



## Spis treści

1. Załączniki formalno-prawne .....	3
1.1 Oświadczenia projektantów .....	3
1.2 Uprawnienia i izba projektantów .....	4
2. OPIS TECHNICZNY - CZĘŚĆ OGÓLNA .....	10
2.1 Podstawa opracowania .....	10
2.2 Zakres opracowania .....	10
3. OPIS TECHNICZNY- CZĘŚĆ OPISOWA I OBLICZENIOWA .....	10
3.1 Stan istniejący .....	10
3.2 Stan projektowany .....	10
3.2.1 Instalacja fotowoltaiczna .....	10
3.2.1.1 Panele fotowoltaiczne .....	10
3.2.1.2 Falownik .....	11
3.2.1.3 Konstrukcja montażowa .....	13
3.2.1.4 Obwody DC instalacji fotowoltaicznej .....	13
3.2.1.5 Obwody AC instalacji fotowoltaicznej .....	14
3.2.1.6 Rozliczeniowy licznik energii .....	14
3.2.1.7 Rozprowadzenie i układanie nowych instalacji elektrycznych .....	15
3.2.1.8 Instalacja uziemień .....	15
3.2.1.9 Instalacja odgromowa .....	16
3.2.1.10 Ochrona przeciwporażeniowa .....	16
3.2.1.11 Ochrona przeciwprzepięciowa .....	17
3.2.1.12 Ochrona przeciwpożarowa .....	17
3.2.1.13 Uwagi .....	18
3.2.1.14 Zakres okresowej kontroli i konserwacji instalacji PV , zalecane czynności serwisowe .....	18
4. INFORMACJE DO OPRACOWANIA PLANU BIOZ .....	19
5. ZESTAWIENIE RYSUNKÓW .....	21

## 1. Załączniki formalno-prawne

### 1.1 Oświadczenia projektantów

#### OŚWIADCZENIA PROJEKTANTÓW

Dotyczy:

**Projektu technicznego montażu instalacji PV na dachu oraz remont  
pokrycia dachowego Gmachu Elektrotechniki Politechniki Warszawskiej, Plac  
Politechniki 1, 00-661 Warszawa.**

Zgodnie z Ustawą Prawo Budowlane (Dz. U. 2021 poz. 2351 ze zm.) art. 32 ust. 3d pkt 3 oświadczam, że projekt został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant:

Sprawdzający:

## 1.2 Uprawnienia i izba projektantów



### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAZ-K7K-5X1-15G \*

Pan ARKADIUSZ PAWEŁ BUKALSKI o numerze ewidencyjnym MAZ/IE/0126/15

adres zamieszkania [REDACTED]

jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2022-02-01 do 2023-01-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-02-02 10:17:52 roku przez:

Roman Lulis, Przewodniczący Rady Mazowieckiej 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.piiib.org.pl](http://www.piiib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.





Mazowiecka Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa  
Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna  
sygn. akt. MAZ/7131-7132/647/14 /E

Warszawa, dnia 30 grudnia 2014 r.

## DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 w związku z art. 11 ust. 1 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (tekst jedn.: Dz.U. z 2013 r. poz. 932 z późn. zm.) i art. 12 ust. 1 pkt 1 - 5, ust. 2, 3 i 4c pkt 3, art. 13 ust. 1, 3 i 4, art. 14 ust. 1 pkt 4 lit. c ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jedn.: Dz.U. z 2013 r. poz. 1409 z późn. zm.) oraz § 10 i 14 ust. 5 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. z 2012 r. poz. 1278), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym, Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa nadaje:

**Panu mgr inż. Arkadiuszowi Pawłowi Bukalskiemu**  
ur. dnia 29 stycznia 1984 roku w Szydłowcu

**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**  
**numer ewidencyjny MAZ/0542/PWOE/14**  
**do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń**  
**w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń**  
**elektrycznych i elektroenergetycznych**

**Niniejsze uprawnienia budowlane stanowią podstawę:**

- I. w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych do:
  - 1) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
  - 2) kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,
  - 3) kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzór i kontrolę techniczną wytwarzania tych elementów,
  - 4) wykonywania nadzoru inwestorskiego,
  - 5) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych,w odniesieniu do obiektu budowlanego takiego jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne, sieci trakcyjne metra, wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi zasilania, w tym kolejowej, trolejbusowej i tramwajowej sieci trakcyjnej, sieci trakcyjne metra oraz elektrycznego ogrzewania rozjazdów;
- II. w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych, do sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu.

**UZASADNIENIE:**

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

**POUCZENIE:**

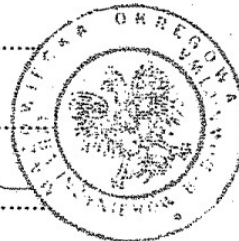
Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

**Skład Orzekający:**

dr hab. inż. Eugeniusz Koda, prof. nadzw. ....

mgr inż. Krzysztof Latoszek .....

mgr inż. Krzysztof Booss .....



**Otrzymują:**

1. Pan Arkadiusz Paweł Bukalski  
ul. Kartograficzna 53 m. 17  
03-290 Warszawa
2. Okręgowa Rada Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
4. a/a



### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAZ-K7K-5X1-15G \*

Pan ARKADIUSZ PAWEŁ BUKALSKI o numerze ewidencyjnym MAZ/IE/0126/15

adres zamieszkania [REDACTED]

jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2022-02-01 do 2023-01-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-02-02 10:17:52 roku przez:

Roman Lulis, Przewodniczący Rady Mazowieckiej 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](http://www.piib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.





Mazowiecka Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa  
Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna  
sygn. akt. MAZ/7131/386/17/18/E

Warszawa, dnia 28 czerwca 2018 r.

### DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (tekst jedn.: Dz.U. z 2016 r., poz. 1725) i art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, ust. 2, 3 i 4c pkt 1, art. 13 ust. 1 i 4, art. 14 ust. 1 pkt 4 lit. c ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jedn.: Dz.U. z 2017 r., poz. 1332) oraz § 10 i 14 ust. 5 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. poz. 1278), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

**Pan mgr inż. Daniel Dobrowolski**  
**ur. dnia 9 listopada 1976 roku w Opocznie**  
**otrzymuje**

**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**  
**numer ewidencyjny MAZ/0202/PBE/18**  
**do projektowania**  
**w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń**  
**elektrycznych i elektroenergetycznych**  
**bez ograniczeń**

### 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 Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Zgodnie z treścią art. 127a ustawy Kodeks postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2017 r. poz. 1257 t.j.):

§ 1. W trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję.

§ 2. Z dniem doręczenia organowi administracji publicznej oświadczenia o zrzeczeniu się praw do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna prawomocna.

W przypadku złożenia przez stronę oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do odwołania od decyzji (określonego w § 2) stronie nie przysługuje prawo do odwołania się ani skargi do sądu administracyjnego.

### Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

dr hab. inż. Eugeniusz Koda, prof. nadzw.

mgr inż. Irena Churska

mgr inż. Krzysztof Karol Booss



Uprawnienia budowlane nadane

**Panu mgr inż. Danielowi Dobrowolskiemu**  
ur. dnia 9 listopada 1976 roku w Opocznie

**numer ewidencyjny MAZ/0202/PBE/18**  
**do projektowania**  
**w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń**  
**elektrycznych i elektroenergetycznych**  
**bez ograniczeń**

upoważniają do:

- I. w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych do:
- 1) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
  - 2) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych, w odniesieniu do obiektu budowlanego takiego jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne, sieci trakcyjne metra, wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi zasilania, w tym kolejowej, trolejbusowej i tramwajowej sieci trakcyjnej, sieci trakcyjne metra oraz elektrycznego ogrzewania rozjazdów;
- II. w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych, do sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu.

**Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:**

dr hab. inż. Eugeniusz Koda, prof. nadzw. ....

mgr inż. Irena Churska .....

mgr inż. Krzysztof Karol Booss .....



Otrzymują:

1. Wnioskodawca
2. Okręgowa Rada Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
4. a/s

## **2. OPIS TECHNICZNY - CZĘŚĆ OGÓLNA**

### **2.1 Podstawa opracowania**

Projekt opracowano na podstawie:

- zlecenia Inwestora,
- wizji lokalnej,
- obowiązujących norm i przepisów prawnych

### **2.2 Zakres opracowania**

Niniejsze opracowanie obejmuje projekt techniczny montażu instalacji PV na dachu oraz remont pokrycia dachowego Gmachu Elektrotechniki Politechniki Warszawskiej, Plac Politechniki 1, 00-661 Warszawa”.

Zakres opracowania obejmuje:

- montaż instalacji fotowoltaicznej;
- rozbudowa instalacji odgromowej.

## **3. OPIS TECHNICZNY- CZĘŚĆ OPISOWA I OBLICZENIOWA**

### **3.1 Stan istniejący**

Przedmiotowy budynek jest to budynek sześciokondygnacyjny: przyziemie, parter, I i II, III, IV i V piętro. Budynek posiada rozdzielnicę elektryczną RG usytuowaną w pomieszczeniu 016, na poziomie przyziemia. Rozdzielnica posiada dwustronne zasilanie oraz układ SZR. Rozdzielnica zasilana jest z dwoma liniami kablowymi nN z gmachu fizyki. Układ pomiarowy w układzie pośrednim zabudowany z dwoma układami pomiarowymi. Budynek został wyposażony w instalację odgromową, sprawną technicznie.

### **3.2 Stan projektowany**

#### **3.2.1 Instalacja fotowoltaiczna**

Projektowana instalacja fotowoltaiczna zostanie umieszczona na konstrukcji wsporczej montowanej na dachu. Moc wytwórcza mikroinstalacji wynosić będzie łącznie 27,3 kWp. Produkowana energia będzie w całości wykorzystywana na potrzeby budynku.

Połączenie projektowanych inwerterów poprzez pogład przez aplikacje będzie zrealizowany dzięki podłączeniu przewodami F/UTP kat. 5e doprowadzony do najbliższej szafy RACK. W szafie należy rozszyć przewód na istniejących patchpanelach krosowych.

##### **3.2.1.1 Panele fotowoltaiczne**

Zaprojektowano układ jednego generatora fotowoltaicznego w następującej konfiguracji:

Instalacja PV (27,3 kWp)

- 4 łańcuchy z panelami PV o mocy 455Wp każdy;

Projektuje się montaż 60 modułów monokrystalicznych o mocy 455 kWp każdy. Panele należy zainstalować na konstrukcjach nośnych dedykowanych do montażu na dachach płaskich mocowanych do konstrukcji dachu w sposób klejony. Wymagane minimalne parametry techniczne projektowanych paneli:

parametr	wartość wymagana
typ modułu	monokrystaliczny
moc modułu	min.: 455 Wp
sprawność modułu	min.: 20,7 %
tolerancja mocy	min. +4,99/-0 Wp
Temperaturowy współczynnik mocy	od 0 do -0,44 %/°C
Maksymalne napięcie zasilania (Vmp)	42,13 V
Szyba frontowa	Min. 3,2mm, hartowana
Maksymalne obciążenie statyczne przewód	Min. 5400 Pa
Maksymalne obciążenie statyczne tył	Min. 2400 Pa
Gwarancja mocy po 25 latach	Min. 83%
Gwarancja produktowa	Min. 15 lat

Wykonawca zastosuje tylko jeden rodzaj paneli.

Powyższe parametry podane są dla standardowych warunków testowania STC, tj. dla nasłonecznienia równego 1000 W/m<sup>2</sup>, temperatury modułu 25°C oraz współczynnika masy powietrza AM wynoszącym 1,5.

Warunki NMOT (Nominal Operating Module Temperature): naświetlenie 800W/m<sup>2</sup>, temperatura otoczenia 20°C, prędkość wiatru 1m/s.

Wszystkie zamontowane panele muszą być identyczne, tego samego producenta i posiadać identyczne parametry.

Parametry paneli muszą być potwierdzone przez Wykonawcę aktualną kartą katalogową produktu.

### 3.2.1.2 Falownik

Na potrzeby mikroinstalacji zaprojektowano inwerter 3-fazowy beztransformatorowy o mocy znamionowej 25kW. Zadaniem inwertera jest przekształcenie napięcia stałego wytwarzanego przez panele słoneczne na napięcie przemienne trójfazowe wynoszące 400 V i o sieciowej częstotliwości 50 Hz.

Inwerter zlokalizować wewnątrz budynku, przy czym ostateczną lokalizację należy ustalić z Zamawiającym na etapie realizacji robót uwzględniając poniższe wytyczne:

- należy wystrzegać się lokalizowania bezpośrednio od strony południowej,
- należy przestrzegać wytycznych producenta dotyczących lokalizacji i sposobu montażu.

Panele do każdego falownika należy przyłączyć w następującej konfiguracji:

Inwerter	
MPP1	2 stringi 1x15 paneli
MPP2	2 stringi 1x15 paneli

Wymagane minimalne parametry techniczne projektowanego falownika:

parametr	wartość
moc znamionowa AC	25 kW
napięcie wyjściowe	3~NPE 420/230V
typ	beztransfatorowy
sprawność maksymalna	min. 97,0%
stopień ochrony puszk przyłączeniowej	min. IP65
Pobór energii w nocy	<2W
Współczynnik zawartości harmonicznych THD	< 3 %
Współczynnik mocy ( $\cos \varphi_{ac,r}$ )	0-0,8 ind. / poj.
Napięcie rozpoczęcia pracy ( $U_{dc\ start}$ )	200V
Zakres napięcia wejściowego ( $U_{dc\ min} - U_{dc\ max}$ )	200 - 1000 V

Dodatkowo falownik musi posiadać możliwość pomiaru wytworzonej energii elektrycznej.

### **Dobór falownika - obliczenia**

Do wykonywanych obliczeń założono następujący zakres temperatury pracy:

- temperaturę minimalną  $T_{min} = -25^{\circ}C$ ;
- temperaturę maksymalną  $T_{max} = 60^{\circ}C$ .

Na bazie przyjętych danych oraz parametrów technicznych modułu fotowoltaicznego wyznaczono napięcie układu otwartego i dla punktu pracy maksymalnej MPP w temperaturze minimalnej oraz maksymalnej:

$$\begin{aligned}
 U_{oc}(T_r = T_{min}) &= U_{oc} \cdot \left( 1 + (T_{min} - 25) \cdot \frac{\beta_T}{100} \right) = \\
 &= 42,13 \cdot \left( 1 + (-25 - 25) \cdot \frac{-0,28}{100} \right) = 43,26V
 \end{aligned}$$

Korzystając z wcześniej wyznaczonych wartości określono maksymalną i minimalną liczbę modułów fotowoltaicznych oraz sprawdzono warunki napięciowe dla temperatur w punkcie MPP:

$$n_{max} \leq \frac{U_{dc\ max}}{U_{oc}(T_{min})} = \frac{1\ 000}{43,26V} = 23,11 \equiv 23$$

$$n_{min} \geq \frac{U_{dc\ start}}{U_{oc}(T_{max})} = \frac{200}{43,26V} = 4,6 \equiv 5$$

$$n_{max} \cdot U_{MPP}(T_{min}) = 20 \cdot 43,26V = 865,2V \leq U_{dc\ max} = 1000V$$

Na bazie wcześniej wykonanych rachunków dobrano moduły fotowoltaiczne o mocy 455 Wp każdy. Na tej podstawie dokonano obliczeń sprawdzających warunku związanego z mocą falownika:

$$\frac{P_{GEN}}{P_{ac,r}} = < 0,8 \div 1,3 >$$

$$\frac{P_{GEN}}{P_{ac,n}} = \frac{n \cdot P_{MPP}}{P_{ac,n}} = \frac{60 \cdot 455}{25000} = 1,09 \in < 0,8 \div 1,4 >$$

**Falownik dobrano poprawnie.**

Ostatnią częścią bieżącego podpunktu jest określenie liczby łańcuchów. Zaprojektowany układ składa się z 4 łańcuchy przyłączonych do falownika. Wskazane jest, aby napięcie maksymalne punktu pracy MPP było mniejsze od napięcia  $U_{MPP\ max}$  inwertera. Warunek ten podlega weryfikacji poprzez następujące obliczenia:

$$U_{max} = n \cdot U_{MPP}(T_{min}) = 15 \cdot 43,26V = 648,9V \leq U_{MPP\ max} = 1000V$$

**Zaprojektowany układ spełnia powyższy warunek.**

### 3.2.1.3 Konstrukcja montażowa

Moduły fotowoltaiczne instalowane na dachu budynku powinny być zamontowane na metalowej konstrukcji wsporczej mocowanej do dachu, którą zaprojektowano w taki sposób, że przenosi ona obciążenia wynikające nie tylko z ciężaru własnego paneli, ale też te związane z warunkami atmosferycznymi, tzn. opadami, pokryciem śniegiem/warstwą lodu, obecnością wiatru o znacznej prędkości, itp. Projektuje się montaż paneli na systemowych konstrukcjach wsporczych w wykonaniu klejonym o kącie nachylenia  $15^\circ$ . Konstrukcje nośne muszą być wykonane z elementów stalowych zabezpieczonych antykorozyjnie. Konstrukcję wyposażyć w wiatrownicę montowaną od tyłu.

### 3.2.1.4 Obwody DC instalacji fotowoltaicznej

Zaprojektowane szeregowe połączenie modułów fotowoltaicznych wykorzystuje przewody przystosowane do pracy w warunkach zewnętrznych oraz połączenia z instalacjami fotowoltaicznymi. Wszystkie miejsca uszkodzeń pokrycia dachu należy właściwie zabezpieczyć przed wnikaniem wilgoci do wnętrza budynku. Przewody instalacyjne DC połączyć zgodnie z załączonym schematem elektrycznym.

### Dobór przewodu dla obwodu łączącego panele fotowoltaiczne z inwerterem

Wymagania stawiane przewodom ze względu na ich obciążalność długotrwałą  $I_z$  są następujące:

$$I_B = 11,45 \text{ A} \leq I_z$$

Ostatecznie przyjęto przewody solarne H1Z2Z2-K o przekroju 6mm<sup>2</sup>, dla których obciążalność prądowa wynosi:

$$I_z = 70 \text{ A} > 11,45 \text{ A}$$

Spadek napięcia dla przewodu zasilającego wynosi:

$$\Delta U_{\%} = \frac{15 \cdot P_{MPP,NOCT} \cdot l \cdot 100}{\gamma_{Cu} \cdot S \cdot (20 \cdot U_{MPP}(T_{max}))^2} = \frac{15 \cdot 455 \cdot 120 \cdot 100}{58 \cdot 6 \cdot (15 \cdot 43,26)^2} = 0,56\% < 1\%$$

**Warunek dopuszczalnego spadku napięcia jest spełniony.**

### 3.2.1.5 Obwody AC instalacji fotowoltaicznej

Instalację strony AC inwertera należy wykonać zgodnie ze schematami zawartymi w bieżącej dokumentacji. Przewody ułożyć w osłonach kablowych. W dalszej części zawarto obliczenia dotyczące doboru okablowania oraz zabezpieczenia dla nowo zaprojektowanego obwodu.

#### **Dobór zabezpieczenia oraz przewodu dla obwodu łączącego rozdzielnicę główną z inwerterem**

Prąd znamionowy inwerterów po stronie AC może maksymalnie wynieść: PV – 38 A. Zgodnie z zaleceniami producenta dobrano wyłączniki nadprądowy o charakterystyce odpowiednio C40A/3 10kA. Na tej podstawie wyznaczono obciążalność długotrwałą przewodu  $I_z$ :

$$I_{B1} = 38 \text{ A} \leq I_n = 40 \text{ A} \leq I_z$$

$$I_{z1} \geq \frac{k_2 \cdot I_n}{1,45} = \frac{1,45 \cdot 40}{1,45} = 40 \text{ A}$$

Ostatecznie dla PV przyjęto przewód YDY 5x10 mm<sup>2</sup>, dla którego obciążalność prądowa wynosi:

$$I_{z1} = 60 \text{ A} > 40 \text{ A}$$

#### **Sprawdzenie przewodu dla obwodu łączącego falownik z rozdzielnicą główną RG**

$$\Delta U_{1\%} = \frac{P_{ac} \cdot l \cdot 100}{\gamma_{Cu} \cdot S \cdot U_n^2} = \frac{25000 \cdot 8 \cdot 100}{58 \cdot 16 \cdot 400^2} = 0,13\% \leq 3\%$$

### 3.2.1.6 Rozliczeniowy licznik energii

Przyłączenie instalacji fotowoltaicznej do systemu elektroenergetycznego należy zgłosić do operatora zajmującego się dystrybucją energii. W przypadku

realizowanego projektu jest to STOEN OPERATOR SP. Z O.O., który to w miejsce obecnie zabudowanych układów pomiarowo-rozliczeniowych zamontuje dwukierunkowy licznik energii. Na etapie składania wniosku do OSD należy ustalić, w który licznik w układzie zasilania kompleksów budynków będzie podłączana instalacja fotowoltaiczna.

### **3.2.1.7 Rozprowadzenie i układanie nowych instalacji elektrycznych**

Przewody należy układać w sposób podtynkowy w ścianach i sufitach lub w przestrzeniach międzystropowych. Bruzdowania należy w miarę możliwości prowadzić poza godzinami pracy obiektu, a zanieczyszczenia usuwać na bieżąco.

Ciągi pionowe należy realizować za pomocą rurek elektroinstalacyjnych (peszli) prowadzonych w ścianach na klatce schodowej i przy przejściu przez stropy.

W pomieszczeniach technicznych dopuszcza się prowadzenie kabli i przewodów w rurkach elektroinstalacyjnych montowanych do ścian uchwytyami montażowymi.

W przypadku wystąpienia kolizji z instalacją wentylacji, klimatyzacji i wod.-kan., instalacje elektryczne należy prowadzić pod kanałami wentylacji i nad rurociągami z wodą, zachowując odpowiednie odległości.

Przy przejściach tranzytów kablowych przez ściany oddzielające strefy pożarowe należy stosować zaprawy uszczelniające o wytrzymałości ogniowej przegród oddzielających.

W przestrzeniach otwartych (na dachu) kable i przewody należy układać w korytkach i rurkach elektroinstalacyjnych odpornych na działanie promieniowania UV. Na korytarzu w piwnicy kable układać w korytkach kablowych.

Przejście przewodów przez dach budynku wykonać w systemowym przepuście wodoszczelnym (typu fajka) dedykowanym do pokrycia dachowego za pomocą papy.

### **3.2.1.8 Instalacja uziemień**

Panele fotowoltaiczne należy przyłączyć do lokalnej szyny wyrównawczej usytuowanej obok falownika. MSW dla instalacji PV należy połączyć z GSW w RG za pomocą przewodu LgYżo 25mm<sup>2</sup>. Rezystancja uziemienia powinna spełniać następujący warunek  $R_u \leq 10 \Omega$ . W przypadku braku dostatecznej rezystancji należy istniejący układ uziemienia doposażyć w uziom szpilkowy.

Koryta kablowe należy uziemić łącząc je za pomocą linek LgY 16 mm<sup>2</sup>. Kable, których izolacja nie jest odporna na promieniowanie UV, należy prowadzić w peszlach odpornych na działanie UV (poza korytami) i korytach metalowych ocynkowanych z pokrywami.

Linki LgY należy połączyć z korytami za pomocą dedykowanych końcówek oczkowych powlekanych w celu uniknięcia różnicy potencjałów na styku metali o różnych potencjałach elektrochemicznych.

### 3.2.1.9 Instalacja odgromowa

Sprawdzono wymogi III klasy LPS. Zastosowano metodę kąta ochronnego o kącie 63°.

Moduły fotowoltaiczne będą ułożone w konfiguracji południe pod kątem 15°. W związku z tym, dokonano obliczeń pod względem skrócenia ochrony od masztów, uwzględniając wystające elementy instalacji fotowoltaicznej. Wyniki obliczeń promienia podstawy stożka ochronnego dla masztu o określonej wysokości zaprezentowano w poniższej tabeli.

Kąt nachylenia paneli [°]	Szerokość paneli [mm]	Kąt LPS [°]	Wysokość masztu h [mm]	Promień okręgu r [mm]
15	ok. 1100	63	<b>3000</b>	<b>7470,5</b>

Połączenie z instalacją odgromową, należy wykonać za pomocą złączy. Jako zwody poziome należy stosować drut miedziany fi 8 układany na wspornikach betonowych z tworzywa klejony do papy. Iglicę zgodnie z rysunkiem nr E.01 należy wykonać z drutu aluminiowego min. 16mm. Dla niniejszego rozwiązania przyjęto odstęp izolacyjny s=55cm. W związku z powyższym należy w miejscu zbliżeń i skrzyżowań z instalacją odgromową paneli i konstrukcji na dachu stosować rury grubościennne o grubości min. 4mm i średnicy 12/20mm. Do łączenia drutu stosować złącza krzyżowe i przelotowe w układzie drut/drut. Złącza zabezpieczyć przed warunkami środowiskowymi grubą warstwą środka smarującego

#### UWAGA:

Nie przewiduje się wymiany istniejącej instalacji odgromowej zamontowanej na wspornikach naciągowych na nową. Dopuszcza się miejscowe „rozłączenie” istniejącego drutu odgromowego w miejscach montażu nowego poszycia dachu i ponowne odtworzenie instalacji..

### 3.2.1.10 Ochrona przeciwporażeniowa

Instalację ochrony od porażeń należy wykonać zgodnie z PN-HD 60364-4-41:2017.

Sieć odbiorcza w budynku pracuje w układzie TN-S z oddzielnym przewodem neutralnym N i ochronnym PE w całym systemie. Przewody neutralne N i ochronne PE mają być połączone tylko w rozdzielniczy głównej. Niedozwolone jest łączenie przewodu neutralnego N i ochronnego PE w jakimkolwiek innym miejscu instalacji.

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim – podstawowa jest realizowana przez zastosowanie izolowania części czynnych, to jest przez odpowiednio dobraną izolację przewodów i obudów aparatów i urządzeń elektrycznych. Uzupełnieniem ochrony



podstawowej jest zastosowanie wyłączników różnicowoprądowych o prądzie zadziałania 100mA.

W ochronie przed dotykiem pośrednim – w ochronie dodatkowej, zastosowano szybkie wyłączanie wraz z zastosowaniem połączeń wyrównawczych. Ochrona przez zastosowanie szybkiego wyłączania jest realizowana przez:

urządzenia ochronne przetężeniowe (wyłączniki z wyzwalaczami nadprądowymi i bezpieczniki z wkładkami topikowymi),

urządzenia ochronne różnicowoprądowe,

sieć połączeń wyrównawczych.

Ochrona dla rozdzielnic głównych – uziemienie.

Instalację przewodów wyrównawczych należy wykonać zgodnie z PN-HD 60364-5-54:2011.

#### **3.2.1.11 Ochrona przeciwprzepięciowa**

Zaprojektowana instalacja jest wyposażona w ograniczniki przepięć po stronie wejścia DC oraz wyjścia AC mające na celu chronić instalacje obiektowe w przypadku wystąpienia atmosferycznego udaru napięciowego i jego wniknięcia do obwodów wytwórczych układu fotowoltaicznego oraz przed przepięciami, które wynikają z czynności łączeniowych w sieci nN. Ochronę przeciwprzepięciową należy wykonać zgodnie ze schematami wchodzącymi w zakres niniejszego opracowania. Instalację wykonać zgodnie z normą: PN-EN 61643-31:2019 Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia. Część 31: Wymagania i metody badań dla SPD instalacji fotowoltaicznych. Dla strony AC i DC stosować ochronniki I i II stopnia.

#### **3.2.1.12 Ochrona przeciwpożarowa**

W przedmiotowym budynku zlokalizowany jest przycisk przeciwpożarowego wyłącznik prądu. Uruchomienie w/w wyłącznika powoduje wyłączenia spod napięcia całego zasilania budynku z wyjątkiem instalacji zasilonych z bloku pożarowego.

W sytuacjach wyłączenia awaryjnego przez służby energetyczne lub przez prowadzącego akcje gaśniczą, następuje odłączenie inwertera i wyłączenie generowanego napięcia AC.

W celu spełnienia wymogów art. 29 ust. 2 pkt 16 ustawy Prawo Budowlane (Dz. U. z 2021 r. poz. 2531) napięcie od strony DC zostanie wyłączone przed wprowadzeniem przewodów fotowoltaicznych do budynku poprzez zastosowanie wyłącznika ppoż zamontowanego na dachu budynku (na kominie). Wyłącznik wyposażony jest w cewkę zanikową. Połączenie z wyłącznikiem należy wykonać przewodem N2XH-J 3x1 prowadzonym wspólnie z pozostałymi przewodami pod tynkiem.

Urządzenia wchodzące w skład instalacji fotowoltaicznej powinny pochodzić od sprawdzonych producentów i posiadać deklaracje zgodności CE.

Ponadto w celu zapewnienia odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa przeciwpożarowego należy:

- używać odpowiednich certyfikowanych i sprawdzonych złączyk dostarczonych

przez producenta falownika

- nie używać (nie łączyć) szybkozłączek zgodnych z MC4 ze złączkami H4 (które podobnie wyglądają i umożliwiają techniczne połączenie) ale takie połączenie bardzo często prowadzi do przepalenia szybkozłączki z uwagi na różne średnice łączników, szczególnie przy połączeniu łańcuchów modułów do falownika i może prowadzić do pożaru,
- pracując ze złączkami należy używać wskazanych przez producenta narzędzi odpowiednich do prawidłowego ich montażu
- do złączek MC4 należy używać oryginalnych kluczy do zaciskania
- stosowanie materiałów wysokiej jakości, posiadających atesty i spełniających normy przewidziane dla tego typu urządzeń. W szczególności: przewody oraz złącza MC4, kanały i koryta kablowe, uziom i ochrona odgromowa oraz ochrona przepięciowa, falowniki i moduły PV
- stosowanie wyłączników różnicowoprądowych dla tras kablowych prowadzonych w bezpośrednim sąsiedztwie materiałów palnych np. drewniane przegrody.

#### **3.2.1.13 Uwagi**

Uwagi dotyczące projektu:

- po zakończeniu prac wykonać pomiary odbiorcze,
- ściany i sufity po pracach montażowych (zwłaszcza po bruzdowaniu) należy przywrócić do stanu pierwotnego.
- Wykonawcy i Podwykonawcy zobowiązani są do sprawdzenia projektu, w szczególności wymiarów przed przystąpieniem do prac budowlanych,
- Wykonawca zobowiązany jest rozpatrzyć niniejszą dokumentację całościowo. Wszelkie elementy nie ujęte na rysunkach a ujęte w opisie technicznym lub ujęte na rysunkach, a nie ujęte w opisie technicznym lub zestawieniu materiałów należy traktować tak, jakby były ujęte we wszystkich częściach dokumentacji projektowej,
- stosować wyroby i rozwiązania dopuszczone do stosowania w budownictwie,
- prace prowadzić zgodnie z odpowiednimi arkuszami PN/E, IEC oraz przepisami BHP.
- Instalację fotowoltaiczną wykonać zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712:2016 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.

#### **3.2.1.14 Zakres okresowej kontroli i konserwacji instalacji PV , zalecane czynności serwisowe.**

- kontrola wzrokowa konstrukcji wsporczej modułów fotowoltanicznych i falowników raz w roku
- szczegółowa diagnostyka falownika - co 5 lat

- czyszczenie radiatorów falownika - raz w roku
- sprawdzenie połączeń wtykowych i śrubowych DC/AC – po pierwszym roku a potem co 5 lat
- sprawdzenie urządzeń zabezpieczających - po pierwszym roku a potem co 5 lat
- sprawdzenie konstrukcji wsporczej zacisków modułów fotowoltanicznych - po pierwszym roku a potem co 5 lat
- sprawdzenie stopnia zabrudzenia modułów PV (w razie potrzeby wykonać czyszczenie) co kwartał
- pomiary kontrolne (w tym minimum: napięcie obwodu otwartego, prąd zwarcia, rezystancja izolacji, ochrona przeciwporażeniowa) – co 5 lat
- sprawdzenie monitoringu pracy instalacji – co kwartał.

#### **4. INFORMACJE DO OPRACOWANIA PLANU BIOZ**

Zakres prac dla zamierzenia budowlanego:

- przygotowawcze: oznaczenie i zagospodarowanie placu budowy,
- prace pomiarowe: wytyczenie obiektów,
- wykonanie izolacji wodochronnych,
- roboty instalacyjne,
- montaż urządzeń nN,
- wykonanie pomiarów kontrolnych i załączenia napięcia.

Wskazanie dotyczących przewidywanych zagrożeń występujących podczas realizacji robót budowlanych, określających skalę i rodzaj zagrożeń oraz miejsce i czas wystąpienia:

- zagrożenie przy pracach wysokościowych,
- zagrożenie porażeniem prądem elektrycznym przy odłączaniu i załączaniu napięcia,
- zagrożenie przy rozwijaniu kabla z bębna.

Wskazanie sposoby prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych:

##### Podstawowe zasady bezpieczeństwa pracy przy urządzeniach elektrycznych

Pracownicy wykonujący prace przy urządzeniach elektroenergetycznych zobowiązani są do posiadania odpowiednich świadectw kwalifikacyjnych i powinni być przeszkoleni w zakresie ratowania osób porażonych prądem elektrycznym. Prace przy urządzeniach elektrycznych należy wykonywać po wyłączeniu spod napięcia, zgodnie z zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach elektroenergetycznych.

##### Podstawowe zasady bezpieczeństwa przy pracach na wysokościach

Prace na wysokości mogą być wykonywane tylko przy zastosowaniu odpowiednich urządzeń (rusztowań, pomostów, podnośników) lub innych właściwych dla tego rodzaju prac ochron, zabezpieczeń oraz drabin przystawnych i rozstawnych,

słupolazów i szelek bezpieczeństwa. Zabrania się wykonywania prac na wysokościach na otwartej przestrzeni w czasie silnych wiatrów, ulewnych deszczów, oblodzeni oraz w nocy. Pracownicy pracujący na wysokościach oraz pracownicy z nimi współpracujący znajdujący się na niższych poziomach mają obowiązek używania hełmów ochronnych. Przy organizowaniu pracy na wysokościach należy zwrócić szczególną uwagę na to, aby stanowiska nie znajdowały się w bezpośredniej bliskości urządzeń znajdujących się pod napięciem. Zabrania się stania i przechodzenia pod miejscem pracy monterów na rusztowaniach lub drabinach. Nie wolno też przebywać pod unoszonymi przedmiotami. W czasie wykonywania prac na wysokościach jeden z pracowników powinien znajdować się na ziemi wyposażony w sprzęt i środki umożliwiające udzielenia pierwszej pomocy.

Uwagi końcowe:

- używać materiały dopuszczone do stosowania w budownictwie,
- instalację wewnętrzną wykonać zgodnie z projektem, normą wieloarkusową PN-HD 60364 i „Rozporządzeniem ministra infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” oraz obowiązującymi przepisami.

Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniających bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwia szybką ewakuację w przypadku pożaru, awarii lub innych zagrożeń. Drogi dojazdowe powinny być przejezdne, zabrania się składowania na nich materiałów budowlanych, gromadzenie sprzętu, itp. Na placu budowy w widocznym miejscu powinien znajdować się sprzęt przeciwpożarowy. Ponadto należy umieścić we wszystkich widocznych miejscach tablice ostrzegawczo-informacyjne.

## 5. ZESTAWIENIE RYSUNKÓW

### Spis rysunków

Lp.	Symbol rysunku	Zawartość rysunku
1.	E.01	Plan instalacji fotowoltaicznej - rzut dachu
2.	E.02	Plan instalacji fotowoltaicznej - rzut piętra +5
3.	E.03	Plan instalacji fotowoltaicznej - rzut przyziemia
4.	E.04	Schemat instalacji fotowoltaicznej