

NAZWA NADANA ZAMÓWIENIU PRZEZ ZAMAWIAJĄCEGO:

**Remont infrastruktury torowo-sieciowej na odcinku pl. Kilińskiego – Kurak (wraz ze zjazdem w drodze 91) w Zgierzu**

ADRES OBIEKTU BUDOWLANEGO:

**Województwo łódzkie, powiat zgierski, miasto Zgierz, ulice: Łódzka, 1 Maja**

ZAMAWIAJĄCY:



**Gmina Miasto Zgierz  
Plac Jana Pawła II 16  
95-100 Zgierz**

JEDNOSTKA PROJEKTOWA:



**CONE AMG Sp. z o.o.  
ul. Izbicka 1, lok. 6  
04-838 Warszawa**

STADIUM:

**PROGRAM FUNKCJONALNO-UŻYTKOWY**

NR I NAZWA TOMU:

**TOM II CZĘŚĆ INFORMACYJNA**

KODY CPV:

**45000000-7 Roboty budowlane**

**45100000-8 Przygotowanie terenu pod budowę**

**45110000-8 Roboty w zakresie burzenia i rozbiórki obiektów budowlanych; roboty ziemne**

**45111000-8 Roboty w zakresie burzenia, roboty ziemne**

**45112000-5 Roboty w zakresie usuwania gleby**

**45113000-2 Roboty na placu budowy**

**45200000-9 Roboty budowlane w zakresie wznoszenia kompletnych obiektów budowlanych lub ich części oraz roboty w zakresie inżynierii lądowej i wodnej**

**45230000-8 Roboty budowlane w zakresie budowy rurociągów, linii komunikacyjnych i elektroenergetycznych, autostrad, dróg, lotnisk i kolei; wyrównanie terenu**

**45231000-5 Roboty budowlane w zakresie budowy rurociągów, ciągów komunikacyjnych i linii energetycznych**

**45232000-2 Roboty pomocnicze w zakresie rurociągów i kabli**

**45233000-9 Roboty w zakresie konstruowania, fundamentowania oraz wykonywania nawierzchni autostrad, dróg**

**45234000-6 Roboty budowlane w zakresie budowy kolei i systemów transportu**

**71000000-8 Usługi Architektoniczne, Budowlane, Inżynieryjne i Kontrolne**

**71200000-0 Usługi architektoniczne i podobne**

**71220000-6 Usługi projektowania architektonicznego**

**71221000-3 Usługi architektoniczne w zakresie obiektów budowlanych**

**71240000-2 Usługi architektoniczne, inżynieryjne i planowania**

**71242000-6 Przygotowanie przedsięwzięcia i projektu, oszacowanie kosztów**

**71244000-0 Kalkulacja kosztów, monitoring kosztów**

**71245000-7 Plany zatwierdzające, rysunki robocze i specyfikacje**

**71246000-4 Określenie i spisanie ilości do budowy**

**71247000-1 Nadzór nad robotami budowlanymi**

**71248000-8 Nadzór nad projektem i dokumentacją**

**71250000-5 Usługi architektoniczne, inżynieryjne i pomiarowe**

**71300000-1 Usługi inżynieryjne**

**71320000-7 Usługi inżynieryjne w zakresie projektowania**

**71322000-1 Usługi inżynierii projektowej w zakresie inżynierii lądowej i wodnej**

**71330000-0 Różne usługi inżynieryjne**

**71332000-4 Geotechniczne usługi inżynieryjne**

**71350000-6 Usługi inżynieryjne naukowe i techniczne**

**71354000-4 Usługi sporządzania map**

**71355000-1 Usługi pomiarowe**

**71500000-3 Usługi związane z budownictwem**

**71520000-9 Usługi nadzoru budowlanego**

**71521000-6 Usługi nadzorowania placu budowy**

**71540000-5 Usługi zarządzania budową**

**71541000-2 Usługi zarządzania projektem budowlanym**

listopad 2019

egz. ....

**SPIS ZAWARTOŚCI PROGRAMU FUNKCJONALNO-UŻYTKOWEGO:**

|               |   |
|---------------|---|
| TOM I         | CZĘŚĆ OPISOWA   |
| TOM I.1       | WARUNKI WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH – TOROWISKA TRAMWAJOWE                                |
| TOM I.2       | WARUNKI WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH – SIEĆ TRAKCYJNA, STEROWANIE<br>i OGRZEWANIE ZWROTNIC |
| <b>TOM II</b> | <b>CZĘŚĆ INFORMACYJNA</b>   |
| TOM II.1      | KOPIA MAPY ZASADNICZEJ  |
| TOM II.2      | OPINIA GEOTECHNICZNA I DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO  |
| TOM II.3      | INWENTARYZACJA ZIELENI  |
| TOM II.4      | WARUNKI TECHNICZNE, UZGODNIENIA, OPINIE   |

**SPIS ZAWARTOŚCI CZĘŚCI INFORMACYJNEJ PROGRAMU FUNKCJONALNO - UŻYTKOWEGO**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. CZĘŚĆ INFORMACYJNA PROGRAMU FUNKCJONALNO - UŻYTKOWEGO .....</b>  | <b>4</b>  |
| 1.1 Dokumenty potwierdzające zgodność zamierzenia budowlanego z wymaganiami wynikającymi z odrębnych przepisów ..... | 4         |
| 1.2 Oświadczenie zamawiającego stwierdzające jego prawo do dysponowania nieruchomością na cele budowlane .....       | 4         |
| 1.3 Przepisy prawne i normy związane z projektowaniem i wykonaniem zamierzenia budowlanego .....                     | 4         |
| 1.4 Inne posiadane informacje i dokumenty niezbędne do zaprojektowania robót budowlanych .....                       | 8         |
| 1.4.1 Kopia mapy zasadniczej .....   | 8         |
| 1.4.2 Opinia geotechniczna i dokumentacja badań podłoża gruntowego .....   | 8         |
| 1.4.3 Zalecenia konserwatorskie konserwatora zabytków .....  | 8         |
| 1.4.4 Inwentaryzacja zieleni .....   | 8         |
| 1.4.5 Porozumienia, zgody lub pozwolenia oraz warunki techniczne i realizacyjne .....                                | 8         |
| 1.4.6 Dodatkowe wytyczne inwestorskie i uwarunkowania .....  | 8         |
| 1.5 Charakterystyka stanu istniejącego .....   | 8         |
| 1.5.1 Przebieg trasy tramwajowej .....   | 8         |
| 1.5.2 Układ drogowy .....  | 9         |
| 1.5.3 Torowisko tramwajowe .....   | 9         |
| 1.5.4 Przystanki tramwajowe .....  | 10        |
| 1.5.5 Sieć trakcyjna jezdna .....  | 10        |
| 1.5.6 Zasilanie sieci trakcyjnej .....   | 11        |
| 1.5.7 Zagospodarowanie terenu .....  | 11        |
| <b>ZAŁĄCZNIK NR 1 .....</b>  | <b>12</b> |

## 1. CZĘŚĆ INFORMACYJNA PROGRAMU FUNKCJONALNO - UŻYTKOWEGO

### 1.1 Dokumenty potwierdzające zgodność zamierzenia budowlanego z wymaganiami wynikającymi z odrębnych przepisów

Niniejsze zamierzenie budowlane zawiera się w pasie drogowym drogi gminnej i dróg krajowych i podlega w całości przepisom związanym z przebudową elementów pasa drogowego.

### 1.2 Oświadczenie zamawiającego stwierdzające jego prawo do dysponowania nieruchomością na cele budowlane

Oświadczenie o prawie dysponowania nieruchomościami objętymi terenem Inwestycji ograniczonym pasem drogowym drogi gminnej (ul. 1 Maja) oraz dróg krajowych nr 71 (ul. 3 Maja) i nr 91 (ul. Łódzka), zostanie przekazane przez Zamawiającego na miesiąc przed złożeniem projektu budowlanego lub zgłoszenia robót do właściwego urzędu.

W przypadku konieczności dodatkowego wyjścia z robotami branżowymi poza teren projektowanego pasa drogowego Wykonawca przygotowuje w tym przypadku niezbędną dokumentację i uzyska własnym staraniem i na własny koszt zgody właścicieli tych nieruchomości na czasowe wejście w teren i wykonanie niezbędnych robót budowlanych.

### 1.3 Przepisy prawne i normy związane z projektowaniem i wykonaniem zamierzenia budowlanego

Realizacja zamówienia podlega prawu polskiemu. Wykonawca zobowiązany jest do realizacji zamówienia zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa.

Przedstawiony wykaz aktów prawnych ma charakter otwarty, nie stanowi katalogu zamkniętego. Wykaz aktów prawa nie wyłącza konieczności przestrzegania innych nie wymienionych poniżej przepisów, o ile w trakcie realizacji zamówienia będą one miały zastosowanie. Poniższy wykaz nie wyłącza konieczności przestrzegania przepisów, które wejdą w życie po dniu składania ofert.

Należy wykonywać obowiązki wynikające z norm prawnych warunkujących i określających realizację przedmiotu zamówienia, zgodnie z wymaganiami Zamawiającego/ Inwestora.

- [1] Ustawa z dnia 21 marca 1985r. o drogach publicznych (Dz. U. z 2013r., poz. 260, z późn. zm.);
- [2] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 43, poz. 430, z późn. zm.);
- [3] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 63, poz. 735, z późn. zm.);
- [4] Ustawa z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (Dz. U. 2013r. poz. 1409, z późn. zm.);
- [5] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U.2012.462);
- [6] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 28 kwietnia 2006r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. Nr 83, poz. 578, z późn. zm.);
- [7] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 26 października 2005r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać telekomunikacyjne obiekty budowlane i ich usytuowanie (Dz. U. 2005.219.1864 z późn. zm.);
- [8] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. Nr 120, poz. 1126, z późn. zm.);
- [9] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2004r. w sprawie określenia metod i podstaw sporządzania kosztorysu inwestorskiego, obliczania planowanych kosztów prac projektowych oraz planowanych kosztów Robot budowlanych określonych w programie funkcjonalno-użytkowym (Dz. U. Nr 130, poz. 1389, z późn. zm.);

- [10] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004r. w sprawie szczegółowego zakresu dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru Robot budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz. U. 2013, poz. 1129, z późn. zm.);
- [11] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30 lipca 2001r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać sieci gazowe (Dz. U. 2013, poz. 640, z późn. zm.);
- [12] Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. Nr 92, poz. 881, z późn. zm.); Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14 października 2004r. w sprawie europejskich aprobat technicznych oraz jednostek organizacyjnych upoważnionych do ich wydawania (Dz. U. Nr 237, poz. 2375, z późn. zm.);
- [13] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. nr 198, poz. 2041 z późn. zm.);
- [14] Ustawa z dnia 17 maja 1989r. Prawo geodezyjne i kartograficzne (Dz. U. z 2010r. Nr 193, poz. 1287, z późn. zm.);
- [15] Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 21 lutego 1995r. w sprawie rodzaju i zakresu opracowań geodezyjno-kartograficznych oraz czynności geodezyjnych obowiązujących w budownictwie (Dz. U. Nr 25, poz. 133, z późn. zm.);
- [16] Rozporządzenie Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa z dnia 2 kwietnia 2001r. w sprawie geodezyjnej ewidencji sieci uzbrojenia terenu oraz zespołów uzgadniania dokumentacji projektowej (Dz. U. Nr 38, poz. 455, z późn. zm.);
- [17] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 listopada 2011r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowania przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (Dz. U. Nr 263, poz. 1572, z późn. zm.);
- [18] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2013r., poz. 1232, t.j.);
- [19] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. Nr 213, poz. 1397, z późn. zm.);
- [20] Ustawa z dnia 3 października 2008 roku o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. 2013, poz. 1235, z późn. zm.);
- [21] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012.463);
- [22] Ustawa z dnia 18 lipca 2001r. Prawo wodne (Dz. U. z 2012r. poz. 145, z późn. zm.);
- [23] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. Nr 137, poz. 984, z późn. zm.);
- [24] Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004r. o ochronie przyrody (Dz. U. z 2013r., poz. 627, z późn. zm.);
- [25] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012r. o odpadach (Dz. U. 2013.21)
- [26] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001r. w sprawie katalogu odpadów (Dz. U. Nr 112, poz. 1206, z późn. zm.);
- [27] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 maja 2004r. w sprawie warunków, w których uznaje się, że odpady są niebezpieczne (Dz. U. Nr 128, poz. 1347, z późn. zm.);
- [28] Ustawa z dnia 21 kwietnia 2006r. w sprawie listy rodzajów odpadów, które posiadacz odpadów może przekazywać osobom fizycznym lub jednostkom organizacyjnym niebędącym przedsiębiorcami oraz dopuszczalnych metod ich odzysku (Dz. U. 2006.75.527 z późn. zm.);
- [29] Ustawa z dnia 20 czerwca 1997r. Prawo o ruchu drogowym (Dz. U. 2012, poz. 1137 z późn. zm.);
- [30] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 września 2003r. w sprawie szczegółowych warunków zarządzania ruchem na drogach oraz wykonywania nadzoru nad tym zarządzaniem (Dz. U. Nr 177, poz. 1729, z późn. zm.);
- [31] Rozporządzenie Ministrów Infrastruktury oraz Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 31 lipca 2002r. w sprawie znaków i sygnałów drogowych (Dz. U. Nr 170, poz. 1393, z późn. zm.);
- [32] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach (Dz. U. Nr 220, poz. 2181, z późn. zm.);
- [33] Ustawa z dnia 29 stycznia 2004r. Prawo zamówień publicznych (tekst jednolity Dz. U. z 2013r. poz. 907, z późn. zm.);
- [34] Ustawa z dnia 27 marca 2003r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. 2013r., poz. 647 j.t.);

- [35] Ustawa z dnia 14 czerwca 1960r. – Kodeks Postępowania Administracyjnego (Dz. U. z 2013r., poz.267, z późn.zm.);
- [36] Ustawa z dnia 12 września 2002r. o normalizacji (Dz. U. Nr 169, poz. 1386, z późn. zm.);
- [37] Ustawa z dnia 7 maja 2010r. o wspieraniu usług i sieci telekomunikacyjnych (Dz. U. Nr 106, poz. 675, z późn. zm.);
- [38] Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997r. Prawo energetyczne (Dz. U. 2012r., poz. 1059 z późn. zm.);
- [39] Rozporządzenie Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa z dnia 29 marca 2001r. w sprawie ewidencji gruntów i budynków (Dz. U. nr 38, poz. 454 z późn. zm.);
- [40] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. 2012r., poz. 463 z późn. zm.).
- [41] Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz. U. 2016 nr 0 poz. 2134.)
- [42] PN-EN 206:2014-04 Beton -- Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- [43] PN-EN 61386-24:2010 Systemy rur instalacyjnych do prowadzenia przewodów. Część 24: Wymagania szczegółowe. Systemy rur instalacyjnych układanych w ziemi.
- [44] PN-EN ISO-9969:2016-02: Rury z tworzyw termoplastycznych -- Oznaczanie sztywności obwodowej.
- [45] PN-EN ISO 1461:2011 Powłoki cynkowe nanoszone na wyroby stalowe i żeliwne metodą zanurzeniową -- Wymagania i metody badań.
- [46] PN-74/E-90081 Elektroenergetyczne przewody gołe -- Przewody miedziane
- [47] ZN-KFK-019-2000. Przewody jezdne z miedzi srebrowej.
- [48] PN-EN ISO 12944-1:2001 Farby i lakiery -- Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich -- Część 1: Ogólne wprowadzenie
- [49] PN-EN ISO 12944-2:2001 Farby i lakiery -- Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich -- Część 2: Klasyfikacja środowisk.
- [50] PN-EN ISO 12944-5:2001 Farby i lakiery -- Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich -- Część 5: Ochronne systemy malarskie
- [51] PN-99/B-06050:1999 Geotechnika -- Roboty ziemne -- Wymagania ogólne
- [52] PN-K-92009:1998 Komunikacja miejska -- Skrajnia budowli -- Wymagania
- [53] -EN 13670:2011:2008 Wykonywanie konstrukcji z betonu
- [54] PN-EN ISO 8501-1:2008 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów -- Wzrokowa ocena czystości powierzchni -- Część 1: Stopnie skorodowania i stopnie przygotowania niepokrytych podłoży stalowych oraz podłoży stalowych po całkowitym usunięciu wcześniej nałożonych powłok
- [55] PN-K-92002:1997 Komunikacja miejska -- Sieć jezdna tramwajowa i trolejbusowa -- Wymagania
- [56] PN-K-92001:1997 Komunikacja miejska -- Osprzęt sieci trakcyjnej tramwajowej i trolejbusowej -- Wymagania i badania
- [57] PN-EN 50163 Zastosowanie kolejowe. Napięcia zasilania systemów trakcyjnych.
- [58] PN-EN 50122-1 Zastosowanie kolejowe. Urządzenia stacyjne. Bezpieczeństwo elektryczne, uziemienie i sieć powrotna. Część 1: Środki ochrony przed porażeniem elektrycznym.
- [59] PN-EN 50122-2 Zastosowanie kolejowe. Urządzenia stacyjne. Bezpieczeństwo elektryczne, uziemienie i sieć powrotna. Część 2: Środki ochrony przed skutkami prądów błądzących powodowanych przez systemy trakcji prądu stałego.
- [60] BN-68 6353-03 Folia kalandrowana techniczna z uplastycznionego polichlorku winylu suspensyjnego.
- [61] N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe.
- [62] BN-77 8931-12 Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia gruntu.
- [63] BN-68 6353-03 Folia kalandrowana techniczna z uplastycznionego polichlorku winylu suspensyjnego.
- [64] PN-HD 60364 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Norma wieloarkuszowa.
- [65] PN-EN 933-1 Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Część 1: Oznaczanie składu ziarnowego – Metoda przesiewania
- [66] PN-EN 933-3 Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Część 3: Oznaczanie kształtu ziarn za pomocą wskaźnika płaskości
- [67] PN-EN 933-4 Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Część 4: Oznaczanie kształtu ziarn – Wskaźnik kształtu



- [68] PN-EN 933-5 Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie procentowej zawartości ziarn o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych
- [69] PN-EN 1097-1 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 1: Oznaczanie odporności na ścieranie (mikro-Deval)
- [70] PN-EN 1097-2 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 2: Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie
- [71] PN-EN 1097-6 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 6: Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości
- [72] PN-EN 1367-1 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych – Część 1: Oznaczanie mrozoodporności
- [73] PN-EN 1367-2 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych – Część 2: Badanie w siarczanie magnezu
- [74] PN-EN 13146-1 Kolejnictwo – Tor – Metody badań systemów przytwierdzeń – Część 1: Określenie oporu podłużnego szyny
- [75] PN-EN 13146-2 Kolejnictwo – Tor – Metody badań systemów przytwierdzeń – Część 2: Określenie oporu na skręcanie
- [76] PN-EN 13146-4 Kolejnictwo – Tor – Metody badań systemów przytwierdzeń – Część 4: Skutki obciążeń powtarzalnych
- [77] PN-EN 13146-6 Kolejnictwo – Tor – Metody badań systemów przytwierdzeń – Część 6: Skutki trudnych warunków środowiska
- [78] PN-EN 13146-7 Kolejnictwo – Tor – Metody badań systemów przytwierdzeń – Część 7: Określenie siły docisku
- [79] PN-EN 13146-9 Kolejnictwo – Tor – Metody badań systemów przytwierdzeń – Część 9: Określenie sztywności
- [80] PN-EN 13230-1 Kolejnictwo – Tor – Podkłady i podrozdzielnice betonowe – Część 1: Wymagania ogólne
- [81] PN-EN 13230-2 Kolejnictwo – Tor – Podkłady i podrozdzielnice betonowe – Część 2: Podkłady monoblokowe z betonu sprężonego
- [82] PN-EN 13369 Wspólne wymagania dla prefabrykatów z betonu
- [83] PN-EN 13450 Kruzywa na podsypkę kolejową
- [84] PN-EN 13481-1 Kolejnictwo – Tor – Wymagania eksploatacyjne systemów przytwierdzeń – Część 1: Definicje
- [85] PN-EN 13481-2 Kolejnictwo – Tor – Wymagania eksploatacyjne systemów przytwierdzeń – Część 2: Systemy przytwierdzeń do podkładów betonowych
- [86] PN-EN 13674-1 Kolejnictwo – Tor – Szyna – Część 1: Szyny kolejowe Vignole'a o masie 46 kg/m i większej
- [87] PN-EN 14811 Kolejnictwo – Tor – Szyny specjalne – Szyny rowkowe i związane z nimi profile konstrukcyjne
- [88] PN-EN 50122-2 Zastosowania kolejowe – Urządzenia stacyjne – Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna – Część 2: Środki ochrony przed skutkami prądów błądzących powodowanych przez systemy trakcji prądu stałego
- [89] PN-ISO 34-1 Guma i kauczuk termoplastyczny – Oznaczanie wytrzymałości na rozdzielanie – Część 1: Próbkę do badań prostokątne, kątowne i łukowe
- [90] PN-ISO 37 Guma i kauczuk termoplastyczny – Oznaczanie właściwości wytrzymałościowych przy rozciąganiu
- [91] PN-ISO 4649 Guma i kauczuk termoplastyczny – Oznaczanie odporności na ścieranie za pomocą aparatu z obracającym się bębniem
- [92] PN-K-92009 Komunikacja miejska – Skrajnia budowli – Wymagania
- [93] PN-K-92011 Torowiska tramwajowe – Wymagania i badania
- [94] Id-5 Instrukcja spawania szyn termitem
- [95] Procedura IBDiM Nr PB/TB-1/23 Badanie odporności betonu na działanie mrozu według PN-88/B-06250

## **1.4 Inne posiadane informacje i dokumenty niezbędne do zaprojektowania robót budowlanych**

### **1.4.1 Kopia mapy zasadniczej**

Kopia mapy zasadniczej znajduje się w TOMIE II.1.

### **1.4.2 Opinia geotechniczna i dokumentacja badań podłoża gruntowego**

Opinia geotechniczna i dokumentacja badań podłoża gruntowego znajduje się w TOMIE II.2.

### **1.4.3 Zalecenia konserwatorskie konserwatora zabytków**

W obszarze inwestycji i w jej bezpośrednim sąsiedztwie znajdują się obiekty wpisane do rejestru zabytków, takie jak domy drewniane, układ urbanistyczny ul. 1 Maja oraz układ urbanistyczny pl. Jana Kilińskiego. Wykonawca uzgodni opracowaną dokumentację projektową z Konserwatorem Zabytków.

### **1.4.4 Inwentaryzacja zieleni**

Inwentaryzacja zieleni znajduje się w TOMIE II.3.

### **1.4.5 Porozumienia, zgody lub pozwolenia oraz warunki techniczne i realizacyjne**

Porozumienia, zgody lub pozwolenia oraz warunki techniczne i realizacyjne znajdują się w TOMIE II.4.

### **1.4.6 Dodatkowe wytyczne inwestorskie i uwarunkowania**

W Załączniku nr 1 znajduje się Analiza obszaru zasilania wraz z koncepcją budowy podstacji trakcyjnej dla potrzeb obecnego i przyszłego remontu/przebudowy linii tramwajowych w Zgierzu w zakresie obejmującym 3 odcinki: I odcinek od granicy administracyjnej z miastem Łódź do węzła rozjazdowego Kurak, II odcinek od węzła Kurak do pętli na Placu Kilińskiego, III odcinek od węzła Kurak do granicy miasta Zgierz w ramach realizacji projektu pn.: „Poprawa jakości, funkcjonowania i rozwój oferty systemu transportowego na terenie Gminy Miasto Zgierz” – Opracowanie Sesto Sp. z o.o., maj 2019 r.

## **1.5 Charakterystyka stanu istniejącego**

### **1.5.1 Przebieg trasy tramwajowej**

Początek opracowania znajduje się w węźle rozjazdowym „Kurak”. Węzeł rozjazdowy umożliwia zjazd z dwutorowej trasy tramwajowej w ciągu ul. Łódzkiej na dwutorową trasę w ul. 1 Maja oraz powrót z trasy w ul. 1 Maja na trasę w ciągu ul. Łódzkiej (w kierunku południowym – do Łodzi). Trasa tramwajowa w ul. 1 Maja przebiega po zachodniej stronie ul. 1 Maja jako dwutorowe torowisko tramwajowe, które za skrzyżowaniem ulic 1 Maja i Powstańców Śląskich przechodzi w jednotorowe torowisko tramwajowe, następnie za skrzyżowaniem ulic 1 Maja i Orlej jednotorowe torowisko tramwajowe zmienia swoją lokalizację i przebiega w osi jezdni ul. 1 Maja aż do końcowej pętli tramwajowej na placu Kilińskiego. Na odcinku pomiędzy skrzyżowaniami ulic 1 Maja i Łąkowej oraz 1 Maja i Orlej przy trasie tramwajowej znajduje się zespół 2 naprzeciwległych peronów przystankowych do obsługi ruchu pasażerskiego w obu kierunkach. Na pętli tramwajowej na placu Kilińskiego znajduje się pojedynczy przystanek tramwajowy dla wysiadających i wsiadających.

Na przedmiotowej trasie nie funkcjonuje obecnie komunikacja tramwajowa.



### 1.5.2 Układ drogowy

Na odcinku objętym niniejszym opracowaniem występują następujące ulice:

- Ul. 3 Maja – fragment drogi krajowej nr 71, stanowi jednojezdniowy odcinek drogi o przekroju ulicznym z pojedynczymi pasami ruchu w przeciwnych kierunkach oraz dodatkowymi pasami ruchu do skrętu na skrzyżowaniach. Jezdnia ul. 3 Maja ma przekrój daszkowy, a jej odwodnienie odbywa się poprzez wpusty podłączone do kanalizacji deszczowej. Jezdnia ma nawierzchnię asfaltową. Po obu stronach jezdni przebiegają chodniki o nawierzchni z betonowej kostki brukowej.
- Ul. Łódzka – fragment drogi krajowej nr 91, stanowi jednojezdniowy odcinek drogi o przekroju ulicznym z dwoma pasami ruchu w każdym kierunku. Jezdnia ul. Łódzkiej ma przekrój daszkowy, a jej odwodnienie odbywa się poprzez wpusty podłączone do kanalizacji deszczowej. Jezdnia ma nawierzchnię asfaltową. Po obu stronach jezdni przebiegają chodniki o nawierzchni z betonowych płytek chodnikowych, po zachodniej stronie jezdni zlokalizowane jest dwutorowe torowisko tramwajowe.
- Ul. 1 Maja – droga gminna, stanowi jednojezdniowy odcinek drogi o przekroju ulicznym z pojedynczymi pasami ruchu w przeciwnych kierunkach. Jezdnia ul. 1 Maja ma przekrój daszkowy, a jej odwodnienie odbywa się poprzez wpusty podłączone do kanalizacji deszczowej. Jezdnia ma nawierzchnię asfaltową. Po obu stronach jezdni przebiegają chodniki o nawierzchni z betonowej kostki brukowej, oddzielone od jezdni pasem zieleni (za skrzyżowaniem ulic 3 Maja i 1 Maja bezpośrednio przy jezdni), po zachodniej stronie jezdni dodatkowo przebiega ścieżka rowerowa o nawierzchni asfaltowej. Na odcinku od skrzyżowania ulic Łódzkiej i 1 Maja po zachodniej stronie ul. 1 Maja przebiega dwutorowe torowisko tramwajowe, które za skrzyżowaniem ulic 1 Maja i Powstańców Śląskich przechodzi w jednotorowe torowisko tramwajowe, następnie za skrzyżowaniem ulic 1 Maja i Orlej jednotorowe torowisko tramwajowe zmienia swoją lokalizację i przebiega w osi jezdni ul. 1 Maja aż do końcowej pętli tramwajowej na placu Kilińskiego.
- Ul. Łąkowa – droga gminna, stanowi jednojezdniowy odcinek drogi o przekroju ulicznym z pojedynczymi pasami ruchu w przeciwnych kierunkach. Jezdnia ul. Łąkowej ma przekrój daszkowy. Jezdnia ma nawierzchnię asfaltową. Po obu stronach jezdni przebiegają chodniki o nawierzchni z betonowej kostki brukowej.

Na odcinku objętym niniejszym opracowaniem występują następujące skrzyżowania i przejazdy jednopoziomowe:

- Skrzyżowanie ulic Łódzkiej i 1 Maja. Skrzyżowanie trójwlotowe z sygnalizacją świetlną, przejścia dla pieszych na wszystkich wlotach skrzyżowania.
- Skrzyżowanie ulic 3 Maja i 1 Maja. Skrzyżowanie czterowlotowe z sygnalizacją świetlną, przejścia dla pieszych na wszystkich wlotach skrzyżowania.
- Skrzyżowanie ulic 1 Maja i Łąkowej. Skrzyżowanie trójwlotowe, bez sygnalizacji świetlnej, przejścia dla pieszych na wszystkich wlotach skrzyżowania.
- Przejazd przez torowisko tramwajowe – dojazd do osiedli mieszkaniowych zlokalizowanych po zachodniej stronie ul. 1 Maja (bez sygnalizacji świetlnej).
- 4 przejazdy przez torowisko tramwajowe – zjazdy indywidualne na prywatne posesje zlokalizowane po zachodniej stronie ul. 1 Maja (bez sygnalizacji świetlnej).
- Przejście dla pieszych przez jezdnię ul. 1 Maja i torowisko tramwajowe w rejonie skrzyżowania ulic 1 Maja i Powstańców Śląskich (bez sygnalizacji świetlnej).

### 1.5.3 Torowisko tramwajowe

Rozstaw torów na odcinku prostym w ul. Łódzkiej wynosi ok. 2,9 m oraz około 3,0 m w ul. 1 Maja.

Torowisko tramwajowe na odcinku od węzła rozjazdowego Kurak (w ul. Łódzkiej) do ul. Powstańców Śląskich torowisko zostało wykonane jako:

- Bezpodsypkowe z prefabrykowanych płyt żelbetowych na dwutorowym odcinku od przejścia dla pieszych w ul. Łódzkiej do rozjazdu w ul. 1 Maja;
- Podsypkowe na pozostałych odcinkach (w tym w rozjazdach), przy czym na przejeździe przez ul. Łódzką oraz na przejściu dla pieszych przy ul. Łódzkiej zastosowano zabudowę torowiska z warstw asfaltowych, a na przejściu dla pieszych na wysokości ul. Powstańców Śląskich torowisko zabudowano kostką betonową;

Na odcinku od ul. Powstańców Śląskich do skrzyżowania z ul. Łąkową torowisko wykonane zostało jako wydzielone jednotorowe w konstrukcji podsypkowej, przy czym na przejeździe tramwajowo-drogowym znajdującym się ok. 80 m od ul. Powstańców Śląskich drogową zabudowę torowiska z warstw asfaltowych, a na zjazdach indywidualnych wykonano zabudowę z kostki betonowej.

W obrębie przejazdów przez ul. Łąkową oraz przy peronach przystankowych znajdujących się na wysokości ul. Orlej torowisko wykonane jako bezpodsypkowe z zabudową asfaltową na przejazdach drogowych, oraz z zabudową z kostki betonowej na pozostałych odcinkach.

Za peronem przystankowym znajdującym się na wysokości ul. Orlej torowisko zmienia swoją lokalizację względem jezdni i z torowiska wydzielonego przechodzi w torowisko wspólne z jezdnią, i kontynuuje w ten sposób swój bieg aż do pętli tramwajowej znajdującej się na pl. Kilińskiego. Torowisko na tym odcinku wykonane zostało jako bezpodsypkowe z zabudową drogową z warstw asfaltowych.

Na pl. Kilińskiego znajduje się jednotorowa pętla tramwajowa z pojedynczym przystankiem dla wsiadających i wysiadających. Torowisko na pętli zostało wykonane jako bezpodsypkowe, z zabudową asfaltową na odcinkach wspólnych z jezdnią, oraz z kostki betonowej na pozostałych odcinkach.

Stan torowisk na odcinku od węzła rozjazdowego Kurak (w ul. Łódzkiej) do ul. Łąkowej kwalifikuje je do całkowitej wymiany z uwagi na:

- znaczne zużycia szyn,
- uszkodzenia podkładów i przytwierdzeń,
- utratę stateczności konstrukcji z uwagi na uszkodzenia podbudowy,

co wymaga przeprowadzenia kompleksowego zakresu naprawy głównej z wymianą wszystkich elementów składowych na odcinku od węzła Kurak do ul. Łąkowej.

Na pozostałym odcinku stan torowisk określono jako dostateczny.

#### 1.5.4 Przystanki tramwajowe

W stanie istniejącym występują 2 przystanki tramwajowe:

- jeden przystanek na wysokości ul. Orlej z obustronnymi peronami o dł. ok. 35 m,
- jeden przystanek w obrębie pętli tramwajowej na pl. Kilińskiego.

#### 1.5.5 Sieć trakcyjna jezdnia

Wzdłuż ul. 1 Maja nie jest wywieszona sieci jezdni.

W ul. Łódzkiej na skrzyżowaniu z ul. 1 Maja sieć trakcyjna górna jest typu płaskiego.

Konstrukcje nośne sieci jezdni to:

- stalowe wysięgniki, mocowane do słupów trakcyjnych zlokalizowanych w ul. 1 Maja od skrzyżowania z ul. Powstańców Śląskich do skrzyżowania z ul. Orlą;

- linkowe zawieszenia poprzeczne, mocowane do konstrukcji wsporczych zlokalizowanych w pozostałej części odcinka.

Konstrukcje wsporcze sieci jezdnej to:

- słupy stalowe okrągłe zlokalizowane w rejonie skrzyżowania ul. Łódzkiej z ul. 1 Maja, w rejonie pętli tramwajowej Plac Kilińskiego oraz w ul. 1 Maja na odcinku ok. 280 m od skrzyżowania ul. Łódzkiej z ul. 1 Maja;
- słupy betonowe na odcinku od punktu opisanego wyżej do skrzyżowania ul. 1 Maja z ul. Orłą;
- słupy stalowe kratowe na odcinku od skrzyżowania ul. 1 Maja z ul. Orłą do pętli tramwajowej Plac Kilińskiego;
- budynek nr 5 przy Placu Kilińskiego, do którego elewacji zakotwiono linkowe zawieszenie poprzeczne;

#### 1.5.6 Zasilanie sieci trakcyjnej

W stanie istniejącym sieć trakcyjna jezdna w ul. 1 Maja jest zdemonstrowana. Pierwotnie sieć trakcyjna była zasilana z podstacji trakcyjnej „Helenówek” w Łodzi. Biegunowość zasilania sieci trakcyjnej 600 VDC w Łodzi jest następująca:

- „+” – w sieci szynowej;
- „-” – w sieci jezdnej;

#### 1.5.7 Zagospodarowanie terenu

Sąsiedztwo pasa drogowego ul. 1 Maja po stronie zachodniej stanowią obiekty zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej, z lokalami handlowo-usługowymi w parterach budynków, a po stronie wschodniej niewielkie obiekty zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej, jednorodzinnej, handlowo-usługowe oraz stadion sportowy. Sąsiedztwo placu Kilińskiego stanowią obiekty zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej, z lokalami handlowo-usługowymi w parterach budynków, obiekty użyteczności publicznej oraz niewielkie obiekty handlowo-usługowe.

## ZAŁĄCZNIK NR 1

Analiza obszaru zasilania wraz z koncepcją budowy podstacji trakcyjnej dla potrzeb obecnego i przyszłego remontu/przebudowy linii tramwajowych w Zgierzu w zakresie obejmującym 3 odcinki: I odcinek od granicy administracyjnej z miastem Łódź do węzła rozjazdowego Kurak, II odcinek od węzła Kurak do pętli na Placu Kilińskiego, III odcinek od węzła Kurak do granicy miasta Zgierz w ramach realizacji projektu pn.: „Poprawa jakości, funkcjonowania i rozwój oferty systemu transportowego na terenie Gminy Miasto Zgierz” – Opracowanie Sesto Sp. z o.o., maj 2019 r.



a d v a n c e d i n s t i n c t

|                    |  |
|--------------------|--|
| Zamawiający:       | <b>Gmina Miasto Zgierz, Plac Jana Pawła II 16, 95-100 Zgierz</b>   |
| Wykonawca:         | <b>Sesto Sp. z o.o. ul. Struga 66, 90-557 Łódź</b>   |
| Nazwa zadania:     | <b>Analiza obszaru zasilania wraz z koncepcją budowy podstawy trakcyjnej dla potrzeb obecnej i przyszłej przebudowy linii tramwajowych w Zgierz w zakresie obejmującym 3 odcinki: I odcinek od granicy administracyjnej z miastem Łódź do węzła rozjazdowego Kurak, II odcinek od węzła Kurak do pętli na Placu Kilińskiego, III odcinek od węzła Kurak do granicy miasta Zgierz w ramach realizacji projektu pn.: „Poprawa jakości, funkcjonowania i rozwój oferty systemu transportowego na terenie Gminy Miasto Zgierz”</b> |
| Stadium:           | <b>Koncepcja</b>   |
| Tytuł opracowania: | <b>Analiza obszaru zasilania sieci trakcyjnej tramwajowej w Zgierz</b>   |

|             | Imię i nazwisko: | Specjalność:                                     | Nr uprawnień:    | Podpis |
|-------------|------------------|--|------------------|--------|
| Projektował | Adrian Kulesza   | spec. sieci i instalacje elektryczne             | LOD/1904/POOE/12 |        |
| Sprawdził   | Sławomir Kos     | spec. sieci, instalacje i urządzenia elektryczne | 75/92/Wł         |        |

**Maj 2019r.**



Sąd rejonowy dla Łodzi Śródmieścia w Łodzi XX Wydział Krajowego Rejestru Sądowego

KRS: 0000311386 NIP: 525-243-21-67 REGON: 141492005

Kapitał zakładowy: 2.050.000,00 zł

Prezes zarządu: Piotr Sakowski, Wiceprezes zarządu: Sławomir Szczotarski

Bank Millenium S.A., nr rachunku 90 1160 2202 0000 0002 3634 0363

Sesto Sp. z o.o. ul. Struga 66 90-557 Łódź, tel. +48 42 688 03 05 fax +48 42 688 04 70 e-mail: [biuro@sesto.pl](mailto:biuro@sesto.pl) [www.sesto.pl](http://www.sesto.pl)



## Spis treści

|   |    |
|---|----|
| 1. Dane wyjściowe do projektowania .....    | 3  |
| 1.1. Podstawa opracowania.....              | 3  |
| 1.2. Przedmiot i zakres opracowania .....   | 3  |
| 1.3. Zawartość opracowania.....             | 3  |
| 2. Obliczenia techniczne .....              | 5  |
| 2.1. Wnioski z analizy wstępnej. ....       | 5  |
| 2.2. Parametry podstacji trakcyjnej.....    | 6  |
| 2.3. Warunki ruchowe.....                   | 7  |
| 2.4. Obliczenia sieci powrotnej .....       | 7  |
| 2.5. Obliczenia sieci zasilającej .....     | 7  |
| 3. Wnioski.....                             | 7  |
| 3.1. Podstacja prostownikowa .....          | 8  |
| 3.2. Sieć powrotna .....                    | 8  |
| 3.3. Sieć jezdna i zasilacze trakcyjne..... | 8  |
| 4. Spis tabel.....                          | 10 |
| Spis rysunków.....                          | 11 |



## I. CZĘŚĆ OPISOWA

### 1. Dane wyjściowe do projektowania

#### 1.1. Podstawa opracowania.

Podstawę opracowania stanowią:

1. Umowa nr IR.7011.10.216.2019 między Gminą Miasto Zgierz a Sesto Sp. z o.o. dla zadania: Analiza obszaru zasilania wraz z koncepcją budowy podstacji trakcyjnej dla potrzeb obecnej i przyszłej przebudowy linii tramwajowych w Zgierzu w zakresie obejmującym 3 odcinki: I odcinek od granicy administracyjnej z miastem Łódź do węzła rozjazdowego Kurak, II odcinek od węzła Kurak do pętli na Placu Kilińskiego, III odcinek od węzła Kurak do granicy miasta Zgierz w ramach realizacji projektu pn.: „Poprawa jakości, funkcjonowania i rozwój oferty systemu transportowego na terenie Gminy Miasto Zgierz”;
2. *Opis przedmiotu i warunków wykonania zamówienia:* Opracowanie bilansu energetycznego układu zasilania sieci trakcyjnej wraz z koncepcją budowy podstacji trakcyjnej dla potrzeb przebudowy linii tramwajowej w ramach zadania pt.: „Poprawa jakości, funkcjonowania i rozwój oferty systemu transportowego na terenie Gminy Miasto Zgierz”, współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych Regionalnego
3. Programu Operacyjnego Województwa Łódzkiego na lata 2014 - 2020.
4. Koncepcja budynku podstacji trakcyjnej w Zgierzu;
5. Inwentaryzacja i wizja lokalna przeprowadzona przez projektanta;
6. Uzgodnienia z Zamawiającym;
7. Obowiązujące przepisy i zalecane normy;
8. Dostępne w Internecie aktualne rozkłady jazdy linii tramwajowych.

#### 1.2. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest analiza obszaru zasilania sieci trakcyjnej tramwajowej w Zgierzu wraz z koncepcją nowej podstacji trakcyjnej.

#### 1.3. Zawartość opracowania

W analizie uwzględniono trzy odcinki linii tramwajowej w Zgierzu:

I – odcinek od granicy administracyjnej z miastem Łódź do węzła rozjazdowego Kurak,

II - odcinek od węzła Kurak do pętli na Placu Kilińskiego,

III - odcinek od węzła Kurak do granicy miasta Zgierza (przyszła pętla Proboszczewice)

oraz odcinek w Łodzi w ul. Zgierskiej zasilany obecnie z podstacji „Helenówek”.

Na wstępie analizy rozważono różne warianty zasilania sieci tramwajowej w granicach administracyjnych miasta Zgierz uwzględniające zasilanie z istniejącej łódzkiej podstacji

„Helenówek” oraz nowej podstacji zlokalizowanej na terenie Gminy Miasta Zgierz. Warianty te zostały podzielone na:

- podstacja „Helenówek” – obszar Łodzi – stan istniejący (bez linii 45 i 46),
- podstacja „Helenówek” – obszar Łodzi i Zgierza - odcinek I + odcinek II – (po uruchomieniu linii 45,
- podstacja „Helenówek” - obszar Łodzi i Zgierza – odcinki I, II i III (po uruchomieniu linii 45 i 46),
- obszar miasta Zgierz – odcinki I i II,
- obszar miasta Zgierz – odcinki I, II i III,
- podstacja „Helenówek” - etap docelowy.

Przeanalizowano zasilanie linii tramwajowych:

A. W Łodzi

- w ul. Zgierskiej - odcinek dwutorowy o długości 1,5 km
- pętlę Helenówek o długości ok. 0,23 km
- nieużywane obecnie, a przeznaczone do zagospodarowania tory odstawcze obok pętli Helenówek – nazwane roboczo Łódź Warsztaty, o długości ok. 0,3 km

B. W granicach administracyjnych miasta Zgierza linie o łącznej długości 7,27km, w tym:

- odcinek dwutorowy od granicy Łodzi do rozjazdu Kurak o łącznej długości toru 2,15km;
- odcinek jednotorowy od rozjazdu Kurak do pętli Plac Kilińskiego o długości 0,72km i pętlę Plac Kilińskiego o długości ok. 0,17km;
- odcinek jednotorowy od rozjazdu Kurak do północnej granicy miasta Zgierz o długości ok. 4,4km i pętlę Proboszczewice. Dla pętli Proboszczewice przyjęto orientacyjną lokalizację przy ul. Ogrodniczej i szacunkową jej długość ok. 0,3km.

Linie tramwajowe w Zgierzu są prowadzone wzdłuż ulic: ul. Łódzkiej, ul. 1 Maja, al. Armii Krajowej, ul. Ks. Piotra Skargi, ul. Łęczyckiej i ul. Ozorkowskiej.

Niniejsze opracowanie zawiera:

- sprawdzenie kabli powrotnych i zasilających w obszarze zasilania podstacji prostownikowej,
- sprawdzenie obciążeń podstacji prostownikowej,
- obliczenia sieci jezdnej.

W opracowaniu rozpatrzono pracę zasilaczy trakcyjnych i kabli powrotnych dla stanu normalnego oraz awaryjnego (rozumianego jako awaria zasilacza lub punktu powrotnego).

## 2. Obliczenia techniczne

Do obliczeń przyjęto wartości wyjściowe:

- jednostkowe zużycie energii przez tramwaj – przyjęto wartość uśrednioną 7,3 kWh/poc./km uwzględniającą możliwość wykorzystania nowoczesnego taboru tramwajowego;
- planistyczna prognoza ruchu: linia nr 45 kursująca co 10 minut, linia nr 46 kursująca co 15 minut.

Na wstępie analizy rozpatrzono możliwość zasilania sieci trakcyjnej w Zgierzu z istniejącej podstacji „Helenówek” w Łodzi. Obliczono obciążenia podstacji „Helenówek” dla przypadku:

- istniejący ruch tramwajowy w obszarze Łodzi bez linii 45 i 46;
- istniejący ruch tramwajowy w obszarze Łodzi + linia 45 biegnąca ul. Zgierską w Łodzi do pętli Plac Kilińskiego w Zgierzu;
- istniejący ruch tramwajowy w obszarze Łodzi + linia 45 biegnąca ul. Zgierską w Łodzi do pętli Plac Kilińskiego w Zgierzu oraz linia 46 biegnąca do pętli Proboszczewice;
- jak wyżej, lecz zasilanie z PT Helenówek tylko łódzkiego odcinka.

W obliczeniach podstacji „Helenówek” uwzględniono wznowienie eksploatacji nieczynnych obiektów Zajezdni/warsztatów tramwajowych przy ul. Zgierskiej w Łodzi.

### 2.1. Wnioski z analizy wstępnej.

Podstacja „Helenówek” posiada dwa zespoły prostownikowe (jeden roboczy i jeden rezerwowy). Z przeprowadzonej analizy wynika, że w etapie I po uruchomieniu linii 45 do Zgierza (tabela 8 kolumna 6) obciążenie podstacji „Helenówek” przekracza wartość znamionowej obciążalności jednego zespołu prostownikowego. Oznacza to, że dla stabilnej pracy potrzebne będą dwa zespoły prostownikowe, a podstacja nie dysponowałaby zespołem rezerwowym.

Po uruchomieniu ruchu docelowego w Zgierzu (linia 45 i 46 – tabela 8 kolumna 7) podstacja „Helenówek” miałaby w pełni wykorzystane dwa zespoły prostownikowe (bez zespołu rezerwowego).

Praca bez zespołu rezerwowego nie jest przyjętym sposobem eksploatacji podstacji.

W związku z tym, do dalszych obliczeń przyjęto budowę nowej podstacji w Zgierzu, która zasilac będzie linie tramwajowe w granicach administracyjnych miasta Zgierza. Należy zwrócić uwagę, że w takim układzie zasilania (przy uruchomieniu linii 45 i 46 i założonych docelowych częstotliwościach kursowania tramwajów) podstacja „Helenówek” będzie wymagała pracy dwóch zespołów prostownikowych (tabela 8 kolumna 10) tylko na potrzeby łódzkiego odcinka. Zakłada się jednak, że w związku z uruchomieniem linii 45 i 46 do Zgierza nastąpi korekta aktualnych

rozkładów jazdy dla pozostałych linii kursujących w ul. Zgierskiej w Łodzi (zmniejszenie częstotliwości) co zmniejszy obciążenie podstacji.

We wstępnej analizie podano również wyniki dla obciążeń nowej podstacji:

- w granicach administracyjnych miasta Zgierz odcinki I i II (linia 45 – tabela 8 kolumna 8) oraz w granicach administracyjnych miasta Zgierz odcinki I, II i III (linia 45 i 46 - tabela 8 kolumna 9).
- zasilanie części trasy w Zgierzu przez podstację „Helenówek” (tabela 8 kolumna 10).

Dla nowej podstacji w Zgierzu rozpatrzono trzy lokalizacje:

1. ul. Żeromskiego działka nr 233/2 w obrębie 118;
2. ul. Łąkowa działka nr 296/22 w obrębie 129;
3. ul. Łódzka działka nr 238/13 w obrębie 118.

Sumaryczne długości kabli trakcyjnych dla powyższych lokalizacji:

Wariant 1: Kable zasilaczy trakcyjnych – ok. 15,7 km;

Kable punktów powrotnych – ok. 7,1 km;

Wariant 3: Kable zasilaczy trakcyjnych – ok. 11,65 km;

Kable punktów powrotnych – ok. 4,6 km;

Wariant 4: Kable zasilaczy trakcyjnych – ok. 18,02 km;

Kable punktów powrotnych – ok. 7,64 km;

Ze względu na koszty realizacji kabli trakcyjnych oraz zagospodarowanie terenu projektant rekomenduje wybór lokalizacji podstacji przy ul. Łąkowa działka nr 296/22 w obrębie 129. Dla tej lokalizacji przyjęto nazwę podstacji „Zgierz Łąkowa”.

Dalsze szczegółowe obliczenia trakcyjne przeprowadzono dla podstacji przy ul. Łąkowej. W przypadku wybrania innej lokalizacji podstacji należy zaktualizować obliczenia.

## **2.2. Parametry podstacji trakcyjnej**

Podstacja wyposażona będzie w 2 zespoły prostownikowe kompaktowe tj zawierające we wspólnej obudowie transformator i prostownik. Zespoły o mocy 800kW po stronie prądu stałego. W podstacji przewiduje się rozdzielnicę prądu stałego RPS z 6 zasilaczami trakcyjnymi wyposażonymi w wyłączniki 1200VDC, 2000A z wyzwalaczami o zakresie 1,5÷5kA. Szafa kabli powrotnych w rozdzielnicy RPS na 10 kabli powrotnych.

### **2.3. Warunki ruchowe**

Przeprowadzono obliczenia obciążenia podstacji przy założeniu kursowania tramwajów z częstotliwością planistyczną tj. linia nr 45 kursująca co 10 minut, linia nr 46 kursująca co 15 minut.

### **2.4. Obliczenia sieci powrotnej**

Zaproponowano 3 punkty powrotne dwukablowe i 1 punkt powrotny jednokablowy. Punkty powrotne zlokalizowane w ulicach: ul. Łódzkiej, ul. 1 Maja i ul. Łęczyckiej.

Rozpływ prądów w sieci powrotnej określono metodą potencjałów węzłowych.

Kable powrotne sprawdzono dla obciążeń obliczeniowych na nagrzewanie dla stanu pracy normalnej. Obliczenia kabli na nagrzewanie dokonano przez przeliczenie prądu średniego szczytowego przypadającego na kabel na prąd zastępczy i porównanie go z obciążalnością prądową kabla w wiązce.

### **2.5. Obliczenia sieci zasilającej**

Zaproponowano podział sieci trakcyjnej w granicach administracyjnych miasta Zgierza na 6 sekcji.

W związku z rozległym obszarem zasilania zaproponowano sekcje o długościach do 1,5km.

Sieć zasilającą obliczono dla stanu pracy normalnej i awaryjnej. Praca awaryjna rozumiana jest jako awaria zasilacza. Przyjęto, że o doborze kabli decyduje praca awaryjna.

Kable zasilające obliczono na:

- nagrzewanie;
- spadek napięcia w godzinach szczytowego ruchu.

## **3. Wnioski**

Do dalszych szczegółowych obliczeń wybrano wariant uwzględniający wybudowanie przy skrzyżowaniu ulic Łódzkiej i Łąkowej nowej podstacji „Zgierz Łąkowa” zasilającej linie tramwajowe w granicach administracyjnych miasta Zgierz. Podstacja „Zgierz Łąkowa” zlokalizowana na działce nr 296/22 w obrębie 129 w Zgierzu. Dla takiej lokalizacji podstacji sumaryczne długości kabli trakcyjnych są najmniejsze co powoduje obniżenie kosztów wykonania, a także będzie miało wpływ na koszty eksploatacji poprzez obniżenie strat energii w układzie zasilania. Podstacja w tym wariantcie znajduje się najbliżej układu torowego co jest najkorzystniejsze z punktu widzenia prowadzenia kabli trakcyjnych i sterowniczych oraz ich długości.

W opracowaniu rozpatrzono obszar zasilania projektowanej podstacji prostownikowej „Zgierz Łąkowa” obejmujący obszar o łącznej długości:

- 2,15 km toru podwójnego,
- 5,12 km toru pojedynczego,
- 0,17 km istniejąca pętla na Placu Kilińskiego,
- 0,3 km nowa pętla Proboszczewice.

### **3.1. Podstacja prostownikowa**

W obszarze zasilania projektowanej podstacji „Zgierz Łąkowa” przewiduje się zastosowanie 3 punktów kabli powrotnych dwukablowych i 1 punktu kabli powrotnych jednokablowego.

W obszarze zasilania podstacji przyjęto zastosowanie 6 zasilaczy trakcyjnych dwukablowych.

Przeprowadzone obliczenia potwierdzają, że podstacja trakcyjna będzie prawidłowo zasilać sieć trakcyjną i powrotną oraz moc przyłączeniowa podstacji jest wystarczająca.

### **3.2. Sieć powrotna**

Obliczenia wykonano dla 3 punktów powrotnych dwukablowych i 1 punktu powrotnego jednokablowego. Obliczenia kabli na nagrzewanie wykonano przez przeliczenie prądu średniego szczytowego przypadającego na kabel na prąd zastępczy i porównanie go z obciążalnością prądową kabla w wiązce dla normalnego stanu pracy.

Kable powrotne w ruchu normalnym nie będą przeciążone w pracy normalnej i awaryjnej rozumianej jako awaria jednego punktu powrotnego.

Na rysunku nr S-1903166 przedstawiono rozptyw średnich szczytowych prądów w sieci powrotnej, dla projektowanego układów kabli powrotnych. Wyniki obliczeń zamieszczono w tabeli nr 9.

### **3.3. Sieć jezdna i zasilacze trakcyjne**

Sekcjonowanie sieci przyjęto wzdłużne – zasilacz trakcyjny zasilą oba kierunki jazdy, w przypadku awarii zasilacza sekcja ma być zasilana z sekcji sąsiedniej.

W proponowanym układzie zasilania podstacji kable zasilające i sieć jezdna w ruchu normalnym nie będą przeciążone podczas pracy normalnej i awaryjnej. Praca awaryjna jest rozumiana jako awaria pojedynczego zasilacza.

Spadki napięć w sieci nie przekraczają wartości dopuszczalnych.

Zwarcia metaliczne na końcach sieci będą skutecznie wyłączane przez wyzwalacze wyłączników szybkich, przy pracy normalnej. Przy pracy awaryjnej polegającej na zasilaniu sekcji 5 i 6 z zasilacza pz5 (awaria pz6) prąd zwarcia metalicznego na końcu sieci jest mniejszy niż minimalna nastawa wyzwalacza wyłącznika szybkiego. W takiej sytuacji zwarcie może być wykryte tylko:

- przez zabezpieczenie różniczkujące wbudowane w sterownik zasilacza;



- przez zabudowanie na sieci „przybliżacza zwarć”. Dlatego dla sekcji zasilania S5 i S6 proponuje się zmianę konstrukcji sieci jezdnej przez zastosowanie podwójnego przewodu jezdnej (L95+2xDjp100). Zapewni to selektywność wyłączania zwarć przez wyzwalacze wyłączników szybkich oraz poprawi dynamikę ruszania tramwajów.

Wyniki obliczeń kabli zasilających zawarte są w tabeli 11.

Na rysunku nr S-1903165 przedstawiono obciążenie średnie szczytowe sieci jezdnej i zasilaczy.

#### **4. Spis tabel**

Tabela 1. Dane ruchowe

Tabela 2. Liczba godzin pracy taboru

Tabela 3. Sieć szynowa

Tabela 4. Sieć jezdna

Tabela 5. Kable

Tabela 6. Zespoły prostownikowe

Tabela 7. Obliczenia obciążeń sieci

Tabela 8. Obliczenie parametrów stacji

Tabela 9. Obliczenia kabli powrotnych

Tabela 10. Obliczenia sieci jezdnej

Tabela 11. Obliczenia kabli zasilających

Tabela 12. Całkowite spadki napięć

Tabela 13. Obliczenia zwarciove

## **Spis rysunków**

|   |           |
|---|-----------|
| 1. Schemat zasilania sieci trakcyjnej i powrotnej.            | S-1811151 |
| 2. Obciążenie średnie szczytowe sieci jezdnej i zasilaczy.    | S-1812035 |
| 3. Obciążenie średnie szczytowe torowiska i kabli powrotnych. | S-1812036 |
| 4. Schemat zastępczy sieci zasilającej.                       | S-1812037 |
| 5. Schemat zastępczy sieci powrotnej.                         | S-1812038 |

| Lp.   | Odcinek                                | Dług.<br>odc.linii | Prędkość<br>komunik. | Częstotliwość kursowania |                 |                |
|---|--|--------------------|----------------------|--------------------------|-----------------|----------------|
|   |  |                    |                      | w<br>szczybie            | poza<br>szczyt. | w dni<br>wolne |
|   |  | [km]               | [km/h]               | [poc/h]                  | [poc/h]         | [poc/h]        |
| 1   | 2                                      | 3                  | 4                    | 5                        | 6               | 7              |
| <b>Obszar Łodzi i Zgierza - stan istniejący (bez linii 45 i 46)</b> |  |                    |                      |                          |                 |                |
| 1.  | Łódź Zgierska                          | 1,500              | 16,9                 | 15                       | 8               | 6              |
| 2.  | Łódź Warsztaty                         | 0,300              | 16,9                 | 2                        | 1               | 1              |
| 3.  | Łódź Pętla Helenówek                   | 0,230              | 5,0                  | 15                       | 8               | 6              |
| 4.  | Helenówek – Kurak Węzeł                | 2,000              | 0,0                  | 0                        | 0               | 0              |
| 5.  | Kurak Węzeł – Plac Kilińskiego         | 0,870              | 0,0                  | 0                        | 0               | 0              |
| 6.  | Pętla Plac Kilińskiego                 | 0,170              | 0,0                  | 0                        | 0               | 0              |
| 7.  | Kurak Węzeł –<br>Ozorkowska/Ogrodnicza | 4,400              | 0,0                  | 0                        | 0               | 0              |
| 8.  | Pętla Proboszczewice                   | 0,300              | 0,0                  | 0                        | 0               | 0              |
| <b>Obszar Łodzi i Zgierza - etap I po uruchomieniu linii 45</b>     |  |                    |                      |                          |                 |                |
| 1.  | Łódź Zgierska                          | 1,500              | 16,9                 | 20                       | 12              | 10             |
| 2.  | Łódź Warsztaty                         | 0,300              | 16,9                 | 2                        | 1               | 1              |
| 3.  | Łódź Pętla Helenówek                   | 0,230              | 5,0                  | 15                       | 8               | 6              |
| 4.  | Helenówek – Kurak Węzeł                | 2,000              | 16,9                 | 5                        | 4               | 4              |
| 5.  | Kurak Węzeł – Plac Kilińskiego         | 0,870              | 16,9                 | 5                        | 4               | 4              |
| 6.  | Pętla Plac Kilińskiego                 | 0,170              | 5,0                  | 5                        | 4               | 4              |
| 7.  | Kurak Węzeł –<br>Ozorkowska/Ogrodnicza | 4,400              | 0,0                  | 0                        | 0               | 0              |
| 8.  | Pętla Proboszczewice                   | 0,300              | 0,0                  | 0                        | 0               | 0              |
| <b>Obszar Łodzi i Zgierza – etap docelowy</b>                       |  |                    |                      |                          |                 |                |
| 1.  | Łódź Zgierska                          | 1,500              | 16,9                 | 25                       | 16              | 12             |
| 2.  | Łódź Warsztaty                         | 0,300              | 16,9                 | 2                        | 1               | 1              |
| 3.  | Łódź Pętla Helenówek                   | 0,230              | 5,0                  | 15                       | 8               | 6              |
| 4.  | Helenówek – Kurak Węzeł                | 2,000              | 16,9                 | 10                       | 8               | 6              |
| 5.  | Kurak Węzeł – Plac Kilińskiego         | 0,870              | 16,9                 | 6                        | 5               | 4              |
| 6.  | Pętla Plac Kilińskiego                 | 0,170              | 5,0                  | 6                        | 5               | 4              |
| 7.  | Kurak Węzeł –<br>Ozorkowska/Ogrodnicza | 4,400              | 16,9                 | 4                        | 3               | 2              |
| 8.  | Pętla Proboszczewice                   | 0,300              | 5,0                  | 4                        | 3               | 2              |

| Lp. | Odcinek | Długość<br>odc. linii | Prędkość<br>komunik. | Częstotliwość kursowania |                 |                |
|-----|---------|-----------------------|----------------------|--------------------------|-----------------|----------------|
|     |         |                       |                      | w<br>szczyt              | poza<br>szczyt. | w dni<br>wolne |
|     |         | [km]                  | [km/h]               | [poc/h]                  | [poc/h]         | [poc/h]        |
| 1   | 2       | 3                     | 4                    | 5                        | 6               | 7              |

**Podstacja "Zgierz Łąkowa" – etap docelowy zasilanie w granicach miasta Zgierz**

|    |  |       |      |    |   |   |
|----|--|-------|------|----|---|---|
| 1. | Helenówek – Kurak Węzeł                | 2,000 | 16,9 | 10 | 8 | 6 |
| 2. | Kurak Węzeł – Plac Kilińskiego         | 0,870 | 16,9 | 6  | 5 | 4 |
| 3. | Pętla Plac Kilińskiego                 | 0,170 | 5,0  | 6  | 5 | 4 |
| 4. | Kurak Węzeł –<br>Ozorkowska/Ogrodnicza | 4,400 | 16,9 | 4  | 3 | 2 |
| 5. | Pętla Proboszczewice                   | 0,300 | 5,0  | 4  | 3 | 2 |

| Lp. | Wyszczególnienie  | Symbol | Jedn. | Wartość |
|-----|---|--------|-------|---------|
| 1   | 2   | 3      | 4     | 5       |
| 1.  | Czas pracy taboru na dobę   | $t_c$  | h     | 20      |
| 2.  | Czas trwania szczytu  | $t_w$  | h     | 14      |
| 3.  | Liczba dni roboczych w roku   | $D_r$  | -     | 251     |
| 4.  | Liczba dni wolnych w roku   | $D_w$  | -     | 114     |
| 5.  | Liczba godzin pracy taboru w szczycie<br>$T_s = D_r * t_w$            | $T_s$  | h     | 3514    |
| 6.  | Liczba godzin pracy taboru poza szczytem<br>$T_p = D_r * (t_c - t_w)$ | $T_p$  | h     | 1506    |
| 7.  | Liczba godzin pracy taboru w dni wolne<br>$T_w = D_w * t_c$           | $T_w$  | h     | 2280    |
| 8.  | Liczba godzin w roku  | T      | h     | 8760    |



| Lp. | Wyszczególnienie  | Symbol   | Jedn. | Wartość dla typu |             |
|-----|---|----------|-------|------------------|-------------|
| 1   | 2   | 3        | 4     | 5                | 6           |
|     |   |          |       | <b>S-49</b>      | <b>180S</b> |
| 1.  | Masa jednostkowa  | g        | kg/m  | 49,43            | 61,7        |
| 2.  | Przekrój  | S        |       | 62,97            | 78,6        |
| 3.  | Rezystancja 1m nowej szyny  | r        |       | 0,035            | 0,032       |
| 4.  | Rezystancja jednost. sieci szynowej dla jednego toru z uwzględnieniem 15% zużycia | $r_{t1}$ |       | 0,020            | 0,018       |
| 5.  | jw. lecz dla dwóch torów $r_{t2}=0,5* r_{t1}$                                     | $r_{t2}$ |       | 0,0102           | 0,0092      |

| Lp. | Wyszczególnienie   | Symbol   | Jedn.       | Wartość |
|-----|--|----------|-------------|---------|
| 1   | 2  | 3        | 4           | 5       |
| 1.  | Rezystancja jednostkowa przewodu jezdnego DjpS 100   | $r_p$    | $\Omega/km$ | 0,2     |
| 2.  | Rezystancja jednostkowa linki nośnej L95   | $r_1$    | $\Omega/km$ | 0,19    |
| 3.  | Rezystancja jednostkowa sieci płaskiej wykonanej przewodem DjpS-100 i równoległego połączenia dwóch torów              | $r_{p2}$ | $\Omega/km$ | 0,10    |
| 4.  | Rezystancja jednostkowa sieci wielokrotnej dla jednego toru  | $r_{w1}$ | $\Omega/km$ | 0,097   |
| 5.  | Rezystancja jednostkowa sieci wielokrotnej dla dwóch torów   | $r_{w2}$ | $\Omega/km$ | 0,0484  |
| 6.  | Obciążalność prądowa sieci płaskiej wykonanej przewodem jezdny DjpS-100, dla jednego kierunku                          | $I_{p1}$ | A           | 600     |
| 7.  | J.w. lecz dla dwóch kierunków  | $I_{p2}$ | A           | 960     |
| 8.  | Obciążalność dopuszczalna linki nośnej   | $I_1$    | A           | 590     |
| 9.  | Obciążalność prądowa sieci wielokrotnej złożonej z przewodu jezdnego DjpS-100 i linki nośnej L95, dla jednego kierunku | $I_{w1}$ | A           | 1190    |
| 10. | J.w. lecz dla dwóch kierunków  | $I_{w2}$ | A           | 1900    |

| Lp.               | Wyszczególnienie   | Symbol   | Jedn.       | Wartość |
|-------------------|--|----------|-------------|---------|
| 1                 | 2  | 3        | 4           | 5       |
| <b>Typ – YAKY</b> |  |          |             |         |
| 1.                | Przekrój żyły (aluminium)  | $S_k$    | $mm^2$      | 630     |
| 2.                | Napięcie znamionowe (dla prądu stałego)                            | $U_{nk}$ | kV          | 1       |
| 3.                | Obciążalność znamionowa  | $I_{nk}$ | A           | 1180    |
| 4.                | Obciążalność jednego kabla w wiązce<br>$I_{d1}=0,8* I_{nk}$        | $I_{d1}$ | A           | 940     |
| 5.                | Obciążalność dwóch kabli w wiązce<br>$I_{d2}=2* 0,8* 0,95* I_{nk}$ | $I_{d2}$ | A           | 1800    |
| 6.                | Rezystancja jednostkowa kabla                                      | $r_k$    | $\Omega/km$ | 0,048   |

| Lp. | Wyszczególnienie  | Symbol    | Jedn. | Wartość |
|-----|---|-----------|-------|---------|
| 1   | 2   | 3         | 4     | 5       |
| 1.  | Prąd wyprostowany znamionowy  | $I_n$     | A     | 1200    |
| 2.  | Przeciążalność w klasie V wg PN-EN 60146-1-1 i VII wg PN_EN 50328:2003: | $I_p$     | A     |         |
|     | 2 godz.   | $I_{2h}$  | A     | 1800    |
|     | 1min  | $I_{1m}$  | A     | 2400    |
|     | 15s   | $I_{10s}$ | A     | 5400    |
|     |   |           |       |         |
| 3.  | Napięcie wyprostowane   | $U_n$     | V     | 660     |
| 4.  | Sprawność   | $\eta$    |       | 0,98    |
| 5.  | Moc znamionowa transformatora   | $P_t$     | kV.A  | 1200    |
| 6.  | Moc znamionowa zespołu w klasie V przeciążalności                       | $P_z$     | kW    | 800     |
| 7.  | Moc zwarciova transformatora (cząstkowa)<br>$P_{zt} = \frac{P_t}{u_z}$  | $P_{zt}$  | MV.A  | 10,9    |

Obliczenia techniczne  
Tabela 7. Obliczenia obciążeń sieci

| Lp.   | Odcinek                             | Dług.<br>odc. linii<br>dwutor.<br><br>$L_2$                                | Liczba pociągów w obu kierunkach |                              |                         | Obciążenie średnie                               |  |   | Obciążenie średnie<br>godzinne w roku<br>$I_r = \frac{T_s i_s + T_p i_p + T_w i_w}{8760}$ | Liczba<br>pociągów na<br>odcinku<br>$n = \frac{n_{s2}}{V_k}$ |
|---|-------------------------------------|--|----------------------------------|------------------------------|-------------------------|--|--|---|---|--|
|   |                                     |  | w szczycie<br>$n_{s2}$           | poza<br>szczytem<br>$n_{p2}$ | w dni wolne<br>$n_{w2}$ | w szczycie<br>$i_s = \frac{n_{s2} w_s}{U_s L_2}$ | poza<br>szczytem<br>$i_w = \frac{n_{p2} w_s}{U_p L_2}$ | w dni wolne<br>$i_w = \frac{n_{w2} w_w}{U_w L_2}$ |   |  |
|   |                                     | km   | poc/h                            | poc/h                        | poc/h                   | A/km; A  | A/km; A  | A/km; A   | A/km; A   | poc/km; poc  |
| 1   | 2                                   | 3  | 4                                | 5                            | 6                       | 7  | 8  | 9   | 10  | 11   |
| <b>Podstacja „Helenówek” - obszar Łodzi – stan istniejący</b> |                                     |  |                                  |                              |                         |  |  |   |   |  |
| <b>A. Obciążenia jednostkowe [A/km]</b>                       |                                     |  |                                  |                              |                         |  |  |   |   |  |
| 1.  | Łódź Zgierska                       | 1,500  | 30                               | 16                           | 12                      | 365  | 195  | 146   | 218   | 1,78   |
| 2.  | Łódź Warsztaty                      | 0,300  | 2                                | 1                            | 1                       | 24   | 12   | 12  | 15  | 0,12   |
| 3.  | Łódź Pętla Helenówek                | 0,230  | 15                               | 8                            | 6                       | 522  | 278  | 209   | 311   | 3,00   |
| 4.  | Helenówek – Kurak Węzeł             | 2,000  | 0                                | 0                            | 0                       | 0  | 0  | 0   | 0   | 0,00   |
| 5.  | Kurak Węzeł – Plac Kilińskiego      | 0,870  | 0                                | 0                            | 0                       | 0  | 0  | 0   | 0   | 0,00   |
| 6.  | Pętla Plac Kilińskiego              | 0,170  | 0                                | 0                            | 0                       | 0  | 0  | 0   | 0   | 0,00   |
| 7.  | Kurak Węzeł – Ozorkowska/Ogrodnicza | 4,400  | 0                                | 0                            | 0                       | 0  | 0  | 0   | 0   | 0,00   |
| 8.  | Pętla Proboszczewice                | 0,300  | 0                                | 0                            | 0                       | 0  | 0  | 0   | 0   | 0,00   |
| <b>B. Obciążenie odcinków [A]</b>                             |                                     |  |                                  |                              |                         | $I_s = L_2 i_s$                                  | $I_p = L_2 i_p$  | $I_w = L_2 i_w$                                   | $I_r = L_2 i_r$   | $N = L_2 n$  |
| 1.  | Łódź Zgierska                       | 1,500  | 30                               | 16                           | 12                      | 548  | 292  | 219   | 327   | 2,66   |
| 2.  | Łódź Warsztaty                      | 0,300  | 2                                | 1                            | 1                       | 7  | 4  | 4   | 5   | 0,04   |
| 3.  | Łódź Pętla Helenówek                | 0,230  | 15                               | 8                            | 6                       | 120  | 64   | 48  | 72  | 0,69   |
| 4.  | Helenówek – Kurak Węzeł             | 2,000  | 0                                | 0                            | 0                       | 0  | 0  | 0   | 0   | 0,00   |
| 5.  | Kurak Węzeł – Plac Kilińskiego      | 0,870  | 0                                | 0                            | 0                       | 0  | 0  | 0   | 0   | 0,00   |
| 6.  | Pętla Plac Kilińskiego              | 0,170  | 0                                | 0                            | 0                       | 0  | 0  | 0   | 0   | 0,00   |
| 7.  | Kurak Węzeł – Ozorkowska/Ogrodnicza | 4,400  | 0                                | 0                            | 0                       | 0  | 0  | 0   | 0   | 0,00   |
| 8.  | Pętla Proboszczewice                | 0,300  | 0                                | 0                            | 0                       | 0  | 0  | 0   | 0   | 0,00   |
| <b>Razem:</b>   |                                     | <b>Obciążenie podstacji Helenówek, stan istniejący (bez linii 45 i 46)</b> |                                  |                              |                         | <b>675</b>                                       | <b>360</b>   | <b>271</b>  | <b>403</b>  | <b>3,39</b>  |

Obliczenia techniczne  
Tabela 7. Obliczenia obciążeń sieci

| 1  | 2                                   | 3  | 4  | 5  | 6  | 7               | 8               | 9               | 10              | 11          |
|--|-------------------------------------|--|----|----|----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| <b>Podstacja „Helenówek” - Obszar Łodzi i Zgierza – odcinek I + odcinek II</b> |                                     |  |    |    |    |                 |                 |                 |                 |             |
| <b>A. Obciążenia jednostkowe [A/km]</b>  |                                     |  |    |    |    |                 |                 |                 |                 |             |
| 1.   | Łódź Zgierska                       | 1,500  | 40 | 24 | 20 | 487             | 292             | 243             | 309             | 2,37        |
| 2.   | Łódź Warsztaty                      | 0,300  | 2  | 1  | 1  | 24              | 12              | 12              | 15              | 0,12        |
| 3.   | Łódź Pętla Helenówek                | 0,230  | 15 | 8  | 6  | 522             | 278             | 209             | 311             | 3,00        |
| 4.   | Helenówek – Kurak Węzeł             | 2,000  | 10 | 8  | 8  | 122             | 97              | 97              | 91              | 0,59        |
| 5.   | Kurak Węzeł – Plac Kilińskiego      | 0,870  | 10 | 8  | 8  | 122             | 97              | 97              | 91              | 0,59        |
| 6.   | Pętla Plac Kilińskiego              | 0,170  | 5  | 4  | 4  | 235             | 188             | 188             | 176             | 1,00        |
| 7.   | Kurak Węzeł – Ozorkowska/Ogrodnicza | 4,400  | 0  | 0  | 0  | 0               | 0               | 0               | 0               | 0,00        |
| 8.   | Pętla Proboszczewice                | 0,300  | 0  | 0  | 0  | 0               | 0               | 0               | 0               | 0,00        |
| <b>B. Obciążenie odcinków [A]</b>  |                                     |  |    |    |    | $I_s = L_2 i_s$ | $I_p = L_2 i_p$ | $I_w = L_2 i_w$ | $I_r = L_2 i_r$ | $N = L_2 n$ |
| 1.   | Łódź Zgierska                       | 1,500  | 40 | 24 | 20 | 730             | 438             | 365             | 463             | 3,55        |
| 2.   | Łódź Warsztaty                      | 0,300  | 2  | 1  | 1  | 7               | 4               | 4               | 5               | 0,04        |
| 3.   | Łódź Pętla Helenówek                | 0,230  | 15 | 8  | 6  | 120             | 64              | 48              | 72              | 0,69        |
| 4.   | Helenówek – Kurak Węzeł             | 2,000  | 10 | 8  | 8  | 243             | 195             | 195             | 182             | 1,18        |
| 5.   | Kurak Węzeł – Plac Kilińskiego      | 0,870  | 10 | 8  | 8  | 106             | 85              | 85              | 79              | 0,51        |
| 6.   | Pętla Plac Kilińskiego              | 0,170  | 5  | 4  | 4  | 40              | 32              | 32              | 30              | 0,17        |
| 7.   | Kurak Węzeł – Ozorkowska/Ogrodnicza | 4,400  | 0  | 0  | 0  | 0               | 0               | 0               | 0               | 0,00        |
| 8.   | Pętla Proboszczewice                | 0,300  | 0  | 0  | 0  | 0               | 0               | 0               | 0               | 0,00        |
| <b>Razem:</b>  |                                     | <b>Podstacja „Helenówek” - Obszar Łodzi i Zgierza – odcinek I + odcinek II</b> |    |    |    | <b>1246</b>     | <b>817</b>      | <b>728</b>      | <b>830</b>      | <b>6,14</b> |

Obliczenia techniczne  
Tabela 7. Obliczenia obciążeń sieci

| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7               | 8               | 9               | 10              | 11           |
|----|--|--|----|----|----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|
|    | <b>Podstacja „Helenówek” - Obszar Łodzi i Zgierz – Odcinki I, II i III</b> |  |    |    |    |                 |                 |                 |                 |              |
|    | <b>A. Obciążenia jednostkowe [A/km]</b>                                    |  |    |    |    |                 |                 |                 |                 |              |
| 1. | Łódź Zgierska  | 1,500  | 50 | 32 | 24 | 608             | 389             | 292             | 387             | 2,96         |
| 2. | Łódź Warsztaty   | 0,300  | 2  | 1  | 1  | 24              | 12              | 12              | 15              | 0,12         |
| 3. | Łódź Pętla Helenówek   | 0,230  | 15 | 8  | 6  | 522             | 278             | 209             | 311             | 3,00         |
| 4. | Helenówek – Kurak Węzeł  | 2,000  | 20 | 16 | 12 | 243             | 195             | 146             | 169             | 1,18         |
| 5. | Kurak Węzeł – Plac Kilińskiego   | 0,870  | 12 | 10 | 8  | 146             | 122             | 97              | 105             | 0,71         |
| 6. | Pętla Plac Kilińskiego   | 0,170  | 6  | 5  | 4  | 282             | 235             | 188             | 203             | 1,20         |
| 7. | Kurak Węzeł – Ozorkowska/Ogrodnicza  | 4,400  | 8  | 6  | 4  | 97              | 73              | 49              | 64              | 0,47         |
| 8. | Pętla Proboszczewice   | 0,300  | 4  | 3  | 2  | 107             | 80              | 53              | 70              | 0,80         |
|    | <b>B. Obciążenie odcinków [A]</b>  |  |    |    |    | $I_s = L_2 i_s$ | $I_p = L_2 i_p$ | $I_w = L_2 i_w$ | $I_r = L_2 i_r$ | $N = L_2 n$  |
| 1. | Łódź Zgierska  | 1,500  | 50 | 32 | 24 | 913             | 584             | 438             | 580             | 4,44         |
| 2. | Łódź Warsztaty   | 0,300  | 2  | 1  | 1  | 7               | 4               | 4               | 5               | 0,04         |
| 3. | Łódź Pętla Helenówek   | 0,230  | 15 | 8  | 6  | 120             | 64              | 48              | 72              | 0,69         |
| 4. | Helenówek – Kurak Węzeł  | 2,000  | 20 | 16 | 12 | 487             | 389             | 292             | 338             | 2,37         |
| 5. | Kurak Węzeł – Plac Kilińskiego   | 0,870  | 12 | 10 | 8  | 127             | 106             | 85              | 91              | 0,62         |
| 6. | Pętla Plac Kilińskiego   | 0,170  | 6  | 5  | 4  | 48              | 40              | 32              | 34              | 0,20         |
| 7. | Kurak Węzeł – Ozorkowska/Ogrodnicza  | 4,400  | 8  | 6  | 4  | 428             | 321             | 214             | 283             | 2,08         |
| 8. | Pętla Proboszczewice   | 0,300  | 4  | 3  | 2  | 32              | 24              | 16              | 21              | 0,24         |
|    | <b>Razem:</b>  | <b>Podstacja „Helenówek” - Obszar Łodzi i Zgierz – Odcinki I, II i III</b> |    |    |    | <b>2162</b>     | <b>1532</b>     | <b>1128</b>     | <b>1424</b>     | <b>10,67</b> |

Obliczenia techniczne  
Tabela 7. Obliczenia obciążeń sieci

| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6 | 7               | 8               | 9               | 10              | 11          |
|----|--|--|----|----|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
|    | <b>Obszar miasta Zgierz – odcinki I i II</b> |  |    |    |   |                 |                 |                 |                 |             |
|    | <b>A. Obciążenia jednostkowe [A/km]</b>      |  |    |    |   |                 |                 |                 |                 |             |
| 1. | Helenówek – Kurak Węzeł                      | 2,000  | 12 | 10 | 8 | 146             | 122             | 97              | 105             | 0,71        |
| 2. | Kurak Węzeł – Plac Kilińskiego               | 0,870  | 12 | 10 | 8 | 146             | 122             | 97              | 105             | 0,71        |
| 3. | Pętla Plac Kilińskiego                       | 0,170  | 6  | 5  | 4 | 282             | 235             | 188             | 203             | 1,20        |
| 4. | Kurak Węzeł –<br>Ozorkowska/Ogrodnicza       | 4,400  | 0  | 0  | 0 | 0               | 0               | 0               | 0               | 0,00        |
| 5. | Pętla Proboszczewice                         | 0,300  | 0  | 0  | 0 | 0               | 0               | 0               | 0               | 0,00        |
|    | <b>B. Obciążenie odcinków [A]</b>            |  |    |    |   | $I_s = L_2 i_s$ | $I_p = L_2 i_p$ | $I_w = L_2 i_w$ | $I_r = L_2 i_r$ | $N = L_2 n$ |
| 1. | Helenówek – Kurak Węzeł                      | 2,000  | 12 | 10 | 8 | 292             | 243             | 195             | 210             | 1,42        |
| 2. | Kurak Węzeł – Plac Kilińskiego               | 0,870  | 12 | 10 | 8 | 127             | 106             | 85              | 91              | 0,62        |
| 3. | Pętla Plac Kilińskiego                       | 0,170  | 6  | 5  | 4 | 48              | 40              | 32              | 34              | 0,20        |
| 4. | Kurak Węzeł –<br>Ozorkowska/Ogrodnicza       | 4,400  | 0  | 0  | 0 | 0               | 0               | 0               | 0               | 0,00        |
| 5. | Pętla Proboszczewice                         | 0,300  | 0  | 0  | 0 | 0               | 0               | 0               | 0               | 0,00        |
|    | <b>Razem:</b>                                | <b>Obszar miasta Zgierz – odcinki I i II</b> |    |    |   | <b>467</b>      | <b>389</b>      | <b>311</b>      | <b>335</b>      | <b>2,24</b> |



Obliczenia techniczne  
Tabela 7. Obliczenia obciążeń sieci

| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7               | 8               | 9               | 10              | 11          |
|----|--|--|----|----|----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
|    | <b>Obszar miasta Zgierz- odcinki I, II i III</b> |  |    |    |    |                 |                 |                 |                 |             |
|    | <b>A. Obciążenia jednostkowe [A/km]</b>          |  |    |    |    |                 |                 |                 |                 |             |
| 1. | Helenówek – Kurak Węzeł                          | 2,000  | 20 | 16 | 12 | 243             | 195             | 146             | 169             | 1,18        |
| 2. | Kurak Węzeł – Plac Kilińskiego                   | 0,870  | 12 | 10 | 8  | 146             | 122             | 97              | 105             | 0,71        |
| 3. | Pętla Plac Kilińskiego                           | 0,170  | 6  | 5  | 4  | 282             | 235             | 188             | 203             | 1,20        |
| 4. | Kurak Węzeł –<br>Ozorkowska/Ogrodnicza           | 4,400  | 8  | 6  | 4  | 97              | 73              | 49              | 64              | 0,47        |
| 5. | Pętla Proboszczewice                             | 0,300  | 4  | 3  | 2  | 107             | 80              | 53              | 70              | 0,80        |
|    | <b>B. Obciążenie odcinków [A]</b>                |  |    |    |    | $I_s = L_2 i_s$ | $I_p = L_2 i_p$ | $I_w = L_2 i_w$ | $I_r = L_2 i_r$ | $N = L_2 n$ |
| 1. | Helenówek – Kurak Węzeł                          | 2,000  | 20 | 16 | 12 | 487             | 389             | 292             | 338             | 2,37        |
| 2. | Kurak Węzeł – Plac Kilińskiego                   | 0,870  | 12 | 10 | 8  | 127             | 106             | 85              | 91              | 0,62        |
| 3. | Pętla Plac Kilińskiego                           | 0,170  | 6  | 5  | 4  | 48              | 40              | 32              | 34              | 0,20        |
| 4. | Kurak Węzeł –<br>Ozorkowska/Ogrodnicza           | 4,400  | 8  | 6  | 4  | 428             | 321             | 214             | 283             | 2,08        |
| 5. | Pętla Proboszczewice                             | 0,300  | 4  | 3  | 2  | 32              | 24              | 16              | 21              | 0,24        |
|    | <b>Razem:</b>                                    | <b>Obszar miasta Zgierz- odcinki I, II i III</b> |    |    |    | <b>1122</b>     | <b>880</b>      | <b>639</b>      | <b>768</b>      | <b>5,51</b> |
|    |  |  |    |    |    | $I_s = L_2 i_s$ | $I_p = L_2 i_p$ | $I_w = L_2 i_w$ | $I_r = L_2 i_r$ | $N = L_2 n$ |

Obliczenia techniczne  
Tabela 7. Obliczenia obciążeń sieci

| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7               | 8               | 9               | 10              | 11          |
|----|--|--|----|----|----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
|    |  |  |    |    |    | $I_s = L_2 i_s$ | $I_p = L_2 i_p$ | $I_w = L_2 i_w$ | $I_r = L_2 i_r$ | $N = L_2 n$ |
|    | <b>Podstacja Helenówek – etap docelowy</b> |  |    |    |    |                 |                 |                 |                 |             |
|    | <b>A. Obciążenia jednostkowe [A/km]</b>    |  |    |    |    |                 |                 |                 |                 |             |
| 1. | Łódź Zgierska                              | 1,500                                      | 50 | 32 | 24 | 608             | 389             | 292             | 387             | 2,96        |
| 2. | Łódź Warsztaty                             | 0,300                                      | 4  | 2  | 2  | 49              | 24              | 24              | 30              | 0,24        |
| 3. | Łódź Pętla Helenówek                       | 0,230                                      | 15 | 8  | 6  | 522             | 278             | 209             | 311             | 3,00        |
| 4. | Helenówek – Kurak Węzeł                    | 1,500                                      | 20 | 16 | 12 | 243             | 195             | 146             | 169             | 1,18        |
|    | <b>B. Obciążenie odcinków [A]</b>          |  |    |    |    | $I_s = L_2 i_s$ | $I_p = L_2 i_p$ | $I_w = L_2 i_w$ | $I_r = L_2 i_r$ | $N = L_2 n$ |
| 1. | Łódź Zgierska                              | 1,500                                      | 50 | 32 | 24 | 913             | 584             | 438             | 580             | 4,44        |
| 2. | Łódź Warsztaty                             | 0,300                                      | 4  | 2  | 2  | 15              | 7               | 7               | 9               | 0,07        |
| 3. | Łódź Pętla Helenówek                       | 0,230                                      | 15 | 8  | 6  | 120             | 64              | 48              | 72              | 0,69        |
| 4. | Helenówek – Kurak Węzeł                    | 1,500                                      | 20 | 16 | 12 | 365             | 292             | 219             | 254             | 1,78        |
|    | <b>Razem:</b>                              | <b>Podstacja Helenówek – etap docelowy</b> |    |    |    | <b>1412</b>     | <b>947</b>      | <b>712</b>      | <b>915</b>      | <b>6,97</b> |

| Lp. | Wyszczególnienie  | Symbol    | Jedn. | Wartość dla                    |   |  |                                       |   |                     |
|-----|---|-----------|-------|--------------------------------|---|--|---------------------------------------|---|---------------------|
| 1   | 2   | 3         | 4     | 5                              | 6   | 7  | 8                                     | 9   | 10                  |
|     |   |           |       | Podstacja „Helenówek”          |   |  |                                       |   | Podstacja Helenówek |
|     |   |           |       | Obszar Łodzi – stan istniejący | Obszar Łodzi i Zgierza – Odcinek I + odcinek II | Obszar Łodzi i Zgierza – Odcinki I, II i III | Obszar miasta Zgierz – odcinki I i II | Obszar miasta Zgierz- odcinki I, II i III | Etap docelowy       |
| 1.  | Prąd obciążenia stacji  |           |       |                                |   |  |                                       |   |                     |
|     | a) w szczycie   | Is        | A     | 675                            | 1246  | 2162   | 467                                   | 1122                                      | 1412                |
|     | b) średni roczny  | Ir        | A     | 403                            | 830   | 1424   | 335                                   | 768                                       | 915                 |
| 2.  | Liczba pociągów w obszarze  | N         | -     | 3,39                           | 6,14  | 10,67  | 2,24                                  | 5,51                                      | 6,97                |
| 3.  | Współczynnik szczytu 10 sek.  | Cs        | -     | 4,36                           | 3,22  | 2,75   | 5,50                                  | 3,52                                      | 3,62                |
| 4.  | Przeciążalność 10 sek. stacji potrzebna                                     | Ipp       | A     | 2942                           | 4014  | 5945   | 2569                                  | 3949                                      | 5112                |
| 5.  | Przeciążalność 10/15 sek jednego zespołu roboczego                          |           |       | 5100                           | 5100  | 5100   | 5400                                  | 5400                                      | 5100                |
|     |   |           |       |                                |   |  |                                       |   |                     |
| 6.  | Liczba niezbędnych zespołów wynikająca z obciążalności w szczycie (ciągłej) | $n_n$     | -     | 0,6                            | 1,04  | 1,8  | 0,4                                   | 0,9                                       | 1,2                 |
| 7.  | J. w. lecz z przeciążalności 10s  | $n_{10s}$ | -     | 0,6                            | 0,8   | 1,2  | 0,5                                   | 0,7                                       | 1,0                 |
| 8.  | Moc obliczeniowa średnia w godzinach szczytu                                | Pśr       | kW    | 370                            | 683   | 1184   | 256                                   | 615                                       | 774                 |
| 9.  | Współczynnik szczytu 15-min   | $C_{15}$  | -     | 2,00                           | 1,46  | 1,20   | 2,00                                  | 1,68                                      | 1,45                |
| 10. | Moc 15-min stacji   | $S_{15}$  | kV.A  | 959                            | 1294  | 1844   | 664                                   | 1340                                      | 1455                |
| 11. | Prąd 1h stacji po stronie SN  | $I_{th}$  | A     | 18,4                           | 33,9  | 58,8   | 12,7                                  | 30,5                                      | 38,4                |
| 12. | Prąd 10sek stacji po stronie SN   | $I_{ch}$  | A     | 80                             | 109   | 162  | 70                                    | 107                                       | 139                 |
| 12. | Liczba przyjętych zespołów prostownik. (roboczych i rezerw.)                | -         | szt.  | 1+1                            | 2+0   | 2+0  | 1+1                                   | 1+1                                       | 2+0                 |
| 13. | Moc zainstalowana zespołów roboczych  |           | kW    | 800                            | 800   | 800  | 800                                   | 800                                       | 800                 |

Wybrany wariant zasilania podstacji "Zgierz Łąkowa"

Obliczenia techniczne  
Tabela 8. Obliczenia parametrów stacji Podstacja "Zgierz Łąkowa"  
Strona 2/2

| Lp. | Wyszczególnienie  | Symbol    | Jedn. |   |
|-----|---|-----------|-------|---|
| 1   | 2   | 3         | 4     | 9   |
|     |   |           |       |   |
|     |   |           |       | Podstacja "Zgierz Łąkowa" – etap docelowy zasilanie w granicach miasta Zgierz |
| 1.  | Prąd obciążenia stacji  |           |       |   |
|     | a) w szczycie   | $I_s$     | A     | 1122  |
|     | b) średni roczny  | $I_r$     | A     | 768   |
| 2.  | Liczba pociągów w obszarze  | N         | -     | 5,51  |
| 3.  | Współczynnik szczytu 10 sek.  | Cs        | -     | 3,52  |
| 4.  | Przeciążalność 10 sek. stacji potrzebna                                     | $I_{pp}$  | A     | 3949  |
| 5.  | Przeciążalność 10/15 sek jednego zespołu roboczego                          |           |       | 5400  |
|     |   |           |       |   |
| 6.  | Liczba niezbędnych zespołów wynikająca z obciążalności w szczycie (ciągłej) | $n_n$     | -     | 0,9   |
| 7.  | J. w. lecz z przeciążalności 10s  | $n_{10s}$ | -     | 0,7   |
| 8.  | Moc obliczeniowa średnia w godzinach szczytu                                | Pśr       | kW    | 615   |
| 9.  | Współczynnik szczytu 15-min   | $C_{15}$  | -     | 1,68  |
| 10. | Moc 15-min stacji   | $S_{15}$  | kV.A  | 1340  |
| 11. | Prąd 1h stacji po stronie SN  | $I_{1h}$  | A     | 30,5  |
| 12. | Prąd 10sek stacji po stronie SN   | $I_{ch}$  | A     | 107   |
| 12. | Liczba przyjętych zespołów prostownik. (roboczych i rezerw.)                | -         | szt.  | 1+1   |
| 13. | Moc zainstalowana zespołów roboczych  |           | kW    | 800   |

| Oznaczenie<br>pp. kabla | Ilość<br>poc. na<br>odc. -N | Prąd            |   |                |               | Kabel            |                  | Spadek napięcia  |    |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------|---|----------------|---------------|------------------|------------------|------------------|----|
|                         |                             | szczyt<br>$I_s$ |   | zast.<br>$I_z$ | dop.<br>$I_d$ | długość<br>$l_k$ | rezyst.<br>$R_k$ | szczyt.<br>$U_s$ |    |
|                         |                             | A               |   | A              | A             | km               | $\Omega$         | V                |    |
| 1                       | 2                           | 3               | 4 | 5              | 6             | 7                | 8                | 9                | 10 |

**Podstacja "Zgierz Łąkowa" – etap docelowy zasilanie w granicach miasta Zgierz**

**Praca normalna – stan projektowany**

|     |      |       |  |       |      |       |        |       |  |
|-----|------|-------|--|-------|------|-------|--------|-------|--|
| pp1 | 2,03 | 416,4 |  | 747,1 | 1800 | 0,500 | 0,0119 | 7,40  |  |
| pp2 | 1,31 | 275,8 |  | 580,2 | 1800 | 0,700 | 0,0167 | 8,10  |  |
| pp3 | 1,55 | 318,4 |  | 628,5 | 1800 | 0,600 | 0,0143 | 7,48  |  |
| pp4 | 0,62 | 109,3 |  | 256,3 | 900  | 1,200 | 0,0572 | 12,49 |  |

**Praca awaryjna – uszkodzony pp1**

|     |      |       |  |       |      |       |        |       |  |
|-----|------|-------|--|-------|------|-------|--------|-------|--|
| pp2 | 2,58 | 530,6 |  | 878,6 | 1800 | 0,700 | 0,0167 | 12,27 |  |
| pp3 | 2,17 | 450,7 |  | 790,4 | 1800 | 0,600 | 0,0143 | 9,41  |  |
| pp4 | 0,76 | 138,6 |  | 325,0 | 900  | 1,200 | 0,0572 | 15,84 |  |

**Praca awaryjna – uszkodzony pp2**

|     |      |       |  |       |      |       |        |       |  |
|-----|------|-------|--|-------|------|-------|--------|-------|--|
| pp1 | 2,97 | 610,8 |  | 968,3 | 1800 | 0,500 | 0,0119 | 9,72  |  |
| pp3 | 1,85 | 385,0 |  | 713,5 | 1800 | 0,600 | 0,0143 | 8,48  |  |
| pp4 | 0,69 | 124,0 |  | 290,9 | 900  | 1,200 | 0,0572 | 14,18 |  |

**Praca awaryjna – uszkodzony pp3**

|     |      |       |  |       |      |       |        |       |  |
|-----|------|-------|--|-------|------|-------|--------|-------|--|
| pp1 | 2,69 | 552,1 |  | 902,8 | 1800 | 0,500 | 0,0119 | 9,02  |  |
| pp2 | 1,75 | 365,3 |  | 690,2 | 1800 | 0,700 | 0,0167 | 9,57  |  |
| pp4 | 1,07 | 202,4 |  | 461,6 | 900  | 1,200 | 0,0572 | 22,37 |  |

**Praca awaryjna – uszkodzony pp4**

|     |      |       |  |       |      |       |        |      |  |
|-----|------|-------|--|-------|------|-------|--------|------|--|
| pp1 | 2,14 | 439,4 |  | 774,0 | 1800 | 0,500 | 0,0119 | 7,68 |  |
| pp2 | 1,39 | 290,9 |  | 599,3 | 1800 | 0,700 | 0,0167 | 8,34 |  |
| pp3 | 1,99 | 389,6 |  | 704,2 | 900  | 0,600 | 0,0143 | 8,37 |  |

| Lp.  | Sekcja | Długość odcinka sekcji<br>$L_s$ | Obciążenie średnie szczyt. odcinka sekcji<br>$I_s$ | Obciążenie średnie szczyt. odcinka sąsiedn. sekcji<br>$I_{ss}$ | Rezyst. jednostk. odcinka<br>$r_w$ | Rezyst. odcinka<br>$R_s = L_s r_w$ | Częstotl. poc. na sekcji<br>$p_s$ | Liczba poc. na odcinku sekcji<br>$N = \frac{p_s L_s}{v_k}$ | Współczyn.<br>$\alpha = 2, K = \frac{3\alpha - 2}{2N} + 1$ | Spadki napięć od prądu danego odc.<br>$U_I = \frac{1}{3} I_s R_s K_N$ | Spadki napięć od prądu odcinka sąsiedniego<br>$U_{II} = \frac{2}{3} I_{ss} R_s K_N$ | Spadki napięć - suma<br>$U_s = U_I + U_{II}$ |
|--|--------|---------------------------------|--|--|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--|--|---|---|--|
|  |        | km                              | A  | A  | $\Omega/km$                        | $\Omega$                           | poc/h                             |  |  | V   | V   | V  |
| 1  | 2      | 3                               | 4  | 5  | 6                                  | 7                                  | 8                                 | 9  | 10   | 11  | 12  | 13   |
| <b>Podstacja "Zgierz Łąkowa" – etap docelowy zasilanie w granicach miasta Zgierz</b> |        |                                 |  |  |                                    |                                    |                                   |  |  |   |   |  |
| A - zasilanie normalne   |        |                                 |  |  |                                    |                                    |                                   |  |  |   |   |  |
| 1.   | S1     | 1,500                           | 365  |  | 0,048                              | 0,0725                             | 20                                | 1,775  | 2,13   | 18,8  |   | 18,8   |
| 2.   | S2     | 0,720                           | 105  | 48   | 0,097                              | 0,0696                             | 12                                | 0,511  | 4,91   | 12,0  | 8,5   | 20,4   |
|  |        | 0,170                           | 48   |  | 0,099                              | 0,0084                             | 6                                 | 0,204  | 10,80  | 1,5   |   | 1,5  |
|  |        |                                 |  |  |                                    |                                    |                                   | 0,715  | 3,80   |   |   | <b>21,9</b>                                  |
| 3.   | S3     | 0,500                           | 122  |  | 0,048                              | 0,0242                             | 20                                | 0,592  | 4,38   | 4,3   |   | 4,3  |
|  |        | 0,150                           | 22   |  | 0,048                              | 0,0073                             | 12                                | 0,107  | 19,78  | 1,0   |   | 1,0  |
|  |        | 0,530                           | 52   |  | 0,097                              | 0,0513                             | 8                                 | 0,251  | 8,97   | 7,9   |   | 7,9  |
|  |        |                                 |  |  |                                    |                                    |                                   | 0,949  | 3,11   |   |   | <b>13,3</b>                                  |
| 4.   | S4     | 1,230                           | 120  |  | 0,097                              | 0,1190                             | 8                                 | 0,582  | 4,43   | 21,1  |   | 21,1   |
| 5.   | S5     | 1,320                           | 128  |  | 0,097                              | 0,1277                             | 8                                 | 0,625  | 4,20   | 23,0  |   | 23,0   |
| 6.   | S6     | 1,320                           | 128  |  | 0,097                              | 0,1277                             | 8                                 | 0,625  | 4,20   | 23,0  |   | 23,0   |
|  |        | 0,300                           | 32   |  | 0,099                              | 0,0099                             | 4                                 | 0,240  | 9,33   | 1,0   |   | 1,0  |
|  |        |                                 |  |  |                                    |                                    |                                   | 0,865  | 3,31   |   |   | <b>24,0</b>                                  |

| $\Omega$ |  |       |     |     |       |        |    |       |       |      |      |             |
|----------|--|-------|-----|-----|-------|--------|----|-------|-------|------|------|-------------|
| 1        | 2  | 3     | 4   | 5   | 6     | 7      | 8  | 9     | 10    | 11   | 12   | 13          |
|          | B - zasilanie awaryjne (awaria zasilacza, sekcja zasilana z zasilacza sekcji sąsiedniej) |       |     |     |       |        |    |       |       |      |      |             |
| 1.       | S1+S3  | 1,500 | 365 |     | 0,048 | 0,0725 | 20 | 1,775 | 2,13  | 18,8 |      | 18,8        |
|          |  | 0,500 | 122 | 73  | 0,048 | 0,0242 | 20 | 0,592 | 4,38  | 4,3  | 2,1  | 6,3         |
|          |  | 0,150 | 22  |     | 0,048 | 0,0073 | 12 | 0,107 | 19,78 | 1,0  |      | 1,0         |
|          |  | 0,530 | 52  |     | 0,097 | 0,0513 | 8  | 0,251 | 8,97  | 7,9  |      | 7,9         |
|          |  |       |     |     |       |        |    | 2,724 | 1,73  |      |      | <b>34,1</b> |
| 2.       | S2+S3  | 0,500 | 122 |     | 0,048 | 0,0242 | 20 | 0,592 | 4,38  | 4,3  |      | 4,3         |
|          |  | 0,290 | 42  | 48  | 0,097 | 0,0280 | 6  | 0,103 | 20,43 | 8,1  | 2,2  | 10,3        |
|          |  | 0,430 | 63  | 22  | 0,097 | 0,0416 | 6  | 0,153 | 14,10 | 12,3 | 1,5  | 13,7        |
|          |  | 0,150 | 22  | 173 | 0,048 | 0,0073 | 12 | 0,107 | 19,78 | 1,0  | 2,0  | 3,1         |
|          |  | 0,170 | 48  |     | 0,099 | 0,0084 | 6  | 0,204 | 10,80 | 1,5  |      | 1,5         |
|          |  | 0,530 | 52  |     | 0,097 | 0,0513 | 8  | 0,251 | 8,97  | 7,9  |      | 7,9         |
|          |  |       |     |     |       |        |    | 1,409 | 2,42  |      |      | <b>40,7</b> |
| 3.       | S3+S1  | 2,000 | 487 |     | 0,048 | 0,0967 | 20 | 2,367 | 1,85  | 28,9 |      | 28,9        |
|          |  | 0,150 | 22  |     | 0,048 | 0,0073 | 12 | 0,107 | 19,78 | 1,0  |      | 1,0         |
|          |  | 0,530 | 52  | 509 | 0,097 | 0,0513 | 8  | 0,251 | 8,97  | 7,9  | 30,1 | 38,0        |
|          |  |       |     |     |       |        |    | 2,724 | 1,73  |      |      | <b>68,0</b> |
| 4.       | S3+S2  | 0,500 | 122 |     | 0,097 | 0,0484 | 20 | 0,592 | 4,38  | 8,6  |      | 8,6         |
|          |  | 0,150 | 22  | 105 | 0,048 | 0,0073 | 12 | 0,107 | 19,78 | 1,0  | 1,2  | 2,3         |
|          |  | 0,530 | 52  | 144 | 0,097 | 0,0513 | 8  | 0,251 | 8,97  | 7,9  | 11,9 | 19,8        |
|          |  | 0,170 | 48  |     | 0,099 | 0,0084 | 6  | 0,204 | 10,80 | 1,5  |      | 1,5         |
|          |  | 0,720 | 105 | 48  | 0,097 | 0,0696 | 6  | 0,256 | 8,82  | 21,5 | 5,4  | 26,9        |
|          |  |       |     |     |       |        |    | 1,409 | 2,42  |      |      | <b>59,0</b> |
| 5.       | S3+S4  | 0,500 | 122 |     | 0,048 | 0,0242 | 20 | 0,592 | 4,38  | 4,3  |      | 4,3         |
|          |  | 0,150 | 22  |     | 0,048 | 0,0073 | 12 | 0,107 | 19,78 | 1,0  |      | 1,0         |
|          |  | 1,320 | 128 |     | 0,097 | 0,1277 | 8  | 0,625 | 4,20  | 23,0 |      | 23,0        |
|          |  | 0,530 | 52  | 144 | 0,097 | 0,0513 | 8  | 0,251 | 8,97  | 7,9  | 11,1 | 19,0        |
|          |  |       |     |     |       |        |    | 1,574 | 2,27  |      |      | <b>47,4</b> |

| $\Omega$ |       |       |     |     |       |        |    |       |       |      |      |             |
|----------|-------|-------|-----|-----|-------|--------|----|-------|-------|------|------|-------------|
| 1        | 2     | 3     | 4   | 5   | 6     | 7      | 8  | 9     | 10    | 11   | 12   | 13          |
| 6.       | S4+S3 | 0,500 | 122 |     | 0,048 | 0,0242 | 20 | 0,592 | 4,38  | 4,3  |      | 4,3         |
|          |       | 0,150 | 22  |     | 0,048 | 0,0073 | 12 | 0,107 | 19,78 | 1,0  |      | 1,0         |
|          |       | 1,320 | 128 |     | 0,097 | 0,1277 | 8  | 0,625 | 4,20  | 23,0 |      | 23,0        |
|          |       | 0,530 | 52  | 144 | 0,097 | 0,0513 | 8  | 0,251 | 8,97  | 7,9  | 11,1 | 19,0        |
|          |       |       |     |     |       |        |    | 1,574 | 2,27  |      |      | <b>47,4</b> |
| 7.       | S4+S5 | 2,550 | 248 |     | 0,097 | 0,2466 | 8  | 1,207 | 2,66  | 54,2 |      | 54,2        |
| 8.       | S5+S4 | 1,320 | 128 |     | 0,097 | 0,1277 | 8  | 0,625 | 4,20  | 23,0 |      | 23,0        |
|          |       | 1,320 | 128 |     | 0,097 | 0,1277 | 8  | 0,625 | 4,20  | 23,0 |      | 23,0        |
|          |       |       |     |     |       |        |    | 1,250 | 2,60  |      |      | <b>45,9</b> |
| 9.       | S5+S6 | 2,640 | 257 | 32  | 0,097 | 0,2553 | 8  | 1,250 | 2,60  | 56,9 | 12,8 | 69,6        |
|          |       | 0,300 | 32  |     | 0,099 | 0,0099 | 4  | 0,240 | 9,33  | 1,0  |      | 1,0         |
|          |       |       |     |     |       |        |    | 1,490 | 2,34  |      |      | <b>70,6</b> |
| 10.      | S6+S5 | 1,320 | 128 |     | 0,097 | 0,1277 | 8  | 0,625 | 4,20  | 23,0 |      | 23,0        |
|          |       | 1,320 | 128 | 32  | 0,097 | 0,1277 | 8  | 0,625 | 4,20  | 23,0 | 6,4  | 29,3        |
|          |       | 0,300 | 32  |     | 0,099 | 0,0099 | 4  | 0,240 | 9,33  | 1,0  |      | 1,0         |
|          |       |       |     |     |       |        |    | 1,490 | 2,34  |      |      | <b>53,3</b> |




| Lp.   | Oznac. punktu zasil. | Ozn. kabla | Długość odcinka sekcji<br>$L_s$ | Prąd szczyt. odcinka sekcji<br>$I_s$ | Częst. jazdy poc. na sekcji<br>$p_s$ | Liczba pociągów na sekcji<br>$N = \frac{p_s L_s}{v_k}$ | Współczyn.<br>$K_p = \sqrt{1 + \frac{\beta}{N}}$<br>$\beta = 4,5$ | Prąd zastępczy<br>$I_z = I_s \cdot K_p$ | Prąd dopuszcz. | Długość kabla<br>$L_k$ | Rezyst. kabla<br>$R_z = L_k r_k$ | Współczyn.<br>$\alpha = 2, K_n = \frac{\alpha - 1}{N} + 1$ | Spadek napięcia<br>$U_{zs} = I_s R_k K_n$ |
|---|----------------------|------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|---|---|----------------|------------------------|----------------------------------|--|---|
| 1   | 2                    | 3          | km                              | A                                    | poc/h                                | 7  | 8   | A                                       | A              | km                     | $\Omega$                         | 13   | V   |
| Podstacja "Zgierz Łąkowa" – etap docelowy zasilanie w granicach miasta Zgierz |                      |            |                                 |                                      |                                      |  |   |   |                |                        |                                  |  |   |
| A - zasilanie normalne  |                      |            |                                 |                                      |                                      |  |   |   |                |                        |                                  |  |   |
| 1.  | pz1                  |            | 1,500                           | 365                                  | 20                                   | 1,78   | 1,88  | 686                                     | 1800           | 1,050                  | 0,0252                           | 1,56   | 14,4                                      |
| 2.  | pz2                  |            | 0,720                           | 105                                  | 6                                    | 0,26   |   |   |                |                        |                                  |  |   |
|   |                      |            | 0,170                           | 48                                   | 6                                    | 0,20   |   |   |                |                        |                                  |  |   |
|   |                      |            |                                 | 153                                  |                                      | 0,46   | 3,28  | 503                                     | 1800           | 0,700                  | 0,0168                           | 3,18   | 8,2                                       |
| 3.  | pz3                  |            | 0,500                           | 122                                  | 20                                   | 0,59   |   |   |                |                        |                                  |  |   |
|   |                      |            | 0,150                           | 22                                   | 12                                   | 0,11   |   |   |                |                        |                                  |  |   |
|   |                      |            | 0,530                           | 52                                   | 8                                    | 0,25   |   |   |                |                        |                                  |  |   |
|   |                      |            |                                 | 195                                  |                                      | 0,95   | 2,40  | 468                                     | 1800           | 0,100                  | 0,0024                           | 2,05   | 1,0                                       |
| 4.  | pz4                  |            | 1,320                           | 128                                  | 8                                    | 0,62   | 2,86  | 368                                     | 1800           | 0,100                  | 0,0024                           | 2,60   | 0,8                                       |
| 5.  | pz5                  |            | 1,320                           | 128                                  | 8                                    | 0,62   | 2,86  | 368                                     | 1800           | 1,330                  | 0,0319                           | 2,60   | 10,7                                      |
| 6.  | pz6                  |            | 1,320                           | 128                                  | 8                                    | 0,62   |   |   |                |                        |                                  |  |   |
|   |                      |            | 0,300                           | 32                                   | 4                                    | 0,24   |   |   |                |                        |                                  |  |   |
|   |                      |            |                                 | 160                                  |                                      | 0,86   | 2,49  | 400                                     | 1800           | 2,660                  | 0,0638                           | 2,16   | 22,1                                      |

| —        |                        |   |       |     |    |      |      |     |      |       |        |      |      |
|----------|------------------------|---|-------|-----|----|------|------|-----|------|-------|--------|------|------|
| $\Omega$ |                        |   |       |     |    |      |      |     |      |       |        |      |      |
| 1        | 2                      | 3 | 4     | 5   | 6  | 7    | 8    | 9   | 10   | 11    | 12     | 13   | 14   |
|          | B - zasilanie awaryjne |   |       |     |    |      |      |     |      |       |        |      |      |
| 1.       | pz1+S3                 |   | 2,000 | 487 | 20 | 2,37 |      |     |      |       |        |      |      |
|          |                        |   | 0,150 | 22  | 12 | 0,11 |      |     |      |       |        |      |      |
|          |                        |   | 0,530 | 52  | 8  | 0,25 |      |     |      |       |        |      |      |
|          |                        |   |       | 560 |    | 2,72 | 1,63 | 912 | 1800 | 1,050 | 0,0252 | 1,37 | 19,3 |
| 2.       | pz2+S3                 |   | 0,500 | 122 | 20 | 0,59 |      |     |      |       |        |      |      |
|          |                        |   | 0,720 | 105 | 6  | 0,26 |      |     |      |       |        |      |      |
|          |                        |   | 0,530 | 52  | 8  | 0,25 |      |     |      |       |        |      |      |
|          |                        |   | 0,150 | 22  | 12 | 0,11 |      |     |      |       |        |      |      |
|          |                        |   |       | 300 |    | 1,20 | 2,18 | 653 | 1800 | 0,700 | 0,0168 | 1,83 | 9,2  |
| 3.       | pz3+S1                 |   | 2,000 | 487 | 20 | 2,37 |      |     |      |       |        |      |      |
|          |                        |   | 0,150 | 22  | 12 | 0,11 |      |     |      |       |        |      |      |
|          |                        |   | 0,530 | 52  | 8  | 0,25 |      |     |      |       |        |      |      |
|          |                        |   |       | 560 |    | 2,72 | 1,63 | 912 | 1800 | 0,100 | 0,0024 | 1,37 | 1,8  |
| 4.       | pz3+S2                 |   | 0,720 | 105 | 6  | 0,26 |      |     |      |       |        |      |      |
|          |                        |   | 0,170 | 48  | 6  | 0,20 |      |     |      |       |        |      |      |
|          |                        |   | 0,500 | 122 | 20 | 0,59 |      |     |      |       |        |      |      |
|          |                        |   | 0,530 | 52  | 8  | 0,25 |      |     |      |       |        |      |      |
|          |                        |   | 0,150 | 22  | 12 | 0,11 |      |     |      |       |        |      |      |
|          |                        |   |       | 348 |    | 1,41 | 2,05 | 713 | 1800 | 0,100 | 0,0024 | 1,71 | 1,4  |
| 5.       | pz3+S4                 |   | 0,500 | 122 | 20 | 0,59 |      |     |      |       |        |      |      |
|          |                        |   | 0,150 | 22  | 12 | 0,11 |      |     |      |       |        |      |      |
|          |                        |   | 1,760 | 171 | 8  | 0,83 |      |     |      |       |        |      |      |
|          |                        |   |       | 315 |    | 1,53 | 1,98 | 625 | 1800 | 0,100 | 0,0024 | 1,65 | 1,2  |

| —   |        |   |       |     |    |      |      |     |      |       | $\Omega$ |      |      |
|-----|--------|---|-------|-----|----|------|------|-----|------|-------|----------|------|------|
| 1   | 2      | 3 | 4     | 5   | 6  | 7    | 8    | 9   | 10   | 11    | 12       | 13   | 14   |
| 6.  | pz4+S3 |   | 1,760 | 171 | 8  | 0,83 |      |     |      |       |          |      |      |
|     |        |   | 0,500 | 122 | 20 | 0,59 |      |     |      |       |          |      |      |
|     |        |   | 0,150 | 22  | 12 | 0,11 |      |     |      |       |          |      |      |
|     |        |   |       | 315 |    | 1,53 | 1,98 | 625 | 1800 | 0,100 | 0,0024   | 1,65 | 1,2  |
| 7.  | pz4+S5 |   | 2,640 | 257 | 8  | 1,25 | 2,14 | 551 | 1800 | 0,100 | 0,0024   | 1,80 | 1,1  |
| 8.  | pz5+S4 |   | 2,640 | 257 | 8  | 1,25 | 2,14 | 551 | 1800 | 1,330 | 0,0319   | 1,80 | 14,8 |
| 9.  | pz5+S6 |   | 2,640 | 257 | 8  | 1,25 |      |     |      |       |          |      |      |
|     |        |   | 0,300 | 32  | 4  | 0,24 |      |     |      |       |          |      |      |
|     |        |   |       | 289 |    | 1,49 | 2,01 | 579 | 1800 | 1,330 | 0,0319   | 1,67 | 15,4 |
| 10. | pz6+S5 |   | 2,640 | 257 | 8  | 1,25 |      |     |      |       |          |      |      |
|     |        |   | 0,300 | 32  | 4  | 0,24 |      |     |      |       |          |      |      |
|     |        |   |       | 289 |    | 1,49 | 2,01 | 579 | 1800 | 2,660 | 0,0638   | 1,67 | 30,8 |

|  |               |  |                                 |                                      |                         |
|--|---------------|--|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| Całkowite średnie spadki napięć w sieci zasilającej i powrotnej w godzinach          |               |  |                                 |                                      |                         |
| szczytowego ruchu podane są poniżej.   |               |  |                                 |                                      |                         |
| Spadek dopuszczalny $U_d=132\text{ V}$   |               |  |                                 |                                      |                         |
| średni spadek napięcia w szczycie  |               |  |                                 |                                      |                         |
| Lp   | Obwód         | w kablu zasilającym<br>$\delta U_{zs}$ | w sieci jezdnej<br>$\delta U_s$ | w kablu powrotnym<br>$\delta U_{ps}$ | całkowity<br>$\delta U$ |
|  |               | V                                      | V                               | V                                    | V                       |
| 1  | 2             | 3                                      | 4                               | 5                                    | 6                       |
| <b>Podstacja "Zgierz Łąkowa" – etap docelowy zasilanie w granicach miasta Zgierz</b> |               |  |                                 |                                      |                         |
| <b>Praca normalna – stan projektowany</b>  |               |  |                                 |                                      |                         |
| A. Zasilanie normalne  |               |  |                                 |                                      |                         |
| 1.   | pz1-S1-pp1    | 14,4                                   | 18,8                            | 7,4                                  | 40,5                    |
| 2.   | pz2-S2-pp2    | 8,2                                    | 21,9                            | 8,1                                  | 38,2                    |
| 3.   | pz3-S3-pp1    | 1,0                                    | 13,3                            | 7,4                                  | 21,6                    |
| 4.   | pz4-S4-pp3    | 0,8                                    | 21,1                            | 7,5                                  | 29,3                    |
| 5.   | pz5-S5-pp4    | 10,7                                   | 23,0                            | 12,5                                 | 46,1                    |
| 6.   | pz6-S6-pp4    | 22,1                                   | 24,0                            | 12,5                                 | 58,5                    |
| B. Zasilanie awaryjne  |               |  |                                 |                                      |                         |
| 1.   | pz1-S1-S3-pp1 | 19,3                                   | 34,1                            | 7,4                                  | 60,8                    |
| 2.   | pz2-S2-S3-pp2 | 9,2                                    | 40,7                            | 8,1                                  | 58,1                    |
| 3.   | pz3-S3-S1-pp1 | 1,8                                    | 68,0                            | 7,4                                  | 77,3                    |
| 4.   | pz3-S3-S2-pp2 | 1,4                                    | 59,0                            | 8,1                                  | 68,6                    |
| 5.   | pz3-S3-S4-pp3 | 1,2                                    | 47,4                            | 7,5                                  | 56,1                    |
| 6.   | pz4-S4-S3-pp3 | 1,2                                    | 47,4                            | 7,5                                  | 56,1                    |
| 7.   | pz4-S4-S5-pp3 | 1,1                                    | 54,2                            | 7,5                                  | 62,8                    |
| 8.   | pz5-S5-S4-pp4 | 14,8                                   | 45,9                            | 12,5                                 | 73,2                    |
| 9.   | pz5-S5-S6-pp4 | 15,4                                   | 70,6                            | 12,5                                 | 98,5                    |
| 10.  | pz6-S6-S5-pp4 | 30,8                                   | 53,3                            | 12,5                                 | 96,6                    |


| Lp.  | Miejsce zwarcia | Nr pkt. zasil. | Rezyst. kabla<br>$R_k$ | Rezyst. sieci jezdnej<br>$R_s$ | Rezyst. sieci powrot.<br>$R_p$ | Rezyst. sumarycz.<br>$R_z = \sum R_i$ | Moc zw. sieci pr. st.<br>$P_{zR} = \frac{U_0^2}{R_z}$ | Moc zwarciova całkowita<br>$P_z = \frac{1}{\frac{1}{P_{zs}} + \frac{1}{P_{zR}} + \frac{1}{2P_{zf}}}$ | Prąd zwarcia<br>$I_{zw} = \frac{P_z}{U_0}$ | $I_g = 0,8 \cdot I_{zw}$ | Liczba pociągów<br>N | Maksym. prąd I <sub>rm</sub> | Prąd wyzwal.<br>$I_{rm} < I_w < I_g$ |
|--|-----------------|----------------|------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|---|--|--|--------------------------|----------------------|------------------------------|--------------------------------------|
|  |                 |                | $\Omega$               | $\Omega$                       | $\Omega$                       | $\Omega$                              | MW  | MW   | kA   | kA                       |                      | A                            | A                                    |
| 1  | 2               | 3              | 4                      | 5                              | 6                              | 7                                     | 8   | 9  | 10   | 11                       | 12                   | 13                           | 14                                   |
| <b>Podstacja "Zgierz Łąkowa" – etap docelowy zasilanie w granicach miasta Zgierz</b>   |                 |                |                        |                                |                                |                                       |   |  |  |                          |                      |                              |                                      |
| <b>Praca normalna – stan projektowany</b>  |                 |                |                        |                                |                                |                                       |   |  |  |                          |                      |                              |                                      |
| A. Zasilanie normalne  |                 |                |                        |                                |                                |                                       |   |  |  |                          |                      |                              |                                      |
| 1.   | I               | pz1            | 0,0252                 | 0,0725                         | 0,0231                         | 0,1208                                | 4,17  | 3,43   | 4,83                                       | 3,86                     | 1,78                 | 1983                         | 2200                                 |
| 2.   | IV              | pz2            | 0,0168                 | 0,0781                         | 0,0144                         | 0,1093                                | 4,61  | 3,72   | 5,24                                       | 4,19                     | 0,46                 | 977                          | 2200                                 |
| 3.   | II              | pz3            | 0,0024                 | 0,0754                         | 0,0056                         | 0,0834                                | 6,04  | 4,60   | 6,47                                       | 5,18                     | 0,95                 | 998                          | 2200                                 |
| 4.   | VI              | pz4            | 0,0024                 | 0,1190                         | 0,0140                         | 0,1353                                | 3,73  | 3,12   | 4,39                                       | 3,52                     | 0,62                 | 964                          | 1500                                 |
| 5.   | VII             | pz5            | 0,0319                 | 0,1277                         | 0,0176                         | 0,1772                                | 2,84  | 2,48   | 3,49                                       | 2,79                     | 0,62                 | 964                          | 1200*                                |
| 6.   | VIII            | pz6            | 0,0638                 | 0,1376                         | 0,0729                         | 0,2743                                | 1,84  | 1,68   | 2,36                                       | 1,89                     | 0,86                 | 980                          | 1500                                 |
| B. Praca awaryjna  |                 |                |                        |                                |                                |                                       |   |  |  |                          |                      |                              |                                      |
| 1.   | I               | pz1(pz3)       | 0,0252                 | 0,0725                         | 0,0231                         | 0,1208                                | 4,17  | 3,43   | 4,83                                       | 3,86                     | 2,72                 | 2080                         | 2200                                 |
| 2.   | II              | pz2(pz3)       | 0,0168                 | 0,0730                         | 0,0056                         | 0,0954                                | 5,28  | 4,14   | 5,84                                       | 4,67                     | 1,20                 | 1050                         | 2200                                 |
| 3.   | I               | pz3(pz1)       | 0,0024                 | 0,1480                         | 0,0231                         | 0,1735                                | 2,91  | 2,52   | 3,55                                       | 2,84                     | 2,72                 | 2080                         | 2200                                 |
| 4.   | IV              | pz3(pz2)       | 0,0024                 | 0,1366                         | 0,0144                         | 0,1534                                | 3,29  | 2,81   | 3,95                                       | 3,16                     | 1,41                 | 1074                         | 2200                                 |
| 5.   | VI              | pz3(pz4)       | 0,0024                 | 0,1277                         | 0,0140                         | 0,1440                                | 3,50  | 2,96   | 4,17                                       | 3,34                     | 1,53                 | 1957                         | 2200                                 |
| 6.   | VI              | pz4(pz3)       | 0,0024                 | 0,1277                         | 0,0140                         | 0,1440                                | 3,50  | 2,96   | 4,17                                       | 3,34                     | 1,53                 | 1957                         | 1500                                 |
| 7.   | VII             | pz4(pz5)       | 0,0024                 | 0,2466                         | 0,0176                         | 0,2666                                | 1,89  | 1,72   | 2,42                                       | 1,94                     | 1,25                 | 1028                         | 1500                                 |
| 8.   | VII             | pz5(pz4)       | 0,0319                 | 0,1277                         | 0,0176                         | 0,1772                                | 2,84  | 2,48   | 3,49                                       | 2,79                     | 1,25                 | 1028                         | 1500                                 |
| 9.   | VIII            | pz5(pz6)       | 0,0319                 | 0,2652                         | 0,0729                         | 0,3701                                | 1,36  | 1,27   | 1,79                                       | 1,43                     | 1,49                 | 1044                         | 1200*                                |
| 10.  | VIII            | pz6(pz5)       | 0,0638                 | 0,1376                         | 0,0729                         | 0,2743                                | 1,84  | 1,68   | 2,36                                       | 1,89                     | 1,49                 | 1044                         | 1500                                 |
| * - Obliczenia zwarciove uwzględniają pojedynczy przewód jezdny dla sekcji 5 i sekcji 6. Dla selektywności wyłączanie zwań w tym obszarze proponuje się zastosowanie podwójnego przewodu jezdnego dla sekcji 5 i sekcji 6. |                 |                |                        |                                |                                |                                       |   |  |  |                          |                      |                              |                                      |
| C. Praca awaryjna sekcji S5 i S6 uwzględniająca podwójny przewód jezdny DjpS-100 i linkę nośną L95   |                 |                |                        |                                |                                |                                       |   |  |  |                          |                      |                              |                                      |
| 1.   | VII             | pz4(pz5)       | 0,0024                 | 0,1828                         | 0,0176                         | 0,2028                                | 2,49  | 2,20   | 3,10                                       | 2,48                     | 1,25                 | 1028                         | 1800                                 |
| 2.   | V               | pz5(pz4)       | 0,0319                 | 0,1190                         | 0,0078                         | 0,1587                                | 3,18  | 2,72   | 3,84                                       | 3,07                     | 1,25                 | 1028                         | 1600                                 |
| 3.   | VIII            | pz5(pz6)       | 0,0319                 | 0,1376                         | 0,0729                         | 0,2424                                | 2,08  | 1,88   | 2,64                                       | 2,11                     | 1,49                 | 1044                         | 1500                                 |
| 4.   | VIII            | pz6(pz5)       | 0,0638                 | 0,0737                         | 0,0729                         | 0,2105                                | 2,40  | 2,13   | 3,00                                       | 2,40                     | 1,49                 | 1044                         | 1800                                 |

|                   |            |        |        |      |        |           |   |   |                |              |  |           |
|-------------------|------------|--------|--------|------|--------|-----------|---|---|----------------|--------------|--|-----------|
| Projektował       | A. Kulesza | Zmiany | Rodzaj | Data | Podpis | Podziałka |  | Obszar zasilania podstacji w Zgierzu<br>Podstacja "Zgierz Łąkowa" | Nr ark.<br>1/1 | Nr kol.<br>1 |  |           |
| Opracował         | A. Kulesza |        |        |      |        |           |   |   |                |              |  |           |
| Sprawdził         | S. Kos     |        |        |      |        |           |   |   |                |              |  |           |
| Data<br>03.2019r. |            |        |        |      |        |           |   |   |                |              |  |           |
|                   |            |        |        |      |        |           |   |   |                |              | Schemat zasilania sieci trakcyjnej i powrotnej | S-1902283 |
|                   |            |        |        |      |        |           |   |   |                |              |  |           |
|                   |            |        |        |      |        |           |   |   |                |              |  |           |



**Oznaczenia:**

- 0.05 – długość odcinka
- IS 6 – izolator sekcyjny nr 6
- (0.26) – długość kabla [km]
- (S1) – sekcja sieci jezdnej
- 1000/h – liczba pociągów w jednym kierunku
- 45/46 – linie tramwajowe
- P – przystanek tramwajowy
- pp1 – punkt zasilający dwukablowy
- pp1 – punkt powrotny dwukablowy

|                   |            |        |        |      |        |   |   |   |                |              |
|-------------------|------------|--------|--------|------|--------|---|---|---|----------------|--------------|
| Projektował       | A. Kulesza | Zmiany | Rodzaj | Data | Podpis | Podziałka   |  | Obszar zasilania podstacji w Zgierzu<br>Podstacja "Zgierz Łąkowa" | Nr ark.<br>1/1 | Nr kol.<br>2 |
| Opracował         | A. Kulesza |        |        |      |        |   |   |   |                |              |
| Sprawdził         | S. Kos     |        |        |      |        | Obciążenie średnie szczytowe sieci jezdnej<br>i zasilaczy |   |   | S-1903165      |              |
| Data<br>03.2019r. |            |        |        |      |        |   |   |   |                |              |

