

## 1. SPIS ZAWARTOŚCI PROJEKTU

1.	SPIS ZAWARTOŚCI PROJEKTU .....	1
2.	UPRAWNIENIA PROJEKTANTA.....	2
3.	WPIS DO IZBY PROJEKTANTÓW .....	3
4.	OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA BRANŻA ELEKTRYCZNA .....	4
5.	OPIS DO PROJEKTU ZAGOSPODAROWANIA DZIAŁKI.....	5
6.	OPIS TECHNICZNY .....	6
6	OBLICZENIA .....	23
7	SZACUNEK ROCZNEGO UZYSKU ENERGII ELEKTRYCZNEJ .....	29
8	UWAGI KOŃCOWE.....	31
9	RYSUNEK 1 – INSTALACJE ELEKTRYCZNE PIWNICE BUDYNEK SZKOŁY PODSTAWOWEJ .....	32
10	RYSUNEK 2 – INSTALACJE ELEKTRYCZNE PARTER BUDYNEK SZKOŁY PODSTAWOWEJ .....	33
11	RYSUNEK 3 – INSTALACJE ELEKTRYCZNE PIĘTRO BUDYNEK SZKOŁY PODSTAWOWEJ .....	34
12	RYSUNEK 4 – INSTALACJE ELEKTRYCZNE PIWNICE BUDYNEK SZKOŁY GIMNAZJALNEJ .....	35
13	RYSUNEK 5 INSTALACJE ELEKTRYCZNE PARTER BUDYNEK SZKOŁY GIMNAZJALNEJ .....	36
14	RYSUNEK 6 – INSTALACJA PV 20,4kWp NA BUDYNKU SZKOŁY PODSTAWOWEJ .....	37
15	RYSUNEK 7 – PZT INSTALACJA PV 20,4kWp BUDYNEK SZKOŁY PODSTAWOWEJ .....	38
16	RYSUNEK 8 – SCHEMAT INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ PV .....	39
17	RYSUNEK 9 – SCHEMAT IDEOWY ROZDZIELNI R1 .....	40
18	RYSUNEK 10 – SCHEMAT IDEOWY ROZDZIELNI R2 .....	41
19	RYSUNEK 11 – INSTALACJE ELEKTRYCZNE POPMP CIEPŁA PIWNICE .....	42
20	RYSUNEK 12 – INSTALACJE ELEKTRYCZNE POMP CIEPŁA PARTER .....	43
21	RYSUNEK 13 – INSTALACJE ELEKTRYCZNE KOTŁOWNIA GAZOWA I POMPY P3-P7 PIWNICE.....	44
22	RYSUNEK 14 – INSTALACJE ELEKTRYCZNE KOTŁOWNIA GAZOWA I POMPY P3-P7 PARTER .....	45
23	RYSUNEK 15 – INSTALACJE ELEKTRYCZNE DETEKCJI GAZU PARTER.....	46
24	ZAŁĄCZNIKI.....	47

## **2. UPRAWNIENIA PROJEKTANTA**

### **3. WPIS DO IZBY PROJEKTANTÓW**

#### **4. OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA BRANŻA ELEKTRYCZNA**

Zgodnie z art. 20 ust.4 ustawy Prawo Budowlane - tekst jednolity (Dz. U. 2010 nr 243 poz. 1623), ja niżej podpisany oświadczam, że projekt budowlano-wykonawczy "Modernizacja energetyczna budynku Szkoły Podstawowej w Dąbrowie Zielonej przy ul. Kościuszki 49, 42-265 Dąbrowa Zielona, dz. nr. Ewid 3538", został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej.

Projektant:

inż. Robert Kucharski  
upr. nr LOD/0622/PWOE/06

## 5. OPIS DO PROJEKTU ZAGOSPODAROWANIA DZIAŁKI

Przedmiotem opracowania jest wykonanie projektu wykonawczego: „Modernizacja energetyczna budynku Szkoły Podstawowej w Dąbrowie Zielonej przy ul. Kościuszki 49, 42-265 Dąbrowa Zielona, dz. nr. Ewid 3538.” nie jest wpisana do rejestru zabytków i nie znajduje się na terenie wpływów górnictwa.

Wyżej wymieniona działka nie figurują w rejestrze zabytków (nie podlegają pod konserwatora), nie znajdują się na terenie wpływów górnictwa. Budowa niniejszej inwestycji nie wpłynie negatywnie ani nie pogorszy stanu środowiska naturalnego w czasie budowy jak i późniejszym okresie eksploatacji.

**Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej nie wpłynie negatywnie jak również nie pogorszy stanu środowiska naturalnego w czasie budowy jak i w późniejszym okresie eksploatacji.**

**Dane techniczne obiektu budowlanego charakteryzujące wpływ obiektu budowlanego na środowisko i jego wykorzystywanie oraz na zdrowie ludzi i obiekty sąsiednie:**

a) zapotrzebowanie i jakość wody oraz ilość, jakość i sposób odprowadzania ścieków – **nie występuje**,

b) emisja zanieczyszczeń gazowych, w tym zapachów, pyłowych i płynnych - **nie występuje**,

c) rodzaj i ilość wytwarzanych odpadów - **nie występuje**,

d) właściwości akustyczne oraz emisji drgań, a także promieniowania, w szczególności jonizujące, pola elektromagnetyczne i inne zakłócenia – **nie występują**,

e) wpływ obiektu budowlanego na istniejący drzewostan, powierzchnię ziemi, w tym glebę, wody powierzchniowe – **nie występuje**.

**Istniejący stan zagospodarowania:**

Na działce 192 oraz 191/4 znajdują tereny zielone oraz budynki z infrastrukturą techniczną.

## 6. OPIS TECHNICZNY

### 6.1. Dane ogólne

#### 6.1.1. Warunki formalne i prawne wykonania projektu

- a) zlecenie inwestora,
- b) ustalenia z inwestorem odnośnie przewidywanych urządzeń elektrycznych oraz pomiary wykonane w terenie,
- c) przyjęta przez Inwestora koncepcja montażowa instalacji fotowoltaicznej
- d) aktualne normy, katalogi oraz przepisy związane z opracowaniem projektu, a w szczególności:
- e) Przepisy Budowy Urządzeń Elektrycznych,
- f) Przepisy związane z wykonaniem projektu.
- g) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r w sprawie warunków technicznych, jakimi powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

#### 6.1.2. Polskie normy w instalacjach elektrycznych:

*PN-EN 60439-1:2003* - Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe -- Część 1: Zestawy badane w pełnym i niepełnym zakresie badań typu.

*PN-EN 60439-3:2004* - Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe -- Część 3: Wymagania dotyczące niskonapięciowych rozdzielnic i sterownic przeznaczonych do instalowania w miejscach dostępnych do użytkowania przez osoby niewykwalifikowane - Rozdzielnice tablicowe.

*PN-EN 60947-1:2010* - Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa - Część 1: Postanowienia ogólne.

*PN-HD 60364-4-43:2012* Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-43: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed prądem przetężeniowym.

*PN-HD 60364-4-444:2012* Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-444: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed zakłóceniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi.

*PN-HD 60364-5-534:2012* Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 5-53: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Odłączanie izolacyjne, łączenie i sterowanie - Sekcja 534: Urządzenia do ochrony przed przepięciami.

*PN-EN 50310:2012* Stosowanie połączeń wyrównawczych i uziemiających w budynkach z zainstalowanym sprzętem informatycznym

*PN-HD 60364-4-42:2013* Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-42: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego

*PN-HD 60364-5-56:2013* Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 5-56: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Instalacje bezpieczeństwa

*PN-HD 60364-5-534:2012* Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 5-53: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Odłączanie izolacyjne, łączenie i sterowanie - Sekcja 534: Urządzenia do ochrony przed przepięciami.

*PN-EN 7010:2012* Symbole graficzne - Barwy bezpieczeństwa i znaki bezpieczeństwa Zarejestrowane znaki bezpieczeństwa.

*PN-HD 60364-4-42:2013* Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-42:

Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego

PN-HD 60364-5-56:2013 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 5-56: Dobór i montaż wyposażenia Elektrycznego - Instalacje bezpieczeństwa

PN-HD 60364-5-54:2010 Instalacje elektryczna w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia i przewody ochronne.

PN-EN 62305-1: Ochrona odgromowa – Część 1: Zasady ogólne.

PN-EN 62305-2: Ochrona odgromowa – Część 2: Zarządzanie ryzykiem.

PN-EN60904-9:2008 Elementy fotowoltaiczne – Część 9: Wymagania dla symulatorów promieniowania słonecznego

PN-EN61730-1:2007 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji

PN-HD 60364-7-712:2016-05 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.

Część 7-712: Wymaganie dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -

Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania

### **6.1.3. Charakterystyka elektroenergetyczna:**

- |                                     |                           |
|-------------------------------------|---------------------------|
| • Napięcie zasilania                | $U_n = 400/230V, 50Hz$    |
| • Napięcie odbiorników              | $U_o = 400/230V, 50Hz$    |
| • Moc zainstalowana mikroinstalacji | $P_i = 20,4 \text{ kWp}$  |
| • Moc nowoprojektowanych urządzeń   | $P_i = 85 \text{ 700 kW}$ |
| • Układ sieci                       | TN-C                      |
| • Układ instalacji odbiorczej       | TN-C-S                    |

### **6.1.4. Przedmiot i zakres opracowania:**

Przedmiotem opracowania jest „Modernizacja energetyczna budynku Szkoły Podstawowej w Dąbrowie Zielonej przy ul. Kościuszki 49, 42-265 Dąbrowa Zielona, dz. nr. Ewid 3538, w której skład wchodzi instalacja fotowoltaiczna o mocy 20,4kWp, zasilanie nowoprojektowanych rozdzielnic R1 oraz R2, a także zasilanie nowoprojektowanych urządzeń grzewczych i wentylacyjnych.

Na etapie budowy należy wystąpić do Zakładu Energetycznego o zwiększenie mocy przyłączeniowej dla istniejącego złącza kablowo-pomiarowego.

System fotowoltaiczny znajdujący się na budynku składa się z 60 modułów fotowoltaicznych 340Wp każdy, o łącznej mocy 20,4kWp połączonych do dwóch inwerterów SE10K o łącznej mocy znamionowej 20kW AC zlokalizowanych w pomieszczeniach gospodarczych w piwnicy budynku szkoły podstawowej, na którym będzie znajdowała się instalacja fotowoltaiczna

Rodzaj instalacji on-grid. Energia elektryczna wyprodukowana przez system fotowoltaiczny będzie wyprowadzona do elektroenergetycznej sieci dystrybucyjnej Tauron Dystrybucja S.A. - wg. odrębnego opracowania. Na etapie wykonawczym należy zgłosić do Zakładu Energetycznego wniosek z aktualizacją danych w zakresie

mikroinstalacji w związku z zwiększoną mocą instalacji PV. Aktualizację danych należy wykonać z uwagi na fakt, iż do istniejącego układu pomiarowego została już przyłączona instalacja PV o mocy 29,7kWp.

#### **5.1.5 Stan projektowany:**

Na podstawie przekazanych wskazówek od architekta i Inwestora w fazie uzgodnień projektuje się wykonanie nowych instalacji elektrycznych:

- Zasilanie nowoprojektowanych rozdzielnic R1 oraz R2
- Zasilanie urządzeń grzewczych
- Zasilanie urządzeń wentylacyjnych
- Instalacja mikroinstalacji o mocy 20,4kWp
- montaż GWP dla rozdzielnic R1

W projekcie mikroinstalacji zostało uwzględnione:

- rozmieszczenie modułów fotowoltaicznych na dachu budynku
- podłączenie inwertera DC/AC do istniejącej instalacji elektrycznej
- schemat ideowy podłączenia modułów fotowoltaicznych do inwertera
- instalację uziemiającą i przeciwprzepięciową

#### **5.1.6 Stan istniejący:**

Budynek szkoły podstawowej:

Mikroinstalacje projektuje się na budynku szkoły podstawowej, wykorzystując całą powierzchnię dachu. Dach budynku pokryty jest pianą termoizolacyjną – powierzchnia pochylona ok 5° w kierunku wschodnim i zachodnim, na której została zaprojektowana instalacja fotowoltaiczna o mocy 20,4kWp. Schemat rozłożenia modułów na dachu pokazano na rysunku nr. 6 oraz 7. Miejsce montażu inwerterów przewiduje się w pomieszczeniu gospodarczym.

#### **5.1.7 Opis instalacji fotowoltaicznej:**

Głównym założeniem przedsięwzięcia jest produkcja energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii, opartej na wykorzystaniu modułów fotowoltaicznych, a dzięki temu ograniczenie zapotrzebowania na energię elektryczną produkowaną w sposób konwencjonalny i ograniczenie emisji CO<sub>2</sub>. Mikroinstalacje zostały dobrane w taki sposób by możliwie jak największą ilość produkowanej energii wykorzystać na pokrycie potrzeb własnych, a nadwyżka energii będzie magazynowana w sieci elektroenergetycznej i wykorzystywana np. w nocy.

Projektowane instalacje będą pracowały w trybie on-grid, czyli bezpośrednio współpracowały z siecią elektroenergetyczną. Moduły fotowoltaiczne zamieniają energię elektryczną (strona DC) Moc strony DC zależy od wielu czynników atmosferycznych m.in. temperatura otoczenia, zachmurzenie, natężenie padającego światła słonecznego. Moduły będą połączone w poszczególne łańcuchy (stringi) i podłączone w odpowiedniej konfiguracji pod inwertery. Należy pamiętać aby poszczególne stringi nie przekraczały wartości granicznych napięć i prądów dobrego inwertera – napięcie obwodu otwartego oraz prąd zwarcia. Inwerter przemienia prąd stały na prąd przemienny zgodny ze standardem sieci elektroenergetycznej.

Do użycia dopuszcza się jedynie inwertery posiadające odpowiednie deklaracje zgodności i certyfikaty do pracy w systemie on-grid, spełniające podstawowe wymagania takie jak:

- Brak możliwości załączania urządzenia w przypadku braku napięcia sieci (zabezpieczenie wyspowe)
- Odchylenia wartości poza dopuszczalne granice (tolerancję) wzorca, muszą spowodować automatyczne odłączenie inwertera od sieci elektrycznej
- Stałe analizowanie parametrów sieci, porównywanie ze wzorcem zgodnym ze standardami sieci 400/230V 50Hz

W układzie instalacji należy stosować zabezpieczenia przetężeniowe oraz przeciwprzepięciowe.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna może opcjonalnie zawierać podgląd pracy na stronach www. przez zastosowanie specjalnie dedykowanej aplikacji.

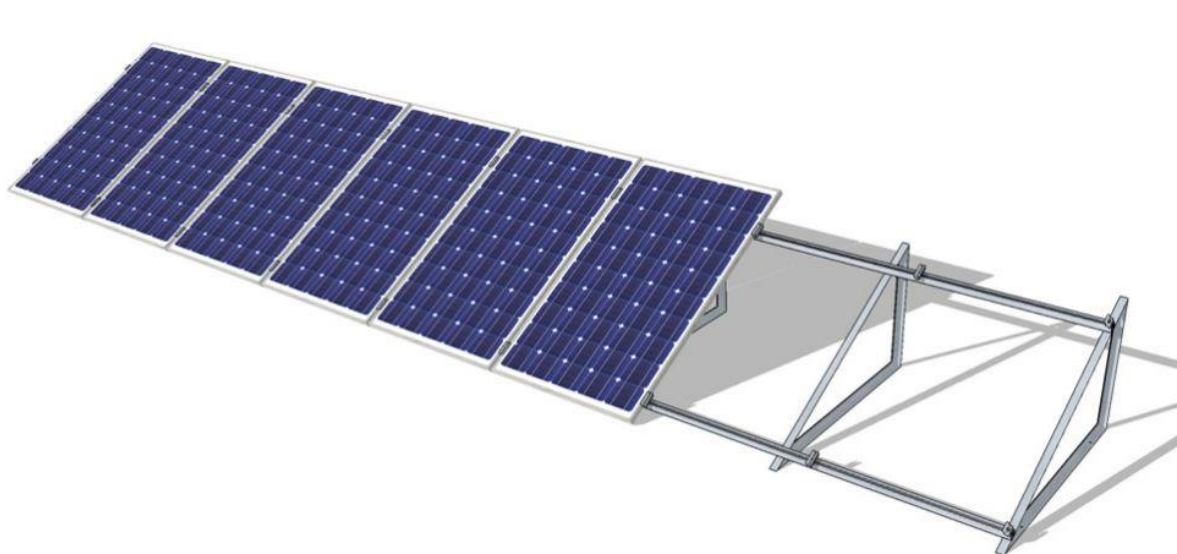
#### **5.1.8 Rozmieszczenie modułów fotowoltaicznych na dachu:**

Moc projektowanej instalacji wynosi 20,4kWp. Projektuję się rozmieszczenie 60 modułów fotowoltaicznych o mocy 340Wp każdy. Z uwagi na specyfikę dachu i jego materiał przygotowana zostanie specjalna konstrukcja stalowa (według odrębnego opracowania) Na specjalnie przystosowanej konstrukcji należy ułożyć konstrukcję aluminiową przeznaczoną do montażu na dachu płaskim. Kierunek wschodni 30 modułów oraz zachodni 30 modułów w orientacji pionowej kąt nachylenia trójkątów ok 18°. Usytuowanie modułów oraz podział na poszczególne stringi pokazano na rysunku nr 6, 7 oraz 8.

Konstrukcja pod moduły PV musi być wykonana z aluminium specjalnie dedykowana do montażu modułów fotowoltaicznych w skład konstrukcji aluminiowej wchodzi: profili montażowych, łączników profilu, trójkąt montażowy regulowany, klemy końcowe, klemy środkowe. Natomiast konstrukcja wsporcza śruby nakrętki muszą być wykonane ze stali nierdzewnej. Poniżej wykaz elementów:



Z uwagi na pokrycie dachu pianą termoizolacyjną montaż konstrukcji na połaci dachu należy wykonać poprzez przykręcenie trójkątów do rury kwadratowej RK 80x40 (konstrukcja według odrębnego opracowania) za pomocą śrub **M10x140**. Na RK 80x40 zostaną zamontowane trójkąty montażowe następnie na nich profile montażowe, a na profilach moduły fotowoltaiczne.



Po zamontowaniu wszystkich trójkątów montażowych i profili należy układać moduły na profilach mocując je za pomocą klem środkowych oraz końcowych. Klema środkowa i końcowa wyposażona jest w wpust przesuwny oraz śrubę imbusową M8x30. Wpust przesuwny należy umieścić w otworze mostka trapezowego i skręcić za pomocą śruby imbusowej. Czynności należy powtórzyć aż do zamontowania wszystkich modułów.

Moduły należy łączyć elektrycznie za pomocą kabli/przewodów, które znajdują się przy modułach i wychodzą ze skrzynek przyłączeniowych. Łączyć należy za pomocą złączek MC4.

***Montaż muszą wykonać osoby posiadające odpowiednią wiedzę oraz doświadczenie w montażu instalacji fotowoltaicznej.***

***UWAGA: Moduły przenosić i układać tak, aby ograniczyć naprężenia ramki i nie dopuścić do powstania mikropęknięć w warstwie ogniwo!!!***

### 5.1.9 Parametry modułów fotowoltaicznych oraz inwertera

Dla potrzeb projektowanej instalacji dobrano moduły fotowoltaiczne firmy Bruk-Bet o następujących parametrach:

Parametr	Wartość
Gwarancja	10 lat gwarancji produktowej 25 lat gwarancji liniowej na moc
Obciążenie śniegiem	2 400 Pa
Moc	310Wp
Typ	Monokrystaliczne
Ilość ogniw	60
Prąd zwarciaowy I <sub>sc</sub>	10,35 A
Napięcie jałowe V <sub>oc</sub>	41,2 V
Prąd maksymalny I <sub>max</sub>	9,75 A
Napięcie maksymalne V <sub>max</sub>	34,9 V
Wydajność	19,80%
Wymiary zewnętrzne	1686x1016x40 mm
Ilość diod bypass	3
Certyfikaty	ISO 9001 / ISO 14001 / OHSAS 18001 IEC 62716 / IEC 61215 / IEC 61730

Moduły muszą być nowe, wyprodukowane nie wcześniej niż IQ 2019

Parametry modułów oraz ich podzespołów muszą spełniać podstawowe normy:

**EN 61730-1** Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji;

**EN 61730-2** Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – Część 2: Wymagania dotyczące badań;

**EN61215** Moduły fotowoltaiczne (PV) z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych – kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu.

Dla potrzeb projektowanej instalacji dla budynku dobrano inwertery fotowoltaiczne SYMO 10.0-3-M o następujących parametrach:

Strona wejściowa DC	
Parametr	Wartość
Maksymalna moc generatora	15 000 Wp
Maksymalna moc DC	15 000 Wp
Maksymalne nap. Wejściowe	1 000 V
Zakres napięć MPPT	200 V ... 1000 V
Znamionowe napięcie wejściowe	800 V

Napięcie minimalne	200 V
Minimalna moc	25 W
Maksymalny prąd wejściowy w jednym MPPT	27A / 16,5A
Liczba MPPT	2
Liczba niezależnych wejść MPPT	2/2
<b>Strona wyjściowa AC</b>	
Znamionowa moc czynna	10 000 W
Maksymalna moc pozorna AC	10 000 VA
Napięcie znamionowe	3/N/PE, 230/400V
Częstotliwość napięcia AC	50 Hz, +-Hz
Znam. częstotliwość napięcia w sieci	50 Hz, 230 V
Maksymalny prąd wyjściowy	14,4A
Współczynnik mocy	0-1
Liczba faz zasilających / podłączonych	3/3
THD	<1,8%
<b>Sprawność</b>	
Maksymalna sprawność / euro-eta	98,0% / 97,4%
Sprawność MPPT	99,90%
<b>Zabezpieczenia</b>	
Rozłącznik DC	Tak
Zabezpieczenie przed zwarciami do masy	Tak
Ochrona przed niewłaściwą biegunowością DC	Tak
Zabezpieczenie przeciwzwarciowe AC	Tak
<b>Ogólne dane</b>	
Wyświetlacz	Graficzny wyświetlacz LCD
Wymiary	725x510x225
Masa	34,8kg
Instalacja	W pomieszczeniu i na wolnym powietrzu
Przylącze po stronie DC / AC	SUNCLIX / Wtyczka
Zakres temperatury pracy	-40C° ... + 60C°
Stopień ochrony wg. IEC 60529	IP 66
Topologia	Beztransfomatorowy
Pobór mocy w stanie czuwania	<12 W
Zużycie własne na potrzeby własne nocą	<1 W
Złącza	RS 485

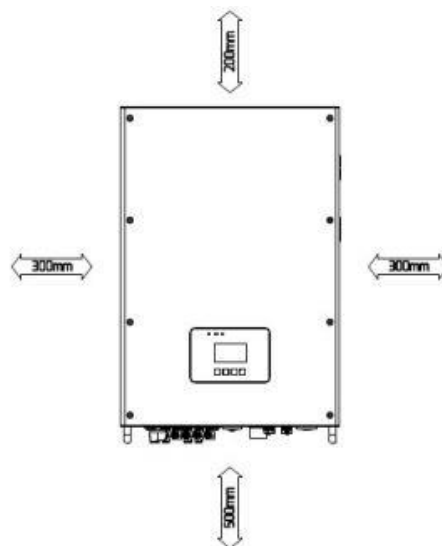
Przewiduje się zainstalowanie na jednym dachu 60 modułów fotowoltaicznych współpracujących z dwoma inwerterami o maksymalnej mocy AC 10 000W.

Dla inwerterów moduły należy podłączyć do dwóch niezależnych MPPT. Pod jedno wejście MPPT1 w inwerterze należy podłączyć 15 spiętych szeregowo modułów oraz drugi łańcuch połączonych szeregowo modułów również 15 sztuk pod drugie MPPT2. Z obliczeń wynika, iż na każdy string/łańcuch przypadnie maksymalne napięcie 618V a maksymalny prąd jednego stringa wyniesie 10,35A.

**Do projektowanej instalacji fotowoltaicznej należy zastosować moduły i inwertery fotowoltaiczne podane powyżej lub inne o parametrach nie gorszych niż zawarte w opracowaniu.**

#### 5.1.10 Sposób montażu inwertera

Strona	Min. odstęp (mm)
Góra	200
Dół	500
Boki	300



*Lokalizację montażu inwerterów pokazano na rysunku nr 1.*

*Całość prac powinna być prowadzona zgodnie z postanowieniami obowiązujących norm i przepisów przez osoby posiadające niezbędne kwalifikacje i uprawnienia budowlane.*

*Wszystkie stosowane materiały powinny posiadać wymagane certyfikaty, deklaracje zgodności lub aprobaty techniczne w zależności od klasyfikacji.*

#### 5.1.11 Okablowanie

Połączenia elektryczne pomiędzy poszczególnymi łańcuchami modułów PV i inwerterem należy wykonać poprzez zastosowanie kabli i złączek dedykowanych do instalacji fotowoltaicznych o odpowiednich właściwościach. Według normy PN-HD 60364-5-52:2011 muszą zostać dotrzymane odległości pomiędzy pojedynczymi przewodami. Połączenia kablowe wykonane są w taki sposób, aby nie przeszkadzały

przy eksploatacji, wymianie pojedynczych części lub remontach systemu fotowoltaicznego. Wykonanie połączeń musi odpowiadać przede wszystkim normie PN-HD 60364-5-52:2011, a kolorowe oznaczenie przewodów normie PN-HD 308 S2:2007. Pojedyncze przewody na końcu oznakowane są etykietami (nr oznaczenia, typ przewodu, kierunek, długość).

- Kable jednożyłowe giętkie o minimalnym przekroju 6mm<sup>2</sup>, w podwójnej izolacji
- Napięcie nominalne prądu przemiennego, stałego 1000V
- Temperatura pracy – 40 C° ... + 120 C°
- Odporność na promieniowanie UV
- Odporność na warunki atmosferyczne i hydrolizę, chemikalia i oleje
- Odporność na ścieranie

*Kable układać w taki sposób, aby ograniczyć możliwość indukowania przepięć w obwodzie modułów (nie tworzyć pętli, przewody prowadzić blisko siebie).*

#### **5.1.12 Zabezpieczenie instalacji fotowoltaicznej po stronie DC**

Przy łączeniu zasilania między łańcuchami modułów a inwerterem, przewiduje się zastosowanie odpowiednich zabezpieczeń przed przetężeniem (prądy wsteczne) i przepięciami, dedykowanych dla instalacji fotowoltaicznych.

Zabezpieczenie przetężeniowe – systemy zbudowane z dwóch lub więcej łańcuchów modułów PV, muszą posiadać w każdym rzędzie odpowiednie bezpieczniki (charakterystyka gPV lub równoważna) ponieważ tego typu układy modułów mogą generować znaczne prądy wsteczne, mogące prowadzić do uszkodzenia przewodów lub samych modułów fotowoltaicznych. Należy zastosować bezpieczniki na każdym łańcuchu plusie i minusie. W przypadku uszkodzenia bezpieczniki odetną dany szereg modułów, pozostałe łańcuchy będą pracowały normalnie. Bezpieczniki należy instalować w dedykowanych rozłącznikach bezpiecznikowych zainstalowanych w rozdzielnicach RDC2.

*Dobór wkładki gPV dla poszczególnego łańcucha – napięcie znamionowe :  $UN > 1,2 \times \text{napięcie obwodu otwartego modułu} \times \text{ilość modułów}$*

Zabezpieczenia przepięciowe – stosowane do zabezpieczenia instalacji fotowoltaicznej przed przepięciami łączeniowymi lub pochodzącymi od wyładowań atmosferycznych pośrednich, lub bezpośrednich. Należy zabezpieczyć każdy łańcuch modułów, stosując ograniczniki przepięć typu I+II stosowane przy instalacjach fotowoltaicznych np. ETITEC C-PV (lub równoważne o takich samych parametrach ale nie gorszych). Dla uzyskania poprawnej pracy instalacji przeciwprzepięciowej należy wykonać podłączenia do instalacji uziemiającej. Uziom należy połączyć z instalacją

przeciwprzepięciową systemu PV poprzez ułożenie przewodu typu LGY 16mm<sup>2</sup> w kolorze żółto/zielonym. Rezystancja uziemienia powinna wynosić  $R < 10 \Omega$ .

Należy zwrócić szczególną uwagę na napięcie robocze ograniczników po stronie DC, dobrane ściśle pod obliczone napięcie maksymalne danego łańcucha modułów (napięcie obwodu otwartego).

Bezpieczniki gPV oraz ograniczniki przepięć DC należy zainstalować w rozdzielnicy RDC2. Natomiast zabezpieczenia nadmiarowo prądowe oraz ograniczniki przepięć AC należy zainstalować w rozdzielnicy RAC. Rozdzielnica RAC jak i RDC muszą być od siebie odseparowane (oddzielne obudowy). Szczegóły pokazano na schematach elektrycznych.

W związku z odległością pomiędzy inwerterem a modułami PV, która jest większa niż 10m istnieje konieczność zainstalowania dodatkowych ograniczników przepięć w rozdzielnicy RDC1, która znajduje się na dachu budynku. Szczegóły pokazano na rysunku nr. 8.

#### **5.1.13 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym według PN-HD 60364-4-41:2009**

- a) Ochrona przeciwporażeniowa podstawowa zabezpieczenie przed dotknięciem części pod napięciem:
- izolacją
  - przegrodami lub obudowami
- b) Ochrona przeciwporażeniowa dodatkowa
- samoczynne odłączenie od źródła
  - uziemienie

Podstawową ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym stanowi izolacja przewodów, kabli, urządzeń elektrycznych, oraz zastosowanie obudów z materiałów izolacyjnych. Po stronie DC istnieje zabezpieczenie (funkcja inwertera) przed prądem upływowym (doziemienie instalacji).

Jako ochronę dodatkową po stronie AC zastosowano szybkie wyłączenie. Dodatkową ochroną jest wyłączenie zasilania realizowane przez zastosowane zabezpieczenia po stronie AC/DC oraz zabezpieczenia zintegrowane w inwerterze.

*Podczas instalacji zabezpieczeń przeciwprzepięciowych muszą zostać dotrzymane ustanowienia normy PN-EN 62305-4 i instrukcje montażu producenta instalowanych urządzeń.*

#### **5.1.14 Zabezpieczenie odgromowe**

Wewnętrzna i zewnętrzna ochrona przed wyładowaniami atmosferycznymi zostanie wykonana zgodnie z normą PN-EN 62305 część 1 do 4. Zewnętrzna ochrona przed piorunami – wszystkie części metalowe zamontowane na dachu będą ze sobą połączone połączeniami przewodzącymi i podłączone do przewodów uziemiających głównego systemu odgromowego instalacji. Metalowe ramy pojedynczych paneli fotowoltaicznych przymocowane są w czterech punktach (połączenie przewodzące) do wspólnej konstrukcji nośnej za pomocą śrub nierdzewnych.

Wewnętrzna ochrona przed piorunami – połączenia wyrównawcze do wyrównania potencjałów, system ochrony przeciwprzepięciowej.

#### **5.1.15 Realizacja**

Całość prac powinna być prowadzona zgodnie z postanowieniami obowiązujących norm i przepisów przez osoby posiadające niezbędne kwalifikacje i uprawnienia budowlane.

Wszystkie stosowane materiały powinny posiadać wymagane certyfikaty, deklaracje zgodności lub aprobaty techniczne w zależności od klasyfikacji.

#### **5.1.16 Obszar oddziaływania na środowisko**

Planowane przedsięwzięcie nie należy do przedsięwzięć mogących potencjalnie, znacząco oddziaływać na środowisko, a jego realizacja zgodnie z art. 72 ust.2 ustawy z dnia 3 października 2008r. o udostępnieniu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. z 2008r. nr 199 poz. 1227 ze zm.) nie wymaga przeprowadzenia postępowania w sprawie oceny oddziaływania na środowisko. W obiekcie nie będzie występować emisja hałasu przekraczająca dopuszczalne normy zgodnie z §323, 325 Warunków Technicznych. W.w. inwestycja nie generuje gazów szkodliwych zgodnie z §310, 311, 312 Warunków Technicznych, nie będzie powodowała negatywnego oddziaływania na środowisko. Zrealizowane przedsięwzięcie nie będzie wywierać wpływu na środowisko przyrodnicze, zdrowie ludzi i bezpieczeństwo innych obiektów budowlanych znajdujących się w otoczeniu planowanej inwestycji.

#### **5.1.17 Zasilanie instalacji PV**

Projektowana instalacja PV zasilana będzie z nowoprojektowanej rozdzielniczy RAC. Rozdzielnicę RAC należy zasilć z rozdzielniczy R1 poprzez ułożenie kabla YKY 5x16mm<sup>2</sup> w rurze osłonowej RL37 na uchwytych odstępowych. Instalacja fotowoltaiczna będzie podłączona do istniejącego układu pomiarowego. Na rysunku nr 1 pokazano lokalizację rozdzielniczy RDC2 w której znajdują się zabezpieczenia strony

DC. Kable DCPV wewnątrz budynku należy poprowadzić w rurach osłonowych RL 47 na uchwytych odstępowych.

Do rozdzielnicy RG doprowadzić uziemienie przewodem LGY 16mm<sup>2</sup>.

#### **5.1.18 Rozmieszczenie elementów wyposażenia**

- W trakcie realizacji projektu należy tworzyć przejrzysty układ funkcjonalny, który będzie umożliwiał łatwy dostęp do elementów w czasie eksploatacji, konserwacji jak również wymiany poszczególnych elementów.
- Wykonać w sposób zgodny z obowiązującymi przepisami i normami branżowymi oprze- wodowanie rozdzielnic zakończone przewody jasnymi i czytelnymi opisami;
- Poszczególne obwody rozdzielnic należy opisać i ujednolicić ze schematami elektrycznymi rozdzielnic w sposób trwały i jednoznaczny zgodny z obowiązującymi normami branżowymi;
- Wykonać zgodne z projektem numeracje i nazewnictwo poszczególnych rozdzielnic poprzez montaż na nich tablic informacyjnych z numerem, nazwą i tablicami ostrzegawczymi sposób zgodny z obowiązującymi przepisami i normami branżowymi;

#### **5.1.5 Układanie kabli PV**

Na dachu należy ułożyć metalowe koryta kablowe 100x50, które zamontowane jest do dachu za pomocą specjalnych stóp dachowych. Kable DCPV 1x6mm<sup>2</sup> należy układać w rurach osłonowych RL 47 UV a następnie rury RL ułożyć w korycie kablowym.

W budynku kable należy układać w rurach osłonowych RL na typowych uchwytych odstępowych po wcześniejszym ich przymocowaniu do ściany.

Rury należy prowadzić tak aby ze sobą nie kolidowały.

Przy układaniu kabli należy zachować szczególną ostrożność tak aby nie uszkodzić izolacji kabli.

*Należy pamiętać o zachowaniu odstępów izolacyjnych.*

#### **5.1.6 Zasilanie rozdzielnic R1 oraz R2**

Linia zasilająca dla nowoprojektowanej rozdzielnic R1 oraz R2 została pokazana na rysunku nr 1 oraz 5. Instalację należy wykonać poprzez ułożenie koryta kablowego 150x100 poprzez przykręcenie do ścian najbliższej sufitu. (należy pamiętać o istniejącej instalacji i mocować koryta w taki sposób aby nie uszkodzić istniejącej sieci elektroenergetycznej budynku.). Dla rozdzielnic R1 w korycie kablowym należy ułożyć kabel YKY 5x50mm<sup>2</sup> a dla rozdzielnic R2 kabel YKY 5x16mm<sup>2</sup>. Rozdzielnice wykonać zgodnie ze schematami pokazanymi na rysunku 9 i 10.

## **Rozmieszczenie elementów wyposażenia rozdzielnic RG.**

Zgodnie z załączonymi rysunkami – schematami zasilania. Zaprojektowano rozdzielnicę R1 oraz R2, wyposażoną w wyłączniki, rozłączniki, kontrolę obecności napięcia, ochronniki przepięciowe, wyłączniki różnicowoprądowe, wyłączniki nadmiarowo prądowe, bloki rozdzielcze, z obudową w wykonaniu natynkowym. Należy zainstalować jedną rozdzielnicę natynkową 1276x604x305 dla R1 oraz 1276x604x305 dla R2 również jako natynkową. Dla zapewnienia bezpieczeństwa jak i ochrony urządzeń przed skutkami wylądowań atmosferycznych projektuje się w rozdzielnicach głównej zainstalowanie ograniczników przepięć klasy 1+2.

W budynku projektuje się montaż rozdzielni zgodnie z załączonym rysunkiem, sposób ich wykonania, wyposażenia, przekroje przewodów zasilających obwody jedno jak i trój fazowe wraz z zabezpieczeniami poszczególnych rozdzielnic. Zastosować rozdzielnice z podejściami od tyłu, dołu i od góry z zastosowaniem zapasów kabli i przewodów. Wielkość, typ rozdzielni jak i stopień ochrony należy wykonać zgodnie z zapotrzebowaniem i poniższymi zaleceniami projektanta. Należy zamontować w pomieszczeniu rozdzielni wentylację z uwagi na oddawanie ciepła z urządzeń. Po zakończeniu prac należy opisać wszystkie przewody, kable czytelnymi znacznikami umieszczając na nich przewieszki z opisami. W rozdzielnicach zamontować schemat elektryczny z datą i danymi wykonawcy (np. pieczęcią firmową).

Na schematach pokazane zostały rozdzielnice elektryczne wraz z wyposażeniem.

**Montaż osprzętu należy każdorazowo uzgadniać z Inspektorem Nadzoru i Inwestorem.**

### **Podczas instalowania rozdzielnic należy pamiętać o:**

- ✿ pozostawieniu **co najmniej 30% rezerwy na szynach TH lub innych wspornikach montażowych na dodatkowe urządzenia** ze względu na szczelność rozdzielni i brak możliwości bezpośredniego odprowadzenia ciepła, przy stopniu ochronności IP 44;
- ✿ montażu wyłączników różnicowo-prądowych ( $\Delta I=30\text{mA}$ ) typu zgodnego z charakterem zabezpieczanych odbiorów;
- ✿ stosowaniu bloków rozdzielczych i złączek jednotorowych odbiorczych;

- ✱ zaopatrzeniu rozdzielnic w trwałe oraz czytelne tabliczki znamionowe, opisy identyfikacyjne, schematy, tabliczki informacyjno-ostrzegawcze;
- ✱ stosować zasady prowadzenia przewodów i kabli elektrycznych - tylko w liniach prostych, równoległych do krawędzi ścian lub w strefach montażowych nad sufitem podwieszanym;
- ✱ używać przewodów, aparatów i urządzeń posiadających świadectwo dopuszczenia do stosowania w budownictwie lub oznaczone znakiem bezpieczeństwa, wydanym przez uprawnioną jednostkę kwalifikującą.

### **Rozmieszczenie elementów wyposażenia**

- W trakcie realizacji projektu należy tworzyć przejrzysty układ funkcjonalny, który będzie umożliwiał łatwy dostęp do elementów w czasie eksploatacji, konserwacji jak również wymiany poszczególnych elementów.
- Wykonać w sposób zgodny z obowiązującymi przepisami i normami branżowymi oprze- wodowanie rozdzielnic zakończone przewody jasnymi i czytelnymi opisami;
- Poszczególne obwody rozdzielnic należy opisać i ujednolicić ze schematami elektrycznymi rozdzielnic w sposób trwały i jednoznaczny zgodny z obowiązującymi normami branżowymi;
- Wykonać zgodne z projektem numeracje i nazewnictwo poszczególnych rozdzielnic poprzez montaż na nich tablic informacyjnych z numerem, nazwą i tablicami ostrzegawczymi sposób zgodny z obowiązującymi przepisami i normami branżowymi;
- W pomieszczeniach wilgotnych takich jak łazienki, kuchnie stosować osprzęt o stopniu ochronnym IP44 natomiast w pomieszczeniach suchych IP20 zgodnie z rysunkami.

### 5.1.5 Zasilanie urządzeń grzewczych i wentylacyjnych

Linie zasilające nowoprojektowane urządzenia zostały pokazane na rysunkach nr 1 – 5 oraz 11-15. Główne trasy kablowe należy wykonać poprzez ułożenie koryt kablowych 150x60 poprzez przykręcenie do ścian najbliższej sufitu. (należy pamiętać o istniejącej instalacji i mocować koryta w taki sposób aby nie uszkodzić istniejącej sieci elektroenergetycznej budynku.) natomiast poszczególne trasy obwodów kable i przewody należy układać w rurach RL. Dla pomp ciepła w korycie kablowym należy ułożyć kabel YKY 5x16mm, dla nagrzewnic rekuperatorów należy ułożyć kable YKY 5x6mm<sup>2</sup> oraz YKY 3x4mm<sup>2</sup>. Zasilanie kotłów gazowych oraz sterowników/regulatorów wykonać poprzez ułożenie kabli YKY 3x2,5mm<sup>2</sup>. Zasilanie pomp wykonać poprzez ułożenie kabli YKY 3x1,5mm<sup>2</sup>, zawory sterujące YKY 4x1mm<sup>2</sup>, sterowanie kotłów gazowych YKSY 10x0,5mm<sup>2</sup>. Podłączenie urządzeń wykonać zgodnie z dołączoną przez producenta dokumentacją techniczno-ruchową DTR.

### 5.1.6 System detekcji gazu

W budynku zaprojektowano system alarmowy przeznaczony do kontroli powstania wycieku gazu równoważnej z MD-2Z. Instalację systemu detekcji gazu należy wykonać natynkowo w rurach osłonowych RL20 na uchwytych zamykanych UZ-20, tak aby rury ze sobą nie kolidowały. Do zasilania modułu alarmowego zaprojektowano przewód HDGs 3x2,5mm<sup>2</sup>, sygnalizator optyczno-akustyczny oraz zawór odcinający zasilic przewodem HDGs 3x1,5mm<sup>2</sup>, natomiast detektor gazu - czujniki przewodem HDGs 4x1,5mm<sup>2</sup> PH90. Urządzenie to umożliwia obsługiwanie detektora i sygnalizuje stan alarmowy, który zostanie przekazany drogą GSM bezpośrednio do Administratora oraz pośrednio do centrali alarmowej. Pozwala ona na sterowanie zaworem odcinającym równoważnym z typem MAG gazu doprowadzonego do budynku. Posiada także funkcję pamięci stanów alarmowych, wyjść sterujących, możliwość kasowania pamięci i blokady sygnałów wej./wyj. oraz ręcznego wyzwolenia sygnałów wyjściowych.

**Detektor gazu - zawór odcinający** - urządzenie dobrano dla systemu zgodnie z branżą sanitarną. Zaprojektowano także system sygnalizacyjny – akustyczny wypływu gazu złożony z elementów:

- **przetwornik poziomu stężeń gazów** tj. detektor dwuprogowy gazu w obudowie przeciwwybuchowej typu DEX 1.2 zainstalowany pod stropem kotłowni
- **moduł alarmowy** sterujący pracą systemu typu MD-2Z zainstalowany w kotłowni.
- **głowica samozamykająca** z zaworem kulowym typu MAG zainstalowana w punkcie redukcyjno – pomiarowym gazu zainstalowanym na elewacji budynku
- **sygnalizator akustyczno – optyczny** typu SL – 31 usytuowany na ścianie zewnętrznej budynku.

**Sygnalizacja:**

- optyczna: czerwone lampki LED dla przekroczenia I i II wartości progowej stężenia gazu;
- akustyczna: wewnętrzny głośnik piezoceramiczny
- awarii: żółta lampka LED
- zasilania: zielona lampka LED

Stopień ochrony IP54

Zakres temperatury pracy od -10 do 40 °C

Wejścia - 2 alarmowe (napięciowe dla I i II wartości progowej stężenia gazu)

Wyjścia - stykowe zwierne i rozwierne (NO/NC) dla I i II wartości progowej stężenia gazu oraz stanu awarii

- wysokoprądowe 12 V do sterowania zaworem odcinającym typu MAG
- 3 napięciowe

**Opis centralki:**

Stacjonarny detektor gazu, przeznaczony do wykrywania metanu. Wartość stężenia progowego 0,01 i 40% DGW, zakres pomiarowy 0,01-40% DGW. Wyposażony w wymienny sensor półprzewodnikowy posiadający zaświadczenie fabryczne, atest kalibracyjny modułu sensorycznego. Wymiary (wys./szer./gł.): 103/105/54 mm.

Stacjonarny służący do wykrywania gazu/media - metan - Wartość stężenia progowego 0,01 i 40% DGW (Dolna Granica Wybuchowości). Zakres pomiarowy w zakresie 0,01-40% DGW (Dolna Granica Wybuchowości), dopuszczalne chwilowo 100% DGW z dokładnością pomiaru  $\pm 15\%$  (przy temperaturze 20(-2/+5)°C oraz wilgotności względnej powietrza 65( $\pm 10$ )%).

Zastosowano czujnik/sensor półprzewodnikowy w wymiennym module sensorycznym (możliwość stosowania modułów z sensorem elektrochemicznym, optycznym lub katalitycznym).

Wpływ negatywny na działanie detektora gazu mogą mieć gazy zakłócające tj. chlor, tlenki azotu, znaczny niedobór tlenu (<18% objętości), duży i gwałtowny wzrost wilgotności. Czas reakcji (zadziałania) 15-120 s (w zależności od poziomu kalibracji). Układ sterujący posiada wbudowany układ kontroli zasilania i sprawności połączeń z modułem

Pobór prądu 0.09 A, napięcie zasilania 9 V, zakres temperatury pracy od -10 do 40 °C, zakres wilgotności pracy od 35 do 90 %

Wyjścia

- 2 wyjścia przekroczenia wartości stężenia progowego (A1 i A2)
- 1 beznapięciowe typu OC

Okres kalibracji 12 miesięcy (optymalny) - < 36 miesięcy (maks. zalecany)

Trwałość czujnika/sensora 10 miesięcy

Materiał obudowa z aluminium oksydowanego

**Czujnik detektor gazu typ DEX-1.2**

**Zawór odcinający MAG-3**



**Po zakończeniu prac dotyczących wykonania instalacji elektrycznych, a przed oddaniem ich do eksploatacji należy w/w instalację poddać oględzinom, próbom, pomiarom skuteczności zerowania, oporności izolacji, badaniom wyłączników różnicowoprądowych, oporności uziemienia instalacji odgromowej oraz czasu działania i natężenia oświetlenia awaryjnego ewakuacyjnego, w celu sprawdzenia czy została wykonana zgodnie z aktualnymi wymaganiami norm i przepisów dotyczących instalacji elektrycznych w obiektach budowlanych.**

## 6 OBLICZENIA

### 6.1 Minimalna i maksymalna liczba modułów łączonych szeregowo i równolegle

#### 6.1.1 Zmiana napięcia na 1°C

W celu poprawnego skonfigurowania systemu fotowoltaicznego należy określić zmianę napięcia na 1°C :

$$\Delta V = \beta * V_{OC}$$

$$\Delta V = 0,3\% * 41,2V = 0,124$$

$\Delta V$  – zmiana napięcia na 1°C [V/°C]

$\beta$  – współczynnik temperaturowy napięcia obwodu otwartego [%/°C]

$V_{OC}$  – napięcie obwodu otwartego [V]

#### 6.1.2 Napięcie w skrajnych temperaturach pracy – napięcia obwodu otwartego w temperaturze -25°C

Napięcie obwodu otwartego pojedynczego modułu, o temperaturze -25°C obliczono:

$$V_{OC-25} = V_{OC} + (\Delta V * \Delta T_1)$$

$$V_{OC-25} = 41,2 + (0,124 * 50) = 47,4V$$

$V_{OC-25}$  – napięcie jałowe modułu o temperaturze – 25°C [V]

$V_{OC}$  – napięcie jałowe modułu w warunkach STC [V] (NOCT)

$\Delta V$  – zmiana napięcia na 1°C [V/°C]

$\Delta T_1$  – różnica temperatur pomiędzy warunkami STC, a warunkami obliczeniowymi [°C]

#### 6.1.3 Napięcie w skrajnych temperaturach pracy – napięcie w punkcie mocy maksymalnej w temperaturze 70°C

Napięcie w punkcie mocy maksymalnej pojedynczego modułu, mogącego osiągnąć temperaturę 70°C obliczono:

$$V_{MPP+70} = V_{MPP} + (\Delta V * \Delta T_1)$$

$$V_{MPP+70} = 34,9 - (0,124 * 45) = 29,32V$$

$V_{MPP+70}$  – napięcie pracy modułu o temperaturze 70°C [V]

$V_{OC}$  – napięcie modułu w punkcie mocy maksymalnej, w warunkach STC [V] (NOCT)  
 $\Delta V$  – zmiana napięcia na  $1^{\circ}\text{C}$  [V/ $^{\circ}\text{C}$ ]  
 $\Delta T_1$  różnica temperatur pomiędzy warunkami STC, a warunkami obliczeniowymi [ $^{\circ}\text{C}$ ]

#### 6.1.4 Minimalna liczba modułów na łańcuch

Po obliczeniu napięć w skrajnych temperaturach obliczono minimalną liczbę modułów, jak spinać szeregowo w łańcuchu moduły.

$$LM_{STRING\ MIN} = \frac{V_{DC\ START}}{V_{MPP+70}}$$

$$LM_{STRING\ MIN} = \frac{200}{29,32} = 7$$

$LM_{STRING\ MIN}$  – minimalna liczba modułów na łańcuch [szt]

$V_{MPP\ MIN}$  – napięcie startowe inwertera [V]

$V_{MPP+70}$  – napięcie pracy modułu o temperaturze  $+70^{\circ}\text{C}$  [V]

Minimalna ilość modułów, jaką można spiąć w pojedynczy łańcuch wynosi 7 szt.

#### 6.1.5 Maksymalna liczba modułów na łańcuch

Po obliczeniu napięć w skrajnych temperaturach obliczono maksymalną liczbę modułów, jak spinać szeregowo w łańcuchu moduły.

$$LM_{STRING\ MAX} = \frac{V_{DC\ MAX}}{V_{MPP-25}}$$

$$LM_{STRING\ MAX} = \frac{1000}{47,4} = 20$$

$LM_{STRING\ MAX}$  – maksymalna liczba modułów na łańcuch [szt]

$V_{DC\ MAX}$  – maksymalne napięcie wejściowe inwertera [V]

$V_{MPP-25}$  – napięcie jałowe modułu o temperaturze  $-25^{\circ}\text{C}$  [V]

Maksymalna ilość modułów, jaką można spiąć w pojedynczy łańcuch wynosi 21 szt.

### 6.1.6 Maksymalna liczba łańcuchów modułów łączonych równolegle (jeżeli byłyby połączenia równoległe)

Maksymalna liczba łańcuchów połączonych równolegle:

$$LM_{R\ MAX} = \frac{I_{DC\ MAX}}{I_{MPP}}$$

$$LM_{R\ MAX} = \frac{27}{10,35} = 2,6$$

$LM_{R\ MAX}$  – maksymalna liczba łańcuchów łączonych równolegle na falownik [szt]

$I_{DC\ MAX}$  – maksymalny prąd wejściowy na MPPT inwertera [A]

$I_{MPP}$  – natężenie prądu w punkcie mocy maksymalnej modułu [A]

Obliczona maksymalna liczba łańcuchów łączonych równolegle pod MPPT falownika wynosi 2 szt dla MPPT 1 natomiast dla MPPT 2 wynosi 1szt.

### 6.1.7 Dobór przewodów

Przewody fotowoltaiczne, to przewody przeznaczone do pracy z prądem stałym. Ich zadaniem jest odprowadzenie energii elektrycznej wytworzonej w modułach fotowoltaicznych do inwertera. Kabel napięcia zmiennego AC odpowiada za odprowadzenie energii elektrycznej z inwertera do instalacji elektrycznej obiektu i sieci elektroenergetycznej. Zakłada się, że strata temperaturowa przewodów DC i kabla AC w systemie PV powinna być mniejsza niż 1%

#### Przekrój przewodów DC

$$A_{DC} = \frac{P_{PV} * L_{DC}}{U^2 * k * 1\%} * 100\%$$

$$A_{DC} = \frac{5,1 * 150}{618 * 54 * 1\%} * 100\% = 2,30$$

$A_{DC}$  – przekrój przewodu DC [%]

$P_{PV}$  – moc łańcucha modułów fotowoltaicznych [kWp]

$L_{DC}$  – sumaryczna długość przewodu DC łańcucha [m]

$U^2$  – napięcie w punkcie mocy maksymalnej w łańcuchu fotowoltaicznym [V]

$k$  – przewodność właściwa  $\left(54 \frac{m}{\Omega mm^2} \text{ dla miedzi} \right)$

Dobrano prawidłowy przewód DCPV 1x6mm<sup>2</sup>.

## Przekroje kabli AC

Przekrój przewodu AC dla instalacji trójfazowej

$$A_{AC} = \frac{P_{AC} * L_{AC}}{U_{mf}^2 * k * 1\%} * 100\%$$

$$A_{AC} = \frac{10 * 5}{400 * 54 * 1\%} * 100\% = 2,3$$

$A_{AC}$  – przekrój przewodu AC [%]

$P_{AC}$  – moc inwertera po stronie AC [kW]

$L_{AC}$  – długość kabla AC [m]

$U_{mf}^2$  – napięcie międzyfazowe,  $U_{mf}^2 = 400$  [V]

$k$  – przewodność właściwa ( $54 \frac{m}{\Omega mm^2}$  dla miedzi)

W projektowanym systemie zaprojektowano przewody DC 6mm<sup>2</sup> oraz AC 6mm<sup>2</sup>

## Spadek napięcia w kablu zasilającym rozdzielnicę RAC

Prąd obciążenia linii zasilającej RAC:

$$I_B = \frac{P_S}{\cos\varphi * U} = \frac{20\,000W}{\sqrt{3} * 0,90 * 400} = 32,1A$$

Spadek napięcia w kablu YKY 5 x 16mm<sup>2</sup> o długości l=15m:

$$\Delta U\% = \frac{P_S * l * 100}{\gamma * s * U^2} = \frac{20000 * 15 * 100}{56 * 10 * 400^2} = 0,21\% < 2\%$$

Dobrano poprawnie kabel zasilający YKY 5x16mm<sup>2</sup> o prądzie dopuszczalnym długotrwałym I<sub>dd</sub>=62A, który jest większy od prądu obciążenia linii oraz od wielkości zabezpieczenia Z-SLS/CB/3P/D02 50A zainstalowanego w rozdzielnicy RAC.

## Spadek napięcia w kablu zasilającym inwerter 1 oraz 2

Prąd obciążenia linii zasilającej inwerter nr 1 i 2:

$$I_B = \frac{P_S}{\cos\varphi * U} = \frac{10\,000W}{\sqrt{3} * 0,90 * 400} = 16,1A$$

Spadek napięcia w kablu OWY 5 x 6mm<sup>2</sup> o długości l=10m:

$$\Delta U\% = \frac{P_S * l * 100}{\gamma * s * U^2} = \frac{10\,000 * 10 * 100}{56 * 6 * 400^2} = 0,19\% < 2\%$$

Dobrano poprawnie kabel zasilający OWY 5x6mm<sup>2</sup> o prądzie dopuszczalnym długotrwałym I<sub>dd</sub>=34A, który jest większy od prądu obciążenia linii oraz od wielkości zabezpieczenia S303B 20A zainstalowanego w rozdzielniczy RAC.

### **Spadek napięcia w kablu zasilającym pompy ciepła**

Prąd obciążenia linii zasilającej pompę ciepła:

$$I_B = \frac{P_S}{\cos\varphi * U} = \frac{33\,000W}{\sqrt{3} * 0,90 * 400} = 52,93A$$

Spadek napięcia w kablu YKY 5 x 16mm<sup>2</sup> o długości l=40m:

$$\Delta U\% = \frac{P_S * l * 100}{\gamma * s * U^2} = \frac{33\,000 * 40 * 100}{56 * 16 * 400^2} = 0,92\% < 2\%$$

Dobrano poprawnie kabel zasilający YKY 5x16mm<sup>2</sup> o prądzie dopuszczalnym długotrwałym I<sub>dd</sub>=68A, który jest większy od prądu obciążenia linii oraz od wielkości zabezpieczenia S303B 63A zainstalowanego w rozdzielniczy R1.

### **Spadek napięcia w kablu zasilającym nagrzewnicę rekuperatora najdalej oddalonego od R1**

Prąd obciążenia linii zasilającej nagrzewnicę:

$$I_B = \frac{P_S}{\cos\varphi * U} = \frac{4\,000W}{\sqrt{3} * 0,99 * 400} = 6,41A$$

Spadek napięcia w kablu YKY 5 x 6mm<sup>2</sup> o długości l=145m:

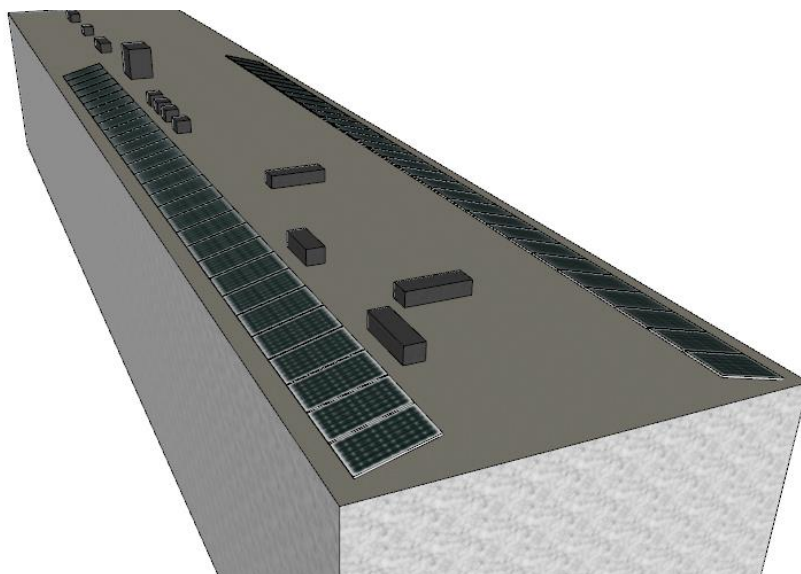
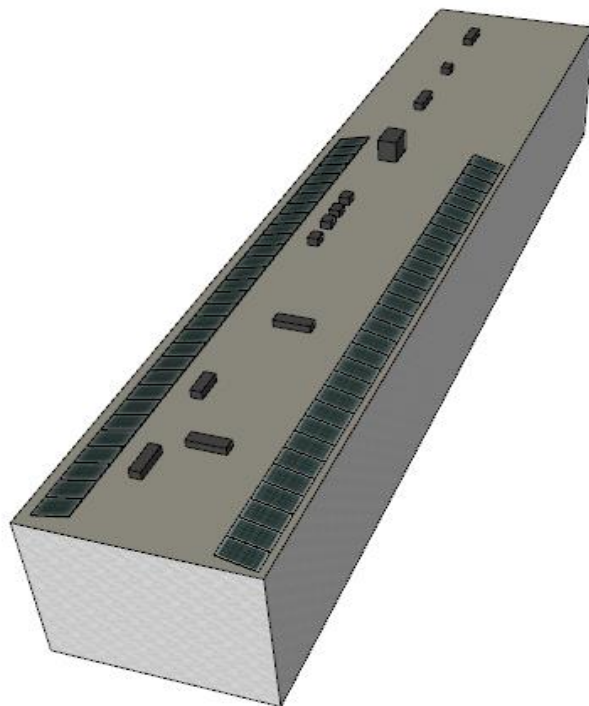
$$\Delta U\% = \frac{P_S * l * 100}{\gamma * s * U^2} = \frac{4\,000 * 145 * 100}{56 * 6 * 400^2} = 1,07\% < 2\%$$

Dobrano poprawnie kabel zasilający YKY 5x6mm<sup>2</sup> o prądzie dopuszczalnym długotrwałym  $I_{dd}=36A$ , który jest większy od prądu obciążenia linii oraz od wielkości zabezpieczenia S303B 10A zainstalowanego w rozdzielnicy RA1

## 7 SZACUNEK ROCZNEGO UZYSKU ENERGII ELEKTRYCZNEJ

### 7.1.1 Budynek szkoły podstawowej

Instalacja fotowoltaiczna o mocy 20,4Wp (60 modułów o mocy 340 Wp każdy)

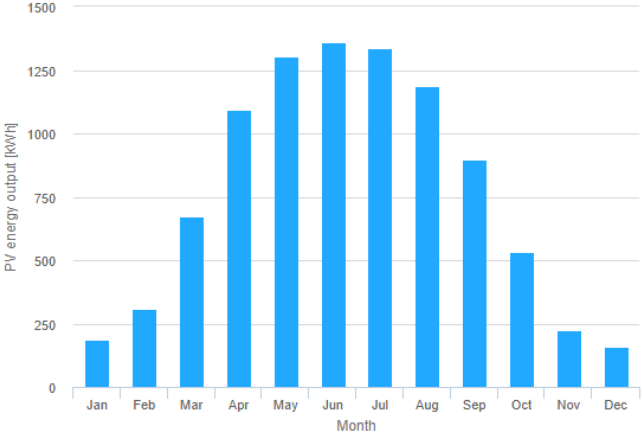


# Uzyski energetyczne – strona wschodnia (10,2 kWp)

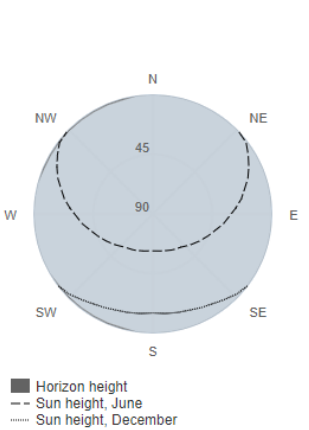
## Summary

Provided inputs:	
Location [Lat/Lon]:	51.472, 19.520
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-SARAH
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed [kWp]:	10.2
System loss [%]:	14
Simulation outputs:	
Slope angle [°]:	15
Azimuth angle [°]:	-70
Yearly PV energy production [kWh]:	9259.69
Yearly in-plane irradiation [kWh/m²]:	1139.19
Year to year variability [kWh]:	483.84
Changes in output due to:	
Angle of incidence [%]:	-3.82
Spectral effects [%]:	1.7
Temperature and low irradiance [%]:	-5.27
Total loss [%]:	-20.31

## Monthly energy output from fix-angle PV system



## Outline of horizon

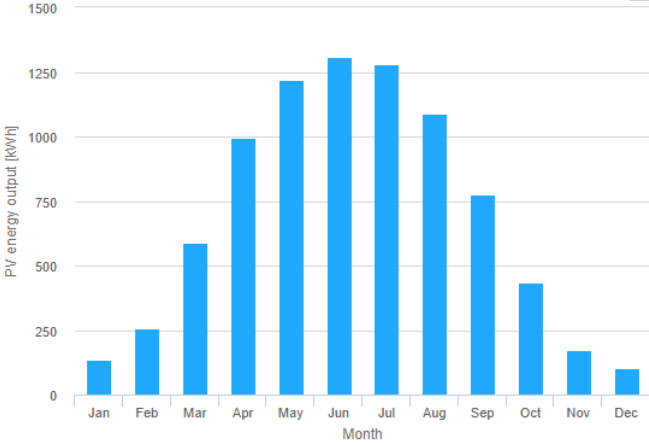


# Uzyski energetyczne – strona zachodnia (10,2 kWp)

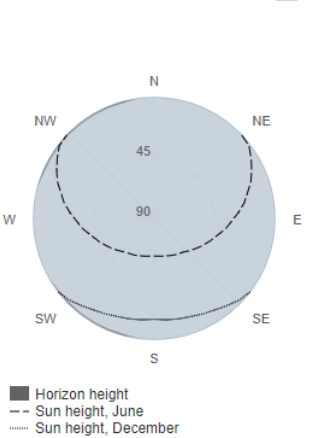
## Summary

Provided inputs:	
Location [Lat/Lon]:	51.472, 19.520
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-SARAH
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed [kWp]:	10.2
System loss [%]:	14
Simulation outputs:	
Slope angle [°]:	15
Azimuth angle [°]:	110
Yearly PV energy production [kWh]:	8357.99
Yearly in-plane irradiation [kWh/m²]:	1042.63
Year to year variability [kWh]:	438.98
Changes in output due to:	
Angle of incidence [%]:	-4.62
Spectral effects [%]:	1.64
Temperature and low irradiance [%]:	-5.73
Total loss [%]:	-21.41

## Monthly energy output from fix-angle PV system



## Outline of horizon



Suma uzysków= 17 614 kWh/rok

## 8 UWAGI KOŃCOWE

1. Całość robót należy wykonać solidnie i zgodnie z przepisami i wymogami.
2. Prace likwidacyjne zlecić osobie (firmie) posiadającej uprawnienia budowlane w tym zakresie.
3. Przestrzegać przepisy BHP i technologię poszczególnych robót .
4. Wszystkie projektowane prace wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami, normami oraz z niniejszą dokumentacją techniczną.
5. Materiały użyte do budowy winny posiadać atest oraz być dopuszczone do powszechnego stosowania,
6. Po zakończeniu budowy instalacji elektrycznej, wykonać pomiary ochrony przeciwporażeniowej: badanie wyłączników różnicowoprądowych, uziemień odgromowych, natężenia oświetlenia, połączeń wyrównawczych oraz oporności izolacji przewodów.
7. Protokoły badań i certyfikaty zastosowanych materiałów elektrycznych i osprzętu przekazać Inwestorowi,
8. Wszystkie zmiany, które na etapie realizacji robót zamierza dokonać wykonawca robót elektrycznych, muszą uzyskać akceptację autora projektu.
9. Montaż instalacji musi być wykonany przez osoby posiadające potwierdzony Certyfikat Instalatora Mikroinstalacji Fotowoltaicznych – wydanych przez odpowiedni UDT.
10. Prace wykonywane na dachach budynków podlegają przepisom dotyczącym prac na wysokości
11. Po zakończeniu instalacji należy przeprowadzić szkolenie z zakresu obsługi urządzeń dla osób wskazanych przez Inwestora. Wszystkie czynności winny być udokumentowane w protokołach i przekazane Inwestorowi.

*Prace należy wykonać zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano – instalacyjnych. Część V. Instalacje Elektryczne” wydanymi w Warszawie w roku 1984 oraz obowiązującymi Polskimi Normami, w szczególności: PN-86/E-05003/01(02), PN-90/E-05023*

**9 RYSUNEK 1 – INSTALACJE ELEKTRYCZNE PIWNICE BUDYNEK  
SZKOŁY PODSTAWOWEJ**

**10 RYSUNEK 2 – INSTALACJE ELEKTRYCZNE PARTER BUDYNEK  
SZKOŁY PODSTAWOWEJ**

**11 RYSUNEK 3 – INSTALACJE ELEKTRYCZNE PIĘTRO BUDYNEK  
SZKOŁY PODSTAWOWEJ**

**12 RYSUNEK 4 – INSTALACJE ELEKTRYCZNE PIWNICE BUDYNEK  
SZKOŁY GIMNAZJALNEJ**

**13 RYSUNEK 5 INSTALACJE ELEKTRYCZNE PARTER BUDYNEK  
SZKOŁY GIMNAZJALNEJ**

**14 RYSUNEK 6 – INSTALACJA PV 20,4kWp NA BUDYNKU SZKOŁY  
PODSTAWOWEJ**

**15 RYSUNEK 7 – PZT INSTALACJA PV 20,4kWp BUDYNEK SZKOŁY  
PODSTAWOWEJ**

## **16 RYSUNEK 8 – SCHEMAT INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ PV**

## **17 RYSUNEK 9 – SCHEAMT IDEOWY ROZDZIELNI R1**

## **18 RYSUNEK 10 – SCHEMAT IDEOWY ROZDZIELNI R2**

**19 RYSUNEK 11 – INSTALACJE ELEKTRYCZNE POPMP CIEPŁA  
PIWNICE**

**20 RYSUNEK 12 – INSTALACJE ELEKTRYCZNE POMP CIEPŁA  
PARTER**

**21 RYSUNEK 13 – INSTALACJE ELEKTRYCZNE KOTŁOWNIA  
GAZOWA I POMPY P3-P7 PIWNICE**

**22 RYSUNEK 14 – INSTALACJE ELEKTRYCZNE KOTŁOWNIA  
GAZOWA I POMPY P3-P7 PARTER**

**23 RYSUNEK 15 – INSTALACJE ELEKTRYCZNE DETEKCJI GAZU  
PARTER**

## **24 ZAŁĄCZNIKI**