



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

Zamawiający:	Gmina Miasto Zgierz, Plac Jana Pawła II 16, 95-100 Zgierz
Wykonawca:	Sesto Sp. z o.o. ul. Struga 66, 90-557 Łódź
Nazwa 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”
Stadium:	Koncepcja
Tytuł opracowania:	Analiza obszaru zasilania sieci trakcyjnej tramwajowej w Zgierzu

	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 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 Programu Operacyjnego Województwa Łódzkiego na lata 2014 - 2020.
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 zasilać 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.

Rozptyw 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 zasila 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 wyzwacze 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 wyzwacza 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 wyłączenia zwarć przez wyzwacze 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. odc.linii	Prędkość komunik.	Częstotliwość kursowania		
				w szczycie	poza szczyt.	w dni wolne
				[poc/h]	[poc/h]	[poc/h]
1	2	3	4	5	6	7
Obszar Łodzi i Zgierza - stan istniejący (bez linii 45 i 46)						
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 – Ozorkowska/Ogrodnicza	4,400	0,0	0	0	0
8.	Pętla Proboszczewice	0,300	0,0	0	0	0
Obszar Łodzi i Zgierza - etap I po uruchomieniu linii 45						
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 – Ozorkowska/Ogrodnicza	4,400	0,0	0	0	0
8.	Pętla Proboszczewice	0,300	0,0	0	0	0
Obszar Łodzi i Zgierza – etap docelowy						
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 – Ozorkowska/Ogrodnicza	4,400	16,9	4	3	2
8.	Pętla Proboszczewice	0,300	5,0	4	3	2

Lp.	Odcinek	Dług. odc.linii	Prędkość komunik.	Częstotliwość kursowania		
				w szczyt	poza szczyt.	w dni wolne
				[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 – 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 $T_s = D_r * t_w$	T_s	h	3514
6.	Liczba godzin pracy taboru poza szczytem $T_p = D_r * (t_c - t_w)$	T_p	h	1506
7.	Liczba godzin pracy taboru w dni wolne $T_w = D_w * t_c$	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
				S-49	180S
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	Ω/km	0,2
2.	Rezystancja jednostkowa linki nośnej L95	r_1	Ω/km	0,19
3.	Rezystancja jednostkowa sieci płaskiej wykonanej przewodem DjpS-100 i równoległego połączenia dwóch torów	r_{p2}	Ω/km	0,10
4.	Rezystancja jednostkowa sieci wielokrotnej dla jednego toru	r_{w1}	Ω/km	0,097
5.	Rezystancja jednostkowa sieci wielokrotnej dla dwóch torów	r_{w2}	Ω/km	0,0484
6.	Obciążalność prądowa sieci płaskiej wykonanej przewodem jezdnym 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
Typ – YAKY				
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 $I_{d1} = 0,8 * I_{nk}$	I_{d1}	A	940
5.	Obciążalność dwóch kabli w wiązce $I_{d2} = 2 * 0,8 * 0,95 * I_{nk}$	I_{d2}	A	1800
6.	Rezystancja jednostkowa kabla	r_k	Ω/km	0,048

Lp.	Wyszczególnienie	Symbol	Jedn.	Wartość
1	2	3	4	5
1.	Prąd wyprostowany znamionowy	I_n	A	1200
2.	Przebieżalność 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	η		0,98
5.	Moc znamionowa transformatora	P_t	kV.A	1200
6.	Moc znamionowa zespołu w klasie V przebieżalności	P_z	kW	800
7.	Moc zwarciova transformatora (cząstkowa) $P_{zt} = \frac{P_t}{u_z}$	P_{zt}	MV.A	10,9

Obliczenia techniczne
Tabela 7. Obliczenia obciążeń sieci

Lp.	Odcinek	Długość odc. linii dwutor. L_2	Liczba pociągów w obu kierunkach			Obciążenie średnie			Obciążenie średnie godzinne w roku $I_r = \frac{T_s i_s + T_p i_p + T_w i_w}{8760}$	Liczba pociągów na odcinku $n = \frac{n_{s2}}{V_k}$
			w szczycie n_{s2}	poza szczytem n_{p2}	w dni wolne n_{w2}	w szczycie $i_s = \frac{n_{s2} W_s}{U_s L_2}$	poza szczytem $i_p = \frac{n_{p2} W_s}{U_p L_2}$	w dni wolne $i_w = \frac{n_{w2} W_w}{U_w L_2}$		
		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
Podstacja „Helenówek” - obszar Łodzi – stan istniejący										
A. Obciążenia jednostkowe [A/km]										
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. Obciążenie odcinków [A]						$I_s = L_2 i_s$	$I_p = L_2 i_p$	$I_w = L_2 i_w$	$I_r = L_2 i_r$	$N = L_2 n$
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
Razem:		Obciążenie podstacji Helenówek, stan istniejący (bez linii 45 i 46)				675	360	271	403	3,39

Obliczenia techniczne
Tabela 7. Obliczenia obciążeń sieci

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Podstacja „Helenówek” - Obszar Łodzi i Zgierza – odcinek I + odcinek II										
A. Obciążenia jednostkowe [A/km]										
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. Obciążenie odcinków [A]										
						$I_s = L_2 i_s$	$I_p = L_2 i_p$	$I_w = L_2 i_w$	$I_r = L_2 i_r$	$N = L_2 n$
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
	Razem:	Podstacja „Helenówek” - Obszar Łodzi i Zgierza – odcinek I + odcinek II				1246	817	728	830	6,14

Obliczenia techniczne
Tabela 7. Obliczenia obciążeń sieci

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Podstacja „Helenówek” - Obszar Łodzi i Zgierz – Odcinki I, II i III										
A. Obciążenia jednostkowe [A/km]										
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. Obciążenie odcinków [A]										
						$I_s = L_2 i_s$	$I_p = L_2 i_p$	$I_w = L_2 i_w$	$I_r = L_2 i_r$	$N = L_2 n$
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
	Razem:	Podstacja „Helenówek” - Obszar Łodzi i Zgierz – Odcinki I, II i III				2162	1532	1128	1424	10,67

Obliczenia techniczne
Tabela 7. Obliczenia obciążeń sieci

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Obszar miasta Zgierz – odcinki I i II										
A. Obciążenia jednostkowe [A/km]										
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 – 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. Obciążenie odcinków [A]						$I_s = L_2 i_s$	$I_p = L_2 i_p$	$I_w = L_2 i_w$	$I_r = L_2 i_r$	$N = L_2 n$
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 – 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
Razem: Obszar miasta Zgierz – odcinki I i II						467	389	311	335	2,24

Obliczenia techniczne
Tabela 7. Obliczenia obciążeń sieci

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Obszar miasta Zgierz- odcinki I, II i III										
A. Obciążenia jednostkowe [A/km]										
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 – 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. Obciążenie odcinków [A]						$I_s = L_2 i_s$	$I_p = L_2 i_p$	$I_w = L_2 i_w$	$I_r = L_2 i_r$	$N = L_2 n$
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 – 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
Razem: Obszar miasta Zgierz- odcinki I, II i III						1122	880	639	768	5,51
						$I_s = L_2 i_s$	$I_p = L_2 i_p$	$I_w = L_2 i_w$	$I_r = L_2 i_r$	$N = L_2 n$

Obliczenia techniczne
Tabela 7. Obliczenia obciążeń sieci

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	Podstacja Helenówek – etap docelowy					$I_s = L_2 i_s$	$I_p = L_2 i_p$	$I_w = L_2 i_w$	$I_r = L_2 i_r$	$N = L_2 n$	
	A. Obciążenia jednostkowe [A/km]										
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. Obciążenie odcinków [A]					$I_s = L_2 i_s$	$I_p = L_2 i_p$	$I_w = L_2 i_w$	$I_r = L_2 i_r$	$N = L_2 n$	
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	
	Razem:	Podstacja Helenówek – etap docelowy				1412	947	712	915	6,97	

Lp.	Wyszczególnienie	Symbol	Jedn.	Wartość dla						
				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_{1h}	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.	C_s	-	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	$P_{\acute{s}r}$	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 pp. kabla	Ilość poc. na odc. -N	Prąd				Kabel		Spadek napięcia	
		szczyt I_s		zast. I_z	dop. I_d	długość l_k	rezyst. R_k	szczyt. U_s	
		A		A	A	km	Ω	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 L_s	Obciążenie średnie szczyt. odcinka sekcji I_s	Obciążenie średnie szczyt. odcinka sąsiedn. sekcji I_{ss}	Rezyst. jednostk. odcinka r_w	Rezyst. odcinka $R_s = L_s r_w$	Częstotl. poc. na sekcji p_s	Liczba poc. na odcinku sekcji $N = \frac{p_s L_s}{v_k}$	Współczyn. $\alpha = 2, K = .$ $\frac{3\alpha - 2}{2N} + 1$	Spadki napięć od prądu danego odc. $U_I = .$ $\frac{1}{3} I_s R_s K_N$	Spadki napięć od prądu odcinka sąsiedniego $U_{II} = .$ $\frac{2}{3} I_{ss} R_s K_N$	Spadki napięć - suma $U_s = U_I + U_{II}$
		km	A	A	Ω/km	Ω	poc/h			V	V	V
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Podstacja "Zgierz Łąkowa" – etap docelowy zasilanie w granicach miasta Zgierz												
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			21,9
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			13,3
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			24,0

Ω

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			34,1
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			40,7
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			68,0
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			59,0
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			47,4

Ω

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			47,4
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			45,9
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			70,6
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			53,3

Obliczenia techniczne
Tabela 11. Obliczenia kabli zasilających

Lp.	Oznac. punktu zasil.	Ozn. kabla	Długość odcinka sekcji L_s	Prąd szczyt. odcinka sekcji I_s	Częst. jazdy poc. na sekcji p_s	Liczba pociągów na sekcji $N = \frac{p_s L_s}{v_k}$	Współczyn. $K_p = \sqrt{1 + \frac{\beta}{N}}$ $\beta = 4,5$	Prąd zastępczy $I_z = I_s * K_p$	Prąd dopuszcz.	Długość kabla L_k	Rezyst. kabla $R_z = L_k r_k$	Współczyn. $\alpha = 2, K_n = \frac{\alpha - 1}{N} + 1$	Spadek napięcia $U_{zs} = I_s R_k K_n$
1	2	3	4 km	5 A	6 poc/h	7	8	9 A	10 A	11 km	12 Ω	13	14 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

Obliczenia techniczne
Tabela 11. Obliczenia kabli zasilających

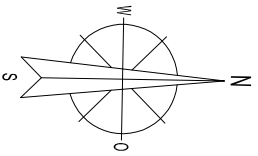
-												Ω	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	B - zasilanie awaryjne												
1.	pz1+S3		2,000	487	20	2,37							
			0,150	22	12	0,11							
			0,530	52	8	0,25							
				560		2,72	1,63	912	1800	1,050	0,0252	1,37	19,3
2.	pz2+S3		0,500	122	20	0,59							
			0,720	105	6	0,26							
			0,530	52	8	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

Obliczenia techniczne
Tabela 11. Obliczenia kabli zasilających

-												Ω	
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 $U_d=132$ V					
Lp	Obwód	średni spadek napięcia w szczycie			
		w kablu zasilającym δU_{zs}	w sieci jezdnej δU_s	w kablu powrotnym δU_{ps}	całkowity δU
		V	V	V	V
1	2	3	4	5	6
Podstacja "Zgierz Łąkowa" – etap docelowy zasilanie w granicach miasta Zgierz					
Praca normalna – stan projektowany					
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	Rezyst. sieci jezdnej	Rezyst. sieci powrot.	Rezyst. sumarycz.	Moc zw. sieci pr. st.	Moc zwarciowa całkowita	Prąd zwarcia	$I_g = 0,8 * I_{zw}$	Liczba pociągów N	Maksym. prąd I _{rm}	Prąd wyzwal. $I_{rm} < I_w < I_g$
			R_k	R_s	R_p	$R_z = \sum R_i$	$P_{zR} = \frac{U_0^2}{R_z}$	$P_{z=} = \frac{1}{\frac{1}{P_{zs}} + \frac{1}{P_{zR}} + \frac{1}{2P_{zI}}}$					
			Ω	Ω	Ω	Ω	MW	MW	kA	kA		A	A
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Podstacja "Zgierz Łąkowa" – etap docelowy zasilanie w granicach miasta Zgierz													
Praca normalna – stan projektowany													
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 zwarciowe uwzględniają pojedynczy przewód jezdny dla sekcji 5 i sekcji 6. Dla selektywności wyłączanie zwarć w tym obszarze proponuje się zastosowanie podwójnego przewodu jezdnych 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



- Oznaczenia:**
- 0.05 – długość odcinka
 - IS 6 – izolator sekcyjny nr 6
 - (0.26) – długość kabla [km]
 - (S1) – sekcja sieci jezdnej
 - 10poc/h – liczba pociągów w jednym kierunku
 - 45 46 – linie tramwajowe
 - P – przystanek tramwajowy
 - pp1 – punkt zasilający dwukablowy
 - pp2 – punkt powrotny dwukablowy

Projektował	A. Kulesza
Opracował	A. Kulesza
Sprawdził	S. Kos

Data
03.2019r.

Projektował	A. Kulesza
Opracował	A. Kulesza
Sprawdził	S. Kos

Zmiany

Rodzaj	Data	Podpis
c		
b		
d		

Data	Podpis

Kod



Obszar zasilania podstacji w Zgierzu
Podstacja "Zgierz Łąkowa"
Schemat zasilania sieci trakcyjnej i powrotnej

Nr ark.	Nr kol.
1/1	1

S-1902283

