

# CZĘŚĆ ELEKTRYCZNA

## OPIS TECHNICZNY

### 1. Przedmiot, podstawa opracowania i wymogi formalne

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy instalacji elektrycznych dla kompleksowej termomodernizacji przyszkolnej sali widowiskowo - sportowej oraz modernizacji kotłowni w budynku Zespołu Szkół w Kleszczewie.

Zakres opracowania obejmuje:

instalacja oświetleniowa – wymiana opraw  
instalacja oświetlenia awaryjnego  
instalacja zasilania urządzeń wentylacji  
instalacja zasilania urządzeń w kotłowni  
instalacja paneli fotowoltaicznych i systemu PV  
instalacja odgromowa

Podstawę opracowania stanowią:

obowiązujące normy i przepisy  
wytyczne użytkownika  
zlecenie inwestora  
wytyczne branżowe  
wytyczne technologiczne urządzeń

### 2. Wymogi formalne.

Wykonanie instalacji elektrycznych winno być zlecone przedsiębiorstwu mającemu właściwe doświadczenie w realizacji tego typu robót i gwarantującemu właściwą jakość wykonania. Pracownicy powinni posiadać zaświadczenia kwalifikacyjne, licencje i certyfikaty przewidziane obowiązującymi przepisami. Wykonawca musi posiadać zaplecze techniczne w ilości i jakości gwarantującej dyspozycyjność i terminowość robót. Wykonawca bezwzględnie musi posiadać możliwość wykonywania prac stosownie do zaawansowania innych branż. W zakresie obowiązków wykonawcy leży wykonanie prac zanikowych wg zaawansowania innych branż. Wszyscy pracownicy powinni posiadać kwalifikacje odpowiednie do wykonywanej pracy, przejść szkolenie BHP oraz posiadać odpowiedni stan zdrowia. Szkolenie BHP i odpowiedni stan zdrowia musi być potwierdzony zaświadczeniami określonymi w odrębnych przepisach.

W dokumentacji przyjęto dostarczenie mediów do urządzeń typowych lub planowanych w wyposażeniu. Po stronie wykonawcy i kierownika robót leży sprawdzenie czy urządzenia dostarczone na budowę w trakcie realizacji nie posiadają odmiennych od założonych wymagań. Wykonawca w trakcie realizacji prac ustali ostateczne typy i ostateczną lokalizację urządzeń technicznych do których doprowadza zasilanie i sterowanie. Wykonawca musi uwzględnić możliwość wykonywania zadania w uzgodnionych godzinach pracy obiektu. Wykonawca musi uwzględnić zapewnienie dostaw energii dla czynnej części obiektu w czasie prac przełączeniowych i rozbudowy tablic elektrycznych. Wykonawca musi uwzględnić przywrócenie stanu pierwotnego na trasach linii kablowych elektrycznych przebiegających przez istniejące obszary. Uzgodnienie wyłączeń i innych uzgodnień z użytkownikiem i w razie konieczności z Zakładem Energetycznym wraz z kosztami leży po stronie wykonawcy

Wykonawstwo instalacji elektrycznych zgodnie z wymaganiami norm, przepisów i dobrą praktyką budowlaną.

Przed przystąpieniem do robót wykonawcy oraz nadzór techniczny winni się dokładnie zaznajomić z całością dokumentacji technicznej, oraz z projektem organizacji robót, wykonanym przez Inżyniera robót. Wszelkie ewentualne niejasności w sprawach technicznych należy wyjaśnić z autorem opracowania przed przystąpieniem do robót.

Jakiegokolwiek zmiany w dokumentacji technicznej mogą być dokonywane w trakcie wykonawstwa tylko po uzyskaniu akceptacji Inżyniera budowy, a w przypadku zmian dotyczących zasadniczych elementów lub rozwiązań projektowych tylko po uzyskaniu akceptacji projektanta zgodnie z przepisami o prawach autorskich i pokrewnych. Wykonawca musi współpracować z wykonawcami innych branż, a w szczególności dowiadywać się i powiadamiać ich o konieczności wykonania prac wynikających z postępu robót. Wykonawca (przedstawiciel wykonawcy) zobowiązany jest do brania udziału w naradach zwoływanych przez inżyniera kontraktu, kierownika budowy, inwestora lub inwestora zastępczego.

Zastosowane w projekcie określenie przedmiotu zamówienia poprzez wskazanie konkretnego typu ma na celu precyzyjne określenie przedmiotu projektu, ustalenie gabarytów tablic, rozdzielni, zagospodarowania

pomieszczeń, określenia obciążeń stropów, funkcji, zadań i możliwości poszczególnych systemów, określenia standardu tych urządzeń dla oszacowania kosztów inwestycji a także określenia walorów estetycznych i wyglądu zewnętrznego jako elementu lub tworzywa architektonicznego. Wszystkie elementy stanowiące wyposażenie wnętrz stanowią twórcę architektoniczny i jako taki objęte są prawami autorskimi i pokrewnymi. Wykonawca nie może samodzielnie dokonywać zmiany proponowanych urządzeń i sprzętu bez konsultacji z projektantem. Proponowane urządzenia i materiały zamiennie muszą spełniać wymagania co do projektowanych rozwiązań technicznych i estetycznych z zachowaniem praw autorskich i pokrewnych. Proponowane zamienniki należy konsultować z autorem projektu. Celem zadania jest osiągnięcie wykonania, dostaw, podłączenia i działania wszystkich elementów zgodnie z celem inwestycji. Wykonawca musi zapewnić końcowy założony efekt prac. Błędy lub braki w dokumentacji nie zwalniają wykonawcy z zadania osiągnięcia ostatecznego celu określonego zadaniem. Wszystkie instalacje i urządzenia muszą być zamontowane, działać, łączyć się ze sobą, personel musi być przeszkolony. Wykonawca zobowiązany jest do upewnienia się czy przyjęte rozwiązania co do ilości i typów są akceptowane przez inwestora. Wcześniejsze zamówienie materiałów przez wykonawcę nie ma skutków finansowych dla zamawiającego. Materiały stosowane do realizacji zadania podano w projekcie technicznym. Wszystkie przewody elektryczne na 750 V. Osprzęt elektryczny na 16A. Wszystkie oprawy skompensowane, typy wg dokumentacji. Osprzęt modułowy i rozdzielnice wg dokumentacji. Montaż wyposażenia wg zaleceń producentów. Materiały pomocnicze odpowiednie do jakości materiałów podstawowych. Zabezpieczenia p.poż. wg typów w dokumentacji i wg czasu wymaganej ochrony na przejściach stref. Wszystkie przejścia przez strefy P.POZ muszą być zabezpieczone do czasu przegrody.

### 3. Opis ogólny.

#### 3.1. Zasilanie obiektu i rozdzielnia główna

Zasilanie obiektu pozostaje bez zmian. Należy rozbudować RG o nowe odbiory. Z części rozbudowanej należy zasilic przewodami YnKY agregat chłodniczy, pompy ciepła. Należy włączyć na RG zasilanie z TE PV.

#### 3.2. Bilans mocy

<b>Agregat chłodniczy</b>	<b>22 kW</b>
<b>oświetlenie</b>	<b>- 10 kW</b>
<b>Latem zwiększenie mocy o ok.</b>	<b>12 kW</b>
<b>Instalacja fotowoltaiczna max 19,5 kW</b>	
<b>Szacowane zwiększenie mocy ok</b>	<b>2 – 5 kW</b>

Zasilanie w oparciu o istniejące warunki zasilania.

#### 3.2.1 Obliczenia

##### 3.2.1.1. Przekrój i zabezpieczenia

Agregat chłodniczy Przyjmujemy moc 22 kW

Prąd maksymalny  $I_z$

$$I_z = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi} = \frac{22\,000}{1,73 \times 400 \times 0,85} = 37,5 \text{ A}$$

$I_{\max}$  wg karty katalogowej 53 A

zastosowano przewód YnKY 5 x 25 mm<sup>2</sup>

$$I_c = 106 \times 0,8 = 84,8 \text{ A}$$

Należy na tablicy RG zainstalować bezpiecznik 63 A

$$I_z < I_b < I_c$$

$$53 < 63 < 84,8$$

$$I_2 \leq 1,45 I_c$$

Gdzie  $I_2$  – prąd zadziałania zabezpieczenia

$$108 \leq 1,45 \times 84,8 \leq 122,96$$

warunek spełniony

### 3.2.1.2. Spadki napięcia

Winda

$$\Delta U = \frac{P \times l}{k \times s}$$

$$k=83$$

$$l_{\max} = 50 \text{ m.}$$

$$P = 22 \text{ kW}$$

$$S = 25$$

$$\Delta U = \frac{22 \times 50}{83 \times 25} = \frac{1100}{2075} = 0,53 \%$$

### 3.3. Instalacja oświetleniowa – wymiana opraw

#### 3.3.1. Stan istniejący

Obecnie do oświetlenia pomieszczeń wykorzystywane są następujące typy lamp

- ✓ Sala widowiskowo – sportowa oprawy rtęciowe 400 W
- ✓ Widownia – jarzeniowe 2 x 40 W – 100 W
- ✓ Magazyn, siłownia, hol – jarzeniowe 2 x 40 W – 100 W
- ✓ WC – żarowe 60 W

#### 3.3. .2. Stan projektowany

Projektuje się wymianę istniejących opraw w sali widowiskowej i przyległych pomieszczeniach na nowoczesne oprawy energooszczędne typu LED.

Dla kompletności wystroju i celów obliczeniowych przyjęto oprawy typu Luxiona. Oprawy rozmieścić wg rysunku. Stare oprawy zdemontować. Niewykorzystane fragmenty obwodów elektrycznych zdemontować lub zabezpieczyć TFPremiumYnDY 3 x 1,5 mm<sup>2</sup>. Po stronie wykonawcy leży utylizacja starych opraw. Po stronie wykonawcy leżą prace uzupełniające jak naprawa ścian tynków itp.

Projektuje się wymianę opraw parkowych sodowych na oprawy parkowe LED

### 3.4. Instalacja oświetlenia awaryjnego

Projektuje się oświetlenie awaryjne umożliwiające ewakuację z pomieszczeń w razie braku zasilania podstawowego w obrębie sali i uzupełnienie holu na parterze.. Zastosowano lampy awaryjne kierunkowe z modułami autonomicznymi 2 h oraz lampy awaryjne z modułami autonomicznymi.2 h z nadzorem sieciowym. Instalacja oświetleniowa do lamp zostanie wykonana przewodem TFPremiumYnDY 3 x 1,5 mm<sup>2</sup>. Lampy kierunkowe z możliwością testowania bez wyłączania zasilania. Oprawy awaryjne i awaryjno użytkowe wyposażone w moduł współpracujący z centralką RUBIC TP umożliwiający zdalne testowanie układu i lampy. Należy ułożyć przewodowanie LiHCH 1 x 2 x 0,8 od lamp do centrali od lampy do lampy max 250 opraw na linii.

### 3.5. Instalacja siłowa

Instalacja siłowa zasila urządzenia technologiczne, centrale wentylacyjne, agregaty chłodnicze. Instalację wykonać przewodami p/t i n/t, Przekroje wg oznaczeń na rysunkach. Należy ułożyć przewody sterownicze pomiędzy centralami wentylacyjnymi a tablicami zasilającymi wentylacji.. Do wykonawcy instalacji elektrycznej należy podłączenie wszystkich odbiorników elektrycznych.

### 3.6. Instalacja paneli fotowoltaicznych

Projektuje się system fotowoltaiczny na potrzeby własne o mocy 19,5 kW. Panele rozmieszczone zostaną na dachu budynku szkoły. Szafa sterująca TE PV umieszczona zostanie w pomieszczeniu przy RG. Inwestycja nie wpływa niekorzystnie na środowisko naturalne, bezpieczeństwo ludzi i ich mienie. Wykonawstwo nie stwarza uciążliwości dla działek sąsiednich. Panele zostaną umieszczone na dachu wykonanym z płyt korytkowych pokrytych papą. Konstrukcja samonośna IROC południe 10 stopni. Panele skierowane ok. 35 stopni od południa na wschód. Dach ma pochylenie ok. 3 %. Projektowane pochylenie paneli w osi płd - wsch. ok. 7 - 13 %. Inwestycja jest działaniem proekologicznym. Po stronie wykonawcy leży zgłoszenie wykonanej mikroinstalacji do Zakładu Energetycznego.

Zakres prac

Zakres prac obejmuje

- Dostawa i montaż konstrukcji nośnej samonośnej
- Dostawa i montaż paneli o mocy 19,47 kW
- Okablowanie i zabezpieczenie obwodów prądu stałego
- Montaż i dostawa trójfazowego falownika sieciowego
- Okablowanie i zabezpieczenie obwodów prądu przemiennego
- Dostawa i montaż układów limitowania i monitorowania

Dobór i konfiguracja systemu

Moduły fotowoltaiczne

- Moc znamionowa jednego modułu 295 Wp (STC)
- Ilość modułów - 66
- Ilość modułów w sekcji 2 x 17, 2 x 16
- Ilość sekcji 2
- Napięcie znamionowe sekcji 519,7 – 647,5 VDC
- Maksymalne napięcie sekcji 864,8 VDC (  $U_{oc}$  przy  $_{25}^{\circ}C$  / 1000W/m<sup>2</sup>)
- Moc znamionowa sekcji 2 x 10 kWp
- Moc znamionowa systemu 20 kW
- Kąt nachylenia 7 – 13 st ( kąt nachylania dachu + 10 st)
- Certyfikaty zgodne z **IEC 61215, IEC 61730-1, IEC 61730-2.**
- 10 lat gwarancji na produkt.
- 25 lat gwarancji na liniowy spadek mocy.

Parametr elektryczne:	Wartość	Jednostka	Dopuszczalne odchylenie
Moc maksymalna szczytowa w warunkach STC $P_{max}$	295	(Wp)	+ brak ograniczeń
Tolerancja mocy wyjściowej $P_{max}$	-0W / +5,0W	%	+ brak ograniczeń
Napięcie przy mocy maksymalnej $V_{MPP}$	32,3	(V)	+ brak ograniczeń
Prąd przy mocy maksymalnej $I_{MPP}$	9,14	(A)	+ brak ograniczeń
Napięcie jałowe (otwarty obwód) $V_{oc}$	39	(V)	+ brak ograniczeń

Prąd zwarcia $I_{sc}$	9,65	(A)	+ brak ograniczeń
Sprawność modułu $\eta_m$	17,7	(%)	+ brak ograniczeń
Maksymalne napięcie systemu $V_{max}$	1000	(V)	niedopuszczalny
<b>Współczynniki temperaturowe:</b>	-	-	-
Współczynnik temperaturowy przy $P_{max}$ $\gamma$	- 0,41	%/°K	+ brak ograniczeń
Współczynnik temperaturowy przy $V_{oc}$ $\beta$	- 0,31	%/°K	+ brak ograniczeń
Współczynnik temperaturowy przy $I_{sc}$ $\gamma$	+ 0,05	%/°K	- brak ograniczeń

#### Falownik solarny

- Moc znamionowa falownika 20 kW
- Napięcie MPPT 420 – 800 VDC
- Liczba układów MPPT 2
- Napięcie znamionowe po stronie AC 3 fazowa 230/400V w układzie TN-S
- Częstotliwość znamionowa po stronie AC 50 Hz (45-65Hz)
- Miejsce montażu – wewnątrz budynku obok rozdzielni głównej

#### Monitoring – np. system Pliszka

- Monitoring online
- Zarządzanie instalacją
- Monitoring OZE
- Sterowanie
- Optymalizacja zużycia prądu, optymalizator
- Limiter – zarządzanie mocą instalacji elektrycznej
- Pomiar energii
- Zgodność z dyrektywą 2016/631, normą EN-50549-1:2019, EN 50549-2:2019

#### Układ jako komplet składa się z

- Moduły fotowoltaiczne 295 Wp – 66 szt
- Falownik solarny 20 kW z zabezpieczeniami
- manualny rozłącznik DC
- układ monitorowania sieci zewnętrznej – odłączenie od sieci zewnętrznej
- reakcja układu po zaniku napięcia na jednej fazie
- wyłączenie pożarowe
- zabezpieczenie podnapięciowe  $U_n < 207$  V
- zabezpieczenie nadnapięciowe  $U_n > 253$  V
- zabezpieczenie nadczęstotliwościowe  $f_n < 47,5$  Hz
- zabezpieczenie podczęstotliwościowe  $f_n > 51,5$  Hz
- czas zadziałania w przypadku wystąpienia zakłóceń w sieci  $t_a < 0,2$  s
- czas powtórnej synchronizacji z siecią  $t_p > 60$  s
- wyłącznik nadprądowy 2 x 3 x 32 A C
- wyłącznik różnicowo prądowy po stronie 2 x AC 4/40 / 100 mA
- Konstrukcja fabryczna systemowa z obciążnikami betonowymi samonośna
- Okablowanie przewodem solarnym Helukabel Solarflex-x PV1F 1 x 6 mm<sup>2</sup> odpornym na

#### promieniowanie UV z końcówkami MC4

- Limiter
- Instalacja ekwipotencjalna
- Układ połączeń AC i DC
- Ochrona przepięciowa, przeciwzwarceniowa, przetężeniowa

Na dachu wykonana zostanie instalacja odgromowa iglicami z przewieszkami nad każdą sekcją

Panele montowane będą na konstrukcji fabrycznej samonośnej. Okablowanie z dachu sprowadzone zostanie do szafki umieszczonej obok rozdzielni RG. W szafce znajdować się będzie

- falownik,
- regulator , optymalizator, router internetowy
- wyłącznik nadprądowy,
- wyłącznik różnicowo prądowy
- wejścia DC na każdy tor MPPT
- ochrona przepięciowa po stronie DC 2 x PU II 2 +1 1000V/40kA

- ochrona przepięciowa po stronie AC

Z szafki wyprowadzamy zasilanie do RG. Włączamy się na szyny za licznikiem po stronie odbiorcy. W bezpośrednim sąsiedztwie falownika umieścić tabliczkę ostrzegawczą „URZĄDZENIA POD NAPIĘCIEM NAWET PO ODŁĄCZENIU FALOWNIKA PV”

### 3.6.1 Obliczenia

#### Fotowoltaika

Okablowanie w części prądu stałego:

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy rozdzielnicą „RDC – dach” a falownikiem) zaprojektowano z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju  $6 \text{ mm}^2$ , napięciu pracy  $1000 \text{ V}$  dedykowanych dla aplikacji fotowoltaicznych, w izolacji odpornej na promieniowanie UV. Zakładamy spadek napięcia na przewodach DC poniżej  $1\%$ .

Dobór minimalnej średnicy przewodu po stronie DC

$$S_{DC} = \frac{I \times 2 \times l}{U_{DC} \times \gamma \times \Delta U\%} = \frac{8,65 \times 2 \times 50}{(32,3 \times 16) \times 54 \times 0,01} = 3,1 \text{ mm}^2$$

Dobrano przewód DC o przekroju  $6 \text{ mm}^2$

Połączenia między panelami fotowoltaicznymi wykonać za pomocą przewodów będących na wyposażeniu modułu fotowoltaicznego, połączenie pomiędzy modułami a tablicą wykonać przewodami o przekroju  $6 \text{ mm}^2$ .

Dobór falownika  $20 \text{ kW}$ ;  $3\text{f}$ ;  $400 \text{ V}$ :

$$0,9 \times P_{\text{inverter}} < P_{\text{MPP max}} < 1,18 \times P_{\text{inverter}}$$

$$0,9 \times 20 < 295 \times 66 < 1,18 \times 20$$

$$18 < 20,06 < 23,6$$

warunek spełniony

Zmiana napięcia na  $1^\circ \text{C}$ :

$$\text{zmiana napięcia na } 1^\circ \text{C} - \Delta U \left[ \frac{\text{V}}{^\circ \text{C}} \right]$$

$$\Delta U = \beta \times U_{oc} = -0,0031 \times 38,2 \text{ V} = -0,1184 \left[ \frac{\text{V}}{^\circ \text{C}} \right]$$

Zmiana prądu na  $1^\circ \text{C}$ :

$$\text{zmiana prądu na } 1^\circ \text{C} \Delta I \left[ \frac{\text{A}}{^\circ \text{C}} \right]$$

$$\Delta I = \alpha \times I_{sc} = 0,0005 \times 9,00 \text{ A} = 0,0045 \left[ \frac{\text{A}}{^\circ \text{C}} \right]$$

Napięcie i prąd w skrajnych temperaturach pracy modułu:

Napięcie obwodu otwartego w ekstremalnie niskich temperaturach ( $-25^\circ \text{C}$ )  $U_{OC-25}$

$$U_{OC-25} = U_{oc} + (\Delta U \times \Delta T_{od-25 \text{ do } +25}) = 38,2 + \left[ -0,1184 \left[ \frac{\text{V}}{^\circ \text{C}} \right] \times (-50^\circ \text{C}) \right] = 38,2 + 5,925 = 44,13 \text{ V}$$

Napięcie w punkcie mocy maksymalnej w ekstremalnie niskich temperaturach ( $-25^\circ \text{C}$ )  $U_{MPP-25}$

$$U_{MPP-25} = U_{MPP} + (\Delta U * \Delta T_{od-25 do+25}) = 31,1 + \left[ -0,1184 \left[ \frac{V}{C^{\circ}} \right] * (-50C^{\circ}) \right] = 31,1 + 5,925 = 37,03[V]$$

Napięcie w punkcie mocy maksymalnej w ekstremalnie wysokich temperaturach (+70C°)  $U_{MPP+70}$

$$U_{MPP+70} = U_{MPP} + (\Delta U * \Delta T_{od+25 do+70}) = 31,1 + \left[ -0,1184 \left[ \frac{V}{C^{\circ}} \right] * (45C^{\circ}) \right] = 31,1 - 4,74 = 26,36[V]$$

Maksymalny możliwy prąd zwarcia  $I_{SC max}$

$$I_{SC max} = I_{SC} * 1,15 = 9,00 * 1,15 = 10,35[A]$$

Maksymalna liczba modułów w łańcuchu (połączonych szeregowo)

$U_{max}$  - maksymalne dopuszczalne napięcie wejścia falownika

$U_{MPP min}$  - dolny zakres pracy MPPT falownika

$U_{MPP max}$  - górny zakres pracy MPPT falownika

$U_{OC-25}$  - napięcie obwodu otwartego modułu fotowoltaicznego w temperaturze -25°C.

$U_{MPP-15}$  - napięcie w punkcie mocy maksymalnej modułu fotowoltaicznego w temperaturze -15°C

$U_{MPP+70}$  - napięcie w punkcie mocy maksymalnej modułu fotowoltaicznego w temperaturze +70°C

$I_{SC max}$  - maksymalne możliwe natężenie prądu zwarcia

$I_{f max}$  - maksymalny prąd dla jednego MPPT falownika

Maksymalna liczba modułów łączonych szeregowo

$$maks. liczba modułów łączonych szeregowo = \frac{U_{max}}{U_{OC-25}} = \frac{1000}{44,13} = 22,7$$

$$maks. liczba modułów łączonych szeregowo = \frac{U_{MPP max}}{U_{MPP-25}} = \frac{800}{37,03} = 21,6$$

Zaprojektowano maksymalną liczbę 17 modułów

Warunek spełniony.

### 3.7. Instalacja odgromowa

Panele fotowoltaiczne i urządzenia na dachu chronić iglicami izolowanymi z przewieszkami wg rysunku. Wykonać pomiary instalacji. Obliczeniowa klasa ochronności – klasa III. Urządzenia chłodnicze i pompy ciepła na dachu chronić iglicami z przewieszkami. Na dachu termomodernizowanym wykonać instalację odgromową wg rysunku.

### 3.8. Ochrona pożarowa.

Ochrona przeciwpożarowa zostanie zapewniona przez natychmiastowe wyłączenie zasilania. Zadziałanie przeciwpożarowego przycisku wyłącznika głównego prądu spowoduje odłączenie spod napięcia również falowniki instalacji fotowoltaicznych mogących generować energię. Ponadto przy braku napięcia zasilanie (również przy użyciu głównego PWP obiektu) nie mają prawa generować mocy w sieć odbiorczą.

### 3.9. Część konstrukcyjna w zakresie umieszczenia elementów fotowoltaicznych na dachu budynku

#### 1. Przedmiot i zakres opracowania

Opracowanie dotyczy możliwości konstrukcyjnych umieszczenia elementów fotowoltaicznych na dachu budynku Szkoły Podstawowej w Kleszczewie.

#### 2. Opis przedmiotu opracowania

Wg dostępnego projektu budynku Szkoły, budynek przekryty jest stropodachem wentylowanym z płyt korytkowych opartych na ściankach ażurowych, ustawionych na płytach kanałowych.

Płyty korytkowe zamknięte o wymiarach 300x60cm pokryte trzema warstwami papy.

Dopuszczalne obciążenie charakterystyczne poza ciężarem własnym dla płyt korytkowych wynosi 1,8kN/m<sup>2</sup>.

Zebranie obciążeń dla połąci dachowej:

Połąc dachowa  $\alpha 3^{\circ}$

- Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$S_k = q_k * C = 0,9kN/m^2 * 0,8 = 0,72kN/m^2$$

- Obciążenie charakterystyczne wiatrem – ssanie – pominięte
- Obciążenie charakterystyczne pokrycia papą –  $0,12\text{kN/m}^2$
- Obciążenie panelami fotowoltaicznymi:

Konstrukcja samonośna

Panel  $1,7\text{m} \times 1\text{m}$  o nachyleniu  $15^\circ$  - waga  $20\text{kg}$

Panel  $1,7\text{m}^2 - 20\text{kg} = 11,84\text{kg/m}^2 = 0,118\text{kN/m}^2$

Konstrukcja samonośna  $0,13\text{kN/m}^2$

Łączne obciążenie charakterystyczne dla najbardziej obciążonego fragmentu dachu:

$0,72\text{kN/m}^2 + 0,12\text{kN/m}^2 + 0,118\text{kN/m}^2 + 0,13\text{kN/m}^2 = 1,088\text{kN/m}^2$

Obciążenie charakterystyczne dachu z panelami fotowoltaicznymi  $1,088\text{kN/m}^2 < \text{dopuszczalnego obciążenia charakterystycznego } 1,8\text{kN/m}^2$

#### 4. Środki ochronne od porażień prądem elektrycznym

Jako środek ochrony przed dotykiem pośrednim poza pomieszczeniami grupy 2 zastosowano samoczynne szybkie wyłączenie zasilania. Zastosowano wyłączniki instalacyjne, które powinny samoczynnie wyłączyć zasilanie chronionego przed dotykiem pośrednim obwodu lub

urządzenia w taki sposób, aby w następstwie zwarcie między częścią czynną i częścią przewodzącą dostępną lub przewodem ochronnym tego obwodu albo urządzenia, spodziewane napięcie dotykowe przekraczające  $50\text{V}$  wartości skutecznej prądu przemiennego powinno być odłączone tak szybko, żeby nie wystąpiły ( przy jednoczesnym dotyku części przewodzących), niebezpieczne skutki patofizjologiczne dla człowieka.

Dla układu TN /TN-C-S, TN-S, TNC/ wszystkie części przewodzące dostępne instalacji powinny być przyłączone do uziemionego punktu zasilania za pomocą przewodów ochronnych. Uziemionym punktem układu zasilania powinien być punkt neutralny. \_ . Punkt neutralny na tablicy RG, należy połączyć z otokiem budynku.

Po wykonaniu instalacji należy wykonać pomiary impedancji pętli zwarciorowej, izolacji przewodów, czasu wyłączania , prądu wyłączania i sprawdzić czy zapewnione będzie samoczynne wyłączanie zasilania. Protokoły z obliczeniami dołączyć do odbioru.

#### 5. Ochrona przepięciowa

Na RG zastosować ochronę przepięciową II stopnia.

Całość wykonać zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami.

opracował:

Przemysław Walter  
upr 731/32/112/PW/02

projektował:

mgr inż. Wojciech. Podwójski  
upr. 385/73/Pm, 285/76/Pw

sprawdził:

mgr inż. Krzysztof Markiewicz  
upr WKP/0172/POOE/10

Opracowanie części konstrukcyjnej :

inż. Renata Owczarz