

I. CZĘŚĆ OPISOWA

1.1 Podstawa opracowania

Projekt architektury i konstrukcji

Obowiązujące normy, przepisy i wytyczne projektowania

Instrukcje, karty informacyjne stosowanych urządzeń

1.2 Założenia

- napięcie zasilania 230/400V prądu przemiennego
- zasilanie - wlv kablowe nn zalicznikowe
- dopuszczalne spadki napięcia:
 - wlv - 2%
 - instalacja odbiorcza oświetleniowa - 2%, siłowa - 3 %

1.3 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt instalacji elektrycznych przebudowy budynku zabytkowego praktycznej nauki zawodu w Zespole Szkół Centrum Kształcenia Rolniczego im. Wincentego Witosa – dawnej elektrowni wzniesionej w k. XIX w. na działce nr ewid. 16/20 oraz części działek nr ewid. 14/5 i 14/7 przy ul. Białskiej 7 w Leśnej Podlaskiej.

Opracowanie obejmuje instalacje: oświetleniową, gniazd wtykowych 230V, siłową, wlv, odgromową i ochrony od porażeń.

1.4 Zasilanie i rozdział energii elektrycznej

Istniejące zasilanie w energię elektryczną budynku z zestawu złącz pomiarowych na ścianie szczytowej od strony zachodnio północnej (2 układy pomiarowe 1-faz. dla mieszkań i 1 układ pomiarowy 3-faz. dla pracowni praktycznej nauki zawodu i pomieszczeń magazynowych). Zasilanie przyłączem napowietrzny z linii napowietrznej nn (w pobliżu budynku)

Zasilanie budynku po przebudowie wykonane będzie wewnętrznymi liniami zasilającymi kablowymi nn zalicznikowymi ze złącza ZKP-3/2+RO/3P/F zlokalizowanego w miejscu pokazanym na planie (rys. nr 1E) wg warunków zmiany przyłącza napowietrzego na kablowe i przeniesienia istniejących układów pomiarowych PGE Dystrybucja S.A. Istniejące zabezpieczenia przelicznikowe, liczniki oraz zabezpieczenie główne, przeniesione do złącza ZKP-3/2+RO/3P/F bez zmian. **Projektowane instalacje elektryczne wewnętrzne stanowiące zakres niniejszego projektu są instalacjami zalicznikowymi i nie podlegają uzgodnieniu w RE Biała Podlaska**

Projektowane pomieszczenia magazynowe i sale praktycznej nauki zawodu zasilane będą z rozdzielnic TSZ-0, TSM-1 zlokalizowanych w miejscach pokazanych na planach instalacji. Rozdzielnia TSZ-0 (we wnęce w ścianie) izolowana 4x12M (766x328x108), IP(IK) 40(7), II klasy ochronności. Wyposażenie zgodnie ze schematem rys. nr 5E; aparatura modułowa. Do rozdzielni TSZ-0 wprowadzić wlv K-III/SZ YKY 4x16mm² ze złącza ZKP-3/2+RO/3P/F.

Z rozdzielni TSZ-0 wyprowadzić obwody zasilające instalacje oświetleniowe, gniazda wtykowe 230V i 400V pomieszczeń praktycznej nauki zawodu oraz wlv-ty YKY 4x10mm² do projektowanej TSM-1 oraz YnDY 4x10mm² do istniejących rozdzielnic TSZ-1, TSZ-2 w salach nauki zawodu zasilających stanowiska ślusarskie, hydrauliczne spawalnicze, obróbki drewna i skrawania w tych salach.

Rozdzielnia TSM-1 naścienna izolowana, 2x18M (432x448x161), IP(IK) 65(9), II klasy ochronności. Wyposażenie zgodnie ze schematem rys. nr 5E; aparatura modułowa. Do rozdzielni TSM-1 wprowadzić wlv K-IV/SM YKY 4x10mm² z rozdzielni TSZ-0.

Z rozdzielni TSM-1 wyprowadzić obwody zasilające instalacje oświetleniowe, gniazda wtykowe 230V i 400V.

Mieszkania zasilane będą z rozdzielnic TM-1, TM-2 zlokalizowanych w miejscach pokazanych na planach instalacji. Rozdzielnie TM-1, TM-2 wlvkowe izolowane 2x24M (513x668x158), IP(IK) 40(6), II klasy ochronności. Wyposażenie zgodnie ze schematem rys. nr 5E; aparatura modułowa. Do rozdzielni TM-1, TM-2 wprowadzić wlv-ty K-I/M YKY 4x16mm² oraz K-II/M YKY 4x16mm² ze zlvcza ZKP-3/2+RO/3P/F.

Z rozdzielni TM-1, TM-2 wyprowadzić obwody zasilające instalacje oświetleniowe, gniazda wtykowe 230V.

1.5 Instalacja oświetlenia podstawowego i gniazd wtykowych w mieszkaniach

Instalacje oświetleniowe wykonać przewodami YnDY 3x1,5mm² pt. Od puszek rozgvlżnych do wlvczników 1-bieg. YnDY 2x1,5 mm². Natomiast instalacje gniazd wtykowych przewodami YnDY 3x2,5mm². Osprzvt podtynkowy. lvczniki instalować na wysokości 1,4m od podlvgi. Gniazda wtykowe w pokojach instalować na wysokości 0,3m, w kuchni i lvzienkach na wysokości 0,85 - 1,2m, w pozostałych pomieszczeniach na wysokości 0,85m. Typy oprlv podano na planie instalacji (lub wg wyboru inwestora).

1.6 Instalacja oświetlenia podstawowego i gniazd wtykowych 1-faz. 230V oraz siłowa w pomieszczeniach magazynowych i pracowni praktycznej nauki zawodu

W pomieszczeniach magazynowych instalacje wykonać przewodami YnDY 3x2,5mm² gniazda wtykowe 230V, YnDY 5x2,5mm² (gniazdo siłowe) oraz YnDY 3x1,5mm² oświetlenie podstawowe. Od puszek rozgvlżnych do wlvczników 1-bieg. YnDY 2x1,5mm².

W pomieszczeniach pracowni praktycznej nauki zawodu instalacje wykonać przewodami YnDY 3x2,5mm² gniazda wtykowe 230V, YnDY 5x2,5mm² (gniazdo siłowe) oraz YnDY 3x1,5mm² oświetlenie podstawowe. Od puszek rozgvlżnych do wlvczników 1-bieg. YnDY 2x1,5mm²

Gniazda wtykowe instalować na wysokości 0,35 - 0,85m (dokładne usytuowanie gniazd wykonać z uwzglvdnieniem dokładnego rozmieszczenia urzlvdzeń i ustaleń z użytkownikiem). Typy oprlv opisano na planie instalacji. Gniazda wtykowe hermetyczne podwlvjne np. typu GWP-230PH natomiast lvczniki typu WPT-1H, WPT-2H, hermetyczne.

Przewody ukłlvdać w listwach instalacyjnych, rurach w elementach konstrukcyjnych budynku lub pt.

Typy oprlv podano na planie instalacji (lub wg wyboru inwestora).

Instalacje siłowe do gniazd 3P+N+PE 32A wykonać przewodami YnDY 5x2,5mm² pt.

1.6 Wlvczenie p.poż.

Wlvczenie pożarowe dla zabytkowego budynku praktycznej nauki zawodu odbywlvć się bvldzie za pomoclv:

- rozlvczników z wlvzwalczami wzrostowymi zamontowanymi w zlvczu ZK-1/FRX przy projektowanym zlvczu ZKP-3/2+RO/3P/F
- rlvcznego przycisku zamontowanego na zewnltr w przeszklvnej obudowie (rozdzielnica 3Z/P

czerwona – wyłącznik p.poż.) przy wejściu do budynku (wejście do pracowni praktycznej nauki zawodu).

Naciśnięcie przycisku spowoduje wyłączenie rozłączników w złączu ZK-1/FRX – odłączenie napięcia we wszystkich wzl zalicznikowych zasilających budynek

Przycisk przy wejściu do budynku musi być wyraźnie oznakowany jako

„**PRZECIWOPOŻAROWY WYŁĄCZNIK PRĄDU**” i być wyposażony w:

- styk zwierny dla rozłączników z wyzwalaczami wzrostowymi w złączu ZK-1/FRX
- posiadać sygnalizację zadziałania i stanu normalnej pracy za pomocą dwóch diód LED w kolorze czerwonym i zielonym

Połączenie wyzwalacza wzrostowego w rozłączniku z przyciskiem typu SP-22-WC uruchamiającym przeciwpożarowy wyłącznik prądu wykonać kablem ziemnym sterowniczym 4x0,75mm² układanym w wykopie razem z wzl K-III/SZ do złącza ZK-1/FRX.

Zasilanie cewki wzrostowej w rozłączniku wykonać poprzez automatyczny przełącznik faz PF-431.

1.7 Ochrona od porażen

W projektowanych instalacjach odbiorczych dla ochrony od porażen zgodnie z PN-IEC 60364 zastosowano samoczynne i szybkie wyłączenie zasilania w układzie TN-S za pomocą wyłączników różnicowo-prądowych oraz urządzeń ochronnych przetężeniowych tj. wyłączników z wyzwalaczami nadprądowymi. W instalacjach wewnętrznych budynku zasilanych z rozdzielni TM-1, TM-2, TSZ-0, TSM-1 zastosowano oddzielny przewód ochronny PE. Przewód ochronny i neutralny nie może być zabezpieczany i rozłączany. W rozdzielniach połączyć przewód neutralny N i ochronny PE oraz uziemić przewód PEN (połączyć z uziomem instalacji odgromowej, uziemieniem ochronników oraz połączeniem wyrównawczym w budynku). Dla projektowanych rozdzielnic przewiduje się wyizolowanie obudów poprzez zastosowanie obudowy II klasy ochronności. Kolor przewodu ochronnego żółto zielony a neutralnego niebieski.

Rozdział przewodu PEN na PE i N wykonać w rozdzielniach.

Za wyłącznikami różnicowo-prądowymi nie może być połączenia przewodu PE i N ponieważ spowoduje to zbędne zadziałanie wyłączników.

Ochrona wyłącznikami przeciwporażeniowymi będzie zapewniona przy rezystancji uziemienia przewodu ochronnego nie większej jak: $R = 25/1,2 \times 0,03 = 694\Omega$

Uziemienie ochronne jak też działanie wyłączników ochronnych należy sprawdzić pomiarami przed przekazaniem do użytku.

Wartość uziemienia (wspólne z uziomem ograniczników przepięć) $R \leq 10\Omega$.

1.8 Instalacja połączeń wyrównawczych

W pomieszczeniach budynku wykonać dodatkowo bednarką FeZn25x4mm na ścianie połączenia wyrównawcze pomiędzy metalowymi rurami sieci kanalizacyjnej i wodociągowej. W łazienkach wykonać lokalne połączenia wyrównawcze tj. połączyć przewodem DY6mm przewód PE gniazdka wtykowego oraz wszystkie elementy metalowe wyposażenia sanitarnego oraz metalowe rury instalacji wod.-kan. na których w wypadku awarii może pojawić się napięcie elektryczne. Bednarkę FeZn25x4mm połączenia wyrównawczego połączyć z przewodem PE w rozdzielniach TM-1, TM-2, TSZ-0, TSM-1 i uziomem instalacji odgromowej. Wszystkie połączenia i przyłączenia przewodów biorących udział w ochronie przeciwporażeniowych powinny być wykonane w sposób pewny, trwałe w czasie i chroniący przed korozją. Przewody ochronne PE i wyrównawcze powinny być oznaczone dwubarwnie barwą zielono - żółtą

1.9 Instalacja odgromowa

Na wysokości dachu budynku metalowe pokrycie dachu połączyć przewodami odprowadzającymi. Przewody odprowadzające instalacji należy wykonać jako nienaprężane z pręta ocynkowanego FeZn fi 8 mocowanego na uchwytych NRO z wkrętami nr kat. 275 188 DEHN lub na typowych wspornikach wg. „Katalogu elementów instalacji odgromowej i uziomów” producentów instalacji odgromowej i połączyć ze zwodami poziomym na dachu (blachą). Stosować uchwyty przystosowane do pokrycia dachu blachą. Przy kominach stosować typowe iglice kominowe $h=1,5m$.

Złącza kontrole typowe do połączeń pręt – płaskownik na wysok. ok. 0,5 - 0,8m.

Do połączenia poszczególnych elementów stosować typowe zaciski i uchwyty do blachy. Do połączenia poszczególnych elementów instalacji stosować typowe zaciski i uchwyty wg katalogów j.w.

Uziom otokowy z bednarki FeZn 25x4 układanej na gł. min. 0,6m. Rezystancja uziemienia $<10\Omega$. Uziom instalacji odgromowej powinien być połączony z uziomem przewodu PEN i ochronników w TM-1, TM-2, TSZ-0, TSM-1 oraz szyną wyrównawczą budynku.

Przewody uziemiające w ziemi do 20 cm chronić przed korozją przez malowanie lakierem asfaltowym. Miejsca spawane również zabezpieczyć przed korozją przez dwukrotne malowanie lakierem asfaltowym. Plan instalacji przedstawiono na rys. 4E.

1.10 Układanie kabli energetycznych - wlz

Kable należy układać na głębokości 0,7 m na wykonanej wcześniej podsypce z piasku o gr.0,1 m. Kable ułożyć w wykopie linią falistą. W odległości co 10 m założyć na kabel opaski z oznaczeniem linii. Kable przysypać warstwą piasku o gr. 0,1 m, a następnie warstwą rodzimego gruntu o gr.0,15 m. Tak ułożony kabel przykryć folią niebieską i zasypać rodzimym gruntem.

Przy skrzyżowaniu z podziemnymi sieciami uzbrojenia terenu kable układać:

- kable nn z kablami nn, zachować odległość 0,25m między nimi a dolny kabel dodatkowo układać w rurze ochronnej DVK(SRS)-75 na długości 1,5m
- rurociągiem wodnym, ściekowym, kabel nn nad nimi w odległości 0,8m przy średnicy rurociągu do 250mm i 1,5m przy średnicy rurociągu większej niż 250mm lub kabel układać w rurze DVK(SRS)-75 zachowując odległość odpowiednio 0,5m i 0,8m

Skrzyżowanie kabli z istniejącym rowem (północno- zachodnia strona budynku) wykonać metodą przecisku lub przewiertem w rurze osłonowej SRS-G 125/7,1 zgodnie z profilem skrzyżowania rys. nr 6E.

Skrzyżowanie z utwardzoną nawierzchnią (od strony północno- zachodniej ściany szczytowej budynku) częściowo wykonać metodą przecisku lub przewiertem w rurze osłonowej SRS-G 110/6,3 bez naruszenia konstrukcji nawierzchni na głębokości min. 1,0 m od najniższej rzędnej nawierzchni.

Przy wprowadzeniu złącza ZKP-3/2+RO/3P/F kable układać w rurach KR Φ 50, a do budynku w rurach BE32.

Całość prac wykonać zgodnie PN-76/E-05125, N-SEP-E-004.

Na kabel należy założyć opaski identyfikacyjne, które winne zawierać:

- typ kabla,
- relacja linii kablowej,
- nazwę użytkownika,
- rok ułożenia.

1.11 Uwagi końcowe

- Instalacje elektryczne winny wykonywać osoby do tego przeszkolone z aktualnymi uprawnieniami, z materiałów posiadających stosowne atesty i certyfikaty.
- Całość wykonać zgodnie z aktualnie obowiązującymi normami i przepisami w czasie wykonawstwa.
- Przed przystąpieniem do robót ziemnych, trasę kabli należy zgłosić do wytyczenia przez uprawnione służby geodezyjne
- Po ułożeniu kabli należy zgłosić do odbioru przez Inwestora i do inwentaryzacji przez służby geodezyjne
- Poprawność wykonania instalacji elektrycznych potwierdzić pomiarami, a protokoły przekazać Inwestorowi.
- Dopuszcza się zmianę zaprojektowanych urządzeń na inne pod warunkiem utrzymania zakładanych parametrów technicznych zakładanych urządzeń.
- Wszystkie zmiany projektu wymagają uzgodnienia z projektantem.

II. OBLICZENIA

2.1 Dobór kabli zasilających – w/z

2.2.1 W/z ZK-3L+3P do TSZ-0 (pomieszczenia praktycznej nauki zawodu)

$$P_p = 18 \text{ kW}$$

$$I_{sm} = \frac{P_{sm}}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{18000}{1,73 * 400 * 0,93} = 27,96 \text{ A}$$

Zabezpieczenie obwodu istniejącego przelicznikowe S303C 32A w ZK-3L+3P.

Kabel zasilający – YKY 4x16mm² o długotrwałej obciążalności $I_{dd}=67\text{A} > I_s=27,96\text{A}$.

Sprawdzenie zabezpieczenia w/z zalicznikowej przed prądem przeciążeniowym (wg PN-IEC 60364-5-523).

Wg normy j.w.

$$1) I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$2) I_2 \leq 1,45 I_z$$

$$I_B = I_s = 27,96 \text{ A}$$

$$I_n = 32 \text{ A}$$

$$I_z = 67 \text{ A}$$

$$I_2 = 1,45 I_n = 46,40 \text{ A}$$

War. 1

$$27,96 \text{ A} < 32 \text{ A} < 67 \text{ A}$$

War. 2

$$46,40 \text{ A} < 1,45 \times 67 \text{ A} = 97,15 \text{ A}$$

Oba warunki zabezpieczenia w/z od przeciążeń są spełnione.

Sprawdzenie zabezpieczenia w/z przed prądem zwarcia (wg PN-IEC 60364-5-523).

Wartość prądu zwarcia o czasie trwania nie przekraczającym 5 sek, dla którego nie nastąpi podwyższenie temperatury przewodu od temperatury granicznej dopuszczalnej długotrwałe do temperatury granicznej dopuszczalnej przy zwarcu wynosi

$$I = \frac{kxs}{\sqrt{t}} = \frac{115 \times 16}{\sqrt{5}} \approx 822 \text{ A} > I_{\max 5s} = 320 \text{ A dla S303 C32}$$

(zabezpieczenie obwodowe przelicznikowe w/z).

Warunek zabezpieczenia w/z przed prądem zwarciovym jest spełniony.

sprawdzenie w/z na spadek napięcia.

$$\Delta u_{\%} = \frac{100 \times P_s \times l}{\gamma \times s \times U^2} = \frac{100 \times 18000 \times 107}{57 \times 16 \times 400^2} = 1,31\%$$

2.2.2 Włz ZK-3L+3P do TM-1 (mieszkanie 1) oraz do TM-2 (mieszkanie 2)

$$P_p = 5 \text{ kW}$$

$$I_{sm} = \frac{P_{sm}}{U} = \frac{5000}{230} = 21,74 \text{ A}$$

Zabezpieczenie obwodu istniej. przelicznikowe S301C 25A w ZK-3L+3P.

Kabel zasilający – YKY 4x16mm² o długotrwałej obciążalności $I_{dd}=67\text{A} > I_s=21,74\text{A}$.

Sprawdzenie zabezpieczenia włz zalicznikowej przed prądem przeciążeniowym (wg PN-IEC 60364-5-523).

Wg normy j.w.

$$3) I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$4) I_2 \leq 1,45I_z$$

$$I_B = I_s = 21,74\text{A}$$

$$I_n = 25\text{A}$$

$$I_z = 67\text{A}$$

$$I_2 = 1,45 \times I_n = 36,25\text{A}$$

War. 1

$$21,74\text{A} < 25\text{A} < 67\text{A}$$

War. 2

$$36,250\text{A} < 1,45 \times 67\text{A} = 97,15\text{A}$$

Oba warunki zabezpieczenia włz od przeciążeń są spełnione.

Sprawdzenie zabezpieczenia włz przed prądem zwarcia (wg PN-IEC 60364-5-523).

Wartość prądu zwarcia o czasie trwania nie przekraczającym 5 sek, dla którego nie nastąpi podwyższenie temperatury przewodu od temperatury granicznej dopuszczalnej długotrwałe do temperatury granicznej dopuszczalnej przy zwarciu wynosi

$$I = \frac{kxs}{\sqrt{t}} = \frac{115 \times 16}{\sqrt{5}} \approx 822 \text{ A} > I_{\max 5s} = 250\text{A dla S301 C25}$$

(zabezpieczenie obwodowe przelicznikowe włz).

Warunek zabezpieczenia włz przed prądem zwarciovym jest spełniony.

sprawdzenie włz na spadek napięcia włz ZK-3L+3P do TM-1 i TM-2.

$$\Delta u_{\%} = \frac{200 \times P_s \times l}{\gamma \times s \times U^2} = \frac{200 \times 5000 \times 43}{57 \times 16 \times 230^2} = 0,98\%$$

sprawdzenie włz na spadek napięcia włz ZK-3L+3P do TM-2.

$$\Delta u_{\%} = \frac{200 \times P_s \times l}{\gamma \times s \times U^2} = \frac{200 \times 5000 \times 51}{57 \times 16 \times 230^2} = 1,16\%$$

2.2.3 Włz od TSZ-0 do TSM-1 (pomieszczenia magazynowe)

$$P_s = 5,46 \text{ kW}$$

$$I_{sm} = \frac{P_{sm}}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{5460}{1,73 * 400 * 0,93} = 8,48 \text{ A}$$

Zabezpieczenie obwodu S303C 25A w TSZ-0.

Kabel zasilający - YKY 4x10mm² o długotrwałej obciążalności $I_{dd}=52\text{A} > I_s=8,48\text{A}$.

Sprawdzenie zabezpieczenia włz przed prądem przeciążeniowym (wg PN-IEC 60364-5-523).

Wg normy j.w.

$$5) I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$6) I_2 \leq 1,45I_z$$

$$I_B = I_s = 8,48\text{A}$$

$$I_n = 25A$$

$$I_z = 52A$$

$$I_2 = 1,45 \times I_n = 36,25A$$

War. 1

$$8,48A < 25A < 52A$$

War. 2

$$36,25A < 1,45 \times 52A = 75,40A$$

Oba warunki zabezpieczenia w/z od przeciążeń są spełnione.

Sprawdzenie zabezpieczenia w/z przed prądem zwarcia (wg PN-IEC 60364-5-523).

Wartość prądu zwarcia o czasie trwania nie przekraczającym 5 sek, dla którego nie nastąpi podwyższenie temperatury przewodu od temperatury granicznej dopuszczalnej długotrwale do temperatury granicznej dopuszczalnej przy zwarcu wynosi

$$I = \frac{kxs}{\sqrt{t}} = \frac{115 \times 10}{\sqrt{5}} \approx 513A > I_{\max 5s} = 250A \text{ dla S303 C25}$$

(zabezpieczenie obwodowe w/z).

Warunek zabezpieczenia w/z przed prądem zwarciovym jest spełniony.

sprawdzenie w/z na spadek napięcia.

$$\Delta u_{\%} = \frac{100 \times P_s \times l}{\gamma \times s \times U^2} = \frac{100 \times 5460 \times 47}{57 \times 10 \times 400^2} = 0,28\%$$

2.2.4 W/z od TSZ-0 do istniejących rozdzielnic w salach praktycznej nauki zawodu TSZ-1, TSZ-2)

Zabezpieczenie obwodów S303C 25A w TSZ-0.

Kabel zasilający – YnDY 4x10mm² o długotrwalej obciążalności $I_{dd}=52A > I_s=8,48A$.

Sprawdzenie zabezpieczenia w/z przed prądem przeciążeniowym (wg PN-IEC 60364-5-523).

Wg normy j.w.

$$7) I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$8) I_2 \leq 1,45 I_z$$

$$I_B = I_s = 8,48A$$

$$I_n = 25A$$

$$I_z = 52A$$

$$I_2 = 1,45 \times I_n = 36,25A$$

War. 1

$$8,48A < 25A < 52A$$

War. 2

$$36,25A < 1,45 \times 52A = 75,40A$$

Oba warunki zabezpieczenia w/z od przeciążeń są spełnione.

Sprawdzenie zabezpieczenia w/z przed prądem zwarcia (wg PN-IEC 60364-5-523).

Wartość prądu zwarcia o czasie trwania nie przekraczającym 5 sek, dla którego nie nastąpi podwyższenie temperatury przewodu od temperatury granicznej dopuszczalnej długotrwale do temperatury granicznej dopuszczalnej przy zwarcu wynosi

$$I = \frac{kxs}{\sqrt{t}} = \frac{115 \times 10}{\sqrt{5}} \approx 513A > I_{\max 5s} = 250A \text{ dla S303 C25}$$

(zabezpieczenie obwodowe w/z).

Warunek zabezpieczenia w/z przed prądem zwarciovym jest spełniony.

2.3 Maksymalny spadek napięcia w wlvz

$$\Delta u_{max} = 1,31\% + 0,28\% = 1,59\%$$

2.4 Obliczenie wartości rezystancji uziemienia przewodu PE

Przyjmuje się wartość napięcia bezpiecznego 25 V – wg PN-IEC 60364-4-41:2000

Maksymalna wartość rezystancji uziemienia przewodu ochronnego PE:

Ochrona wyłącznikami przeciwporażeniowymi będzie zapewniona przy rezystancji uziemienia ochronnego nie większej jak:

Warunki środowiskowe „2” $U_I = 25V$ $k = 1,2$

$I_n = 25A$ $I_{\Delta n} = 0,03A$

$R_a = U_I / I_n * k = 25 / 0,03 * 1,2 = 694 \Omega$

Dla właściwego działania ograniczników przepięć wymagana rezystancja wynosi 10 Ω