



COREMATIC ENGINEERING SP. Z O.O.
ul. Lipowa 14
44-100 Gliwice
tel./fax 0 (prefix) 32-7505268
e-mail: biuro@corematic.net
www.corematic.net

METRYKA PROJEKTU

| | |
|---|---|
| INWESTYCJA: | TERMOMODERNIZACJA BUDYNKU ZESPOŁU SZKOLNO-PRZEDSZKOLNEGO W BYSTREJ |
| INWESTOR: | GMINA RADZIECHOWY-WIEPRZ WIEPRZ 700 34-381 RADZIECHOWY |
| TEMAT OPRACOWANIA: | <u>INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA PV O MOCY 11,51 kWp</u> |
| OBIEKT: | ZESPÓŁ SZKOLNO-PRZEDSZKOLNY BYSTRA 81 34-382 BYSTRA |
| NR DZIAŁEK: | DZ.NR 207, OBRĘB: 0001 BYSTRA |
| JEDNOSTKA PROJEKTOWA: | COREMATIC ENGINEERING SP. Z O.O. UL. LIPOWA 14 44-100 GLIWICE |
| STADIUM: | <u>PROJEKT TECHNICZNY</u> |
| PROJEKTOWAŁ: mgr inż. Jan Traczyk upr. nr 20/93/Op | |
| OPRACOWAŁ: mgr inż. Jarosław Pierzchawka | |

Gliwice, marzec 2022 r.

Gliwice, 17.03.2022 r.

Oświadczenie projektanta

Zgodnie z art. 34 ust.3 d) Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane (tj. Dz.U.2020.1333 tekst jednolity z późniejszymi zmianami) niniejszym oświadczam, że projekt techniczny pn.:

- **TERMOMODERNIZACJA BUDYNKU SZKOŁY ZESPOŁU SZKOLNO-PRZEDSZKOLNEGO W BYSTREJ:**

PRZEDMIOT: **INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA O MOCY 11,51 kWp**

OBIEKT: ZESPÓŁ SZKOLNO-PRZEDSZKOLNY
BYSTRA 81
34-382 BYSTRA

sporządzony w: marzec, 2022 r.

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

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-LNX-TDK-MXD *

Pan JAN TRACZYK o numerze ewidencyjnym OPL/IE/0137/03
adres zamieszkania ul. PIASTOWSKA nr 7 m. 4, 47-200 KĘDZIERZYN - KOŹŁE
jest członkiem Opolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2022-03-01 do 2023-02-28.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-02-16 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 | 7 |
| 1.1. Przedmiot opracowania | 7 |
| 1.2. Podstawa opracowania | 7 |
| 1.3. Wstępne założenia | 9 |
| 2. INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA..... | 10 |
| 2.1. Rozmieszczenie instalacji fotowoltaicznej..... | 10 |
| 2.2. Moduły fotowoltaiczne | 10 |
| 2.3. Inwerter (przetwornica)..... | 11 |
| 3. DOBÓR ELEMENTÓW INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ | 13 |
| 4. OKABLOWANIE | 13 |
| 4.1. Strona stałoprądowa DC..... | 13 |
| 4.2. Strona zmiennoprądowa AC | 13 |
| 5. ZABEZPIECZENIA | 15 |
| 5.1. Zabezpieczenie strona stałoprądowa DC | 15 |
| 5.2. Strona zmiennoprądowa AC | 16 |
| 5.3. Ochrona przepięciowa instalacji | 16 |
| 5.4. Ochrona LPS (odgromowa) | 16 |
| 6. CHARAKTERYSTYKA ZAGROŻENIA POŻAROWEGO | 17 |
| 6.1. Charakterystyka zagrożenia pożarowego projektowanej instalacji PV | 17 |
| 6.2. Miejsce montażu paneli fotowoltaicznych, falownika oraz sposób przeprowadzenia przewodów DC pomiędzy modułami a falownikiem..... | 18 |
| 6.3. Informacje o kategorii zagrożenia ludzi przedmiotowego budynku | 18 |
| 6.4. Podział obiektu na strefy pożarowe oraz strefy dymowe..... | 19 |
| 6.5. Maksymalna gęstość obciążenia ogniowego strefy pożarowej PM | 19 |
| 6.6. Występowanie zagrożenia wybuchem, w tym pomieszczeń zagrożonych wybuchem i stref zagrożenia wybuchem | 19 |
| 6.7. Klasa odporności pożarowej, odporności ogniowej i stopień rozprzestrzeniania ognia przez elementy budowlane | 19 |
| 6.8. Usytuowanie z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe, w tym o odległości od sąsiadujących obiektów, działek lub terenów | 20 |
| 6.9. Warunki i strategia ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób | 20 |

| | |
|--|----|
| 6.10. Sposób zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji fotowoltaicznej PV, a także rozwiązania zmniejszające ryzyko powstania pożaru. | 20 |
| 6.11. Wpływ instalacji PV na urządzenia przeciwpożarowe oraz inne instalacje i urządzenia służące bezpieczeństwu pożarowemu. | 21 |
| 6.11.1. Przeciwpożarowy wyłącznik prądu PWP..... | 21 |
| 6.11.2. Wyposażenie w gaśnice i inny sprzęt gaśniczy..... | 21 |
| 6.12. Sposób zapewnienia bezpieczeństwa dla ekip ratowniczo-gaśniczych..... | 21 |
| 6.13. Woda do zewnętrznego gaszenia pożaru oraz drogi pożarowe..... | 22 |
| 6.14. Oznakowanie budynku | 22 |
| 6.15. Konserwacja systemu PV | 23 |
| 7. PRACE KOŃCOWE I ODBIOROWE..... | 23 |
| 8. UWAGI | 24 |
| 9. SYMULACJA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ | 25 |
| 10. SPIS RYSUNKÓW | 27 |

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy instalacji fotowoltaicznej o mocy 11,51 kWp, która pracować będzie na potrzeby własne budynku Zespołu Szkolno-Przedszkolnego w Bystrej. Budowa instalacji polegać będzie na zabudowie na dachu budynku szkolnego 36 szt. paneli fotowoltaicznych zorientowanych w kierunku zachodnim. W szczególności zakres robót obejmuje:

- montaż konstrukcji wsporczych dla dachów spadzistych krytych blachą trapezową – dla montażu paneli w ilości 36 szt. pod kątem ok. 20°.
- montaż ogniw fotowoltaicznych w ilości 36 szt.,
- montaż inwertera (1 kpl.),
- podłączenie przewodów elektrycznych do aparatów,
- montaż instalacji elektrycznej,
- instalacja odgromowa.

1.2. Podstawa opracowania

- Wizja lokalna,
- Ustalenia i umowa zawarta z Inwestorem,
- Audyt energetyczny,
- Wytyczne producentów urządzeń,

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).
- 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 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 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.
- 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.

1.3. Wstępne założenia

Projektuje się zabudowę paneli na dachu budynku z orientacją zachodnią. Projektowane panele fotowoltaiczne dostarczą moc:

- 36 szt. x 320 W = 11,51 kWp

Szacunkowa roczna produkcja energii elektrycznej przez instalację fotowoltaiczną wyniesie 10100 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 przedmiotowym 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 z południowo-wschodnią orientacją paneli. Stalowa konstrukcja dachu krytego blachą trapezową umożliwia montaż paneli na konstrukcjach aluminiowych mocowanych bezpośrednio do pokrycia dachu na systemowych uchwytych trapezowych wkrętami farmerskimi, z nachyleniem ok. 20°. Instalacja zbudowana zostanie z 36 paneli o łącznej mocy 11,51 kWp.

Obciążenie połaci dachu:

- obciążenie od konstrukcji wsporczej: 17,9 kg dla 1kW mocy paneli (ok. 6 kg/m²),
- obciążenie od panela PV - 9,0 kg/m².

Ogółem obciążenie połaci dachu: 26,9 kg/m² pozostaje bez wpływu na obciążenie graniczne konstrukcji dachu.

W przypadku zmiany mocy jednostkowej panelu Wykonawca instalacji zobligowany jest do przedstawienia przed wykonaniem montażu instalacji opinii technicznej dotyczącej możliwości posadowienia wybranych do montażu paneli fotowoltaicznych.

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

Jako źródło energii odnawialnej w projektowanej instalacji fotowoltaicznej zastosowanych zostanie 36 szt. modułów fotowoltaicznych o mocy 320 Wp każdy. Moduły zostaną podzielone na cztery sekcje (stringi) szeregowe i podłączone do projektowanego falownika sieciowego. Obudowa modułu wykonana z anodowanego aluminium. Moduł wyposażony w kable ze spolaryzowanymi złączami odpornymi na warunki atmosferyczne. Wymiary przyjętego do projektu modułu 1668x992x60mm; waga: ok. 22,0 kg. Dobrany panel posiadać będzie zabezpieczenie w postaci diod bocznikująco-blokujących, mających na celu ochronę przed

przepływem prądu wstecznego, co w przypadku zacinienia części ogniw pozwoli uniknąć odcięcia całego łańcucha paneli (string). Podstawowe parametry modułu monokrystalicznego 320 Wp wg tabeli poniżej.

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

2.3. Inwerter (przetwornica)

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 jednego inwertera beztransformatorowego o mocy wyjściowej 10,0 kW:

• **Inwerter nr 1 o mocy: 10 kW**

- DANE WEJŚCIOWE

| | |
|--|---------------|
| Liczba trackerów MPP | 2,0 |
| Maks. prąd wejściowy ($I_{dc\ max}$) ($I_{dc\ max}$) ($I_{dc\ max\ 1}$ / $I_{dc\ max\ 2}$) | 27,0 / 16,5 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 ($P_{ac,r}$) | 10,0 kW |
| Maks. moc wyjściowa ($P_{ac\ max}$) | 10,0 kVA |
| Prąd wyjściowy AC ($I_{ac\ nom}$) | 14,4 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) | 98,0 % |
| Europejski współczynnik sprawności (η_{EU}) | 97,4 % |

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 wyjściowe:

- 36 szt. x 320 W = 11,51 kWp

Dobre inwertery:

- 1) Inwerter o mocy nominalnej 10,0 kW ->

4x9 szt. paneli

4. OKABLOWANIE

4.1. Strona stałoprądowa DC

| Inwerter | Łańcuch | Długość odcinka przewodu [m] | Projektowany przekrój przewodów [mm ²] | Straty w przewodach [%] |
|-------------------|---------|------------------------------|--|-------------------------|
| Inwerter 10 kW | A/1 | 25 | 6 | 0,585 |
| | B/1 | 22 | 6 | 0,368 |
| | A/2 | 18 | 6 | 0,301 |
| | B/2 | 18 | 6 | 0,301 |

Straty dla najdłuższego odcinka przewodów <1% = warunek spełniony

4.2. 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_m - napięcie międzyfazowe [V] = 400

Warunek spadku napięcia:

$$\Delta U = \frac{100 \cdot P \cdot L}{\gamma * s * U_{m1}^2}$$

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_{m1}^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 (10,0 kW)

- Prąd obciążenia przewodu:

$$I_B = \frac{10\,000}{\sqrt{3} * 0,9 * 400} = \frac{10\,000}{623,538} = 16,03[A]$$

- Warunek spadku napięcia:

$$\Delta U = 0,1\%$$

Obliczenia wykonano dla przewodu OnPD o przekroju żył roboczych 10 mm² i odległości do 2 m.

Obliczenia dla połączenia RAC do RG

- Prąd obciążenia przewodu:

$$I_B = \frac{10\,000}{\sqrt{3} * 0,9 * 400} = \frac{10\,000}{623,538} = 16,03[A]$$

- Warunek spadku napięcia:

$$\Delta U = 0,1\%$$

Obliczenia wykonano dla przewodu OnPD o przekroju żył roboczych 10 mm² i odległości do 30 m. Ze względu na prąd obciążenia i warunek spadku napięcia dobrano minimalne przekroje przewodów:

- Połączenia kablowe od inwertera (10 kW) do rozdzielnicy głównej fotowoltaicznej należy wykonać kablem OWY o przekroju żył roboczych 10 mm² dla odległości do 2 m.
- Połączenie rozdzielnicy głównej fotowoltaicznej z rozdzielnią główną w budynku należy wykonać za pomocą kabli OWY o przekroju 10 mm² dla odległości do 25 m.

Straty dla odcinka przewodów <1% = warunek spełniony

5. ZABEZPIECZENIA

5.1. 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 $I_{sc} = 9,71$ A dla wejścia $I_n \geq 14,77$ 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 9 modułów:

$$U_{sc} = 9 \times 47,0 = 423,0 \text{ V}$$

$$U_n \geq 507,6 \text{ V}$$

Przyjmuje się po stronie DC brak zabezpieczenia zgodnie z wymaganiami technicznymi inwertera. Z uwagi na występowanie rozłącznika izolacyjnego w inwerterze nie jest konieczny montaż dodatkowego rozłącznika po stronie stałoprądowej.

5.2. Strona zmiennoprądowa AC

Z uwagi na wytyczne odnośnie montażu mikroinstalacji projektowane zostają dwa urządzenia łączeniowe w postaci wyłącznika nadprądowego oraz stycznika. Na podstawie wartości obciążenia wyjściowego inwertera o mocy 10,0 kW, $I_{sc} = 14,4$ A dobrano zabezpieczenie nadprądowe:

$$\begin{aligned}1,13 \cdot I_{sc} &\leq I_N \leq 1,45 \cdot I_{sc} \\1,13 \cdot 14,4 &\leq I_N \leq 1,45 \cdot 14,4 \\16,27 &\leq I_N \leq 20,88 \\I_N &= 20 \text{ [A]}\end{aligned}$$

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 9 paneli w rzędzie:

$$\begin{aligned}U_c &\geq 1,2 \cdot U_{oc} \cdot stc \\U_c &\geq 1,2 \cdot 47,0 \cdot 9 \\U_c &\geq 507,6 \text{ V}\end{aligned}$$

W razie konieczności przed przystąpieniem do montażu instalacji fotowoltaicznej Użytkownik zapewni możliwość przyłączenia, poprzez budowę lub przebudowę rozdzielnic głównej, aby zapewnić miejsce na zabezpieczenie przewodów i przyłączenie instalacji oraz wykona zabezpieczenie przeciwprzepięciowe.

5.4. Ochrona LPS (odgromowa)

Zakłada się, że wszystkie części instalacji fotowoltaicznej posiadać będą ochronę odgromową. Realizowana ona będzie przez zastosowanie układu zwodów pionowych:

- iglica pionowa AL, $l=1,5$ m – 2 szt., montaż na blasze,
- iglica kominowa AL, $l=1,5$ m – 2 szt., montaż do komina

obejmującym swoim obszarem ochronnym pole instalacji na dachu budynku. Wyliczona klasa ochronności - III wg normy IEC 1024/1995.

Zwody pionowe instalacji odgromowej należy podłączyć do istniejącego zwodu poziomego niskiego i do istniejącego uziomu otokowego. Stan techniczny uziomu otokowego i jego przydatność sprawdzić po jego punktowym odkopaniu. 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.

6. CHARAKTERYSTYKA ZAGROŻENIA POŻAROWEGO

Celem niniejszego punktu 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 instalacji PV 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.)

6.1. Charakterystyka zagrożenia pożarowego projektowanej instalacji PV

Zgodnie z danymi opublikowanymi przez BRE National Solar Centre, niezależny instytut badawczy z Wielkiej Brytanii w publikacji „Fire and Solar PV Systems – Investigations and Evidence in July 2017” - prawidłowo zaprojektowana oraz eksploatowana instalacja nie stwarza zwiększonego ryzyka powstania pożaru w budynku. Podobne wnioski płyną również z innych raportów opublikowanych m.in. przez TÜV Rheinland we współpracy z Instytutem Systemów Energetyki Słonecznej im. Fraunhofera gdzie wskazuje się, że pożary wywołane przez system PV stanowią zaledwie 0,016% w odniesieniu do wszystkich instalacji fotowoltaicznych powstałych w Niemczech. Analiza wykazała, że ponad 70% pożarów wynika z wpływów zewnętrznych (poza urządzeniem) lub błędów montażowych. Zaledwie 10% przyczyn wszystkich pożarów jest usterką falownika. Szczegółowa analiza przyczyn awarii dla

zdarzeń pożarowych wskazała wystąpienie łuku elektrycznego jako główną przyczynę pożarów z udziałem systemów fotowoltaicznych. Wystąpienie łuku wynika przede wszystkim:

- a) nieprawidłowego użycia złączek (źle dobrane, niekompatybilne),
- b) nieprawidłowo zaciśnięte styki złącza,
- c) brak prawidłowego zatrzasknięcia wtyk lub gniazd powstałe w wyniku błędów montażowych,
- d) błędnie wykonane połączenia umożliwiające wnikanie wilgoci w złączach, skrzynkach połączeniowych i przełącznikach,
- e) poluzowanie zacisków śrubowych w puszkach przyłączeniowych lub wyłącznikach izolacyjnych powstałe najczęściej w wyniku błędów montażowych
- f) złe, niezgodne ze sztuką wykonane lutowanie połączenia w skrzynce przyłączeniowej modułu PV
- g) nieprawidłowego podłączenia izolatorów przepięć lub - w przypadku zewnętrznych puszek - zastosowanie w nieodpowiedniej klasie zabezpieczenia przed czynnikami zewnętrznymi, w wyniku uszkodzenia izolacji, kabla lub zbyt dużego kąta gięcia kabli.

Należy mieć na uwadze, że wystąpienie łuku jest najczęściej skutkiem błędnego, niezgodnego ze sztuką montażu instalacji PV. Drugą istotną przyczyną występowania łuków elektrycznych jest brak wykonywania przez użytkownika instalacji fotowoltaicznej – cyklicznych przeglądów instalacji. Te powinny być wykonywane regularnie w celu wykrycia postępujących nieprawidłowości na wczesnym etapie.

6.2. Miejsce montażu paneli fotowoltaicznych, falownika oraz sposób przeprowadzenia przewodów DC pomiędzy modułami a falownikiem

Moduły instalacji fotowoltaicznej zlokalizowane będą na dachu budynku szkolnego, krytym blachą stalową trapezową, wykonanym w konstrukcji drewnianej. Montaż falownika przewiduje się wykonać w pomieszczeniu poddasza. Trasa przewodu DC od modułów do falownika przewidziana jest po tynku po ścianie i podstropowo, bezpośrednio w kierunku inwertera i pozostałej aparatury.

6.3. Informacje o kategorii zagrożenia ludzi przedmiotowego budynku

Budynek, dla którego potrzeb projektowana jest instalacja fotowoltaiczna to budynek szkolny, eksploatowany. Przedmiotowy budynek należy do grupy wysokości: średniowysoki (SW). Kategoria zagrożenia ludzi – ZL III. Klasa odporności pożarowej budynku – „B”.

6.4. Podział obiektu na strefy pożarowe oraz strefy dymowe

W przedmiotowym obiekcie szkolnym nie występują strefy pożarowe oraz dymowe.

6.5. Maksymalna gęstość obciążenia ogniowego strefy pożarowej

Dla przedmiotowego budynku gęstości obciążenia ogniowego nie oblicza się. Gęstość obciążenia pojedynczych pomieszczeń technicznych oraz innych przestrzeni PM będzie wynosiła do 500 MJ/m².

6.6. Występowanie zagrożenia wybuchem, w tym pomieszczeń zagrożonych wybuchem i stref zagrożenia wybuchem

Przyjęta funkcja poszczególnych segmentów budynku nie przewiduje występowania substancji mogących powodować występowanie stref zagrożenia wybuchem – w tym również na dachu, tj. brak zlokalizowanych kanałów wentylacji bezpieczeństwa pracującej w strefach lub pomieszczeniach zagrożonych wybuchem. Dla projektowanego budynku nie przyjmuje się dodatkowych obostrzeń z uwagi na lokalizację komponentów instalacji fotowoltaicznej.

6.7. Klasa odporności pożarowej, odporności ogniowej i stopień rozprzestrzeniania ognia przez elementy budowlane

W budynku zaprojektowano instalację, które nie stanowi przykrycia dachu których mowa § 216, § 218 §219 §235 §271 §274 §287 w Warunkach Technicznych. Zatem nie określa się w tym przypadku konieczności stosowania paneli odpowiedniej klasyfikacji w zakresie odporności dachów na ogień zewnętrznych zgodnie np. Polską Normą PN-ENV 1187:2004 „Metody badań oddziaływania ognia zewnętrznego na dachy”; badanie 1. Projektowany system należy traktować jako instalację posadowioną na dachu który spełnia kryteria projektowe dla danego budynku np. dach NRO/BROOF(t1). Warunkiem stosowania komponentów PV w przedmiotowym budynku jest zaprojektowanie instalacji w oparciu o

urządzenia dopuszczonych do stosowania z odpowiednimi normami i zawartymi w nich wymaganiami bezpieczeństwa w tym palności.

UWAGA: wymagana jest impregnacja konstrukcji dachowej pod panelami do klasy R30.

6.8. Usytuowanie z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe, w tym o odległości od sąsiadujących obiektów, działek lub terenów

Instalacja fotowoltaiczna projektowana w przedmiotowym obiekcie pozostaje bez wpływu na wymagania w zakresie usytuowania budynku względem sąsiednich obiektów, granicy działki oraz dróg stanowiących dojazd dla ekip ratowniczych oraz dróg pożarowych.

6.9. Warunki i strategia ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób

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

6.10. Sposób zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji fotowoltaicznej PV, a także rozwiązania zmniejszające ryzyko powstania pożaru.

W przedmiotowym projekcie instalacji fotowoltaicznej trzymano się następujących zasad wiedzy technicznej mających na względzie zminimalizowanie ryzyka powstania pożaru:

- Połączenia DC zaprojektowano za pomocą szybkozłączek tego samego typu i producenta.
- Zminimalizowano w instalacji ilość połączeń DC.
- Trasy przewodów DC prowadzono w metalowych kanałach kablowych (eliminując wszelkie ostre krawędzie) .
- Kable instalacji PV nie będą prowadzone w obrębie istniejących szachtów wentylacyjnych.
- Trasy kablowe będą odpowiednio oznakowane „Niebezpieczeństwo – wysokie napięcie DC w ciągu dnia obecne po wyłączeniu instalacji”.
- Przepusty instalacyjne przez ściany oddzielenia przeciwpożarowego zostaną zabezpieczone do klasy odporności ogniowej EI 120, przez stropy oddzielenia

przeciwpożarowego w części nadziemnej do klasy EI 60, a w części podziemnej do EI 120.

- Zapewniono ochronę odgromową urządzeń fotowoltaicznych

6.11. Wpływ instalacji PV na urządzenia przeciwpożarowe oraz inne instalacje i urządzenia służące bezpieczeństwu pożarowemu.

6.11.1. Przeciwpożarowy wyłącznik prądu PWP

Zastosowano przeciwpożarowy wyłącznik prądu kompletny wraz z urządzeniem wykonawczym, który zabudowany zostanie przy głównym wejściu do budynku szkoły. Należy zastosować PWP z podwójną sygnalizacją zadziałania wyłącznika (diody LED) oraz sygnalizacją stanu wyłącznika.

6.11.2. Wyposażenie w gaśnice i inny sprzęt gaśniczy

Należy zapewnić wyposażenie w gaśnicę proszkową 4 kg ABC o skuteczności gaśniczej 21A zlokalizowaną w pobliżu falownika PV. Do gaśnicy winien być zapewniony dostęp o szerokości nie mniejszej niż 1 m. Miejsce lokalizacji gaśnicy oznakowane zgodnie z PN-EN.

6.12. Sposób zapewnienia bezpieczeństwa dla ekip ratowniczo-gaśniczych

W budynku obwody DC mające szczególne znaczenie dla służb podczas prowadzenia działań ratowniczych. Obwód prądu stałego (okablowanie DC) znajduje się pomiędzy elementami generatora słonecznego a falownikiem. Napięcie DC w tym obwodzie najczęściej zawiera się w zakresie 250–900 V, w wybranych instalacjach może być jeszcze wyższe. Do porażenia prądem stałym może dojść w przypadku kontaktu (dotknięcia) jednocześnie biegunów dodatniego i ujemnego. Podczas działań ratowniczych i awaryjnych stanów pracy instalacji PV szczególne zagrożenie stanowią uszkodzenia elementów instalacji PV, w tym przede wszystkim okablowania. Do przeniesienia napięcia może dojść np. na ramie/mocowaniu uziemionego modułu PV poprzez wyrównanie potencjałów. Takie przeniesienie napięcia może doprowadzić do porażenia prądem przy dotknięciu (poruszeniu) innego przewodu. Do porażenia może dojść również w przypadku bezpośredniego kontaktu z uszkodzonym przewodem DC w budynku. Dlatego przyjęte zabezpieczenia mają na celu zminimalizowanie ryzyka porażenia prądem elektrycznym. W budynku optymalny poziom bezpieczeństwa ekip ratowniczych zapewnia się

poprzez zastosowanie odpowiednich rozwiązań budowlanych. Przewód DC prowadzony będzie obudowanym kanałem wykonanym z materiałów niepalnych, co stanowić będzie barierę przed bezpośrednim kontaktem z przewodem DC przebiegającym w pionie. Wszelkie poziome trasy kablowe prowadzone w budynku, wykonane będą w stalowych korytach kablowych na wysokości min. 2,0 m. W przypadku uszkodzenia kabla DC pod wpływem ciepła powodującego plastyfikację izolacji kabla, stopienie czy jego odpadnięcie – metalowe koryto zapobiegnie bezwładnemu wiszeniu takich kabli i również zapobiegnie przypadkowemu najściu na taki kabel przez interweniujące ekipy ratowniczo-gaśnicze. Rozwiązanie to minimalizuje możliwość bezpośredniego kontaktu strażaków z przewodami pozostającymi pod napięciem. Z uwagi na zapewnienie bezpieczeństwa ekip ratowniczych podczas działań, należy wykonać oznaczenia następujących składowych instalacji fotowoltaicznej w ramach uaktualnienia instrukcji bezpieczeństwa pożarowego lub wykonania planu urządzenia fotowoltaicznego. Część graficzna powinna zawierać:

- obszar lokalizacji modułów PV,
- lokalizację falownika/ów PV,
- miejsca usytuowania elementu (np. rozłącznika) zapewniającego odłączenie napięcia po stronie DC falownika (nawet jeśli stanowi wyposażenie falownika PV),
- przebieg tras przewodów prądu stałego (po stronie DC) pozostających pod napięciem,
- opcjonalnie przebiegu tras kablowych prądu przemiennego,
- legendę zastosowanych oznaczeń graficznych i literowych,
- wskazanie osób lub podmiotów opracowujących plan oraz datę jego opracowania

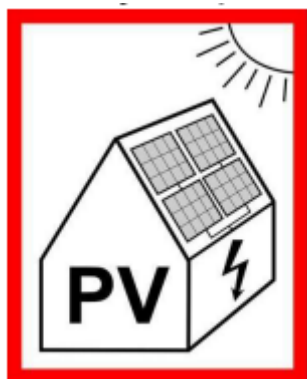
6.13. Woda do zewnętrznego gaszenia pożaru oraz drogi pożarowe

Projektowana instalacja fotowoltaiczna nie powoduje dodatkowych obostrzeń w zakresie wymaganej ilości wody do zewnętrznego gaszenia pożaru, a także nie ingeruje w zasady doprowadzenia dróg pożarowych do obiektu

6.14. Oznakowanie budynku

Obiekty, w których zamontowana jest instalacja PV, powinny być oznakowane. Odpowiednie oznakowanie i plan instalacji fotowoltaicznej obiektu są dla ekip ratowniczo-gaśniczych istotnym elementem mającym wpływ na szybkie przeprowadzenie rozpoznania i podjęcie właściwych decyzji. Są one pomocne zarówno dla osób znajdujących się w środku, jak i na

zewnątrz budynku. Informują między innymi o lokalizacji wyłączników DC. W celu zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa dla ekip ratowniczych należy odpowiednio oznakować obiekt wyposażony w instalację PV wg normy PN-EN 60364-7-712.



Znak jak na rysunku powyżej, powinien być umieszczony: w złączu instalacji elektrycznej, w miejscu pomiaru, jeśli jest oddalony od złącza, w jednostce lub tablicy rozdzielczej, do której podłączone jest zasilanie z falownika. Instalację fotowoltaiczną oznakować zgodnie z normą PN-HD-60364-7-712_2016. O zakończeniu inwestycji Inwestor powiadomi pisemnie Komendanta Powiatowej Państwowej Straży Pożarnej wg obowiązującej w KPPSP procedury.

Natomiast schemat instalacji PV (plan instalacji fotowoltaicznej dla ekip ratowniczych) w miejscu łatwo dostępnym dla ratowników, np. szafce przyłącza elektrycznego do budynku.

6.15. Konserwacja systemu PV

Istotnym elementem w zapobieganiu pożarów instalacji fotowoltaicznych jest wykonywanie okresowych przeglądów, które będą w stanie wykryć potencjalne usterki dzięki czemu możliwe będzie podjęcie czynności naprawczych na wczesnym etapie. Okresowa konserwacja instalacji fotowoltaicznej oraz wykonanie testów i pomiarów wskazanych w szczególności w normie PN-EN 62446-2, która zawiera wskazówki dotyczące takiej okresowej konserwacji powinna być wykonywana przynajmniej raz w roku jednak nie rzadziej niż wynika to z wskazań danego producenta instalacji, falownika, modułów.

7. PRACE KOŃCOWE I ODBIOROWE

Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia pomiarów i testów zgodnie z normami PN-EN 62446:2016 oraz PN-HD 60364-6:2016-07 dla:

- a) instalacji elektrycznej wewnątrz budynku w zakresie odnoszących się do

zamontowanej instalacji fotowoltaicznej,

b) instalacji fotowoltaicznej.

Pomiary i testy muszą być potwierdzone raportami podpisanymi przez uprawnioną osobę posiadającą odpowiednie kwalifikacje.

Dla instalacji elektrycznej wymaga się przeprowadzenia badań w zakresie:

a) ochrony przeciwporażeniowej,

b) rezystancji izolacji,

Dla instalacji fotowoltaicznej wymaga się wyników pomiaru:

a) napięcia otwarcia [Voc],

b) pierwszy odczyt produkcji energii

c) pomiar rezystancji uziemienia.

d) rezystancji izolacji kabli DC.

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 Inżynierowi Kontraktu do akceptacji.

9. SYMULACJA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

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

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

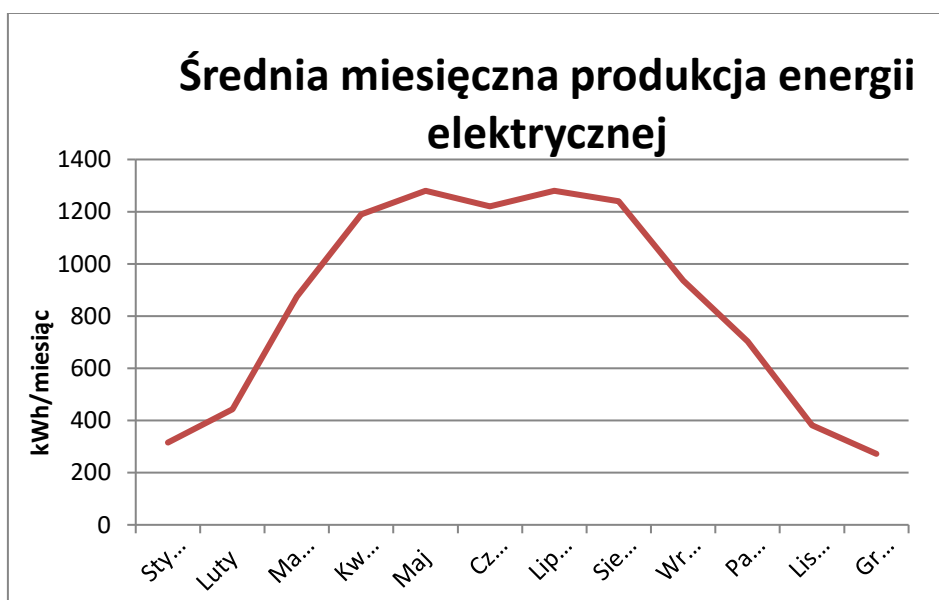
Prognoza uzysku energetycznego dla instalacji 11,51 kW

| Kąt nachylenia modułów: 20°, orientacja: 30° | | | | |
|--|----------------------|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Miesiąc | E _d [kWh] | E _m [kWh] | H _d [kWh/m ²] | H _m [kWh/m ²] |
| Styczeń | 10,10 | 315 | 1,06 | 34,00 |
| Luty | 15,80 | 443 | 1,68 | 47,80 |
| Marzec | 28,20 | 875 | 3,11 | 99,80 |
| Kwiecień | 39,70 | 1190 | 4,56 | 140,00 |
| Maj | 41,20 | 1280 | 4,81 | 151,00 |
| Czerwiec | 40,60 | 1220 | 4,80 | 145,00 |
| Lipiec | 41,20 | 1280 | 4,92 | 154,00 |
| Sierpień | 39,90 | 1240 | 4,73 | 149,00 |
| Wrzesień | 31,20 | 936 | 3,60 | 109,00 |
| Październik | 22,70 | 703 | 2,53 | 79,70 |
| Listopad | 12,70 | 381 | 1,38 | 42,10 |
| Grudzień | 8,79 | 272 | 0,93 | 29,80 |
| Średnia roczna | 27,70 | 843 | 3,18 | 96,80 |
| Razem | 10100 | | 1160 | |

Gdzie:

- E_d: Średnia dzienna produkcja energii elektrycznej (kWh),
- E_m: Średnia miesięczna produkcja energii elektrycznej (kWh),
- H_d: Średnia dzienna suma globalnego nasłonecznienia na metr kwadratowy modułu fotowoltaicznego (kWh / m²),
- H_m: Średnia suma globalnego nasłonecznienia na metr kwadratowy modułu fotowoltaicznego (kWh / m²)

Średnioroczna produkcja z projektowanej instalacji szacowana jest na poziomie 10100 MWh.



10. SPIS RYSUNKÓW

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

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

Rys. nr E-03. Schemat elektryczny inwerter AC - inwerter 1

Rys. nr E-04. Rozmieszczenie instalacji fotowoltaicznej i instalacja odgromowa

Rys. nr E-06. Plan tras kablowych z TG do PV – rzut poddasza

Rys. nr E-07. Plan tras kablowych z TG do PV – rzut parteru