

Egz. Nr _____

Zlecenie z dnia 28.04.2014

Projekt techniczny wykonawczy - zamienny modernizacji oświetlenia drogowego na terenie miasta Ełk

Branża: Energetyka

Obiekt: Linie oświetlenia drogowego i ulicznego

Adres obiektu: 19-300 Ełk

Nazwa zadania: Modernizacja komunalnej sieci oświetlenia nN
zgodnie z opracowanym audytem z 30.03.2013.
Obejmuje Zadanie I i Zadanie II.

Inwestor: Gmina Miasto Ełk

Sprawdził: mgr inż. Piotr Filimoniuk



Projekt został sporządzony prawidłowo, zgodnie z obowiązującymi przepisami i może być skierowany do realizacji. Projekt podlega ochronie prawa autorskiego. Kopiowanie i powielanie fragmentów jak i całości jest zabronione. Podstawa prawna: Ustawa o prawie autorskim i prawach pokrewnych z dnia 04.02.1994, Dz.U. Nr 24 poz83 z dnia 23.02.1994r (z późn. zmianami).

Ełk, dnia 10 maj 2014

.....
(miejscowość i data)

.....
(pieczęć imienna)

SPIS TREŚCI

1. Podstawy i cel opracowania	3
2. Zakres opracowania	3
3. Opis techniczny	3
3.1. Stan istniejący	3
3.2. Stan projektowany	4
3.2.1. Zakres robót	5
3.2.2. Rozdzielnice SO	7
3.2.3. Ochrona przepięciowa	7
3.2.4. Ochrona przeciwporażeniowa	7
4. BHP i organizacja pracy przy modernizacji oświetlenia drogowego	8
5. Uwagi końcowe	9
6. Podstawowe przepisy i normy związane	10
Określenia podstawowe	11
7. Obliczenia techniczne	12
8. Załączniki	
8.1. Warunki techniczne PGE	15
8.2. Krzywe rozsyłu i dane bryły fotometrycznej opraw projektowanych	38 - 39
8.3. Konstrukcje elementów mocowania opraw na słupach ŻN	Rys. EOU – K1
8.4. Mocowanie wysięgników do opraw na słupach ELV	Rys. EOU – K2
8.5. Konstrukcja i zestawienie wysięgników podwójnych	Rys. EOU – K3
8.6. Montaż złącza BZO-3 na linii napowietrznej AsXSn	Rys. EOU – K4
8.7. Uziomy prętowe	Rys. EOU – U1
8.8. Przykład montażu uziemienia na słupie	Rys. EOU – U2
8.9. Plan sytuacyjny 1:25000	Rys. EOU0001
8.10. Zestawienie projektowe oświetlenia ulic i dróg miasta Ełk	Arkuszy 4/4
8.11. Schematy sieci oświetlenia ulicznego miasta Ełk	Rys. EOS 1 ÷ EOS 8
8.12. Tabele montażowe oświetlenia ulicznego na terenie miasta Ełk	Arkuszy 19
8.13. Mapy ulic modernizowanych w skali 1:1000	Rys. EOU 1 ÷ EOU 32
8.14. Specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót oświetlenia drogowego	
8.15. Obliczenia fotometryczne wybranych do modernizacji ulic – na nośniku	CD
9. Kopia uprawnień zawodowych	
10. Kosztorys uproszczony, przedmiar robót, kosztorys ślepy, zest. elementów scalonych.	

OPIS TECHNICZNY

Do projektu modernizacji sieci oświetlenia ulicznego i drogowego miasta Ełk.

1. Podstawy i cel opracowania

- 1.1. Wytyczne i założenia modernizacji opracowane przez GM Ełk.
- 1.2. Warunki techniczne dostarczania i odbioru energii elektrycznej określone przez PGE Dystrybucja S.A. Oddział Białystok dla poszczególnych odbiorów.
- 1.3. Inwentaryzacja istniejących sieci i urządzeń elektroenergetycznych oświetlenia miasta.
- 1.4. Audyt oświetlenia drogowego miasta Ełk z dnia 30.03.2013r.
- 1.5. PT Budowlany Pt.: "Budowa oświetlenia ulicznego ul. Bora-Komorowskiego na os. Konieczki w Ełku - zadanie IV" – opracowanie, sierpień 2009r. – inż. J. Młodzianowski.
- 1.6. Ustawa z 10 kwietnia 1997r.- Prawo energetyczne. (tekst jednolity Dz. U. 2012, nr 0, poz. 1059 z późn. zmianami) wraz z aktami wykonawczymi.
- 1.7. Ustawa z 7 lipca 1994r.- Prawo budowlane. (tekst jednolity Dz.U. z 2013 nr 0, poz 181).
- 1.8. Aktualnie obowiązujące normy i przepisy.

Celem jest zapewnić:

- ✓ dostosowanie do wymogów aktualnych norm technicznych oraz możliwie wysoką w istniejących warunkach terenowych jakość oświetlenia drogowego miasta,
- ✓ niezawodność zasilania i pracy eksploatowanej sieci oraz połączonych z nią urządzeń elektroenergetycznych oświetlenia ulicznego będącej własnością Gminy Miasto Ełk
- ✓ bezpieczeństwo obsługujących pracowników,
- ✓ obniżenie bieżących kosztów eksploatacji i utrzymania całego systemu oświetlenia miejskiego.

2. Zakres opracowania

- demontaż istniejących zużytych i wyeksploatowanych rtęciowych opraw oświetleniowych,
- demontaż niedostosowanych i nie zapewniających odpowiednich parametrów geometrii oświetlenia a także skorodowanych i zużytych wysięgników,
- demontaż konstrukcji do mocowania opraw W 104 na słupach pojedynczych oraz bliźniaczych typu ŻN i zamontowanie nowych elementów,
- prostowanie słupów odchylonych od pionu oraz wymiana słupów uszkodzonych,
- zamontowanie konstrukcji W 1041 do wysięgników na słupach rozkracznych ŻN,
- wymiana drzwiczek zamykających wnęki w słupach typu WZ i OŻ, metalowych oraz wymiana listew zaciskowych i tabliczek bezpiecznikowych TB [REDACTED]/TB [REDACTED],
- wymiana zabezpieczeń opraw oświetleniowych na liniach napowietrznych wykonanych przewodami AFL i AsXSn,
- wymiana wszystkich przewodów zasilających oprawy oświetleniowe,
- zaprojektowanie i montaż ochronników przepięciowych w istniejących liniach nN,
- montaż wysokosprawnych lamp sodowych mniejszej mocy, elektromechanicznym układem stabilizująco-zapłonowymi co umożliwi zastosowanie sterowanej redukcji mocy.
- wykonanie pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej zamontowanych urządzeń.

3. Opis techniczny

3.1. Stan istniejący

Na terenie miasta na obszarze objętym modernizacją znajdują linie Nn napowietrzne zasilania odbiorów komunalnych wykonane przewodami gołymi AFL na słupach żelbetowych ŻN oraz przewodami AsXSn na słupach wirowanych ELV. Linie te zasilają również oświetlenie drogowe i uliczne miasta. Część miejskich linii oświetleniowych wykonana na słupach WZ, OŻ prowadzona jest kablami ziemnymi typu YAKY o przekroju 4x35 mm², za wyjątkiem Os. Północ I, S-623 i S-624 gdzie linie wykonane są kablami YAKY 4x10 mm².

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych (słupy i maszty) jest dostateczny, wiele słupów typu ŻN, posiada liczne ubytki i wykruszenia masy betonowej. Bardzo liczne przypadki dużego odchylenia od pionu słupów ŻN, WZ, OŻ wraz z wysięgnikiem i lampą.

Słupy metalowe stan ogólny dostateczny (największa liczba znacznie uszkodzonych w grupie opraw parkowych). Większość ok. 95% słupów w całym systemie posiada prowizoryczne zamknięcia wnek z tabliczką bezpiecznikową. Brak wymaganego przez przepisy i normy oznakowania słupów w liniach.

Wysięgniki stan ogólny niedostateczny - brak jednolitości w linii, niemalowane, z licznymi śladami znacznej korozji. Duża ilość wysięgników i kołpaków osłonowych uszkodzona mechanicznie i powyginana. Wysięgniki posiadają nieprawidłowe ustawienia, z przewagą kąta nachylenia od 20° – 60°) np. oświetlanie ogrodu lub posesji oraz fasad budynków przeciwnych zamiast drogi.

Bardzo duża różnorodność stosowanych na terenie miasta opraw (uwaga dotyczy zarówno opraw starych jak i nowo instalowanych). Około 90% opraw starego typu pochodząca z lat 70-80 XX wieku jest w bardzo złym stanie technicznym. Wzrokowa ocena stanu tych opraw wskazuje na ich znaczące zużycie, wynikające w znacznym stopniu z czasu użytkowania jak również materiałów stosowanych w momencie produkcji.

Szafki sterowania oświetleniem pochodzące w dużej części z lat 70-80 XX-wieku w bardzo złym stanie technicznym. Brak ochrony przepięciowej sieci i urządzeń w SO, źle dobrane zabezpieczenia obwodów (nieliczne ochronniki SPD zainstalowane są na nowo wykonanych liniach AsXS_n). W stanie istniejącym nie nadają się do dalszej eksploatacji i użytkowania.

Stan i zaniedbanie wszystkich w/w elementów świadczy o braku stałej bieżącej konserwacji oraz przeglądów (zgodnych z wymogami norm i przepisów dla urządzeń energetycznych) ze strony podmiotu będącego właścicielem komunalnych linii napowietrznych oraz na mocy umowy odpowiedzialnego za ich konserwację i eksploatację.

3.2. Stan projektowany

Na wniosek Inwestora dokonano rozdziału całości na II zadania inwestycyjne:

Zadanie I – wymiana lamp ośw. drogowego – 669 szt.

Zadanie II – wymiana lamp ośw. drogowego – 68 szt.

Linie komunalne napowietrzne niskiego napięcia nn i sieć oświetleniowa

Istniejące oprawy oświetlenia ulicznego pozostają w miejscach dotychczasowych, sterowanie całości oświetlenia bez zmian z rozdzielnic oświetleniowych w stacjach i istniejących wolnostojących SO. Modernizacja szaf SO przewidywana w następnym etapie. Mocowanie wysięgników na słupach na istniejących wysięgnikach ponad przewodami linii.

Obliczenia do projektu oświetleniowego zostały wykonane w oparciu o wymagania Polskiej Normy Oświetlenie dróg PN – CEN/TR 13201 część 1 – 4.

Część I – Wybór klas oświetlenia, Część II – Wymagania oświetleniowe

Część III – Obliczenia oświetleniowe, Część IV – Metody pomiarów oświetlenia

Zgodnie z PN-CEN/TR 13201 – 1 określono klasy oświetlenia dla poszczególnych dróg i ulic. Zalecane parametry zawarte są w tabeli zestawienia.

Wybrano oprawy przystosowane do wysokoprężnych sodowych źródeł światła, które charakteryzują się dobrym monolitycznym odbłyśnikiem a także, których konstrukcja pozwala na łatwą obsługę konserwacyjną. Razem z wymianą opraw przewidziano wymianę wysięgników, wszystkich przewodów wysięgnikowych i w słupach typu WZ, OŻ oraz zabezpieczeń. W wielu miejscach istniejące oprawy umieszczano na co drugim, a nawet co trzecim słupie. Ażeby spełnić wymagania normy, należy oprawy zainstalować na każdym słupie. W pierwszym etapie modernizacji zostaną tylko wymienione istniejące oprawy. W celu uzyskania optymalnych parametrów – zgodnych z PN – EN dobrano odpowiednie wysięgniki, na których zostaną zawieszone oprawy. Wszystkie wysięgniki mają być wykonane z rury ocynkowanej o średnicy 60 mm. Pozostałe wymiary: 1000mm x1000 mm, 1000mm x 1200/1500 mm oraz 1000mm x 1700mm – kąt nachylenia od 10° - 15°.

Obliczenia parametrów oświetleniowych wykonano za pomocą programu DiaLux, w oparciu o bazę danych fotometrycznych dostarczoną przez producenta dla wybranych typów opraw. Obliczenia wykonano dla 2 pasów jezdni, dla dwóch obserwatorów.

Wyniki obliczeń fotometrycznych przedstawiono w następującej formie:

- dane i parametry profilu drogi (ulicy), rozmieszczenia opraw oświetleniowych,
- zestawienie wyników obliczeń dla danej drogi,
- tabele natężenia oświetlenia dla jezdni w [lx],
- tabele luminancji dla każdego obserwatora w określonej siatce obliczeniowej.

Obliczenia fotometryczne stanowiące integralną część projektu załączono na nośniku CD w formie plików PDF.

UWAGA!

- zbyt duże odległości między oporami
- zbyt duże odległości słupów i opraw od krawędzi jezdni.

Do wyliczeń parametrów świetlnych przyjęto źródła światła sodowe o podwyższonej skuteczności świetlnej gdzie w wyniku zwiększenia ciśnienia gazu zapłonowego w jarzniku lampy osiągnięto wzrost strumienia świetlnego o ok. 5% w stosunku do wersji standardowej. Zastosowanie tego typu lamp do oświetlenia ulicznego pozwala na szczególnie korzystną redukcję zainstalowanej mocy przy utrzymaniu doskonałych właściwości oświetlenia. Zastosowanie źródeł światła innych producentów jest możliwe bez dokonywania przeliczeń projektowych pod warunkiem, że będą one ściśle odpowiednikami przewidzianych w projekcie (w zakresie strumienia świetlnego, jego spadku w czasie eksploatacji, trwałości). Zgodnie z wytycznymi podanymi przez UM Ełk nie przewiduje się zmiany lokalizacji słupów linii oświetleniowych za wyjątkiem odcinka linii przy ul. Słonecznej, która w obecnym stanie rozmieszczenia słupów nie może być ze względów technicznych realizowana (UM Ełk wystąpił do PKP o przejście istniejących przy drodze słupów wraz z linią kablową).

3.2.1. Zakres robót

Modernizacja oświetlenia na terenie Miasta Ełk polega głównie na wymianie istniejących opraw oświetleniowych wraz z niezbędnym osprzętem. Zakres wymiany szczegółowo opisują zestawienia montażowe.

W zakresie przewidzianych robót Wykonawca ma za zadanie dokonać demontażu istniejących opraw oświetleniowych wraz z osprzętem podlegającym wymianie i dokonać montażu opraw zgodnie z projektem technicznym wraz z osprzętem zgodnie z zestawieniami montażowymi.

Wysięgniki muszą być zabezpieczone antykorozyjnie poprzez cynkowanie.

Przewody wysięgnikowe do zasilenia opraw muszą być wykonane w podwójnej izolacji o napięciu 750V. Zabezpieczenie opraw wykonać przez instalację gniazd bezpiecznikowych porcelanowych dla linii nieizolowanych i gniazd typu BZO (lub równoważnymi) dla linii izolowanej AsXSn.

Oprawy oświetleniowe winny być montowane na konstrukcjach wsporczych (wysięgniki) o wymiarach podanych w zestawieniach montażowych. Montaż wysięgników musi być wykonany w sposób jednolity dla ciągu oświetleniowego. Montaż należy prowadzić w sposób zapewniający wyniesienie oprawy na wymaganą wysokość.

Dla słupów ŻN 8, 9 i 10 m oznacza montaż nad liniami przesyłowymi n.n. Dla sytuacji szczególnych w sporadycznych przypadkach (tylko jeżeli występuje rzeczywista trudność montażu nad linią) - dopuszcza się montaż wysięgników pod linią n.n.

Demontaż i montaż wysięgników.

Wysięgniki należy demontować i montować na słupach stojących przy pomocy samochodu z balkonem. Montowane wysięgniki powinny być ustawione pod kątem 90 stopni z dokładnością ± 2 stopnie do osi jezdni lub stycznej, do osi w przypadku, gdy jezdnia jest w łuku.

Należy dążyć, aby części ukośne wysięgników znajdowały się w jednej płaszczyźnie równoległej do powierzchni oświetlanej jezdni. Wymiary wysięgników dla poszczególnych odcinków dróg przedstawiono w obliczeniach i zestawieniach montażowych.

Montaż wysięgnika musi zapewnić wystawianie wysięgnika ponad szczyt słupa o 0,6 – 1,0 m. Zaleca się ustawianie pionu wysięgnika przy obciążeniu go oprawą lub ciężarem równym ciężarowi oprawy. Wszystkie wysięgniki muszą posiadać uszczelnione kołpaki osłonowe.

Montaż wysięgnika na słupie ŻN linii napowietrznej

Część pionową wysięgnika należy przymocować do słupa za pomocą uchwytów typ W 104 lub W 1041.

Montaż wysięgnika na słupie EPV linii napowietrznej.

Część pionową wysięgnika mocować wierzchołkowo lub należy przymocować do powierzchni bocznej słupa za pomocą obejm [REDAKTOWANO] i b taśmy [REDAKTOWANO]. Uchwyty i obejmy zgodne z „Albumem Linii Napowietrznych NN” [REDAKTOWANO].

Wszystkie wysięgniki muszą być zerowane za pomocą linki Cu 10 mm² / Al 1x16 mm².

Oprawy oświetleniowe

Projektowane oświetlenie drogowe zaliczono do klasy oświetlenia przedstawionej w tabeli nr 2 która zawiera podstawowe wielkości wynikające z norm. Obliczenia wykonano dla opraw o mocach 50W, 70W, 100W, 150W.

Sprawdzenia, czy proponowane oprawy zapewniają właściwe oświetlenie dla danej kategorii drogi dokonano przy pomocy programu komputerowego „Road Wizard” oraz „DIALux 4.11”.

Współczynnik zapasu jest odwrotnością wskaźnika utrzymania. Wyznaczony na potrzeby niniejszego projektu wskaźnik utrzymania wynosi 0,8 tj. współczynnik zapasu 1,25 ($k=1/0,8 = 1,25$).

Dobór mocy opraw uwzględnia montaż nowych opraw oświetleniowych o mocach 50W, 70W, 100W i 150W na każdym słupie. W zakresie modernizacji oświetlenia ulicznego należy wymienić istniejące oprawy na nowe zgodnie z projektem.

Ze względów ekonomicznie uzasadnionych oświetlenie nie powinno być dostosowywane do wymogów norm dla ruchu drogowego w miejscach gdzie istnienie oświetlenia jest uzasadnione jedynie ze względu na mały ruch pieszy lub ze względu na usytuowanie słupów linii nn. nie możliwe jest spełnienie tych wymagań.

Każdą oprawę przed zamontowaniem należy podłączyć do sieci i sprawdzić jej działanie (sprawdzenie zaświecenia się lampy). Przed zamontowaniem oprawy, należy ustawić pozycję odbłyśnika odpowiednio dla danego odcinka drogi. (pozycje odbłyśnika dla poszczególnych odcinków ulic i dróg przedstawiono w projekcie technicznym).

Oprawy należy montować po uprzednim wciągnięciu przewodów zasilających do słupów i wysięgników. Oprawy należy mocować na wysięgnikach w sposób wskazany przez producenta opraw, po wprowadzeniu do nich przewodów zasilających i ustawieniu ich w położenie pracy. Położenie opraw bez regulacji kąta zamocowania wymusza kąt wysięgnika - oprawa musi stanowić w linii prostej przedłużenie wysięgnika.

Oprawy z regulacją kąta nachylenia należy zamontować tak aby nachylenie jej (kąta) do płaszczyzny jezdni było zgodne z projektem technicznym.

Oprawy powinny być mocowane w sposób trwały, tak aby nie zmieniały swego położenia pod wpływem warunków atmosferycznych i parcia wiatru dla III strefy wiatrowej. Wszystkie oprawy muszą być montowane powyżej linii NN.

Oprawy oświetleniowe zasilic od tabliczki bezpiecznikowej przewodem YDY 2x2,5mm².

Wymiana/montaż zabezpieczeń dla wszystkich opraw. Dla linii nie izolowanej złącze typu [REDAKTOWANO] z wkładką BiWts 6A, dla linii izolowanej AsXSn złącze typu [REDAKTOWANO] z wkładką BiWts 6A, dla linii kablowej złączem typu IZK z wkładką topikową BiWts 6A.

Wymiana/montaż zacisków prądowych Al/Cu dla wszystkich opraw, przy złączu typu [REDAKTOWANO] zacisk typu [REDAKTOWANO] przy złączu typu [REDAKTOWANO] - 2szt. Zacisków [REDAKTOWANO].

W I etapie należy zamontować tabliczki TB [REDAKTOWANO] we wnękach słupów WZ i OZ oraz przewody zasilające do opraw z wysięgnikiem podwójnym. Końcówki wolnej pary przewodów do opraw instalowanych w zadaniu II zabezpieczyć poprzez dodatkową izolację.

3.2.2. Rozdzielnice SO

W I etapie przewidziano zasilanie linii oświetleniowych z istniejących rozdzielnic SO. Przyłączenie linii zasilających wymienione w ramach modernizacji oprawy oświetleniowe może być wykonane pod warunkiem dokonania przez eksploatującego SO (PGE Dystrybucja S.A., Rejon Energetyczny Elk) w ramach istniejącej umowy konserwacyjnej z UM Elk niezbędnych prac związanych z prawidłowym zabezpieczeniem linii oraz dokonaniem wymiany nieprawidłowo zainstalowanych zabezpieczeń przelicznikowych.

W II etapie modernizacji systemu oświetlenia miasta, zostaną zaprojektowane nowe rozdzielnice SON-R z wyposażeniem w elektronikę i odpowiednio dobrane urządzenia redukcji mocy oraz ochrony przepięć iowej. Rozdzielnice SON-R posadowione zgodnie z planem sytuacyjnym wraz z jednoczesną likwidacją zbędnych. Przewiduje się wyniesienie części istniejących rozdzielni SO ze stacji transformatorowych na zewnątrz. Kolorystykę nowych SON określi zamawiający w uzgodnieniu z architektem miejskim i projektantem wg wzornika barw producenta.

3.2.3. Ochrona przepięciowa linii nn.

Ochronę linii przed przepięciami należy wykonać zgodnie z PN-E-05100-1:1998 za pomocą beziskiernikowych ograniczników przepięć z odłącznikiem typ ASA.30 280-5+D/E+K (lub podobnych o identycznych parametrach elektrycznych) w przewodach komunalnych linii oświetleniowych. W punktach istniejącego podziału sieci montować 2 komplety po obu stronach rozłącznika sieciowego. Zakres ww. robót pozostaje do wykonania przez właściciela i zarządzającego liniami napowietrznymi nn, którym jest PGE Dystrybucja S.A., w ramach zapewnienia prawidłowej ochrony odgromowej.

Ograniczniki należy montować:

- w punktach zasilania SO,
- na wszystkich zejściach kabli z linii napowietrznych,
- w miejscach łączenia linii gołej z izolowaną lub w niepełnej izolacji,
- na początkach i na końcach linii napowietrznych,
- w linii głównej co 500 m.
- na odgałęzieniach od linii głównej powyżej 200 m,

3.2.4. Ochronę przeciwporażeniową

System sieci TN-C. Ochrona od porażen będzie składała się z ochrony podstawowej i dodatkowej. Ochrona podstawowa (przed dotykiem bezpośrednim) zrealizowana będzie przez zastosowanie izolowania części czynnych. Ochrona dodatkowa (przed dotykiem pośrednim) zrealizowana będzie poprzez samoczynne wyłączenie zasilania, które zapewnia szybkie wyłączenie w wypadku wystąpienia zwarcia lub uszkodzenia izolacji pod warunkiem stosowania w obwodach wkładek bezpiecznikowych typu gG o wartościach nie przekraczających obliczonych ($I_b=10A$ i $I_b=16A$) i podanych w niniejszym projekcie oraz określonych zabezpieczeń przelicznikowych podanych w WT.

PGE Dystrybucja S.A., Rejon Energetyczny Elk obligatoryjnie dokona korekty istniejących nieprawidłowych zabezpieczeń przelicznikowych oraz stacyjnych dla linii zasilających SO.

Ochronie przeciwporażeniowej podlegają wszystkie konstrukcje wsporcze, skrzynki na osprzęt elektryczny, metalowe obudowy aparatów i urządzeń elektrycznych, które na skutek uszkodzenia izolacji mogą znaleźć się pod napięciem. Wszystkie one będą podłączone przewodami ochronnymi w izolacji żółto-zielonej do uziemionego zacisku ochronnego i do przewodu neutralnego „N”.

4. BHP i organizacja pracy przy modernizacji oświetlenia drogowego i jego elementów

Podstawą są obowiązujące przepisy Prawa Pracy, ogólne przepisy BHP oraz wytyczne szczegółowe i zasady pracy przy urządzeniach elektroenergetycznych.

Przy eksploatacji urządzeń oświetlenia elektrycznego drogowego należy stosować wszystkie środki zmierzające do zapewnienia bezpieczeństwa przy obsłudze czynnych urządzeń elektroenergetycznych oraz następujące dodatkowe środki organizacyjne:

- szkolenia na stanowisku pracy
- kwalifikacje i badania lekarskie dla osób eksploatujących oświetlenie zewnętrzne: okresowe badania lekarskie, zaświadczenia lekarskie zezwalające na pracę na wysokości, zaświadczenia kwalifikacyjne grupy E do 1 kV stosowane w energetyce zawodowej, dla operatorów zmechanizowanego sprzętu (*nie dotyczy wynajmu*) – stosowne uprawnienia
- grupa osób bezpośrednio zatrudnionych przy eksploatacji oświetlenia zewnętrznego winna posiadać na wyposażeniu sprzęt ochronny i roboczy wymagany dla pracy przy urządzeniach elektroenergetycznych.
- wszystkie czynności winny być wykonywane przez minimum dwie osoby, z których jedna winna być wyznaczona jako kierująca i posiadać odpowiednie uprawnienia grupy D.

4.1. Elementy, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi:

- droga gminna oraz pojazdy w ruchu,
- elementy i konstrukcje oraz narzędzia znajdujące się na wysokości
- praca na wysokości.

Przewidywane zagrożenia występujące podczas realizacji robót:

- możliwość potrącenia przez pojazdy mechaniczne poruszające się po drodze gminnej podczas budowy linii kablowej i ustawianiu latarni
- możliwość porażenia prądem elektrycznym podczas wykonywania prac przy linii n.n,
- możliwość upadku z wysokości przy pracach montażu opraw na latarniach.
- utrudnienia lokalne dla osób postronnych w ruchu pojazdami jak i dla pieszych.
- przy pracy na wysokościach powyżej 2m nad ziemią pracownicy winni być zabezpieczeni w pasy ochronne i linki asekuracyjne.
- miejsce i czas zagrożeń – prace montażowe na wysokości przy montażu opraw na latarniach, oraz prace liniowe w pasie drogowym.
- praca na słupach betonowych uszkodzonych,
- maszyny i urządzenia techniczne, oraz środki transportu powinny być sprawne pod względem technicznym oraz obsługiwane przez osoby uprawnione i przeszkolone.

Sposób prowadzenia instruktażu pracowników:

Wszyscy pracownicy biorący udział bezpośrednio przy pracach gdzie występuje zagrożenie porażenia prądem elektrycznym **muszą** posiadać odpowiednie świadectwa kwalifikacyjne dopuszczające do prowadzenia takich prac, Pracownicy biorący udział przy pozostałych pracach budowlanych przed przystąpieniem do pracy **muszą** zostać zapoznani z występującymi zagrożeniami i **należy** ich przeszkolić pod kątem BHP związanego z prowadzonymi pracami.

Środki techniczne i organizacyjne, zapobiegające niebezpieczeństwom:

- Sporządzić plan organizacji ruchu drogowego na czas wykonywania prac.
- Odpowiednio oznakować plac budowy,
- Stosować narzędzia i sprzęt posiadający atesty i spełniający odpowiednie normy oraz dostosowany do wykonywania planowanych prac.
- Podczas pracy na wysokości pracownicy muszą być zabezpieczeni w pasy ochronne i linki asekuracyjne.
- Prace elektryczne powinny być wykonywane wyłącznie przez osoby uprawnione oraz odpowiednio przeszkolone.
- Prace wykonywane w warunkach szczególnego zagrożenia dla zdrowia i życia wykonywać na polecenie, po przeprowadzonym instruktażu.
- Miejsce pracy wygrodzić, oznaczyć, prace wykonywać po dopuszczeniu przez nadzór.

5. Uwagi końcowe.

- 5.1. Traci ważność PT modernizacji oświetlenia drogowego miasta Ełk z dn. 31.07.2013r.
- 5.2. Całość robót wykonać z materiałów fabrycznie nowych, posiadających atesty i świadectwa dopuszczenia i certyfikaty do stosowania na terenie kraju. Na wyraźne polecenie Inwestora lub w uzgodnieniu z inspektorem nadzoru inwestorskiego dopuszcza się użycie materiałów z odzysku po uprzednim przywróceniu ich 100% sprawności technicznej i eksploatacyjnej.
- 5.3. W niniejszym projekcie ujęto także modernizację oświetlenia ul. Bora-Komorowskiego, polegającą na wymianie istniejących opraw oświetleniowych z uwagi, że kompleksowa przebudowa całej ulicy jako zadanie IV (*wg informacji udzielonych przez UM Ełk*) nie nastąpi w okresie najbliższych 2 - 3 lat.
- 5.4. Objęty niniejszym projektem zakres niezbędnych prac modernizacyjnych wynikający z obowiązujących norm oraz przepisów a obejmujący prawidłową ochronę odgromową i przepięciową linii napowietrznych nN, a także ich eksploatację zgodnie z przepisami (*montaż ochronników oraz uziomów roboczych- kosztorys Dz.3. Roboty liniowe nN poz. 3.1 ÷ 3.13*) obciąża właściciela sieci jakim jest PGE Dystrybucja S.A., Rejon Energetyczny Ełk
- 5.5. Prace należy prowadzić przez osoby posiadające właściwe uprawnienia budowlane do prowadzenia prac w zakresie budowy instalacji elektrycznych.
- 5.6. Przy wykonywaniu robót należy ściśle stosować się do postanowień zawartych w obowiązujących przepisach, normach i zarządzeniach oraz w Warunkach technicznych wykonania i odbioru robót budowlano – montażowych – część V – Instalacje Elektryczne.
- 5.7. Osoby trzecie dokonujące nieautoryzowanych zmian w dokumentacji, SIWZ lub przy montażu sprzętu o innych parametrach technicznych i elektrycznych niż przewidywane przez autora projektu ponoszą pełną odpowiedzialność za wyniki skutki.
- 5.8. Przed ucięciem przewodów sprawdzić odpowiednie długości.
- 5.9. Prace prowadzić przestrzegając zasad BHP.
 - Szczególną uwagę należy zwrócić na bezpieczeństwo pracy na linii i w pobliżu czynnych urządzeń i instalacji elektrycznych.
 - Po wykonaniu wszystkich prac elektrycznych dokonać wszystkich wymaganych badań i pomiarów po montażowych zgodnie z normą PN – IEC 60364-6-61:
 - rezystancji uziemienia,
 - rezystancji izolacji przewodów,
 - skuteczności ochrony przeciwporażeniowej i przepięciowej,
 - w wybranych pkt. wskazanych przez Inwestora dokonać kontroli i pomiaru natężeń oświetlenia,
 - zmiany nanieść w wykonanej dokumentacji powykonawczej.
- 5.10. Projektowane prace na liniach nN nie spowodują zagrożeń dla zdrowia i bezpieczeństwa pod warunkiem wykonywania prac zgodnie z przepisami oraz zachowaniu należytej ostrożności. Prace wykonawcze należy skoordynować z RE Ełk w zakresie jednoczesnego wykonania przez RE Ełk w ramach Zadania I prostowania i wymiany słupów w liniach oraz montażu ochronników i uziomów.

Warunki bezpieczeństwa są również spełnione - zaprojektowane dostępne dla ludzi elementy linii oraz oprawy są zabezpieczone od pojawienia się na nich niebezpiecznego dla człowieka napięcia poprzez wykonanie odpowiednich izolacji, odstępów i uziemień ochronnych oraz pod warunkiem montażu zgodnego ze wskazaniem producenta, zawartymi w DTR i aktualnie obowiązującymi normami i przepisami dotyczącymi budowy urządzeń elektroenergetycznych.

Ełk, dnia 10.05.2014r.

Opracował:

.....
(podpis)

6. Podstawowe normy i przepisy związane

6.1. Normy

- PN-E-05100-1 Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Projektowanie i budowa.
PN-76/E-05125 Elektroenergetyczne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
PN-93/E-90401 Kable elektroenergetyczne o izolacji z tworzyw termoplastycznych i powłoce polwinitowej na napięcia znamionowe 0,6/1 kV.
PN-74/E-90184 Przewody wielożyłowe o izolacji polwinitowej.
PN-79/E-06314 Elektryczne oprawy oświetleniowe zewnętrzne.
PN-83/E-06305/00 Elektryczne oprawy oświetleniowe. Ogólne wymagania i badania. Postanowienia ogólne.
PN-83/E-06305/05 Elektryczne oprawy oświetleniowe. Ogólne wymagania i badania. Przyłączenie do sieci zasilającej oraz przewody wewnętrzne i zewnętrzne wysokoprężnych lamp wyładowczych.
PN-91/E-06160/10 Bezpieczniki topikowe niskiego napięcia. Ogólne wymagania i badania.
PN-91/E-05160/01 Rozdzielnice prefabrykowane niskonapięciowe.
PN-92/E-05009/41 Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo. Ochrona przeciwporażeniowa.
PN-90/E-06401/02 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Osprzęt do kabli o napięciu znamionowym nie przekraczającym 30kV. Połączenia i zakończenia żył.
BN-85/3061-29 Lampy sodowe wysokoprężne do ogólnych celów oświetleniowych.
BN-91/8870-08 Rozdzielnice skrzynkowe niskonapięciowe. Skrzynki z tworzyw sztucznych. Ogólne wymagania i badania.
BN-82/8872-01 Rozdzielnice skrzynkowe niskonapięciowe. W skrzynkach z tworzyw sztucznych. Ogólne wymagania i badania.
PN-77/B-02011 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.
PN-IEC 60364-4-41 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa.
PN-IEC 60364-4-443 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi.
N SEP-E-001 Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa
N SEP-E-003 Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Projektowanie i budowa. Linie prądu przemiennego z przewodami pełnoizolowanymi oraz z przewodami niepełnoizolowanymi.
N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.

9.2. Inne dokumenty

1. Wytyczne budowy i eksploatacji elektroenergetycznych linii napowietrznych z przewodami izolowanymi o napięciu do 30 V. PTPI REE, Poznań 1999.
2. Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlano-Montażowych Część V Instalacje elektryczne 1973r.,
3. Rozporządzenie Min. Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz.U. nr 80 z 1999, poz. 912),
4. Katalog do projektowania linii nN z przewodami izolowanymi samonośnymi na żerdziach wirowanych i ŻN. Energolinia w Poznaniu. Wyd. 2, Poznań, marzec 2004.
5. Katalog oświetlenia ulicznego. Opracowanie przyjęte do powszechnego stosowania. PTPIREE Poznań, 1999r.

Literatura:

2. Oświetlenie drogowe. Małgorzata Zalesińska. SEP-COSiW Z-d Wydawniczy INPE, 2011r.
3. Ustawa z dnia 12 września 2002r. o normalizacji – Dz.U. z 2002r., nr 169, poz 1386.

Określenia podstawowe

<i>Urządzenia elektroenergetyczne</i> -	Urządzeniami elektroenergetycznymi nazywamy wszystkie urządzenia i elementy instalacji elektrycznej przeznaczone do takich celów, jak: wytwarzanie, przekształcanie, przesyłanie, rozdział lub przetwarzanie energii elektrycznej. Urządzeniami elektroenergetycznymi są: maszyny, transformatory, aparaty, przyrządy pomiarowe, urządzenia zabezpieczające, oprzewodowanie, sprzęt i osprzęt, odbiorniki energii elektrycznej.
<i>Słup oświetleniowy</i> -	konstrukcja wsporcza osadzona bezpośrednio w gruncie, służąca do zamocowania oprawy oświetleniowej na wysokości nie większej niż 14 m.
<i>Wysięgnik</i> -	element rurowy stalowy ocynkowany lub aluminiowy łączący słup oświetleniowy z oprawą.
<i>Oprawa oświetleniowa</i> -	urządzenie służące do rozdziału, filtracji i przekształcania strumienia świetlnego wysyłanego przez źródło światła, zawierające wszystkie niezbędne detale do przymocowania i połączenia z instalacją elektryczną.
<i>Punkt świetlny</i> -	Wg definicji technicznej opracowanej w 2001r. przez Polski Komitet Oświetleniowy SEP - uznaje ona za punkt świetlny kompletną oprawę oświetleniową - czyli kompletne urządzenie do rozsyłania, filtrowania lub przekształcania światła wysyłanego przez źródło, zawierające elementy niezbędne do mocowania i ochrony źródła światła, oraz do przyłączenia go do obwodu zasilającego. Słupy oświetleniowe czy kable sterownicze wykraczają już poza zakres definicji punktu świetlnego.
<i>Szafa oświetleniowa SO</i> -	urządzenie rozdzielczo-sterownicze z pomiarem bezpośrednio zasilające instalacje oświetleniowe.
<i>Dodatkowa ochrona przeciwporażeniowa</i> -	ochrona części przewodzących dostępnych w wypadku pojawienia się na nich napięcia w warunkach zakłóceń.
<i>Statecznik</i> -	Stateczniki to urządzenia elektryczne stosowane przy lampach fluorescencyjnych lub wyładowczych wysokiej częstotliwości (HID) w celu zapewnienia właściwego napięcia do włączenia lampy, a następnie stabilizowania prądu podczas ich pracy. Mogą one być magnetyczne lub elektroniczne.
<i>Oddawanie barw</i> -	Jest to zdolność źródła światła do wiernego ukazania barwy obiektu. Decyduje o tym rozkład widmowy promieniowania lampy. Zdolność ta mierzona jest współczynnikiem oddawania barw (Ra). Im wyższy jest ten współczynnik, tym lepsze oddawanie barw, przy czym jego wartość maksymalna wynosi 100.
<i>Skuteczność świetlna</i> -	Mierzona w lumenach na wat zużywany przez obwód (lm/W), jest użytecznym parametrem przy określaniu, ile z danej lampy można otrzymać światła na każdy wat mocy. Skuteczność oprawy często oblicza się, dzieląc początkową wartość strumienia świetlnego w lumenach przez moc zużywaną razem przez lampę i układ stabilizująco-zapłonowy.
<i>Olśnienia</i> -	Olśnienia są wynikiem nadmiernego kontrastu luminancji w polu widzenia. Ich skutki mogą być różne – od łagodnego dyskomfortu wzrokowego po utrudnienie widzenia. Kiedy zdolność widzenia zostaje osłabiona, mamy do czynienia z olśnieniem przeszkadzającym. Z kolei olśnienia przykre są kojarzone bardziej z oświetleniem wewnętrznym a termin ten odnosi się do dyskomfortu wzrokowego lub rozproszenia uwagi spowodowanego przez jasne okna lub oprawy.
<i>Zarządzanie oświetleniem</i> -	Zarządzanie oświetleniem obejmuje całą koncepcję sterowanego lub regulowanego układu oświetleniowego, włącznie z oświetleniem awaryjnym i jego wykorzystaniem. Umożliwia ono skuteczną, skoncentrowaną na użytkowniku obsługę układu oświetleniowego, przy jednoczesnym jego monitorowaniu, co ułatwia konserwację.
<i>Wygoda widzenia</i> -	Poczucie łatwości spostrzegania, bez nadmiernego zmęczenia wzroku, połączone z przyjemnością.
<i>Zadowolenie wzrokowe</i> -	Jakościowe odczucie oświetlonej przestrzeni.
<i>L</i> – Luminancja nawierzchni drogi (jaskrawość drogi) -	Jednostką jest cd/m ²
<i>U0</i> – Równomierność luminancji wyrażona stosunkiem najmniejszej do średniej luminancji na drodze	
<i>U1</i> – Równomierność wzdłużna luminancji wyrażona stosunkiem najmniejszej do największej luminancji na osi środkowej pasa ruchu (rozpatrywana w kierunku ruchu pojazdu) -	
<i>TI</i> – Wskaźnik olśnienia	
<i>SR</i> – Wskaźnik oświetlenia otoczenia – jest stosunkiem średniego natężenia oświetlenia na pasach bezpośrednio obok krawędzi jezdni i średniego natężenia oświetlenia na bezpośrednio przylegającym pasie jezdni. Kryterium SR jest ważne dla uczynienia widocznym bezpośredniego otoczenia drogi.	

OBLICZENIA TECHNICZNE

Do obliczeń przyjęto poniższe parametry techniczne linii i zabezpieczeń podane przez PGE Rejon Energetyczny w Ełku:

Lp	Nr obwodu oświetleniowego	Nr stacji transformatorowej	Moc transformatora [kVA]	Przekrój i typ przewodów wyprowadzonych do SO	Wartość istn. zabezpieczeń w stacji Ib [A]	Projektowana wielkość zabezpieczeń w stacji Ib [A]	Moc zamówiona ośw. przed modernizacją [kW]	Zabezpieczenia przedlicznikowe w SO wg WT PGE/istniejące Ib [A]	Projektowana moc zamówiona po modernizacji [kW]	Zabezpieczenia przedlicznikowe w SO projektowane Ib [A]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	SO 601 Ogrodowa	4-611 OGRODOWA	250	YAKY 4x50 mm ² l=15m	125	50	9,0	25 / 100	5,0	20
2	SO 605 Łąkowa	4-488 ŁĄKOWA	160	YAKY 4x70 mm ² l=15m	100	63	19,0	40 / 100	9,0	25
3	SO 607 Rzemieślnicza	4-1214 TRZCINIARNIA	400	YAKY 4x120 mm ² l=40m	100	25	2,0	6 / -	1,0	16
4	SO 608 Przemysłowa-Cezar	4-856 OŚ. POD LASEM 1	630	YAKY 4x120 mm ² l=5m	125	80	11,0	32 / 125	6,0	20
5	SO 609 Przemysłowa Art-Bud	4-855 OŚ. POD LASEM 2	200	YAKY 4x120 mm ² l=5m	125	50	9,0	25 / 80	5,0	20
6	SO 610 Ślaska	4-1387 ŚLĄSKA	400	YAKY 4x70 mm ² l=2m	100	80	20,0	32 / 80	10,0	25
7	SO 611 Mazurska	4-1407 MAZURSKA	160	YAKY 4x70 mm ² l=2m	100	50	9,0	25 / 80	5,0	20
8	SO 618 Konopnickiej	4-600 PLAC WOLNOŚCI	400	YAKY 4x70 mm ² l=50m	80	32	5,0	16 / 80	3,0	16
9	SO 619 Toruńska	4-1132 OŚ. TORUŃSKA 1	250	YAKY 4x70 mm ² l=40m	100	40	6,0	20 / 100	3,0	16
10	SO 620 oś. Toruńska	4-1133 OŚ. TORUŃSKA 2	250	YAKY 4 x 1x95 mm ² l=60m	200	25	2,0	6 / dd	1,0	16
11	SO 621 Gdańska Szpital	4-133 SZPITAL	400	YAKY 4x70 mm ² l=10m	100	80	12,0	32 / 80	6,0	20
12	SO 629 Sikorskiego	ZK 1299 (DRUKARNIA)	250	YAKY 4x240 mm ² l=200m; YAKY 4x120 mm ² l=190m; 3xAL35+AL25 l=66m; YAKY 4x50 mm ² l=15m	bd	80	11,0	32 / 100	6,0	32
13	SO 630 Gdańska Rzeźnia	4-328 RZEŹNIA	400	YAKY 4x50 mm ² l=10m	100	25	3,0	10 / 80	2,0	10
14	SO 631 Łukasiewicza	4-1634 BAZA WSS	400	YAKY 4x120 mm ² l=15m	100	80	11,0	32 / 63	6,0	16
15	SO 632 B.Komorowskiego	4-1164 PSZZ	250	YAKY 4x70 mm ² l=10m	125	50	9,0	25 / 100	5,0	16
16	SO 636 Słoneczna	4-975 SŁONECZNA	400	YAKY 4x35 mm ² l=2m	100	32	5,0	16 / 63	3,0	10
17	SO 638 Kochanowskiego	4-671 KOCHANOWSKIEGO	160	YAKY 4x35 mm ² l=3m	100	80	15,0	32 / 80	9,0	16
18	SO 640 Reja	4-188 REJA	250	YAKY 4x35 mm ² l=3m	63	40	6,0	20 / 25	3,0	10
19	SO 642 Kilińskiego	ZK 988 KILIŃSKIEGO 13		YAKY 4x120 mm ² l=100m; YAKY 4x70 mm ² l=50m	bd	80	11,0	32 / 80	6,0	16
20	SO 643 Piękna	4-1033 TECH. ODZIEŻOWE	400	YAKY 4x70 mm ² l=5m	63	40	15,0	32 / 80	9,0	16
21	SO 649 Wyszyńskiego	4-232 WYSZYŃSKIEGO 27	400	YAKY 4x70 mm ² l=5m	125	80	12,0	32 / -	6,0	16
22	SO 652 Łąkowa II	4-1202 SEZAMKOWA	160	YDY 2x6 mm ² l=2m	100	40	7,0	40 / 63	3,0	20

1. Sprawdzenie mocy zaistalowanej i szczytowej

Moc zapotrzebowana i dobór zabezpieczeń

Obliczenia wykonano przy założeniu uaktualnionych na 2013 r. docelowych obciążeń projektowych sieci oświetlenia drogowego, t.j. $P_T = 57,7 \text{ kW}$ oraz wsp. $\text{tg } \phi = 0,4$ ($\cos \phi = 0,93$). Całkowita moc zapotrzebowana uwzględnia nowe oprawy z mniejszymi (sodowymi) źródłami światła.

2. Prąd szczytowy linii oświetleniowej napowietrznej

Moc zapotrzebowana

Szafa OS-610:

$(25 \text{ opraw} \times 100\text{W}) + (42 \text{ oprawy} \times 70\text{W}) + (7 \text{ opraw} \times 50\text{W}) = 6\,022 \text{ W}$

Prąd szczytowy linii napowietrznej stacja nr 4-1387

$$I_{NN} = \frac{P_s}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi} = \frac{6,022 \cdot 1000}{1,73 \cdot 400 \cdot 0,93} = 9,36 \text{ A}$$

Prąd zapłonu lamp i rozruchu opraw: $I_r = I \cdot k = 9,36 \text{ A} \cdot 1,6 = 14,97 \text{ A}$

zabezpieczenie obwodu $I_b = 16 \text{ A}$, przelicznikowe $I_b = 25 \text{ A}$, obwodu w stacji WT-1/gF $I_b = 32 \text{ A}$.

Dla komunalnych linii oświetleniowych z uwagi na dokonaną wymianę opraw ze źródłami sodowymi i ograniczenie mocy, prawidłową pracę sieci, spadki napięć w warunkach normalnych i awaryjnych zapewniają istniejące przewody AFL i AsXSn 2(4) x 35 mm². Wyprowadzenia ze stacji na linie napowietrzne istniejące wykonane są kablami o przekrojach nie mniejszych niż YAKY 4x35 mm².

3. Obliczenia rezystancji uziemień

$\rho = 100 \text{ } \Omega\text{m}$

$\varnothing = 0,016 \text{ m}$

r - połowa największego wymiaru poprzecznego uziomu = 0,008 m

l - długość uziomu [m] = 5 m

a - odległość między uziomami pionowymi [m] = 0,6 m

$k = 1,4$ dla $0,5 < a < 1$

n - ilość elementów = 3

Rezystancja uziomu pionowego pojedynczego prętowego $\varnothing - 16 \text{ mm}$, dł. 5 m:

$$\text{Wg PN: } R_1 = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \ln \frac{l}{r} = \frac{100}{2 \cdot 3,14 \cdot 5} \ln \frac{5}{0,008} = 20,50 \Omega$$

$$\text{Wg ZN-96 TPSA-037 } R_1 = \frac{0,84 \cdot \rho}{l} = \frac{0,84 \cdot 100}{5} = 16,8 \Omega$$

Rezystancja uziomu pionowego złożonego z 3 prętów j/w :

$$R = \frac{k}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{1,4}{\frac{1}{20,5} + \frac{1}{20,5} + \frac{1}{20,5}} = \frac{1,4}{0,15} = 9,57 \Omega$$

Spr. dla uziomu wielokrotnego wg wzoru:

$$R = \frac{R_1}{0,9 \cdot n} = \frac{20,5}{0,9 \cdot 3} = \frac{20,5}{2,7} = 7,59 \Omega$$

Obliczeniowa wartość rezystancji uziomu zawiera się pomiędzy wartościami **7,59 – 9,57** Ω .

4. Sprawdzenie spadku napięcia

Linia AFL 4x35mm² dł. 457m zasilana ze stacji 4-1387 kablem YAKY 4x70mm² dł. 2 m z wyprowadzeniem kablowym YAKY 4x35 mm² dł. 20m; P_i = 1 545 W.

Spadek 1

Od OS-610 do słupa Nr-10 na ul. Staszica

$$\Delta U\% = \frac{100 \cdot \Sigma(P \cdot l)}{\gamma \cdot S \cdot U^2}$$

$$\Sigma (P \times l) = 963 [W] \times 377 [m] = 382311 [Wm]$$

$$\Delta U_1 \% = \frac{100 \cdot 382311 [Wm]}{35 \cdot 35 \cdot 400^2 [V]} = 0,195\%$$

Linia AFL 4x35mm² dł. 812m zasilana ze stacji 4-1387 kablem YAKY 4x70mm² dł. 2 m z wyprowadzeniem kablowym YAKY 4x35 mm² dł. 20m; P_i = 1 602 W.

Spadek 2

Od OS-610 do słupa Nr-6 na ul. Mazurskiej

$$\Delta U\% = \frac{100 \cdot \Sigma(P \cdot l)}{\gamma \cdot S \cdot U^2}$$

$$\Sigma (P \times l) = 1 602 [W] \times 812 [m] = 1300824 [Wm]$$

$$\Delta U_2 \% = \frac{100 \cdot 1300824 [Wm]}{35 \cdot 35 \cdot 400^2 [V]} = 1,06\%$$

Linia AFL 4x35mm² dł. 750m zasilana ze stacji 4-611 kablem YAKY 4x50mm² dł. 15 m z wyprowadzeniem kablowym YAKY 4x35 mm² dł. 30m; P_i = 1 750 W.

Spadek 3

Od OS-601 do słupa Nr-4 na ul. Powst. Śląskich

$$\Delta U\% = \frac{100 \cdot \Sigma(P \cdot l)}{\gamma \cdot S \cdot U^2}$$

$$\Sigma (P \times l) = 1 750 [W] \times 750 [m] = 1312500 [Wm]$$

$$\Delta U_3 \% = \frac{100 \cdot 1312500 [Wm]}{35 \cdot 35 \cdot 400^2 [V]} = 0,66\%$$

Spadki napięcia dopuszczalne - wyniki obliczeń zestawiono w załączonej tabeli.

Ełk, dnia 10.05.2014r.

Opracował:

.....
(podpis)