

PROJEKT WYKONAWCZY INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH

INWESTYCJA: Przebudowa wraz ze zmianą sposobu użytkowania części budynku oświaty na lokale mieszkalne w Krośnie ul Czajkowskiego 49. Dz, nr 1071/2 Obręb: Śródmieście. Kategoria obiektu budowlanego XIII.

ADRES: **Krośnie przy ul. Czajkowskiego 49**

DZIAŁKA NR: **Działka nr ew. 1071 obr. Śródmieście.**
Kategoria obiektu budowlanego XIII.

INWESTOR: Gmina Miasto Krosno
38-400 Krosno,
ul. Lwowska 28a

JEDNOSTKA INWESTPROJEKT Sp. z o.o.

PROJEKTOWA: 38-400 KROSNO
UL. KRAKOWSKA 13

BRANŻA: **INSTALACJE ELEKTRYCZNE**

ZESPÓŁ PROJEKTOWY:

PROJEKTANT: inż. Elżbieta Samul
upraw. Nr: E – 30/75

SPRAWDZAJĄCY: inż. Jacek Socha
upraw. Nr: BPPAiNB upr.79/82

DATA OPRACOWANIA: KROSNO 04.2023 r.

SPIS ZAWARTOŚCI DOKUMENTACJI

I - CZĘŚĆ OPISOWA

1. STRONA TYTUŁOWA
2. OPIS TECHNICZNY

II - CZĘŚĆ RYSUNKOWA

- | | |
|--|--------------|
| 1. Rzut parteru instalacje elektryczne | rys. nr 1/E |
| 2. Rzut I-go piętra | rys. nr 2/E |
| 3. Rzut dachu instalacja odgromowa | rys. nr 3/E |
| 4. Schemat główny zasilania budynku | rys. nr 4/E |
| 5. Schemat blokowy instalacji RTV i TV SAT | rys. nr 5/E |
| 6. Schemat instalacji wideo domofonowej | rys. nr 6/E |
| 7. Tablica Zbiorcza cz. A -elewacja | rys. nr 7/E |
| 8. Tablica Zbiorcza cz. A -wyposażenie | rys. nr 8/E |
| 9. Tablica Zbiorcza cz. B -elewacja | rys. nr 9/E |
| 10. Tablica Zbiorcza cz. B –wyposażenie | rys. nr 10/E |

OPIS TECHNICZNY

do projektu Elektrycznego przebudowy i zmiany sposobu użytkowania części budynku oświaty na lokale mieszkalne w Krośnie ul Czajkowskiego 49. Dz, nr 1071/2 Obręb: Śródmieście. Kategoria obiektu budowlanego XIII.

Inwestor : Gmina Miasto Krosno, ul Lwowska 28a

38-400 Krosno

I. PODSTAWA OPRACOWANIA

1. Umowa z Inwestorem
2. Koncepcja budynków opracowana przez PPU Inwestprojekt
3. Projekt zagospodarowania terenu.

II. OPIS WYKONANIA

1. Przedmiot opracowania

Dokumentacja niniejsza stanowi projekt wykonawczy instalacji elektrycznych wewnętrznych w budynku mieszkalnym wielorodzinnym w Krośnie przy ul . Czajkowskiego 49.

Dane wyjściowe do projektu:

Jako dane wyjściowe do niniejszego opracowania posłużyły:

- ◇ podkłady architektoniczno - budowlane
- ◇ wytyczne branżowe
- ◇ warunki przyłączenia do sieci OSD PGE Dystrybucja S.A. Rejon Energetyczny Krosno
- ◇ obowiązujące normy i przepisy.

2. Zakres opracowania

Projekt niniejszy obejmuje zagadnienia związane z instalacjami elektrycznymi w obiekcie i zawiera:

- ◇ rozdział energii elektrycznej w obiekcie
- ◇ plany instalacji
- ◇ schematy urządzeń rozdzielczych

Dokumentacja niniejsza nie obejmuje spraw związanych z zasilaniem obiektu energią elektryczną.

Sieć zasilająca niskiego napięcia stanowi przedmiot oddzielnego opracowania sporządzonego przez PGE.

3. Zasilanie obiektu w energię elektryczną:

Zasilanie obiektu w energię elektryczną stanowi przedmiot oddzielnego opracowania wykonanego przez PGE na podstawie aktualnych warunków przyłączenia.

Napięcie zasilania 3*230V/400V, 50 Hz, Zestawy pomiarowe energii elektrycznej – zasilanie podstawowe w V grupie przyłączeniowej.

Odbiorcy - 35 x lokali mieszkalnych + administracja

Zasilanie od strony Energetyki Zawodowej - PGE /granica eksploatacji/ zaciski prądowe na wyjściu przewodów od zabezpieczenia przeciążeniowego w złączu w kierunku instalacji odbiorcy. Złącze stanowi przedmiot dokumentacji opracowanej przez energetykę /PGE/ na podstawie obowiązujących standardów. Na rzucie parteru pokazano proponowane miejsce usytuowania złącza kablowego.

Proponuje się zainstalowanie złącza kablowego na zewnątrz po prawej stronie wejścia do wiatrołapu. Rozdzielnia główna budynku została zlokalizowana w wiatrołapie przy tej samej ścianie co złącze ZK. Przejście kablem przez ścianę od złącza do TG należy uszczelnić. Tablicę TG należy wykonać w II klasie izolacji.

Tablica główna zawiera zabezpieczenia przedlicznikowe WLZ -tów i wyłącznik główny przeciwpożarowy budynku.

Wewnętrzne linie zasilające od TG do Zbiorczych Tablic Licznikowych należy wykonać przewodami układanymi w rurkach izolacyjnych pod tynkiem lub pod posadzką korytarza. Trasę prowadzenia tych przewodów pokazano na rzucie parteru.

4. Pomiar energii elektrycznej

Zaprojektowano układy pomiaru energii dla poszczególnych odbiorców zgodnie z zawartymi z PGE umowami. Liczniki zaprojektowano zgodnie z wymogami PGE Dystrybucja S.A w zbiorczych tablicach licznikowych umieszczonych w korytarzu na parterze budynku. Każda ZTL składa się z 2 członów w których umieszczono po 10 lub 8 układów pomiarowych. Usytuowanie Zbiorczych Tablic Licznikowych pokazano na rzucie parteru. **Wykonanie tablic winno uniemożliwiać pobór nie mierzonej energii i być przystosowane do plombowania.**

5. Wewnętrzne linie zasilające tablice mieszkaniowe

Projektuje się wewnętrzne linie zasilające poszczególne tablice mieszkaniowe. Są to linie policznikowe biegnące w pionach (szachtach) od ZTL do poszczególnych mieszkań na każdej z kondygnacji do TM w każdym z mieszkań. Na schemacie podano typy i przekroje przewodów zgodnie z obliczonymi obciążeniami i zabezpieczeniami. Tablice TA i TT zlokalizowano na korytarzu parteru.

6. Tablice administracyjne

W budynku zaprojektowano tablicę rozdzielczą dla obwodów administracyjnych. Tablicę administracyjną w wykonaniu wężowym zlokalizowano w korytarzu na parterze obok zestawu tablic licznikowych do mieszkań. Wykonanie tablic w II klasie izolacyjności. Lokalizację tablic pokazano na planie instalacji.

7. Tablice mieszkaniowe

Tablice mieszkaniowe oddzielne dla każdego odbiorcy zlokalizowano w poszczególnych lokalach mieszkalnych. Będą one zawierać zabezpieczenia

przeciwporażeniowe oraz przeciążeniowe i zwarciovowe dla poszczególnych obwodów w mieszkaniach. Wykonanie tablic wewnątrz II klasy izolacji.

8. Instalacja ochrony od porażen

Ochronę dla stanów normalnych /podstawowa/ od porażen stanowią osłony i obudowy urządzeń elektrycznych.

Jako środek ochrony przed dotykiem pośrednim przewidziano samoczynne wyłączanie zasilania. Instalacja została zaprojektowana w układzie TT. Wszystkie obwody odbiorcze zabezpieczono wyłącznikami różnicowo – prądowymi o prądzie zadziałania $\Delta I_n = 30\text{mA}$.

Dodatkowo wszystkie metalowe instalacje rurowe, wanny, brodziki i metalowe zlewozmywaki należy łączyć siecią połączeń wyrównawczych prowadzoną na parterze.

9. Wykonanie tablic rozdzielczych – uwagi ogólne

Tablice rozdzielcze projektuje się tak, aby prąd zwarciovowy na szynach wszystkich rozdzielnic nie przekraczał 6kA. W rozdzielnicach będzie zastosowana aparatura modułowa, za wyjątkiem rozłączników głównych, których prąd przekracza 63 A. / tablica główna/. Stopień ochrony tablic IP44. Projektuje się stosowanie uszczelnień membranowych przebijanych przez wprowadzane przewody. Tablice powinny być czytelnie opisane oraz oznakowane zgodnie z Wytycznymi wykonania i odbioru urządzeń elektrycznych. Wewnątrz tablic na drzwiczkach należy umieścić aktualne schematy.

10. Wykonanie instalacji w mieszkaniach

Instalację elektryczną zaprojektowano jako podtynkową przewodami miedzianymi w izolacji i powłoce polwinilowej przewodami typu YDY i YDYp o przekroju $1,5\text{ mm}^2$ w obwodach oświetleniowych oraz $2,5\text{ mm}^2$ w obwodach gniazd wtyczkowych. Gniazda wtyczkowe w pokojach montować na wysokości 0,3m od podłogi, w kuchniach nad blatem roboczym a w łazienkach do pralki na wys. 0,8m, natomiast gniazdka przy umywalce na 1,3m. Wyłączniki oświetleniowe montować na wys. 1,35m od podłogi. Mieszkania należy wyposażać w kuchnie elektryczne 3 fazowe z piekarnikiem elektrycznym. Nad kuchnią należy zamontować okap kuchenny z wentylatorem elektrycznym.

Do oświetlenia klatek schodowych dobrano oprawy IP 44 z wbudowaną czujką natężenia oświetlenia i czujką na podczerwień. Na korytarzach przy klatce schodowej dodatkowo należy zamontować oprawy awaryjne W korytarzach zastosowano wydzielone oświetlenie awaryjne.

Zastosowano osprzęt w wykonaniu zwykłym dla pomieszczeń suchych oraz IP44 w pomieszczeniach mokrych /łazienki/. Sterowanie oświetleniem w pomieszczeniach przy pomocy łączników instalacyjnych.

Rozmieszczenie opraw podano na rzucie parteru – rys. nr 1/E . Na korytarzach przewidziano zastosowanie opraw oświetleniowych ze źródłami światła LED, o temperaturze barwowej 4000K /światło dzienne/. Natężenie oświetlenia na płaszczyznach roboczych winny spełniać wymagania Norm i wynosić odpowiednio:

- 100lx w pomieszczeniach komunikacji ogólnej (korytarze),
- 150lx na klatce schodowej,
- 200 – 300lx oświetlenie pomieszczeń technicznych

Do oświetlenia awaryjnego zastosowano specjalny rodzaj opraw służących do tego typu oświetlenia. Przewidziano tryb pracy opraw na ciemno z 1 godzinnym podtrzymaniem. Przed wejściem do klatek schodowych zastosować oprawy oświetleniowe plafoniery z czujką zmierzchu, IP 54.

Przekroje przewodów podano w opisie oraz na schemacie zasilania i są one dobrane do obciążalności prądowej dla sposobu ułożenia B1 wg normy IEC 364-5-523 oraz sprawdzone pod względem maksymalnych spadków napięcia w instalacji.

Zestawienie osprzętu
Łącznik instalacyjny 1 biegunowy do zabudowy na puszcze instalacyjnej podtynkowy
Łącznik instalacyjny świecznikowy do zabudowy na puszcze instalacyjnej podtynkowy
Łącznik instalacyjny przechodowy do zabudowy na puszcze instalacyjnej podtynkowy
Łącznik instalacyjny 1 biegunowy natynkowy
Łącznik instalacyjny świecznikowy natynkowy
Zestawienie gniazd wtyczkowych
Gniazdo wtyczkowe do zabudowy w puszcze instalacyjnej podtynkowej wielokrotnej 250V 2x16A/Z IP24 z kołkiem ochronnym .
Gniazdo wtyczkowe do zabudowy w puszcze instalacyjnej podtynkowej wielokrotnej 250V 2x16A/Z IP44 z kołkiem ochronnym .
Gniazdo wtyczkowe do zabudowy w puszcze instalacyjnej podtynkowej wielokrotnej 400V 1x16A/Z IP44 z kołkiem ochronnym .

11. Wykonanie instalacji odgromowej i przeciwprzebieciowej

Stan istniejącej instalacji odgromowej na dachu nie odpowiada nowej normie odgromowej dla tego też zdecydowano żeby przy okazji tego remontu i zmiany przeznaczenia budynku wykonać nową instalację odgromową. Na dachu zaprojektowano więc nową instalację którą należy wykonać drutem typu FeZn $\varnothing 8$. Na kominach wykonać obwiednie lub zainstalować igłce kominowe wysokości 1m które należy trwale połączyć z instalacją poziomą prowadzoną na dachu. Zwody pionowe odprowadzające należy również wykonać przewodem typu FeZn

$\varnothing 8$ i połączyć złączem kontrolnym z uziomem otokowym. Przed przystąpieniem do połączeń należy pomiarami sprawdzić ciągłość i stan uziemienia oporność którego nie powinna przekraczać 10Ω . W innym przypadku uziom doprowadzić do stanu wymaganego przepisami. Z ziomu fundamentowego należy wyprowadzić przewody uziemiające bednarką Fe/Zn 25x4mm do przyłączenia (uziemia) punktu rozdziału przewodu PEN w rozdzielnicy głównej oraz do głównej szyny uziemiającej GSU. Do GSU należy przyłączyć wszystkie metalowe części przewodzące obce, w tym wszystkie instalacje wchodzące do budynku, metalowe rury instalacji centralnego ogrzewania, wody, armaturę, rozdzielacze, metalowe obudowy pomp i inne. We wszystkich pomieszczeniach sanitarnych, należy wykonać miejscowe połączenia wyrównawcze. Połączenia wyrównawcze wykonać przewodem $DY\varnothing 4\text{mm}^2$ łączącym uziemianą część z główną szyną uziemiającą GSU.

Zaprojektowano wykonanie instalacji odgromowej w stopniu podstawowym.

Przewody odprowadzające należy wykonać drutem Fe/Zn $\varnothing 8\text{mm}$ naprężanym, lub ułożonym w rurkach izolacyjnych niepalnych ANTY GROM 28/22 pod termoizolacją. Wszystkie elementy metalowe na dachu nie związane galwanicznie z pokryciem (okucia, metalowe rynny, wyłazy dachowe, itd.) i nie będące urządzeniami elektrycznymi, należy połączyć

metalicznie ze zwodami. Wszelkie urządzenia lub instalacje, które nie są związane z instalacjami elektrycznymi lub teletechnicznymi (np. stalowe kominy wentylacyjne wyposażone w wentylatory wyciągowe, wywietrzaki, klimatyzatory i inne), należy chronić przy pomocy zwodów pionowych (iglic odgromowych) podłączonych do systemu zwodów poziomych z zachowaniem wymaganych odstępów izolacyjnych.

Ze względu na instalację odgromową, zaprojektowano urządzenia ochrony przeciwprzepięciowej typu II o stopniu ochrony $Up < 1,5kV$.

Ochronniki podłączyć i uziemić zgodnie z wymaganiami producenta. W przypadku gdy na dachu będą zamontowane anteny do odbioru RTV należy je chronić za pomocą zwodu pionowego nieizolowanego /iglica odgromowa o wysokości 4m/ mocowanego do konstrukcji masztu zgodnie z rysunkiem konstrukcyjnym masztu. Iglicę odgromową należy uziemić stosując przewód odgromowy wysokonapięciowy.

Zestawienie osprzętu
Przewód do instalacji odgromowej wysokonapięciowy
Przewód jednodrutowy w izolacji i powłoce polwinitowej - żyła miedziana YDY 1x4mm ²
Przewód jednodrutowy w izolacji i powłoce polwinitowej - żyła miedziana YDY 1x6mm ²
Przewód wielodrutowy w izolacji i powłoce polwinitowej - żyła miedziana YDY 1x10mm ²
Przewód wielodrutowy w izolacji i powłoce polwinitowej - żyła miedziana YDY 1x16mm ²
Iglica odgromowa l = 4 m – ochrona anten
Złącza kontrolne
Drut stalowy ocynkowany 8 mm
Płaskownik stalowy ocynkowany 25x4mm
Rura osłonowa HDPE o średnicy 32 mm
Rury osłonowe zwodów pionowych GROM 28/22
Objemki do rur stalowe ocynkowane z oczkiem na śruby M6 i M8

12. Przyłącza dla instalacji RTV

Przyłącz dla instalacji telewizji kablowej opracuje i wykona na zlecenie administratora obiektu wybrany operator sieci telekomunikacyjnych.

Kable antenowe zakończyć gniazdami antenowymi w pokojach na wysokości 0,8 m od posadzki, tam gdzie przewidziano zainstalowanie telewizora.

Na poziomie parteru przewidziano ustawienie szafy dystrybucyjnej do podłączenia przewodów instalacji internetowej. Dla tej instalacji przewidziano dwa piony (TT) w których należy w trakcie remontu ułożyć rurki instalacyjne z wprowadzonym przewodem pilotującym podobnie jak do instalacji wideodomofonowej. W przedpokojach mieszkań przewidzieć zakończenie tej instalacji puszką podtynkową □60. Tablice TT przewidziano do wykorzystania przy wprowadzeniu instalacji teletechnicznych do mieszkań nie przewidzianych w tym projekcie.

Kabel światłowodowy w budynku do szafy dystrybucyjnej prowadzić w rurze ochronnej RVS 47 ułożonej pod posadzką korytarza.

Uwaga!

Pod posadzką korytarza ułożyć 2 rury ochronne RVS47 wprowadzone z zewnątrz budynku i zakończyć w miejscu ustawienia szafy dystrybucyjnej. Podobnie pod posadzką korytarza ułożyć 2 rury RS2" i zakończyć w wiatrołapie przy tablicy głównej TG.

13. Instalacja ochrony od porażeń

Ochronę dla stanów normalnych /podstawową/ od porażeń stanowią osłony i obudowy urządzeń elektrycznych.

Jako środek ochrony przed dotykiem pośrednim przewidziano samoczynne wyłączanie zasilania. Instalacja została zaprojektowana w układzie TT. Wszystkie obwody odbiorcze zabezpieczono wyłącznikami różnicowo – prądowymi o prądzie zadziałania Delta $I_n=30\text{mA}$.

Dodatkowo wszystkie metalowe instalacje rurowe, wanny, brodziki i metalowe zlewozmywaki należy łączyć siecią połączeń wyrównawczych prowadzoną w piwnicach.

14. Ochrona od przepięć

Ochronę od przepięć stanowi ochronnik typu 1 i 2 /klasa B+C/ zintegrowany zamontowany w tablicy głównej.

UWAGI KOŃCOWE

- projekt instalacji elektrycznych wewnętrznych należy rozpatrywać łącznie z projektami instalacji branżowych (wod-kan, ogrzewczych, wentylacji, gazowej) w celu prawidłowego zrealizowania wytycznych instalacyjnych zawartych w w/w opracowaniach projektowych,
- instalację elektryczną należy wykonać zgodnie z postanowieniami Polskich Norm, przepisów i rozporządzeń, wytycznych do projektowania oraz zgodnie z szeroko rozumianą wiedzą techniczną i sztuką inżynierską,
- trasy prowadzenia obwodów elektrycznych należy skoordynować z innymi instalacjami technicznymi i prowadzić w odległościach zgodnych z przepisami,
- wszystkie zastosowane materiały powinny odpowiadać polskim normom, posiadać niezbędne atesty i spełniać odpowiednie przepisy,
- Wykonawca zobowiązany jest wykonać instalację zgodnie z dokumentacją projektową a na wszelkie odstępstwa i zmiany winien uzyskać zgodę projektanta i Inwestora,

- po wykonaniu instalacji elektrycznych, należy wykonać pomiary odbiorcze w tym między innymi skuteczności szybkiego wyłączenia (ochrony przeciwporażeniowej), rezystancji izolacji kabli i przewodów, działania wyłączników ochronnych różnicowoprądowych, rezystancji uziemienia, natężenia oświetlenia podstawowego i awaryjnego, oporności uziomu instalacji odgromowej i inne,
- Wykonawca zobowiązany jest wykonać dokumentację powykonawczą, uwzględniającą ewentualne zmiany wprowadzone podczas wykonywania instalacji i dołączyć do niej protokoły pomiarowe z badań odbiorczych podpisane przez uprawnione osoby.
- przejścia pomiędzy strefami pożarowymi należy wykonać zgodnie z wytycznymi dostawcy atestowanych materiałów uszczelniających oraz zabezpieczeń pożarowych i opisać zgodnie zobowiązującymi przepisami.

UWAGA !

Użyte w dokumentacji projektowej, specyfikacjach technicznych oraz w kosztorysach nazwy firm, wyrobów budowlanych czy technologii należy traktować w myśl art. 29 ust. 3 ustawy „Prawo zamówień publicznych” jako informację na temat oczekiwanego standardu poziomu jakości, a nie ściśle jako wyrób konieczny do użycia.

Możliwe jest zastosowanie innych równoważnych wyrobów budowlanych i technologii, których zastosowanie gwarantuje spełnienie warunków podstawowych (art. 5 ustawy Prawo Budowlane, ustawa o wyrobach budowlanych) oraz pozwoli na zachowanie standardu i poziomu jakości równoważnego, lub nie gorszego od określonego w projekcie i specyfikacjach lub kosztorysie.

Ewentualne rozwiązania zamienne uzgodnić pisemnie z Inwestorem i projektant

Całość robót należy wykonać zgodnie z Wytycznymi Wykonania i Odbioru Robót Elektrycznych, oraz Prawem Budowlanym. Wszystkie użyte urządzenia elektryczne winny posiadać atesty dopuszczenia do stosowania w budownictwie ogólnym na terenie Polski. Układy pomiarowe montować w oddzielnych skrzyniach wykonanych zgodnie ze standaryzacją.

Obliczenia mocy budynku i dobór przekroji przewodów opisano na schemacie głównym.

Koniec części opisowej

Obliczenia techniczne:

Wykonuję obliczenia dla najbardziej obciążonego obwodu tj. 10 mieszkań

Moc dla 10 mieszkań wynosi: $15 \text{ kW} \times 10 = 150 \text{ kW} \times 0,337 = 50,55 \text{ kW}$

$I_o = 76 \text{ A}$

Zabezpieczenie WLZ w TG $I_b = 80 \text{ A}/3\text{f}$

Dobrano przewody o obciążalności 107 A – LGs 35mm²

Zabezpieczenie WLZ dla mieszkania, przy obciążeniu 15 kW wynosi 25 A/3f

Dobrano przewód o obciążalności 38 A – LGs 10 mm²

Zabezpieczenie WLZ dla administracji przy obciążeniu 10 kW wynosi 16A/3f

Dobrano przewód o obciążalności 28A – LGs 6 mm²

Obliczenie spadku napięcia wykonuje dla najdalszego gniazda w mieszkaniu na III piętrze

$$\Delta U\% = (2 \times 100 \times 10 \times 200) : (54 \times 2,5 \times 230 \times 230) + (100 \times 15000 \times 20) : (54 \times 10 \times 400 \times 400) + (100 \times 6000 \times 8) : (54 \times 50 \times 400 \times 400) = 1,067\% < \Delta U \text{ dop. } 4\%$$

Wszystkie przewody i zabezpieczenia dobrano na podstawie warunków:

$$I_b < I_n < I_z$$

$$I_2 < 1,45 \times I_z$$

gdzie:

I_b - prąd obliczeniowy [A]

I_n - wartość zabezpieczeń [A]

I_z - obciążalność długotrwała zabezpieczonych przewodów [A]

I_2 - prąd zadziałania urządzeń zabezpieczających

Dobrano przewód i zabezpieczenia relacji TG - ZTL

$$76A < 80A < 107A$$

$$107A < 116A$$

W obwodach w których zastosowane jest zabezpieczenie nadprądowe, powinien być spełniony warunek:

$$Z_s \times I_a \leq U_o < (0,8 \times 230) / 275 = 0,67 \Omega$$

gdzie;

Z_s - jest impedancją pętli zwarcia w Ω obejmującej źródło zasilania, przewód liniowy do miejsca zwarcia, przewód ochronny części przewodzących dostępnych, przewód uziemiający, uziom instalacji oraz uziom źródła,

I_a – jest prądem powodującym samoczynne wyłączenie zasilania w wymaganym czasie w A.

- dla samoczynnego wyłącznika instalacyjnego prądzie znamionowym 25A (zabezpieczenie przelicznikowe) wynosi 275A

U_o – jest napięciem prądu przemiennego lub stałego przewodu liniowego względem ziemi w V;

Jeśli części przewodzące dostępne są uziemione indywidualnie, to w każdym takim obwodzie, dla ochrony przed dotykiem bezpośrednim, powinien być zainstalowany wysokoczuły wyłącznik różnicowo-prądowy o $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$.

$$R_a \times I_{\Delta n} \leq 50V < 50 / 0.03 = 1666 \Omega$$

gdzie:

- R_a jest rezystancją uziemienia ochronnego części przewodzących dostępnych w Ω ;

- $I_{\Delta n}$ jest znamionowym prądem różnicowym RCD w A.

****Czasy wyłączenia wymagane dla układów TN i TT odnoszą się do spodziewanych prądów różnicowych uszkodzeniowych znacząco większych niż znamionowe prądy różnicowe (zwykle 1-5 $I_{\Delta n}$).**

Obliczenie oporności uziomu dla sieci zewnętrznej w układzie TT:

$$R \leq U : I_b \quad 50V : 160A = 0,31 \Omega$$

taka oporność jest trudna do uzyskania dla tego należy uzyskać oporność minimum 2 Ω poprzez połączenie przewodu ochronnego z uziomem fundamentowym.

Instalacja odbiorcza pracuje w układzie TNC-S. Ochronę przeciw-porażeniową w stanach awaryjnych (dodatkową) stanowią wyłączniki różnicowo prądowe o prądzie wyłączającym 30 mA.

Opracowała: inż. Elżbieta Samul