



# PROJEKT BUDOWLANY INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH

## REMONT (MODERNIZACJA) CZĘŚCI BUDYNKU STRAŻNICY OSP RZAŚNIK



INWESTOR:  
**OSP RZAŚNIK**  
UL. JESIONOWA 3, 07-205 RZAŚNIK

ADRES INWESTYCJI:  
**DZ. NR EW. 375/5, RZAŚNIK, GMINA RZAŚNIK**  
**JEDNOSTKA EWIDENCYJNA 143503\_2 RZAŚNIK**  
**OBRĘB EWIDENCYJNY 0019 RZAŚNIK**

KATEGORIA BUDYNKU:  
**XVII**

JEDNOSTKA PROJEKTOWA:  
**PROJEKTOWANIE I POMIARY INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH**  
**TOMASZ PIÓRKOWSKI**  
**UL. H. SIENKIEWICZA 31, 07-202 WYSZAKÓW**

AUTORZY OPRACOWANIA:

Imię i Nazwisko:	Nr uprawnień	Podpis (pieczęćka)
Opracował: <b>Tomasz Piórkowski</b>		

WYSZAKÓW, KWIECIEŃ 2018

## SPIS TREŚCI

Strona tytułowa .....	1
1 Spis treści .....	2
2 Opis techniczny .....	3-9
1. Dane ogólne. ....	3
2. Zakres robót.....	3
3. Podstawa opracowania. ....	3
4. Zasilanie budynku.....	3
5. Tablica rozdzielcza .....	3-4
6. Normy i przepisy prawne. ....	4
7. Instalacja oświetlenia ogólnego i awaryjnego. ....	4
8. Instalacja gniazd ogólnego przeznaczenia.....	4
9. Ochrona przed porażeniem elektrycznym. ....	5
10. Ochrona przeciwporażeniowa i połączeń wyrównawczych.....	5
11. Ochrona przeciwprzepięciowa.....	6
12. Wytyczne BHP.....	6
13. Główny przeciwpożarowy wyłącznik prądu .....	6
14. Wytyczne instalacyjne .....	6
15. Informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia.....	6-7
2 Obliczenia .....	8-10
1. Wyznaczenie mocy zainstalowanej i szczytowej.....	8-10
3 Rysunki .....	
1. Schemat ideowy rozdzielnicy głównej - RG .....	E-01
2. Instalacje elektryczne - parter.....	E-02
3. Instalacje elektryczne - piętro .....	E-03

## **OPIS TECHNICZNY.**

### **1. DANE OGÓLNE**

W opracowaniu przyjęto:

- ✓ Zasilanie budynku w energię elektryczną odbywa się z istniejącego przyłącza energetycznego,
- ✓ Zasilanie rozdzielnic głównej RG ze złącza kablowo-pomiarowego w systemie TN-C,
- ✓ Układ i system pomiarowo-rozliczeniowy 3 fazowy bezpośredni energii czynnej,

Zapotrzebowanie mocy dla budynku: **zgodnie z obecnym przydziałem mocy dla budynku.**

### **2. ZAKRES ROBÓT**

Zakres robót objętych niniejszym projektem musi być zgodny, lecz nie ograniczony, do wykonania następujących instalacji elektrycznych wewnętrznych:

- Oświetlenia ogólnego i miejscowego,
- Instalacje siłowe,
- Ochrony od porażeń i połączeń wyrównawczych,

### **3. PODSTAWA OPRACOWANIA**

- ✓ Podkładu architektoniczno – budowlanego,
- ✓ Projekty instalacji sanitarnych,
- ✓ „Instalacje w obiektach budowlanych” oraz inne obowiązujące normy i przepisy,
- ✓ Wytyczne przyłączenia obiektów indywidualnych z pomiarem bezpośrednim do wspólnej sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia,
- ✓ Wytczne instalacyjne inwestora.

### **4. ZASILANIE BUDYNKU**

Opracowanie nie obejmuje zasilania obiektu oraz pomiaru energii elektrycznej.

### **5. TABLICA ROZDZIELCZA**

Rozdzielnicę główną RG zaprojektowano jako podtynkową i zlokalizowano w korytarzu. Zasilanie rozdzielnic RG ze złącza kablowo-pomiarowego – istniejące przyłącze energetyczne. W rozdzielnicie zainstalowano następujące aparaty:

- Wyłącznik główny,
- Ochronniki przepięciowe,
- Wyłączniki instalacyjne nadmiarowo-prądowe,

- Styczniki i przekaźniki,
- Rozłączniki bezpiecznikowe,
- Inna aparatura zgodnie z wymaganiami.

Sieć rozdzielcza w budynku pracuje w układzie TN-S. Rozdział przewodów N i PE następuje w rozdzielnicy głównej. W projekcie zamieszczono schemat rozdzielnic.

Obudowy i aparatura Schrack Technik lub równorzędne. Wprowadzenie odwodów w rozdzielnicy głównej i tablicach poprzez listwy zaciskowe. Na listwy zaciskowe wyprowadzone zostaną również odwody rezerwowe.

## **6. NORMY I PRZEPISY PRAWNE**

- Ustawa z dnia 07.07.1994r. PRAWO BUDOWLANE (Dz. U. Nr 89 poz. 414)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75 poz.690 z 15 czerwca 2002r.)
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z 04.03.1999r. w sprawie wprowadzenia obowiązku stosowania niektórych Polskich Norm (Dz. U. Nr 22 poz. 209)
- Polska Norma PN-91/E-05009/01 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ustalenie ogólnych charakterystyk.
- Polska Norma PN-91/E-05009/41 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo. Ochrona przeciwporażeniowa.
- Norma N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe .

## **7. INSTALACJA OŚWIETLENIA OGÓLNEGO I AWARYJNEGO**

Oprawy oświetleniowe należy zasilać przewodem YDYżo 3x1,5 mm<sup>2</sup> prowadząc pod tynkiem. W pomieszczeniach suchych należy zastosować osprzęt melaminowy zwykły IP 20, natomiast w pomieszczeniach wilgotnych osprzęt szczelny IP 44. Instalację elektryczną w łazienkach należy wykonać bez puszek rozgałęźnych.

Wyłącznik światła w pomieszczeniach proponuje się zainstalować na wys. 1,3m.

Oświetlenie awaryjne ma za zadanie oświetlenie drogi dla szybkiego i bezpiecznego wyjścia z budynku w czasie awarii oświetlenia podstawowego. Do tej ochrony zastosowano odrębne oprawy oświetlenia awaryjnego typu CENTRA LED 3W 1h.

Szczegóły odnośnie instalacji podano na rysunkach.

## **8. INSTALACJA GNIAZD OGÓLNEGO PRZEZNACZENIA**

Instalację gniazd wtykowych wykonać przewodem YDYżo 3x2,5 mm<sup>2</sup> ułożonych pod tynkiem. Rozmieszczenie gniazd pokazano na rysunku.

W projekcie nie podano konkretnych typów zastosowanego osprzętu, a jedynie jego charakter, dobór pozostawiono przyszłym użytkownikom. Instalacje elektryczne w łazienkach należy rozprowadzać po wykonaniu instalacji sanitarnych. Przy lokalizacji elementów elektrycznych rozłącznych takich jak łączniki, gniazda wtykowe, puszki rozgałęźne itp. należy pamiętać aby elementy te nie były instalowane bliżej niż w odległości 50 cm od przyborów gazowych, liczników gazu, elementów rozdzielczych i złączek.

Gniazda wtykowe instalować na wys. 30cm od posadzki, natomiast w pomieszczeniach takich jak pom. socjalne, łazienka, magazyn na wys. 1,3m. Szczegóły odnośnie instalacji podano na rysunkach.

## 9. OCHRONA PRZED PORAŻENIEM ELEKTRYCZNYM

**System zasilania typu TN-S.** Ochronę podstawową stanowić będzie izolacja robocza przewodów, osprzętu i urządzeń elektrycznych. Jako ochronę dodatkową przyjęto zgodnie z normą PN-IEC 60363-4 PN HD 60364-7 **SZYBKIE WYŁĄCZENIE ZASILANIA**, stosując w obwodach odbiorczych wyłączniki instalacyjne S301 oraz wyłączniki różnicowo-prądowe o prądzie różnicowym 30mA. Cała instalacja od zestawu ZZP pracować będzie w systemie TN-S z oddzielną żyłą ochronną PE. Przewód ochronny koloru żółto-zielonego należy prowadzić we wszystkich obwodach i łączyć go z bolcami gniazd wtykowych, metalowymi obudowami i zaciskami ochronnymi stosowanych urządzeń elektrycznych. Przewodu ochronnego nie wolno przerywać ani zabezpieczać zwarciovo. W zestawie złączowo-pomiarowym przewód ochronno-neutralny PEN należy rozdzielić na ochronny PE i neutralny N, a punkt ten uziemić. Oporność uziemienia winna być mniejsza od  $10,0\Omega$ .

## 10. INSTALACJA PRZECIWPORAŻENIOWA I POŁĄCZEŃ WYRÓWNAWCZYCH

Sieć rozdzielcza i odbiorcza w kompleksie budynku zostanie zaprojektowana w układzie sieci TN-S z oddzielnym przewodem neutralnym N i ochronnym PE w całym systemie. Przewody neutralne N i ochronne PE będzie połączony tylko w rozdzielnicach głównych budynku. Niedozwolone jest łączenie przewodu neutralnego N i ochronnego PE w jakimkolwiek innym miejscu instalacji.

Do każdego gniazda wtykowego oprawy oświetleniowej i urządzenia elektrycznego konieczny będzie osobny, oprócz przewodu neutralnego N, przewód ochronny PE. Stosowane przewody ochronne o izolacji koloru zielono-żółtego i połączyć je z szyną ochronną PE tablic zasilających.

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim-podstawowa, realizowana będzie przez zastosowanie izolowania części czynnych, to jest przez odpowiednio dobraną izolację przewodów i obudów aparatów i urządzeń elektrycznych. Uzupełnieniem ochrony podstawowej będzie zastosowanie wyłączników różnicowoprądowych o prądzie zadziałania 30mA.

W ochronie przed dotykiem pośrednim-dodatkowej, zastosowane zostanie szybkie wyłączanie wraz z zastosowaniem połączeń wyrównawczych.

Ochrona przez zastosowanie szybkiego wyłączania realizowana będzie przez:

- urządzenia ochronne przetężeniowe (wyłączniki wyzwalaczami nad prądowymi i bezpieczniki z wkładkami topikowymi)
- urządzenia ochronne różnicowoprądowe
- sieć uziemień wyrównawczych
- 

Przewodami wyrównawczymi połączone zostaną: korytka kablowe, drabinki, kanały wentylacyjne i wszystkie metalowe konstrukcje, na których może pojawić się napięcie niebezpieczne. Główne połączenia wykonać przewodami LYżo25mm<sup>2</sup> dalsze LYżo6mm<sup>2</sup>. Dla wypustów wodnych i brodzików wykonać miejscowe połączenia wyrównawcze przewodami LYżo4mm<sup>2</sup> wyprowadzonymi z lokalnych szyn połączeń wyrównawczych. Lokalne szyny połączeń wyrównawczych LSPW podłączyć przewodami LYżo6 do szyn PE rozdzielnic i tablic zasilających.

Do połączeń wyrównawczych zastosować rozwiązania systemowe.

## **11. OCHRONA PRZECIWPRIĘCIOWA**

Ochronę przepięciową wykonać zgodnie z PN-IEC 60364-4-443. W rozdzielnicy RG, zastosować ograniczniki przepięć klasy B+C - poziom ochrony <1,5 kV.

## **12. GŁÓWNY PRZECIWPÓŻAROWY WYŁĄCZNIK PRĄDU**

Wyłącznik główny rozdzielnicy RG pełni funkcję wyłącznika głównego p.poż. Może on być wyzwalany zdalnie wyzwalaczem wzrostowym poprzez styk zwierny przycisku umieszczonego w skrzynce podtynkowej w kolorze czerwonym z szybką. Miejscem lokalizacji wyłącznika przeciwpożarowego jest wejście główne do budynku.

## **13. WYTYCZNE BHP**

Zarówno przy realizacji jak i eksploatacji instalacji należy stosować ogólne zasady BHP związane z eksploatacją energii elektrycznej.

Montaż, obsługa i naprawa urządzeń elektrycznych muszą być prowadzone przez osoby przeszkolone i posiadające odpowiednie uprawnienia.

Wszystkie użyte materiały i urządzenia powinny mieć odpowiednie certyfikaty i świadectwa dopuszczenia do stosowania w Polsce.

Po zrealizowaniu instalacji należy przeprowadzić próby montażowe (badania i pomiary) dla całej instalacji i zainstalowanych urządzeń.

W czasie prowadzenia robót należy stosować się do „Warunków technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlano Montażowych” z zakresu instalacji elektrycznych.

Wszystkie zainstalowane urządzenia powinny być objęte ochroną przeciwporażeniową.

## **14. WYTYCZNE INSTALACYJNE**

- Instalacja elektryczna prowadzona będzie p/n tynkowo.
- Należy stosować przewody typu YDYp (YDYpžo), YDY (YDYžo)/750V. Tam gdzie występuje przewód ochronny musi być w izolacji żółto-zielonej.
- W obwodach oświetlenia stosować przewody o przekroju 1,5 mm<sup>2</sup> z żyłą ochronną.
- Zapewnić połączenie rur metalowych instalacji wodnej, kanałów wentylacyjnych, korytek kablowych, konstrukcji sufitu i wszystkich pozostałych stałych konstrukcji metalowych z uziomem stosując połączenia wyrównawcze.
- W obwodach gniazd wtyczkowych stosować tylko gniazda ze stykiem ochronnym. Stosować przewód YDYpžo 3×2,5 mm<sup>2</sup>.
- Instalacje wykonać zgodnie z obowiązującymi PBUE i PN.

## **15. INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA.**

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

Sieć Nn

- zamontowanie nowych rozdzielni,
- wykonanie połączeń w rozdzielniach,

- wprowadzenie i podłączenie projektowanych przewodów i kabli elektrycznych oraz połączenie urządzeń instalacji;
- wykonanie pomiarów kontrolnych i załączenie napięcia.

Wykaz istniejących obiektów budowlanych:

- remont (modernizacja) części budynku strażnicy OSP Rząśnik

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

- linie kablowe nN,
- istniejące instalacje nN.

Wskazanie dotyczące przewidywanych zagrożeń występujących podczas realizacji robót budowlanych, określające skalę i rodzaje zagrożeń oraz miejsce i czas wystąpienia:

- zagrożenie porażenia prądem elektrycznym przy odłączaniu i załączaniu napięcia,
- zagrożenie porażenia prądem elektrycznym przy uszkodzeniu izolacji linii elektrycznych,
- zagrożenie przy rozładunku materiałów.

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

#### PODSTAWOWE ZASADY BEZPIECZEŃSTWA PRACY PRZY URZĄDZENIACH ELEKTROENERGETYCZNYCH

Pracownicy wykonujący prace przy urządzeniach elektroenergetycznych muszą posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne i powinni być przeszkoleni w zakresie ratowania osób porażonych prądem elektrycznym.

Prace przy urządzeniach elektrycznych wykonywać po wyłączeniu spod napięcia zgodnie z wymaganiami bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach elektroenergetycznych.

#### UWAGI:

- używać materiały dopuszczone do stosowania w budownictwie;
- prace wykonać zgodnie z projektem branżowym, planem bioz i obowiązującymi przepisami PN/E, PBUE oraz BHP.

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

- drogi dojazdowe powinny być przejezdne, zabrania się składowania na nich materiałów budowlanych, gromadzenia sprzętu itp.,
- na placu budowy w widocznym miejscu powinien znajdować się sprzęt p.poż.,
- umieszczenie we wszelkich, widocznych miejscach, tablic ostrzegawczo-informacyjnych.

## 1. WYZNACZENIE MOCY ZAINSTALOWANEJ I SZCZYTOWEJ

Moc zainstalowaną odbiorników oświetleniowych określono w oparciu o obliczenia wymaganego natężenia oświetlenia w poszczególnych pomieszczeniach.  
Moc zainstalowana dla odbiorów siłowych przyjęto w oparciu o dane katalogowe.  
Moc urządzeń wentylacyjnych i sanitarnych przyjęto w oparciu wytyczne branżowe i dane katalogowe urządzeń.  
Współczynniki wykorzystania mocy zainstalowanej ustalono w oparciu o analizę bilansów mocy.  
Wyniki obliczeń zostały podane na schemacie energetycznym. Bilans przedstawia się następująco:

Rozdzielnia RG: istniejący przydział mocy dla budynku.

Zainstalowane urządzenia	Pi (kW)	Pszc (kW)	kj	Io (A)
Rozdzielnica główna RG	-	-	-	-
Łącznie:	-	-	-	-

### DOBÓR ZABEZPIECZEŃ I PRZEWODÓW.

Przewody i zabezpieczenia dobrano biorąc pod uwagę postanowienia normy PN-IEC 60364-4-43 oraz PN-IEC 60364-5-53.  
Obciążalność długotrwałą przewodów przyjęto zgodnie z PN-IEC 60364-5-523.  
Odpowiednie odczytano z charakterystyk czasowo-prądowych aparatów.  
Przekroje przewodów oraz wartości zabezpieczeń dla poszczególnych obwodów podano na schematach rozdzielnic i tablic.  
Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej.  
Sprawdzenia dokonać biorąc pod uwagę zalecenia normy PN-IEC 60364-4-41.

### SPRAWDZENIA KOORDYNACJI PRZEWODU I ZABEZPIECZENIA.

Zabezpieczenia przed prądem przeciążeniowym spełniają następujące wyniki:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$
$$I_z \leq 1.45 \cdot I_z$$

gdzie:

$I_B$  – prąd obliczeniowy obwodzie elektrycznym  
 $I_z$  – obciążalność długotrwałą przewodów  
 $I_n$  – prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego  
 $I_z$  - prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego  
 $I_z$  przyjęto dla bezpieczników –  $1.6 \cdot I_n$ , a dla wyłączników instalacyjnych –  $1.45 \cdot I_n$ .

Obliczeń dokonano dla wszystkich obwodów. Wymagania co do koordynacji przewodów z zabezpieczeniami są spełnione.

### SPRAWDZENIA ZABEZPIECZENIA OBWODÓW PRZED PRĄDAMI ZWARCIOWYMI.

Zabezpieczenia i przekroje przewodów zostały tak dobrane, aby przerwanie prądu zwarciego w każdym obwodzie elektrycznym następowało zanim wystąpi niebezpieczeństwo uszkodzeń cieplnych i mechanicznych w przewodach i połączeniach.



Czasy wyłączenia zabezpieczeń przy zwarcu są mniejsze od czasów powodujących nagrzewanie przewodów i kabli do temperatury granicznej określonej wzorem:

$$\sqrt{t} = k \cdot \frac{S}{I}$$

gdzie:

t- czas w sekundach

S- przekrój przewodów w mm<sup>2</sup>,

I- wartość skuteczna prądu zwarciovego w A,

k- współczynnik zależny od rodzaju przewodu i jego izolacji.

Sprawdzenia dokonano na wszystkich obwodach. Wymagania co do zabezpieczenia przed prądami zwarciovymi dla przewodów są spełnione-zabezpieczenia zadziałają zanim nastąpi nagrzanie przewodów do temperatury granicznie dopuszczalnej.

#### **SPRAWDZENIE SKUTECZNOŚCI OCHRONY PRZECIWPORAŻENIOWEJ.**

Sprawdzenia dokonano biorąc pod uwagę zalecenia normy PN-IEC 60364-4-41.

Ochrona przed dotykiem pośrednim- dodatkowa w sieci TN będzie zapewniona jeśli zostanie spełniony warunek:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_o$$

gdzie:

Z<sub>s</sub> – impedancja pętli zwarciovwej obejmująca źródło zasilania, przewód roboczy aż do punktu zwarcia i przewód ochronny między punktem zwarcia a źródłem zasilania,

I<sub>a</sub> – prąd powodujący samoczynne zadziałanie urządzenia wyłączającego w czasie < 0,4s.

U<sub>o</sub> – napięcie znamionowe względem ziemi.

Czas zadziałania urządzeń przyjęto zgodnie z tab. 41A normy – 0.4s.

Zabezpieczenia obwodów wyłącznikami instalacyjnymi:

Zgodnie z kartą katalogową zabezpieczenia o charakterystyce B zadziałają z czasem 0,4s przy krotności 5 prądu znamionowego, a o charakterystyce C przy krotności 10.

Dla wyłącznika instalacyjnego B10A-I<sub>a</sub>= 5x10A=50A

$$Z_s \leq \frac{U_o}{I_a} \quad Z_s \leq 230V/50A \quad Z_s \leq 4.6 \Omega$$

Dla wyłącznika instalacyjnego B16A-I<sub>a</sub>=5x16A=80A

$$Z_s \leq \frac{U_o}{I_a} \quad Z_s \leq 230V/80A \quad Z_s \leq 2.9 \Omega$$

Dla wyłącznika instalacyjnego B25A-I<sub>a</sub>=5x25A=125A

$$Z_s \leq \frac{U_o}{I_a} \quad Z_s \leq 230V/125A \quad Z_s \leq 1.84 \Omega$$

Dla wyłącznika instalacyjnego C16A-I<sub>a</sub>=10x10A=100A

$$Z_s \leq \frac{U_o}{I_a} \quad Z_s \leq 230V/100A \quad Z_s \leq 2.3 \Omega$$

Aby skuteczność ochrony była spełniona dla wyłączników instalacyjnych reaktancja pętli zwarciovych nie może być większa od obliczonych.

Zgodnie z danymi impedancja pętli zwarciovwej dla całej linii zasilającej nie przekroczy wartości dopuszczalnej.

W projekcie zastosowano urządzenia różnicowoprądowe o znamionowym prądzie wyzwalającym  $I=30\text{mA}$  dla zabezpieczenia poszczególnych obwodów siłowych i oświetleniowych.

$$Z_s \leq \frac{230\text{V}}{0,03\text{A}} \quad Z_s \leq 7,6\text{k}\Omega$$

Poprawne zadziałanie zabezpieczenia jest zapewnione, jeżeli impedancja obwodu zwarciovwe nie przekroczy  $7,6\text{k}\Omega$  dla obwodu siłowego lub oświetleniowego. Oznacza to, że zabezpieczenie zadziała skutecznie przy dotyku bezpośrednim części czynnych urządzenia (np. przewodów fazowych).

### **OBLICZENIA SPADKÓW NAPIĘĆ.**

Obliczeń spadków napięć dla obwodów dokonano na podstawie wzorów:

- Dla obwodów jednofazowych:

$$\Delta U\% = \frac{200 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot s \cdot U_n^2}$$

- Dla obwodów trójfazowych:

$$\Delta U\% = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot s \cdot U_n^2}$$

gdzie:

P – moc elektryczna obwodu [W],

l- długość obwodu elektrycznego [m],

γ- przewodność elektryczna materiału (miedź/aluminium) z jakiego jest wykonany obwód,

s- przekrój przewodu czynnego obwodu elektrycznego [ $\text{mm}^2$ ],

Un- napięcie znamionowe [V].

Zgodnie z obliczeniami wymagania co do nie przekraczania dopuszczalnych spadków napięć dla obwodów elektrycznych i układu zasilania są spełnione dla całego obiektu.