

PROJEKT WYKONAWCZY / TECHNICZNY

PRZEBUDOWA DROGI CZĘŚCI UL. CIEPŁOWNICZEJ W MIEJSCOWOŚCI PYRZYCE W RAMACH ZADANIA: BUDOWA OŚWIETLENIA DROGOWEGO PRZY ULICY CIEPŁOWNICZEJ OD POSESJI NR 19A DO SKRZYŻOWANIA Z ULICĄ SPOKOJNĄ

INWESTOR	GMINA PYRZYCE PLAC RATUSZOWY 1, 74-200 PYRZYCE
OBIEKT	SIEĆ OŚWIETLENIA DROGOWEGO
ADRES	ul. CIEPŁOWNICZA, 74-200 PYRZYCE Działka: 307, jedn. Ewidencyjna: 321205_4; Obręb ewidencyjny: 0009, Działka: 572/2, jedn. Ewidencyjna: 321205_4; Obręb ewidencyjny: 0010,

Kategoria: XXVI

PROJEKTANT

***mgr inż. Marcin Tront
upr. nr SLK/3640/PWOE/11***

nr arch: 017/2022

EGZ. 1

BRANŻA ELEKTRYCZNA

Turza Śląska, 21 wrzesień 2022

SPIS TREŚCI

1. Opis techniczny	3-9
2. Obliczenia techniczne	10-12
3. Szczegółowe obliczenia techniczne – przeciążeniowe, zwarciove, spadku napięcia	13-15
4. Warunki techniczne przyłączenia wydane przez ENEA Operator Sp z o.o.	16-17
5. Protokół z narady koordynacyjnej	18-21
6. Obliczenia natężenia oświetlenia	22-30
7. Część rysunkowa	
E-01 Szkic orientacyjny w skali 1:10000	31
E-02 Projekt zagospodarowania terenu w skali 1:500	32
E-03 Schemat ideowy sieci oświetlenia	33
E-04 Schemat ideowy szafy oświetlenia SOU	34
8. Uprawnienia projektowe i oświadczenie projektanta	35-37

OPIS TECHNICZNY – BRANŻA ELEKTRYCZNA

1)

PODSTAWA OPRACOWANIA

- Zlecenie Inwestora
- Obowiązujące normy i przepisy w zakresie opracowania,
- Wytyczne techniczne wydane przez ENEA Oświetlenie Sp z o.o.,
- Inwentaryzacja własna w terenie,
- Geodezyjne podkłady mapowe,
- Umowy z właścicielami gruntów i zarządcą drogi,
- Warunki Techniczne wydane przez ENEA OPERATOR Sp z o.o.,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. nr 120. poz. 1133)
- Rozporządzenie Ministra Przemysłu z dnia 8.10.1990r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne w zakresie ochrony przeciwporażeniowej (Dz.U. nr 81 poz. 473 z 26.11.1990r).
- Ustawa z dnia 07.07.1994r. Prawo Budowlane Dz. U. 2013 poz. 1409 z późniejszymi zmianami.
- 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,
- Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. Z 27.04.2012 r. poz. 463), przedmiotowa inwestycja jest zaliczana do I kategorii geotechnicznej. Opinię załączona do niniejszego projektu,
- Przedmiotowe działki nie są 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,

2) PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem inwestycji jest przebudowa drogi w części ul. Ciepłowniczej w miejscowości Pyrzyce w celu budowy oświetlenia drogowego przy ulicy Ciepłowniczej od posesji nr 19 do skrzyżowania z ulicą Spokojną. Inwestorem jest Gmina Pyrzyce. Projekt opracowano na podstawie warunków przyłączenia znak 39509/2022/OD3/ZR4 z dnia 06.07.2022r.

ZAKRES OPRACOWANIA

Niniejsze opracowanie swym zakresem obejmuje:

- sieć kablową oświetlenia ulicy,
- oprawy oświetlenia ulicznego typu LED,
- słupy wkopywane w grunt,
- instalację przeciwporażeniową,
- szafę oświetleniową SOU.

3) DANE ENERGETYCZNE

Zasilanie:	proj. YAKXS 4x50 0,6/1kV z złącza ZKP (w zakresie opracowania ENEA)
Napięcie zasilania:	400/230 V
Moc maksymalna proj.:	711W – projektowane oświetlenie
Pomiary energii:	układ pomiarowy w złączu ZKP (w zakresie opracowania ENEA)
System ochrony:	szybkie wyłączenie
Rodzaj proj. linii ośw.	Projektowana kablowa
Typ linii oświetleniowej:	kablowa YAKXS 4x25 0,6/1kV + AsXSn 4x25 0,6/1kV
Długość linii ośw.:	obwód kablowa=495m; napowietrzna=48m;
Typ słupów ośw.	Stalowe, ocynkowane , wysokości 9,0m wkopane w grunt.
Ilość proj. słupów	13 szt.
Ilość proj. opraw	13 szt.
Typ opraw	oprawy z źródłem światła LED 45W(gminna-boczna) i LED 59W (droga powiatowa), IK09, IP66, I lub II klasa izolacji (uzgodnić na roboczo z ENEA).

4) STAN PROJEKTOWANY

Zgodnie z wytycznymi Inwestora oraz ENEA Oświetlenie zaprojektowano oświetlenie ulicy Ciepłowniczej za pomocą opraw oświetlenia ulicznego z źródłem LED 45W(boczna droga Ciepłownicza-gminna) oraz LED 59W droga powiatowa, oprawy zabudować na wysięgnikach np.

WKŁ L=1,0m i słupach stalowych okrągłych ocynkowanych o wysokości 9,0m typu np. MABO 09/60/4P. W zakresie budowy oświetlenia zaprojektowano kabel YAKXS 4x25 układany na całej długości w rurze ochronnej typu DVK Ø50, natomiast wszystkie przejściach przez drogi w rurze SRS Ø75 przewiertem sterowanym w wspólnym wykopie z bednarką uziemiającą FeZn 25x4. Dodatkowo przejście nad potokiem wykonać przewodem izolowanym AsXSn 4x25 mocując do słupa za pomocą uchwytów hakowych z wykorzystaniem taśmy stalowej np. COT. Zastosować słupy wkopywane do gruntu, poza słupem nr 7 i 8 z uwagi na podwieszenie przewodu i w tym przypadku należy zastosować fundament prefabrykowany, całość usytuować zgodnie z projektem oświetlenia ulicy E-02. W słupach stosować tabliczki bezpiecznikowe ,p. IZK z wkładką bezpiecznikową DO1. Oprawy wyposażać w ogranicznik przepięć 2+3 10kA np. MLPX. Do wnętrza słupa wciągnąć przewód YDYżo 5 x 1,5 prowadzony wewnątrz słupa w giętkiej rurze ochronnej typu peszel. Na słupach przykleić nalepki „Urządzenie elektryczne” oraz oznaczyć numerację słupów zgodnie z wytycznymi ENEA.

Dopuszcza się zastosowanie innych słupów i opraw oświetleniowych przy zachowaniu analogicznych właściwości technicznych:

PARAMETRY KONSTRUKCYJNE

- budowa oprawy dwukomorowa (otwarcie komory osprzętu nie powoduje rozszczelnienia komory optycznej)
- materiał korpusu – odlew aluminium malowany proszkowo
- materiał klosza – szkło hartowane płaskie
- montaż na wysięgniku lub słupie o średnicy Ø48-60mm
- oprawa wyposażona w uniwersalny uchwyt pozwalający na montaż zarówno na wysięgniku jak i bezpośrednio na słupie, a także pozwalający na zmianę kąta nachylenia oprawy w zakresie 0 do 10° (montaż bezpośredni) lub 0 do -15° (montaż na wysięgniku)
- budowa oprawy pozwala na szybką wymianę układu optycznego oraz modułu zasilającego
- stopień odporności klosza na uderzenia mechaniczne – IK09
- szczelność komory optycznej – IP66
- szczelność komory elektrycznej – IP66
- zakres temperatury pracy oprawy: -30stC do +35stC,

PARAMETRY ELEKTRYCZNE I FUNKCJONALNOŚĆ

- moc maksymalna uwzględniające wszystkie straty – 45W i 59W
- znamionowe napięcie pracy – 230V/50Hz, współczynnik mocy opraw $\cos \varphi \geq 0,95$,
- ochrona przed przepięciami – 10kV
- klasa ochronności elektrycznej: I, II (uzgodnienie z ENEA)

PARAMETRY OŚWIETLENIOWE I POTWIERDZENIA

- rodzaj źródła światła – LED
- minimalny strumień świetlny źródeł światła – 6100lm – 8800lm
- zakres temperatury barwowej źródeł światła – 4000K +-250K
- utrzymanie strumienia świetlnego w czasie: 90% po 100 000h (zgodnie z IES LM-80 - TM-21)
- wartości wskaźnika udziału światła wysyłanego ku górze (ULOR) zgodne z Rozporządzeniem WE nr 245/2009
- skuteczność świetlna źródeł światła nie mniejsza niż 120lm/W po uwzględnieniu strat na układzie zasilającym,

- dane fotometryczne oprawy zamieszczone w programie komputerowym pozwalającym wykonać obliczenia parametrów oświetleniowych
- w przypadku zastosowania rozwiązań zamiennych należy dostarczyć źródłowe pliki obliczeniowe
- różnica danych fotometrycznych proponowanej oprawy równoważnej nie powinna być większa niż $\pm 5\%$ w stosunku do podanych poniżej
- oprawa posiada deklarację zgodności WE i certyfikat akredytowanego ośrodka badawczego potwierdzający deklarowane zgodności, np. ENEC.

PARAMETRY SŁUPA

- stalowy, stożkowy, ocynkowany o grubości ścianki min. 4mm, Øwierzchołka 60mm
- posiadające certyfikat bezpieczeństwa CE,
- gwarancja min. 10lat,
- wnęka kablowa na wys. 60cm nad ziemią, część podziemna oraz 40cm nad gruntem zabezpieczona przed korozją,
- w każdym słupie przewód PEN połączony z słupem, zacisk uziemiający na wysokości 30cm na zew. Słupa. Słup winien posiadać fabrycznie przygotowany zacisk,
- słup z wysięgnikiem powinien być złożony z dwóch oddzielnych elementów – słupa i wysięgnika. Max długość wysięgnik 1,0m. Wysięgnik kątowo-łukowy np. WKŁ

Podłączenie oprawy oświetleniowej w słupie, wykonać przewodem o przekroju $5 \times 1,5 \text{ mm}^2$ Kabel wewnątrz osłonic giętką rurą. Instalację wykonać zgodnie z wymogami PN-IEC 60364-4-482 oraz PN-IEC 60464-4-41 tj. w sieci typu „TN-C”.

5)

POMIAR ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Pomiar energii elektrycznej odbywać się będzie w części wydzielonej dla Rejonu Energetycznego w złączu pomiarowym – zakres opracowania i wykonania ENEA Operator.

W szafce pomiarowej zabudować licznik 1-fazowy, wraz z zabezpieczeniem przedlicznikowym 25A. Zabezpieczenie przedlicznikowe i licznik energii elektrycznej przystosować do opłombowania. Zastosować złącze blokowane wkładem patentowym masterkey. Moc przyłączeniowa = 5kW.

6)

ZASILANIE W ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ

Projektowane oświetlenie zgodnie z warunkami technicznymi przyłączenia zasilane będzie z złącza kablowo-pomiarowego Enea Operator Sp. z o.o. nr 41Lo09203 przy granicy działki 572/2 (w wykonaniu Enea Operator). Do złącza ZKP doprowadzić kabel YAKXS 4x50 0,6/1kV jako przyłączy nowoprojektowanej szafy oświetlenia ulicznego SOU. Z szafy SOU wyprowadzić kabel YAKXS 4 x 25 jako projektowany obwód oświetlenia zgodnie z schematem E-03. Kable należy układać zgodnie z N SEP –E-004 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa” na głębokości 0.7 m na podsypce z piasku o grubości 0.1 m, a w miejscach wskazanych kabel ułożyć w rurze ochronnej. Ułożony kabel przykryć piaskiem, warstwą gruntu o grubości 0.15 m i folia koloru niebieskiego. Na skrzyżowaniach z drogami, zjazdami i istniejącym uzbrojeniem terenu prowadzić kabel w rurze grubościenniej. Wszystkie przejścia przez drogi wykonać za pomocą przewiertu lub przecisku sterowanego. Uszkodzenia konstrukcji drogi wykonać

bezwzględnie zgodnie z wytycznymi ujętymi w piśmie zarządcy drogi. W wykopach kable układać linią falistą. Przy latarniach, pozostawić zapasy kabla o długościach zgodnych z normą. Kable zaopatrzyć w oznaczniki rozmieszczone, co 10 m, oraz przy wszystkich wprowadzeniach do rur i przepustów i w miejscu skrzyżowań z istniejącym uzbrojeniem wykonane z materiału trudno ulegających degradacji, na których umieścić trwale napisy zawierające:

- symbol i nr ewidencyjny kabla
- typ i przekrój kabla
- rok budowy
- napięcie znamionowe
- znak użytkownika kabla

Przed przystąpieniem do robót ziemnych, w miejscach skrzyżowania kabli z innymi urządzeniami podziemnymi oraz w miejscach z dużym uzbrojeniem terenu, na trasie projektowanych kabli należy wykonać przekopy kontrolne celem ustalenia faktycznego przebiegu tych urządzeń. Przy wykonywaniu robót ziemnych w pobliżu instalacji wodociągowej, elektrycznej, telefonicznej czy gazowej należy zapewnić nadzór techniczny użytkowników tych instalacji. Szczególną uwagę należy zachować przy prowadzeniu robót ziemnych w pobliżu drzew. Roboty ziemne w pobliżu istniejącego uzbrojenia i drzew wykonywać ręcznie. Wspólnie z kablem układać bednarkę ocynkowaną FeZn 25x4, jako uziemienie słupów oświetleniowych. Bednarke układać na dnie wykopu pod kablem w minimalnej odległości 10 cm od kabla, łączyć z słupem poprzez zaspawanie, zacisk lub objemkę słupa.

Skrzyżowania kabli z drogami kołowymi

Przy skrzyżowaniu projektowanych kabli z drogami kołowymi, należy stosować rury osłonowe o średnicy minimum Ø75 ułożone na głębokości 1,0m od powierzchni drogi do górnej krawędzi rury osłonowej, kabel układać metodą bezwykopową – za pomocą przewiertu sterowanego. Długość rury osłonowej powinna być tak dobrana, aby zapewnić ochronę kabla na całej szerokości jezdni oraz dodatkowo na długości minimum 0,50m po obu stronach drogi.

Skrzyżowanie kabli z urządzeniami uzbrojenia podziemnego

Przy skrzyżowaniach projektowanych kabli z innymi instalacjami podziemnymi należy stosować postanowienia normy SEP-E-004. Odległość pionowa między projektowanymi kablami niskiego napięcia, a kablami energetycznymi, kablami telefonicznymi oraz rurociągami podziemnymi powinna wynosić odpowiednio 0,25–0,50m. W przypadku braku możliwości zachowania powyższych odległości, kabel w miejscach skrzyżowań należy prowadzić w osłonach rurowych o odpowiedniej średnicy ułożonych na całej długości skrzyżowania z zapasem, co najmniej po 1,0m w obie strony. W zależności od warunków lokalnych, w celu stwierdzenia rzeczywistej głębokości uzbrojenia terenu, należy w miejscach skrzyżowań wykonać przekopy kontrolne.

7)

SZAFKA STEROWANIA I ZASILANIA OŚWIETLENIA DROGOWEGO

Zabudować szafę wolno stojącą typu SO-3 na fundamencie z częścią dla służb eksploatacyjnych Inwestora. W projektowanej szafie SOU zlokalizowana będzie aparatura rozdzielczo-sterownicza w której odbywać się będzie samoczynne włączanie obwodów oświetleniowych poprzez astronomiczny zegar sterujący (1-kanalowy, montowany na szynie DIN z krzywymi wschodów i zachodów słońca np. Legrand), włączający stycznik pomocniczy, który swoimi stykami zwiernymi załącza obwody liniowe. Dodatkowo w szafie zabudowany zostanie łącznik krzywkowy 0-1-2-3 dla

sterowania ręcznego, przełączenia zasilania z obwodu KASAKADY lub z automatu. Jako zabezpieczenie poszczególnych obwodów w szafie zabudować rozłączniki bezpiecznikowe 25A z wkładkami adekwatnymi zgodnymi z obliczeniami. Dodatkowo jako wyposażenie szafy zabudować gniazdo 10A montowane na szynie TH-35 wewnątrz szafki SOU. Schemat połączeń w szafie SO przedstawiono na schemacie ideowych szafki E-04.

8) OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA

Jako ochronę przeciwporażeń zastosowano:

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

Jako dodatkowy środek ochrony przeciwporażeniowej istnieje samoczynne wyłączenie zasilania realizowane przez bezpieczniki topikowe w szafce zasilającej oraz indywidualnie dla opraw przez wkładki w tabliczkach słupowych.

Na całej długości projektowanej linii kablowej oświetleniowej żyłą ochronną PE będzie bednarka FeZn 25x4 układana równolegle do kabla ziemnego. Rezystancja uziemienia powinna wynosić $R_u < 10\Omega$.

Całość prac należy wykonać zgodnie z normą:

- PN-HD 60364-4-41:2009;
- N SEP-E-001.

9) 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

Moc maksymalna (cz. projektowana): $P_m = 9 \text{ opraw} \times 59W + 4 \text{ oprawy} \times 45W = 711W$

Moc zainstalowana obw : $P_i = 711W$

Współczynnik jednoczesności: $k=1$

Moc maksymalna dla SO $P_m = 0,71kW$ (część projektowana)

Moc maksymalna $P_m = 0,71W$ – dla SO

Prąd maksymalny I_m

$$I_m = \frac{P_m}{(U_n \cdot \cos(\phi))} = \frac{0,71}{(0,23 \cdot 0,93)} = 3,3 A$$

Jako zabezpieczenie liniowe przyjęto w szafce SO (ul. Ciepłownicza-boczna) rozłącznik bezpiecznikowy 1P 25A z zabezpieczeniem 1x 10A.

2.2 OBLICZENIE SKUTECZNOŚCI DZIAŁANIA ZABEZPIECZEŃ ZWARCIOWYCH JAKO ELEMENTÓW OCHRONY PRZECIWPORAŻENIOWEJ PRZEZ SAMOCZYNNIE 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 zwarcioviego [Ω]

R_T, X_T - rezystancja i reaktancja transformatora [Ω]

R_L, X_L - rezystancje i reaktancje obwodów odbiorczych niskiego napięcia [Ω]

Z_s - impedancja zastępcza obwodu zwarcioviego [Ω]

OBLICZANIE PRĄDU ZWARCIA JEDNOFAZOWEGO

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

gdzie:

- I_a - prąd zwarciaowy powodujący samoczynne zadziałanie zabezpieczenia [A]
 U_0 - napięcie fazowe względem ziemi [V]

OBLICZENIE SKUTECZNOŚCI ZADZIAŁANIA ZABEZPIECZENIA

$$I_s > k \cdot I_b$$

gdzie:

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

UWAGI!

Dla obliczenia skuteczności zadziałania zabezpieczeń zwarciaowych dobrano parametry stacji transformatorowej oraz sieci rozdzielczej zgodnie z danymi podanymi w warunkach technicznych. Wyniki obliczeń skuteczności zadziałania zabezpieczeń zwarciaowych 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
 Δv - 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:

- ϑ_{dd} - temperatura dopuszczalna długotrwała przewodu

- ϑ_0 - faktyczna temperatura otoczenia (pracy)
 ϑ_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]
 γ – konduktywność przewodu mierzonego [Ω]
S – przekrój przyłącza [mm²]
 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]
 γ – konduktywność przewodu mierzonego [Ω]
S – przekrój przyłącza [mm²]
 U_n – napięcie znamionowe międzyprzewodowe [V]

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

