

## **PROJEKT TECHNICZNY**

### **BUDOWY SIECI ELEKTROENERGETYCZNEJ O NAPIĘCIU ZNAMIONOWYM NIE WYŻSZYM JAK 1kV**

|                                          |                                      |                                                                                                                     |                    |                  |               |
|------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------|---------------|
| <b>INWESTOR:</b>                         |                                      | <b>Gmina Tarnów, ul. Krakowska 19, 33-100 Tarnów</b>                                                                |                    |                  |               |
| <b>NAZWA ZAMIERZENIA<br/>BUDOWALNEGO</b> |                                      | <b>Budowa słupów oświetlenia drogowego w<br/>miejscowości Nowodworze, działka nr 61</b>                             |                    |                  |               |
| <b>LOKALIZACJA:</b>                      |                                      | <b>Nowodworze, 33-100 droga gminna</b>                                                                              |                    |                  |               |
| <b>DZIAŁKI</b>                           |                                      | <b>Działki: 60, 61, 57/5;<br/>jedn. Ewidencyjna: 121609_2 Tarnów Gmina;<br/>Obręb ewidencyjny: 0007 Nowodworze;</b> |                    |                  |               |
| <b>KATEGORIA BIEKTU<br/>BUDOWLANEGO</b>  |                                      | <b>XXVI</b>                                                                                                         |                    |                  |               |
| <b>ZESPÓŁ<br/>AUTORSKI</b>               | <b>IMIĘ I<br/>NAZWISKO</b>           | <b>SPECJALNOŚĆ I<br/>NUMER<br/>UPRAWNIEŃ</b>                                                                        | <b>BRA<br/>NŻA</b> | <b>DATA</b>      | <b>PODPIS</b> |
| <b>PROJEKTANT</b>                        | <b>mgr inż.<br/>Marcin<br/>Tront</b> | <b>INSTALACYJNA<br/>nr upr.<br/>SLK/3640/PWOE/11</b>                                                                | <b>EN</b>          | <b>6-09-2024</b> |               |
| <b>SPRAWDZAJĄCY</b>                      | <b>inż.<br/>Krystian<br/>Tront</b>   | <b>INSTALACYJNA<br/>nr upr. 189/98</b>                                                                              | <b>EN</b>          | <b>6-09-2024</b> |               |

## SPIS TREŚCI

|                                                     |       |
|-----------------------------------------------------|-------|
| 1. Opis techniczny                                  | 3-9   |
| 2. Obliczenia techniczne                            | 10-15 |
| 3. Warunki przyłączenia wydane przez Tauron         | 16-17 |
| 4. Część rysunkowa                                  |       |
| E-01      Szkic orientacyjny w skali 1:5000         | 20    |
| E-03      Schemat zasilania w energię elektryczną   | 21    |
| E-04      Schemat szafy sterującej oświetleniem SOU | 22    |
| 5. Uprawnienia i oświadczenie projektantów          | 23-27 |
| 6. Obliczenia natężenia oświetlenia                 | 28-.. |

## 1. OPIS WYKONAWCZY - TECHNICZNY

### **PODSTAWA OPRACOWANIA**

- Zlecenie Inwestora
- Obowiązujące normy i przepisy w zakresie opracowania.
- Wytyczne techniczne wydane przez Inwestora
- Inwentaryzacja własna w terenie
- Geodezyjne podkłady mapowe
- Umowy z właścicielami gruntów i zarządcą drogi
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. nr 2018. poz. 1935)
- Ustawa z dnia 17.01.2019r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o wyrobach budowlanych Dz.U. 2019 poz. 266,
- Ustawa z dnia 21.05.2019r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo budowlane Dz.U. 2019 poz. 1186,
- PN-IEC 60364-4-41 Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa.
- PN-IEC 60364-4-443 Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami.
- Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi.
- PN-IEC 60364-5-51 Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Postanowienia ogólne.
- PN-IEC 60364-5-54 Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia i przewody ochronne.
- Norma SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- PN-E-05100-1 Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Projektowanie i budowa.
- PN-EN 13201 Oświetlenie dróg.
- Obowiązujące normy i przepisy i katalogi dotyczące budowy urządzeń elektroenergetycznych oraz ochrony przeciwporażeniowej.

### **DANE INFORMACYJNE DOTYCZĄCE INWESTYCJI**

- Zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 24.09.2002r, projektowana inwestycja nie jest zaliczana do inwestycji mogących znacząco oddziaływać na środowisko, nie stwarza zagrożenia dla higieny i zdrowia użytkowników oraz nie kwalifikuje się do inwestycji, dla których może być wymagane sporządzenie raportu o oddziaływaniu na środowisko,
- Przedmiotowe działki nie znajdują się w obszarze na którym występuje zagrożenie powodziowe,
- Zgodnie z Ustawą z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz. U. z 2018 r. poz. 142) - Realizacji inwestycji na obszarze Natura 2000, planowana Inwestycja nie znajduje się w obszarze Natura 2000,
- W dokumentacji projektowej zostały uwzględnione wszystkie warunki i ustalenia z uchwały Rady Gminy Tarnów w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego,

## PRZEDMIOT INWESTYCJI

Przedmiotem inwestycji jest budowa sieci elektroenergetycznej oświetlenia drogowego przy drodze gminnej w miejscowości Łękawka. Projektowane oświetlenie stanowi zabudowa nowoprojektowanych słupów wiobetonowych typu E dla oświetlenia drogowego, zasilanie z nowego punktu zasilania (SOU) zgodnie z załączonymi warunkami technicznymi co nie wymaga uzgodnienia z TNT.

## ZAKRES OPRACOWANIA

Niniejsze opracowanie swym zakresem obejmuje:

- linię napowietrzną oświetlenia drogowego
- oprawy oświetlenia ulicznego typu LED,
- słupy wiobetonowe typu E,
- instalację przeciwporażeniową,
- instalację odgromową.

## DANE ENERGETYCZNE

|                           |                                                                                                                                                  |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zasilanie:                | z nowej szafy SOU i złącza ZK1e-1P-Sr, całość z istniejącego słupa nr10, obwód 1, wł. TAURON, st. trafo Łękawka 3                                |
| Napięcie zasilania:       | 230V/400V,                                                                                                                                       |
| Moc maksymalna proj.:     | 116W,                                                                                                                                            |
| Pomiary energii:          | istniejący, bezpośredni 1-faz. w złączu kabl.-pomiarowym                                                                                         |
| System ochrony:           | szybkie wyłączenie                                                                                                                               |
| Rodzaj proj. linii ośw.   | projektowana napowietrzna, i przyłączy kablów                                                                                                    |
| Typ linii oświetleniowej: | napowietrzna AsXSn 4x25, przyłączy SOU YAKXS 4x25                                                                                                |
| Długość linii ośw. proj:  | 250m, przyłączy YAKXS 4x25 – 15m,                                                                                                                |
| Typ słupów ośw.           | betonowe o przekroju okrągłym, wysokości 10,5m ,typ E-10,5                                                                                       |
| Typ fundamentu.           | Ustoje betonowe                                                                                                                                  |
| Ilość proj. słupów        | 5 szt.                                                                                                                                           |
| Ilość proj. opraw         | 6 szt.                                                                                                                                           |
| Ilość proj . złącz        | 0 szt.                                                                                                                                           |
| Typ opraw                 | <b>oprawy drogowe</b> z źródłem światła <u>LED</u> , IK09, IP66, zabezpieczenie przepięciowe 10kV, II klasa izolacji, 20 LEDs 300mA NW 740 19,3W |

## STAN ISTNIEJĄCY

Projektowane oświetlenie obejmuje budowę oświetlenia drogowego przy drodze gminnej w miejscowości Łękawka – gmina Tarnów. W zakresie opracowania brak sieci oświetlenia drogowego z której można było by wydłużyć obwód oświetlenia drogowego. Na działkach znajduje się istniejące uzbrojenie terenu, budynki oraz drogi.

## ZASILANIE W ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ

W zakresie budowy sieci oświetlenia drogowego należy wyprowadzić zasilanie przewód typu AsXSn 4x25 od istniejącego słupa (słup „ist” nr 10, obwód 1) poprzez rozłącznik bezp. słupowy 1-fazowy [1P/160A SZ160.1, wkł. 6A] z napisem: "Oświetlenie drogowe - właściciel Gmina Tarnów" do złącza sterowania oświetleniem „SOU” i dalej do projektowanych słupów. Projektowany przewód należy podwiesić z napięciem maksymalnym 42,5MPa. Złącze zabudować na fundamencie prefabrykowanym.

W zakresie opracowania, zaprojektowano słupy wiobetonowe typu E 10,5 z wysięgnikiem dł.1,0m i oprawą z źródłem światła 20 LEDs 300mA NW 740 19.3W 2823 lm 146.3 lm/W, słupy wkopane w grunt w lokalizacji wg. projektu zagospodarowania terenu rys E-02. Słup krańcowy oraz z zabudowanym rozłącznikiem zakończyć sondą uziomową FeZn M18 L=6m oraz zabudować na sieci ochronniki przepięciowe. Projektowane słupy opisać zgodnie z wytycznymi Inwestora. Należy zachować prześwit min 6,0m na sieci napowietrznej licząc w pionie od niwelety nawierzchni drogi i poboczy do maksymalnego zwisu przewodu izolowanego. Słupy zabudować w poboczu drogi w odległości min 1,0m od skrajni jezdni. Prace wykonać zgodnie z PN, obowiązującymi przepisami i wiedzą techniczną. Dopuszcza się zastosowanie innych słupów i opraw oświetleniowych przy zachowaniu analogicznych właściwości technicznych.

## POMIAR ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Pomiar energii elektrycznej odbywa się w części wydzielonej złącza kablowo-pomiarowego na słupie w ZK1e-1P-Sr. W złączu pomiarowym zabudować licznik 1-fazowy, wraz z zabezpieczeniem przedlicznikowym oraz wyłącznik 1-fazowy wyposażony w człon przeciążeniowy. Zabezpieczenie przedlicznikowe i licznik energii elektrycznej przystosować do oplombowania. Zastosować złącze blokowane wkładem patentowym masterkey. Jako przyłącze zasilające nowoprojektowaną szafę SOU należy z złącza kablowo-pomiarowego ZK1e-1P wyprowadzić kabel YAKXS 4x25 osłonięty na całej długości w rurze ochronnej.

## SIEĆ OŚWIETLENIOWA

### Oświetlenie drogowe

Zaprojektowano **słupy** wiobetonowe typu E, zbrojone, o przekroju owalnym, wysokości żerdzi 10m, wkopywane. Nowoprojektowane słupy należy wbetonować w grunt, na słupach zabudować **wysięgnik** rurowy jednoramienny długości 1,0m, kąt nachylenia 0°, na którym zabudować należy **oprawę oświetleniową** z źródłem światła LED mocy 19,3W, 4000K, IP67. Na sieci napowietrznej zabudować osłony bezpiecznikowe z wkładkami np. Bi-Wts 4A zabezpieczające źródła światła mocowanymi do zacisków przebijających izolację np. SLIP lub SL. Oznaczyć numerację słupów zgodnie z wytycznymi Inwestora, a prace wykonać zgodnie z PN, obowiązującymi przepisami i wiedzą techniczną. **Dopuszcza się zastosowanie innych słupów i opraw oświetleniowych przy zachowaniu analogicznych właściwości technicznych:**

### PARAMETRY KONSTRUKCYJNE – oprawy drogowe

- Materiał korpusu: Wysokociśnieniowy odlew aluminiowy malowany proszkowo na wybrany kolor z ogólnodostępnej palety
- Wnętrze komory optycznej, komory elektrycznej oraz elementy oprawy (np. pokrywa, uchwyt montażowy) zabezpieczone przed korozją powłoką lakierniczą.
- Materiał klosza: Płaskie hartowane szkło
- Stopień odporności klosza na uderzenia mechaniczne: IK09
- Szczelność komory optycznej IP66
- Szczelność komory elektrycznej IP66
- Wymagany jest raport z badań szczelności pochodzący z akredytowanego laboratorium
- Oprawa wyposażona w uniwersalny uchwyt stanowiący integralną część oprawy oraz pozwalający na montaż zarówno na wysięgniku jak i bezpośrednio na słupie. Kąt nachylenia oprawy jest możliwy w zakresie: od  $-10^{\circ}$  do  $30^{\circ}$  (montaż bezpośredni) lub od  $-45^{\circ}$  do  $30^{\circ}$  (montaż na wysięgniku). Zmiana sposobu montażu odbywa się bez konieczności zdejmowania oprawy
- Uchwyt montażowy wykonany z tego samego materiału co korpus oprawy oraz malowany proszkowo na ten sam kolor
- Elementy mocujące oprawę na słupie, wysięgniku (śruby, podkładki) oraz klamry zamykające muszą być wykonane ze stali nierdzewnej
- Dostęp do komory osprzętu elektrycznego bez użycia narzędzi za klipsów/zatrząsek. Oprawa posiada dedykowane zawiasy chroniące pokrywę osprzętu przed upadkiem
- Zakres temperatury otoczenia podczas pracy oprawy: od  $-40^{\circ}\text{C}$  do  $+50^{\circ}\text{C}$
- Max. masa oprawy 4,9kg
- Ze względów estetycznych i dla ujednolicenia wyglądu instalacji oświetleniowej wymaga się, aby oprawy danego rodzaju (np. drogowe) o różnych mocach posiadały jednakowy kształt (jedna rodzina opraw).

### PARAMETRY ELEKTRYCZNE I FUNKCJONALNOŚĆ

- moc maks. uwzględniające wszystkie straty – 19,3W min. strumień świetlny 3400lm,
- znamionowe napięcie pracy – 230V/50Hz
- ochrona przed przepięciami – 10kV
- klasa ochronności elektrycznej: II

### PARAMETRY OŚWIETLENIOWE I POTWIERDZENIA

- Oprawa wykonana w technologii LED, bryła fotometryczna kształtowana za pomocą płaskiej wielosoczewkowej matrycy LED
- Każda z soczewek matrycy emituje taką samą krzywą światłości, a całkowity strumień oprawy jest sumą strumieni poszczególnych soczewek
- Oprawy muszą spełniać wymagania normy EN 62471 „Bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp i systemów lampowych”
- Temperatura barwowa źródeł światła:  $4000\text{K} \pm 10\%$

- Oprawy muszą spełniać wymagania normy EN 62471 „Bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp i systemów lampowych”
- Utrzymanie strumienia świetlnego w czasie: 95% po 100 000h dla prądu sterującego do 700 mA (zgodnie z IES LM-80 - TM-21)
- Wartości wskaźnika udziału światła wysyłanego ku górze (ULOR) nie większa niż określona w Rozporządzeniu WE nr 245/2009
- Oprawa musi być oznakowana znakiem CE oraz posiadać deklarację zgodności
- Oprawa musi posiadać aktualny certyfikat akredytowanego ośrodka badawczego potwierdzający wiarygodność podawanych przez producenta parametrów funkcjonalnych deklarowanych w momencie wprowadzenia wyrobu do obrotu, takich jak: napięcie zasilania, klasa ochronności elektrycznej, pobierana moc, skuteczność świetlna, temperatura barwowa, strumień świetlny - certyfikat ENEC+ lub równoważny
- Dostępność plików fotometrycznych (np. format .Ldt, .les). Pliki zamieszczone na stronie internetowej producenta lub dystrybutora pozwalające wykonać sprawdzające obliczenia fotometryczne w ogólnodostępnych oświetleniowych programach komputerowych (np. Dialux, Relux)
- Wymaga się, aby ze względów serwisowych, oprawy stylizowane pochodziły od jednego producenta
- Wygląd, styl i wielkość oprawy zgodny z rysunkiem zamieszczonymi poniżej. Dopuszczalna tolerancja wymiarów  $\pm 5\%$  pod warunkiem zachowania kształtu i proporcji



## ZASADA OZNAKOWANIA SŁUPA „MAJĄTEK GMINY TARNÓW”

Zgodnie z „Wytycznymi określania Warunków Przyłączenia dla urządzeń oświetlenia drogowego” wysięgniki oświetlenia drogowego nie będące składnikiem majątku TAURON Dystrybucja S.A. oraz w nawiązaniu do „Standaryzacji formatu tablic informacyjnych i ostrzegawczych w TAURON Dystrybucja S.A. – zastosowanie zewnętrzne” powinny być oznaczone tabliczką wykonaną z blachy aluminiowej grubości minimum 0,8mm (aluminium 1050 H12 chemicznie odłuszczone) pokrytą folią odblaskową w wymaganym kolorze lub z tworzywa sztucznego odpornego na UV (konieczność dołączenia odpowiedniego certyfikatu). Przedmiotowa tabliczka powinna być wykonana zgodnie z niżej przedstawionym poniżej wzorem:



Parametry tabliczki:

- Rozmiar tablicy: 150mm x 100mm

- Czcionka: Arial
- Kolor tła: żółty odbłaskowy (paleta RAL Classic – RAL 1018 lub CMYK 0 0 80 0)
- Kolor czcionki: czarny
- Wysokość czcionki: jak na rysunku

Ponadto, w sposób trwały i widoczny oznaczyć w miejscu podpięcia do sieci TD S.A. przewód oświetlenia ulicznego będący własnością Inwestora pomarańczową opaską termokurczliwą o długości 30 cm.

## **ZASADY ZABUDOWY SŁUPÓW WIROWYCH TYPU E**

Słupy wirowane typu E 10,5 należy zabudować w miejscach wskazanych w projekcie zagospodarowania terenu rys E-02 oraz w oparciu o schemat rys E-03. Słup typu „K2” i „N3” posadzić w wykopie na głębokości min. 2,3m, za pomocą ustaju fundamentowego UB-2. Słup typu „N2”, posadzić w wykopie na głębokości min. 2,1m, za pomocą ustaju fundamentowego UB2. Słup typu „P3”, posadzić w wykopie na głębokości min. 2,2m, za pomocą ustaju fundamentowego UB1. Słupy dobrano dla gruntu słabego, według katalogu ENSTO. Słupy należy wstawić w otwór o średnicy dna 0,55m i całość zalać betonem klasy B15. Zasypanie powinno być wykonane warstwami o grubości około 20-30cm z zagęszczeniem gruntu. Po zasypaniu wykopu należy rozsypać grunt rodzimy (odłożony z zewnętrznej warstwy) do 15cm powyżej terenu przy obwodzie słupa, ze spadkiem na zewnątrz do linii obrysu zasypanego wykopu.

## **OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA**

Jako ochronę przeciwporażeń zastosowano:

- ochronę przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa);
- ochronę przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa);

W celu ochrony przeciwporażeniowej przewidziano: szybkie wyłączenie (układ sieciowy TN-C). Przewód ochronny PEN należy uziemić bednarką FeZn 25x4. Rezystancja uziemienia nie powinna przekroczyć wartości 10Ω w całej sieci projektowanego oświetlenia drogowego. Bednarkę należy podłączyć do sondy uziomowej FeZn poprzez zaspawanie lub zacisk krzyżowy zapewniając galwaniczne połączenie. Jako dodatkowy środek ochrony przeciwporażeniowej istnieje samoczynne wyłączenie zasilania realizowane przez bezpieczniki topikowe w stacji transformatorowej oraz indywidualnie dla opraw przez wkładki.

## **OCHRONA ODGROMOWA**

Ochronę odgromową należy wykonać przez zabudowanie na słupie odgromnika SE46.166 na słupie krańcowym i z rozłącznikiem. Uziemienie odgromnika sprowadzić po słupie bednarką FeZn 25x4 do gruntu i zakończyć sondą uziomową FeZn M18x6m. Uziemienie winno mieć oporność najwyżej 10Ω, co należy sprawdzić pomiarem. Bednarkę uziemiającą malować w kolorze żółto-zielonym. Na wys. 0,3m od gruntu założyć złącze kontrolne. Miejsce połączeń zakonserwować wazeliną techniczną.

## **SZAFKA STERUJĄCA OŚWIEPLENIEM „SOU”**

W projektowanej szafce SOU zlokalizowana będzie aparatura rozdzielczo-sterownicza w której odbywać się będzie samoczynne włączanie obwodów oświetleniowych poprzez astronomiczny zegar sterujący, włączający stycznik pomocniczy, który swoimi stykami zwiernymi załącza obwody liniowe. Jako zabezpieczenie poszczególnych obwodów w szafce zabudować rozłączniki bezpiecznikowe np. RBK-000 100A z wkładkami adekwatnymi zgodnymi z obliczeniami. Dodatkowo jako wyposażenie szafy zabudować gniazdo 10A montowane na szynie TH-35 wewnątrz szafki SOU. Schemat połączeń w szafce SOU przedstawiono na schemacie ideowym szafki rys E-04. Szafkę SOU zastosować do zabudowy na fundamencie.

### **UWAGI KOŃCOWE**

- Urządzenia objęte niniejszym projektem powinny być poddane kwalifikacji jakości i oznaczone znakiem bezpieczeństwa i dopuszczone do stosowania w budownictwie ze znakiem CE według dyrektyw Unii Europejskiej.
- Całość instalacji wykonać zgodnie z Prawem budowlanym, obowiązującymi normami i zasadami wiedzy technicznej.
- Przed wykopaniem dołów pod słupy należy wykonać przewierty kontrolne w celu zlokalizowania istniejącego uzbrojenia terenu. Zachować odległości i wytyczne podane w uzgodnieniach branżowych
- Przed oddaniem do eksploatacji należy dokonać pomiarów wielkości elektrycznych, a w szczególności pomiar stanu izolacji trasy oświetleniowej i pomiar rezystancji uziemienia.
- Teren po robotach należy doprowadzić do stanu pierwotnego.
- Wszystkie zmiany wynikłe w trakcie budowy uzgodnić z projektantem lub inspektorem nadzoru,
- Dopuszcza się zastosowanie produktów równoważnych o nie gorszych parametrach.

**OPRACOWAŁ:**

## 2. OBLICZENIA TECHNICZNE

### 2.1 BILANS MOCY (cz. projektowana)

Moc maksymalna :  $P_m = 6 \text{ opraw} \times 19,3\text{W} = 116\text{W}$

Moc zainstalowana :  $P_i = 116\text{W}$

Współczynnik jednoczesności:  $k=1$

Moc maksymalna dla (cz. projektowana)  $P_m = 0,16 \text{ kW}$

Moc maksymalna  $P_m = 0,16\text{kW}$ :

Prąd maksymalny  $I_m$

$$I_m = \frac{P_m}{(U_n \cdot \cos(\phi))} = \frac{0,16}{(0,23 \cdot 0,93)} = 0,74 \text{ A}$$

### 2.2 OBLICZENIE SKUTECZNOŚCI DZIAŁANIA ZABEZPIECZEŃ ZWARCIOWYCH JAKO ELEMENTÓW OCHRONY PRZECIWPORAŻENIOWEJ PRZEZ SAMOCZYNNNE SZYBKIE WYŁĄCZENIE PRĄDU.

#### *OBLICZANIE IMPEDANCJI PĘTLI ZWARCIA*

$$R_Z = R_T + 2 \cdot (R_{L1} + R_{L2} + R_{L3} + \dots)$$

$$X_Z = X_T + 2 \cdot (X_{L1} + X_{L2} + X_{L3} + \dots)$$

$$Z_s = \sqrt{R_Z^2 + X_Z^2}$$

gdzie:

$R_Z, X_Z$  - rezystancja i reaktancja zastępcza obwodu zwarciovego  $[\Omega]$

$R_T, X_T$  - rezystancja i reaktancja transformatora  $[\Omega]$

$R_L, X_L$  - rezystancje i reaktancje obwodów odbiorczych niskiego napięcia  $[\Omega]$

$Z_s$  - impedancja zastępcza obwodu zwarciovego  $[\Omega]$

#### *OBLICZANIE PRĄDU ZWARCIA JEDNOFAZOWEGO*

$$I_a = \frac{0,8 \cdot U_0}{Z_s}$$

gdzie:

$I_a$  - prąd zwarciovowy powodujący samoczynne zadziałanie zabezpieczenia  $[\text{A}]$

$U_0$  - napięcie fazowe względem ziemi  $[\text{V}]$

#### *OBLICZENIE SKUTECZNOŚCI ZADZIAŁANIA ZABEZPIECZENIA*

$$I_s \geq k \cdot I_b$$

gdzie:

- $k$  - krotność zadziałania zabezpiecz. zwarciovego (z charakterystyki czasowo-prądowej) dla czasu  $t=0,4s$   
 $I_b$  - wartość wkładki zabezpieczenia zwarciovego [A]

**UWAGI!**

Dla obliczenia skuteczności zadziałania zabezpieczeń zwarciovych dobrano parametry stacji transformatorowej oraz sieci rozdzielczej zgodnie z danymi podanymi w warunkach technicznych. Wyniki obliczeń skuteczności zadziałania zabezpieczeń zwarciovych przedstawiono w tabeli „ZWARCIE”

### 2.3 WYZNACZENIE PRZEKROJU PRZEWODÓW ZE WZGLĘDU NA OBCIĄŻALNOŚĆ PRĄDOWĄ DŁUGOTRWAŁĄ

$$k_d \cdot \Delta \vartheta \cdot I_Z \geq l \cdot \Delta v \cdot I_{Bm}$$

gdzie:

- $k_d$  - współczynnik określający krotność przekroczenia obciążalności dopuszczalnej długotrwałej przewodu lub kabla podczas obciążenia dorywczego  
 $\Delta \vartheta$  - współczynnik temperaturowy  
 $I_Z$  - wartość obciążalności dopuszczalnej długotrwałej dla przewodu lub kabla [A]  
 $l$  - współczynnik określający krotność zadziałania zabezpieczenia przeciążeniowego  
 $\Delta v$  - współczynnik termiczny zadziałania zabezpieczenia przeciążeniowego  
 $I_{Bm}$  - wartość zabezpieczenia przeciążeniowego [A]

$$k_d = \frac{1}{\sqrt{1 - e^{-t_d / T}}}$$

gdzie:

- $t_d$  - czas trwania obciążenia dorywczego (10, 30, 60 lub 90min)  
 $T$  - cieplna stała czasowa przewodu

$$\Delta \vartheta = \sqrt{\frac{\vartheta_{dd} - \vartheta_0'}{\vartheta_{dd} - \vartheta_0}}$$

gdzie:

- $\vartheta_{dd}$  - temperatura dopuszczalna długotrwała przewodu  
 $\vartheta_0$  - faktyczna temperatura otoczenia (pracy)  
 $\vartheta_0'$  - obliczeniowa temperatura otoczenia

**Wyniki obliczeń przekrojów przewodów ze względu na obciążalność prądową długotrwałą przedstawiono w tabeli „PRZECIĄŻENIE”.**

### 2.4. OBLICZENIE SPADKU NAPIĘCIA:

Obliczenia spadku napięcia ujęte zostały w tabeli „SPADEK NAPIĘCIA”

*DLA SIECI ZASILAJĄCYCH 3-FAZOWYCH*

- P – moc maksymalna czynna [W],  
 l – długość przyłącza [m]  
 $\gamma$  – konduktywność przewodu mierzonego [ $\Omega$ ]  
 S – przekrój przyłącza [m]  
 $U_n$  – napięcie znamionowe międzyprzewodowe [V]

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

*DLA OBWODÓW OŚWIETLENIOWYCH 1-FAZOWYCH*

- P – moc maksymalna czynna [W],  
 l – długość przyłącza [m]  
 $\gamma$  – konduktywność przewodu mierzonego [ $\Omega$ ]  
 S – przekrój przyłącza [m]  
 $U_n$  – napięcie znamionowe międzyprzewodowe [V]

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

**Spadek napięcia w normie <5,5%**