



PROJEKT WYKONAWCZY BRANŻA ELEKTRYCZNA

**Temat
opracowania**

**ROZBUDOWA I ZMIANA SPOSOBU UŻYTKOWANIA CZĘŚCI
ISTNIEJĄCEGO BUDYNKU SANITARNO-TECHNICZNEGO NA
ŚWIETLICĘ ŚRODOWISKOWĄ- INSTALACJE ELEKTRYCZNE
PROJEKT WYKONAWCZY**

Inwestor

**MIASTO SIEMIATYCZE
ul. PAŁACOWA 2
17-300 SIEMIATYCZE**

**Adres
inwestycji**

SIEMIATYCZE ul. Grodzieńska Dz. nr geodez. 4369/10

Projektant

inż. Tomasz Słowikowski
uprawnienia budowlane nr 2305/Lb/93 w specjalności instalacyjno-
inżynieryjnej w zakresie sieci i instalacji elektrycznych

Bielsk Podlaski

Styczeń 2019 r.

1. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA	3
1.1 Podstawy opracowania.....	3
1.2. Przedmiot i zakres opracowania	3
1.3. Charakterystyka energetyczna przebudowanego budynku	4
1.4. Zasilanie	4
2.0 OPIS TECHNICZNY	4
2.1. Rozdzielnia Główna Obiektu – TB.....	4
2.2. Włącznik przeciwpożarowy.....	5
2.3. Oświetlenie ogólne	5
2.4. Oświetlenie awaryjne.....	6
2.5. Instalacja gniazd komputerowych	6
2.6. Instalacja gniazd komputerowych oraz wtykowych ogólnego przeznaczenia.....	6
2.7. Prowadzenie instalacji	6
2.8. Wentylacja i wytwarzanie ciepłej wody do celów socjalnych	7
2.9. Ochrona przeciwporażeniowa	7
2.10. Instalacja połączeń wyrównawczych	8
2.11. Ochrona odgromowa	8
3. OBLICZENIA TECHNICZNE	8
3.1. Obliczenia oświetlenia	8
3.2. Bilans mocy	9
3.3. Obliczenia instalacji	9
4. INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA PV	11
4.1. Charakterystyka układu	11
4.2. Opis ogólny.....	11
4.3. Opis części fotowoltaicznej	11
4.4. Konstrukcja do montażu instalacji	11
4.5. Instalacje elektrowni fotowoltaicznej	12
4.6. Panele fotowoltaiczne.....	12
4.7. Mocowanie modułów	13
4.8. Falownik	13
4.9 Połączenia kablowe falowników	13
4.10. Układy pomiarowe energii elektrycznej	13
4.10.1. Układ pomiaru energii elektrycznej rozliczeniowy	14
4.10.2. Układ pomiaru energii elektrycznej produkowanej brutto.....	14
4.11. Ochrona przeciwporażeniowa	14
4.12. Ochrona przeciwprzepięciowa	14
4.13. Instalacja odgromowa.....	14
4.14. System dozoru i sterowania instalacji elektrycznej	14
4.15. Uwagi wykonawcze	15
5. OCHRONA ODGROMOWA BUDYNKU	15
5.1. Określenie poziomu ochrony odgromowej i dobór urządzeń piorunochronnych	15
5.2 Obliczenia instalacji odgromowej	15
6. UWAGI KOŃCOWE	16

RYSUNKI :

- E-1 Schemat tablicy bezpiecznikowej TB
- E-2 Instalacja oświetlenia
- E-3 Instalacja gniazd wtykowych
- E-4 Instalacja ochrony odgromowej
- E-5 Plan instalacji elektrycznej elektrowni fotowoltaicznej na dachu
- E-6 Schemat podłączenia elektrowni fotowoltaicznej

Załączniki : karty katalogowe i instrukcje montażu paneli PV oraz inwertera



1. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA

1.1 Podstawy opracowania

- Projekt architektoniczny,
- Wizja lokalna,
- Projekt instalacji sanitarnych,
- Obowiązujące przepisy i normy.

1.2. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest : Rozbudowa i zmiana sposobu użytkowania części istniejącego budynku sanitarno-technicznego na świetlice środowiskową w Siemiatyczach ul Grodzieńska, działka nr geodezyjny 4369/10. Zasilanie obiektu wspierane będzie przez projektowaną siłownię fotowoltaiczną spełniającą funkcję Odnawialnego Źródła Energi

Zakres opracowania obejmuje:

- Instalacje oświetlenia ogólnego,
- Instalacje oświetlenia ewakuacyjnego,
- Instalacje gniazd wtyczkowych ogólnych,
- Rozdzielnicę główną TB
- Główny przeciwpożarowy wyłącznik prądu,
- Instalacje fotowoltaiczną PV
- Ochrona przeciwporażeniowa,
- Ochrona przeciwprzepięciowa,
- Połączenia kablowe.

LITERATURA TECHNICZNA

Dla niniejszego opracowania korzystano z :

PN-IEC-60364-5-534 : 2003 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Urządzenia do ochrony przed przepięciami.

PN-IEC 60364-4-443 - 1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi.

PN-E-05204 : 1994 - Ochrona przed elektrycznością statyczną . Ochrona obiektów, instalacji i urządzeń. Wymagania.

PN-E-05033 : 1994 - Wytyczne do instalacji elektrycznych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie.

PN-IEC-60364-1 : 2000 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Zakres, przedmiot i wymagania podstawowe.

PN-IEC-60364-4-47 : 2001 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Stosowanie środków ochrony dla zapewnienia bezpieczeństwa. Postanowienia ogólne. Środki ochrony przed porażeniem prądem elektr.

PN-IEC-60364-4-43 : 1999 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym.

PN-IEC-60364-4-41 : 2000 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa.

PN-IEC-60364-5-559 : 2003 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprawy oświetleniowe i instalacje oświetleniowe.



PN-IEC-60364-5-523 : 2001 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów

PN-EN 62305-1-4 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych .

PN – IEC 60364-5-53:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza,

Polska Norma PN-E-83017 - Systemy fotowoltaiczne przetwarzania energii słonecznej. Terminologia i symbole.

Polska Norma PN-HD 60364-7-712 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.

1.3. Charakterystyka energetyczna przebudowanego budynku

- napięcie zasilania 3x230/400V 50 Hz
- moc zainstalowana $P_i=30,09$ kW
- moc szczytowa $P_s= 13,41$ kW
- system ochrony od porażeń elektrycznych : samoczynne wyłączenie w układzie TN-C-S.

1.4. Zasilanie

Zasilanie obiektu istnieje. Istniejąca moc przyłączeniowa nie jest wystarczająca.

Należy wystąpić do operatora sieci dystrybucyjnej o przydział mocy 14 kW

Zasilanie budynku z istniejącego ZK+TL wykonać kablem YKXs 4 x 10mm².

Zasilanie budynku ujęto w odrębnym opracowaniu .

2.0 OPIS TECHNICZNY

2.1. Rozdzielnia Główna Obiektu – TB

Rozdzielnia Główna natynkowa – TB została usytuowana w pomieszczeniu technicznym (lokalizacja oznaczona na rysunkach 0/11). W tablicy zainstalowane będą zabezpieczenia obwodów , wyłącznik główny , ochrona przeciwprzepięciowa . Rozdzielnię główną TB wykonać jako natynkową w obudowie z drzwiczkami stalowymi typu RN 3x12 Legrand o poziomie dostępu IP 44 i odporności na udary IK 8 . Rozdzielnica TB wyposażona w okablowanie w systemie 3L + N + PE . Rozdzielnica TB mocowana n/t, do ściany za pośrednictwem metalowych kotew Hilti. Konstrukcję i metalowe elementy rozdzielni należy skutecznie uziemić. Na obudowie oznaczyć „ Uwaga urządzenie elektryczne„ oraz „Wyłącznik główny” .

Projektuje się zastosowanie niżej wymienionych zabezpieczeń :

- wyłącznik główny (wyłącznik p.pożarowy) – FRX 300 3P wyposażony w wyzwalacz wzrostowy WW 110/415V AC zasilany z przełącznika przełączania faz PF431 i uruchamiany wyłącznikiem p.pożarowym WP-1S



- od zaniku faz i obniżenia napięcia - sygnalizacja optyczna $0,8 U_n$
 - ochrony przepięciowej - ochronnik warystorowy ON300 klasy II wg PN-IEC 61643-1 z modułami wymiennymi . Ogranicznik zapewnia poziom ochrony przepięciowej od 275V przy znamionowym prądzie wyładowczym (8/20us) $I_n=20kA$
 - od zwarć i przeciążeń kabli – wyłączniki nadmiarowo prądowe Legrand serii S300 o wartości prądu dobranym do odbiornika (lub równoważne). Szczegółowy dobór zabezpieczeń w dokumentacji rys E-1 i tabela nr 2.
 - ochrony przeciwporażeniowej – ochrona przed dotykiem pośrednim zrealizowana poprzez szybkie samoczynne odłączenie napięcia zasilającego w czasie $<0,2s$ w układzie sieci odbiorczej TN-S i zgodnie z norma PN-IEC60364-4-41. Ochrona realizowana poprzez dobrane zabezpieczenia nadmiarowo –prądowe serii S300 uzupełnione wyłącznikami różnicowoprądowymi Legrand P302 i P304 . Szczegółowy dobór zabezpieczeń w dokumentacji rys E-1 i tabela nr 2 .
- Wykonac dodatkowe uziemienie ochronne które połączyć z zaciskiem głównym PE w projektowanej rozdzielni „TB”. Jako uziom wykorzystać dostępne uziomy naturalne np. zbrojenia fundamentowe budynku . Wymagana rezystancja uziomu $R_{uz} < 10\Omega$.**

2.2. Wyłącznik przeciwpożarowy

Instalacja elektroenergetyczna projektowanego budynku wyposażona będzie w przeciwpożarowy wyłącznik prądu zlokalizowany w pobliżu wejścia do budynku – pom. Wiatrołapu 0/1 . Zbicie szybki i wciśnięcie przycisku wyłącznika pożarowego spowoduje zadziałanie wyzwalacza wzrostowego i wyłączenie rozłącznika głównego FRX300 w rozdzielni TB a tym samym odcięcie dopływu prądu elektrycznego do wszystkich odbiorów budynku świetlicy. Wyłącznik przeciwpożarowy prądu składa się z przycisku WP-1S n/t nr kat 921400 , przewodu PH90 HDGs 3x1,5mm oraz układu wyzwalania wyłącznika z wyzwalaczem wzrostowym WW rozłącznika FRX300 . Schemat układu pokazany na rysunku E-1.

2.3. Oświetlenie ogólne

Oświetlenie zrealizowano oprawami dobranymi na podstawie obliczeń natężenia oświetlenia. Oświetlenie pomieszczeń projektuje się za pomocą opraw LED zainstalowanych na sufitach. Projektowanie natężenie oświetlenia :

- wiatrołap , szatnia, korytarz – 200 lx
- świetlica , pom dydaktyczne, pom administracyjne – 300 lx
- pom magazynowe , WC , pom porządkowe – 150 lx
- taras zadaszony - 35lx

Oświetlenie ogólne pomieszczeń realizowane będzie oprawami wyszczególnionymi na rzucie instalacji rysunek E-2 . Instalacje wykonać przewodem YDYżo 3/4 x1,5mm² układanym pod tynkiem. Osprzęt podtynkowy np. Simon Basic w ramach wielokrotnych. Sterowanie oświetleniem realizowane jest łącznikami lub czujnikiem ruchu . Łączniki montować na wysokości 115cm.



2.4. Oświetlenie awaryjne

Oprócz funkcji oświetlenia podstawowego oprawy zamontowane w pomieszczeniu korytarza wyposażać w moduły awaryjne z akumulatorem zapewniającym min. 1-godzinne działanie po zaniku napięcia zasilającego. Wymagane natężenie oświetlenia wg PN-EN50172 określono na min 1 lux oraz 5 lx przy urządzeniach p.poż (gaśnice) . Stan poprawnej pracy układu zasilania awaryjnego oprawy sygnalizowany będzie sygnalizatorem diodowym . Ponadto zgodnie z PN-EN50172 i DIN-VDE0108 wymagane jest :

- a/ źródła światła w oprawach awaryjnych muszą być sprawne
 - b/ urządzenia wyposażone w baterie indywidualne i grupowe muszą być testowane przynajmniej raz w tygodniu (przy pełnym załączeniu oświetlenia awaryjnego)
 - c/ wyniki testów muszą być rejestrowane i przechowywane przez okres minimum 2 lat
- Wyjścia uciezkowe z budynku oznaczone zostaną tablicami fluoroscencyjnymi sygnalizującymi kierunek ewakuacji . Rozmieszczenie opraw pokazano na rysunku E-2 Instalacja oświetlenia .
Oprawy zasilania awaryjnego zasilane są z obwodów lamp oświetlenia ogólnego patrz rys E-1.

2.5. Instalacja gniazd komputerowych

Projektuje się 6 punktów wyposażonych w gniazda teletechnicznych z gniazdem typu RJ45 (Simon Basic) . Gniazda łączyć w topologii gwiazdy z pathpanelem w Głównym Punkcie Dystrybucyjnym (GPD) usytuowanym w pomieszczeniu administracyjnym 0/9. Do połączeń używać skrętki komputerowej NETSET BOX U/UTP4x2x0,5 kategorii 5e E1408 układanej p/t w rurze peshla lub n/t w listwach PCV. Obok gniazd teletechnicznych usytuowano gniazda wtykowe 230 V typu DATA , zasilane z wydzielonego obwodu rozdzielni TB. Wysokość zamontowania osprzętu w zależności od miejsca : 85-90cm / dostosować do danego stanowiska pracy. Miejsca lokalizacji gniazd uzgodnić z użytkownikiem pomieszczeń lub inspektorem nadzoru robót elektrycznych .

2.6. Instalacja gniazd komputerowych oraz wtykowych ogólnego przeznaczenia

Obwody gniazd wtykowych wykonać przewodem YDYżo 3x2,5mm² ułożonym pod tynkowo lub w listwie PCV. Osprzęt podtynkowy np. Simon 54 . Wysokość zamontowania osprzętu w zależności od miejsca i typu gniazda : 30cm / dostosować do danego stanowiska pracy, w łazience na wysokości 120cm. Obwody gniazdowe zabezpieczono wyłącznikami różnicowoprądowymi oraz nadprądowymi. Usytuowanie gniazd pokazano na rysunku E-3. Lokalizację gniazd uzgodnić z użytkownikiem pomieszczeń lub inspektorem nadzoru robót elektrycznych .

2.7. Prowadzenie instalacji

- Instalacje elektryczne prowadzić pod tynkiem lub w kanałach instalacyjnych PCV. W przypadku przejścia przez ścianę przewody należy prowadzić w rurze ochronnej np. PCV lub HDPE .
- Do zasilania opraw oświetleniowych zastosować przewody YDYżo 3x1,5mm 750V 3 i 4 -żyłowe.



Przewody 4 -żyłowe wykorzystać przy podłączaniu oświetlenia do wyłączników świecznikowych oraz opraw awaryjnych .Gniazda wtykowe 230 V łączyć przewodem YDYżo 3x2,5mm² 750V;

- Łączenie przewodów wykonywać w puszkach sprzętowych złączkami sprężynującymi WAGO;
- Do połączeń sieci komputerowej używać skrętki komputerowej NETSET BOX U/UTP4x2x0,5 kategorii 5e E1408 układanej p/t w rurze peshla lub n/t w listwach PCV
- Przewody LgYżo 16mm² do połączeń wyrównawczych prowadzić w osłonie np. rurka RB28;
- Gniazda wtyczkowe na wysokości 30cm / dostosować do danego stanowiska pracy, w łazience na wysokości 120cm;
- Dla zasilania urządzeń w pomieszczeniu technicznym 0/11 zainstalowane zostanie specjalny zespół gniazd wtykowych typu R-BOX, jedno i 3-fazowe do zasilania urządzeń technologicznych i serwisowych marki Pawbol B1704R , wyposażone w dodatkowe zabezpieczenia S303B 16A i S301B 16A

2.8. Wentylacja i wytwarzanie ciepłej wody do celów socjalnych

Wytwarzanie ciepłej wody (c.w.u.) projektuje się jako lokalne przy każdej umywalce, za pomocą przepływowego elektrycznego podgrzewacza wody o mocy 3 kW(Clage MBH-3 3,5 kW) .

Przepływowy podgrzewacz wody montować pod umywalką, do zasilania stosować puszkę połączeniową n/t IP44 lub gniazdo bryzgoszczelne 230V z uziemieniem IP44.

W pomieszczeniach toalet przewidziano wentylację grawitacyjną wspomagana wentylatorami kanałowymi VKO 160 Vokker o wydajności 140 m³/h zasilanymi z obwodów oświetlenia .

2.9.Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona od porażenia prądem elektrycznym w sieci rozdzielczej realizowana jest w układzie sieci TN-C . Znamionowe napięcie sieci zasilającej 0.4/0,231 kV .

Instalacje elektryczne odbiorcze (wewnętrzne) przystosowane są do układu TN-S ; 3L+N+PE . Instalację wykonana zgodnie z PN-IEC 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych .

Ochrona podstawowa przed dotykiem bezpośrednim zapewniona poprzez:

- izolowanie części czynnych
 - zastosowanie urządzeń o stopniu ochrony IP powyżej 2X
- Zastosowano samoczynne wyłączenie zasilania poprzez:
- użycie wyłączników nadmiarowoprądowych
 - ochrona dodatkowa realizowana poprzez zastosowanie wyłączników różnicowoprądowych o prądzie zadziałania $\Delta I_r = 30\text{mA}$.

Ochrona przed przeciążeniami i zwarciami:

- Realizowana za pomocą wyłączników instalacyjnych.

Po zamontowaniu rozdzielnic i podłączeniu odbiorników należy sprawdzić skuteczność ochrony przed dotykiem pośrednim .



2.10. Instalacja połączeń wyrównawczych

Wszystkie dostępne elementy przewodzące połączyć między sobą i z szyną wyrównawczą przewodem LgYżo 16mm². Główną Szynę Wyrównawczą (GSW) typu E.4104M Pawbol 5x10mm/1x16mm zamocować pod umywalką w WC damskim. Metalowe rury wodociągowe, kanalizacyjne i inne połączyć stosując typowe obejmy zaciskowe. Uziemienie główne szyny wyrównawczej wykonać przewodem LgYżo 16mm². Główną Szynę Wyrównawczą połączyć z zaciskiem ochronnym PE w rozdzielnic TB.

2.11. Ochrona odgromowa

Obiekt wymaga ochrony odgromowej. Ochronę odgromową należy wykonać w klasie IV, oko siatki 20mx20m, odstęp przewodów odprowadzających 20m, promień toczonej się kuli 60m. Ochrona odgromowa zrealizowana będzie przy pomocy zwodów i przewodów odprowadzających sztucznych. Wytyczne odnośnie wykonania instalacji odgromowej:

- 1) Przewód odprowadzający drut FeZn $\varnothing 8\text{mm}$ po ścianie budynku na uchwytych przystosowanych do montażu na ścianie ocieplanej.
- 2) Przewód odprowadzający mocować na uchwytych ściennych co 1m, lub pod warstwą elewacji w rurkach RLHF 25 MARMAT (temp. pracy $-25^{\circ}\text{C} \div +90^{\circ}\text{C}$). Przewody odprowadzające prowadzić w minimalnej odległości 2m od drzwi i okien. W przypadku zbliżenia osłonić rurą o wytrzymałości dielektrycznej min. 100kV.
- 3) Uziom odgromowy stanowi uziom szpilekowy, punktowy typu FeCu 5/8" Galmar+ taśma FeZn 25x4 ułożona 1m od budynku na głębokości 0,8m. Instalację wykonać elementami ze stali ocynkowanej, uziomy szpilekowe ze stali miedziowanej Galmar
- 3) Wymagana wartość rezystancji uziemienia wynosi 30 Ω . Jeżeli wartość rezystancji uziemienia będzie przekraczać 30 Ω należy wbić dodatkowe pręty i łączyć je z uziomem do czasu uzyskania pozytywnego wyniku.
- 4) Do uziomu należy podłączyć przewody odprowadzające z bednarki 25x4 wyprowadzone od uziomu, aby umożliwić podłączenie złącza kontrolnego. Połączenie powinny być pewne, aby przypadkowe siły nie spowodowały przerwania połączenia lub obłuzowania zacisków znajdujących się w skrzynce probierczej.
- 5) Instalację odgromową wykonać używając typowych elementów instalacji odgromowej produkcji "FIRMA A.H s.c. KRAKÓW" lub DEHN.

3. OBLICZENIA TECHNICZNE

3.1. Obliczenia oświetlenia

Dobór ilości opraw przeprowadzono przy pomocy programu DIALUX zakładając wsp. odbicia 0,7; 0,5; 0,2 (sufit; ściany; podłoga) i wsp. zapasu 1,3. Wszystkie obliczenia



wykonywane przy zastosowaniu źródeł światła marki Philips.

3.2. Bilans mocy

Moc zainstalowana $P_i = 30,09\text{kW}$

Moc obciążenia $P_o = 13,41\text{kW}$

Tab 1. Bilans mocy							
L.p.	Nazwa obwodu	Moc zainstalowana [kW]	wsp.jednoczesności	moc zapotrzebowana [kW]	Napiecie [V]	wsp. Cos φ	Prąd [A]
1.0	Oświetlenie	0,59	0,7	0,413	230	0,85	3,02
	obwód o1	0,31	0,7	0,217	230	0,85	1,59
	obwód o2	0,28	0,7	0,196	230	0,85	1,43
1.1	Gniazda wt. 230 V	10	0,3	3	400	0,85	17,00
	Obw. Gn 1	2,5	0,3	0,75	230	0,85	12,79
	Obw. Gn 2	2,5	0,3	0,75	230	0,85	12,79
	Obw. Gn 3 WC damski	2,5	0,3	0,75	230	0,85	12,79
	Obw. Gn 4 WC męski	2,5	0,3	0,75	230	0,85	12,79
1.2	Gniazda 230V komputer	4	0,5	2	400	0,85	6,80
	Obw. gn. komp 1	2,5	0,5	1,25	230	0,85	12,79
	Obw. gn. komp 2	1,5	0,5	0,75	230	0,85	7,67
1.3	Podgrzewacze wody	7	0,25	1,75	400	1	10,12
	podgrzewacz c.w.u. 1	3,5	0,25	0,875	230	1	15,22
	podgrzewacz c.w.u. 2	3,5	0,25	0,875	230	1	15,22
1.4	Zasilanie pompy ciepła (rozdz. R-Box)	4	1	4	400	0,9	6,42
1.5	Obwody istn. części bud.	4,5	0,5	2,25	400	0,85	7,65
	Suma	30,09	Suma	13,413			

3.3. Obliczenia instalacji

Obliczenia techniczne dotyczą sprawdzenia doboru przewodów, kabli i zabezpieczeń. Przeprowadzono następujące obliczenia:

- prąd obliczeniowy szczytowy obwodu,



sprawdzenie obciążalności kabli i dobór zabezpieczeń,

sprawdzenie dopuszczalnych spadków napięcia.

➤ Zestawienie odpływów z rozdzielni wraz ze sprawdzeniem skuteczności ochrony p.porażeniowej zestawiono w tabeli nr 2. Skuteczność ochrony od porażeń należy potwierdzić pomiarami we wszystkich obwodach. Kable zasilające i przyjęte zabezpieczenia spełniają wymagania odnośnie spadków napięć - PN - IEC 60364 -4-45 oraz przy obciążeniu prądami przetężeniowymi - PN-IEC-60364-4-473. Dopuszczalne obciążalności prądowe przyjęto wg normy PN-IEC 60364

Tab 2. Zestawienie obliczeń ochrony p.porażeniowej									
L.p.	Nazwa obwodu	Zabezpieczenie nadprądowe	Prąd wyłączalny zabezpieczenia [A]	Kabel [mm]	Rezystyw. jednostk. [Ω /km]	Długość [m]	Impedancja pętli zwarcia [Ω]	Obliczony prąd zwarcia [A]	Ochrona p.porażeniow. skuteczna [tak/nie]
1	obwód w.l.z.	S303B 25A	125	YKY 4 x 10	1,83	6	0,2798	657,7	tak
2	obwód o1	S301B 10A	50	YDY 3x 1,5	12,10	32,00	1,0322	178,3	tak
3	obwód o2	S301B 10A	50	YDY 4 x 1,5	12,10	26,00	0,8870	207,4	tak
4	Obw. Gn 1	S301B 16A	80	YDY 3x2,5	7,41	28,00	0,6728	273,5	tak
5	Obw. Gn 2	S301B 16A	80	YDY 3x2,5	7,41	26,00	0,6431	286,1	tak
6	Obw. Gn 3 WC damski	S301B 16A	160	YDY 3x2,5	7,41	22,00	0,5839	315,1	tak
7	Obw. Gn 4 WC męski	S301B 16A	160	YDY 3x2,5	7,41	24,00	0,6135	299,9	tak
8	podgrzewacz c.w.u. 1	S301B 20A	100	YDY 3x2,5	7,41	23,00	0,5987	307,3	tak
9	podgrzewacz c.w.u. 2	S301B 20A	100	YDY 3x2,5	7,41	25,00	0,6283	292,8	tak
10	Zasilanie pompy ciepła	S303C 16A	160	YDY 5x 4	4,61	11,00	0,3592	512,2	tak
11	Zas. Obw. istn. części	S303B 20A	100	YDY 5x 4	4,61	19,00	0,4330	424,9	tak
12	Zasilanie instalacji PV	S302C 16 A	160	YDY 3x 6	3,08	27,00	0,4242	433,8	tak

3.3.1. Wyniki obliczeń

- Prądy szczytowe obwodów nie przekraczają wartości znamionowych zabezpieczeń i obciążalności długotrwałej przewodów, wielkości zabezpieczeń zapewniają prawidłową ochronę przewodów,
- Przekroje przewodów są większe od minimalnych wymaganych z punktu obciążalności zwarciowej,
- Samoczynne wyłączenie zasilania dla rozdzielnic i odbiorników jest spełnione przy dobranych zabezpieczeniach i obliczonej impedancji pętli zwarcia Z_s ,
- Największy procentowy spadek napięcia wynosi 3%.



4. INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA PV

4.1. Charakterystyka układu

- napięcie znamionowe 230V
- moc elektrowni fotowoltaicznej DC 2,240 kW
- produkcja energii elektrowni fotowoltaicznej (~0,8 produkcji symulowanej) 1,8MWh /rok
- układ sieciowy TN-C-S
- system ochrony od porażeń elektrycznych samoczynne wyłączenie w układzie TN-C-S i izolacja dodatkowa.

4.2. Opis ogólny

Przedmiotem opracowania jest elektrownia fotowoltaiczna przeznaczona do produkcji energii elektrycznej pracującej równolegle z siecią dystrybucyjnej energetyki zawodowej. Zasada działania elektrowni bazuje na bezpośredniej przemianie energii promieniowania słonecznego w prąd stały i napięcie stałe, wytwarzane w modułach fotowoltaicznych, złożonych z ogniw słonecznych. Prąd stały jest następnie zamieniany na prąd zmienny i napięcie zmienne 230V i częstotliwości 50Hz.

4.3. Opis części fotowoltaicznej

Zastosowane elementy elektrowni PV

Nazwa urządzenia	Typ urządzenia	Ilość	
Inwerter	AFORE HNS2500TL-1	1	[szt]
Moduły	SV60P.4-280	8	[szt]
Okablowanie DC	Przewód PV 1x6mm ²	100	[m]
Konektory	MC4 żeński 4/6mm ²	2	[szt]
	MC4 męski 4/6mm ²	2	[szt]
Zabezpieczenia przepięciowe	STPT2-40K600V-YPV / Ochronnik PV typu 2 (C) 660V	1	[szt]
System montażowy*	D B-017 Blachodachówka, montaż PION/POZIOM. na szynie SM-25x30 CORAB		

4.4. Konstrukcja do montażu instalacji

Moduły fotowoltaiczne powinny zostać zamontowane na systemie montażowym, zachowującym równoległość, oraz prostopadłości pomiędzy profilami i uchwytami w nim zastosowanymi. Odległości między poszczególnymi uchwytami montowanymi do krokwi/płatwi nie mogą przekraczać

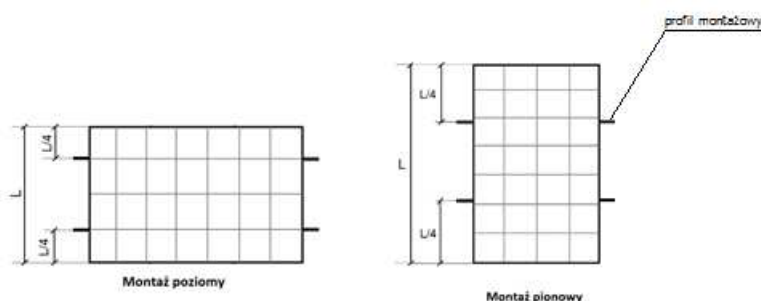


dopuszczalnej maksymalnej odległości, podanej przez producenta systemu montażowego.

Wszystkie profile konstrukcji powinny być ze sobą galwanicznie połączone, za pomocą łączników/płaskowników lub przewodem Cu 16 mm². Należy uwzględnić możliwość wydłużenia profili metalowych pod wpływem wysokich temperatur. W tym celu należy pozostawić odstęp między dwoma profilami, odpowiedni dla rozszerzalności cieplnej materiału z jakiego został wykonany (ok. 2–3 cm).

W przypadku montażu na dachu, zalecane jest zachowanie przestrzeni między poszyciem dachu a modułami, w celu zapewnienia prawidłowej cyrkulacji powietrza (min. 10 cm).

Odstępy między modułami wyznaczają zaciski mocujące; dodatkowo profil, do którego moduły są mocowane, powinien być dłuższy o min. 2 cm (po każdej stronie), aby można było przymocować zacisk końcowy. Zarówno przy montażu pionowym jak i poziomym modułów, profile nośne konstrukcji montażowej należy rozmieścić w odległości od krawędzi ramy równej długości/szerokości krawędzi (zgodnie z rysunkiem).



Rys. . Rozmieszczenie profili nośnych.

Do przymocowania modułu PV, należy stosować zaciski (klemy) montażowe przymocowanych z odpowiednią siłą zapewniającą

maksymalny docisk modułu do profilu montażowego. Zaciski nie powinny powodować widocznych uszkodzeń ramy modułu. Zalecany moment dokręcania środkowych i końcowych zacisków wynosi 8,5Nm. Dla zminimalizowania ryzyka deformacji ramy modułu PV moment dokręcenia nie powinien przekraczać 13,5 Nm. W przypadku użycia zacisków mocujących wykonanych z materiału innego niż aluminium, należy zastosować podkładkę neoprenową, lub podkładkę PCV pomiędzy ramą, a zaciskiem. Zastosowanie podkładki neoprenowej lub podkładki PVC wymagane jest również, w miejscach gdzie rama modułu znajduje się na styku z metalowymi materiałami innymi niż aluminium (np. elementami nośnymi konstrukcji montażowej).

4.5. Instalacje elektrowni fotowoltaicznej

Planuje się budowę elektrowni fotowoltaicznej pracującej równolegle z siecią dystrybutora energii elektrycznej (PGE Dystrybucja O/Białystok) produkującą energię zarówno na sieć jak i na potrzeby własne Obiektu. Parametry produkowanej energii : 230 V 50Hz

4.6. Panele fotowoltaiczne

Panele fotowoltaiczne SV60P.4-280 zamontowane zostaną na konstrukcjach tworzących dwa rzędy



kolektorów. Panele połączone zostaną przewodami dedykowanymi DC (PV 1x6mm² w układy obwodów, układy obwodów podłączone będą do falownika AFORE HNS2500TL-1. Połączenia pomiędzy obwodami DC i falownikami wykonać przez zainstalowane w falownikach rozłączniki i ochronniki przeciwprzepięciowe. Przy prowadzeniu przewodów DC zwrócić uwagę na wspólne ułożenie „+” i „-”, w celu uniemożliwienia występowania pętli indukcyjnych. Na dachu przewody prowadzić w rurkach PVC odpornych na UV.

4.7. Mocowanie modułów

Elektrownia fotowoltaiczna składać się będzie z modułów umocowanych na stelażach, które zapewniają stabilne ustawienie pod odpowiednim kątem. Stelaże wykonane zostaną jako konstrukcja aluminiowa marki . Do stelaży mocowane będą profile aluminiowe marki Corab, na których zamontowane zostaną moduły fotowoltaiczne.

- | | |
|---|---------|
| 1. XFS_T021.1 1 kW T021 mocowanie, trapez klik | - 3 kpl |
| 2. XFS_K002.5 Klemy środkowe KLIK AL na panel 30 – 35 , 6 kpl. | - 3 kpl |
| 3. XFS_K002.4 Klemy końcowe regulowane KLIK AL na panel 30-42,5 4 kpl | - 2 kpl |
| 4. Y_PD0001 Podkładka uziemiająca pod panel fotowoltaiczny | - 18szt |
| 5. Y_ZU0001 Zacisk uziemiający ZU-01AL | - 4 szt |

Konstrukcja wsporcza (stelaż) spełniająca wymagania normy PN-EN 1991. Oddziaływania na konstrukcję - Obciążenie śniegiem, Oddziaływania wiatru.

Montaż konstrukcji do pokrycia dachu zgodnie z DTR konstrukcji (w załączniku).

4.8. Inwerter

Inwerter AFORE HNS2500TL-1 będzie montowany na poddaszu w pobliżu wejścia przewodów DC do budynku, z zachowaniem odległości od krawędzi urządzenia wymaganych przez Producenta do celów zapewnienia optymalnych warunków wentylacji, na wysokości zapewniającej dogodny dostęp dla personelu serwisującego.

Moduły podłączone zostaną do falownika przewodem solarnym FLEX-SOL i wtykami typu PV-KST4 / PV-KBT4 firmy Multi-Contact.

Odległości montażowe – 500mm od dołu, 150mm po bokach, 500mm od góry. Ustawienie zespołu zabezpieczeń w falowniku (grid-code): Germany

4.9 Połączenia kablowe inwertera

Od rozdzielnicy TB 0,4kV do falownika zostanie poprowadzona linia kablowa YKY 3x6mm² zgodnie z rysunkiem , na odcinku TB-falownik kabel prowadzić w kanale instalacyjnym, PVC 40x60mm. Kable DC zostaną poprowadzone rurze PVC odpornej na UV.

Przewody w rurze prowadzić na zewnątrz oraz wewnątrz budynku. W rozdzielni TB 0,4kV falownik ma własne pole z zabezpieczeniem nadprądowym S302 B16A. Maksymalny prąd wyjściowy falownika jest ograniczany elektronicznie.

4.10. Układy pomiarowe energii elektrycznej



4.10.1. Układ pomiaru energii elektrycznej rozliczeniowy

W istn. złączu kablowym zintegrowanym z tablicą pomiarową ZK+TL istnieje rozliczeniowy układ pomiaru energii elektrycznej. Układ wymagać będzie montażu licznika energii dwukierunkowego. Licznik w dostawie Operatora Sieci Energetyki Zawodowej (PGE Dystrybucja S.A. o/Białystok)

4.10.2. Układ pomiaru energii elektrycznej produkowanej brutto

W rozdzielni głównej budynku TB (na zaciskach generatora PV), przewidziano lokalizację układu pomiaru energii elektrycznej produkowanej brutto. Zamontowany zostanie licznik do pomiaru energii elektrycznej (jednokierunkowy) zgodny z dyrektywą MID. Układ połączeń pokazano na rysunku E-1. Schemat rozdzielni TB. Układ przeznaczony do celów rozliczeń z Urzędem Skarbowym (podatek akcyzowy od produkcji energii elektrycznej)

4.11. Ochrona przeciwporażeniowa.

Jako ochronę przed dotykiem bezpośrednim przyjęto zastosowanie izolacji części czynnych. Jako ochronę przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) zastosowano samoczynne wyłączenie w przypadku przekroczenia wartości napięcia dotykowego realizowane przez wyłączniki elektromagnetyczne i różnicowoprądowe, oraz drugą klasę izolacji. Po zamontowaniu rozdzielnic i podłączeniu odbiorników należy sprawdzić skuteczność ochrony przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa).

4.12. Ochrona przeciwprzepięciowa

Zastosowano zintegrowaną ochronę przeciwprzepięciową. Zamontowano ochronniki klasy I w rozdzielnicach TB po stronie AC (istniejące). Falownik i ogniwa fotowoltaiczne ochronić po stronie DC ochronnikami przeciwprzepięciowymi typu 2 (C) 660 V, dedykowanymi do instalacji PV na napięcie 660VDC (STPT2-40K600V-YPV).

4.13. Instalacja odgromowa

Zamontowane panele fotowoltaiczne wymagają ochrony odgromowej zgodnie z normą PN-EN 62305. Klasa ochrony: IV

Panele chronione są przed bezpośrednim uderzeniem pioruna. Należy wykonać połączenie konstrukcji wsporczej paneli do istniejącej instalacji odgromowej drutem FeZn $\varnothing 8\text{mm}$. Instalację ochrony odgromowej wykonać zgodnie z PN-EN 62305 i rysunkiem E-4.

4.14. System dozoru i sterowania instalacji elektrycznej

Dla celów zbierania danych o pracy falowników i ilości wytwarzanej energii elektrycznej, falownik wyposażony będzie w moduł komunikacyjny WiFi. Opcjonalnie wykonać magistrale komunikacyjną w kablem ekranowanym FTPw 4x2x0,5 kat. 5. Przewód sprowadzić do punktu GPD do istn. switcha. Gromadzenie danych odbywać się będzie w pamięci wewnętrznej falownika oraz na serwerze



zdalnym. Dane do analizy powinny być zgrywane z urządzenia lokalnie, lub zdalnie poprzez sieć LAN.

4.15. Uwagi wykonawcze

Na końcówkach kabli modułów fotowoltaicznych może występować napięcie stałe do 1000VDC. Z tego względu przy podłączaniu paneli należy zachować szczególną ostrożność. Połączenia wtyków należy wykonywać trzymając za części plastikowe. Niedopuszczalne jest oprawianie wtyków panelu, gdy drugi koniec jest podłączony do innego panelu. Do prac elektrycznych należy używać tylko narzędzi izolowanych z odpowiednim oznaczeniem i oryginalnej zaciskarki do wtyków typu MC. Bezwzględnie nie wolno wykonywać prac przyłączeniowych w czasie opadów deszczu lub przy zawilgoconych przewodach / wtykach.

5. OCHRONA ODGROMOWA BUDYNKU

5.1. Określenie poziomu ochrony odgromowej i dobór urządzeń piorunochronnych

Przeprowadzono obliczenia klasy ochronności wg normy PN-EN 62305

Parametry przyjęte do obliczeń:

- Powierzchnia zbierania liczona jest względem powierzchni dachu budynku istniejącego oraz projektowanego ze wzgl. na zapis A.2.1.2 wg PN-EN 62305-2.
- Brak ryzyka związanego z wyładowaniem piorunowym w linie zasilającą lub telekomunikacyjną wchodzącą do budynku z powodu prowadzenia jej wewnątrz obiektu posiadającego ochronę odgromową ($R_u, R_v = 0$).
- Parametr usytuowania obiektu $C_{db} = 1,0$
- Przewiduje się podział budynku na 1 strefę
- Z1 - strefa obejmująca: cały budynek

Dla strefy Z1 przyjmuje się nast. parametry :

- Współczynnik zależący od materiału podłogi - $r_a = 0,01$
- Prawdopodobieństwo zagrożenia życia ludzkiego - $P_a = 1$
- Strata wskutek porażenia przy napięciach dotykowych i krokowych - $L_t = 1 \cdot 10^{-2}$
- Strata wskutek uszkodzenia fizycznego - $L_f = 1 \cdot 10^{-2}$

5.2 Obliczenia instalacji odgromowej

Obliczenia wykonano za pomocą programu Risk Assessments i w oparciu o normę IEC 62305-4

Klasyfikacja obiektu – obiekt publiczny

Ilość dni burzowych dla rejonu Siemiatycze wynosi $T_d = 22$ dni

Liczba przewidywanych wyładowań atmosferycznych w ciągu roku wynosi :

$N_g = 0,04 \times T_d^{1,2s} = 0,04 \times 15^{1,2s} = 1,4 / (km^2 \times rok)$, za normą PN-86/E-5003/1 przyjęto wartość

$N_g = 1,8 / (km^2 \times rok)$. Suma powierzchni równoważnych zbierania wyładowań przez obiekty elektrowni wynosi: $A_d = 1276,86 m^2$



Liczna groźnych zdarzeń dla obiektu w ciągu roku :

$$N_D = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6} = 1, \times 2131,8 \times 1 \times 10^{-6} = 3,837 \times 10^{-3} / \text{rok}$$

Obliczona wartość poziomu ryzyka bez zastosowania środków ochrony odgromowej :

Ryzyko utraty życia ludzkiego : $1,87 \times 10^{-7}$

Ryzyko utraty usług publicznych : $1,59 \times 10^{-4}$

Ryzyko start ekonomicznych : $3,40 \times 10^{-6}$

Wartość tolerowanego poziomu ryzyka $R_T = 10^{-4}$

Wniosek : Obiekt wymaga ochrony odgromowej . Przyjęto poziom ochrony odgromowej LPL IV - wartość szczytowa prądu udarowego $I = 100 \text{ kA}$ wg PN-EN 62305-1.

Zastosowano następujące środki ochrony odgromowej według rys E-4 : jako zwody poziome należy wykorzystać metalowe pokrycie dachu (blacha gr. min. 0,5mm). Wszelkie elementy wystające ponad powierzchnię dachu należy chronić stosując zwody pionowe - iglice. Projektowaną instalację odgromową budynku należy połączyć do uziomu przy pomocy dwóch złączy kontrolnych, mocowanych na wysokości od 0,2 do 0,8m nad poziomem terenu. Złącza wykonać po przeciwległych stronach budynku . Do wykonania zwodów poziomych i pionowych należy wykorzystać drut stalowy ocynkowany o minimalnym przekroju 50 mm^2 (w/g normy PN-IEC 61024-1), stosując wsporniki, uchwyty dystansowe- typowych elementów instalacji odgromowej produkcji "FIRMA A.H s.c. KRAKÓW" lub DEHN.

Sposób wykonania instalacji odgromowej pokazano na rysunku E-4 *Instalacja ochrony odgromowej*.

6. UWAGI KOŃCOWE

1. Ochrona od porażeń prądem elektrycznym w projektowanej instalacji odbiorczej nN jest realizowana w układzie sieci TN-S . Znamionowe napięcie zasilające 0,4/0,231 kV . Instalację wykonać zgodnie z PN-IEC 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych . Uzupełnieniem ochrony jest wyłącznik różnicowo-prądowy o prądzie wyłączalnym $\Delta I \leq 30 \text{ mA}$
2. Całość robót instalacyjno-montażowych należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej. Wykonanie instalacji powierzyć firmie posiadającej stosowne doświadczenie i uprawnienia budowlane do wykonywania instalacji elektrycznych.
3. Przed przystąpieniem do prac, wykonawca powinien przewidzieć wykonanie odpowiednich pomiarów sprawdzających i identyfikujących ewentualne inne nie zinwentaryzowane obwody lub odbiorniki energii. Wykonawca zobowiązany jest zweryfikować projektowane długości kabli z odległościami w terenie.
4. Projektant oświadcza, że możliwe jest użycie innych materiałów i urządzeń niż zaprojektowane pod warunkiem, iż zastosowane materiały i urządzenia będą miały parametry takie jak przyjęte w obliczeniach lub pokazane na rysunkach. Dopuszczalna jest zamiana elementów instalacji, opisane w projekcie na inne równoważne o takich samych parametrach elektrycznych i posiadające certyfikaty CE
5. Przy przekazywaniu obiektu do eksploatacji wykonawca obowiązany jest dostarczyć



zleceńiodawcy dokumentację powykonawczą, a w szczególności:

- dokumentację techniczną z naniesionymi ewentualnymi zmianami,
- protokół badań rezystancji izolacji,
- protokół badań skuteczności ochrony przeciwporażeniowej,
- protokół badań oświetlenia,
- protokoły pomiaru rezystancji uziemień,
- protokół badania instalacji odgromowej,
- certyfikaty lub deklaracje zgodności wydane dla wyrobów stosowanych w instalacjach elektrycznych.

6. Po wykonaniu Instalacji należy zgłosić ten fakt do PGE Dystrybucja S.A. zgodnie z wymaganiem przez Operatora wzorem Zgłoszenia. Moc elektrowni wynosi 2,24kW i jest mniejsza od mocy zamówionej.

7. Zastrzega się prawa autorskie do niniejszego projektu. Wszystkie zmiany wymagają pisemnej zgody projektanta. Autor opracowania nie wyraża zgody na powielanie i udostępnianie projektu osobom trzecim.