



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

Analiza zasilania sieci trakcyjnej od docelowego węzła Rakoczego, poprzez trasę Nową Politechniczną, wzdłuż Al. Grunwaldzkiej oraz ul. Klonowej w ramach zadania pt.: „Dokumentacja dla przyszłych projektów”	
<i>Tytuł opracowania:</i>	Analiza obszaru zasilania stacji prostownikowych „Sobieskiego” (nowa), „Piecki” i „Towarowa” w Gdańsku – część II – podstacja prostownikowa „Piecki”
<i>Adres/Lokalizacja</i>	województwo pomorskie; Gdańsk
<i>Zamawiający:</i>	Dyrekcja Rozbudowy Miasta Gdańska ul. Żaglowa 11, 80-560 Gdańsk
<i>Wykonawca:</i>	Sesto Sp. z o.o. ul. Struga 66, 90-557 Łódź
<i>Umowa:</i>	Postępowanie nr 8/BZP-PU.511.8.2023/AF (SE2300025)
KWIECIEŃ 2023	

<i>Stanowisko:</i>	<i>Specjalność:</i>	<i>Imię i nazwisko:</i>	<i>Numer uprawnień:</i>	<i>Podpis:</i>
<i>Projektant:</i>	<i>Instalacje elektryczne</i>	<i>Mariusz Tyran</i>	<i>LOD/0614/POOE/07</i>	
<i>Opracował:</i>	<i>Instalacje elektryczne</i>	<i>Krzysztof Błaszczewicz</i>	-	
<i>Sprawdzający</i>	<i>Instalacje elektryczne</i>	<i>Sławomir Kos</i>	<i>75/92/WŁ</i>	



Sesto Sp. z o.o. • ul. Struga 66 • 90-557 Łódź
tel. +48 42 688 03 05 • fax +48 42 688 04 70 • biuro@sesto.pl • www.sesto.pl
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
Bank Millennium S.A. • nr rachunku 90 1160 2202 0000 0002 3634 0363
Prezes zarządu — Piotr Sakowski • Wiceprezes zarządu — Sławomir Szczotarski



Spis treści

SPIS TREŚCI	2
1. DANE WYJŚCIOWE DO PROJEKTOWANIA	3
1.1. Podstawa opracowania.....	3
1.2. Przedmiot i zakres opracowania	3
1.3. Zawartość opracowania.....	3
1.4. Załącznik nr 1 – pismo ZTM znak ZTM-NN.410.4.2023.MT z dnia 28.03.2023 r.....	4
2. OBLICZENIA TECHNICZNE	5
2.1. Warunki ruchowe	5
2.2. Parametry podstacji trakcyjnej.....	6
2.3. Obliczenia sieci powrotnej.....	6
2.4. Obliczenia sieci zasilającej.....	6
2.5. Określenie prądów zwarciovych w sieci.....	7
3. WNIOSKI Z OBLICZEŃ OBSZARU ZASILANIA	8
3.1. Podstacja prostownikowa	8
3.2. Sieć powrotna	8
3.3. Sieć jezdna i zasilacze trakcyjne	8
4. SPIS TABEL	9
5. SPIS RYSUNKÓW	10

I. CZĘŚĆ OPISOWA

1. Dane wyjściowe do projektowania

1.1. Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowią:

1. Dokumentacja postępowania pn.: *Analiza zasilania sieci trakcyjnej od docelowego węzła Rakoczego, poprzez trasę Nową Politechniczną, wzdłuż Al. Grunwaldzkiej oraz ul. Klonowej w ramach zadania pt.: „Dokumentacja dla przyszłych projektów” (postępowanie nr 8/BZP-PU.511.8.2023/AF);*
2. Pismo ZTM Gdańsk znak ZTM-NN.410.4.2023.MT z dnia 28.03.2023 r. z danymi do obliczeń (zał. 1);
3. Aktualny schemat zasilania sieci trakcyjnej w Gdańsku
4. Dane o istniejącym obszarze zasilania przekazane przez Zamawiającego;
5. Obowiązujące przepisy i zalecane normy;
6. Dostępne w Internecie aktualne rozkłady jazdy linii tramwajowych.

1.2. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest analiza obszaru zasilania istniejącej podstacji trakcyjnej tramwajowej „Piecki” w związku z projektowaną budową trasy „Nowa Politechniczna” w Gdańsku.

W związku z rozbudową sieci tramwajowej w Gdańsku jest przewidziana budowa trasy tramwajowej zwanej „Nowa Politechniczna” w ulicach: Jaśkowa Dolina, Wileńska, Sobieskiego, Do Studzienki oraz Bohaterów Getta Warszawskiego. Dla potrzeb zasilania tej trasy przewidziano budowę nowej podstacji trakcyjnej. Ponadto przewiduje się zwiększenie obciążenia w obszarach zasilania sąsiadujących podstacji „Piecki” oraz „Towarowa” na skutek przewidzianych pismem ZTM (zał. 1) nowych częstotliwości kursowania tramwajów oraz użycia pojazdów o zwiększonej długości.

1.3. Zawartość opracowania

Obszar zasilania istniejącej podstacji „Piecki” obejmuje linie tramwajowe w ulicach: Kartuska, Nowolipie, Rakoczego, Bulowska oraz węzeł Brętowo PKM. W związku z budową trasy „Nowa Politechniczna” obszar ten zostanie powiększony o węzeł/skrzyżowanie ulic: Rakoczego / Jaśkowa Dolina i torowisko w ul. Jaśkowa Dolina.

Niniejsze opracowanie zawiera:

- obliczenie kabli powrotnych i zasilających w obszarze zasilania podstacji prostownikowej,
- obliczenie 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).

W opracowaniu przyjęto, że normalnym układem pracy jest zapewnienie zasilania dla częstotliwości podanych w piśmie ZTM (zał. 1) jako standardowe. W tym układzie każdy element zasilania (zespoły prostownikowe, zasilacze trakcyjne, punkty powrotne) może być w razie awarii zastąpiony przez pozostałe elementy (zespół prostownikowy rezerwowy, zasilacz trakcyjny sąsiedni, pozostałe punkty powrotne).

1.4. Załącznik nr 1 – pismo ZTM znak ZTM-NN.410.4.2023.MT z dnia 28.03.2023 r.

ZTM-NN.410.4.2023.MT

Gdańsk, 28.03.2023 r.

SESTO Sp. z o.o.
ul. Struga 66
90-557 Łódź

Dotyczy: danych do wykonania obliczeń obszaru zasilania dla trasy tramwajowej Nowa Politechniczna

W odpowiedzi na Państwa pismo Zarząd Transportu Miejskiego w Gdańsku przekazuje poniższe informacje, w zakresie swoich kompetencji.

1. Częstotliwości kursowania regularnego wg rozkładów jazdy:

Odcinek	Godziny szczytu	Poza szczytem	Dni wolne
Nowa Politechniczna	3'20"	6'40"	6'40"
Nowolipie – Rakoczego	5'	10'	10'
Rakoczego (Jaśkowa Dolina – Bulońska)	2'	4'	4'
Rakoczego (Bulońska – Brętowo PKM)	5'	10'	10'
Bulońska	5'	10'	10'
al. Grunwaldzka (al. Hallera – Strzyża PKM)	2'	4'	5'
al. Grunwaldzka (Boh. Getta Warszawskiego – Klonowa - /Strzyża PKM/)	1'15"	2'15"	2'50"
al. Zwycięstwa (al. Hallera – 3 Maja)	1'40"	2'30"	2'50"
al. Hallera (al. Zwycięstwa – Kliniczna)	3'20"	5'	5'
Kliniczna (al. Hallera – Marynarki Polskiej)	10'	10'	10'
Marynarki Polskiej (Węzeł Kliniczna – Nowy Port)	5'	10'	10'
Marynarki Polskiej (Węzeł Kliniczna – Śródmieście)	3'20"	5'	5'
Pętla Kliniczna	Brak ruchu regularnego – funkcja rezerwowa obiektu		

Podano wartości dla **jednego** kierunku ruchu. Dla odcinków dwutorowych należy przemnożyć ww. wartości przez 2, aby uzyskać wartość pełnego obciążenia danego odcinka. ZTM w Gdańsku zwraca szczególną uwagę na występowanie wzmożonego ruchu na odc. Boh. Getta Warszawskiego (Nowa Politechniczna) – Klonowa, ze względu na wspólny przebieg tramwajów kursujących z dużą częstotliwością na odc. Wrzeszcz – Śródmieście oraz tramwajów z ul. „Nowej Politechnicznej”. Jeżeli odcinek w ul. Klonowej, wraz z krańcem „Wrzeszcz PKP” nie

zostanie zrealizowany, konieczne będzie prowadzenie całego ruchu aż do pętli „Strzyża PKM”. Ww. odcinek wykazano w tabeli osobno, ponieważ charakteryzuje się bardzo wysokim natężeniem ruchu, w Gdańsku porównywalnym tylko z odcinkiem przy Dworcu Głównym (Węzeł Piastowski – Hucisko).

2. Ramowy czas trwania szczytu przewozowego to godziny 5-9 i 14-18, natomiast jako maksymalny czas pracy pojazdu należy przyjąć poziom 20 godzin. Ramowe godziny funkcjonowania komunikacji tramwajowej to 4-24.

Z wyrazami szacunku

DYREKTOR
Zarządu Transportu Miejskiego w Gdańsku
Sebastian Zomkowski

2. Obliczenia techniczne

Obliczenia techniczne wykonano dla istniejącej podstacji prostownikowej „Piecki” obejmującej torowisko wraz z siecią trakcyjną w ulicach: Kartuska, Nowolipie, Rakoczego, Bulońska oraz węzeł Brętowo PKM, powiększony o torowisko na skrzyżowaniu ulic: Rakoczego / Jaśkowa Dolina oraz w ul. Jaśkowa Dolina.

W stanie projektowanym uwzględniono kursowanie w co drugim kursie nowoczesnego taboru o długości ok. 40-45 m.

Do obliczeń przyjęto obszar zasilania podstacji „Piecki” o łącznej długości **4,31 km** toru podwójnego.

2.1. Warunki ruchowe

Do obliczeń przyjęto wartości wyjściowe:

- jednostkowe zużycie energii przez tramwaj:
 - wartość uśrednioną **7,3 kWh/poc./km** dla istniejącego taboru obsługującego linie tramwajowe w Gdańsku;
 - wartość uśrednioną **9,9 kWh/poc./km** dla istniejącego taboru obsługującego linie tramwajowe w Gdańsku uwzględniającą w co drugim kursie nowoczesny tabor o długości ok. 40-45 m;

Wymienione wartości zużycia energii uwzględniają ogrzewanie tramwajów zimą oraz klimatyzację latem.
- kursowanie tramwajów:
 - rozkładowe częstotliwości dla stanu istniejącego;
 - zakładane zwiększenie liczby kursów zgodnie z pismem ZTM.

Obliczenia przeprowadzono metodą średniego obciążenia trasy pobieraną energią. Przy określaniu obciążeń poszczególnych elementów układu zasilania (kable zasilające i powrotne, sieć trakcyjna oraz zespoły prostownikowe) określono prąd zastępczy obciążenia uwzględniający rzeczywistą nierównomierność ruchu np. spowodowaną czasowymi zatrzymaniami, działaniem sygnalizacji świetlnej itp. Prąd zastępczy jest wynikiem mnożenia wartości średniej przez współczynnik zależny od ilości pojazdów na danym odcinku – wg wzorów umieszczonych w nagłówkach tabel. Prąd zastępczy porównuje się z dopuszczalną obciążalnością kabli i sieci trakcyjnej.

2.2. Parametry podstacji trakcyjnej

Podstacja „Piecki” wyposażona jest w 3 zespoły prostownikowe z możliwością zabudowy zespołu czwartego. Zespoły o mocy 800kW po stronie prądu stałego. W podstacji znajduje się rozdzielnica prądu stałego RPS z 7 zasilaczami trakcyjnymi. wyposażonymi w wyłączniki 1200VDC, 2000A z wyzwaczami o zakresie 2÷5 kA. **Przewidziano wykorzystanie istniejącego zasilacza rezerwowego do zasilania nowopowstałego węzła Rakoczego-Jaśkowa Dolina.**

Szafa kabli powrotnych w rozdzielnicy RPS jest przygotowana na 12 kabli powrotnych, z której wyprowadzono 8 kabli.

2.3. Obliczenia sieci powrotnej

Dla obliczeń kabli powrotnych podstacji „Piecki” przyjęto ich długości na podstawie danych podanych przez ZTM Gdańsk.

Rozptyw prądów w sieci powrotnej określono metodą potencjałów węzłowych przy pomocy oprogramowania własnego.

Kable powrotne sprawdzono dla obciążeń obliczeniowych na nagrzewanie dla stanu pracy normalnej i awaryjnej rozumianej jako awaria pojedynczego punktu powrotnego. 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.

2.4. Obliczenia sieci zasilającej

Długości kabli istniejących zasilaczy przyjęto na podstawie danych podanych przez ZTM Gdańsk.

Powiększenie obszaru zasilania podstacji o nowy odcinek 0,23 km w ul. Jaśkowa Dolina oraz powstanie węzła Rakoczego - Jaśkowa Dolina wymusiło konieczność przeprowadzenia n/w zmian w układzie zasilania:

- a) węzeł Jaśkowa Dolina – Rakoczego należy zasilić nowym dwukablowym zasilaczem trakcyjnym o długości ok. 570m – pz7 Jaśkowa Dolina;
- b) w sieci górnej zainstalować nowy izolator sekcyjny (robocze oznaczenie 133A) w odległości około 270m od istniejącego izolatora 133, w miejscu istniejącego kotwienia środkowego;
- c) izolator 133 przesunąć o 200m w kierunku punktu zasilającego Piekarnicza, na słup najbliższy tego punktu zasilającego;
- d) lokalizacje punktów zasilających Belgradzka i Piekarnicza pozostają bez zmian.

Sieć zasilającą obliczono dla stanu pracy normalnej i awaryjnej. Praca awaryjna rozumiana jest jako awaria zasilacza. Przyjęto, że o doborze kabli decyduje praca awaryjna. Ponadto sieć zasilającą sprawdzono obliczeniowo dla stanu pracy doraźnej, czyli czasowego zwiększenia obciążenia wynikającego z wprowadzonych objazdów.

Kable zasilające obliczono na:

- nagrzewanie;
- spadek napięcia w godzinach szczytowego ruchu.

2.5. Określenie prądów zwarciovych w sieci

Miejsca najbardziej niekorzystnych przypadków zwarć pokazano na rozmieszczeniu punktów zasilających i powrotnych.

Przy obliczeniach prądów zwarciovych zakładano, że zwarcia są metaliczne.

Wyznaczono sugerowane nastawy wyzwalaczy wyłączników szybkich poszczególnych zasilaczy trakcyjnych.

Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli nr 13.

3. Wnioski z obliczeń obszaru zasilania

3.1. Podstacja prostownikowa

W podstacji „Piecki” przewidziano zachowanie istniejących trzech zespołów prostownikowych (dwa robocze i jeden rezerwowy), o prądzie znamionowym 1200A dla V i VII klasy przeciążalności. Z przeprowadzonej analizy wynika, że obciążenie podstacji dla stanu projektowanego może być zapewnione przez dwa robocze zespoły prostownikowe.

Jednakże należy się liczyć ze wzrostem obciążenia podstacji do ok. 1200kW, wywołanym wprowadzeniem pojazdów o większym zapotrzebowaniu mocy (tramwaje 45m) i zwiększoną częstotliwością kursowania.

Wyniki obliczeń parametrów podstacji podano w tabeli nr 8. Przeprowadzone obliczenia potwierdzają, że podstacja trakcyjna po budowie trasy „Nowa Politechniczna” będzie prawidłowo zasilac sieć trakcyjną i powrotną oraz moc przyłączeniową podstacji jest wystarczająca.

3.2. Sieć powrotna

Obliczenia wykonano dla 4 punktów powrotnych dwukablowych. Kable powrotne dla projektowanego zwiększonego ruchu nie są przeciążone ani w pracy normalnej ani awaryjnej rozumianej jako awaria jednego punktu powrotnego ani w pracy doraźnej.

Punkty powrotne przyjęto jako dwukablowe z zastosowaniem kabli typu YAKY 1x630/25mm²; 0,6/1kV.

Na rysunku nr S-2304219 przedstawiono rozptyw średnich szczytowych prądów w sieci powrotnej, dla projektowanego układu kabli powrotnych. Wyniki obliczeń zamieszczono w tabeli nr 9.

3.3. Sieć jezdna i zasilacze trakcyjne

Sieć jezdna na szlaku jest wielokrotna, złożona z drutu Djps 100 i liny nośnej L95 (lub 2x Djps 100). Na skrzyżowaniach i pętlach sieć jest płaska, złożona z pojedynczego drutu jezdneho.

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

Dla przyjętych częstotliwości kursowania tramwajów, **po wprowadzeniu opisanych w pkt. 2.4 zmian w układzie zasilania sieci**, kable zasilające oraz sieć jezdna nie będą przeciążone podczas pracy normalnej, awaryjnej. Praca awaryjna jest rozumiana jako awaria pojedynczego zasilacza.

Zwarcia metaliczne na końcach sieci będą skutecznie wyłączane przez wyzwalacze wyłączników szybkich, przy pracy normalnej i awaryjnej.

Wyniki obliczeń kabli zasilających zawarte są w tabeli 11.

Punkty zasilające przewidziano jako dwukablowe z zastosowaniem kabli typu YAKY 1x630/25mm²; 0,6/1kV.

Na rysunku nr S-2304217 przedstawiono obciążenie średnie szczytowe sieci jezdnej oraz zasilaczy.

II. CZĘŚĆ OBLICZENIOWA

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

III. CZĘŚĆ RYSUNKOWA

5. Spis rysunków

1. Schemat sieci trakcyjnej w Gdańsku	S-2304213
2. Rozmieszczenie zasilaczy i punktów powrotnych. Stan istniejący	S-2304214
3. Rozmieszczenie zasilaczy i punktów powrotnych. Stan projektowany	S-2304215
4. Obciążenie średnie szczytowe sieci jezdnej i zasilaczy. Stan istniejący	S-2304216
5. Obciążenie średnie szczytowe sieci jezdnej i zasilaczy. Stan projektowany	S-2304217
6. Obciążenie średnie szczytowe torowiska i kabli powrotnych. Stan istniejący	S-2304218
7. Obciążenie średnie szczytowe torowiska i kabli powrotnych. Stan projektowany	S-2304219
8. Schemat zastępczy sieci zasilającej. Stan istniejący	S-2304220
9. Schemat zastępczy sieci zasilającej. Stan projektowany	S-2304221
10. Schemat zastępczy sieci powrotnej. Stan istniejący	S-2304222
11. Schemat zastępczy sieci powrotnej. Stan projektowany	S-2304223

Lp.	Odcinek	Dług. odc.linii L_2	Prędkość komunik. V_k	Częstotliwość kursowania		
				w szczyt n_s	poza szczyt. n_p	w dni wolne n_w
		[km]	[km/h]	[poc/h]	[poc/h]	[poc/h]
1	2	3	4	5	6	7

Podstacja "Piecki" – stan istniejący

1	weksel BRĘTOWO PKM	0,100	5,0	6	3	3
2	Rakoczego kier. do Brętowo PKM	0,988	20,0	6	3	3
3	Bulońska	0,778	20,0	6	3	3
4	Rakoczego, Nowolipie, Kartuska	2,188	20,0	12	6	6

Podstacja "Piecki" – stan projektowany (docelowy)

1	weksel BRĘTOWO PKM	0,100	5,0	12	6	6
2	Rakoczego kier. do Brętowo PKM	0,988	20,0	12	6	6
3	Bulońska	0,778	20,0	12	6	6
4	Rakoczego (wspólny)	0,398	20,0	30	15	15
5	Jaśkowa Dolina (N.Politechniczna)	0,255	20,0	18	9	9
6	Rakoczego, Nowolipie, Kartuska	1,790	20,0	12	6	6

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	9
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	2259
6.	Liczba godzin pracy taboru poza szczytem $T_p = D_r * (t_c - t_w)$	T_p	h	2761
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
				49E1	60R1
1.	Masa jednostkowa	g	kg/m	49,39	60,59
2.	Rezystancja 1m nowej szyny	r		0,035	0,032
3.	Rezystancja jednost. sieci szynowej dla jednego toru z uwzględnieniem 15% zużycia	r_{t1}		0,0204	0,0184
4.	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 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 jezdno 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	6	7
1.	Prąd wyprostowany znamionowy	I_n	A	1200	1600	2000
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	2400	3000
	1min	I_{1m}	A	2400	3200	4000
	15s	I_{10s}	A	5400	7200	9000
3a.	Napięcie stanu jałowego	U_o	V	710	710	710
3.	Napięcie wyprostowane	U_n	V	660	660	660
4.	Sprawność	η		0,98	0,98	0,98
5.	Moc znamionowa transformatora	P_t	kV.A	1200	1600	1900
6.	Moc znamionowa zespołu w klasie V przeciążalności	P_z	kW	800	1060	1320
7.	Moc zwarciova transformatora (częstkowa) $P_{zt} = \frac{P_t}{u_z}$	P_{zt}	MV.A	10,9	14,5	18,2

Lp.	Odcinek	Dług. odc. linii dwutor. L_2 km	Liczba pociągów w obu kierunkach			Obciążenie średnie			Obciążenie średnie godzinne w roku $I_r = \frac{T_s i_s + T_p i_p + T_w i_w}{8760}$ A/km; A	Liczba pociągów na odcinku $n = \frac{n_{s2}}{V_k}$ poc/km; poc
			w szczycie n_{s2} poc/h	poza szczytem n_{p2} poc/h	w dni wolne n_{w2} poc/h	w szczycie $i_s = \frac{n_{s2} w_s}{U_s L_2}$ A/km; A	poza szczytem $i_w = \frac{n_{p2} w_s}{U_p L_2}$ A/km; A	w dni wolne $i_w = \frac{n_{w2} w_w}{U_w L_2}$ A/km; A		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Podstacja "Piecki" – stan istniejący

A. Obciążenia jednostkowe [A/km]

1	weksel BRĘTOWO PKM	0,100	12	6	6	960	480	480	524	2,40
2	Rakoczego kier. do Brętowo PKM	0,988	12	6	6	146	60	60	72	0,60
3	Bulońska	0,778	12	6	6	146	60	60	72	0,60
4	Rakoczego, Nowolipie, Kartuska	2,188	24	12	12	292	120	120	145	1,20

B. Obciążenie odcinków [A]

1	weksel BRĘTOWO PKM	0,100	12	6	6	96	48	48	52	0,24
2	Rakoczego kier. do Brętowo PKM	0,988	12	6	6	144	59	59	71	0,59
3	Bulońska	0,778	12	6	6	114	47	47	56	0,47
4	Rakoczego, Nowolipie, Kartuska	2,188	24	12	12	639	263	263	316	2,63
Razem:						992	418	418	496	3,92

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----

Podstacja "Piecki" – stan projektowany (docelowy)

A. Obciążenia jednostkowe [A/km]

1	weksel BRĘTOWO PKM	0,100	24	6	6	1920	480	480	771	4,80
2	Rakoczego kier. do Brętowo PKM	0,988	24	12	12	396	155	155	191	1,20
3	Bulońska	0,778	24	12	12	396	155	155	191	1,20
4	Rakoczego (wspólny)	0,398	60	30	30	990	388	388	479	3,00
5	Jaśkowa Dolina (N.Politechniczna)	0,255	36	18	18	594	233	233	287	1,80
6	Rakoczego, Nowolipie, Kartuska	1,790	24	12	12	396	155	155	191	1,20

B. Obciążenie odcinków [A]

1	weksel BRĘTOWO PKM	0,100	24	6	6	192	48	48	77	0,48
2	Rakoczego kier. do Brętowo PKM	0,988	24	12	12	391	153	153	189	1,19
3	Bulońska	0,778	24	12	12	308	121	121	149	0,93
4	Rakoczego (wspólny)	0,398	60	30	30	394	154	154	190	1,19
5	Jaśkowa Dolina (N.Politechniczna)	0,255	36	18	18	151	59	59	73	0,46
6	Rakoczego, Nowolipie, Kartuska	1,790	24	12	12	709	278	278	343	2,15
Razem:						2145	813	813	1021	6,40

Lp.	Wyszczególnienie	Symbol	Jedn.	Wartości dla:	
1	2	3	4	5	6
				Podstacja "Piecki" – stan istniejący	Podstacja "Piecki" – stan projektowany (docelowy)
1.	Prąd obciążenia stacji			dla zesp. 1200A	dla zesp. 1200A
	a) w szczycie	I_s	A	992	2145
	b) średni roczny	I_r	A	496	1021
2.	Liczba pociągów w obszarze	N	-	3,92	6,40
3.	Współczynnik szczytu 10 sek.	Cs	-	4,05	3,30
4.	Przeciążalność 10 sek. stacji potrzebna	I_{pp}	A	4019	7078
5.	Przeciążalność 10/15 sek jednego zespołu roboczego			5400	5400
6.	Liczba niezbędnych zespołów wynikająca z obciążalności w szczycie (ciągłej)	n_n	-	0,8	1,8
7.	J. w. lecz z przeciążalności 10s	n_{10s}	-	0,7	1,3
8.	Moc obliczeniowa średnia w godzinach szczytu	Pśr	kW	544	1175
9.	Współczynnik szczytu 15-min	C_{15}	-	1,15	1,15
10.	Moc 15-min stacji	S_{15}	kV.A	811	1753
11.	Prąd 1h stacji po stronie SN	I_{1h}	A	27,0	58,3
12.	Prąd 10sek stacji po stronie SN	I_{ch}	A	109	193
12.	Liczba przyjętych zespołów prostownik. (roboczych i rezerw.)	-	szt.	1+1	2+1
13.	Moc zainstalowana zespołów		kW	2400	2400

Oznaczenie pp. kabla	Ilość poc. na odc. -N	Prąd				Kabel		Spadek napięcia	
		szczyt I_s	roczny I_r	zast. I_z	dop. I_d	długość l_k	rezyst. R_k	szczyt. U_s	roczny U_r
		A	A	A	A	km	Ω	V	V
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Podstacja "Piecki" – stan istniejący

Praca normalna

pp1	1,240	301,7	150,5	649,1	1800	0,821	0,0196	10,66	2,94
pp2	1,365	332,1	166,2	688,5	1800	0,642	0,0153	8,81	2,54
pp3	0,559	173,7	87,2	407,3	1800	1,270	0,0303	10,51	2,64
pp4	0,761	185,2	92,9	434,4	1800	1,150	0,0274	10,15	2,55

pp1 – 2-kablowy 821m – Schuberta

pp2 – 2-kablowy 642m – Jaśkowa Dolina

pp3 – 2-kablowy 1270m – Żylewiczka

pp4 – 2-kablowy 1150m – Marusarzówny

Podstacja "Piecki" – stan projektowany (docelowy)

Praca normalna

pp1	1,661	548,1	265,6	1055,6	1800	0,821	0,0196	17,18	5,20
pp2	2,167	715,0	347,2	1254,2	1800	0,642	0,0153	15,99	5,31
pp3	1,336	378,5	184,2	791,1	1800	1,270	0,0303	20,03	5,58
pp4	1,237	408,1	198,4	879,0	1800	1,150	0,0274	20,23	5,44

Praca awaryjna – uszkodzony pp1

pp2	3,057	1008,9		1586,2	1800	0,642	0,0153	20,49	
pp3	1,514	499,5		995,6	1800	1,270	0,0303	25,11	
pp4	1,829	541,3		1006,9	1800	1,150	0,0274	22,95	

Praca awaryjna – uszkodzony pp2

pp1	2,459	811,4		1365,0	1800	0,821	0,0196	22,33	
pp3	1,798	593,4		1110,6	1800	1,270	0,0303	27,95	
pp4	2,143	644,8		1135,3	1800	1,150	0,0274	25,92	

Praca awaryjna – uszkodzony pp3

pp1	1,927	635,8		1161,1	1800	0,821	0,0196	18,90	
pp2	2,694	888,9		1452,6	1800	0,642	0,0153	18,65	
pp4	1,780	525,0		986,2	1800	1,150	0,0274	22,47	

Praca awaryjna – uszkodzony pp4

pp1	1,956	645,4		1172,6	1800	0,821	0,0196	19,09	
pp2	2,751	908,0		1474,0	1800	0,642	0,0153	18,94	
pp3	1,693	496,3		949,3	1800	1,270	0,0303	23,90	

pp1 – 2-kablowy 821m – Schuberta

pp2 – 2-kablowy 642m – Jaśkowa Dolina

pp3 – 2-kablowy 1270m – Żylewiczka

pp4 – 2-kablowy 1150m – Marusarzówny

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 "Piecki" – stan istniejący

A - zasilanie normalne

1	Schuberta	0,530	155		0,048	0,0256	24	0,636	4,14	5,5		5,5
2	Piekarnicza	0,525	153		0,048	0,0254	24	0,630	4,17	5,4		5,4
3	Belgradzka	0,465	136		0,048	0,0225	24	0,558	4,58	4,7		4,7
4	Warneńska	0,208	61	123	0,048	0,0100	24	0,249	9,03	1,8	3,0	4,8
		0,453	66		0,048	0,0219	12	0,272	8,37	4,0		4,0
		0,388	57		0,048	0,0187	12	0,233	9,60	3,4		
								0,753	3,66			8,9
5	Kolumba	0,490	72	96	0,048	0,0237	12	0,294	7,80	4,4	7,2	11,6
		0,100	96		0,048	0,0048	12	0,240	9,33	1,4		1,4
								0,534	4,75			13,0
6	Bulońska	0,360	53		0,048	0,0174	12	0,216	10,26	3,1		3,1

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	pz1 +S2	0,815	238		0,048	0,0394	24	0,978	3,04	9,5		9,5
---	---------	-------	-----	--	-------	--------	----	-------	------	-----	--	------------

2	pz2 +S1	1,100	321		0,048	0,0532	24	1,320	2,52	14,3		14,3
---	---------	-------	-----	--	-------	--------	----	-------	------	------	--	-------------

3	pz2 +S3	0,845	247		0,048	0,0409	24	1,014	2,97	10,0		10,0
---	---------	-------	-----	--	-------	--------	----	-------	------	------	--	-------------

4	pz3 +S2	0,905	264		0,048	0,0438	24	1,086	2,84	11,0		11,0
---	---------	-------	-----	--	-------	--------	----	-------	------	------	--	-------------

5	pz3 +S4	0,708	207	123	0,048	0,0342	24	0,849	3,36	7,9	6,9	14,8
		0,453	66		0,048	0,0219	12	0,272	8,37	4,0		4,0
		0,388	57		0,048	0,0187	12	0,233	9,60	3,4		
								1,353	2,48			18,9

6	pz4 +S3	0,208	61	123	0,048	0,0100	24	0,249	9,03	1,8	3,0	4,8
		0,453	66		0,048	0,0219	12	0,272	8,37	4,0		4,0
		0,388	57		0,048	0,0187	12	0,233	9,60	3,4		
								0,753	3,66			8,9

7	pz4 +S5	0,208	61	297	0,048	0,0100	24	0,249	9,03	1,8	5,0	6,8
		0,988	144	96	0,048	0,0478	12	0,593	4,38	10,0	10,4	20,4
		0,100	96		0,048	0,0048	12	0,240	9,33	1,4		1,4
		0,388	57		0,048	0,0187	12	0,233	9,60	3,4		
								0,833	3,40			
								1,314	2,52			28,7

8	pz4 +S6	0,208	61	180	0,048	0,0100	24	0,249	9,03	1,8	3,6	5,5
		0,453	66		0,048	0,0219	12	0,272	8,37	4,0		
		0,778	114		0,048	0,0376	12	0,467	5,29	7,5		7,5
								0,987	3,03			13,0

Obliczenia techniczne
Tabel 10. Obliczenia sieci jezdnej

Podstacja "Piecki"
w Gdańsku
str. 3 / 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
9	pz5 +S4	0,498	73	127	0,048	0,0241	12	0,299	7,70	4,5	7,0	11,5
		0,243	71		0,048	0,0117	24	0,291	7,87	2,2		
		0,388	57		0,048	0,0187	12	0,233	9,60	3,4		3,4
								0,822	3,43			14,9
10	pz6 +S4	0,418	61	137	0,048	0,0202	12	0,251	8,98	3,7	6,4	10,1
		0,453	66		0,048	0,0219	12	0,272	8,37	4,0		4,0
		0,243	71		0,048	0,0117	24	0,291	7,87	2,2		
								0,813	3,46			14,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----

Podstacja "Piecki" – stan projektowany (docelowy)

A - zasilanie normalne

1	Schuberta	0,530	210		0,048	0,0256	24	0,636	4,14	7,4		7,4
2	Piekarnicza	0,525	208		0,048	0,0254	24	0,630	4,17	7,3		7,3
3	Belgradzka	0,335	133		0,048	0,0162	24	0,402	5,98	4,3		4,3
4	Jaškowa Dolina	0,120	48	305	0,048	0,0058	24	0,144	14,89	1,4	3,4	4,8
		0,255	151		0,048	0,0123	36	0,459	5,36	3,3		3,3
		0,155	153		0,048	0,0075	60	0,465	5,30	2,0		
								1,068	2,87			8,1
5	Warneńska	0,208	205	333	0,048	0,0100	60	0,623	4,21	2,9	5,0	7,8
		0,453	179		0,048	0,0219	24	0,543	4,68	6,1		6,1
		0,388	153		0,048	0,0187	24	0,465	5,30	5,1		
								1,631	2,23			14,0
6	Kolumba	0,490	194	192	0,048	0,0237	24	0,588	4,40	6,7	8,7	15,5
		0,100	192		0,048	0,0048	24	0,480	5,17	1,6		1,6
								1,068	2,87			17,1
7	Bulońska	0,360	143		0,048	0,0174	24	0,432	5,63	4,7		4,7

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	pz1 +S2	0,615	244		0,048	0,0297	24	0,738	3,71	9,0		9,0
2	pz2 +S1	1,100	436		0,048	0,0532	24	1,320	2,52	19,4		19,4
3	pz2 +S3	0,515	204		0,048	0,0249	24	0,618	4,24	7,2		7,2
4	pz3 +S2	0,905	358		0,048	0,0438	24	1,086	2,84	14,9		14,9
5	pz3 +S7	0,310	123	305	0,048	0,0150	24	0,372	6,38	3,9	7,8	11,7
		0,255	151		0,048	0,0123	36	0,459	5,36	3,3		3,3
		0,155	153		0,048	0,0075	60	0,465	5,30	2,0		
								1,296	2,54			15,0
6	pz7 +S3	0,120	48	305	0,048	0,0058	24	0,144	14,89	1,4	3,4	4,8
		0,255	151		0,048	0,0123	36	0,459	5,36	3,3		3,3
		0,155	153		0,048	0,0075	60	0,465	5,30	2,0		
								1,068	2,87			8,1
7	pz7 +S4	0,120	48	878	0,048	0,0058	24	0,144	14,89	1,4	5,8	7,2
		0,255	151		0,048	0,0123	36	0,459	5,36	3,3		
		0,398	394	333	0,048	0,0192	60	1,193	2,68	6,8	8,1	14,9
		0,453	179		0,048	0,0219	24	0,543	4,68	6,1		6,1
		0,388	153		0,048	0,0187	24	0,465	5,30	5,1		
								2,201	1,91			
								2,804	1,71			28,2
8	pz4 +S7	0,208	205	333	0,048	0,0100	60	0,623	4,21	2,9	5,0	7,8
		0,453	179		0,048	0,0219	24	0,543	4,68	6,1		6,1
		0,388	153		0,048	0,0187	24	0,465	5,30	5,1		
								1,631	2,23			14,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
9	pz4 +S5	0,208	205	737	0,048	0,0100	60	0,623	4,21	2,9	8,5	11,4
		0,988	391	192	0,048	0,0478	24	1,185	2,69	16,7	13,5	30,2
		0,100	192		0,048	0,0048	24	0,480	5,17	1,6		1,6
		0,388	153		0,048	0,0187	24	0,465	5,30	5,1		
								1,665	2,20			
								2,753	1,73			43,2
10	pz4 +S6	0,208	205	487	0,048	0,0100	60	0,623	4,21	2,9	6,4	9,3
		0,453	179		0,048	0,0219	24	0,543	4,68	6,1		
		0,778	308		0,048	0,0376	24	0,933	3,14	12,1		12,1
								2,099	1,95			21,4
11	pz5 +S4	0,498	197	394	0,048	0,0241	24	0,597	4,35	6,9	13,4	20,2
		0,243	240		0,048	0,0117	60	0,728	3,75	3,5		
		0,388	153		0,048	0,0187	24	0,465	5,30	5,1		5,1
								1,790	2,12			25,3
12	pz6 +S4	0,418	165	419	0,048	0,0202	24	0,501	4,99	5,6	12,0	17,6
		0,453	179		0,048	0,0219	24	0,543	4,68	6,1		6,1
		0,243	240		0,048	0,0117	60	0,728	3,75	3,5		
								1,772	2,13			23,7

Obliczenia techniczne
Tabela 11. Obliczenia kabli zasilających

Lp.	Oznaczn. 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 $I_z = I_s \cdot K_p$	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 $U_{zs} = I_s R_k K_n$
			km	A	poc/h			A	A	km	Ω		V
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Podstacja "Piecki" – stan istniejący
A - zasilanie normalne

1	pz1 Schuberta		0,575	168	24	0,69	2,74	460	1800	1,023	0,0246	2,45	10,1
2	pz2 Piekarnicza		0,770	225	24	0,92	2,42	545	1800	0,372	0,0089	2,08	4,2
3	pz3 Belgradzka		0,600	175	24	0,72	2,69	472	1800	0,407	0,0098	2,39	4,1
4	pz4 Warnerńska		0,243	71	24	0,29							
			0,453	66	12	0,27							
			0,388	57	12	0,23							
				193		0,80	2,58	499	1800	0,821	0,0197	2,26	8,6
5	pz5 Kolumba		0,535	78	12	0,32							
			0,100	96	12	0,24							
				174		0,56	3,00	523	1800	1,700	0,0409	2,78	19,8
6	pz6 Bulońska		0,390	57	12	0,23	4,50	256	1800	1,300	0,0313	5,27	9,4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----

B - zasilanie awaryjne

1	pz1 +S2		1,345	393	24	1,61	1,95	764	1800	1,023	0,0246	1,62	15,6
2	pz2 +S1		1,345	393	24	1,61	1,95	764	1800	0,372	0,0089	1,62	5,7
3	pz2 +S3		1,370	400	24	1,64	1,93	773	1800	0,372	0,0089	1,61	5,8
4	pz3 +S2		1,370	400	24	1,64	1,93	773	1800	0,407	0,0098	1,61	6,3
5	pz3 +S4		0,843	246	24	1,01							
			0,453	66	12	0,27							
			0,388	57	12	0,23							
			369			1,52	1,99	735	1800	0,407	0,0098	1,66	6,0
6	pz4 +S3		0,843	246	24	1,01							
			0,453	66	12	0,27							
			0,388	57	12	0,23							
			369			1,52	1,99	735	1800	0,821	0,0197	1,66	12,1
7	pz4 +S5		0,243	71	24	0,29							
			0,988	144	12	0,59							
			0,100	96	12	0,24							
			0,388	57	12	0,23							
			368			1,36	2,08	764	1800	0,821	0,0197	1,74	12,6
8	pz4 +S6		0,243	71	24	0,29							
			0,453	66	12	0,27							
			0,653	95	12	0,39							
			232			0,95	2,39	555	1800	0,821	0,0197	2,05	9,4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
9	pz5 +S4		0,243	71	24	0,29							
			0,988	144	12	0,59							
			0,100	96	12	0,24							
			0,388	57	12	0,23							
				368		1,36	2,08	764	1800	1,700	0,0409	1,74	26,1
10	pz6 +S4		0,243	71	24	0,29							
			0,453	66	12	0,27							
			0,653	95	12	0,39							
							232		0,95	2,39	555	1800	1,300

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----

Podstacja "Piecki" – stan projektowany (docelowy)

A - zasilanie normalne

1	pz1 Schuberta		0,575	228	24	0,69	2,74	624	1800	1,023	0,0246	2,45	13,7
2	pz2 Piekarnicza		0,570	226	24	0,68	2,75	621	1800	0,372	0,0089	2,46	5,0
3	pz3 Belgradzka		0,470	186	24	0,56	3,00	558	1800	0,407	0,0098	2,77	5,1
4	pz7 Jaśkowa D.		0,175	69	24	0,21							
			0,255	151	36	0,46							
			0,155	153	60	0,47							
				374		1,13	2,23	834	1800	0,570	0,0137	1,88	9,7
5	pz4 Warnerńska		0,243	240	60	0,73							
			0,453	179	24	0,54							
			0,388	153	24	0,47							
				573		1,74	1,90	1086	1800	0,821	0,0197	1,58	17,8
6	pz5 Kolumba		0,535	212	24	0,64							
			0,100	192	24	0,48							
				404		1,12	2,24	904	1800	1,700	0,0409	1,89	31,2
7	pz6 Bulowska		0,390	154	24	0,47	3,26	503	1800	1,300	0,0313	3,14	15,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----

B - zasilanie awaryjne

1	pz1 +S2		1,145	453	24	1,37	2,07	938	1800	1,023	0,0246	1,73	19,3
2	pz2 +S1		1,145	453	24	1,37	2,07	938	1800	0,372	0,0089	1,73	7,0
3	pz2 +S3		1,040	412	24	1,25	2,15	884	1800	0,372	0,0089	1,80	6,6
4	pz3 +S2		1,040	412	24	1,25	2,15	884	1800	0,407	0,0098	1,80	7,3
5	pz3 +S7		0,645	255	24	0,77							
			0,255	151	36	0,46							
			0,155	153	60	0,47							
				560		1,70	1,91	1071	1800	0,407	0,0098	1,59	8,7
6	pz7 +S3		0,645	255	24	0,77							
			0,255	151	36	0,46							
			0,155	153	60	0,47							
				560		1,70	1,91	1071	1800	0,570	0,0137	1,59	12,2
7	pz7 +S4		0,645	255	24	0,77							
			0,255	151	36	0,46							
			0,398	394	60	1,19							
			0,453	179	24	0,54							
			0,388	153	24	0,47							
				1133		3,43	1,52	1722	1800	0,570	0,0137	1,29	20,1
8	pz4 +S7		0,645	255	24	0,77							
			0,255	151	36	0,46							
			0,398	394	60	1,19							
			0,453	179	24	0,54							
			0,388	153	24	0,47							
				1133		3,43	1,52	1722	1800	0,821	0,0197	1,29	28,9

Obliczenia techniczne
Tabela 11. Obliczenia kabli zasilających

Podstacja "Piecki"
w Gdańsku
str. 6 / 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
9	pz4 +S5		0,243	240	60	0,73							
			0,988	391	24	1,19							
			0,100	192	24	0,48							
			0,388	153	24	0,47							
				977		2,86	1,60	1567	1800	0,821	0,0197	1,35	26,0
10	pz4 +S6		0,243	240	60	0,73							
			0,453	179	24	0,54							
			0,778	308	24	0,93							
				727		2,20	1,74	1268	1800	0,821	0,0197	1,45	20,9
11	pz5 +S4		0,243	240	60	0,73							
			0,988	391	24	1,19							
			0,100	192	24	0,48							
			0,388	153	24	0,47							
				977		2,86	1,60	1567	1800	1,700	0,0409	1,35	53,9
12	pz6 +S4		0,243	240	60	0,73							
			0,453	179	24	0,54							
			0,778	308	24	0,93							
				727		2,20	1,74	1268	1800	1,300	0,0313	1,45	33,1

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	w sieci jezdnej	w kablu powrotnym	całkowity
		δU_{zs}	δU_s	δU_{ps}	δU
		V	V	V	V
1	2	3	4	5	6

Podstacja "Piecki" – stan istniejący

A. Zasilanie normalne

1	Pz1 – S1 – pp	10,1	5,5	10,7	26,3
2	Pz2 – S2 – pp	4,2	5,4	10,7	20,3
3	Pz3 – S3 – pp	4,1	4,7	10,7	19,4
4	Pz4 – S4 – pp	8,6	8,9	10,7	28,1
5	Pz5 – S5 – pp	19,8	13,0	10,7	43,5
6	Pz6 – S6 – pp	9,4	3,1	10,7	23,2

B. Zasilanie awaryjne

1	Pz1 – S1+S2 – pp	15,6	9,5	10,7	35,8
2	Pz2 – S2+S1 – pp	5,7	14,3	10,7	30,7
3	Pz2 – S2+S3 – pp	5,8	10,0	10,7	26,4
4	Pz3 – S3+S2 – pp	6,3	11,0	10,7	27,9
5	Pz3 – S3+S4 – pp	6,0	18,9	10,7	35,5
6	Pz4 – S4+S3 – pp	12,1	8,9	10,7	31,6
7	Pz4 – S4+S5 – pp	12,6	28,7	10,7	52,0
8	Pz4 – S4+S6 – pp	9,4	13,0	10,7	33,0
9	Pz5 – S5+S4 – pp	26,1	14,9	10,7	51,7
10	Pz6 – S6+S4 – pp	14,9	14,1	10,7	39,6

Podstacja "Piecki" – stan projektowany (docelowy)

A. Zasilanie normalne

1	Pz1 – S1 – pp	13,7	7,4	20,2	41,4
2	Pz2 – S2 – pp	5,0	7,3	20,2	32,5
3	Pz3 – S3 – pp	5,1	4,3	20,2	29,6
4	Pz7 – S7 – pp	9,7	8,1	20,2	38,0
5	Pz4 – S4 – pp	17,8	14,0	20,2	52,0
6	Pz5 – S5 – pp	31,2	17,1	20,2	68,5
7	Pz6 – S6 – pp	15,1	4,7	20,2	40,0

B. Zasilanie awaryjne

1	Pz1 – S1+S2 – pp	19,3	9,0	20,2	48,5
2	Pz2 – S2+S1 – pp	7,0	19,4	20,2	46,7
3	Pz2 – S2+S3 – pp	6,6	7,2	20,2	34,0
4	Pz3 – S3+S2 – pp	7,3	14,9	20,2	42,3
5	Pz3 – S3+S7 – pp	8,7	15,0	20,2	43,9
6	Pz7 – S7+S3 – pp	12,2	8,1	20,2	40,5
7	Pz7 – S7+S4 – pp	20,1	28,2	20,2	68,5
8	Pz4 – S4+S7 – pp	28,9	14,0	20,2	63,1
9	Pz4 – S4+S5 – pp	26,0	43,2	20,2	89,4
10	Pz4 – S4+S6 – pp	20,9	21,4	20,2	62,5
11	Pz5 – S5+S4 – pp	53,9	25,3	20,2	99,5
12	Pz6 – S6+S4 – pp	33,1	23,7	20,2	77,0

Lp.	Miejsce zwarcia	Nr pkt. zasil.	Rezyst. kabla R_k	Rezyst. sieci jezdnej R_s	Rezyst. sieci powrot. R_p	Rezyst. sumarycz. $R_z = \sum R_i$	Moc zw. sieci pr. st. $P_{zR} = \frac{U_0^2}{R_z}$	Moc zwarciova całkowita $P_z = \frac{1}{\frac{1}{P_{zs}} + \frac{1}{P_{zR}} + \frac{1}{3P_{zt}}}$	Prąd zwarcia $I_{zw} = \frac{P_z}{U_0}$	$I_g =$ $0,8 * I_{zw}$	Liczba pociągów N	Maksym. prąd I _{rm}	Prąd wywal. $I_{rm} < I_w < I_g$
			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 "Piecki" – stan istniejący

A. Zasilanie normalne

1	I	pz1	0,0246	0,0256	0,0160	0,0662	7,61	5,94	8,37	6,70	0,69	1284	3000
2	II	pz2	0,0089	0,0254	0,0108	0,0451	11,17	7,91	11,15	8,92	0,92	1312	3000
3	III	pz3	0,0098	0,0225	0,0067	0,0390	12,93	8,76	12,34	9,87	0,72	1288	3000
4	IV	pz4	0,0197	0,0319	0,0104	0,0621	8,12	6,25	8,81	7,04	0,80	1297	3000
5	V	pz5	0,0409	0,0285	0,0161	0,0855	5,89	4,84	6,82	5,46	0,56	1287	3000
6	VI	pz6	0,0313	0,0174	0,0134	0,0621	8,12	6,25	8,80	7,04	0,23	1228	3000

B. Praca awaryjna

1	VII	pz1(+S2)	0,0246	0,0394	0,0087	0,0727	6,93	5,52	7,78	6,22	1,61	2596	3000
2	I	pz2(+S1)	0,0089	0,0532	0,0160	0,0781	6,45	5,21	7,34	5,87	1,61	2596	3000
3	III	pz2(+S3)	0,0089	0,0409	0,0067	0,0565	8,92	6,71	9,46	7,57	1,64	2600	3000
4	II	pz3(+S2)	0,0098	0,0438	0,0108	0,0644	7,83	6,08	8,56	6,85	1,64	2600	3000
5	IV	pz3(+S4)	0,0098	0,0561	0,0104	0,0763	6,61	5,31	7,49	5,99	1,52	2584	3000
6	IV	pz4(+S3)	0,0197	0,0319	0,0104	0,0621	8,12	6,25	8,81	7,04	1,52	2584	3000
7	V	pz4(+S5)	0,0197	0,0626	0,0161	0,0985	5,12	4,31	6,07	4,85	1,36	2584	3000
8	VI	pz4(+S6)	0,0197	0,0476	0,0134	0,0808	6,24	5,07	7,15	5,72	0,95	1316	3000
9	VIII	pz5(+S4)	0,0409	0,0428	0,0099	0,0936	5,39	4,49	6,33	5,06	1,36	2584	3000
10	IV	pz6(+S4)	0,0313	0,0421	0,0104	0,0837	6,02	4,93	6,94	5,55	0,95	1316	3000

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----

Podstacja "Piecki" – stan projektowany (docelowy)

A. Zasilanie normalne

1	I	pz1	0,0246	0,0256	0,0160	0,0662	7,61	5,94	8,37	6,70	0,69	1314	3200
2	II	pz2	0,0089	0,0254	0,0108	0,0451	11,17	7,91	11,15	8,92	0,68	1313	3200
3	IX	pz3	0,0098	0,0162	0,0090	0,0350	14,41	9,41	13,26	10,61	0,56	1293	3200
4	X	pz7	0,0137	0,0181	0,0091	0,0409	12,31	8,47	11,93	9,54	1,13	2587	3300
5	IV	pz4	0,0197	0,0319	0,0104	0,0621	8,12	6,25	8,81	7,04	1,74	2686	3300
6	V	pz5	0,0409	0,0285	0,0161	0,0855	5,89	4,84	6,82	5,46	1,12	2602	3200
7	VI	pz6	0,0313	0,0174	0,0134	0,0621	8,12	6,25	8,80	7,04	0,47	1277	3200

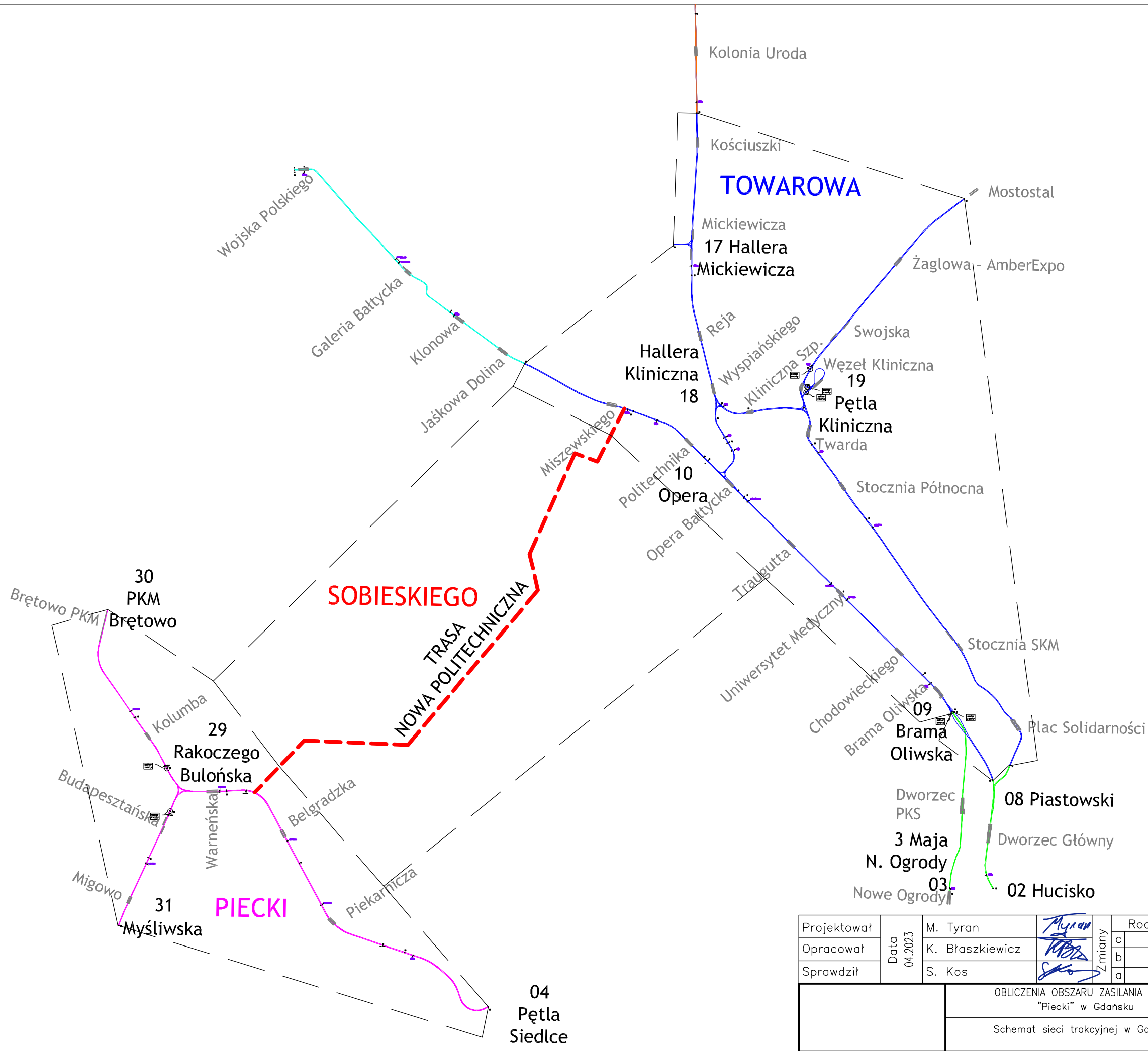
B. Praca awaryjna



1	IX	pz1(+S2)	0,0246	0,0297	0,0090	0,0633	7,96	6,15	8,67	6,93	1,37	2627	3200
2	I	pz2(+S1)	0,0089	0,0532	0,0160	0,0781	6,45	5,21	7,34	5,87	1,37	2627	3200
3	XI	pz2(+S3)	0,0089	0,0249	0,0076	0,0415	12,16	8,40	11,83	9,46	1,25	2627	3200
4	II	pz3(+S2)	0,0098	0,0438	0,0108	0,0644	7,83	6,08	8,56	6,85	1,25	2627	3200
5	X	pz3(+S7)	0,0098	0,0273	0,0091	0,0462	10,91	7,78	10,96	8,77	1,70	2680	3200
6	X	pz7(+S2)	0,0137	0,0000	0,0091	0,0228	22,10	12,18	17,16	13,73	1,70	2680	3300
7	IV	pz7(+S4)	0,0137	0,0469	0,0104	0,0710	7,10	5,63	7,93	6,34	3,43	2967	3300
8	IV	pz4(+S7)	0,0197	0,0319	0,0104	0,0621	8,12	6,25	8,81	7,04	3,43	2967	3300
9	V	pz4(+S5)	0,0197	0,0626	0,0161	0,0985	5,12	4,31	6,07	4,85	2,86	2888	3300
10	VI	pz4(+S6)	0,0197	0,0476	0,0134	0,0808	6,24	5,07	7,15	5,72	2,20	2764	3200
11	VIII	pz5(+S4)	0,0409	0,0428	0,0099	0,0936	5,39	4,49	6,33	5,06	2,86	2888	3200
12	IV	pz6(+S4)	0,0313	0,0421	0,0104	0,0837	6,02	4,93	6,94	5,55	2,20	2764	3200

III. CZĘŚĆ RYSUNKOWA

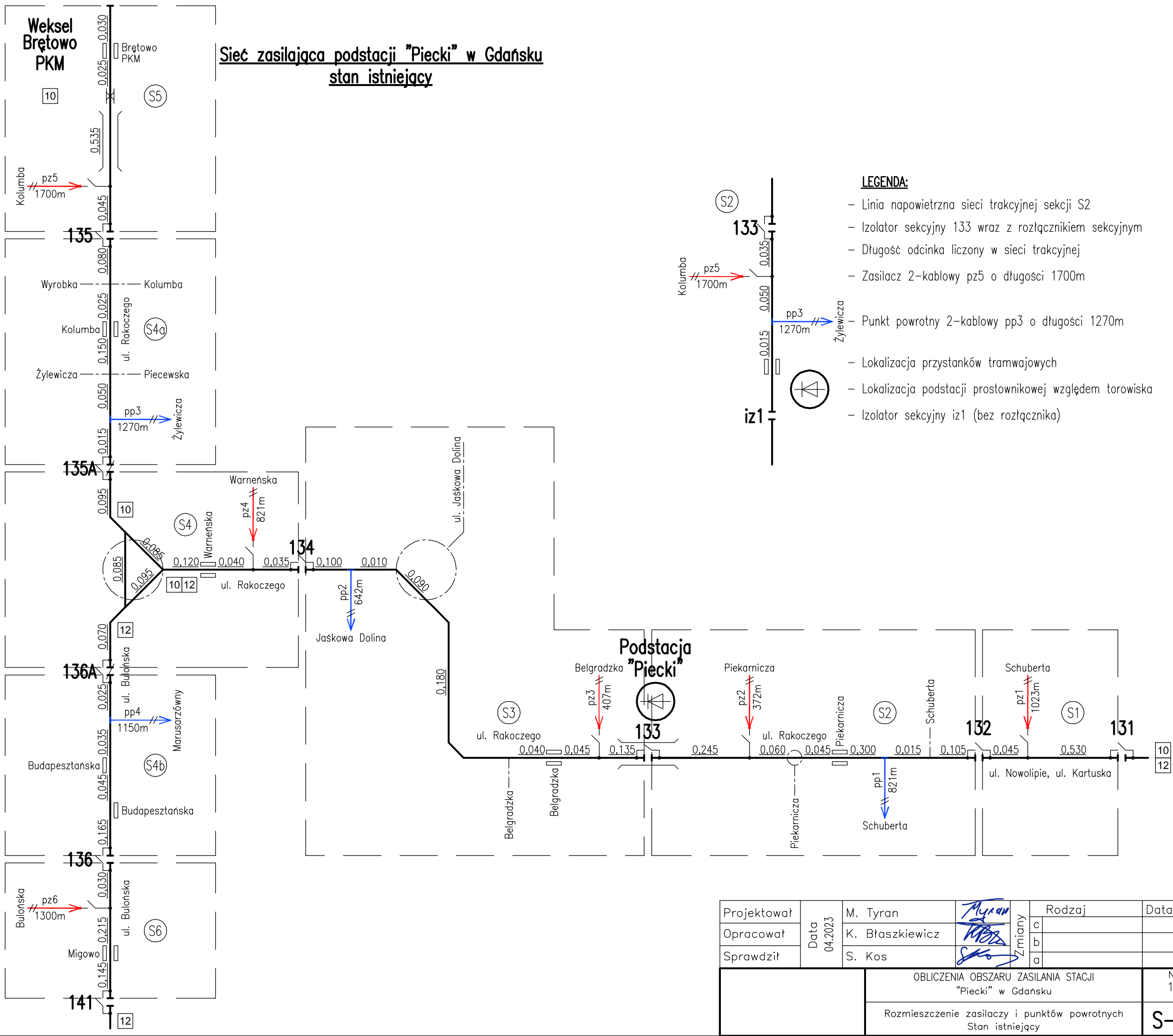
5. Spis rysunków



1. Schemat sieci trakcyjnej w Gdańsku	S-2304213
2. Rozmieszczenie zasilaczy i punktów powrotnych. Stan istniejący	S-2304214
3. Rozmieszczenie zasilaczy i punktów powrotnych. Stan projektowany	S-2304215
4. Obciążenie średnie szczytowe sieci jezdnej i zasilaczy. Stan istniejący	S-2304216
5. Obciążenie średnie szczytowe sieci jezdnej i zasilaczy. Stan projektowany	S-2304217
6. Obciążenie średnie szczytowe torowiska i kabli powrotnych. Stan istniejący	S-2304218
7. Obciążenie średnie szczytowe torowiska i kabli powrotnych. Stan projektowany	S-2304219
8. Schemat zastępczy sieci zasilającej. Stan istniejący	S-2304220
9. Schemat zastępczy sieci zasilającej. Stan projektowany	S-2304221
10. Schemat zastępczy sieci powrotnej. Stan istniejący	S-2304222
11. Schemat zastępczy sieci powrotnej. Stan projektowany	S-2304223

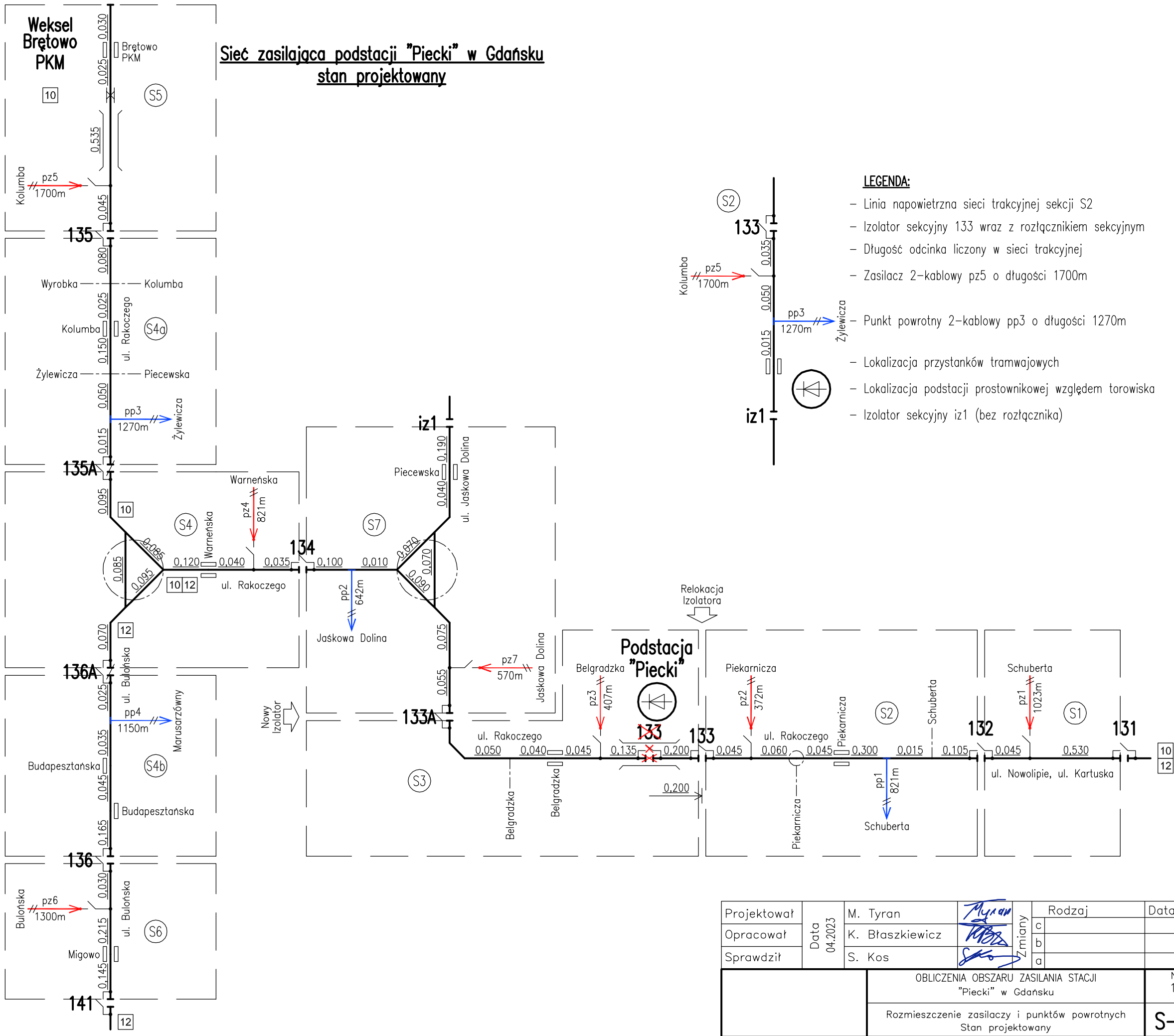


Projektował	Data 04.2023	M. Tyran	 Zmiany	Rodzaj	Data	Podpis	Podziałka		
Opracował		K. Błasziewicz		c				Kod	
Sprawdził		S. Kos			b				
					a				
		OBLICZENIA OBSZARU ZASILANIA STACJI "Piecki" w Gdańsku			Nr ark. 1/1		Nr kol. 1		
		Schemat sieci trakcyjnej w Gdańsku			S-2304213				

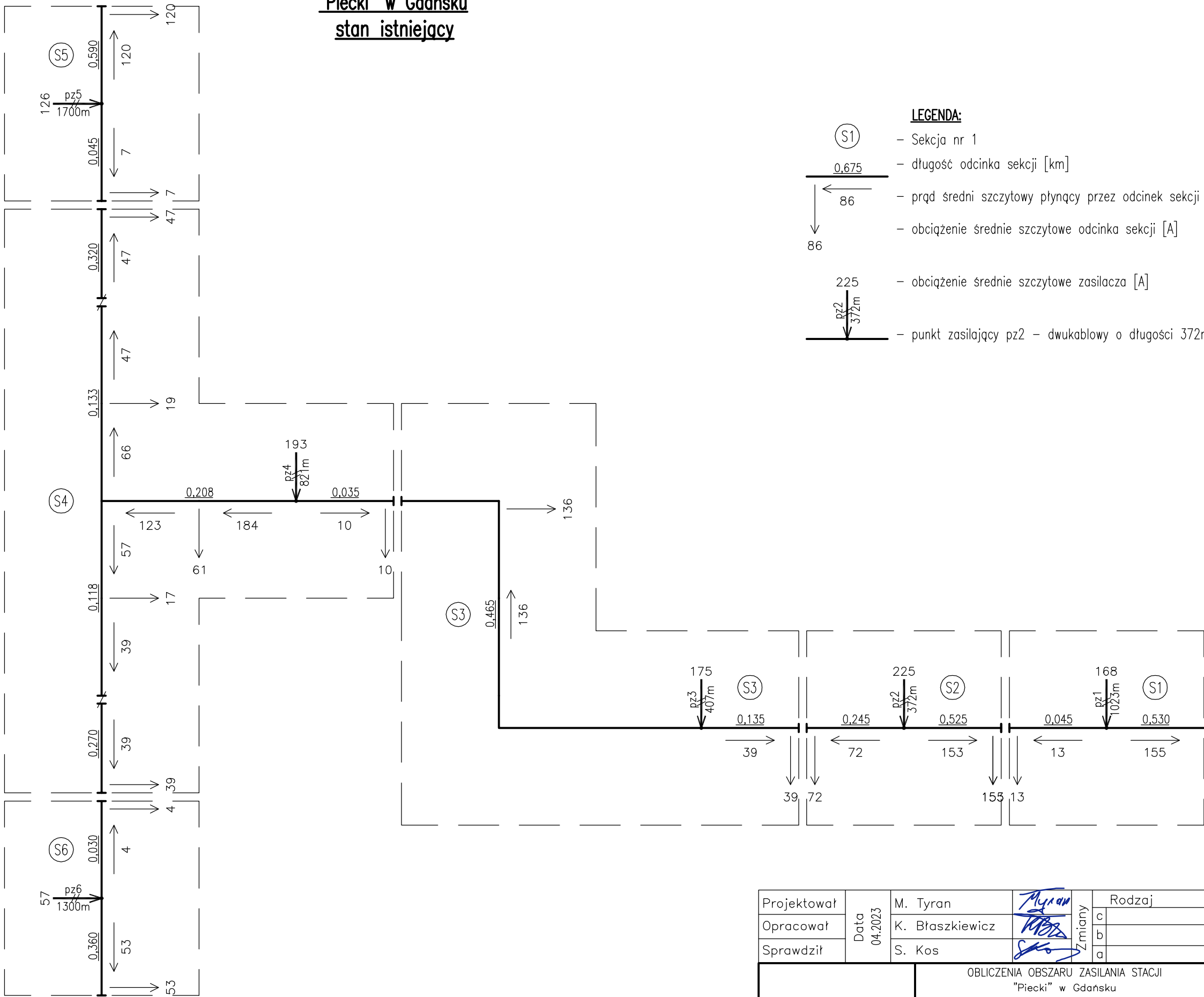
00Z podstacji "Piecki" w Gdańsku Prawa autorskie zastrzeżone. Kopiowanie dozwolone tylko za zgodą jednostki autorskiej.




Projektował	Data 04.2023	M. Tyran	 Zmiany	Rodzaj	Data	Podpis	Podziałka	
Opracował		K. Błasziewicz		c			Kod	
Sprawdził		S. Kos			b			
					a			
		OBLICZENIA OBSZARU ZASILANIA STACJI "Piecki" w Gdańsku			Nr ark. 1/1		Nr kol. 2	
		Rozmieszczenie zasilaczy i punktów powrotnych Stan istniejący			S-2304214			

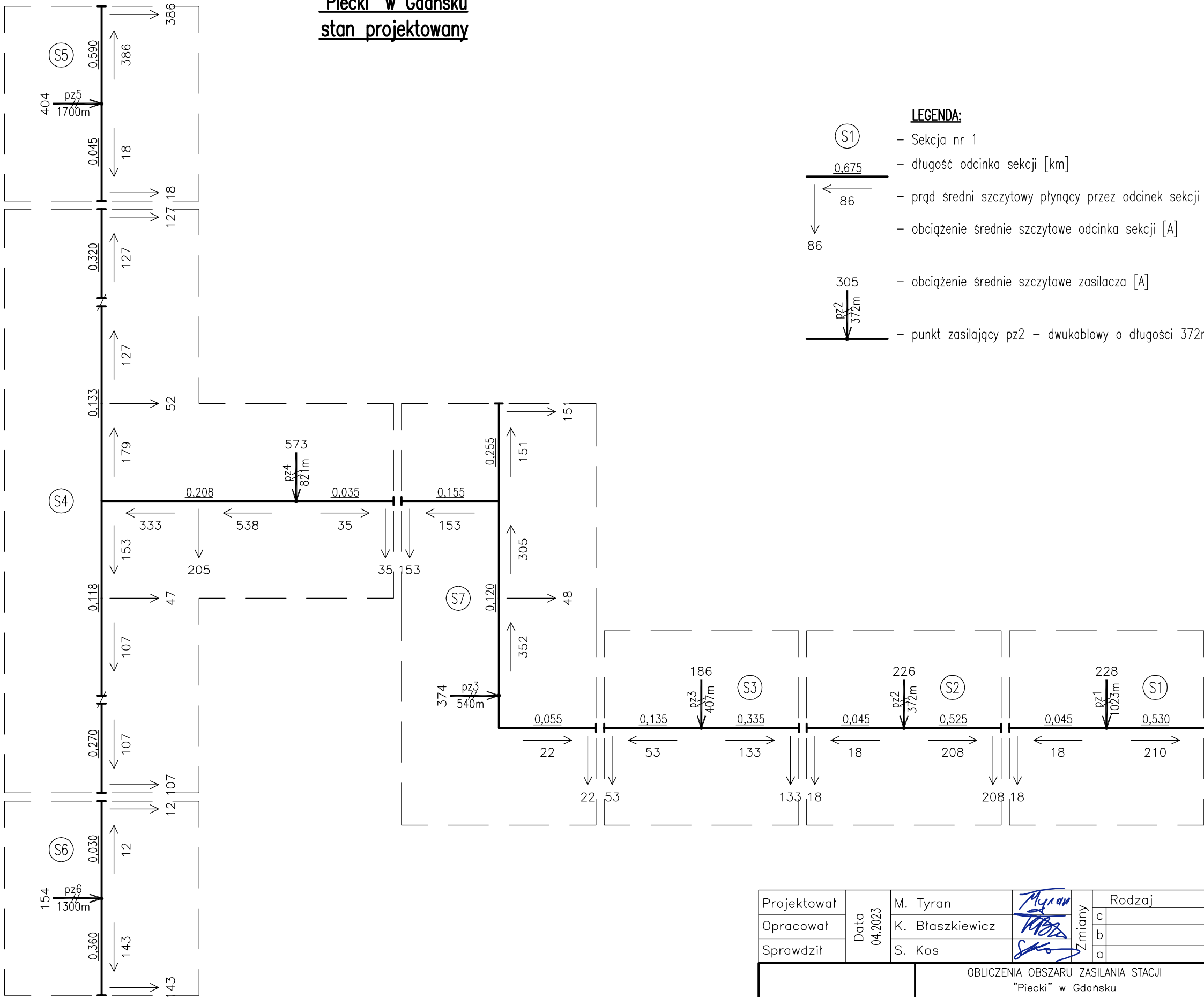


Sieć zasilająca obszar zasilania podstacji
"Piecki" w Gdańsku
stan istniejący



Projektował	Data 04.2023	M. Tyran	 Zmiany	Rodzaj	Data	Podpis	Podziałka
Opracował		K. Błaszkiwicz		c			Kod
Sprawdził		S. Kos		b			
				a			
		OBLICZENIA OBSZARU ZASILANIA STACJI "Piecki" w Gdańsku			Nr ark. 1/1	Nr kol. 4	
		Obciążenie srednie szczytowe sieci jezdnej i zasilaczy. Stan istniejący			S-2304216		

Sieć zasilająca obszar zasilania podstacji
"Piecki" w Gdańsku
stan projektowany



LEGENDA:

(S1) - Sekcja nr 1


0.675 - długość odcinka sekcji [km]

86 - prąd średni szczytowy płynący przez odcinek sekcji [A]

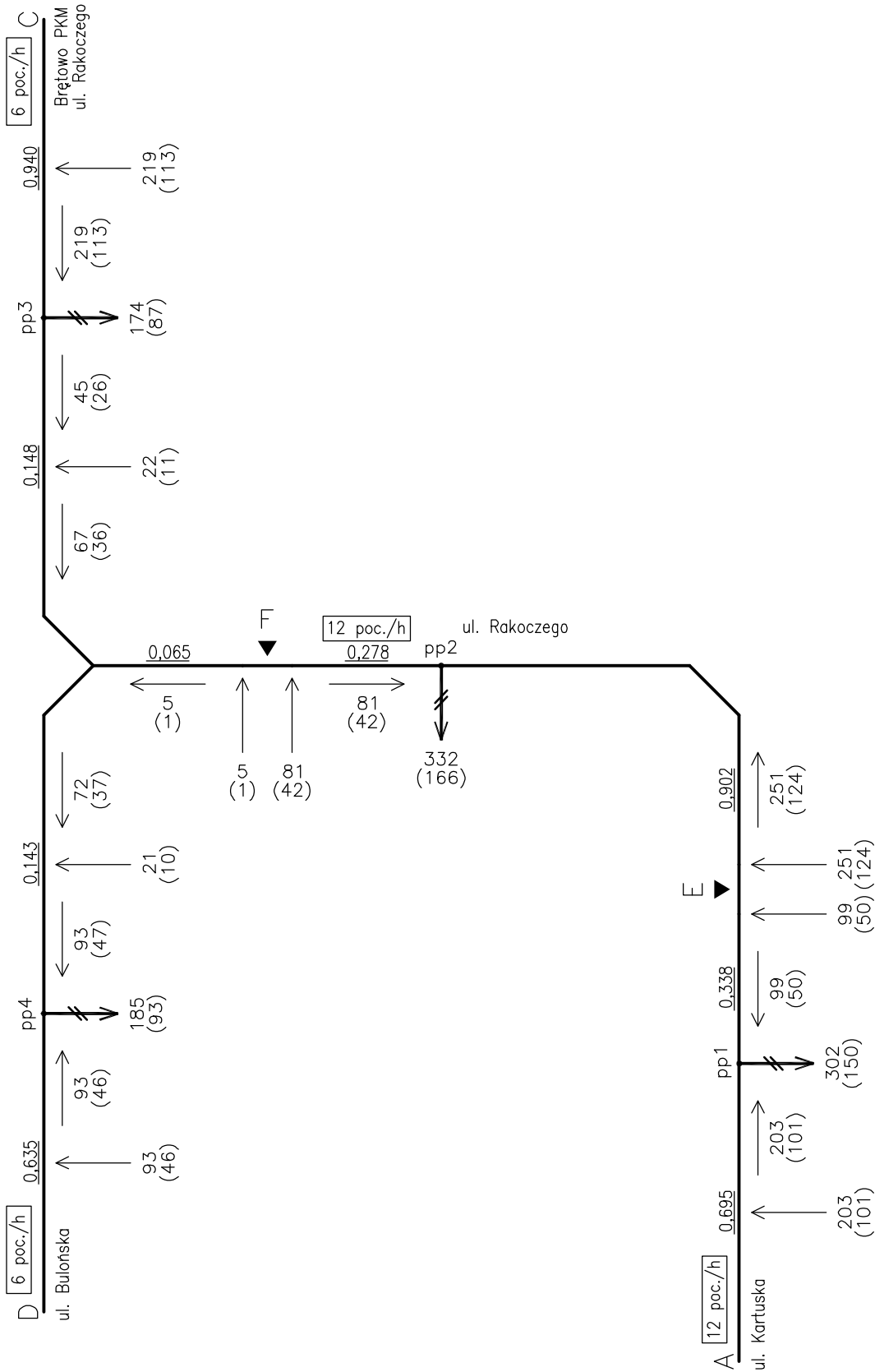
86 - obciążenie średnie szczytowe odcinka sekcji [A]

305 - obciążenie średnie szczytowe zasilacza [A]

372m - punkt zasilający pz2 - dwukablowy o długości 372m

Projektował	Data 04.2023	M. Tyran	 Zmiany	Rodzaj	Data	Podpis	Podziałka
Opracował		K. Błasziewicz		c			Kod
Sprawdził		S. Kos		b			
	a						
		OBLICZENIA OBSZARU ZASILANIA STACJI "Piecki" w Gdańsku			Nr ark. 1/1	Nr kol. 5	
		Obciążenie srednie szczytowe sieci jezdnej i zasilaczy. Stan projektowany			S-2304217		

Sieć powrotna obszaru zasilania podstacji
"Piecki" w Gdańsku
stan istniejący



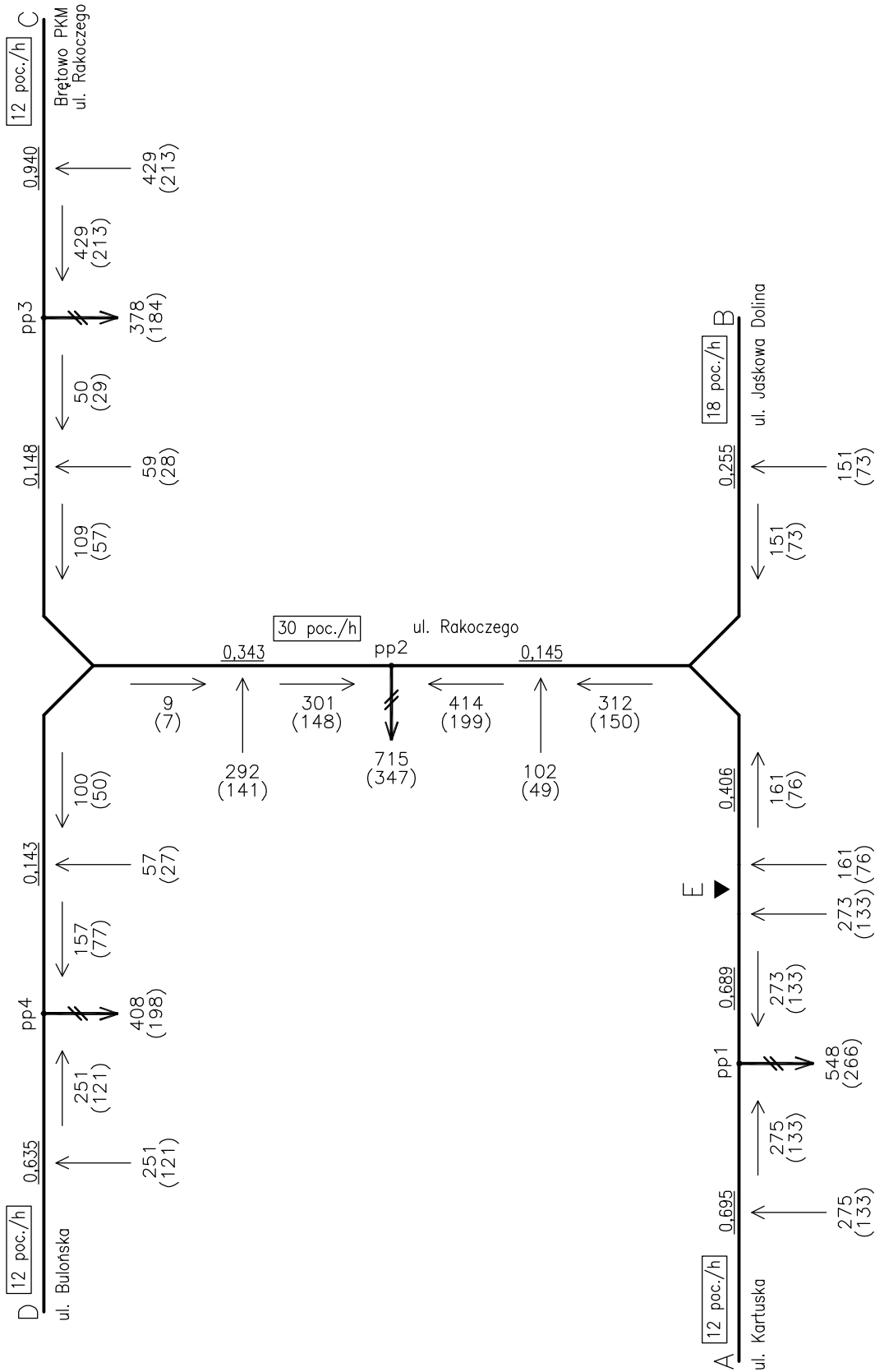
Podstacja
"Piecki"

LEGENDA:

- 0,130 - długość odcinka [km]
- 48 (28) - prąd średni szczytowy płynący przez odcinek [A]
- 48 (28) - prąd średni roczny płynący przez odcinek [A]
- E - punkt rozplywu średnich prądów szczytowych (rocznych)
- 48 (28) - obciążenie średnie szczytowe odcinka [A]
- 48 (28) - obciążenie średnie roczne odcinka [A]
- pp4 - punkt powrotny pp4 - dwukablowy
- 681 (430) - obciążenie średnie szczytowe odcinka [A]
- 681 (430) - obciążenie średnie roczne odcinka [A]

Projektował	Data 04.2023	M. Tyran	Zmiany	Rodzaj	Data	Podpis	Podziałka
Opracował		K. Błasziewicz		c			Kod
Sprawdził		S. Kos		b			
	a						
		OBLICZENIA OBSZARU ZASILANIA STACJI "Piecki" w Gdańsku			Nr ark. 1/1	Nr kol. 6	
		Obciążenie średnie szczytowe torowiska i kabli powrotnych. Stan istniejący			S-2304218		

Sieć powrotna obszaru zasilania podstacji
"Piecki" w Gdańsku
stan projektowany

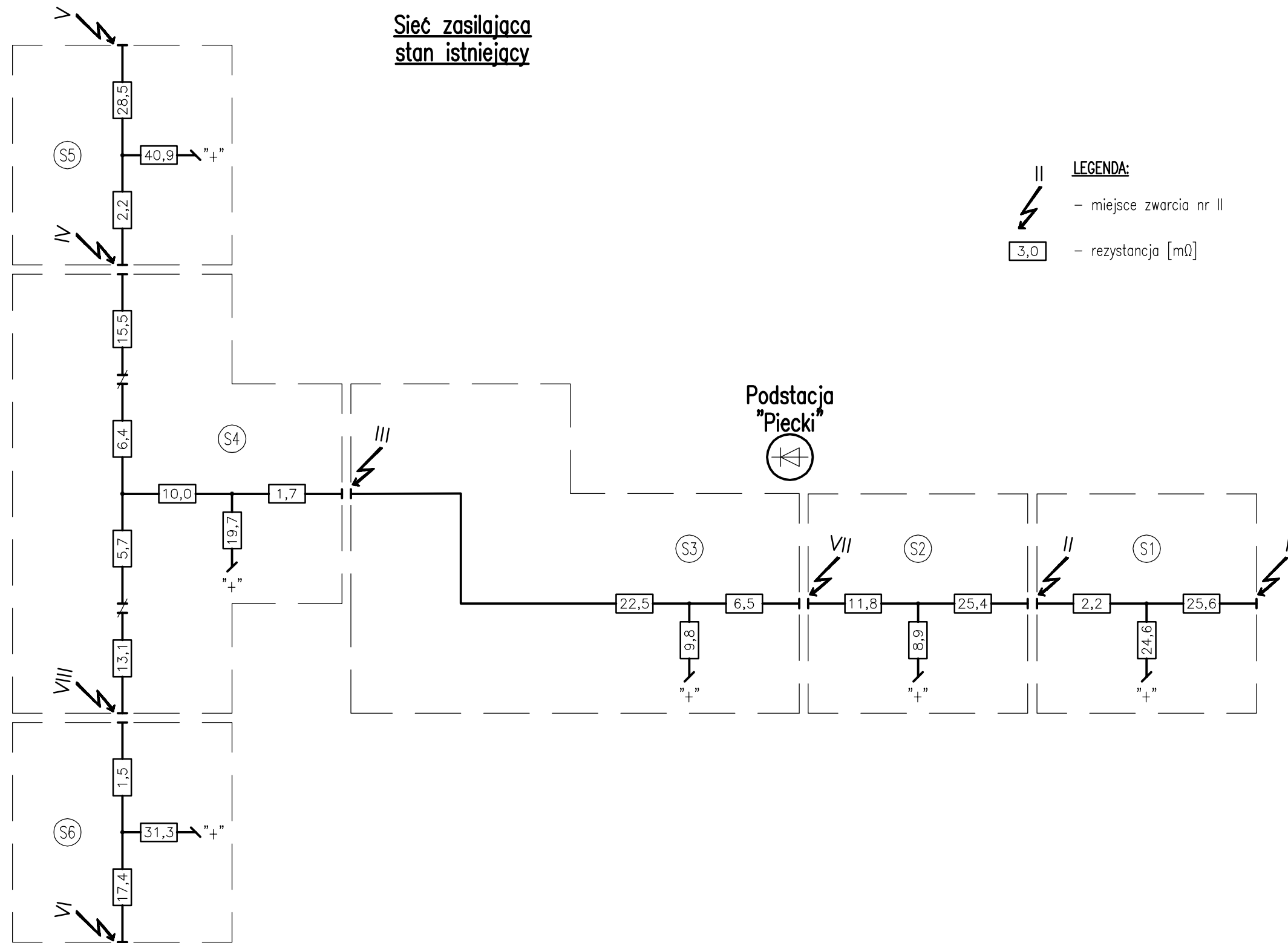




Podstacja
"Piecki"

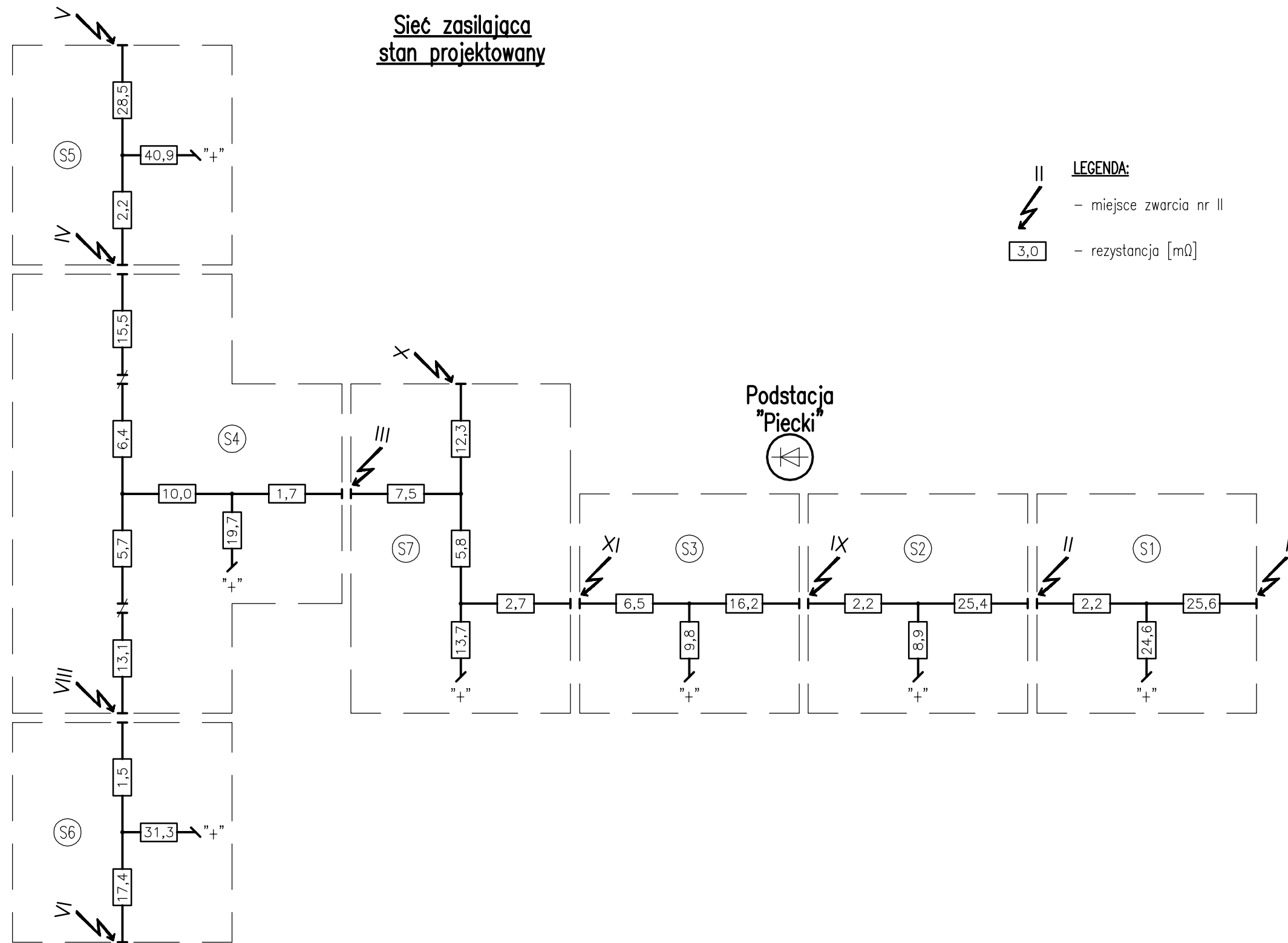
LEGENDA:

- 0,130 - długość odcinka [km]
- 48 (28) - prąd średni szczytowy płynący przez odcinek [A]
- 48 (28) - prąd średni roczny płynący przez odcinek [A]
- E - punkt rozplywu średnich prądów szczytowych (rocznych)
- 48 (28) - obciążenie średnie szczytowe odcinka [A]
- 48 (28) - obciążenie średnie roczne odcinka [A]
- pp4 - punkt powrotny pp4 - dwukablowy
- 681 (430) - obciążenie średnie szczytowe odcinka [A]
- 681 (430) - obciążenie średnie roczne odcinka [A]

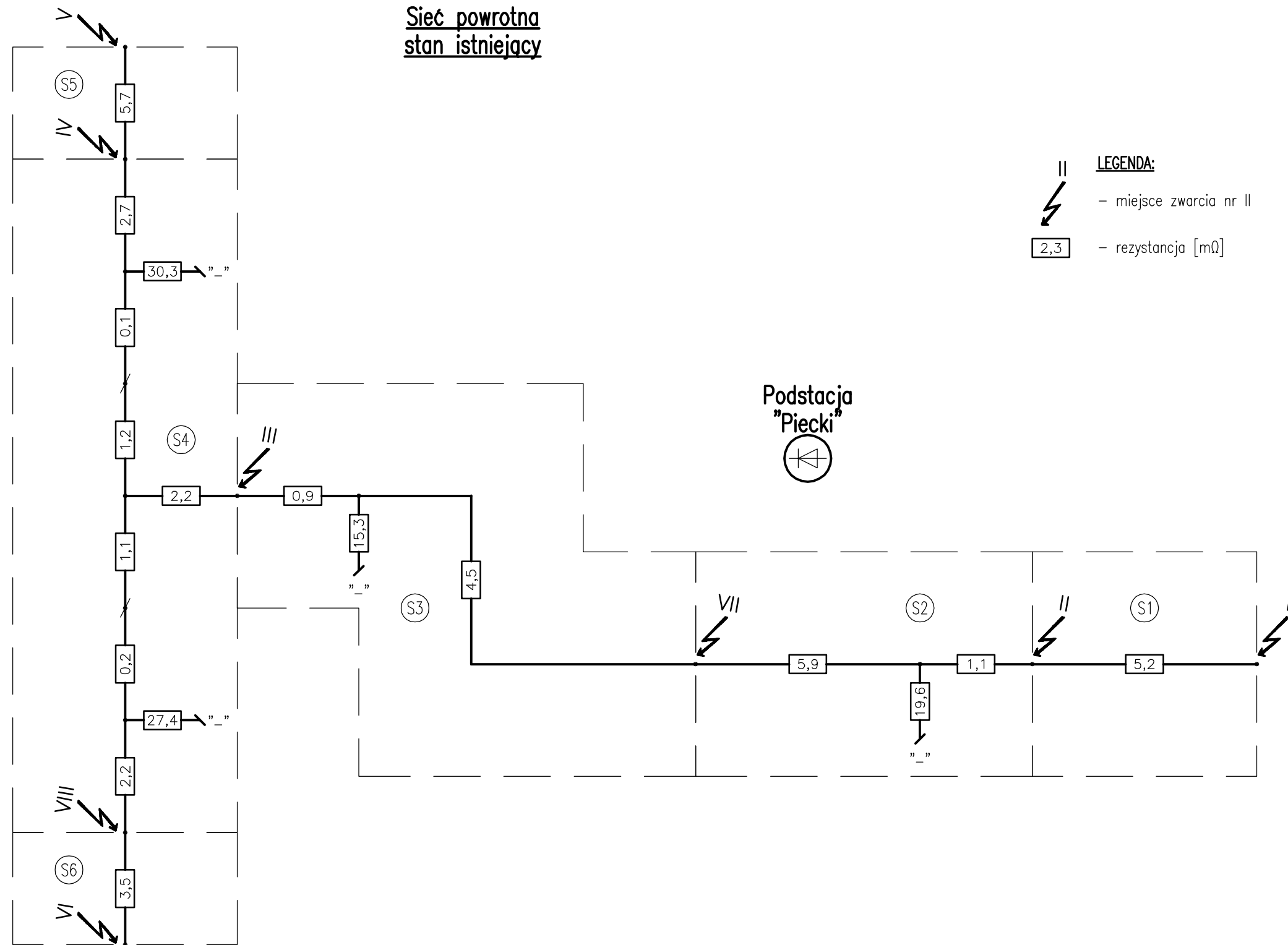
Projektował	Data 04.2023	M. Tyran	Zmiany		Rodzaj	Data	Podpis	Podziałka
Opracował		K. Błasziewicz		c				Kod
Sprawdził		S. Kos		b				
	a							
		OBLICZENIA OBSZARU ZASILANIA STACJI "Piecki" w Gdańsku				Nr ark. 1/1		Nr kol. 7
		Obciążenie srednie szczytowe torowiska i kabli powrotnych. Stan projektowany				S-2304219		




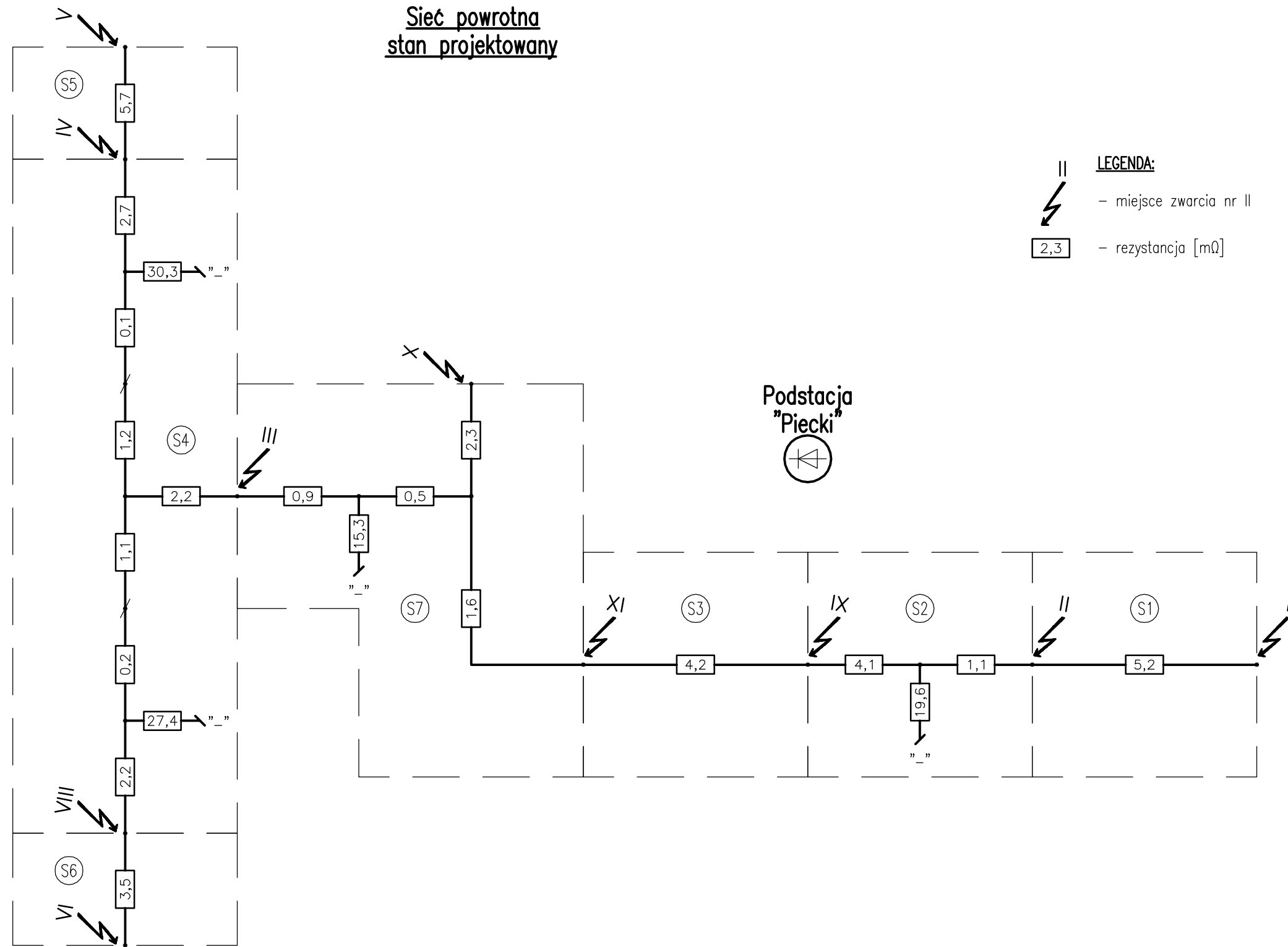
Projektował	Data 04.2023	M. Tyran	 Zmiany	Rodzaj	Data	Podpis	Podziałka	
Opracował		K. Błasziewicz		c			Kod	
Sprawdził		S. Kos			b			
					a			
		OBLICZENIA OBSZARU ZASILANIA STACJI "Piecki" w Gdańsku			Nr ark. 1/1	Nr kol. 8		
		Schemat zastępczy sieci zasilającej Stan istniejący			S-2304220			



Projektował	Data 04.2023	M. Tyran	 Zmiany	Rodzaj		Data	Podpis	Podziałka
Opracował		K. Błasziewicz		c			Kod	
Sprawdził		S. Kos		b				
				a				
		OBLICZENIA OBSZARU ZASILANIA STACJI "Piecki" w Gdańsku				Nr ark. 1/1	Nr kol. 9	
		Schemat zastępczy sieci zasilającej Stan projektowany				S-2304221		



Projektował	Data 04.2023	M. Tyran	 Zmiany	Rodzaj	Data	Podpis	Podziałka
Opracował		K. Błasziewicz		 c			Kod
Sprawdził		S. Kos		 b			
					a		
		OBLICZENIA OBSZARU ZASILANIA STACJI "Piecki" w Gdańsku				Nr ark. 1/1	Nr kol. 10
		Schemat zastępczy sieci powrotnej Stan istniejący				S-2304222	



Projektował	Data 04.2023	M. Tyran	 Zmiany	Rodzaj	Data	Podpis	Podziałka	
Opracował		K. Błasziewicz		c			Kod	
Sprawdził		S. Kos			b			
					a			
		OBLICZENIA OBSZARU ZASILANIA STACJI "Piecki" w Gdańsku				Nr ark. 1/1	Nr kol. 11	
		Schemat zastępczy sieci powrotnej Stan projektowany				S-2304223		