

NR ZADANIA:		EGZ. NR	
ZADANIE:  <b>WYPOSAŻENIE W ALTERNATYWNE ŹRÓDŁA ZASILANIA SZKOŁY PODSTAWOWEJ NR 388 PRZY UL. DEOTYMY 25/33</b>			
STADIUM:  <b>PROJEKT WYKONAWCZY</b>			
BRANŻA  <b>ELEKTRYCZNA TOM B KOMPENSACJA MOCY BIERNEJ</b>			
INWESTOR:  <b>Szkoła Podstawowa nr 388 im. Jana Pawła II ul. Deotymy 25/33 01-407 Warszawa</b>			
ADRES INWESTYCJI:  <b>ul. Deotymy 25/33 01-407 Warszawa</b>			
Branża	Tytuł, imię, nazwisko	Nr uprawnień/specjalność	Podpis
elektryczna	PROJEKTOWAŁ mgr inż. Adrian Łątkowski	LUB/0085/POOE/12 spec. instal. w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych	

LUBLIN 07.2023 r.

## ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

1	CZĘŚĆ OGÓLNA.....	4
1.1	INWESTOR .....	4
1.2	UŻYTKOWNIK.....	4
1.3	CEL PRZEDSIĘWZIĘCIA.....	4
1.4	PODSTAWA OPRACOWANIA DOKUMENTACJI .....	4
1.5	ZAKRES RZECZOWY OPRACOWANIA .....	4
1.6	WYKAZ DOKUMENTÓW NORMATYWNYCH I PRAWNYCH, KTÓRE UWZGLĘDNIONO W OPRACOWANIU.....	5
1.7	OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA.....	7
2.	OPIS TECHNICZNY .....	11
2.1	STAN ISTNIEJĄCY .....	11
2.2	STAN PROJEKTOWANY .....	12
2.2.1.	Urządzenie do redukowania zakłóceń .....	12
2.3	ZAKRES PRAC DO WYKONANIA.....	13
2.3.1	Ochrona przed porażeniem elektrycznym .....	13
2.4.	STEROWANIE UKŁADEM KOMPENSACJI MOCY BIERNEJ .....	14
2.5	WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE WYKONANIA PRAC BUDOWLANYCH .....	14
2.5.1	Kompensator Aktywny .....	14
2.5.2	Kable i przewody niskiego napięcia oraz trasy kablowe.....	15
2.5.3	Wymagania techniczne .....	16
2.6	WYMAGANIA DOTYCZĄCE MATERIAŁÓW I WYPOSAŻENIA .....	16
2.6.1	Zestawienie materiałów dostarczanych przez Wykonawcę .....	16
2.6.2	Wymagania dotyczące stosowanych materiałów i realizacji robót .....	17
2.7	WYTYCZNE DLA WYKONAWCY DO REALIZACJI ROBÓT .....	17
2.7.1	Informacje ogólne .....	17
2.7.2	Próby odbiorowe .....	18
2.7.3	Pomiary .....	18
2.7.4	Sprawdzenie skuteczności działania zainstalowanych urządzeń .....	19
3.	PODSTAWOWE OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE .....	19
3.1	DOBÓR AKTYWNEGO KOMPENSATORA .....	19
3.2	Obliczenia zabezpieczenia zwarciovego .....	19
3.3	Dobór przekroju przewodów zasilających kompensator aktywny.....	20

I Warunek.....	20
II Warunek .....	21
3.4 Sprawdzenie spadków napięcia.....	21
3.4.1 Zasilanie Główne Rozdzielni RGB .....	21
4. ZESTAWIENIE PODSTAWOWYCH MATERIAŁÓW.....	22
5. UWAGI KOŃCOWE.....	22
6. ZAŁĄCZNIKI.....	23
7. SPIS RYSUNKÓW.....	23

# **1 CZEŚĆ OGÓLNA**

## **1.1 INWESTOR**

SZKOŁA PODSTAWOWA nr 388 im. Jana Pawła II

ul. Deotymy 25/33

01 – 407 Warszawa

## **1.2 UŻYTKOWNIK**

SZKOŁA PODSTAWOWA nr 388 im. Jana Pawła II

ul. Deotymy 25/33

01 – 407 Warszawa

## **1.3 CEL PRZEDSIĘWZIĘCIA**

Celem przedsięwzięcia jest przebudowa systemu zasilania w zakresie obniżenia mocy biernej, w pomieszczeniu istniejącej rozdzielni elektrycznej znajdującej się Sali Gimnastycznej należącej do szkoły, mająca na celu redukcję opłat z tytułu poboru energii biernej pojemnościowej.

## **1.4 PODSTAWA OPRACOWANIA DOKUMENTACJI**

Podstawę opracowania dokumentacji stanowi:

- a) Nr umowy S388/WO/OZE/2023
- b) Wizja lokalna na obiekcie w dniu 23.05.2023;
- c) Krzywe obciążeń;
- d) Uzgodnienia z Użytkownikiem i Inwestorem;
- e) Obowiązujące normy i przepisy;
- f) Faktury za energię elektryczną.

## **1.5 ZAKRES RZECZOWY OPRACOWANIA**

Zakres niniejszego opracowania obejmuje:

- a) opis instalacji elektroenergetycznych;
- b) dobór instalacji układu kompensacji mocy biernej;
- c) obliczenia techniczne;

## **1.6 WYKAZ DOKUMENTÓW NORMATYWNYCH I PRAWNYCH, KTÓRE UWZGLĘDNIONO W OPRACOWANIU**

### Ustawy

- a) Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. z późniejszymi zmianami - Prawo budowlane z późniejszymi zmianami;
- b) Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. Nr 92, poz.881 z dnia 30 kwietnia 2004 r.) wraz z aktualnie obowiązującymi rozporządzeniami.
- c) Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne (Dz. U. z 2006 r. Nr 89, poz. 625, Nr 104, poz. 708, Nr 158, poz. 1123 i Nr 170, poz. 1217 oraz z 2007 r. Nr 21, poz. 124, Nr 52, poz. 343, Nr 115, poz. 790 i Nr 130, poz. 905, z 2008 r. Nr 180, poz. 1112 i Nr 227, poz. 1505, z 2009 r. Nr 3, poz. 11, Nr 69, poz. 586, Nr 165, poz. 1316, Nr 215, poz. 1664 oraz z 2010 r. Nr 21, poz.104 i Nr 81, poz. 530)

### Rozporządzenia

- a) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno - użytkowego (Dz. U. 04.202.2072);
- b) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz.U.02.75.690 z późniejszymi zmianami);

## Normy

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>PN-HD 60364-4-41:2009</b>   | - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przeciwporażeniowa.                   |
| <b>PN-IEC 60364-5-523:2001</b> | - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Obciążalność prądowa długotrwała przewodów. |
| <b>PN-HD 60364-6:2008</b>      | - Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 6. Sprawdzanie.   |
| <b>PN-IEC 60364-4-43:1999</b>  | - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym             |
| <b>PN-IEC 60364-5-53:2000</b>  | - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Aparatura rozdzielcza i sterownicza         |
| <b>PN-IEC 60364-5-534:2003</b> | - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Urządzenia do ochrony przed przepięciami    |
| <b>PN-EN 61921:2005</b>        | - Kondensatory energetyczne - Baterie kondensatorów niskiego napięcia do poprawy współczynnika mocy                                       |
| <b>PN-EN ISO 11091:2001</b>    | - Rysunek budowlany -- Projekty zagospodarowania terenu   |
| <b>PN-B-01027:2002</b>         | - Rysunek budowlany -- Oznaczenia graficzne stosowane w projektach zagospodarowania działki lub terenu                                    |

## **1.7 OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA**

Na podstawie art. 20 ust.4 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. – *Prawo budowlane*  
(Dz.U z 2006 roku, nr. 133, poz. 935)

**OŚWIADCZAM**, że projekt techniczny i wykonawczy dotyczący:

**Dokumentacji projektowo-wykonawczej doboru i montażu urządzeń do  
kompensacji mocy biernej w rozdzielni głównej niskiego napięcia  
w Budynku Sali Gimnastycznej należącym do Szkoły Podstawowej nr 388  
w Warszawie przy ul. Deotymy 25/33**

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

---

PROJEKTOWAŁ:

branża elektryczna



Lublin, dnia 5 czerwca 2012 r.

LOIIB.OKK.7131 / 111 / 12

## DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów / Dz. U. z 2001 r. Nr 5, poz. 42, z późn. zm./, art. 13 ust. 1 pkt. 1, art. 14 ust. 1 pkt. 5 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane / tekst jednolity: Dz. U. z 2010 r. Nr 243, poz. 1623 /, oraz § 11 ust. 1 pkt. 1, § 16 i § 24 ust. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie / Dz. U. z 2006 r. Nr 83, poz. 578 / i art. 104 § 1 Kodeksu postępowania administracyjnego / Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071 z późn. zm. /

stwierdzamy, że

**Pan Adrian Grzegorz ŁĄTKOWSKI**

magister inżynier

urodzony dnia 30 sierpnia 1980 r. w Tarnobrzegu

otrzymał

## UPRAWNIENIA BUDOWLANE

**Nr ewidencyjny : LUB/0085/POOE/12**

*do projektowania bez ograniczeń  
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń  
elektrycznych i elektroenergetycznych*

## UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości zadania strony, na podstawie art. 107 § 4 Kodeksu postępowania administracyjnego / Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071 z późn. zm. / odstępuje się od uzasadnienia decyzji.

**Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.**

## POUCZENIE

1. Zgodnie z art. 12 ust. 7 w/w ustawy – Prawo budowlane – podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis do centralnego rejestru Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego.
2. Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Lublinie w terminie 14 dnia od daty jej doręczenia.

**Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej**

Członek

mgr inż. Maria Kosler

Otrzymują:

1. Pan Adrian Łątkowski  
ul. Narutowicza 43A/4,  
20-016 Lublin
2. Główny Inspektor  
Nadzoru Budowlanego
3. a/a

Członek

inż. Edward Woźniak

Przewodniczący

dr inż. Bolesław Horyński





- 2 -

**Szczegółowy zakres uprawnień  
do projektowania bez ograniczeń  
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń  
elektrycznych i elektroenergetycznych**

**Pan Adrian Grzegorz ŁĄTKOWSKI**

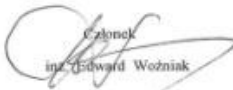
- I. Na mocy art. 12 ust.1 pkt.1 i 5 oraz art. 13 ust. 4 ustawy - Prawo budowlane, w zakresie objętym w/w specjalnością, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:
- projektowania, sprawdzania projektów budowlanych w specjalności objętej niniejszymi uprawnieniami i sprawowanie nadzoru autorskiego,
  - sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych z zastrzeżeniem art. 62 ust. 5 ustawy.
- bez ograniczeń
- II. Na mocy § 15 i § 24 ust. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie / Dz. U. Nr 83, poz. 578 /, niniejsze uprawnienia uprawniają do:
- sporządzania projektów zagospodarowania działki lub terenu w zakresie tej specjalności,
  - projektowania obiektu budowlanego, takiego jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne wraz z urządzeniami do zasilania i sterowania.

**Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej**

Członek  
mgr inż. Maria Kosler



Członek  
inż. Edward Woźniak



Przewodniczący  
dr inż. Bogusław Horyński





### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

LUB-H3V-ZWJ-CX7 \*

Pan Adrian Grzegorz Łątkowski o numerze ewidencyjnym LUB/IE/0096/11  
adres zamieszkania [REDACTED]  
jest członkiem Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-04-01 do 2024-03-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-02-13 11:06:12 roku przez:

Joanna Gieroba, Przewodniczący Rady Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 781 K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go  
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

\* 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.



## 2. OPIS TECHNICZNY

### 2.1 STAN ISTNIEJĄCY

Budynek Sali Gimnastycznej, zasilony został z rozdzielni głównej budynku szkoły. Rozdzielnia ta znajduje się po prawej stronie na korytarzu przy wejściu głównym do budynku szkoły. W tym miejscu został zainstalowany licznik energii elektrycznej z pomiarem bezpośrednim należący do Zakładu Energetycznego. Za licznikiem znajduje się wyłącznik główny o prądzie znamionowym 125A. Przewody zasilające są prowadzone bezpośrednio z tego wyłącznika do rozdzielni głównej w budynku Sali Gimnastycznej.

Rozdzielnica niskiego napięcia 0,4kV TG-B zlokalizowana w budynku sali gimnastycznej, na parterze przy korytarzu głównym. Rozdzielnica posiada budowę natynkową. Obok rozdzielnic TG-B jest zainstalowana rozdzielnica TO-Z. Rysunki rozdzielni zamieszczono w dalszej części opracowania. Obydwie rozdzielnice są zasilone z przyłącza głównego i nie posiadają rezerwowanego źródła zasilania.

W tym miejscu nie ma zainstalowanego żadnego układu do kompensowania mocy biernej.

W dniach od 23.05.2023 do 02.06.2023 zostały przeprowadzone pomiary zewnętrznym analizatorem serii MYeBOX produkcji Circutor. Dane z analizatora zostały użyte w niniejszym projekcie jako baza obliczeniowa przy doborze urządzenia do kompensacji mocy biernej. Dane pomiarowe przedstawione są w osobnym załączniku do projektu.

Tabele z zarejestrowanymi danymi pomiarowymi:

Zmierzona wielkość elektryczna	Maksymalna zmierzona wartość
Moc czynna P	13 kW
Moc bierna Q	2,3 kvar - pojemność
Współczynnik mocy biernej $\cos\phi$	- 0,78
Maksymalny prąd I	25 A

Pobieranie mocy biernej pojemnościowej jest wynikiem zainstalowania nowoczesnych energooszczędnych nieliniowych odbiorów takich jak na przykład oświetlenie LED. Jest to naturalny charakter pracy tego typu odbiorów.

## **2.2 STAN PROJEKTOWANY**

### **2.2.1. Urządzenie do redukowania zakłóceń**

Na podstawie przeprowadzonej analizy danych z przenośnego analizatora MYeBOX oraz po przeprowadzonych ekspertyzach dobrano następujące urządzenie do redukcji poboru mocy biernej oraz poprawy impedancji sieci zasilającej:

Dobrano kompensator aktywny serii ESTvar 4WF 10.E o mocy  $S = 10,00$  kVA.

Urządzenie powinno posiadać parametry techniczne nie gorsze niż:

1. Połączenie 4 przewodowe
2. Budowa modułowa
3. Napięcie wejściowe 400V +/-20%
4. Sprawność 97%
5. Kolorowy wyświetlacz
6. Obudowa o wymiarach 400 x 230 x 88 mm
7. Zasilanie od góry
8. Wbudowany analizator sieci, z możliwością podglądu danych chwilowych na każdej fazie przed filtrowaniem i po wyfiltrowaniu zakłóceń
9. Czas reakcji 7,8ms
10. Częstotliwość próbkowania tranzystorów mocy 20 kHz
11. Kolorowy dotykowy ekran 4,3 cala
12. Wbudowana komunikacja RS485
13. Wymagane normy:

IEC 62477-1:2012, IEC 61000-6-4:2007, IEC 61439-1:2011

**Dopuszcza się zainstalowanie urządzenia o takich samych lub lepszych parametrach technicznych innych producentów urządzeń do kompensacji mocy biernej.**

Projektowany filtr aktywny powinien posiadać możliwość odczytu parametrów pracy w oprogramowaniu SCADA/BMS za pomocą Modbus (*zarówno poprzez RS485*).

## **2.3 ZAKRES PRAC DO WYKONANIA**

W obrębie rozdzielnic głównej TG-B zakres prac Wykonawcy obejmuje wykonanie:

### **Rozdzielnia TG-B**

- Montaż nowej trasy kablowej i ułożenia jej na nowej trasie kablowej
- Montaż kompensatora mocy biernej nad rozdzielnicą TG-B, lokalizacja zgodnie z załączonym rysunkiem;
- Położenie linii zasilającej do urządzenia: YkY 5 x 6mm<sup>2</sup> – z nowo projektowanego rozłącznika bezpiecznikowego serii DO2. Nową podstawę bezpiecznikową wyposażać w wkładki DO2 25A gG. Przewody prowadzić na nowo zabudowanych drabinkach kablowych (ewentualnie korytkach plastikowych)
- Rozbudowa i montaż listwy zaciskowej do sprzęgania sygnałów wtórnych przekładników prądowych pomiarowych dla kompensatora mocy biernej;
- Montaż przekładników prądowych nie gorszych niż 50A / 5A kl.0,5 2,5VA;
- Instalacji przewodów sygnałowych z przekładników prądowych do kompensatora aktywnego przewodem YStYżo 7x2,5mm<sup>2</sup>;
- Połączeń wyrównawczych w nowo zainstalowanych urządzeniach;
- Pomiarów rezystancji izolacji nowo ułożonych linii kablowych, poszczególnych elementów instalacji i układu kompensacji mocy biernej;
- Pomiarów impedancji pętli zwarcia dla nowo zainstalowanych urządzeń.

### **2.3.1 Ochrona przed porażeniem elektrycznym**

Ochronę przeciwporażeniową należy wykonać w oparciu o warunki techniczne zawarte w normie PN- IEC 60364 dotyczące ochrony do 1kV;

Dla urządzeń zasilanych napięciem powyżej 50V prądu przemiennego i 120 V prądu stałego, obowiązuje ochrona przed dotykiem pośrednim;

Ochrona zrealizowana będzie przez samoczynne szybkie wyłączenie zasilania poprzez zastosowanie, bezpieczników oraz połączeń wyrównawczych;

Ochronę przed dotykiem pośrednim należy wykonać zgodnie z PN-IEC 60364-4-41:2009;

Obudowę projektowanego kompensatora aktywnego uziemić do szyny PE;

Szyny i przewody ochronne na całej długości lub ich końcówki należy oznakować poprzez pomalowanie w barwy żółto – zielone (*o ile nie są oznakowane fabrycznie*). Przewód zerowy oznaczyć kolorem niebieskim. Przed oddaniem instalacji do eksploatacji należy wykonać pomiary ochronne skuteczności zastosowanej ochrony. Układ kompensacji mocy z wydzielonymi zaciskami „N” i „PE”.

**Wyżej wymienione prace należy wykonać w oparciu o załączone plany i schematy instalacji elektrycznej.**

## **2.4. STEROWANIE UKŁADEM KOMPENSACJI MOCY BIERNEJ**

Członami wykonawczymi kompensującymi są tranzystory IGBT. Urządzenie należy zaprogramować do pracy autonomicznej, a także uruchomić funkcję autostartu po nieplanowanym wyłączeniu z powodu np. braku zasilania.

Pracujący kompensator aktywny powinien mieć włączoną następującą funkcjonalność:

- $\cos(\varphi)$  należy ustawić na wartość 0,98 po stronie indukcyjnej.
- Zaleca się 30 dniową obserwację pracy kompensatora i w razie potrzeby wprowadzić korektę nastaw w urządzeniu w celu uzyskania dokładniejszej skuteczności kompensacji mocy biernej pojemnościowej oraz indukcyjnej.

## **2.5 WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE WYKONANIA PRAC BUDOWLANYCH**

### **2.5.1 Kompensator Aktywny**

Nad rozdzielnicą główną, zasilającą Salę Gimnastyczną zostanie zamontowany aktywny kompensator mocy biernej o mocy  $Q=10\text{kvar}$  umożliwiający jednofazową regulację poboru mocy biernej w istniejącej rozdzielnicy głównej. Moc urządzenia została dobrana odpowiednio do każdej fazy zasilającej rozdzielnicę główną niskiego napięcia na podstawie przeprowadzonej ekspertyzy oraz analizy pomiarów.

## 2.5.2 Kable i przewody niskiego napięcia oraz trasy kablowe

### Kable i przewody

Należy stosować kable miedziane jednożyłowe w izolacji PCV/PCV 400/750V. Przewody o przekrojach  $\leq 4 \text{ mm}^2$  powinny być łączone za pomocą listew zaciskowych, dla przewodów o większych przekrojach należy wykonać połączenia bezpośrednie z aparatury rozdzielczej.

Zakończenia kabli i przewodów, zarówno wielo- jak i jednożyłowych winny mieć naciągane koszulki izolacyjne. W trasach kable należy mocować do drabinek za pomocą opasek kablowych.

Po ułożeniu kabli i przewodów należy przeprowadzić pomiary stanu izolacji oraz sporządzić protokoły pomiarów, które będą dołączone do dokumentacji powykonawczej.

Minimalne napięcie znamionowe izolacji winno wynosić:

- 300/500 V dla obwodów o napięciu mniejszym od 50 V oraz dla obwodów sterowniczych 230V,
- 450/750 V dla linii zasilających kompensator mocy biernej.

### Koryta instalacyjne

Koryta winny spełniać następujące wymagania:

- Koryta z PCV ze sztywnymi pierścieniami, samo gasnące, w zgodzie z normą EN 50086-2-2 i odpornością na ściskanie 750N.
- Instalacja n/t powinna być rozprowadzona w korytkach sztywnych i/lub korytach metalowych na uchwytych. Kształtki i odgałęzienia typu „instalacyjne T” nie powinny być stosowane w orurowaniu instalacji. Szerokość koryt powinna być odpowiednio dobrana do średnicy wciąganych przewodów. W miejscach zmian kierunku lub odgałęzienia należy stosować puszki rozgałęźne. Koryta należy układać w prostych ciągach poziomych lub pionowych i mocować za pomocą odpowiednich uchwytów lokalizowanych w odstępach nie większych niż 50-70 cm. Należy zapewnić możliwość wciągnięcia kabli poprzez pozostawienie przewodu pilotującego. Stosunek średnicy wewnętrznej przepustu w stosunku do średnicy wciągniętych przewodów nie powinien być mniejszy niż 1,4. Przepusty należy układać, w miarę możliwości w liniach prostych.

### Instalacja ochronna

- System ochrony instalowanych urządzeń kompensacji mocy biernej wykonany będzie w układzie sieciowym TN-S.
- Kompensator aktywny należy połączyć do przewodu ochronnego PE wyprowadzonego z rozdzielniczy głównej niskiego napięcia 0,4kV. Jako przewód ochronny PE należy zastosować przewód miedziany o przekroju równym przekrojowi żył roboczych, w izolacji o kolorze żółto-zielonym.

## **2.5.3 Wymagania techniczne**

### Jakość Wykonania

Wszelkie prace montażowe i instalacyjne powinny być wykonywane przez wykwalifikowany, fachowy i uprawniony personel posiadający uprawnienia w klasie E do napięcia nie mniejszego niż 1 kV, zgodnie z polskimi przepisami oraz zgodnie z dobrą praktyką inżynierską i zasadami wiedzy technicznej.

### Oznakowanie instalacji

Oznakowanie, w ramach niniejszego projektu, powinno być wykonane w następujący sposób:

- Oznakowanie wyposażenia wewnątrz szaf za pomocą naklejanych trwałych etykiet (zgodnie z oznaczeniami na schematach).
- Oznakowanie wewnątrz osprzętu mocowanego do drzwi szaf za pomocą naklejanych trwałych etykiet (zgodnie z oznaczeniami na schematach).

## **2.6 WYMAGANIA DOTYCZĄCE MATERIAŁÓW I WYPOSAŻENIA**

### **2.6.1 Zestawienie materiałów dostarczanych przez Wykonawcę**

Wykonawca powinien dostarczyć następujące urządzenia i materiały zgodnie z przedstawionym zestawieniem materiałowym, którego integralną częścią jest przedmiar robót.



### 2.6.2 Wymagania dotyczące stosowanych materiałów i realizacji robót

Wszystkie urządzenia i materiały dostarczane przez Wykonawcę powinny posiadać certyfikaty oraz wymagane polskim prawem deklaracje zgodności. Wykonawca zobowiązany jest dołączyć deklarację zgodności producenta wraz z wynikami pomiarów i testów.

Wykonawca powinien wykonywać prace zgodnie z projektem wykonawczym i obowiązującymi przepisami. Na ewentualne odstępstwa od wytycznych zawartych w projekcie należy uzyskać pisemną akceptację Inwestora i autora niniejszego opracowania.

## 2.7 WYTYCZNE DLA WYKONAWCY DO REALIZACJI ROBÓT

### 2.7.1 Informacje ogólne

Przed przystąpieniem do robót należy:

- Wykonawca powinien zapewnić środki BHP i bezwzględnie stosować się do przepisów w tym zakresie szczególnie podczas wykonywania prac instalacyjnych przy rozdzielni nn **PRACE WYKONYWAĆ W STANIE BEZ NAPIĘCIA**;
- instalacje należy wykonać zgodnie ze specyfikacją wykonania i odbioru prac, przewody układać starannie, aby nie naruszyć izolacji istniejących i projektowanych przewodów;
- Wykonawca nie powinien podawać napięcia na urządzenia do czasu pozytywnego odbioru technicznego i akceptacji Inwestora.

W stosunku do elementów i czynności instalacyjnych nie objętych powyższymi wytycznymi należy stosować odpowiadające przepisy oraz wiedzę inżynierską.

Szczegóły projektowanych instalacji zostały przedstawione na załączonych rysunkach.

## 2.7.2 Próby odbiorowe

### Sprawdzenie ciągłości żył

Sprawdzenie ciągłości żył roboczych i powrotnych oraz zgodności faz należy wykonać przy użyciu przyrządów o napięciu nieprzekraczającym 24 V. Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli poszczególne żyły nie mają przerw oraz jeśli poszczególne fazy na obu końcach linii są oznaczone identycznie.

### Pomiar rezystancji izolacji

Pomiar należy wykonać za pomocą megaomomierza o napięciu nie mniejszym niż 2,5 kV, dokonując odczytu po czasie niezbędnym do ustalenia się mierzonej wartości. Wynik należy uznać za dodatni, jeżeli rezystancja izolacji wynosi, co najmniej 50 MΩ/km linii kablowej.

### Próba napięciowa izolacji

Próbie napięciowej izolacji podlegają wszystkie linie kablowe. Próbę napięciową należy wykonać prądem stałym lub wyprostowanym. Wynik próby napięciowej izolacji należy uznać za dodatni, jeżeli izolacja każdej żyły wytrzyma przez 20 min. bez przeskoaku, przebicia i bez objawów przebicia częściowego, napięcie probiercze o wartości równej 0,75 napięcia probierczego kabla.

## 2.7.3 Pomiary

Po wykonaniu prac montażowych i instalacyjnych należy przeprowadzić badania i pomiary przyłączonych do sieci urządzeń oraz dokonać oceny spełnienia wymaganych parametrów, w tym:

- pomiary wykonać w oparciu o normę PN-HD 60364-6:2008
- impedancji pętli zwarcia i skuteczności odłączania zwarć w obliczeniach dla dopuszczalnego czasu trwania zwarcia  $t = 5s$
- rezystancji izolacji obwodów zasilających i sterowniczych oraz urządzeń.

Z wykonanych badań i pomiarów należy sporządzić protokoły, które przekazane Komisji Odbioru Robót wyznaczonej przez Inwestora, będą podstawą do oceny jakości wykonanych prac.

### 2.7.4 Sprawdzenie skuteczności działania zainstalowanych urządzeń

Po wykonaniu prac montażowych oraz uruchomieniu aktywnego kompensatora mocy biernej, należy przeprowadzić badania i pomiary jakości zasilania mające na celu stwierdzenie poprawności pracy urządzeń, należytego eliminowania mocy biernej pojemnościowej.

W tym celu Wykonawca powinien zainstalować własne przenośne analizatory.

Po upływie minimum 7 dni od daty uruchomienia urządzeń należy przedstawić Zamawiającemu wyniki ekspertyzy w postaci osobnego opracowania przedstawiające skuteczność pracy urządzenia. Wymaga się, aby moc bierna pojemnościowa została wyeliminowana do zera.

## 3. PODSTAWOWE OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE

### 3.1 DOBÓR AKTYWNEGO KOMPENSATORA

Dobór mocy urządzenia dokonano na podstawie analizy wyników pomiarów wykonanych w rozdzielni głównej niskiego napięcia budynku B w dniach od 27.12.2022 do 03.01.2023 przenośnym analizatorem serii PQ-BOX produkcji A-Eberle.

Moce zaprojektowanego kompensatora uwzględniają wyniki powyższej analizy.

Dobrene zabezpieczenie [A]	Oznaczenie typu urządzenia	Moc całkowita [kVA]	Mocowanie	Prąd znamionowy kompensatora [A]
25A gG	ESTvar	10,00 kVA	Wiszące	14,49 A

### 3.2 Obliczenia zabezpieczenia zwarcioviego

Prąd znamionowy obciążenia od układu kompensacji mocy biernej:

$$I_{bk} = \frac{Q_{Bk}}{\sqrt{3} \cdot U_N} = \frac{10,00}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 14,49 \text{ A}$$

$$I_{bk} = 14,49 \text{ A}$$

$$I_F > I_N = k * I_{bk} > 14,49A$$

$$I_F = 25 A$$

Dla projektowanego kompensatora mocy biernej do kompensacji rozdzielnic głównej TG-B dobrano wkładki gG o prądzie znamionowym  $I_F = 25A$ , które należy zainstalować w nowo projektowanej podstawie bezpiecznikowej w rozmiarze DO2.

### **3.3 Dobór przekroju przewodów zasilających kompensator aktywny**

Do obliczeń wykorzystano zapisy z normy na obciążalność prądową długotrwałą przewodów nr PN-IEC 60364-5-523:2001.

Przyjęto sposób ułożenia kabli w wiązce w rurkach i korytach PCV sposób ułożenia B1 dla 3 obciążonych przewodów. Z tabel katalogowych przyjęto obciążalność długotrwałą przewodu miedzianego w izolacji PVC.

Dobrano kabel miedziany w izolacji PVC 1 x YKY 5x6 mm<sup>2</sup>

Obciążalność długotrwałą w/w kabla wg normy  $I_d = 36 A$

współczynnik poprawkowy  $k=1$

$$I_z = k * I_d = 36 A$$

## **I Warunek**

$$I_N < I_F < I_Z$$

$I_N$	- prąd znamionowy obciążenia kompensatora	- 14,49 A
$I_F$	- prąd znamionowy zabezpieczenia kompensatora	- 25 A
$I_Z$	- obciążalność prądowa długotrwałą przewodu zasilającego	- 36 A

$$14,49 A < 25 A < 36 A$$

**I warunek spełniony**

**II Warunek**

$$\frac{k_2}{1,45} * I_f < I_z$$

$k_2$  - współczynnik zadziałania zabezpieczenia nadprądowego - 1,6

$I_z$  - prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego

$$15,99 \text{ A} < 25 \text{ A}$$

**II warunek spełniony**

**3.4 Sprawdzenie spadków napięcia****3.4.1 Zasilanie Główne Rozdzielni RGB**

$$I_N = 14,49 \text{ A}$$

$\gamma$  - dla miedzi – 55 m/( $\Omega \cdot \text{mm}^2$ )

$$L = 2 \text{ m}$$

$$S = 6 \text{ mm}^2$$

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S}, \quad X = X' \cdot l, \quad X' \approx 0,08 \text{ m}\Omega/\text{m}$$

$$R = \frac{2}{55 \cdot 6} = 0,061 \Omega$$

$$X = 0,08 \cdot 10 = 0,8 \text{ m}\Omega$$

$$\Delta U\% = \frac{\sqrt{3} \cdot I_N}{U_N} \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi) \cdot 100\%$$

$$\Delta U\% = \frac{\sqrt{3} \cdot 14,49}{400} \cdot (0,061 \cdot 0,97 + 0,0008 \cdot 0,37) \cdot 100\% = 0,37\%$$

#### 4. ZESTAWIENIE PODSTAWOWYCH MATERIAŁÓW

Zestawienie podstawowych materiałów, a także ich wielkości oraz ilości znajdują się w przedmiarze robót oraz kosztorysie ofertowym. Powyższe dokumenty stanowią integralną część tej dokumentacji.

#### 5. UWAGI KOŃCOWE

- a) Urządzenia i wyposażenie technologiczne powinny spełniać odpowiednie dyrektywy Unii Europejskiej, posiadać certyfikat CE i certyfikaty jakości dopuszczające je do użytkowania w Polsce;
- b) Urządzenie tj. Aktywny Kompensator Mocy Biernej musi posiadać na terenie Polski autoryzowany serwis, a także dostęp do części zamiennych w okresie trwania gwarancji, a po jej wygaśnięciu przez okres 5 lat licząc od daty zakończenia gwarancji.
- c) Roboty budowlane i rzemieślnicze wykonywać zgodnie z zasadami sztuki budowlanej oraz wytycznymi producentów materiałów i urządzeń;
- d) Wszystkie prace budowlano-montażowe należy prowadzić pod stałym kierownictwem i nadzorem osób uprawnionych, w oparciu o projekt organizacji i technologii wykonania robót;
- e) Wszystkie roboty specjalistyczne należy wykonywać zgodnie z obowiązującymi normami i poprzez sprawdzonych wykonawców specjalizujących się w realizacji tego typu instalacji;
- f) Po zainstalowaniu wszystkich elementów instalacji układu kompensowania należy wykonać badania i pomiary skuteczności samoczynnego wyłączenia oraz rezystancji izolacji przewodów i kabli, ciągłości przewodów wyrównawczych oraz rezystancji uziemienia wymagane przez **PN-HD 60364-6:2008**;
- g) Wykonanie i odbiór techniczny poszczególnych robót powinny być dokonane w oparciu o "Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych - część D: Roboty instalacyjne - zeszyt 2 Instalacje elektryczne i piorunochronne w budynkach użyteczności publicznej";
- h) Wszelkie rozbieżności, wątpliwości oraz zmiany wynikłe w trakcie budowy należy wyjaśniać i uzgadniać z Projektantem przed przystąpieniem do wykonania danych robót;
- i) Zastosowanie materiałów innych niż wskazane w projekcie wymaga akceptacji Projektanta.

## 6. ZAŁĄCZNIKI

Nazwa	Nazwa Załącznika
Załącznik 1	Pomiary jakości zasilania

## 7. SPIS RYSUNKÓW

Lp	Tytuł rysunku	Nr rysunku
1	WIDOK ROZDZIELNI GŁÓWNEJ W BUDYNKU SZKOŁY	E-01
2	WIDOK ROZDZIELNICY TG-B – ZASILANIE KOMPENSATORA	E-02
3	RZUT TECHNICZNY POŁĄCZENIA KOMPENSATORA	E-03
4	OGÓLNY SCHEMAT ZASILANIA KOMPENSATORA	E-04
5	SCHEMAT JEDNOKRESKOWY DLA KOMPENSATORA	E-05