

## **1. PODSTAWA OPRACOWANIA**

Podstawę do wykonania projektu przebudowy linii elektroenergetycznych napowietrznych na kablowe ulicy Polskiej Organizacji Wojskowej w Piotrkowie od ulicy Wojska Polskiego do ulicy Słowackiego wraz z przyległymi skrzyżowaniami stanowią:

- zlecenie inwestora,
- inwentaryzacja stanu istniejącego,
- warunki techniczne przebudowy,
- uzgodnienia z inwestorem,
- wytyczne branżowe,
- obowiązujące przepisy i normy,
- studium urbanistyczne zagospodarowania ulic śródmiejskich

## **2. ZAKRES OPRACOWANIA**

Tematem opracowania jest przebudowa i rozbudowa oświetlenia oraz usunięcie ewentualnych kolizji z infrastrukturą techniczną w związku z budową ulicy Polskiej Organizacji Wojskowej z odcinkiem ulicy Słowackiego od torów PKP do posesji przy ul. Słowackiego 23.

Projekt obejmuje:

- przebudowę istniejącego układu zasilania elektroenergetycznego odbiorców energii obecnie zasilanych linią napowietrzną na odcinku od ul. Grota Roweckiego do ul. Słowackiego
- przebudowę istniejącego układu oświetlenia ulicznego na odcinku od ulicy Grota Roweckiego do ulicy Słowackiego
- wymianę opraw oświetleniowych na odcinku od ul. Grota Roweckiego do ul. Wojska Polskiego
- iluminację (oświetlenie elewacji) wskazanych obiektów budowlanych
- rozdzielnice przyłączeniowe – złącza kablowe i złącza kablowo-pomiarowe
- przystosowanie stacji transformatorowych do nowych warunków zasilania
- przestawienie (wymianę) słupa kamery monitoringu ulicznego

## **3. OPIS OBIEKTU**

Obiekty i instalacje będące przedmiotem opracowania stanowią układ zasilania elektrycznego zarówno dla potrzeb odbiorców indywidualnych jak również i oświetlenia terenu (oświetlenia ulicznego), na który składają się:

- obwody zasilane ze stacji transformatorowej nr 1-0756 „Świerczewskiego”
- obwody zasilane ze stacji transformatorowej nr 1-0758 „Ogrodowa”
- istniejące i projektowane przyłącza
- istniejące i projektowane obwody oświetlenia ulicznego
- projektowane rozdzielnice złączy kablowych i złączy kablowo – pomiarowych

## **4. STAN ISTNIEJĄCY**

### **4.1. Obwód stacji nr 1-0756 „Świerczewskiego”**

Stacja zasilą odbiorców ulicy Polskiej Organizacji Wojskowej na odcinku od ul. Wojska Polskiego do ul. Grota Roweckiego linią napowietrzną oraz po zachodniej stronie ulicy do ul. Słowackiego liniami kablowymi.

Linia napowietrzna wykonana na słupach – żerdziach żelbetowych typu ZN-10 i drewnianych na fundamencie żelbetowym przewodami nie izolowanymi typu AL. 4x50 + 25. Oprawy oświetleniowe sodowe montowane na wysięgnikach z rury stalowej. Przyłącza do posesji w większości napowietrzne nieizolowane, częściowo wykonane przewodami izolowanymi lub bardzo sporadycznie – kablowe. Całość instalacji w stanie znacznego zużycia.

Linie kablowe zasilające odbiorców nie stwarzają kolizji z projektowanym zakresem przebudowy ulicy i w związku z tym nie ma potrzeby ingerowania w ich układ. Natomiast linie kablowe oświetlenia ulic są wykonane typu YKY 4x10 i obecnie odbiegają od przyjętych standardów oraz zmianie ulega lokalizacja latarni ulicznych i w związku z tym, te linie należy przystosować do projektowanych rozwiązań.

#### 4.2. Obwód stacji nr 1-0758 „Ogrodowa”

Stacja zasilą odbiorców ulicy Polskiej Organizacji Wojskowej na odcinku od ul. ul. Grota Roweckiego do ul. Słowackiego linią napowietrzną oraz liniami kablowymi po wschodniej stronie ulicy.

Linia napowietrzna wykonana na słupach – żerdziach żelbetowych typu ZN-10 przewodami nie izolowanymi typu AL. 4x50 + 25. Oprawy oświetleniowe sodowe montowane na wysięgnikach z rury stalowej. Przyłącza do posesji w większości napowietrzne. Całość instalacji w stanie znacznego zużycia.

Istniejące linie kablowe zasilające odbiorców nie stwarzają kolizji z projektowanym zakresem przebudowy ulicy i w związku z tym nie ma potrzeby ingerowania w ich układ.

Istniejąca rozdzielnica oświetlenia ulicznego została zmodyfikowana podczas robót związanych z przebudową ulicy Dąbrowskiego. Rozdzielnica w obudowie z blachy stalowej zamontowana jest na zewnątrz stacji na ścianie budynku. Do rozdzielnicy wprowadzone są dwa kable typu YAKXs 4x35 dla instalacji oświetlenia ulicy Dąbrowskiego i dla obwodu oświetlenia ulic Grota Roweckiego i P.O.W.

#### 4.3. Oświetlenie uliczne

W ulicach objętych zakresem opracowania, oświetlenie jest zainstalowane na słupach ŻN i drewnianych napowietrznej sieci rozdzielczej NN i oświetleniowej, na wysięgnikach rurowych różnej długości. Zainstalowane są oprawy różnego typu i mocy. Na wysepkach rozdzielających pasy jezdni na odcinku od ul. Grota Roweckiego do ul. Słowackiego zainstalowane są dwie wieże oświetleniowe o konstrukcji z 6-ciu rur stalowych z 12-toma oprawami oświetleniowymi o mocy 400W. Na istniejących słupach energetycznych zainstalowane są oprawy do oświetlenia elewacji wieży ciśnień – reflektory żarowe o mocy 1000W.

#### 4.4. Kamera monitoringu ulicznego

Na istniejącym słupie napowietrznej linii energetycznej NN na wysokości wyjścia z peronów dworca kolejowego po zachodniej stronie ulicy POW i działki nr ewidencyjny 60/4 po jej wschodniej stronie zamontowana jest kamera monitoringu ulicznego. Linia kablowa kamery wprowadzona jest do najbliższej studni kablowej na kanalizacji teletechnicznej zlokalizowanej w chodniku.

### **5. STAN PROJEKTOWANY**

Roboty budowlano – montażowe objęte niniejszym opracowaniem (projektem budowlanym) będą realizowane w trzech etapach:

- I etap - rejon skrzyżowania ulicy Słowackiego i ulicy P.O.W.
- II etap - odcinek ulicy P.O.W. od ulicy Słowackiego do ulicy Grota Roweckiego
- III etap - odcinek ulicy P.O.W. od ulicy Grota Roweckiego do ulicy Wojska Polskiego

#### **5.1. Etap I realizacji**

##### 5.1.1. Oświetlenie uliczne

Z zakresu niniejszego opracowania w ramach I-go etapu należy zamontować w chodniku dla pieszych oprawy najazdowe metalohalogenkowe o mocy 150 W dla podświetlenia elewacji budynku przy ul. Słowackiego 32 Obwód tych opraw zasilić z tabliczki zaciskowo – bezpiecznikowej w słupie latarni nr S4/9 projektowanego w ramach innego opracowania.

Ponadto na projektowanej latarni nr S3/9 (w ramach odrębnego opracowania) w lokalizacji jak na rys nr 1 i nr 2 w niniejszym opracowaniu, należy zamontować oprawę reflektorową – projektor halogenowy strumieniowy o mocy 500 W dla potrzeb podświetlenia (iluminacji) elewacji wieży ciśnień od strony ulicy Słowackiego.

W miejscu lokalizacji projektowanej latarni nr LO-1/9 zamontować fundament prefabrykowany typu F-150 dla zamontowania latarni w ramach realizacji II etapu. Równocześnie od fundamentu tej latarni należy ułożyć przepust z osłony rurowej giętkiej o średnicy 75 mm pod projektowaną jezdnią w kierunku latarni nr LO-1/10.

#### 5.1.2. Parkometr

W ramach realizacji I-go etapu robót należy istniejący parkometr zamontowany obecnie na pasie parkingów rozdzielających pasy jezdni (oznaczony literą „B” na planie sytuacyjnym – rys nr 2) zdemonstrować i ponownie zamontować na okres tymczasowy w miejscu oznaczonym literą „E” przy tymczasowych miejscach postojowych (na okres przejściowy – do czasu przebudowy ulicy Polskiej Organizacji Wojskowej w zakresie II etapu).

#### 5.1.3. Zasilanie wieży ciśnień

Przed rozpoczęciem robót demontażowych słupa krańcowego z dwóch żerdzi ZN-10 zlokalizowanego na ulicy Słowackiego na wysokości wieży ciśnień należy upewnić się z którego obwodu zasilana jest wieża ciśnień. Jeżeli obwód zasilający wieżę ciśnień jest wyprowadzony ze słupa krańcowego linii napowietrznej w ulicy P.O.W. układ zasilania pozostawić bez zmian. Natomiast w przypadku przyłączenia wieży ciśnień do słupa w ulicy Słowackiego, to obwód ten ulegnie demontażowi i w tym przypadku należy wykonać nowe kablówce przyłącze ze złącza ZK/3/5. Przy wykonywaniu robót przełączeniowych zasilania wieży należy z wyprzedzeniem 2-ch tygodni powiadomić POLKOMTEL S.A. w Warszawie ul. Postępu 3. Roboty przełączeniowe należy tak przygotować i przeprowadzić, aby czas trwania przełączenia nie był dłuższy niż 30 min. W przypadku przewidywania dłuższej przerwy w zasilaniu urządzeń łączności należy przewidzieć zasilanie z agregatu (zapotrzebowanie mocy wynosi 33 kW).

### **5.2. Etap II realizacji**

#### 5.2.1. Obwód stacji nr 1-0756 „Świerczewskiego”

Zgodnie z ustaleniami istniejąca linia napowietrzna zasilająca i oświetleniowa w ulicy Polskiej Organizacji Wojskowej na odcinku od ulicy Grota Roweckiego do ulicy Wojska Polskiego pozostaje bez zmian.

Obwody oświetleniowe wyprowadzone są do istniejącej rozdzielnicy oświetlenia ulicznego w obudowie z blachy stalowej zamontowanej na ścianie budynku stacji. Rozdzielnica wymaga przystosowania do projektowanych rozwiązań. Należy przebudować instalację rozdzielnicy oświetlenia ulicznego zgodnie ze schematem jak na rys. nr 6. Dla przystosowania istniejącej instalacji oświetlenia ulicy P.O.W. na odcinku od ulicy Grota Roweckiego do ulicy Wojska Polskiego przygotować przepust rurowy dla wprowadzenia kabla oświetleniowego w ramach realizacji III etapu. Do projektowanych obwodów oświetlenia ulicy na odcinku od ulicy Grota Roweckiego do ulicy Słowackiego poprowadzić jedną linię kablówką typu YAKXs 4x35 i przy pierwszej latarni LO-1/1 na skrzyżowaniu rozdzielić na dwa obwody oświetleniowe – zgodnie ze schematem na rys nr 6. Dla oświetlenia pasów jezdni projektuje się latarnie stylizowane typu DP9a zlokalizowane w pasie zieleni rozdzielającym pasy jezdni. Dla oświetlenia ciągów pieszych projektuje się stylizowane latarnie parkowe typu P2/01. Trasy linii kablówkowych i rozmieszczenia latarni pokazano na rys. nr 1. Dla potrzeb podświetlenia elewacji budynku dworca kolejowego projektuje się oprawy najazdowe metalohalogenkowe o mocy 150 W zamontowane w chodniku w odległości nie większej niż 1,0m od ściany budynku.

Ze stacji tej projektuje się również montaż linii kablówkiej zasilającej odbiorców zlikwidowanej linii napowietrznej na odcinku od ulicy Grota Roweckiego do ulicy Słowackiego. Z wolnego

poła odpływowego rozdzielniczy NN (pole nr 3) stacji należy wyprowadzić linię kablową typu YAKXs 4x240 i ułożyć po wschodniej stronie ulicy. Na skrzyżowaniu z ulicą Grota Roweckiego projektuje się złącze kablowe ZK-1 dla potrzeb wykonania w przyszłości drugostronnego zasilania ze stacji nr 1-0758 (podział sieci) oraz ewentualnego przyłączenia lub przełączenia odbiorcy energii. Na wysokości pawilonów handlowo-usługowych przewiduje się zamontowanie złącza kablowego ZK-2 pozwalającego w przyszłości na przyłączenie lub przełączenia odbiorców energii. Dla odbiorców energii odłączonych od linii napowietrznej projektuje się przy ich obiektach złącza kablowo-pomiarowe i wewnętrzne linie zasilające. Na skrzyżowaniu z ulicą Słowackiego zaprojektowane złącze ZK/3/5 (w ramach innego opracowania) należy przenieść w rejon projektowanego murka oporowego – zgodnie jak na rys. nr 1. Istniejące złącze ZK-5/2 pozostawić bez zmian (zasila urządzenia POLKOMTEL). Natomiast istniejące złącze ZK-5/1 przebudować zgodnie ze schematem jak na rys nr 4 (zdemontować elementy nieczynnego układu SZR i zamontować rozłącznik bezpiecznikowy RB-00).

Przejście pod jezdniami wykonać w przepustach z osłony rurowej sztywnej o średnicy 110 mm. W miejscach wjazdów i kolizji z istniejącym i projektowanym uzbrojeniem wykonać w osłonowych rurowych giętkich o średnicy 110 mm.

Układ tras kablowych przedstawiono na rys nr 1. Schemat układu zasilania odbiorców przedstawiono na rys nr 4, a schemat układu instalacji oświetlenia ulicznego zawiera rys. nr 6.

#### 5.2.2. Obwód stacji nr 1-0758 „Ogrodowa”

Zdemontować w całości istniejące obwody linii napowietrznych w ulicy Polskiej Organizacji Wojskowej na odcinku od ulicy Grota Roweckiego do ulicy Słowackiego. Po wykonaniu tych czynności koniec obwodu istniejącej linii napowietrznej ustala się na słupie krańcowym typu KO-10 zlokalizowanym na ulicy Grota Roweckiego przy ulicy P.O.W.

Na tym etapie realizacji, odbiorcy zasilani z linii napowietrznej obecnie będą zasilani linią kablową ze stacji transformatorowej nr 1-0756 „Świerczewskiego”.

Oświetlenie ulicy P.O.W. po wschodniej jej stronie projektuje się jako kablowe zasilane ze stacji transformatorowej nr 1-0758 „Ogrodowa”. Rozdzielnica oświetlenia ulicznego wymaga zamontowania dodatkowej listwy zaciskowej LZ-35 dla przyłączenia projektowanego obwodu (w rozdzielniczy jest przygotowane miejsce dla takiej listwy – rys nr 5).

Obwód ten wyposażony będzie w latarnie oświetleniowe typu P1/01 i P2/01. Na wybranych latarniach zamontowane będą dodatkowo oprawy reflektorowe – projektory halogenowe strumieniowe o mocy 500 W dla potrzeb podświetlenia elewacji wieży ciśnień. Latarnie typu P1/01 montowane będą na projektowanym murku oporowym rozdzielającym ciąg parkingowo – jezdny od ciągu pieszego. W miejscach montażu tych latarni należy na etapie robót budowlano-montażowych murków zamontować przepusty z osłony rurowej giętkiej o średnicy 75 mm oraz połączone ze zbrojeniem śruby do przykręcenia podstawy słupów. Ze zbrojenia murków należy również wyprowadzić przewody uziemiające z płaskownika FeZn 25x4 dla potrzeb przyłączenia słupów oświetleniowych.

W związku z tym, że latarnie typu P1/01 będą montowane na murku oporowym ich wysokość należy dostosować do pozostałych montowanych na poziomie terenu przez zastosowanie stylizowanych słupów parkowych typu A6 o wysokości 2,0 m.

#### 5.2.3. Oświetlenie uliczne

Zdemontować w całości istniejące obwody oświetlenia ulicznego na odcinku ulicy P.O.W. od ulicy Grota Roweckiego do ulicy Słowackiego. W ich miejsce wykonać nową instalację zgodnie z opisami wyżej. Dla potrzeb podświetlenia (iluminacji) elewacji budynku dworca kolejowego zaprojektowano oprawy najazdowe metalohalogenkowe o mocy 150 W montowane w chodniku dla pieszych w odległości nie większej niż 1,0m od ściany budynku. Oprawy te należy przyłączyć do latarni oświetlenia ulicznego S4/9 zaprojektowanej wg innego opracowania.

#### 5.2.4. Kamera monitoringu ulicznego

Ze względu na likwidację linii napowietrznej oraz braku możliwości innego rozwiązania dla potrzeb kamery monitoringu ulicznego projektuje się ustawienia słupa typu DP9a z wysięgnikiem R26 wyłącznie dla potrzeb zamontowania kamery. Słup należy ustawić obok miejsca obecnie istniejącego słupa linii napowietrznej przy projektowanym murku oporowym. Istniejący obwód kablowy należy zdemontować ze względu na kolizję z projektowanym murkiem oporowym i odwodnieniem liniowym i nową trasą (jak na rys nr 1 i nr 3) przyłączyć do projektowanego słupa.

### **5.3. Etap III realizacji**

#### 5.3.1. Obręb stacji nr 1-0756 „Świerczewskiego”

W ramach realizacji III etapu przebudowy ulicy P.O.W. należy dokonać wymiany opraw oświetlenia ulicznego na istniejących słupach linii napowietrznej NN.

W zakresie przystosowania i zachowania ciągłości typu oświetlenia projektuje się wymianę istniejących opraw i wysięgników na stylizowane wysięgniki typu R26 ze stylizowanymi oprawami typu 04 po zastosowaniu odpowiednich wsporników (wieszaków). Obwód kablowy istniejąc wykonany kablem typu YKY 4x10 należy zdemontować w całości, a w jego miejsce ułożyć kabel typu YAKXs 4x35.

## **6. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA**

Instalacje wykonać w układzie TN-C. Jako ochronę dodatkową przed porażeniem elektrycznym zastosowano szybkie wyłączanie zwarć ( $T_z < 5,0s$ ) realizowane przez bezpieczniki topikowe w złączach kablowych i tabliczkach zaciskowo-bezpiecznikowych oraz w rozdzielnicach NN stacji transformatorowych odpowiednio dla poszczególnych obwodów.

Przy wykonywaniu instalacji zasilającej należy przewidzieć zaciski „PEN”, które należy uziemić.

Uziemienie należy wykonać z bednarki FeZn 25x4 ułożonej w rowie na głębokości minimum 0,6 m w ilości zapewniającej wymaganą oporność uziemienia  $R_u < 10 \Omega$

Ochronę przeciwporażeniową należy wykonać zgodnie z normami PN-IEC-60364-1:2000 i PN-E-05100-1:1998.

Odpływy z rozdzielnic 0,4/0,231 kV należy zabezpieczyć tak, aby czas wyłączenia zwarć jednofazowych był nie dłuższy niż 5,0 sek.

Przed uruchomieniem i oddaniem do eksploatacji, należy dokonać pomiarów rezystancji izolacji poszczególnych obwodów i układów zasilania, uziemienia oraz skuteczności dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej (impedancji pętli zwarcia).

## **7. WYTYCZNE DLA MONTAŻU**

Wykonawca robót branży elektrycznej jest zobowiązany opracować szczegółowy harmonogram organizacji robót z uwzględnieniem zastępczego zasilania istniejących i czynnych obiektów w porozumieniu z wykonawcami pozostałych branż.

Projekt organizacji robót winien określać warunki, które muszą być spełnione przed przystąpieniem do prac przy urządzeniach pod napięciem lub w ich pobliżu i wyłączonych spod napięcia.

Wykonawca robót jest zobowiązany opracować sposób zajęcia pasa drogowego w uzgodnieniu z wykonawcami robót drogowych i pozostałych branż.

Wszystkie prace związane z przebudową linii napowietrznych na kablowe należy z wyprzedzeniem minimum 2-ch tygodni uzgodnić z operatorem sieci PGE Dystrybucja Łódź – Teren S.A. Rejon Energetyczny Piotrków Tryb. i wykonywać pod ich nadzorem.

Zabezpieczenia główne poszczególnych odbiorów (zalicznikowe) wykonać w miejscu obecnie istniejącego licznika energii elektrycznej. Na elementy zabezpieczenia głównego zalicznikowego należy zastosować wyłączniki nadprądowe modułowe pojedyncze o charakterystyce czasowej „C” w ilości 1 szt lub 3 szt (w zależności od rodzaju przyłącza: jedno- lub trójfazowe) w obudowie cztero- lub sześciu modułowej przystosowanej do plombowania. Wielkość obciążenia prądowego podano na schemacie, należy sprawdzić na etapie realizacji zgodność z zawartymi umowami na dostawę energii elektrycznej w PGE Dystrybucja Łódź-Teren S.A. Rejon Energetyczny Piotrków Tryb.

Prace związane z przełączeniem zasilania na wieży ciśnień (złącza ZK-5/1 i ZK-5/2) wymagają zgłoszenia z wyprzedzeniem minimum 14 dni do POLKOMTEL S.A. w Warszawie ul. Postępu 3. Przerwa w zasilaniu urządzeń nie powinna trwać dłużej niż 30 min. w innym przypadku należy zapewnić zasilanie rezerwowe z agregatu.

Prowadzone i wykonane roboty kablowe wymagają bieżącej i stałej obsługi geodezyjnej w zakresie ewidencjonowania geodezyjnego robót zanikających.

Materiały i urządzenia z demontażu linii zasilających i rozdzielczych należy zdać do operatora sieci PGE Dystrybucja Łódź – Teren S.A. Rejon Energetyczny Piotrków Tryb.

Materiały i urządzenia z demontażu linii oświetlenia ulicznego należy zdać do Miejskiego Zakładu Dróg i Komunikacji w Piotrkowie Tryb.

Dopuszcza się zastosowanie zamiennych materiałów i urządzeń o standardach jakościowych nie gorszych niż projektowane. W przypadku latarni oświetleniowych zastosowanie zamienników jest możliwe pod warunkiem, że wygląd zewnętrzny będzie odpowiadał przyjętym rozwiązaniom określonym w „Studium Urbanistycznym Zagospodarowania Ulic Śródmieścia – Trakt Wielu Kultur” oraz będą harmonizować z latarniami już zamontowanymi na ulicach sąsiednich i dochodzących. W przypadku opraw związanych z iluminacją obiektów budowlanych zastosowanie zamienników jest możliwe pod warunkiem osiągnięcia efektu wizualnego nie gorszego niż przyjęty w projektowanych rozwiązaniach.

Wykonanie robót montażowych i instalacyjnych winno być zgodne z „Wytocznymi do budowy systemów elektroenergetycznych rekomendowanych w GK PGE”

- tom 5-	Stacje transformatorowe SN/nN	-	wersja 03/2010
- tom 6-	Linie napowietrzne i kablowe niskiego napięcia	-	wersja 03/2010
- tom 7 -	Układy pomiarowe energii elektrycznej	-	wersja 03/2010

## **8. OBLICZENIA TECHNICZNE**

### **8.1. Obciążenia znamionowe**

Moc znamionowa obwodu zasilającego (na podstawie zawartych umów na dostawę energii) wynosi:

$$P = 48,0 \text{ kW}$$

$$I_o = 77,1 \text{ A}$$

$$I_b = 100 \text{ A}$$

$$\cos \varphi_i = 0,9$$

- długotrwała obciążalność kabla YAKXs 4x240 wynosi 401 A
- długotrwała obciążalność kabla YAKXs 4x120 wynosi 266 A
- długotrwała obciążalność kabla YAKXs 4x35 wynosi 132 A

Jako zabezpieczenie główne obwodu w rozdzielnicy stacji projektuje się bezpieczniki topikowe mocy do zamontowania w rezerwowym polu odpływowym nr 3 rozdzielnicy NN stacji o parametrach:

- prąd znamionowy – **160A**,
- charakterystyka czasowa – wkładki zwłoczne typu **gG** lub **gF**

ze względu na możliwość rezerwowego zasilania ulicy Słowackiego

## 8.2. Spadek napięcia

Obliczenie spadku napięcia linii kablowej na projektowanym odcinku od stacji 1-0756 "Świerczewskiego"

$$\Delta U^{\%} = \Delta U^{\%}_1 + \Delta U^{\%}_2 + \Delta U^{\%}_3 + \Delta U^{\%}_4 + \Delta U^{\%}_5 + \Delta U^{\%}_6 + \Delta U^{\%}_7$$

$\Delta U^{\%}_{1 \text{ do } 7}$  - spadek napięcia na odcinku linii kablowej

$$\Delta U^{\%}_{\dots} = \frac{100}{S \times \gamma \times U^2} \times \Sigma(P_U \times L)$$

od stacji do ZK-1	YAKXs 4x240	161,0 m	48,0 kW	0,58
od ZK-1 do ZK-2	YAKXs 4x240	75,0 m	48,0 kW	0,27
od ZK-2 do ZK-4	YAKXs 4x240	95,0 m	48,0 kW	0,34
od ZK-4 do ZK/3/5	YAKXs 4x240	82,0 m	46,0 kW	0,28
od ZK/3/5 do ZK-5/2	YAKXs 4x35	41,0 m	33,0 kW	0,69
od ZK-5/2 do ZK-5/1	YAKXs 4x35	4,0 m	6,0 kW	0,01

Razem 2,17

$$\Delta U^{\%} < 5\%$$

Maksymalny dopuszczalny spadek napięcia pomiędzy źródłem a jakimkolwiek punktem odbioru obciążonym w sposób normalny, wynosi:

- 3% dla oświetlenia
- 5% dla siły i odbiorów różnych
- 2% dla urządzeń informatycznych.