednokreskowym, a rozmieszczenie modułów przedstawiono na rzucie dachu budynku.

Generator fotowoltaiczny o mocy znamionowej 20,00 kWp korzysta z konfiguracji szeregowo-równoległej i będzie podzielony na 4 łańcuchy modułów.

4.2. Inwerter

Urządzeniami pozwalającymi na przetworzenie prądu stałego wytworzonego przez moduły fotowoltaiczne na prąd przemienny sieci będzie inwerter o mocy 20 kVA. Falowniki należy wyposażyć w moduł komunikacyjny, umożliwiający podłączenie ich do sieci Internet za pośrednictwem sieci WI-FI lub przewodu ethernetowego. Podłączenie falownika do sieci internetowej skutkować ma możliwością sprawdzenia w czasie rzeczywistym aktualnych parametrów pracy instalacji jak również odczyt danych archiwalnych. W celu połączenia Rozdzielniczy RPVAC z Rozdzielnicą główną budynku należy wykorzystać miejsce pod rezerwowe pole. Minimalne parametry inwertera przedstawia tabela nr 3.

Tabela 3. Parametry elektryczne zastosowanego inwertera

Parametr	Jednostka	Wartość
Moc maksymalna DC	W	30000
Moc znamionowa AC	W	20000
Maksymalne napięcie DC U_{DCmax}	V	1100
Liczba MPPT/Liczba wejść DC na każdy MPPT	-	2/2
Prąd maksymalny wyjściowy I_{ACmax}	A	31,9
Sprawność EU η	%	98,6
Stopień ochrony	-	IP65

4.3. Kable i przewody

Połączenie między modułami oraz modułów z inwerterem projektuje się za pomocą przewodów przeznaczonych do instalacji fotowoltaicznych o przekroju 6 mm². Zakończenie przewodów dokonać poprzez wtyczki MC4 jednego producenta. Kable łączące moduły między rzędami będą prowadzone zgodnie z wytycznymi Inspektora Nadzoru Inwestorskiego.

4.4. Konstrukcje wsporcze

W celu zamontowania modułów fotowoltaicznych na dachu projektuje się zastosowanie systemu aerodynamicznego balastowego z dopuszczeniem do stosowania systemu aerodynamicznego mieszanego balastowo-kotwionego. Parametry układu:

- materiał konstrukcyjny: aluminium i stal nierdzewna,
- kąt nachylenia: 15°,
- układ paneli: poziomy.

4.5. Ochrona od skutków działania zwarć i przeciążeń

Instalacja fotowoltaiczna objęta projektem będzie wykonana w układzie TN-S. Ochrona przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa) będzie realizowana przez zastosowanie izolacji podstawowej przewodów i aparatów elektrycznych, obudów, osłon rozdzielnic i osprzętu. Ochrona przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) będzie realizowana jako szybkie wyłączenie zasilania w czasie $t < 0,4$ s realizowane poprzez rozłącznik bezpiecznikowy R303 D02 o prądzie znamionowym 35 A w rozdzielnicy R_{PVAC} . Dodatkowo zastosowano również wyłącznik różnicowoprądowy 40/0,1 A. W rozdzielni głównej przewidziano wyłącznik 40A. Wspomniany wyłącznik w rozdzielni głównej pełni rolę wyłącznika bezpieczeństwa – wyłącznik 40 A przy rozdzielni głównej jako wyłącznik bezpieczeństwa w miejscu ogólnodostępnym.

Konstrukcje wsporcze modułów należy uziemić, łącząc z główną szyną wyrównawczą budynku. Połączenia wyrównawcze należy wykonać przy pomocy linki LgY 16 mm².

4.6. Ochrona od skutków wyładowań i przepięć atmosferycznych

Ochronę od przepięć atmosferycznych przewidziano poprzez zastosowanie 2 ograniczników przepięć typu 2 DC po stronie wejściowej falownika zabudowanego w rozdzielniczy R_{PVDC} oraz jako ogranicznik przepięć typu 1+2 po stronie AC, bezpośrednio zabudowany w rozdzielniczy R_{PVAC} .

4.7. Instalacja odgromowa

Na części dachu, na którym montowane będą moduły fotowoltaiczne wykonać instalację odgromową chroniącą projektowaną instalację. Zgodnie z przeprowadzoną oceną ryzyka, instalacja odgromowa musi spełniać wymagania stawiane IV klasie LPS. Połączenie przewodów odprowadzających i zwodów pionowych wykonać jako rozłączne - śrubowe, o gwincie M 10.

Instalację należy wykonać w postaci siatki zwodów poziomych niskich z drutu aluminiowego o średnicy minimum 8mm podpartych na systemowych podstawach przytwierdzonych do pokrycia dachu lub mocowanych do konstrukcji. Odległości pomiędzy uchwytami nie mogą przekraczać 0,8m.

Należy wykonać połączenia pomiędzy siatką, a krawędziami metalowymi oraz wystającymi i oddzielnymi elementami przewodzącymi, jak na przykład balustrady, daszki itp., które sięgają na wysokość ponad 0,3m nad poziom siatki. Projektowaną instalację odgromową połączyć z instalacją odgromową objętą odrębnym opracowaniem. Instalację odgromową objętą odrębnym projektem należy dostosować do zmienionych warunków pracy. Zmiany zaznaczono na rzucie dachu.

Na dachu budynku we wskazanych miejscach zabudować iglice odgromowe o wysokości 1,5 m w celu ochrony zamontowanych na nim urządzeń. Po wykonaniu prac montażowych dokonać pomiarów, sporządzić protokoły (przez osobę o stosownych uprawnieniach). Pomiary należy wykonywać okresowo i każdorazowo potwierdzać protokołami.

5. Projektowany uzysk

Biorąc pod uwagę miesięczne średnie dzienne natężenie promieniowania słonecznego oraz liczbę dni, które składają się na dwanaście miesięcy w roku, można określić wartość rocznego globalnego natężenia promieniowania słonecznego na poziomej powierzchni dla lokalizacji Karnowo. Wartość ta wg SOLARGIS jest równa 1089,5 kWh/m².

5.1. Zacienienie odległe

W systemie fotowoltaicznym zazwyczaj należy unikać zacienienia, ponieważ powoduje to straty energii, a tym samym spadek sprawności procesu konwersji energii, jednakże w szczególnych przypadkach jest to dozwolone pod warunkiem, że sytuacja jest właściwie oceniona.

W przypadku projektowanej instalacji nie występuje zacienienie od elementów konstrukcyjnych.

5.2. Obliczenia wydajności

Wydajność systemu została obliczona na podstawie danych, pochodzących ze źródeł danych klimatycznych SOLARGIS, w miejscu instalacji w stosunku do przeciętnego miesięcznego globalnego promieniowania słonecznego na powierzchni poziomej.

Procedura obliczania energii wytwarzanej przez układ bierze pod uwagę moc znamionową instalacji (23,70 kWp), kąt nachylenia i azymut (11°, 19°, -90° i +90°) generatora PV, straty na generatorze PV (straty rezystancyjne, straty z powodu różnicy temperatur modułów, refleksji, a także niedopasowania między łańcuchami), wydajność falownika, jak również współczynnik odbicia od ziemi z przodu modułów (15%) (albedo).

W związku z tym energia wytwarzana przez układ w ciągu roku jest równa:

$$E_{\text{rzeczywista}} [\text{kWh}] = \frac{\text{Nasłonecznienie} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \right] \cdot \text{Wsp}_{\text{KOR}} [-] \cdot \text{Moc modułów} [\text{kW}] \cdot \text{WW} [-]}{\text{Natężenie promieniowania (STC)} \left[\frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \right]}$$

gdzie:

- Nasłonecznienie wg SOLARGIS - 1089,5 [kWh/m²]
- Współczynnik korekcyjny Wsp_{KOR} - 0,9236 [-]
- Moc modułów - 23,70 [kW]
- Współczynnik wydajności WW - 0,85 [-]
- Natężenie promieniowania (STC) - 1 [kW/m²]

W związku z powyższym rzeczywista energia wynosi:

$$E_{\text{rzeczywista}} = \frac{1089,5 \cdot 0,9236 \cdot 23,70 \cdot 0,85}{1} = 20270,96 \text{ kWh}$$

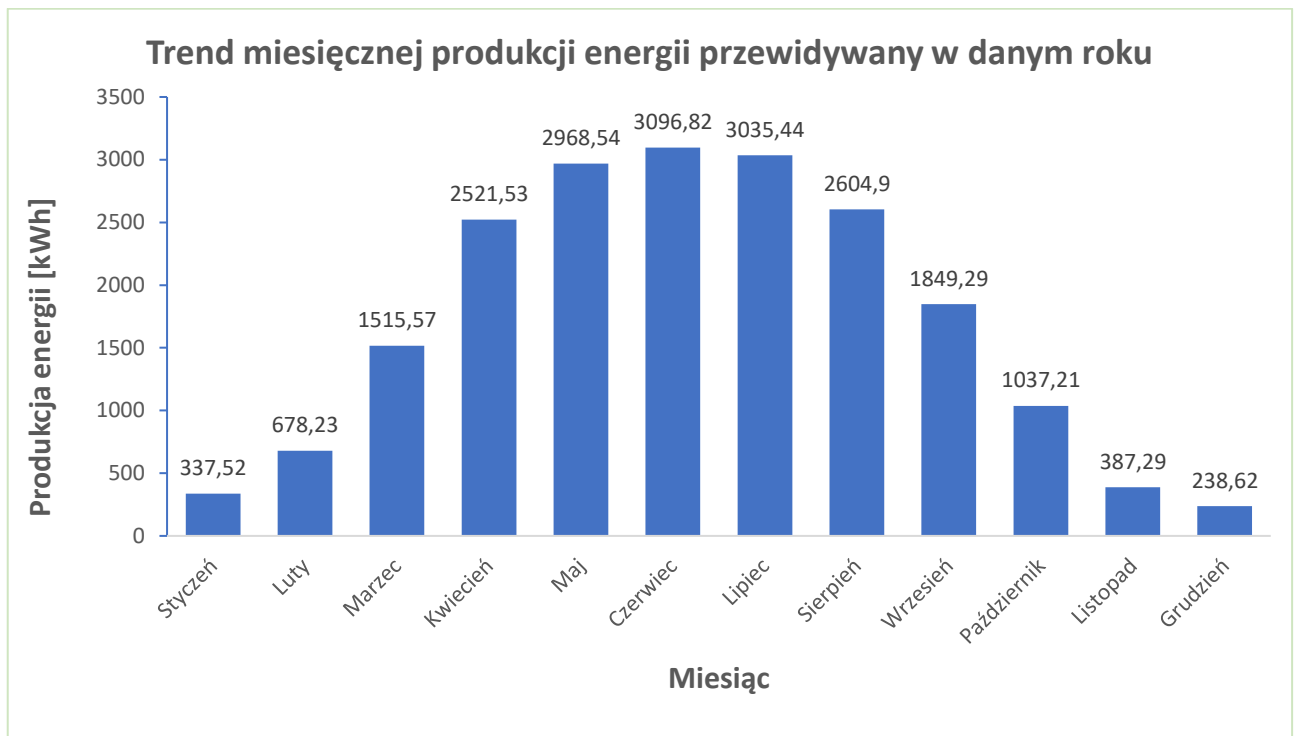
Straty mocy są spowodowane różnymi czynnikami. W tabeli nr 4 podano czynniki strat oraz ich wartości przyjęte przez procedury obliczania systemu wydajności.

Tabela 4. Straty mocy w instalacji fotowoltaicznej

Straty ciepła	2%
Straty niedopasowania	1%
Straty rezystancyjne	4%
Straty spowodowane konwersją DC/AC	5%
Inne straty	2%
Straty związane z zacienieniem modułów	1%
Straty całkowite	15%

Poniższy wykres nr 1 przedstawia trend miesięcznej produkcji energii przewidywany w danym roku.

Wykres nr 1 trend miesięcznej produkcji energii przewidywany w danym roku



6. Obliczenia

6.1. Dane dotyczące zasilania

- Zasilanie odbiorcy: 3 – fazowe,
- Moc przyłączeniowa: 23,70 kW,

6.2. Dobór przewodów DC

Znając długość przewodu, typ kabla i jego obciążenie, wartość procentowego spadku napięcia dla kabla DC można obliczyć na podstawie wzoru:

$$\Delta U_{\%} = \frac{P \cdot L}{U_{DC}^2 \cdot k \cdot S}$$

gdzie:

L	- długość obwodu [m]
P	- moc czynna obwodu [W]
U_{DC}	- napięcie obwodu DC [V]
k	- konduktancja przewodu [$m/\Omega mm^2$]
S	- przekrój przewodu [mm^2]

Dla stringu 15 modułów i przewodu DC o średnicy 6 mm²:

$$\Delta U_{\%} = \frac{5925 \cdot 20}{823,6^2 \cdot 56 \cdot 6} \cdot 100\% = 0,05\%$$

Obliczenia potwierdzają prawidłowy dobór kabla DC, gdyż spadek napięcia jest mniejszy niż 1%.

6.3. Dobór przewodów AC

Znając długość przewodu, typ kabla i jego obciążenie, wartość procentowego spadku napięcia dla kabla AC dla kabla trójfazowego można obliczyć na podstawie wzoru:

$$\Delta U_{\%} = \frac{P \cdot L}{U_{AC}^2 \cdot k \cdot S}$$

gdzie:

L	- długość obwodu [m]
P	- moc czynna wyjściowa falownika [W]
U_{AC}	- napięcie przewodowe sieci [V]
k	- konduktancja przewodu [$m/\Omega mm^2$]
S	- przekrój przewodu [mm^2]

Dla przewodu YKY 5x10 mm² od falownika do RG:

$$\Delta U\% = \frac{23700 \cdot 5}{400^2 \cdot 56 \cdot 10} \cdot 100\% = 0,13\%$$

Obliczenia potwierdzają prawidłowy dobór kabla AC, gdyż spadek napięcia jest mniejszy niż 1%.

6.4. Dobór zabezpieczeń w R_{PVAC}

Zabezpieczenie falownika po stronie AC przewidziano przy zastosowaniu rozłącznika bezpiecznikowego R303 D02 35A. Sprawdzenie warunków doboru zabezpieczenia:

$$I_b \leq I_n \leq I'_z \text{ oraz } I_2 \leq 1,45 \cdot I'_z \text{ oraz } I_2 = k \cdot I_n \text{ oraz } I'_z = w \cdot I_z$$

gdzie:

k	- współczynnik krotności prądu powodującego zadziałanie zabezpieczenia [-]	1,6
w	- iloczyn współczynników korygujących wartość I_z [-]	0,729
I_b	- maksymalny prąd wyjściowy po stronie AC falownika [A]	31,9
I_z	- długotrwała obciążalność prądowa przewodu/kabla [A]	88
I_n	- prąd znamionowy/nastawienia urządzenia zabezpieczającego [A]	35
I_2	- prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego [A]	56

$$31,9A \leq 35A \leq 64,15A \text{ oraz } 56A \leq 93,02A$$

Obliczenia potwierdzają prawidłowy dobór zabezpieczenia.

7. Charakterystyka zagrożenia pożarowego

7.1. Cel opracowania

Celem opracowania jest wskazanie warunków ochrony przeciwpożarowej dla nowoprojektowanej instalacji fotowoltaicznej.

Zakres opracowania obejmuje wybrane elementy istotne w kontekście projektowanej instalacji wskazane w § 4 ust. 1 rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 2 grudnia 2015r. w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. z 2015r., poz. 2117).

Z uwagi na projektowaną moc wynoszącą 49,95 kW niniejszy projekt wymaga obowiązkowemu uzgodnieniu pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej z uwagi na Art. 29 ust. 2. 6kt. 16. (Dz. U. 2019 poz. 1186 z późn. zm.).

Akty prawne i normy stanowiące podstawę opracowania:

- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. z 2016 r., poz. 191 tekst jednolity);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2017 r. poz. 2285);
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 2 grudnia 2015 roku w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. z 2015r., poz. 2117);
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 roku w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. z 2010 r. nr 109, poz. 719);
- Ustawa Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (Dz. U. 2019 poz. 1186 z późn. zm.);
- PN-HD 60364-7-712:2016 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 7 –712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania;
- PN-EN IEC 61730-1:2018-06 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji;
- PN-EN IEC 61730-2:2018-06 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – Część 2: Wymagania dotyczące badań;
- PN-EN 62446-1:2016-08 oraz PN-EN 62446-1:2016-08/A1:2019-01 Systemy fotowoltaiczne (PV) – Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania – Część 1: Systemy podłączone do sieci – Dokumentacja, odbiory i nadzór.

7.2. Charakterystyka zagrożenia pożarowego projektowanej instalacji PV

Charakterystyka zagrożenia pożarowego wynika przede wszystkim z możliwości powstania łuku elektrycznego. W niniejszym projekcie stwierdza się, że projektowana instalacja fotowoltaiczna powstanie na dachu i stworzy dodatkowe zagrożenie pożarowe dla świetlicy, na terenie której będzie umiejscowiona.

7.3. Informacje o kategorii zagrożenia ludzi przedmiotowego budynku

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest na dachu świetlicy, która zaliczana jest do kategorii budynków ZL1.

7.4. Ocena zagrożenia wybuchem pomieszczeń oraz przestrzeni zewnętrznych

Dla projektowanej instalacji nie przyjmuje się dodatkowych obostrzeń z uwagi na lokalizację komponentów instalacji fotowoltaicznej.

7.5. Informacje o stopniu rozprzestrzeniania ognia elementów budowlanych

Zaprojektowana instalacja jest instalacją zamontowaną na dachu budynku. Dach budynku wykonany jest z konstrukcji drewnianej krytej papą nawierzchniową termozgrzewalną. Przy budowie instalacji posłużono się tylko i wyłącznie materiałami wysokiej jakości, posiadającymi atesty i spełniającymi normy przewidziane dla danego typu urządzeń. Zamontowane elementy instalacji poprowadzono z dala od materiałów łatwopalnych, a jeśli to konieczne – zastosowano wyłączniki różnicowoprądowe. Między poszczególnymi elementami instalacji zachowane zostały odpowiednie odległości.

7.6. Informacje o usytuowaniu z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe, w tym o odległości od obiektów sąsiadujących

Projektowana instalacja fotowoltaiczna pozostaje bez wpływu na wymagania w zakresie usytuowania budynku względem sąsiednich obiektów, granicy działki oraz dróg stanowiących dojazd i dróg pożarowych.

7.7. Informacje o warunkach i strategii ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób

Projektowana instalacja PV nie ingeruje w parametry dotyczące dojścia i przejścia ewakuacyjne. Te dla przedmiotowego obiektu pozostają bez zmian.

7.8. Informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji PV a także rozwiązania zmniejszające ryzyko powstania pożaru.

W przedmiotowym projekcie instalacji fotowoltaicznej zastosowano wszelkie elementy mające na względzie zminimalizowanie ryzyka powstania pożaru:

- Połączenia DC zaprojektowano za pomocą szybkołączny tego samego typu i producenta;
- Zminimalizowano w instalacji ilość połączeń DC;
- Trasy przewodów DC prowadzono w metalowych kanałach kablowych (eliminując wszelkie ostre krawędzie) lub rurach osłonowych UV;
- Kable instalacji PV nie będą prowadzone w obrębie istniejących szachtów wentylacyjnych. Trasy kablowe będą odpowiednio oznakowane „PRZEWODY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ. UWAGA! WYSOKIE NAPIĘCIE DC W CIĄGU DNIA”.
- Przy wejściu do budynku należy umieścić wyłącznik bezpieczeństwa instalacji fotowoltaicznej.

7.9. Oznakowanie budynku

Ponadto w celu zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa dla ekip ratowniczo gaśniczych należy odpowiednio oznakować obiekt wyposażony w PV wg normy PN-EN 60364-7-712. Piktogram z wizerunkiem modułów PV na dachu budynku umieszczono na obudowie rozdzielni głównej.



Rysunek 1. Piktogram z wizerunkiem modułów PV na budynku

7.10. Woda do zewnętrznego gaszenia pożaru oraz drogi pożarowe

Projektowana instalacja PV w budynku nie powoduje dodatkowych obostrzeń w zakresie ilości wody potrzebnej do zewnętrznego gaszenia pożaru, a także nie ingeruje w zasady prowadzenia dróg pożarowych do obiektu.

7.11. Sprzęt gaśniczy

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dn. 07 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. 2010 nr 109 poz. 719) oraz wytycznych ogólnych PSP dot. Bezpieczeństwa pożarowego instalacji fotowoltaicznych w obrębie instalacji PV, musi znajdować się gaśnica zgodna z wymogami określonymi we wspomnianym Rozporządzeniu oraz Polską Normą PN-EN 3-7:2-2004.

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dn. 07.06.2010 r. ws. Ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. 2010. Nr 109 poz. 719) w §4.2. nakłada na Administratora obiektu obowiązek wyposażenia obiektu w środki gaśnicze zgodne z ww. wytycznymi celem zapewnienia poprawy bezpieczeństwa p.poż. Lokalizacja gaśnicy zostanie wyznaczona po uzgodnieniu ze Specjalistą ds. BHP.

6. Uwagi końcowe

Całość prac wykonać zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami oraz niniejszą dokumentacją techniczną. Przed załączeniem urządzeń pod napięcie dokonać niezbędnych prób i pomiarów pozwalających na stwierdzenie gotowości instalacji do eksploatacji.

Po zrealizowaniu inwestycji zweryfikować zgodność używanych falowników z polami fotowoltaicznymi.

Weryfikacja falowników odnosi się do sekcji prądu stałego systemu fotowoltaicznego i dotyczy:

- weryfikacja napięcia stałego
- weryfikacja prądu stałego
- weryfikacja mocy

Jeżeli dokumentacja projektowa lub szczegółowa specyfikacja techniczna wskazywałaby w odniesieniu do niektórych materiałów lub urządzeń znaki towarowe, patenty lub pochodzenie - zamawiający, zgodnie z art. 29 ust. 3 ustawy Pzp, dopuszcza oferowanie materiałów lub urządzeń równoważnych. Materiały lub urządzenia pochodzące od konkretnych producentów określają minimalne parametry jakościowe i cechy użytkowe, jakim muszą odpowiadać materiały lub urządzenia oferowane przez wykonawcę, aby zostały spełnione wymagania stawiane przez zamawiającego. Materiały lub urządzenia pochodzące od konkretnych producentów stanowią wyłącznie wzorzec jakościowy przedmiotu zamówienia. Pod pojęciem "minimalne parametry jakościowe i cechy użytkowe" zamawiający rozumie wymagania dotyczące materiałów lub urządzeń zawarte w ogólnie dostępnych źródłach, katalogach, stronach internetowych producentów. Operowanie przykładowymi nazwami producenta ma jedynie na celu doprecyzowanie poziomu oczekiwań zamawiającego w stosunku do określonego rozwiązania. Posługiwanie się nazwami producentów/produktów ma wyłącznie charakter przykładowy. Zamawiający, wskazując oznaczenie konkretnego producenta (dostawcy) lub konkretny produkt przy opisie przedmiotu zamówienia, dopuszcza jednocześnie produkty równoważne o parametrach jakościowych i cechach użytkowych co najmniej na poziomie parametrów wskazanego produktu, uznając tym samym każdy produkt o wskazanych lub lepszych parametrach.

7. Załączniki

- 7.1. Rys E-01 - Rzut dachu
- 7.2. Rys E-02 – Rzut parteru
- 7.3. Rys E-03 - Schemat jednokreskowy

Opracował:

mgr inż. Leszek Sobala