

PROJEKT

BUDOWLANO-WYKONAWCZY

Branża:	instalacje elektryczne
Temat:	<u>TOM 3</u> – Termomodernizacja obiektów użyteczności publicznej: Szkoła Podstawowa w Kaliskach, Szkoła Podstawowa w Kanibrodzie, Zespół Szkół w Kłóbce <u>Zespół Szkół w Kłóbce</u> <u>Kłóbka 9, 87-840 Lubień Kujawski</u>
Kategoria obiektu:	IX – budynku kultury, nauki i oświaty
Województwo:	Kujawsko-Pomorskie
Gmina:	Lubień Kujawski
Powiat:	Włocławski
Inwestor:	Gmina Lubień Kujawski ul. Wojska Polskiego 29 87-840 Lubień Kujawski

Projektant - branża elektryczna:	mgr inż. Zbigniew Andrzejuk upr. bud. nr 438/Lb/77, 2012/Lb/92 i 2013/Lb/92	
Sprawdzający - branża elektryczna	mgr inż. Krzysztof Góra upr. bud. nr LUB/0005/PWOE/09	
Data opracowania:	grudzień 2016	Egz. nr /5

2.1 Spis tomów

TOM 1 – architektura

TOM 2 – instalacje sanitarne

TOM 3 – instalacje elektryczne

2.2 Spis zawartości

TOM 3 – instalacje elektryczne

1. Strona tytułowa

2.1 Spis tomów

2.2 Spis zawartości

3. Uprawnienia i Zaświadczenie o przynależności do LOIIB projektanta i sprawdzającego

4. Załączniki

5. Oświadczenie projektanta i sprawdzającego

6. Zakres robót

7. Opis techniczny

8. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia - Informacja

9. Obliczenia techniczne

10. Zestawienie podstawowych materiałów

11. Część graficzna

E-01 – Schemat strukturalny zasilania – tablica oświetleniowa

E-02 – Schemat strukturalny zasilania – instalacja fotowoltaiczna

E-03 – Rzut piwnicy

E-04 – Rzut parteru

E-05 – Rzut piętra

E-06 – Rzut dachu

E-07 – Elewacja południowa

E-08 – Przekrój poprzeczny

E-09 – Legenda oznaczeń

E-10 – Tablica oświetleniowa – widok

12. Przedmiar robót

3. Uprawnienia i Zaświadczenie o przynależności do LOIB projektanta i sprawdzającego

4. Załączniki

5. Oświadczenie projektanta i sprawdzającego

OŚWIADCZENIE

Działając zgodnie z art. 20 ust. 4 ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994r. oświadczam,
że projekt budowlano – wykonawczy pt.:

**„TOM 3 – Termomodernizacja obiektów użyteczności publicznej: Szkoła Podstawowa w Kaliskach, Szkoła
Podstawowa w Kanibrodzie, Zespół Szkół w Kłóbce
Zespół Szkół w Kłóbce Kłóbka 9, 87-840 Lubień Kujawski”**

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant - branża elektryczna:	mgr inż. Zbigniew Andrzejuk upr. bud. nr 438/Lb/77, 2012/Lb/92 i 2013/Lb/92	
Sprawdzający - branża Elektryczna	mgr inż. Krzysztof Góra upr. bud. nr LUB/0005/PWOE/09	
Data opracowania:	grudzień 2016	

6. Zakres robót

<u>L.p.</u>	<u>Rodzaj urządzenia</u>	<u>Rodzaj prac</u>	<u>Rozbudowa (budowa / przebudowa / modernizacja)</u> [km/szt. stan]	<u>Odtworzenie (rekonstrukcja)</u> [km/szt. stan]
1	Linia SN - kablowa	Demontaż		
		Modernizacja - słup SN		
		Montaż - 3xXRUHAKs1x120mm ²		
2	Stacja transfor- torowa SN/nN - kontenerowa	Demontaż		
		Modernizacja		
		Montaż -		
3	Linia nN - kablowa	Demontaż		
		Modernizacja		
		Montaż - YAKXs4x150mm ²		
		Montaż - YAKXs4x95mm ²		
		Montaż - YAKXs5x35mm ²		
		Montaż - złącze kablowe nN 0,4kV		
4	Urządzenia wytwórcze	Demontaż		
		Modernizacja		
		Montaż - inwertery DC/AC	1 szt.	
		Montaż - panele fotowoltaiczne	20 szt.	
5	Instalacje wewnętrzne	Demontaż - instalacja oświetleniowa	1 kpl	
		Montaż - instalacja oświetleniowa LED	1 kpl	
		Montaż - instalacja odgromowa		

7. Opis techniczny

Podstawa opracowania

Podstawę niniejszego opracowania stanowią:

- zlecenie Inwestora
- inwentaryzacja w obiekcie
- podkłady architektoniczne
- obowiązujące normy, przepisy oraz zasady wiedzy technicznej

Zakres opracowania

Opracowanie niniejsze swoim zakresem obejmuje następujące elementy:

- przebudowę istniejących i budowę nowych rozdzielnic elektrycznych
- przewody zasilające
- instalacje elektryczne oświetleniowe
- instalację fotowoltaiczną.

Podstawowe wskaźniki elektroenergetyczne obiektu

- Moc zainstalowana: $P_{si} = 5,22 \text{ kW}$
- Moc szczytowa: $P_{sp} = 5,22 \text{ kW}$
- Prąd obliczeniowy: $I_o = 7,93 \text{ A}$
- Układ sieci: TN-C-S

Zasilanie projektowanych instalacji wykonane będzie z istniejącej rozdzielnic głównej obiektu, która zostanie na te cele rozbudowana oraz z rozdzielnic zasilających część mieszkalną. Moc przyłączeniowa obiektu nie wzrośnie z uwagi na zastosowanie energooszczędnych opraw oświetleniowych ze źródłami światła LED. Projekt nie wymaga uzgodnienia z Dostawcą Energii.

Stan istniejący

Istniejący budynek zespołu Szkół w miejscowości Kłóbka zasilony jest z kablowego przyłącza elektroenergetycznego nN 0,4kV. Bezpośredni układ pomiaru energii elektrycznej znajduje się w tablicy licznikowej zlokalizowanej przy wejściu do budynku, przy rozdzielnic głównej RG.

7.1 Instalacja oświetleniowa

Zasilanie proj. instalacji w energię elektryczną

Proj. instalacje w budynku Szkoły zasilone będą z proj. rozdzielnic, które zostaną zasilone z istn. RG.

Rozdział energii

Dla potrzeb zasilenia proj. urządzeń i instalacji w części ogólnej Szkoły należy wybudować rozdzielnicę TO. Z rozdzielnic wyprowadzone zostaną linie obwodów oświetleniowych. Rozdzielnic zlokalizowane w miejscu wskazanym na rzutach instalacji. Podstawowe parametry rozdzielnic TO:

- wykonanie: natynkowe
- obudowa o stopniu ochrony min IP44 oraz II klasie ochronności
- podejście kablami zasilającymi od góry
- odejścia kablami rozdzielczymi do góry
- drzwi pełne, wyposażone w zamknięcie na klucz

Typ klucza uniwersalnego ustalić z Inwestorem (zaleca się zastosowanie klucza zunifikowanego z aktualnie użytkowanym przez służby techniczne), w rozdzielnicach należy pozostawić rezerwę eksploatacyjną. Rozdzielnic należy wyposażyć w tabliczki opisowe kabli i aktualny schemat zasilanej instalacji, a na zewnętrznej stronie umieścić tabliczkę z opisem oraz umieścić znak ostrzegawczy. Każde pole zasilające i odpływowe wyposażyć w tabliczkę opisową, na której należy umieścić nazwę oraz adresację odpływu. Tabliczki oznacznikowe na elewacje - grawerowane przytwierdzone do podłoża w sposób trwały. Do odbioru załączyć pełną dokumentację powykonawczą montażową zawierającą oznaczenia wszystkich obwodów.

Oświetlenie w części mieszkalnej zasilic z odpowiednich rozdzielnic zasilających dane lokale mieszkaniowe. W rozdzielnicach należy dobudować aparaturę rozdzielczą zgodnie ze schematem zasilania.

Instalacja oświetlenia podstawowego, awaryjnego

We wszystkich pomieszczeniach zaprojektowano system oświetleniowy spełniający wymagania Normy PN-EN 12464-1 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach:

- strefy komunikacyjne, korytarze, pomieszczenia gospodarcze, magazyn – 100lx
- hol wejściowy, szatnia, łazienki, toalety – 200lx
- sale lekcyjne, pokój nauczycielski, świetlica – 300lx
- biblioteka, kuchnia – 500lx

Typy opraw podano na rzutach instalacji. Sterowanie oświetleniem będzie się odbywało miejscowo, łącznikami indywidualnymi, zlokalizowanymi przy drzwiach wejściowych do poszczególnych pomieszczeń. Instalację oświetlenia należy wykonać przewodami YDYp3(4)x1,5mm²/750V, układanymi natynkowo w listwach elektroinstalacyjnych PCV. Dodatkowo dopuszcza się prowadzenie przewodów w inny, przewidziany w Normie PN-IEC 60364-5-52, sposób.

Zaprojektowano także instalację oświetlenia awaryjnego ewakuacyjnego spełniającą wymagania Normy PN-EN 1838 Zastosowania oświetlenia. Oświetlenie awaryjne. oraz PN-EN 50172 Systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego. W skład instalacji wchodzi oświetlenie dróg ewakuacyjnych i stref otwartych o następujących parametrach:

- min. natężenie oświetlenia wzdłuż środkowej linii drogi ewakuacyjnej – 1lx
- min. natężenie w strefie otwartej na niezabudowanym polu czynnym, z wyłączeniem pasa obwodowego o szer. 0,5m – 0,5lx
- czas pracy – 1h
- stosunek maksymalnego do minimalnego natężenia oświetlenia – nie większy niż 40:1

Zaprojektowano także oświetlenie w bliskim otoczeniu wyjść zewnętrznych w celu ułatwienia rozproszenia się w miejscu bezpiecznym. Tryb pracy opraw: awaryjny (na ciemno). Rozmieszczenie opraw oraz podświetlanych znaków bezpieczeństwa wg rzutów instalacji. Wszystkie oprawy wchodzące w skład instalacji awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego powinny spełniać wymagania Normy PN-EN 60598-2-22 oraz muszą posiadać świadectwa dopuszczenia CNBOP.

Ochrona przeciwporażeniowa

Całość proj. instalacji będzie pracowała w układzie TN-S. Ochronę przeciwporażeniową zaprojektowano w oparciu o wymagania normy PN-HD-60364-4-41. Ochrona przeciwporażeniowa podstawowa realizowana jest poprzez izolowanie części czynnych. Ochrona przy uszkodzeniu zapewniona będzie poprzez samoczynne wyłączenie zasilania oraz przez zastosowanie urządzeń w II klasie ochronności.

Uwaga: przed przekazaniem instalacji do eksploatacji należy uzyskać pozytywne wyniki pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej podstawowej i przy uszkodzeniu.

Uwagi końcowe

- całość prac wykonać zgodnie z PBUiE, BHP, PN i sztuką budowlaną
- przed przekazaniem do eksploatacji instalacji elektrycznej, należy wykonać pomiary rezystancji izolacji, skuteczności ochrony przed dotykiem bezpośrednim i przy uszkodzeniu, sporządzić protokoły zgodnie z PH-HD 60364-6. Sprawdzanie.
- wszystkie część projektu, tj. opisy, rysunki, legendy, przedmiary robót, specyfikacje należy rozpatrywać łącznie
- montaż instalacji elektrycznej skoordynować w wykonywaniem robót branży sanitarnej
- podejścia do końcowych urządzeń technologicznych wg DTR urządzeń, na podejściu pozostawiać zapasy
- po wykonanych pracach elektrycznych we wszystkich pomieszczeniach należy wykonać komplet prac budowlano montażowych – tj. naprawa istniejących okładzin ściennych, naprawa tynków po wykonanych pracach, dwukrotne malowanie powierzchni, jeśli to będzie konieczne itp.

7.2 Instalacja fotowoltaiczna

Podstawowe dane techniczne projektowanych urządzeń fotowoltaicznych

Podane typy i parametry urządzeń służą jedynie w celu przedstawienia przykładowego rozwiązania. Dopuszcza się zastosowanie urządzeń o nie gorszych parametrach pod warunkiem przeprowadzenia całego toku obliczeń technicznych

Panel fotowoltaiczny 260Wp – 20szt.:

- moc maksymalna - $P_{\max} = 260W$,
- napięcie obwodu otwartego – $V_{oc} = 38,18V$,
- prąd zwarcia – $I_{sc} = 9,09A$,
- napięcie przy mocy maksymalnej – $V_{mpp} = 30,78V$,
- prąd przy mocy maksymalnej – $I_{mpp} = 8,53A$,
- wydajność – 15,6%,
- max. napięcie systemu - 1000V DC,
- współczynnik temperaturowy, prądowy – $\alpha_T = +0,04\%/^{\circ}C$,
- współczynnik temperaturowy, napięciowy – $\beta_T = -0,33\%/^{\circ}C$,
- współczynnik temperaturowy, mocowy – $\gamma_T = -0,42\%/^{\circ}C$,
- stopień ochrony przeciwporażeniowej – IP65,
- wymiary (długość/szerokość) – 1670/1000 (mm),
- waga = 19kg

Inwerter fotowoltaiczny DC/AC 5kWp – 1szt.:

- moc maksymalna inwertera $P_{\max.inv} = 5250W$,
- maksymalne napięcie wejściowe DC – $U_{\max.inv} = 750V$,
- minimalne napięcie MPPT – $U_{mppt.min} = 125V$,
- maksymalne napięcie MPPT – $U_{mppt.max} = 750V$,
- nominalne napięcie pracy inwertera - $U_{nom} = 500V$,
- prąd maksymalny inwertera $I_{\max.inv} = 15,0A$,
- liczba niezależnych MPPT – 2,
- liczba przyłączy prądu stałego – 4,
- sprawność maksymalna – 97,0%,
- stopień ochrony przeciwporażeniowej – IP65,
- wymiary (wysokość/szerokość/głębokość) – 490/519/185 (mm),
- waga – 26kg

Panele fotowoltaiczne

Panele (ogniwa) fotowoltaiczne są to urządzenia elektryczne, w których przy wykorzystaniu zjawiska fotoelektrycznego zachodzi bezpośrednia przemiana promieniowania świetlnego w energię elektryczną. Przedmiotowa elektrownia będzie składać się z **20szt.** paneli fotowoltaicznych o mocy maksymalnej **260Wp** każdy.

Po stronie DC panele fotowoltaiczne łączyć kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odpornymi na promieniowanie UV. Końcówki kabli łączyć złączkami MC4. Połączenie to zapewnia wodoszczelność i odporność na promieniowanie UV. Na początku łańcucha paneli zastosować wkładki cylindryczne o charakterystyce gPV, które jednocześnie pełnią funkcję rozłącznika w elektrowni fotowoltaicznej. Wkładki należy montować na obu biegunach łańcucha.

Kategorycznie zabrania się stosowania modułowych wyłączników nadprądowych DC (prądy wsteczne) oraz wkładek topikowych o charakterystyce gR. Należy bezwzględnie zastosować wkładki cylindryczne/nożowe o charakterystyce gPV, przystosowane do pracy w systemach fotowoltaicznych! Dobór wkładek przedstawiono w obliczeniach technicznych.

Inwerter fotowoltaiczny DC/AC

Inwerter (falownik) jest to urządzenie elektroenergetyczne służące do przekształcania prądu stałego na prąd zmienny, sinusoidalny o częstotliwości sieciowej równej 50Hz. **W przypadku zaniku napięcia zasilania, inwerter automatycznie odłącza panele fotowoltaiczne od sieci, uniemożliwiając dostarczenie wyprodukowanej energii do sieci elektroenergetycznej (ochrona przed zasilaniem drugostronnym).** Inwerter przyłączyć do istniejącej rozdzielni głównej budynku, za zasilaniem podstawowym. Projektowana elektrownia składać się będzie z **1szt.** inwertera fotowoltaicznego DC/AC o mocy maksymalnej **5,2kWp**.

Kategorycznie zabrania się przyłączania falowników do dalszych części instalacji elektrycznej (tj. gniazdek elektrycznych, wyłączników różnicowoprądowych lub innych obwodów w rozdzielni budynku).

Konstrukcja wsporcza

System konstrukcji wsporczej umożliwia zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu. Zapewnia on stabilne mocowanie paneli poprzez profil nośny oraz system śrub dwugwintowych. Konstrukcja wsporcza powinna być wykonana z profili ze stopu aluminium z wykorzystaniem elementów złącznych ze stali nierdzewnej. Na połaci dachowej zlokalizować krokwie. Zostanie na nich zamocowana konstrukcja wsporcza paneli fotowoltaicznych. W wyznaczonych w ten sposób miejscach będą przykręcane śruby mocujące z gwintem podwójnym. Przy pomocy śrub, podkładek i nakrętek należy zmontować wszystkie uchwyty oraz profile nośne. Następnie zakładamy kolejne panele fotowoltaiczne i skręcamy je klemami środkowymi i końcowymi. Pokrycie dachu powinno być odizolowane od konstrukcji wsporczej za pomocą przekładek izolujących odpornych na działanie czynników atmosferycznych. Obliczenia wytrzymałości dachu zgodnie z projektem konstrukcyjno-budowlanym.

Trasy kablowe

Projektowane przewody wewnątrz budynku należy układać na trasach kablowych wykonanych z listew elektroinstalacyjnych. Szerokość listew dobrana do ilości prowadzonych instalacji z zachowaniem min. 30% rezerwy w trasie. Trasy należy budować z prefabrykowanych odcinków. Do połączeń stosować fabryczny osprzęt połączeniowy, tj. kolana, trójniki, łuki, itp. Do mocowania tras należy stosować fabryczne wsporniki (ścienne i sufitowe), dobrane do miejsca montażu. Trasy należy budować w sposób umożliwiający „wkładanie” kabli, bez konieczności ich „przeciągania” (unikanie zamkniętych połączeń). Przewody w szachcie wentylacyjnym powiązać obwodami i opisać.

Tablice elektryczne

W celu dostarczenia energii elektrycznej z instalowanych urządzeń rozbudować istniejącą tablicę główną budynku o rozłącznik. Całość zgodnie ze schematem zasilania (rysunek E-05).

Instalacja przeciwprzepięciowa i połączeń wyrównawczych

Aby uchronić projektowaną elektrownię fotowoltaiczną przed przepięciami łączeniowymi oraz pochodzącymi, od wyładowań atmosferycznych bezpośrednich i pośrednich, należy zainstalować ochronniki przepięć typu 1 DC w skrzynce przyłączeniowej DC, typu 1 AC w złączu pomiarowym oraz typu 2 AC w tablicy głównej budynku.

Kategorycznie zabrania się stosowania ochronników przepięć AC po stronie DC. Bezwzględnie należy zastosować ochronniki przepięć dedykowane do elektrowni fotowoltaicznych, zbudowane z wykorzystaniem iskierników gazowych o bardzo wysokiej rezystancji (ok. 10GΩ).

Dobór ochronników przepięć przedstawiono w obliczeniach technicznych.

Ochrona przeciwporażeniowa

Ochronę przeciwporażeniową w sieci elektrycznej zapewnić w oparciu o wymagania normy PN-HD-60364-4-41 dla istniejącego układu sieciowego (układ sieci – TN-S). Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem bezpośrednim realizowana jest poprzez zadziałanie wyłącznika różnicowoprądowego. Ochrona

przy uszkodzeniu zapewniona będzie przez samoczynne wyłączenie zasilania, zastosowanie urządzeń w II klasie ochronności oraz uziemione połączenia wyrównawcze

Umieszczenie systemu fotowoltaicznego na dachu na wysokości większej niż 2,5m zapewnia ograniczenie dostępu do części czynnych systemu. W przypadku gdy dostęp na dach budynku mają osoby nieupoważnione, należy wykonać dodatkowe osłony wokół systemu, lub ograniczyć dostęp na dach. Inwerter (I klasa izolacji), zamontować w pomieszczeniu o ograniczonym dostępie lub w dodatkowej obudowie zamykanej na klucz (umożliwiającej cyrkulację powietrza i prawidłowe chłodzenie). Przewody w budynku prowadzić pod tynkiem lub w przeznaczonych do tego trasach kablowych, korytach itp. Stosować tabliczki ostrzegawcze.

Przed przekazaniem elektrowni do eksploatacji bezwzględnie uzyskać pozytywne wyniki pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej przed dotykem bezpośrednim i przy uszkodzeniu.

Wszystkie skrzynki połączeniowej elektrowni fotowoltaicznej powinny mieć tabliczkę ostrzegawczą informacją, że części czynne wewnątrz skrzynek mogą być wciąż pod napięciem, mimo odłączenia od falowników PV.

Uwagi końcowe

Ze względu na wartość pieniężną elektrowni fotowoltaicznej fotowoltaicznej budynek powinien być ubezpieczony od skutków pożaru i innych zdarzeń losowych w tym następstw wyładowań atmosferycznych.

8. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia – Informacja

Branża:	instalacje elektryczne
Temat:	<u>TOM 3</u> – Termomodernizacja obiektów użyteczności publicznej: Szkoła Podstawowa w Kaliskach, Szkoła Podstawowa w Kanibrodzie, Zespół Szkół w Kłóbce <u>Zespół Szkół w Kłóbce</u> <u>Kłóbka 9, 87-840 Lubień Kujawski</u>
Kategoria obiektu:	IX – budynku kultury, nauki i oświaty
Województwo:	Kujawsko-Pomorskie
Gmina:	Lubień Kujawski
Powiat:	Włocławski

Projektant - branża elektryczna:	mgr inż. Zbigniew Andrzejuk upr. bud. nr 438/Lb/77, 2012/Lb/92 i 2013/Lb/92	
Sprawdzający - branża Elektryczna	mgr inż. Krzysztof Góra upr. bud. nr LUB/0005/PWOE/09	
Data opracowania:	grudzień 2016	

8.1 Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów

Zakres robót i kolejność realizacji obiektów:

- rozdzielnice elektryczne
- elementy instalacji fotowoltaicznej
- przewody zasilające
- instalacje elektryczne oświetleniowe

Kolejność realizacji:

- układanie przewodów i kabli
- montaż rozdzielnic elektrycznych
- montaż elementów instalacji fotowoltaicznej
- montaż osprzętu elektroinstalacyjnego
- montaż opraw oświetleniowych
- pomiary powykonawcze
- zgłoszenie prac do odbioru przez Inwestora

Należy dokonać odbioru przed zakryciem wszystkich robót ulegających zakryciu.

8.2 Wykaz istniejących obiektów budowlanych

Na trasie budowy instalacji elektrycznej wewnętrznej n.n. 0,4kV występują urządzenia:

- istniejące przyłącze elektroenergetyczne nN 0,4kV
- branżowe wewnętrzne instalacje budynku
- istniejące uzbrojenie podziemne (sieci wodociągowe, kanalizacyjne, gazowe, telefoniczne, elektroenergetyczne itp.)

8.3 Wskazanie elementów zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

- droga publiczna
- zewnętrzne uzbrojenie podziemne (sieci wodociągowe, kanalizacyjne, gazowe, telefoniczne, elektroenergetyczne, itp.)
- istniejąca infrastruktura techniczna w obiekcie
- przyłącze elektroenergetyczne, czynne instalacje elektryczne

8.4 Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

W trakcie wykonywania prac ziemnych należy zwrócić szczególną ostrożność na uzbrojenie podziemne. Wykopy na całej długości należy oznakować taśmą ostrzegawczą, a w miejscach przejść dla pieszych stosować kładki z poręczami i wygradzenia. Dodatkowo w trakcie wykonywania robót istnieje zagrożenie:

- stłuczeniem;
- skaleczeniem;
- porażeniem prądem elektrycznym;
- poparzeniem;
- upadkiem z wysokości;
- wypadkiem komunikacyjnym;

Czynności przewidywane w trakcie budowy należy sklasyfikować względem ryzyka i zastosować przewidziane odpowiednimi przepisami zabezpieczenia.

Miejsca skrzyżowań z istniejącymi urządzeniami podziemnymi należy rozkopać ręcznie. Wykopy na całej długości oznakować taśmą ostrzegawczą.

Wszystkie prace montażowe na wysokości wykonywać przy zastosowaniu środków ochrony osobistej (kask, szelki bezpieczeństwa, itp.) oraz tylko wtedy, gdy zapewniona jest stabilność podłoża.

8.5 Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniającym bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń

Przed przystąpieniem do realizacji robót należy zapoznać pracowników z zakresem stanowiskowym prac, wskazać miejsca występowania zagrożeń oraz dokonać szkolenia w zakresie BHP na stanowisku pracy i potwierdzić na piśmie przeprowadzenia szkolenia.

Pracownicy zatrudnieni przy montażu powinni:

- posiadać aktualne badania lekarskie;
- posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne kategorii E, D (w zależności od rodzaju wykonywanych prac);
- posiadać potwierdzenie szkolenia okresowego BHP i stanowiskowe

8.6 Przepisy związane

Prace przy czynnych urządzeniach energetycznych wykonywać po ich odłączeniu z pod napięcia i uziemieniu części przewodzących oraz po zgłoszeniu w zakładowej Dyspozycji Ruchu u Zarządcy Sieci Elektroenergetycznej i dopuszczeniu wykonawcy do prac zgodnie z obowiązującymi procedurami.

Roboty montażowe muszą być wykonywane zgodnie z zasadami ustalonymi w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, opublikowanych w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz.U. 1999 Nr 80 poz. 912). W szczególności należy zwrócić uwagę na:

- poprawne przygotowanie, zabezpieczenie i oznakowanie miejsca pracy;
- wyłączenie urządzeń, przy których będą wykonywane prace;
- uniemożliwienie dokonania zmian środków ochrony i zabezpieczeń przez osoby nieupoważnione;
- wykonywanie prac przez co najmniej dwie osoby;
- zastosowanie narzędzi i sprzętu ochronnego, posiadających aktualne świadectwa i oznaczenia prób okresowych w zakresie określonym w polskich normach i dokumentacji producenta;
- sprawdzenie stanu technicznego narzędzi pracy i sprzętu ochronnego bezpośrednio przed jego użyciem;
- sprawdzenie poprawności wykonania przerw izolacyjnych w obwodach wyłączanych spod napięcia;
- zastosowanie zabezpieczeń przed przypadkowym załączeniem napięcia;
- sprawdzenie braku napięcia w wyłączonym obwodzie;
- uziemienie wyłączanego obwodu.

Prace powinny być wykonane na podstawie polecenia pisemnego. Polecenie powinno zawierać:

- zakres, rodzaj, miejsce i termin wykonania prac;
- środki i warunki bezpiecznego wykonania prac;
- liczbę pracowników skierowanych do pracy;
- dane osobowe (wraz ze stanowiskiem służbowym) pracowników odpowiedzialnych za organizację i wykonanie pracy, pełniących funkcje: koordynującego, dopuszczającego, kierownika robót;
- planowane przerwy w pracy.

Prace rozruchowe i próby techniczne urządzeń i instalacji powinny być prowadzone z wymaganiami polskich norm, obowiązujących przepisów, instrukcji eksploatacji oraz wytycznych Inwestora.

Wszelkie prace budowlano-montażowe należy wykonywać z uwzględnieniem wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy zawartych m.in. w:

- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 28.05.1996r. w sprawie rodzajów prac wymagających szczególnej sprawności psychofizycznej. Dz.U.96.62.287
 - Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26.09.1997r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. Dz.U.03.169.1650
 - Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. Dz.U.99.80.912
 - Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 14 marca 2000r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy ręcznych pracach transportowych. Dz.U.00.26.313
 - Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 27.04.2000 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach spawalniczych. Dz.U.00.40.470
-

- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 20.09.2001r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas eksploatacji maszyn i innych urządzeń technicznych do robót ziemnych, budowlanych i drogowych. Dz.U.01.118.1263
 - Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30.10.2002r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy. Dz.U.02.191.1596
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6.02.2003r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych. Dz.U.03.47.401
 - Instrukcje stanowiskowe BHP, DTR maszyn i urządzeń.
-

9. Obliczenia techniczne

9.1 Instalacja oświetleniowa

Bilans elektroenergetyczny budynku

Bilans elektroenergetyczny obiektu obliczono metodą współczynnika jednoczesności. Moce zainstalowane przyjęto na podstawie obliczeń oraz wytycznych branżowych. Zestawienie mocy zainstalowanych i szczytowych znajdują się na schemacie zasilania obiektu.

Obliczenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej

Obliczenia dokonano w oparciu o Normę PN-HD 60364-4-41 „Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa.

Ochrona przeciwporażeniowa.”

Warunek samoczynnego wyłączenia zasilania w układzie TN:

$$I_{K1f} \geq I_a$$

I_a – prąd wyłączenia urządzenia zabezpieczającego w czasie 0,2s (wg danych katalogowych producenta)

Obwód TO 3-faz (B/16A): $I_a = 80A \Rightarrow Z_{sdop} = \frac{230V}{80A} = 2,87\Omega$

Obwód ośw.: $I_a = 50A \Rightarrow Z_{sdop} = \frac{230V}{50A} = 4,6\Omega$

Warunek samoczynnego wyłączenia zasilania spełniony zostanie przy wartości impedancji pętli zwarcia nie większej od wartości podanych powyżej.

Dobór przewodów i kabli

Obliczenia dokonano w oparciu o Normy:

- PN-IEC 60364-5-523:2001 „Obciążalność prądowa długotrwała przewodów”
- PN-IEC 60364-4-43:1999 „Ochrona przed prądem przetężeniowym”
- PN-IEC 60364-5-52:2002 „Oprzewodowanie”

Obciążalności długotrwałe podane w tabeli skorygowane o współczynniki zmniejszające obciążalność prądową w zależności od miejsca pracy

Obwód	Zabezp.	U_N [V]	Typ kabla	Ułożenie	Dł. [m]	$I_z > I_N > I_B$	$1,45I_z > I_2$	$\Delta U\%$
TG – TO	B/16A/3P	400V	YDY 5x4mm ²	B2	5	21>16>7	31>23	0,06
Oświetlenie	B/10A/1P	230V	YDY 3x1,5mm ²	B2	40	16>10>4	23>15	1,52

Spadek napięcia: $\Delta U = 0,06\% + 1,52\% = 1,58\%$

$\Delta U < 4\%$ - warunek spełniony wg PN-IEC 60364-5-52

Obliczenia natężenia oświetlenia

Obliczenia natężenia oświetlenia wykonano w programie DIALux z wykorzystaniem bazy danych dostarczonej przez firmę oświetleniową. W przypadku zastosowania innych opraw należy powtórzyć obliczenia z wykorzystaniem innych danych fotometrycznych.

Wyniki symulacji komputerowej przedstawiono w załączniku.

9.2 Instalacja fotowoltaiczna

Dobór ilości paneli fotowoltaicznych

$$L_{\max} = \begin{cases} \frac{U_{\max.\text{inv}}}{V_{\text{oc}(-25^{\circ}\text{C})}} \cong 16 \\ \frac{U_{\max.\text{inv}}}{V_{\text{oc}(-10^{\circ}\text{C})}} \cong 17 \\ \frac{U_{\text{mppt.max}}}{V_{\text{mpp}(-15^{\circ}\text{C})}} \cong 21 \end{cases},$$

gdzie:

- $U_{\max.\text{inv}}$ – napięcie maksymalne inwertera,
- $U_{\text{mppt.max}}$ – napięcie maksymalne dla każdego MPPT inwertera,
- $V_{\text{oc}(T_m)} = V_{\text{oc}} \times \left[1 + (T_m - 25) \times \frac{\beta_T}{100} \right]$ – napięcie jałowe panelu fotowoltaicznego w temperaturze T_m ,
- V_{oc} – napięcie pojedynczego panelu fotowoltaicznego,
- β_T – współczynnik temperaturowy napięciowy panelu fotowoltaicznego.

Maksymalna dopuszczalna ilość paneli fotowoltaicznych w 1 łańcuchu wynosi 16.

$$L_{\min} = \frac{U_{\text{mppt.min}}}{V_{\text{mpp}(70^{\circ}\text{C})}} \cong 5$$

Minimalna dopuszczalna ilość paneli fotowoltaicznych w 1 łańcuchu wynosi 5.

$$L_{\text{obw}} = \frac{I_{\max.\text{inv}}}{I_{\text{sc}(70^{\circ}\text{C})}} \cong 2$$

- $I_{\max.\text{inv}}$ – maksymalne natężenie prądu inwertera przypadające na jedno MPPT.

Zgodnie z powyższym całość paneli dzielić na 2 MPPT (1 łańcuch na MPPT).

Dobór zabezpieczeń

Zabezpieczenia łańcuchów paneli fotowoltaicznych

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$1,4 \times I_{\text{sc}} \leq I_n \leq 0,9 \times I_{\text{rew.}} \approx 2,4 \times I_{\text{sc}}$$

gdzie:

- I_{sc} – znamionowy prąd zwarcia panelu fotowoltaicznego w warunkach STC,
- $I_{\text{rew.}}$ – maksymalny dopuszczalny prąd wsteczny (rewersyjny) panelu fotowoltaicznego,
- I_n – prąd znamionowy bezpiecznika.

Zgodnie z powyższym:

$$12,726\text{A} \leq I_n \leq 21,816\text{A}$$

Napięcie znamionowe zabezpieczenia:

$$U_n \geq 1,2 \times V_{\text{oc}} \times L_m$$

gdzie:

- V_{oc} – napięcie pojedynczego panelu fotowoltaicznego,
- L_m – liczba paneli fotowoltaicznych w łańcuchu.

Zgodnie z powyższym:

$$U_n \geq 458,16\text{V}$$

Dobieram wkładkę bezpiecznikową cylindryczną o prądzie znamionowym 16A, napięciu znamionowym 500V i charakterystyce gPV.

Zabezpieczenia w rozdzielnicach głównej nN 0,4kV

Spodziewany prąd obciążenia:

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos\varphi}$$

gdzie:

- I_B – spodziewany prąd obciążenia,
- P_n – moc czynna produkowana przez elektrownię fotowoltaiczną,
- U_n – napięcie znamionowe.

Zgodnie z powyższym:

$$I_B = 8,15A$$

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$I_n \geq 1,25 \times I_B$$

Gdzie:

- I_n – prąd znamionowy zabezpieczenia,
- I_B – spodziewany prąd obciążenia,

Zgodnie z powyższym dobieram wyłącznik nadprądowy o prądzie znamionowym 16A (4P) i charakterystyce B.

Dobór przewodów

Relacja inwerter – rozdzielnica główna nN 0,4kV

Minimalna wymagana długotrwała obciążalność prądowa przewodu:

$$I_z \geq \frac{k_2 \times I_n}{1,45}$$

gdzie:

- I_z – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii,
- k_2 – współczynnik prądu zadziałania zabezpieczenia,
- I_n – prąd znamionowy zabezpieczenia

Zgodnie z powyższym dobieram przewód YDYp5x4.

Spadek napięcia

Minimalny wymagany przekrój przewodu DC (warunek najostrzejszy – elektrownia typu G2, łańcuch długości 50m, 10 paneli w szeregu):

$$A = \frac{l \times P}{1\% \times U_n^2 \times \gamma}$$

gdzie:

- A – minimalny przekrój obliczeniowy żyły przewodu DC,
- l – długość łańcucha ogniw fotowoltaicznych,
- P – moc przenoszona przez łańcuch ogniw fotowoltaicznych,
- U – napięcie układu,
- γ – przewodność materiału żyły roboczej.

Zgodnie z powyższym:

$$A = 3,28\text{mm}^2$$

Dobieram przewód PVI-4mm² lub większy.

Dobór ochronników przepięć

$$U_c > 1,2 \times U_{oc} \times L$$

gdzie:

- U_c – minimalne napięcie pracy ochronnika przepięć,
- U_{oc} – napięcie obwodu otwartego pojedynczego modułu fotowoltaicznego,
- L – liczba modułów fotowoltaicznych w łańcuchu.

Zgodnie z powyższym:

$$U_n \geq 458,16V$$

Zgodnie z powyższym dobieram ochronnik przepięć o napięciu znamionowym równym 500V (typ 1+2).

10. Zestawienie materiałów

Lp	Wyszczególnienie	Oznaczenie / typ	Jedn.	Ilość	Uwagi
Instalacja oświetleniowa					
1.	Rozdzielnica elektryczna	TO	kpl.	1	Wypożyczona wg PW
2.	Wyłącznik nadprądowy	B/16/3P	szt.	1	Dobudowa w RG
3.	Przewód elektroenergetyczny	YDYp 3x1,5mm ² /750V	m	1040	
4.	Przewód elektroenergetyczny	YDYp 4x1,5mm ² /750V	m	130	
5.	Przewód elektroenergetyczny	YDYp 5x4,0mm ² /750V	m	5	
6.	Elementy drobne montażowe	Końcówki, opaski, itp.	kpl.	1	
7.	Listwa PCV n/t	60x40	m	100	
8.	Listwa PCV n/t	20x15	m	750	
9.	Osprzęt PCV do listew	Kąty, trójniki, zakończenia	kpl.	1	
10.	Puszka łączeniowa z zaciskami	P2	szt.	90	
11.	Oprawa oświetleniowa	R1	szt.	28	
12.	Oprawa oświetleniowa	R2	szt.	58	
13.	Oprawa oświetleniowa	R3	szt.	23	
14.	Oprawa oświetleniowa	R4	szt.	4	
15.	Oprawa oświetleniowa	X1	szt.	14	
16.	Oprawa oświetleniowa	L1	szt.	5	
17.	Oprawa oświetleniowa	N1	szt.	4	
18.	Oprawa oświetleniowa	N2	szt.	14	
19.	Oprawa oświetleniowa	N3	szt.	6	
20.	Oprawa oświetleniowa	N4	szt.	3	
21.	Oprawa oświetleniowa	AW3	szt.	14	
22.	Oprawa oświetleniowa	AW4	szt.	2	
23.	Oprawa oświetleniowa	AW5	szt.	10	
24.	Oprawa oświetleniowa	EW1	szt.	6	
25.	Oprawa oświetleniowa	EW2	szt.	6	
26.	Oprawa oświetleniowa	EW3	szt.	4	
27.	Łącznik elektroinstalacyjny	Pojedynczy n/t	szt.	21	
28.	Łącznik elektroinstalacyjny IP44	Pojedynczy n/t	szt.	14	
29.	Łącznik elektroinstalacyjny	Świecznikowy n/t	szt.	15	
30.	Łącznik elektroinstalacyjny IP44	Świecznikowy n/t	szt.	4	
31.	Łącznik elektroinstalacyjny	Schodowy n/t	szt.	16	
32.	Łącznik elektroinstalacyjny	Krzyżowy n/t	szt.	4	
Instalacja fotowoltaiczna					
33.	Panel fotowoltaiczny	260Wp	szt.	20	
34.	Inwerter fotowoltaiczny DC/AC	DC/AC 5kWp	szt.	1	
35.	Skrzynka DC		szt.	1	
36.	Skrzynka AC		szt.	1	
37.	Wkładka bezpiecznikowa	16A gPV 10x38mm	szt.	4	
38.	Podstawa rozłączalna do wkładek	10x38 (podwójna)	szt.	2	
39.	Ochronnik przepięć DC	typ 1+2 500V	szt.	2	
40.	Ochronnik przepięć AC	typ 1+2	szt.	1	
41.	Wyłącznik nadprądowy	B16A/4	szt.	1	
42.	Rozłącznik	40A/4	szt.	1	
43.	Przewód elektroenergetyczny	YDYp5x4mm ²	mb	10	
44.	Przewód solarny	PVI-4mm ²	mb	100	

45.	Złączka	MC4	szt.	wg. potrzeb	
46.	Przewód komunikacyjny UTP	min. kat. 5e	mb	wg. potrzeb	
47.	Przewód elektroenergetyczny	LgY6mm ²	mb	100	
48.	Peszel		mb	100	
49.	Elementy montażowe		kpl	1	

Uwagi:

Po wykonanych pracach elektrycznych we wszystkich pomieszczeniach należy wykonać komplet prac budowlano montażowych – tj. naprawa istniejących okładzin ściennych, naprawa tynków po wykonanych pracach, dwukrotne malowanie powierzchni, jeśli to będzie konieczne itp.

11. Część graficzna

12. Przedmiar robót