

AUDYT ENERGETYCZNY

ISTNIEJĄCEGO OŚWIETLENIA ULICZNEGO NA TERENIE GMINY STĘŻYCA

W RAMACH ROJEKTU

INSTALACJA EFEKTYWNEGO ENERGETYCZNIE OŚWIETLENIA ULICZNEGO W GMINIE STĘŻYCA

Adres obiektu:

Teren Gminy Stężyca

Klasyfikacja robót:

WSPÓLNY SŁOWNIK ZAMÓWIEŃ (CPV)

45316100-6 Instalowanie urządzeń oświetlenia zewnętrznego.

45310000-3 Roboty instalacyjne elektryczne

74232000-4 Usługi inżynierskie w zakresie projektowania

Zamawiający:

Gmina Stężyca

Plac Senatorski 1

08-540 Stężyca

Powiat Rycki

Opracował:

mgr inż. Andrzej Ścibior

VOLTEN Usługi Energetyczne

ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy

Stężyca styczeń 2022

Spis treści

1.	Wprowadzenie.....	3
1.1.	Cel niniejszego opracowania.....	3
1.2.	Syntetyczne podsumowanie Audytu	3
2.	Charakterystyka projektu	7
2.1.	Podstawowe informacje	7
2.2.	Lokalizacja projektu	7
2.3.	Regulacje prawne, specyficzne dla oświetlenia drogowego	7
2.4.	Założenia wariantów modernizacji oświetlenia.....	8
3.	Ocena jakości oświetlenia dróg.....	10
3.1.	Metodologia wykonania inwentaryzacji.....	10
3.2.	Ogólna ocena	10
3.3.	Wnioski inwentaryzacji oświetlenia.....	14
3.4.	Przeciwdziałanie zjawisku zanieczyszczenia środowiska światłem	15
4.	Analiza techniczno-technologiczna pod kątem zmniejszenia zużycia energii elektrycznej	16
4.1.	Sprzęt oświetleniowy - źródła światła	16
4.2.	Sprzęt oświetleniowy - Oprawy	17
4.3.	Analiza możliwości stosowania opraw równoważnych	18
4.4.	System sterowania z możliwością indywidualnego sterowania oprawą.....	18
5.	Warianty modernizacji oświetlenia ulicznego na terenie Gminy	19
5.1.	ZAŁOŻENIE OGÓLNE DLA ROZPATRYWANYCH WARIANTÓW	19
5.2.	ANALIZA TECHNICZNO-EKONOMICZNA WARIANTÓW MODERNIZACJI OŚWIETLENIA DROGOWEGO	21
	Wariant I:	21
	Wariant II:	23
	Wariant III:	25
6.	Ocena formalna przedstawionych wariantów.....	27
7.	Ocena ekonomiczna przedstawionych wariantów	27
8.	Wnioski	28
9.	Koncepcja utrzymania oraz zarządzania oświetlenia ulicznego po modernizacji	29
10.	Analiza oddziaływania na środowisko dla Wariantu II	30
11.	Spis załączników	32
11.1.	TABELA NR 1 - INWENTARYZACJA I PROJEKT OŚWIETLENIA ULICZNEGO NA TERENIE GMINY STĘŻYCA ...	33
11.2.	ROZMIESZCZENIE PUNKTÓWE OŚWIETLENIA ULICZNEGO NA TERENIE GMINY STĘŻYCA	37

1. Wprowadzenie

1.1. Cel niniejszego opracowania

Celem głównym niniejszego Audytu jest zbadanie możliwości zmodernizowanie oświetlenia ulicznego, pod kątem zmniejszenia zużycia energii elektrycznej oraz kosztów utrzymania systemu oświetlenia ulicznego.

Niezależnie od celu priorytetowego, każdy inwestor, chce mieć wiedzę o planowanych inwestycjach, w odniesieniu do sposobu ich realizacji oraz racjonalności wydatkowanych środków.

W prawidłowo zorganizowanym procesie zarządzania infrastrukturą, w tym przygotowania inwestycji, analiza stanu faktycznego, stanowi istotny element potwierdzający lub kwestionujący dotychczasowe kierunki działań, jak również pokazuje, w jakim stanie znajduje się badany obiekt po latach eksploatacji.

Audyt ma na celu ocenę systemu i określenie możliwości zmniejszenia kosztów eksploatacji oraz wskazanie zasadności inwestycji usprawniającej system odbiorników energii, jak również efektywnego sposobu jej realizacji. Niniejsza Audyt ma na celu na tym etapie podejmowania decyzji, odpowiedzieć na zasadnicze pytanie stawiane przez inwestora "Czy jest możliwe zmniejszenie kosztów funkcjonowania oświetlenia ulicznego". Nie istnieje jeszcze projekt techniczny, szczegółowy kosztorys, ani pełny program funkcjonalno-użytkowy dotyczący całości ewentualnej inwestycji. Istnieje jedynie ogólnie zarysowana potrzeba ograniczenia kosztów eksploatacji oświetlenia ulicznego oraz wstępne założenia realizacji inwestycji. Inwestor ma świadomość, że może zmniejszyć zużycie energii poprzez zmniejszenie mocy odbiorników.

W analizie przyjęto założenia, dotyczące ewentualnej inwestycji prowadzące do jednego spójnego harmonogramu inwestycyjnego z ostateczną rekomendacją dla Zamawiającego.

Zakres niniejszego opracowania jest następujący:

1. Ocena stanu istniejącego system oświetleniowego,
2. Oszacowanie kosztów różnych wariantów modernizacji system oświetlenia ulicznego
3. Oszacowanie wysokości ograniczenia kosztów eksploatacji systemu oświetleniowego
4. Przekazanie Zamawiającemu zaleceń i wskazań, co do:
 - Wyboru optymalnego rozwiązania technicznego, podnoszącego znacząco sprawność ekonomiczną i techniczną systemu oświetlenia ulicznego,

1.2. Syntetyczne podsumowanie Audytu

Zakres inwestycji Wariant III

1. Wymian opraw na terenie Gminy na oprawy typu LED ze sterowania inteligentnym przez sieć internetową

2. Modernizacja układów pomiarowo-rozdzielczych (45 Szaf SO)

		Wartości
Ilość punktów [szt]	przed wymianą	827
	bez zmian	10
	do wymiany	817
	po wymianie	827
energochłonność punktu świetlnego [W]	przed wymianą	84,01
	po wymianie	40,52
moc zainstalowana [kW]	przed wymianą	69,47
	po wymianie	33,51
	Oszczędności	52%
Zużycie energii [MWh/rok]	przed wymianą	277,90
	po wymianie	80,43
	Oszczędności [%]	71%
	Oszczędności w MWh/rok	197,48
Ilość zaoszczędzonej nieodnawialnej energii pierwotnej [MWh/rok]		592,43
ograniczenie emisji CO ₂ Mg/rok	wskaźnik emisji CO ₂ 0,698[MgCO ₂ /MWh]	137,84
koszt inwestycji BRUTTO	całkowity	1 819 538,95 zł
	Koszty energii	
	energia elekt. przed wymianą	136 057,15 zł
	konserwacja przed wymianą	32 642,00 zł
	energia elekt. po wymianie	43 052,73 zł
	konserwacja po wymianie	10 000,00 zł
czas świecenia rocznie [h]	przed wymianą	4000
	po wymianie	4000
oszczędności ekonomiczne		115 646,42 zł
Prosty okres zwrotu [lata]		15,73

Wybrany i przedstawiony powyżej **Wariant III**, to system oparty o oprawy ze źródłami typu LED i indywidualny system zdalnego sterowania mocą, czasem świecenia i czasem

redukcji mocy w poszczególnych oprawami jak i ich grupami. System pozwala zdalnie zarządzać oświetleniem ulicznym i dostosowywać harmonogramy redukcji mocy bez względu na sposób zasilania opraw. System pozwala indywidualnie dobierać czas świecenia i moc każdej oprawy osobno (np. w pobliżu przejść dla pieszych, na skrzyżowaniach itp.) jak również grupować oprawy w dowolne obszary funkcjonalne nie związane z konkretnymi obwodami zasilania. System pozwala również na monitorowanie czasu pracy, zużycia energii, awarii system i opraw dzięki czemu operator systemu na bieżąco może kontrolować działanie oświetlenia i w sposób ekonomiczny planować prace konserwacyjne. Uzyskane parametry: zmniejszenie zużycia energii i zmniejszenie kosztów utrzymania oświetlenia ulicznego, znacząco przekraczają minimalne wartości, pozwalające na uczestnictwo w konkursach dotyczących poprawy efektywności energetycznej infrastruktury oświetlenia ulicznego. Inwestor bez konieczności zapoznawania się z modelami matematycznymi, prowadzącymi do uzyskanych wyników może na podstawie wyżej załączonej tabeli uzyskać informacje na temat efektywności energetycznej i ekologicznej przedsięwzięcia. Sposób uzyskania wartości jest omówiony szczegółowo w dalszej części Audytu.

**Zestawienie planowanych elementów prac i kosztów związanych z
montaż/installacją efektywnego energetycznie oświetlenia w
Gminie Stężyca**

lp	Planowane prace	Ilość (szt./kpl/m)
1	DEMONTAŻ OPRAW OŚWIETLENIA ULICZNEGO WRAZ Z OSPRZĘTEM ELEKTRYCZNYM	817
2	ZAKUP I MONTAŻ NOWYCH OPRAW OŚWIETLENIA ULICZNEGO TYPU LED	817
3	MONTAŻ OSPRZĘTU ELEKTRYCZNEGO (PRZEWODY, ZACISKI, ZABEZPIECZENIA)	817
4	WYMIANA WYSIĘGNIKÓW	701
5	KONSERWACJA/MALOWANIE WYSIĘGNIKÓW	116
6	MODERNIZACJA SYSTEMU STEROWANIA OŚWIETLENIEM ULICZNYM - MODERNIZACJA SZAF STEROWNICZO POMIAROWYCH	45
7	ZAINSTALOWANIE INDYWIDUALNEGO SYSTEMU STEROWANIA OŚWIETLENIEM ULICZNYM	1
8	UTYLIZACJA ZDEMONTOWANYCH MATERIAŁÓW W TYM ŹRÓDEŁ ŚWIATŁA	1
9	WYKONANIE DOKUMENTACJI	1
10	NADZÓR INWESTORSKI	1

2. Charakterystyka projektu

2.1. Podstawowe informacje

Projekt jest opatrzony tytułem:

„INSTALACJA EFEKTYWNEGO ENERGETYCZNIE OŚWIETLENIA ULICZNEGO W GMINIE STĘŻYCA”

2.2. Lokalizacja projektu

Projekt będzie realizowany na terenie Gminy Stężyca, woj. Lubelskie, powiat Rycki

2.3. Regulacje prawne, specyficzne dla oświetlenia drogowego

W zakresie zagadnień, specyficznych dla oświetlenia drogowego, za podstawę opracowania niniejszej Analizy służyły następujące akty prawne, rozporządzenia oraz Polskie Normy:

Ustawy:

- Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz. U. Nr 14, poz. 60, tekst jednolity Dz. U. 2007 nr 19 poz. 115 z późniejszymi zmianami)
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (tekst jednolity Dz. U. 2010, nr 243 poz. 1623 z późn. zm.)
- Ustawa z dnia 29 stycznia 2004 r. - Prawo zamówień publicznych (tekst jednolity Dz. U. z 2010 Nr 113, poz. 759 z późn. zmianami)

Rozporządzenia:

- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2.03.1999 r., w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 43 z 1999 z późn. zmianami), w szczególności § 109 Rozporządzenia.
- Rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 3 grudnia 2012 r., w sprawie wykazu robót, kwalifikujące instalowanie urządzeń oświetlenia drogowego, jako robotę budowlaną. Wcześniej postępowania na wymianę opraw można było przeprowadzać, jako dostawa opraw z instalacją. Obecnie byłoby w sprzecznością z w/w Rozporządzeniem.

Normy:

- PN-EN 13201- 2, 3 i 4 Oświetlenie Dróg

2.4. Założenia wariantów modernizacji oświetlenia

Przedmiotem analizy jest stan systemu oświetlenia ulic i placów Miasta i Gminy Opole Lubelskie, pod kątem poprawy jego efektywności energetycznej oraz zapewnienie zgodności z Polską Normą, przenoszącą normę europejską: PN-EN 13201 (Oświetlenie uliczne). Analiza modernizacji systemu oświetlenia dróg, porównuje z założeniami, następujące warianty działań:

1. Wariant I – Wymiana istniejących opraw ze źródłami światła typu sodowego na oprawy ze źródłami typu LED bez sterowania oraz z modernizacją układów pomiarowo-sterowniczych.

Zakres inwestycji:

- Modernizacja wyeksploatowanych lamp sodowych na nowoczesne oprawy ze źródłami światła typu LED bez możliwości ich sterowania
- modernizacja układów pomiarowo-sterowniczych poprzez instalację kompensacji mocy biernej i dostosowanie do nowych warunków pracy

Charakterystyka:

- a. Analizie poddano 827 szt opraw zainstalowanych na terenie Gminy.
 - b. Zastosowanie źródeł światła typu LED o wydajności minimalnej 130 Lm/W i trwałości minimum 80 000 godzin.
 - c. Charakterystyczne parametry oprawy ze źródłami typu LED, przyjętych do analizy Oprawy o szczelności IP 66, obudowa aluminiowa, klosz ze szkła hartowanego IK08 z zaprogramowanym harmonogramem redukcji mocy
 - d. Analizie poddano 45 szt. punktów pomiarowo – sterowniczych oświetlenia pod kątem dostosowania ich do nowych warunków pracy oraz kompensacji mocy biernej.
- ### **2. Wariant II – Wymiana istniejących opraw ze źródłami światła typu sodowego na oprawy ze źródłami typu LED z zaprogramowanym harmonogramem redukcji mocy oraz z modernizacją układów pomiarowo-sterowniczych.**

Zakres inwestycji:

- Modernizacja wyeksploatowanych lamp sodowych i rtęciowych na nowoczesne oprawy ze źródłami typu LED z zaprogramowanym harmonogramem redukcji mocy
- Modernizacja układów pomiarowo-sterowniczych poprzez instalację kompensacji mocy biernej i

dostosowanie do nowych warunków pracy

Charakterystyka:

- e. Analiz Analizie poddano 827 szt opraw zainstalowanych na terenie Miasta i Gminy.
- a. Zastosowanie źródeł światła typu LED o wydajności minimalnej 130 Lm/W i trwałości minimum 80 000 godzin.
- b. Charakterystyczne parametry oprawy ze źródłami typu LED, przyjętych do analizy Oprawy o szczelności IP 66, obudowa aluminiowa, klosz ze szkła hartowanego IK08 z zaprogramowanym harmonogramem redukcji mocy
- c. Analizie poddano 45 szt. punktów pomiarowo – sterowniczych oświetlenia pod kątem dostosowania ich do nowych warunków pracy oraz kompensacji mocy biernej.

3. Wariant III – Wymiana istniejących opraw ze źródłami światła typu sodowego na oprawy ze źródłami typu LED, z modernizacją układów pomiarowo-sterowniczych i zainstalowaniem indywidualnego systemu sterowania czasem pracy i mocą opraw.

Zakres inwestycji:

- Modernizacja wyeksploatowanych lamp sodowych i rtęciowych na nowoczesne oprawy ze źródłami typu LED
- Modernizacja układów pomiarowo-sterowniczych poprzez instalację kompensacji mocy biernej i dostosowanie do nowych warunków pracy
- zainstalowanie i uruchomienie systemu sterowania pozwalającego na indywidualne sterowanie mocą i czasem świecenia opraw, z możliwością zbierania danych dotyczących czasu pracy, zużyciu energii wydajności oprawy oraz informowaniem obsługi o awariach zaistniałych w systemie.

Charakterystyka:

- a. Analiz Analizie poddano 827 szt opraw zainstalowanych na terenie Miasta i Gminy.
- b. Zastosowanie źródeł światła typu LED o wydajności minimalnej 130 Lm/W i trwałości minimum 80 000 godzin.
- c. Charakterystyczne parametry oprawy ze źródłami typu LED, przyjętych do analizy Oprawy o szczelności IP 66, obudowa aluminiowa, klosz ze szkła hartowanego IK08, wyposażone w elektroniczny układ zasilający umożliwiający płynną zmianę strumienia świetlnego oprawy za pomocą sterowania sygnałem DALI lub 1-10V
- d. Analizie poddano 45 szt. punktów pomiarowo – sterowniczych oświetlenia pod kątem

dostosowania ich do nowych warunków pracy oraz kompensacji mocy biernej.

3. Ocena jakości oświetlenia dróg

3.1. Metodologia wykonania inwentaryzacji

Stan aktualny określony został na podstawie analizy danych, pozyskanych w wyniku inwentaryzacji z natury. Zostało zinwentaryzowanych 827 szt opraw na terenie Gminy Stężyca zainstalowanych w 827 punktach oświetleniowych. Ilości opraw i punktów oświetleniowych wynika z przyjętej nomenklatury tzn. w jednym punkcie oświetleniowym (na jednym słupie) może być zainstalowana więcej niż jedna opraw. Do modernizacji zgodnie z ustaleniami wytypowano 817 szt opraw zainstalowanych w 817 punktach oświetleniowych. Wykaz punktów oświetleniowych i ilości opraw zawarty jest w TABELA NR 1. Badany obszar na którym zainstalowane są obecnie oprawy oświetlenia ulicznego obsługiwany jest przez – PGE Dystrybucja SA Oddział Lublin.

Tabelaryczne zestawienie danych, dotyczących punktów światła i geometrii oświetlonych ulic, które zostały zebrane w wyniku inwentaryzacji, zostały wskazane w „TABELA NR 1 - Inwentaryzacja i projekt oświetlenia ulicznego na terenie Gminy Stężyca”. Stanowi to materiał źródłowy do Audytu. Dane te są kompletne nie mniej jednak powinny być aktualizowane na etapie przygotowania projektu wykonawczego.

3.2. Ogólna ocena

Na terenie Gminy zainstalowane są oprawy, których właścicielem jest Urząd Gminy Stężyca

Ostatnie nieliczne prace modernizacyjne wykonywane sukcesywnie na istniejącym oświetleniu ulicznym zostały przeprowadzone z wykorzystaniem opraw typu LED. Stare wyeksploatowane oprawy sodowe zostawały zastępowane oprawami typu LED. Obecna technologia umożliwia wykorzystanie źródła światła typu LED i daje możliwość sterowania mocą i czasem świecenia pojedynczej zainstalowanej oprawy poprzez sieć internetowa, jak również zbieranie danych dotyczących pracy oprawy umożliwiając tym samym precyzyjne planowanie prac konserwacyjnych gwarantując wysoka niezawodność pracy systemu oświetlenia. Opis proponowanych rozwiązań znajduje się w dalszej części opracowania.

W chwili obecnej stan oświetlenia, nie odpowiada założeniom normy PN-EN13201. W miejscach gdzie obecnie zainstalowane są oprawy sodowe w wieku powyżej 8 lat, zauważalny jest znaczny spadek strumienia świetlnego ze względu na zużycie źródeł światła i mętnienie

kloszy opraw. Możliwe jest przeprowadzenie modernizacji w oparciu o technologię LED wraz z zainstalowaniem inteligentnego systemu sterowania co pozwoli na obniżenie mocy zainstalowanej opraw jak również zmniejszenie zużycia energii (opis rozwiązania również w dalszej części opracowania).

3.2.1. Analiza typów i modeli opraw na terenie Gminy Stężycza.

Na terenie Gminy Stężycza zainstalowane są oprawy oświetlenia ulicznego wielu producentów tj. oprawy produkcji Philips, Elgo, Es-System i Rosa. Poniżej kilka przykładowych wizerunków opraw .



Zestawienie mocy i typu źródła światła, w stanie istniejącym, zostało przedstawione w TABELI NR 1.

Zainstalowane obecnie oprawy sodowe w większości przypadków posiadają klosze z poliwęglanu „PC” oraz obudowy wykonane z tworzywa sztucznego wzmocnionego włóknem szklanym. Degradacja odbłyśników w oprawie powoduje, że wypromieniowany, ze źródła światła strumień w górnej półprzestrzeni, jest w znacznej części pochłaniany przez oprawę zamiast być kierowane na powierzchnie jezdni. Poliwęglan zaś stosowany w oprawach sodowych ma niższą przezroczystość do szkła o ok. 5-10%, już na samym początku ich użytkowania. W późniejszym czasie (ok. 5 lat) klosz wykonany z PC, mętnieje i ogranicza wypromieniowanie strumień światła ze źródła. Z tego faktu wynikają znaczne spadki strumienia świetlnego emitowanego z oprawy po kilku latach eksploatacji. Ponadto oprawy, posiadają oznaki nieszczelności klosza co przejawia się pojawieniem wewnątrz opraw bardzo dużego zabrudzenia i zawilgocenia co dodatkowo powoduje korozję układu optycznego. Zużycie ponad normatywne zainstalowanych opraw powoduje konieczność ich jak najszybszej wymiany lub poddania ich intensywnym pracom konserwacyjnym w postaci wymiany uszczelk pod kloszem wymiany skorodowanych odbłyśników i czyszczenia opraw od wewnątrz w celu poprawy ich funkcjonalności lub wymiany klosza. Powyżej przedstawione elementy zużycia opraw zainstalowanych na terenie Gminy Stężycza powodują, że strumień światła emitowany ze źródła jest ograniczony a przez to oświetlenie na powierzchni jezdni niewystarczające i nieodpowiadające normie. Ponadto należy mieć świadomość, że obecnie zainstalowane oprawy pobierają niewspółmiernie dużo energii elektrycznej w stosunku do efektów oświetleniowych jakie zapewniają na drodze.

3.2.2. Skrzynki sterujące SO

Układy pomiarowo-rozdzielcze znajdujących się na terenie Gminy Stężycza to układy zainstalowane w szafach typu SO montowanych na słupach linii oświetleniowych lub w szaf SO zamontowanych wewnątrz szaf stacyjnych, które to szafy należy bezwzględnie wydzielić montując je poza szafami stacyjnymi. Sterowanie odbywa się za pomocą zegarów astronomicznych różnego typu. Konieczne jest podjęcia decyzji o przebudowie układów pomiarowo-sterowniczych oświetlenia, (45 układów) w celu dostosowania ich do współpracy z oprawami typu LED o niższej mocy i poprzez zainstalowanie kompensatorów mocy biernej i

ograniczników prądów rozruchowych.

3.2.3. Stan systemu oświetlenia drogowego na dzień zakończenia Audytu

- a. W wyniku przeprowadzonej inwentaryzacji, na obszarze planowanej modernizacji tj. na terenie Gminy Stężycza, zidentyfikowano 827 opraw sodowych, zainstalowanych w 827 punktach oświetleniowych, przy drogach i w miejscach publicznych. Do modernizacji przewidziano 817 opraw oświetleniowych, pozostałe 10 szt opraw to oprawy typu LED w dobrym stanie technicznym
- b. Zainstalowane na terenie Gminy oprawy podlegające wymianie, są oprawami z wysokoprężnymi źródłami sodowymi, które w obecnych czasach, wypierane są przez bardziej energooszczędne oprawy typu LED. Oprawy montowane ponad 8 lat temu ze względu na spadek przezroczystości kloszy oraz zużycie odbłyśnika i źródła światła zużywają niewspółmiernie dużo energii w porównaniu z oprawami typu LED. Generalnie należy stwierdzić że ze względu na stosunkowo dużą moc zainstalowaną, oprawy zostały zakwalifikowane do modernizacji.
- c. System sterowania oświetleniem ulicznym wymaga modernizacji, w celu dostosowania go do wymogów energooszczędności i standardów określonych dla zainstalowania opraw typu LED tj. konieczności zastosowanie kompensatorów mocy biernej oraz ograniczników prądów rozruchowych. Ponadto należy bezwzględnie wynieść układy pomiarowo-rozdzielcze oświetlenia poza szafy stacyjne niskiego napięcia

3.2.4. Zgodność z Normami

Na analizowanym obszarze, oświetlenie uliczne, nie było projektowane zgodnie z wymaganiami normy oświetleniowej PN-EN 13201, zważywszy na czas jaki upłynął od zainstalowania opraw i naturalne zużycie, oprawy kwalifikują się do wymiany na energooszczędne oprawy typu LED.

Norma PN-EN 13201 składa się z czterech części i zawiera wytyczne w zakresie:

1. Wyboru klasy oświetleniowej
2. Wymagań oświetleniowych
3. Obliczenia parametrów oświetleniowych
4. Metod pomiarów oświetlenia

Norma bardzo precyzyjnie określa wymagania oświetleniowe dla poszczególnych klas drogi i wskazuje na pakiet parametrów oświetleniowych, które muszą być spełnione przy projektowaniu oświetlenia. Parametrami dla klas luminancyjnych (wszędzie tam, gdzie

występuje ruch kołowy, zazwyczaj drogi podlegają tym parametrom) są:

- luminancja nawierzchni drogi (jaskrawość drogi) - L
- równomierność luminancji – U0
- równomierność wzdłużna luminancji (rozpatrywana w kierunku ruchu pojazdu) - U1
- wskaźnik olśnienia - TI
- wskaźnik oświetlenia otoczenia – SR

3.3. Wnioski inwentaryzacji oświetlenia

Wybór opraw przeznaczonych do modernizacji wynika z analizy przeprowadzonej w czasie inwentaryzacji oraz z przyjętego wariantu modernizacji. Z całej populacji opraw, tj. 827 szt. zgodnie z zakresem do wymiany zakwalifikowano 817 szt. Ze względu na stosunkowo duże odległości między słupami na których instalowane są oprawy, nie ma możliwości zmniejszenia ilości opraw bez naruszenia wartości określonych normą oświetleniową PN-EN 13201.

Przeprowadzona analiza pozwala na określenie wniosków dla właściciela oświetlenia ulicznego według poniższych rekomendacji.

Wniosek 1. Istnieje potrzeba opracowania, kompletnego projektu wykonawczego wszystkich podlegających modernizacji odcinków dróg na terenie Gminy Stężycza. Projekt musi spełniać wymagania oświetleniowe, zgodne z aktualnie obowiązującą normą oświetleniową PN-EN 13201. Formalnie stosowanie norm jest dobrowolne, co do zasady. Niemniej dla zamówień publicznych, zgodnie z orzeczeniami Krajowej Izby Odwoławczej (KIO), Prawo zamówień publicznych, nie pozwala, aby projekt i wykonanie były w sprzeczności z normą. Spełnienie normy oznacza również, że projekt i wykonanie są bezpieczne dla użytkowników. Analogicznie pożądanym jest, aby wszystkie nowo projektowane, modernizowane urządzenia oświetlenia drogowego uwzględniały wymagania normy europejskiej PN-EN 13201, gdyż norma ta uwzględnia najnowszy poziom wiedzy i współczesnej techniki oświetleniowej.

Wniosek 2. Dopuszczać do stosowania wyłącznie oprawy z obudową aluminiową o szczelności IP 66 oraz kloszem wykonanym ze szkła hartowanego. Nie dopuszczać kloszy opraw z PC, ze względu na jego szybką utratę przezroczystości i żółknięcie.

Wniosek 3. Przy przebudowie, modernizacji lub dobudowie stosować system sterowania oprawami oświetleniowymi w celu wykorzystania możliwości zmniejszenia zużycia energii w porach zmniejszonego ruchu kołowego i pieszych.

Uzasadnieniem Wniosków od 1 do 3 jest utrzymanie sprawności system oświetlenia na całym obszarze i minimalizowanie kosztów energii elektrycznej oraz utrzymania oświetlenia ulicznego

Wniosek 4. Należy rozważyć sukcesywną przebudowę linii napowietrznych oświetlenia ulicznego, zainstalowanych na słupach linii nn, na linie kablowe służącego wyłącznie oświetleniu drogowemu z posadowieniem słupów stalowych bądź aluminiowych. Budowa odrębnych linii kablowych pozwoli na rozdzielenie oświetlenia ulicznego (opraw i obwodów) należącego do Gminy Stężycza od majątku PGE Dystrybucji.

Uzasadnieniem Wniosku 4 jest rozdział majątku PGE Dystrybucji od majątku związanego z oświetleniem ulicznym a będącym własnością Gminy Stężycza.

3.4. Przeciwdziałanie zjawisku zanieczyszczania środowiska światłem

Zanieczyszczania środowiska światłem występuje wszędzie tam, gdzie oświetlenie zamiast służyć celowi, dla którego zostało zbudowane, oświetla również inne obiekty, a w szczególności niebo. Zanieczyszczanie światłem, narusza standardy dobrego projektowania oświetlenia. Zjawisko zanieczyszczenia światłem występuje w szczególności wszędzie tam, gdzie:

- Oprawy instalowane są pod kątem większym niż 10°
- Wszędzie tam, gdzie zainstalowane są oprawy typu "Kula" bez układu optycznego kierującego strumień światła w dolną półprzestrzeń.

Zalecenie 1

Stosowanie opraw typu "Kula" winno być ograniczane, a już zainstalowane oprawy winne być sukcesywnie wymieniane, na oprawy o budowie uniemożliwiającej „zaśmiecanie” środowiska światłem.

Zalecenie 2

Ścieżki, alejki lub ciągi piesze, jeśli nie są oświetlane oprawami ozdobnymi, winne być oświetlane specjalistycznymi oprawami zaprojektowanymi do tego celu, o rozsyle strumienia światła silnie asymetrycznym, wąskim i długim wzdłuż ciągu pieszego.

Zalecenie 3

Zalecać projektantom oświetlenia wykonanie projektów przy uwzględnieniu normy oświetleniowej, jak również biorąc pod uwagę unikanie zjawiska zanieczyszczania światłem środowiska.

4. Analiza techniczno-technologiczna pod kątem zmniejszenia zużycia energii elektrycznej

Wynikiem analizy stanu istniejącego jest poszukiwanie, takich rozwiązań technicznych i technologicznych, które zabezpieczyłyby długoterminowy interes Zamawiającego, aby przy umiarkowanych kosztach inwestycyjnych, uzyskać korzyść w postaci wysokiej energooszczędności urządzeń oraz niskich kosztów konserwacji, przy długotrwałym użytkowaniu.

4.1. Sprzęt oświetleniowy - źródła światła

Technologia LED jest coraz szerzej stosowana w oświetleniu, od niedawna również w oświetleniu zewnętrznym. Na rynku pojawia się coraz więcej produktów, będących alternatywą dla klasycznego oświetlenia zewnętrznego opartego do tej pory na wyładowczych źródłach wysokoprężnych. Źródła LED mają wiele zalet. Podstawowe, to:

- długa żywotność – ok. 80 000 godzin - (dla utraty strumienia światła 10%),
- nie generują promieniowania ultrafioletowego (UV) i podczerwonego (IR),
- biała barwa światła,
- dobra jakość światła,
- wyeliminowany efekt stroboskopowy,
- nie zawierają rtęci, metali ciężkich lub innych szkodliwych dla środowiska substancji,
- natychmiastowy start - osiągnięcie normalnej jasności bezpośrednio po uruchomieniu, bez opóźnienia szybki ponowny zapłon źródła światła
- Możliwość sterowania mocą oprawy.

Technologia LED jest ciągle udoskonalana i wciąż trwają prace nad wyprodukowaniem źródła LED o wyższej skuteczności. Są na rynku konstrukcje uznanych producentów sprzętu oświetleniowego (Philips, Osram, Schreder), które są alternatywą dla do tej pory powszechnie stosowanych opraw ze źródłami sodowymi wysokoprężnymi.

Podstawową zaletą opraw ze źródłami LED jest ich łatwość sterowania. Obecnie rozpowszechniane są systemy umożliwiające sterowanie pojedynczą oprawą w dowolny sposób tzn. jej załączanie, wyłączenie oraz ustalanie dowolnego poziomu strumienia świetlnego odpowiedniego do sytuacji oświetlanej powierzchni. Oprawy można grupować w dowolne obszary funkcjonalne i zadawać im dowolne harmonogramy świecenia pozwalające na uzyskiwanie dodatkowych oszczędności w zużyciu energii poprzez obniżenie mocy oprawy w porach najmniejszego natężenia ruchu lub na obszarach o mniejszym znaczeniu komunikacyjnym. Zastosowanie odpowiedniego system sterowania oświetleniem typu LED może

pozwolić na uzyskanie dodatkowych oszczędności w zużyciu energii na poziomie do 40% w stosunku do opraw pozbawianych tej możliwości. Systemy sterowania oprawami LED nie wymagają dodatkowego oprzewodowania tzn. że komunikacja pomiędzy systemem a oprawą prowadzona jest najczęściej drogą radiową lub poprzez obwód zasilający co eliminuje konieczność prowadzenia dodatkowych przewodów sterujących.

4.2. Sprzęt oświetleniowy - Oprawy

Oprócz źródeł światła, o jakości oświetlenia decyduje także w dużym stopniu, jakość zastosowanej oprawy oświetleniowej. Powinna się ona charakteryzować wysokimi parametrami technicznymi, gwarantującymi wysoką szczelność układu optycznego i elektrycznego oraz ograniczać powstawanie olśnienia. Poniżej zestawiono wymagane parametry techniczno-użytkowe, jakim winny się charakteryzować oprawy ze źródłami typu LED:

- Oprawa wyposażona w panel z diodami LED który w razie uszkodzenia można wymienić bez konieczności wymiany całej oprawy.
- Panel LED wyposażony w kostkę przyłączeniową, która w razie jego awarii umożliwi jego wymianę.
- Każda dioda na panelu LED powinna posiadać indywidualny element optyczny o takiej samej charakterystyce, żeby w przypadku przepalenia się którejś z diod zmienił się jedynie strumień świetlny emitowany przez oprawę a nie jej rozsył światła (powinna być zachowana równomierność oświetlenia na całej powierzchni oświetlanej drogi).
- korpus i obudowa oprawy wykonane z wysokociśnieniowego odlewu aluminiowego,
- oprawa o szczelności komory optycznej IP 66, komory osprzętu elektrycznego IP 66, lub dla opraw jednokomorowych szczelność IP 66
- budowa oprawy pozwalająca na wymianę modułu zasilającego,
- klosz oprawy wykonany ze szkła hartowanego o odporności na uderzenia min. IK 08,
- oprawy wyposażone w uchwyt o średnicy $\varnothing 48-60\text{mm}$ pozwalający na montaż zarówno na wysięgniku jak i bezpośrednio na słupie, a także na zmianę kąta nachylenia oprawy
- temperatura barwowa użytych diod z zakresu barwy neutralny biały 4000K +/-10%,
- wymagany wskaźnik oddawania barw minimum LED $R_a \geq 70$,
- skuteczność świetlna oprawy (stosunek strumienia świetlnego wychodzącego z oprawy do mocy całkowitej oprawy) nie mniejsza niż 130lm/W
- utrzymanie strumienia świetlnego w czasie: 90% po 80 000h
- układy optyczne opraw powinny spełniać wymagania normy PN-EN 62471:2010 „Bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp i systemów lampowych.”,
- oprawy wykonane w II klasie ochronności elektrycznej,

- napięcie znamionowe 230V 50Hz, współczynnik mocy oprawy $\cos \phi \geq 0,98$ (przy maksymalnym obciążeniu),
- Zasilacz programowalny za pomocą wejścia DALI – możliwość zaprogramowania funkcji redukcji mocy, możliwość współpracy z systemami zarządzania oświetleniem za pomocą transmisji bezprzewodowej ;
- Zasilacz realizuje funkcję utrzymania stałego strumienia świetlnego w całym czasie użytkowania
- ochrona przed przepięciami minimum 10kV,
- zakres temperatury pracy oprawy: od -30°C do +35°C,
- oprawy muszą posiadać deklaracje zgodności CE oraz certyfikacje na znak ENEC, jest to ogólnoeuropejskie oznakowanie potwierdzające zgodność produktu z europejską normą EN dotyczącą bezpieczeństwa sprzętu elektrycznego, oraz świadczące o stosowanym w produkcji systemie zarządzania jakością,

Na rynku, dostępnych jest wiele opraw spełniających, wymagania techniczne i użytkowe określone powyżej. W przypadku kompleksowej modernizacji oświetlenia drogowego, można zastosować oprawy oświetleniowe produkowane przez takie firmy jak LUG, Schreder, Philips, Disano, Thorn lub równoważne innych producentów.

4.3. Analiza możliwości stosowania opraw równoważnych

Przy rozważaniu stosowania opraw równoważnych należy w pierwszej kolejności sprawdzić parametry techniczne oprawy wskazane powyżej

Kolejnym bardzo istotnym parametrem jest charakterystyka fotometryczna tzw. krzywa rozsyłu światłości oprawy. Powinna być taka, aby na już istniejących konstrukcjach wsporczych można było osiągnąć spełnienie normy oświetleniowej PN-EN 13201.

4.4. System sterowania z możliwością indywidualnego sterowania oprawą

Najbardziej zaawansowanym systemem sterowania oprawami typu LED jest indywidualne ich sterowanie przy pomocy transmisji bezprzewodowej. System ten oparty jest na komunikacji bezprzewodowej prowadzonej z każdą zainstalowaną oprawą niezależnie. Oznacza to, że operator system ma możliwość komunikowania się z każdą oprawą i wprowadzenia dla niej dowolnych parametrów związanych z jej załączeniem, wyłączeniem oraz przypisywanie harmonogramów regulacji strumienia świetlnego w czasie pracy oprawy. Oczywiście oprawy można łączyć w dowolne grupy funkcjonalne związane np. z konkretną ulicą, skrzyżowaniem lub obszarem funkcjonalnym dla którego można realizować podobne harmonogramy redukcji mocy. Można również ustalać wyjątki związane z konkretnym dniem tygodnia, świętami lub imprezami

okolicznościowymi. System również pozwala monitorować na bieżąco zużycie energii, czas świecenia oraz sygnalizuje uszkodzenia punktów świetlnych z natychmiastowym powiadomieniem użytkownika o powstałych awariach i nieprawidłowościach w działaniu opraw.

5. Warianty modernizacji oświetlenia ulicznego na terenie Gminy

Przedmiotem analizy jest modernizacja systemu oświetlenia dróg Gminy w celu poprawy jego efektywności energetycznej oraz zapewnienie zgodności z Polską Normą przenoszącą normę europejską PN-EN 13201.

5.1. ZAŁOŻENIE OGÓLNE DLA ROZPATRYWANYCH WARIANTÓW

5.1.1. Wariant I

Wymiana istniejących opraw ze źródłami światła typu sodowego na oprawy ze źródłami typu LED bez sterowania oraz z modernizacją układów pomiarowo-sterowniczych.

Zakres inwestycji:

- Modernizacja wyeksploatowanych lamp sodowych na nowoczesne oprawy ze źródłami światła typu LED bez możliwości ich sterowania
- modernizacja układów pomiarowo-sterowniczych poprzez instalację kompensacji mocy biernej i dostosowanie do nowych warunków pracy

Charakterystyka:

- f. Analizie poddano 827 szt opraw zainstalowanych na terenie Gminy.
- g. Zastosowanie źródeł światła typu LED o wydajności minimalnej 130 Lm/W i trwałości minimum 80 000 godzin.
- h. Charakterystyczne parametry oprawy ze źródłami typu LED, przyjętych do analizy Oprawy o szczelności IP 66, obudowa aluminiowa, klosz ze szkła hartowanego IK08 z zaprogramowanym harmonogramem redukcji mocy
- i. Analizie poddano 45 szt. punktów pomiarowo – sterowniczych oświetlenia pod kątem dostosowania ich do nowych warunków pracy oraz kompensacji mocy biernej.

5.1.2. Wariant II

Wymiana istniejących opraw ze źródłami światła typu sodowego na oprawy ze źródłami typu LED z zaprogramowanym harmonogramem redukcji mocy oraz z modernizacją układów pomiarowo-sterowniczych.

Zakres inwestycji:

- Modernizacja wyeksploatowanych lamp sodowych i rtęciowych na nowoczesne oprawy ze źródłami typu LED z zaprogramowanym harmonogramem redukcji mocy
- Modernizacja układów pomiarowo-sterowniczych poprzez instalację kompensacji mocy biernej i dostosowanie do nowych warunków pracy

Charakterystyka:

- j. Analiz Analizie poddano 827 szt opraw zainstalowanych na terenie Miasta i Gminy.
 - a. Zastosowanie źródeł światła typu LED o wydajności minimalnej 130 Lm/W i trwałości minimum 80 000 godzin.
 - b. Charakterystyczne parametry oprawy ze źródłami typu LED, przyjętych do analizy Oprawy o szczelności IP 66, obudowa aluminiowa, klosz ze szkła hartowanego IK08 z zaprogramowanym harmonogramem redukcji mocy
 - c. Analizie poddano 45 szt. punktów pomiarowo – sterowniczych oświetlenia pod kątem dostosowania ich do nowych warunków pracy oraz kompensacji mocy biernej.

5.1.3. Wariant III

Wymiana istniejących opraw ze źródłami światła typu sodowego na oprawy ze źródłami typu LED, z modernizacją układów pomiarowo-sterowniczych i zainstalowaniem indywidualnego systemu sterowania czasem pracy i mocą opraw.

Zakres inwestycji:

- Modernizacja wyeksploatowanych lamp sodowych i rtęciowych na nowoczesne oprawy ze źródłami typu LED
- Modernizacja układów pomiarowo-sterowniczych poprzez instalację kompensacji mocy biernej i dostosowanie do nowych warunków pracy
- zainstalowanie i uruchomienie systemu sterowania pozwalającego na indywidualne sterowanie mocą i czasem świecenia opraw, z możliwością zbierania danych dotyczących czasu pracy, zużyciu energii wydajności oprawy oraz informowaniem obsługi o awariach zaistniałych w systemie.

Charakterystyka:

- e. Analiz Analizie poddano 827 szt opraw zainstalowanych na terenie Miasta i Gminy.
- f. Zastosowanie źródeł światła typu LED o wydajności minimalnej 130 Lm/W i trwałości minimum 80 000 godzin.
- g. Charakterystyczne parametry oprawy ze źródłami typu LED, przyjętych do analizy Oprawy o szczelności IP 66, obudowa aluminiowa, klosz ze szkła hartowanego IK08, wyposażone w elektroniczny układ zasilający umożliwiający płynną zmianę strumienia świetlnego oprawy za pomocą sterowania sygnałem DALI lub 1-10V
- h. Analizie poddano 45 szt. punktów pomiarowo – sterowniczych oświetlenia pod kątem dostosowania ich do nowych warunków pracy oraz kompensacji mocy biernej.

5.2. ANALIZA TECHNICZNO-EKONOMICZNA WARIANTÓW MODERNIZACJI OŚWIETLENIA DROGOWEGO

Wariant I:

Podstawowym założeniem „Wariantu I” jest zmniejszenie energochłonności oświetlenia ulicznego poprzez zastosowanie opraw wykonanych w technologii LED bez możliwości redukcji mocy opraw zainstalowanych w procesie modernizacji. Do modernizacji zastosować należy oprawy wykonane w technologii LED w ilości 817 szt. Wariant ten zakłada, że właściciel/operator systemu oświetlenia ulicznego nie będzie miał możliwość ustalenia poziomów mocy oprawy w czasie jej świecenia. W zakresie inwestycji jest przebudowa 45 układów pomiarowo-sterowniczych systemu oświetlenia ulicznego

W zakresie robót dotyczących modernizacji układów pomiarowo – sterowniczych, jest dostosowanie ich do nowych warunków pracy tj. zmniejszenia mocy zainstalowanych opraw oraz konieczności zastosowania kompensacji mocy biernej. Dodatkowo planuje się zastosowanie ograniczników prądów rozruchowych i wymianę aparatów elektrycznych w celu dostosowania ich do zmniejszenia mocy zainstalowanej opraw oraz ujednoczenia sterowania oświetleniem. W celu ujednoczenia systemu sterowania zakłada się zainstalowanie zegarów astronomicznych wyposażonych w komunikację bezprzewodową, radiową która umożliwi zmianę nastaw zegara bez konieczności otwierania szafy oświetleniowej. Zastosowanie komunikacji radiowej spowoduje obniżenie kosztów eksploatacji poprzez brak konieczności wykonywania zmiany nastaw zegara przez osobę posiadającą odpowiednie kwalifikacje do obsługi urządzeń elektrycznych kategorii „E”. Po zainstalowaniu zegarów z komunikacją radiową nie będzie konieczności otwierania szafy SO w celu zmiany nastaw zegara.

Zestawienie wyników analiza ekonomiczno-techniczna poniżej.

Zakres inwestycji Wariant I

1. Wymian opraw na terenie Gminy na oprawy typu LED bez sterowania

2. Modernizacja układów pomiarowo-rozdzielczych (45 Szaf SO)

		Wartości
Ilość punktów [szt]	przed wymianą	827
	bez zmian	10
	do wymiany	817
	po wymianie	827
energochłonność punktu świetlnego [W]	przed wymianą	84,01
	po wymianie	40,52
moc zainstalowana [kW]	przed wymianą	69,47
	po wymianie	33,51
	Oszczędności	52%
Zużycie energii [MWh/rok]	przed wymianą	277,90
	po wymianie	134,04
	Oszczędności [%]	52%
	Oszczędności w MWh/rok	143,86
Ilość zaoszczędzonej nieodnawialnej energii pierwotnej [MWh/rok]		431,58
ograniczenie emisji CO ₂ Mg/rok	wskaźnik emisji CO ₂ 0,698[MgCO ₂ /MWh]	100,41
koszt inwestycji BRUTTO	całkowity	1 366 406,95 zł
Koszty energii	energia elekt. przed wymianą	136 057,15 zł
	konserwacja przed wymianą	32 642,00 zł
	energia elekt. po wymianie	71 754,55 zł
	konserwacja po wymianie	15 000,00 zł
czas świecenia rocznie [h]	przed wymianą	4000
	po wymianie	4000
oszczędności ekonomiczne		81 944,60 zł
Prosty okres zwrotu [lata]		16,67

Wariant II:

Podstawowym założeniem „Wariantu II” jest zmniejszenie zużycia energii elektrycznej w stosunku do mocy zainstalowanej oświetlenia ulicznego poprzez zastosowanie opraw w technologii LED oraz umożliwienie zaprogramowania krzywych redukcji mocy zainstalowanej w procesie modernizacji opraw. Zastosowanie zaprogramowanego harmonogramu redukcji mocy (ściemniania oprawy) pozwoli ograniczyć zużycie energii o dodatkowe 10-20% w stosunku do zużycia energii opraw bez redukcji. Do modernizacji zastosować należy oprawy wykonane w technologii LED w ilości 817 szt z zasilaczami wyposażonymi w sterowniki DALI pozwalające na zaprogramowanie harmonogramu ściemniania oprawy przed jej instalacją. Wariant ten zakłada, że właściciel/operator systemu oświetlenia ulicznego będzie miał możliwość ustalenia poziomów mocy oprawy w czasie jej świecenia i zaprogramowanie tego harmonogramu przed instalacją oprawy. Możliwość ta będzie odbywała się poprzez układ zasilający zainstalowany w oprawie po uprzednim podłączeniu oprawy przewodem dwu-żyłowym do sterownika zewnętrznego podłączonego do komputera. W celu określenia zużycia energii w niniejszym wariantcie posłużono się harmonogramem według poniższego schematu:

1. Oprawy od zachodu słońca do godziny 22:00 pracują z mocą nominalną
2. Oprawy od godziny 22:00 do godziny 24:00 pracują z mocą obniżoną o 20%
3. Oprawy od godziny 24:00 do godziny 04:00 pracują z mocą obniżoną o 30%
4. Oprawy od godziny 04:00 do wschodu słońca pracują z mocą nominalną

Z tabeli wschodów i zachodów słońca oraz poprawek wprowadzanych w zegarach astronomicznych związanych z załączaniem oświetlenia ulicznego 10 min. po zachodzie słońca i wyłączaniem oświetlenia 20 min. przed wschodem słońca wyznaczono czasy w jakich oprawy będą pracowały z mocą nominalną i zredukowaną.

W zakresie inwestycji jest przebudowa 45 układów pomiarowo-sterowniczych systemu oświetlenia ulicznego z zainstalowaniem grupowego sterowania czasem pracy systemu oświetlenia ulic. Zakres robót dotyczących układów pomiarowych obejmują modernizację układów pomiarowo – sterowniczych poprzez dostosowanie ich do nowych warunków pracy tj. zmniejszenia mocy zainstalowanych opraw oraz konieczności zastosowania kompensacji mocy biernej. Dodatkowo planuje się zastosowanie ograniczników prądów rozruchowych i wymianę aparatów elektrycznych w celu dostosowania ich do zmniejszenia mocy zainstalowanej opraw oraz ujednoczenia sterowania oświetleniem. W celu ujednoczenia systemu sterowania zakłada się zainstalowanie zegarów astronomicznych wyposażonych w komunikację bezprzewodową, radiową która umożliwi zmianę nastaw zegara bez konieczności otwierania szafy oświetleniowej. Zastosowanie komunikacji radiowej spowoduje obniżenie kosztów eksploatacji poprzez brak konieczności wykonywania zmiany nastaw zegara przez osobę posiadającą odpowiednie

kwalifikacje do obsługi urządzeń elektrycznych kategorii „E”. Po zainstalowaniu zegarów z komunikacją radiową nie będzie konieczności otwierania szafy SO w celu zmiany nastawy zegara. Zestawienie wyników analiza ekonomiczno-techniczna poniżej

Zakres inwestycji Wariant II

1. Wymian opraw na terenie Gminy na oprawy typu LED ze sterowania zaprogramowanym w oprawie

2. Modernizacja układów pomiarowo-rozdzielczych (45 Szaf SO)

		Wartości
Ilość punktów [szt]	przed wymianą	827
	bez zmian	10
	do wymiany	817
	po wymianie	827
energochłonność punktu świetlnego [W]	przed wymianą	84,01
	po wymianie	40,52
moc zainstalowana [kW]	przed wymianą	69,47
	po wymianie	33,51
	Oszczędności	52%
Zużycie energii [MWh/rok]	przed wymianą	277,90
	po wymianie	120,64
	Oszczędności [%]	57%
	Oszczędności w MWh/rok	157,26
Ilość zaoszczędzonej nieodnawialnej energii pierwotnej [MWh/rok]		471,79
ograniczenie emisji CO ₂ Mg/rok	wskaźnik emisji CO ₂ 0,698[MgCO ₂ /MWh]	109,77
koszt inwestycji BRUTTO	całkowity	1 426 271,05 zł
Koszty energii	energia elekt. przed wymianą	136 057,15 zł
	konserwacja przed wymianą	32 642,00 zł
	energia elekt. po wymianie	64 579,10 zł
	konserwacja po wymianie	15 000,00 zł
czas świecenia rocznie [h]	przed wymianą	4000
	po wymianie	4000
oszczędności ekonomiczne		89 120,05 zł
Prosty okres zwrotu [lata]		16,00

Wariant III:

Podstawowym założeniem „Wariantu III” jest zmniejszenie zużycia energii elektrycznej w stosunku do mocy zainstalowanej oświetlenia ulicznego poprzez umożliwienie indywidualnego sterowania zainstalowanymi oprawami typu LED oświetlenia ulicznego. Zastosowanie takiego sposobu sterowania pozwoli ograniczyć zużycie energii o dodatkowe 35% - 45% w stosunku do zużycia energii według „Wariantu I” oraz umożliwi precyzyjne dostosowanie oświetlenia ulicznego do panującego na drogach ruchu jak też indywidualnego zapotrzebowania na oświetlenie miejsc wrażliwych takich jak skrzyżowania, przejścia dla pieszych czy przystanki komunikacji. Do modernizacji zastosować należy oprawy wykonane w technologii LED w ilości 817 szt. z zasilaczami wyposażonymi w sterowniki DALI i moduły komunikacyjne pozwalające na sterowanie oprawą zdalnie przez system kontroli. Wariant ten zakłada, że właściciel/operator systemu sterowania będzie miał możliwość zmiany mocy opraw oświetlenia ulicznego poprzez wprowadzenie indywidualnych harmonogramów redukcji mocy (strumienia świetlnego) oprawy/grupy opraw, w zależności od pory nocy i poziomu natężenia ruchu. Możliwość ta będzie odbywała się poprzez system sterowania zainstalowany w centrum dyspozytorskim lub poprzez aplikację zainstalowaną w tzw. chmurze z dostępem z dowolnego urządzenia (komputer, tablet, smartfon) połączonego z siecią internetową. W zakresie inwestycji jest modernizacja 45 układów pomiarowo sterowniczych system oświetlenia ulicznego z zainstalowanie i uruchomienie systemu sterowania pozwalającego na indywidualne sterowanie mocą i czasem świecenia każdej oprawy, z możliwością zbierania danych dotyczących czasu pracy, zużyciu energii, wydajności oprawy oraz informowaniem obsługi o awariach zaistniałych w systemie. Informacje o nieprawidłowym działaniu systemu oświetlenia ulicznego jakie otrzyma operator systemu spowodują zmniejszenie kosztów eksploatacji oraz skrócenie czasu reakcji na awarie. Zakres robót dotyczących układów pomiarowych obejmują modernizację układów pomiarowo – sterowniczych poprzez dostosowanie ich do nowych warunków pracy tj. zmniejszenia mocy zainstalowanych opraw oraz konieczności zastosowania kompensacji mocy biernej. Dodatkowo planuje się zastosowanie ograniczników prądów rozruchowych i wymianę aparatów elektrycznych w celu dostosowania ich do zmniejszenia mocy zainstalowanej opraw oraz ujednoczenia sterowania oświetleniem.

Zestawienie wyników analiza ekonomiczno-techniczna poniżej

Zakres inwestycji Wariant III

1. Wymian opraw na terenie Gminy na oprawy typu LED ze sterowania inteligentnym przez sieć internetową

2. Modernizacja układów pomiarowo-rozdzielczych (45 Szaf SO)

		Wartości	
Ilość punktów [szt]	przed wymianą	827	
	bez zmian	10	
	do wymiany	817	
	po wymianie	827	
energochłonność punktu świetlnego [W]	przed wymianą	84,01	
	po wymianie	40,52	
moc zainstalowana [kW]	przed wymianą	69,47	
	po wymianie	33,51	
	Oszczędności	52%	
Zużycie energii [MWh/rok]	przed wymianą	277,90	
	po wymianie	80,43	
	Oszczędności [%]	71%	
	Oszczędności w MWh/rok	197,48	
Ilość zaoszczędzonej nieodnawialnej energii pierwotnej [MWh/rok]		592,43	
ograniczenie emisji CO ₂ Mg/rok	wskaźnik emisji CO ₂ 0,698[MgCO ₂ /MWh]	137,84	
koszt inwestycji BRUTTO	całkowity	1 819 538,95 zł	
	Koszty energii	energia elekt. przed wymianą	136 057,15 zł
		konserwacja przed wymianą	32 642,00 zł
		energia elekt. po wymianie	43 052,73 zł
		konserwacja po wymianie	10 000,00 zł
czas świecenia rocznie [h]		przed wymianą	4000
	po wymianie	4000	
oszczędności ekonomiczne		115 646,42 zł	
Prosty okres zwrotu [lata]		15,73	

6. Ocena formalna przedstawionych wariantów

Wariant I: zakładający, zainstalowanie w procesie modernizacji opraw ze źródłami światła w technologii LED bez możliwości redukcji ich mocy, oraz modernizację układów pomiarowo-sterowniczych, pozwala to osiągnąć 52% zmniejszenie mocy zainstalowanej i 52% zmniejszenie zużycia energii elektrycznej. Roczne oszczędności w zużyciu energii elektrycznej wyniosą 143,86 MWh/rok, a oszczędności roczne w kosztach ponoszonych na energię elektryczną i konserwację wyniosą 81 944,- tyś złotych. Koszt inwestycji dla założeń wyżej wymienionego wariantu I jest równy 1 366 406,95 zł brutto.

Wariant II: zakładający, zainstalowanie w procesie modernizacji opraw ze źródłami światła w technologii LED z redukcją mocy i strumienia świetlnego zaprogramowaną w oprawie oraz modernizację układów pomiarowo-sterowniczych, pozwala osiągnąć 52% zmniejszenie mocy zainstalowanej i 57% zmniejszenie zużycia energii elektrycznej. Roczne oszczędności w zużyciu energii elektrycznej wyniosą 157,26 MWh/rok a oszczędności roczne w kosztach ponoszonych na energię elektryczną i konserwację wyniosą 89 120,- złotych. Koszt inwestycji dla założeń wyżej wymienionego Wariantu II jest równy 1 426 271,05 zł brutto

Wariant III: zakładający, zainstalowanie w procesie modernizacji opraw ze źródłami światła w technologii LED z pełnym indywidualnym sterowaniem mocą i strumieniem świetlnym oprawy wraz z jej monitoringiem oraz modernizację układów pomiarowo sterowniczych z zainstalowanie i uruchomienie systemu sterowania pozwalającego na indywidualne sterowanie mocą i czasem świecenia każdej oprawy, z możliwością zbierania danych dotyczących czasu pracy, zużyciu energii, wydajności oprawy oraz informowaniem obsługi o awariach zaistniałych w systemie, pozwala osiągnąć 52% zmniejszenie mocy zainstalowanej i 71% zmniejszenie zużycia energii elektrycznej. Roczne oszczędności w zużyciu energii elektrycznej wyniosą 197,48 MWh/rok a oszczędności roczne w kosztach ponoszonych na energię elektryczną i konserwację wyniosą 115 646,- tyś złotych. Koszt inwestycji dla założeń wyżej wymienionego wariantu III jest równy 1 819 538,95 zł brutto

7. Ocena ekonomiczna przedstawionych wariantów

Najczęściej spotykanym statycznym kryterium oceny efektywności ekonomicznej jest prosty okres zwrotu nakładów (SPBP, SPBT). Jest on definiowany jako czas potrzebny do odzyskania nakładów inwestycyjnych poniesionych na realizację danego przedsięwzięcia. Jest liczony od

momentu uruchomienia inwestycji do chwili, gdy suma korzyści uzyskanych w wyniku realizacji inwestycji zrównoważy poniesione nakłady. Wartość SPBP została obliczona dla całości kosztów inwestycji w poszczególnych wariantach, Wyniki przedstawia tabela poniżej:

1. SPBP wariantów modernizacji oświetlenia ulicznego w odniesieniu do całkowitych kosztów inwestycji oraz rocznych oszczędności energii elektrycznej

nr wariantu	całkowity koszty inwestycji	roczne oszczędności w kosztach energii elektrycznej i konserwacji	SPBP (1)
I	1 366 406,95	81 944,60	16,67
II	1 426 271,05	89 120,05	16,00
III	1 819 538,95	115 646,42	15,73

8. Wnioski

Po przeprowadzonej analizie wskazano, że najkorzystniejszym wariantem do realizacji modernizacji oświetlenia ulicznego jest Wariant III. Wariant ten zapewnia wysoki poziom oszczędności ekonomicznych, jak również pozwala ograniczyć do minimum zużycie energii elektrycznej oraz znacznie ograniczyć przyszłe koszty konserwacji oświetlenia ulicznego. Moc zainstalowana w tym wariacie spadnie z 69,47 kW do 33,51 kW co stanowi 52% oszczędności. Wykorzystanie najbardziej zaawansowanej techniki oświetleniowej jaka jest obecnie dostępna tzn. technologii typu LED o trwałości użytkowej powyżej 80 000 godzin, pozwala użytkować zastosowane oprawy przez okres ponad 20 lat bez konieczności ich wymiany. Wariant ten chociaż kapitałochłonny to biorąc pod uwagę okres zwrotu inwestycji jest najbardziej opłacalny. Na uwagę zasługuje również fakt, że w tym wariacie inwestycji, modernizacji podlegają wszystkie oprawy ze źródłami sodowymi zainstalowane na terenie Gminy Stężycza, co pozwoli ujednoczyć system oświetleniowy i doprowadzić oświetlenie do wymogów zgodnych z obecnie obowiązującą normą PN-EN13201. Wszystko to poprawi bezpieczeństwo użytkowników dróg na terenie Gminy oraz podniesie walory estetyczne oświetlenia ulicznego. Zastosowanie opraw w technologii LED o temperaturze barwowej 4000K tzn. neutralnej białej o współczynniku oddawania barw $R_a > 70$ spowoduje lepsze postrzeganie kolorów na drodze i w jej pobliżu co w sposób naturalny zwiększy bezpieczeństwo pieszych. Ponadto zastosowanie jednolitego oświetlenia ulic opartego na oprawach jednego typu zainstalowanych w jednym czasie pozwoli ograniczyć koszty konserwacji. Ma to ogromne znaczenie gdyż wymiany opraw

lub źródeł światła w instalacjach oświetlenia ulicznego, ze względu na pracę na wysokości i w pobliżu czynnych urządzeń elektrycznych oraz w granicach pasa ruchu pojazdów, generuje największe koszty konserwacji. Zastosowanie zaawansowanego systemu sterowania oprawami oświetleniowymi pozwala dodatkowo ograniczyć zużycie energii o około 71%, co wprost przekłada się na zmniejszenie kosztów ponoszonych na energię elektryczną. Roczne oszczędności w kosztach ponoszonych na energię elektryczną, dystrybucję i konserwację szacuje się na 115 646,42 zł/rok

9. Koncepcja utrzymania oraz zarządzania oświetlenia ulicznego po modernizacji

Oświetlenie uliczne po modernizacji będzie wymagało minimalnych kosztów związanych z utrzymaniem jego sprawności i zarządzaniem. Zastosowanie zegarów astronomicznych do sterowania oświetleniem ulicznym, eliminuje koszty związane z regulacją czasów włączania i wyłączania oświetlenia a dodatkowy system sterowania i kontroli oświetlenia ulicznego zminimalizuje czas potrzebny na lokalizację uszkodzeń. Wykorzystanie najbardziej zaawansowanej techniki oświetleniowej jaka jest obecnie dostępna tzn. technologii typu LED o trwałości użytkowej powyżej 80 000 godzin, pozwala użytkować zastosowane oprawy przez okres ponad 20 lat bez pogorszenia właściwości świetlnych oraz konieczności ich wymiany. W okresie pierwszych 10 lat po zakończeniu inwestycji, obowiązywać będzie gwarancja Wykonawcy na zainstalowane urządzenia i wykonane prace. Koszty eksploatacyjne ograniczać się będą do usuwania awarii związanych ze zdarzeniami losowymi takimi jak:

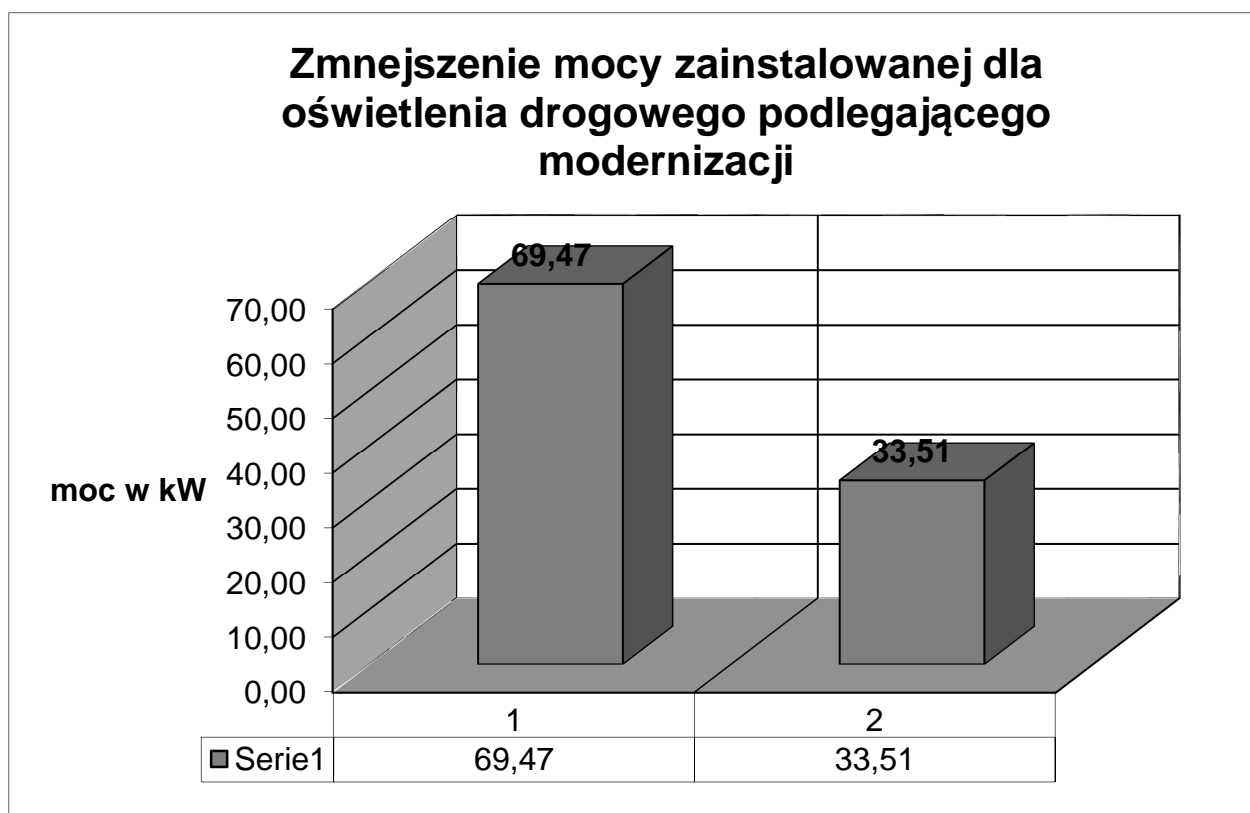
- uszkodzenia mechaniczne opraw oświetlenia ulicznego na przykład w wyniku uszkodzeń słupów w następstwie wypadków komunikacyjnych
- awarie wynikające z przepięć elektrycznych w sieci, będących następstwem wyładowań atmosferycznych lub awaryjną pracą sieci elektrycznej (zwarcia, doziemienia itp.)

Niemniej jednak po wykonaniu modernizacji należy ogłosić przetarg nieograniczony na świadczenie usługi konserwacji oświetlenia ulicznego w zakresie, który nie pokrywa się z zakresem gwarancji udzielonej przez Wykonawcę modernizacji

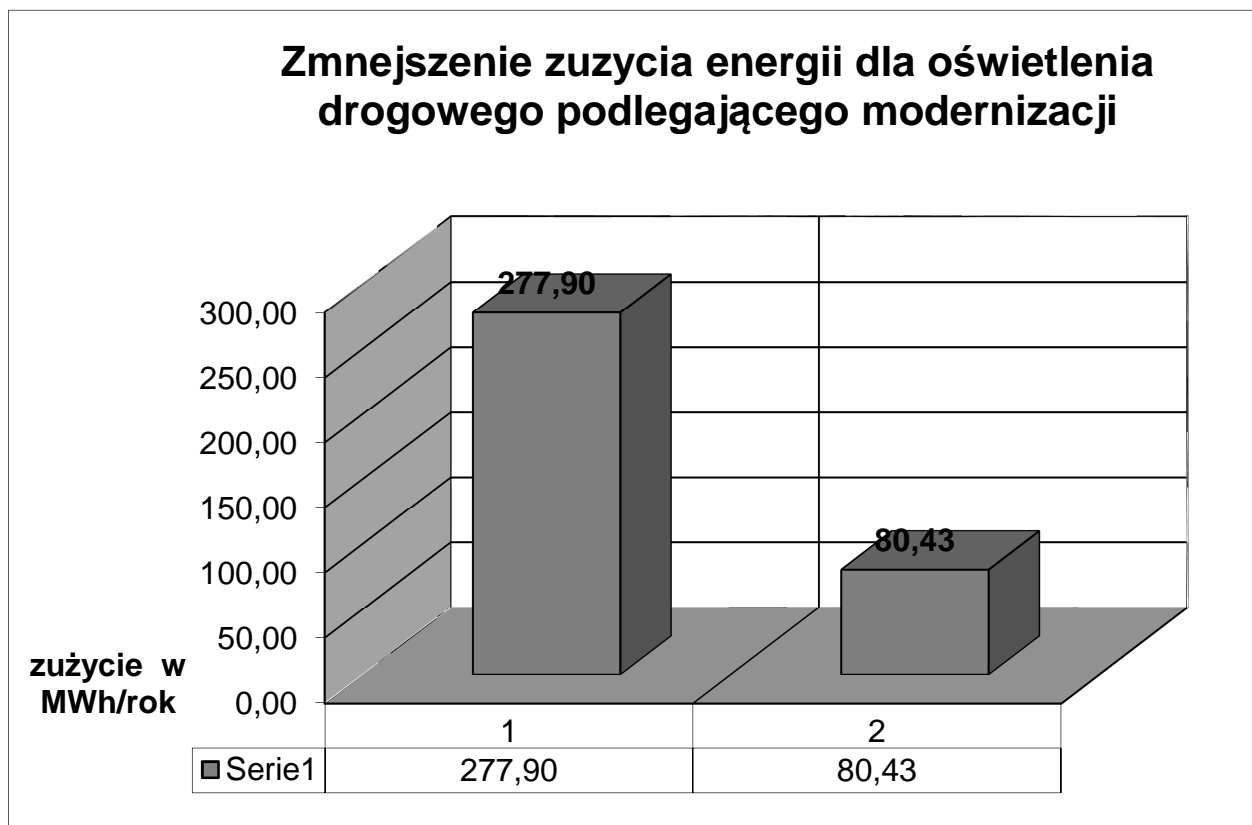
10. Analiza oddziaływania na środowisko dla Wariantu II

Inwestycja przebudowie oświetlenia ulicznego nie jest zaliczana do rodzaju przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko oraz przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko zgodnie z ROZPORZĄDZENIE RADY MINISTRÓW z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko¹ (Dz. U. z dnia 12 listopada 2010 r.)

W związku ze zmniejszeniem mocy zainstalowanej systemu oświetlenia ulicznego po wykonaniu przebudowy, zmniejszy się również zużycie energii do celów oświetlania ulic a w konsekwencji, ograniczona zostanie emisja spalin związana z produkcją energii elektrycznej. Obecnie całkowita moc zainstalowana opraw oświetlenia ulicznego równa się 69,47 kW po przebudowie istniejącego oświetlenia ulic według Wariantu III moc całkowita zainstalowana spadnie do 33,51 kW. Oszczędności w mocy zainstalowanej wyniosą 35,96 kW. Moc oprawy typu LED jest podawana przez producentów jako moc całkowita pobierana przez oprawę tak więc dla określenia mocy obliczeniowej tych opraw przyjęto moc nominalną podawaną przez producenta.



Obniżenie mocy zainstalowanej na oświetleniu ulicznym wiąże się ze zmniejszeniem zużycia energii elektrycznej. Zakładając, że czas użytkowania mocy zainstalowanej przed i po przebudowie będzie taki sam tzn. około 4000 godzin rocznie, możemy określić zużycie energii elektrycznej przed i po modernizacji. Jak wcześniej zostało już wspomniane zmniejszenie zużycia energii ma bezpośredni wpływ na zmniejszenie emisji spalin w związku z produkcją energii elektrycznej w energetyce zawodowej. Opierając się na wytycznych dotyczących wskaźnika emisji CO₂ określanych zgodnie z wytycznymi KOBiZE, tj. 0,698 MgCO₂/MWh możliwe jest wyznaczenie emisji przed i po realizacji inwestycji.



Obecnie system oświetlenia ulicznego zużywa 277,90 MWh/rok energii elektrycznej co odpowiada bazowej emisji CO₂ w wysokości 193,97 MgCO₂/rok. Po przebudowie zużycie energii elektrycznej do celów oświetlenia ulic spadnie do poziomu 80,43 MWh/rok co odpowiada emisji CO₂ w wysokości 56,14 MgCO₂/rok. Tak więc ograniczenie emisji CO₂ obliczany jako różnica pomiędzy emisją bazową a emisją po realizacji inwestycji jest równe 137,84 MgCO₂/rok. Spadek zużycia energii jest większe niż procentowy spadek zmniejszenia mocy zainstalowanej i jest to podyktowane użyciem systemu sterowania oświetleniem ulicznym, który powoduje obniżenie zużycia energii elektrycznej poprzez zmniejszenie mocy opraw w okresach późnonocnych przy zanikaniu ruchu samochodowego i ruchu pieszych. Tak więc oszczędność w zużyciu energii to 197,48 MWh/rok.

11. Spis załączników

1. TABELA NR 1 - INWENTARYZACJA I PROJEKT OŚWIETLENIA ULICZNEGO NA TERENIE GMINY STĘŻYCA
2. ROZMIESZCZENIE PUNKTÓWE OŚWIETLENIA ULICZNEGO NA TERENIE GMINY STĘŻYCA

TABELA NR 1 - Inwentaryzacja i projekt oświetlenia ulicznego na terenie Gminy Stężycza

L.p.	Ulica / Miejscowość	Odcinek ulicy	Inwentaryzacja				Moc [kW]	Parametry geometryczne										Projektowane oprawy									
			sodowe 50W	sodowe 70W	sodowe 100W	Oprawy typu LED		Nawierzchnia A -safałt NU- nie utwardzona	Szerokość jezdni	szerokość chodnika po stronie stupa	szerokość chodnika na przeciw stupa	Rodzaj drogi: Kraj. Pow. Woj. Gm	Kategoria oświetlenia	Moduł	Odległość stupa od jezdni	Wysokość stupa	Liczba wysięgników do wymiany	Liczba opraw	TYP OPRAWY	Oprawa LED L1	Oprawa LED L2	Oprawa LED L3	Oprawa LED L4	Oprawa LED bez zmian	Moc [kW]		
																	MOC [W]	25	35	40	80	40					
1	Brzeziny			8			0,627	Nu	4				G	P4	50	4	8	8	8			8					0,280
2	Brzeziny	1405L		31			2,430	A	6				P	M5	45	3	8	31	31				31				1,240
3	Brzeziny	1404L		4			0,314	A	5				P	M5	45	2	8	4	4				4				0,160
4	Brzeziny			15			1,176	Nu	4				G	P4	45	3	8	15	15		15						0,375
5	Brzeźce	801			9		1,008	A	8				W	M4	50	6	8	9	9				9				0,72
6	Brzeźce	1402L		20			1,568	A	5				P	M5	50	4	8	20	20				20				0,800
7	Brzeźce			24			1,882	A	4				G	M5	45	3	8	24	24				24				0,960
8	Brzeźce			6			0,470	Nu	3				G	P4	50	3	8	6	6		6						0,150
9	Brzeźce			1			0,0784	A	3				G	M6	50	2	8	1	1		1						0,025
10	Długowola	G959		9			0,706	A	6	2	2		G	M5	45	4	8	9	9				9				0,360
11	Długowola	801			36		4,032	A	6	2	2		W	M5	45	3	8	36	36				36				1,440
12	Długowola			2			0,157	A	3				G	M6	45	3	8	2	2			2					0,070
13	Drahalica			12		10	1,389	A	4				G	M5	45	3	8	12	22				12		10		0,880
14	Kletnia Stara	1403L		39			3,058	A	5				P	M5	45	1	8	33	39				39				1,560
15	Nadwiślanka	G933		17			1,333	Br	6				G	M5	50	2	8	17	17				17				0,680
16	Paprotnia	801			11		1,232	A	7				W	M4	50	14	8	11	11					11			0,880
17	Paprotnia	G962		25			1,960	A	4,5				G	M6	50	3	8	25	25			25					0,875
18	Paprotnia	ST5		11			0,862	Nu	3				G	P4	50	3	8	11	11		11						0,275
19	Paprotnia	1400L			8		0,896	A	6				P	M5	50	3	8	8	8				8				0,320
20	Paprotnia	1400L		10			0,784	A	5				P	M5	50	3	8	10	10				10				0,400

TABELA NR 1 - Inwentaryzacja i projekt oświetlenia ulicznego na terenie Gminy Stężycza

L.p.	Ulica / Miejscowość	Odcinek ulicy	Inwentaryzacja				Moc [kW]	Parametry geometryczne										Projektowane oprawy										
			sodowe 50W	sodowe 70W	sodowe 100W	Oprawy typu LED		Nawierzchnia A -safałt NU- nie utwardzona	Szerokość jezdni	szerokość chodnika po stronie stupa	szerokość chodnika na przeciw stupa	Rodzaj drogi: Kraj. Pow. Woj. Gm	Kategoria oświetlenia	Moduł	Odległość stupa od jezdni	Wysokość stupa	Liczba wysięgików do wymiany	Liczba opraw	TYP OPRAWY	Oprawa LED L1	Oprawa LED L2	Oprawa LED L3	Oprawa LED L4	Oprawa LED bez zmian	Moc [kW]			
																	MOC [W]	25	35	40	80	40						
21	Paprotnia	G963		7			0,549	A	4				G	M6	50	3	8	7	7									0,245
22	Paprotnia	G962		5			0,392	A	3				G	M6	50	4	8	5	5									0,175
23	Piotrowice	801			22		2,464	A	6	2	2		W	M5	45	3	8	22	22									0,880
24	Piotrowice	G960 i G961		18	4		1,859	A	5				G	M5	45	2	8	21	22									0,880
25	Piotrowice			2			0,157	A	3				G	M6	50	3	8	2	2									0,070
26	Piotrowice	G962		11			0,862	A	3				G	M6	50	3	8	11	11									0,385
27	Piotrowice	G961		11			0,862	A	4				G	M6	50	3	8	11	11									0,385
28	Piotrowice			10			0,784	Nu	3				G	P4	50	4	8	10	10									0,250
29	Plebanka			15			1,176	Nu	4				G	P4	45	3	8	15	15									0,375
30	Prażmów			6			0,470	A	3				G	M6	45	4	8	6	6									0,150
31	Rokitnia Nowa	G926		18			1,411	A	5		2		G	M5	45	1	8	18	18									0,720
32	Rokitnia Nowa			5			0,392	Nu	4				G	P4	50	2	8	5	5									0,125
33	Rokitnie Nowa	G924		7			0,549	A	5				G	M5	45	3	8	7	7									0,280
34	Rokitnie Stara	1403L		13			1,019	A	6	1	1		P	M5	45	1	8	13	13									0,520
35	Rokitnie Stara	1405L		35			2,744	A	5	1			P	M5	45	1	8	35	35									1,400
36	Rokitnie Stara	1407L		5			0,392	Nu	4				P	P4	50	1	8	5	5									0,175
37	Stężycza	Dęblińska			28		3,136	A	7	1			W	M4	40	2	8	0	28									2,240
38	Stężycza	Dęblińska			20		2,240	A	7	1			W	M4	40	2	8	2	20									1,600
39	Stężycza	Królewska			8		0,896	A	6	2			W	M5	45	2	8	3	8									0,320
40	Stężycza	Rokicka		16			1,254	A	6	1	1		P	M5	45	1	8	0	16									0,640

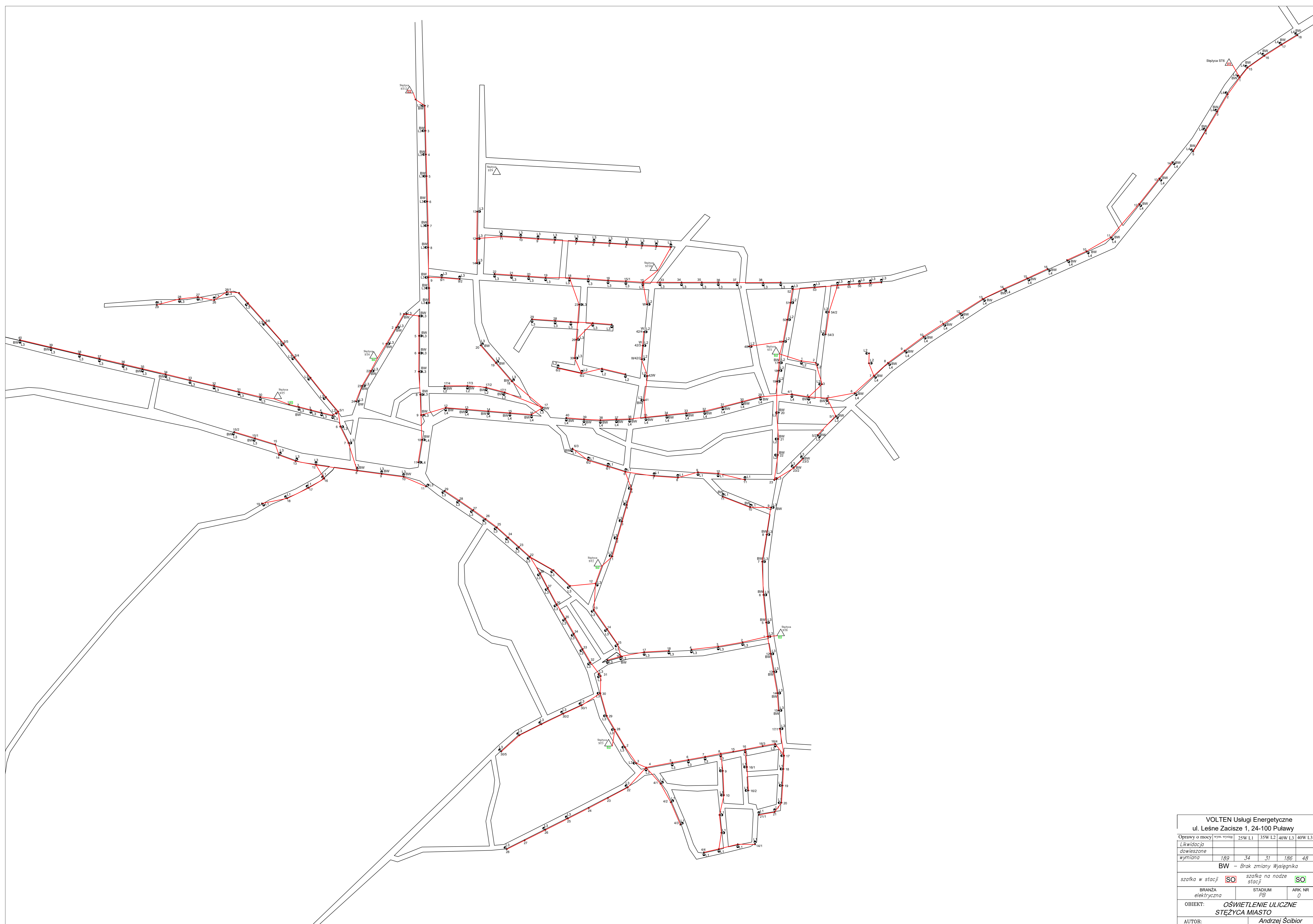
TABELA NR 1 - Inwentaryzacja i projekt oświetlenia ulicznego na terenie Gminy Stężycza

L.p.	Ulica / Miejscowość	Odcinek ulicy	Inwentaryzacja				Moc [kW]	Parametry geometryczne										Projektowane oprawy							
			sodowe 50W	sodowe 70W	sodowe 100W	Oprawy typu LED		Nawierzchnia A -safałt NUmie utwardzona	Szerokość jezdni	szerokość chodnika po stronie stupa	szerokość chodnika na przeciw stupa	Rodzaj drogi: Kraj. Pow. Woj. Gm	Kategoria oświetlenia	Moduł	Odległość stupa od jezdni	Wysokość stupa	Liczba wysięgików do wymiany	Liczba opraw	TYP OPRAWY	Oprawa LED L1	Oprawa LED L2	Oprawa LED L3	Oprawa LED L4	Oprawa LED bez zmian	Moc [kW]
																	MOC [W]	25	35	40	80	40			
41	Stężycza	Królewska		25			1,960	A	5		2	G	M5	40	1	8	25	25				25			1,000
42	Stężycza	Podwale		16			1,254	A	5	1	1	G	M5	40	1	8	3	16				16			0,640
43	Stężycza	Nowa		9			0,706	A	3			G	M5	25	1	8	5	9			9			0,315	
44	Stężycza	Olejarnia		5			0,392	A	3			G	M5	30	1	8	4	5			5			0,175	
45	Stężycza	Ks. Bilińskiego		25			1,960	A	5	2	2	G	M5	40	1	8	25	25				25			1,000
46	Stężycza	Krótką		7			0,549	A	3			G	M5	30	1	8	7	7			7			0,245	
47	Stężycza	Piaskowa		14			1,098	A	4	1	1	G	M5	35	1	8	14	14				14			0,560
48	Stężycza	Osiny		11			0,862	A	3			G	M6	45	1	8	8	11		11				0,275	
49	Stężycza	Przelotna		4			0,314	A	3			G	M6	50	1	8	0	4			4			0,140	
50	Stężycza	Stara		4			0,314	A	4			G	M5	45	1	8	0	4				4			0,160
51	Stężycza	Oгородowa		6			0,470	A	4			G	M5	45	1	8	6	6				6			0,240
52	Stężycza	Senatorska		12			0,941	A	4		1	G	M6	50	1	8	11	12				12			0,480
53	Stężycza	Kościuszki		8			0,627	Br	3			G	M5	40	1	8	8	8				8			0,320
54	Stężycza	Śliwna		6			0,470	A	3			G	M5	30	1	8	5	6			6				0,210
55	Stężycza	Leśna		13			1,019	A	4			G	M5	45	2	8	13	13				13			0,520
56	Stężycza	Zielona		16			1,254	Br	4			G	M5	45	2	8	11	16				16			0,640
57	Stężycza	Polna		4			0,314	A	3			G	M6	45	1	8	4	4		4					0,100
58	Stężycza	Dolna		5			0,392	A	4			G	M5	45	2	8	5	5				5			0,200
59	Stężycza	Błońska		4			0,314	A	4			G	M5	45	3	8	4	4				4			0,160
60	Stężycza	Rynek		7			0,549	A	5	2		G	M5	45	1	8	7	7				7			0,280

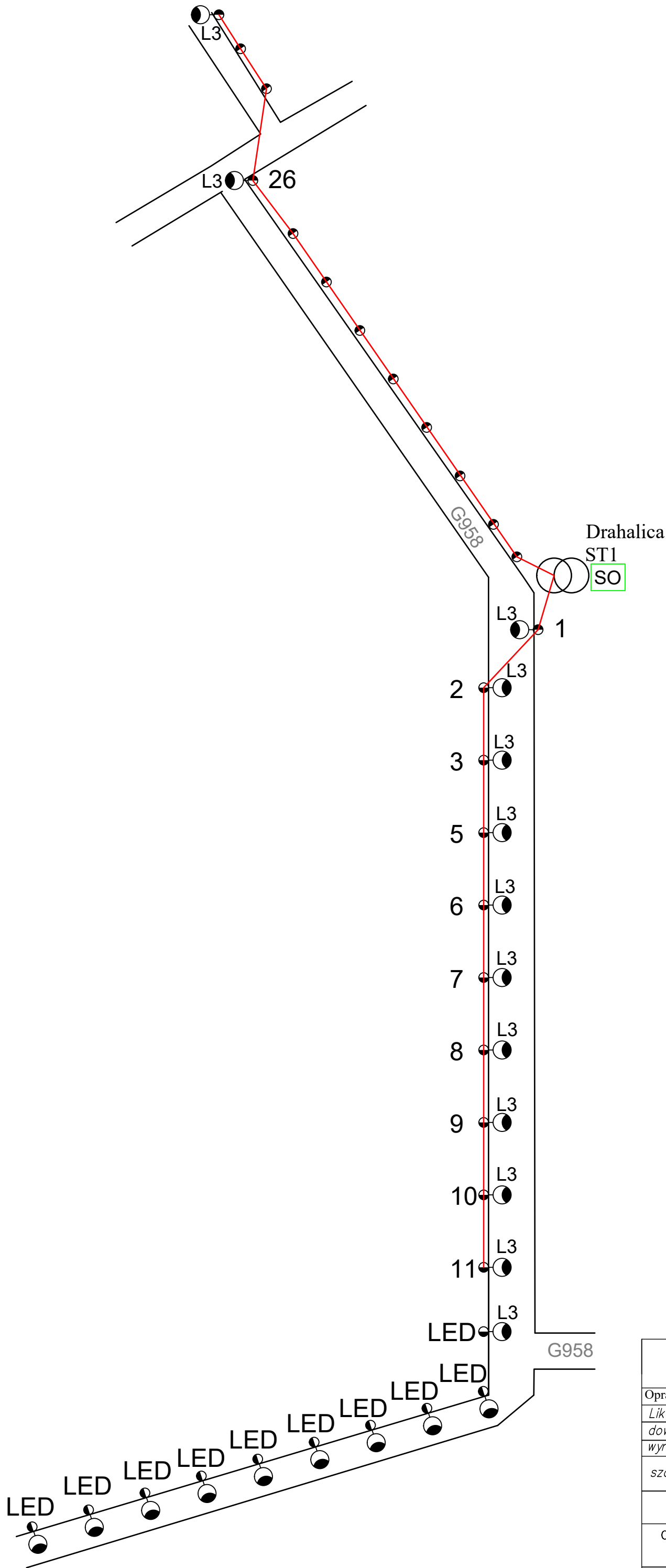
TABELA NR 1 - Inwentaryzacja i projekt oświetlenia ulicznego na terenie Gminy Stężycza

L.p.	Ulica / Miejscowość	Odcinek ulicy	Inwentaryzacja				Moc [kW]	Parametry geometryczne										Projektowane oprawy									
			sodowe 50W	sodowe 70W	sodowe 100W	Oprawy typu LED		Nawierzchnia A -safalt NU- nie utwardzona	Szerokość jezdni	szerokość chodnika po stronie stupa	szerokość chodnika na przeciw stupa	Rodzaj drogi: Kraj. Pow. Woj. Gm	Kategoria oświetlenia	Moduł	Odległość stupa od jezdni	Wysokość stupa	Liczba wysięgników do wymiany	Liczba opraw	TYP OPRAWY	Oprawa LED L1	Oprawa LED L2	Oprawa LED L3	Oprawa LED L4	Oprawa LED bez zmian	Moc [kW]		
																		MOC [W]	25	35	40	80	40				
61	Stężycza	Za Rynek		19			1,490	A	3				G	M6	45	1	8	19	19		19					0,475	
62	Stężycza	Franciszkańska		7			0,549	A	4				G	M5	45	1	8	1	7			7				0,280	
63	Swaty			8			0,627	Nu	3				G	P4	50	3	8	8	8		8					0,200	
64	Zielonka	G924		18			1,411	A	4				G	M6	50	2	8	18	18			18				0,630	
			0	671	146	10	69,406																				
			827																								

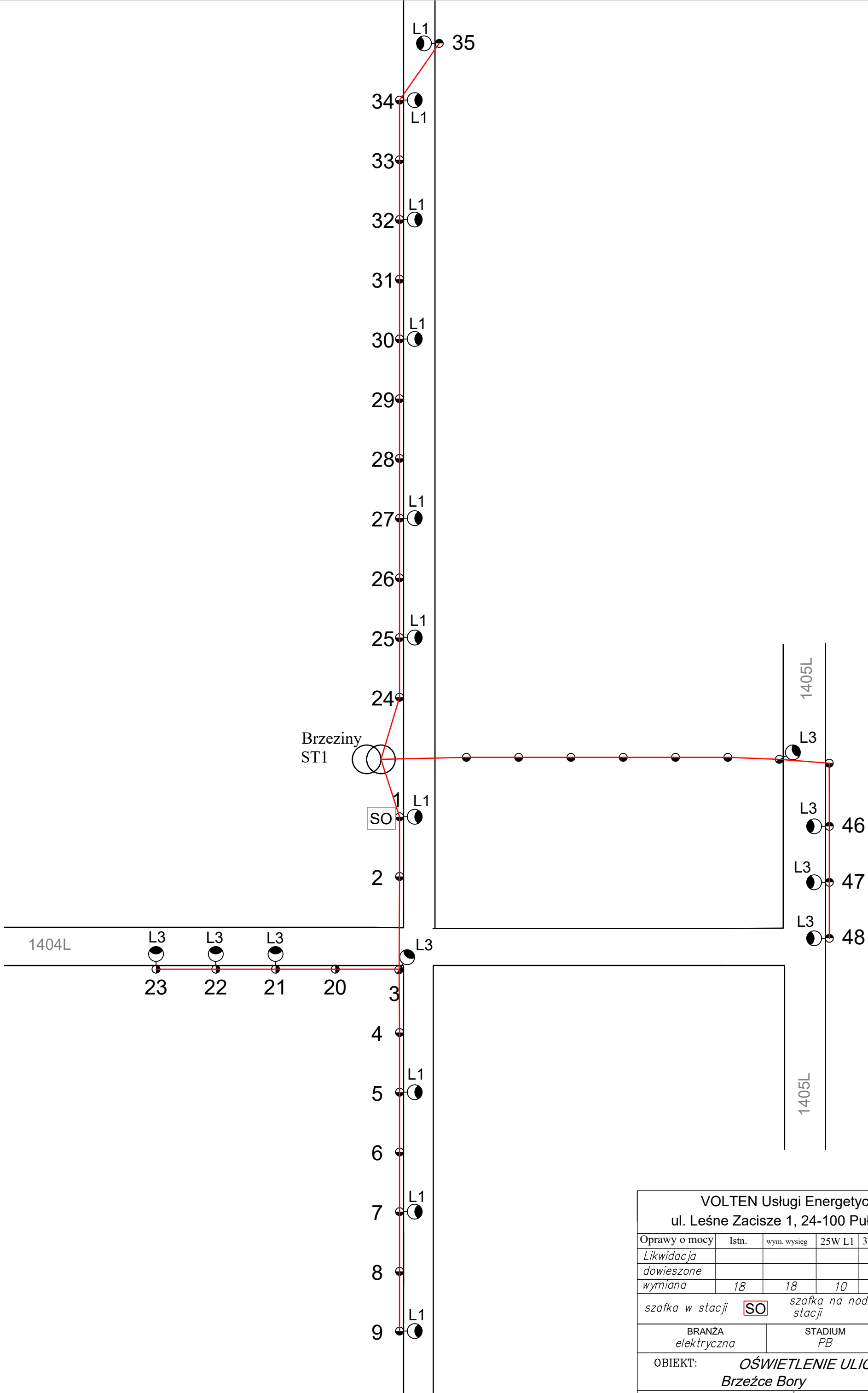
11.2. ROZMIESZCZENIE PUNKTÓWE OŚWIETLENIA ULICZNEGO NA TERENIE GMINY STEŻYCA



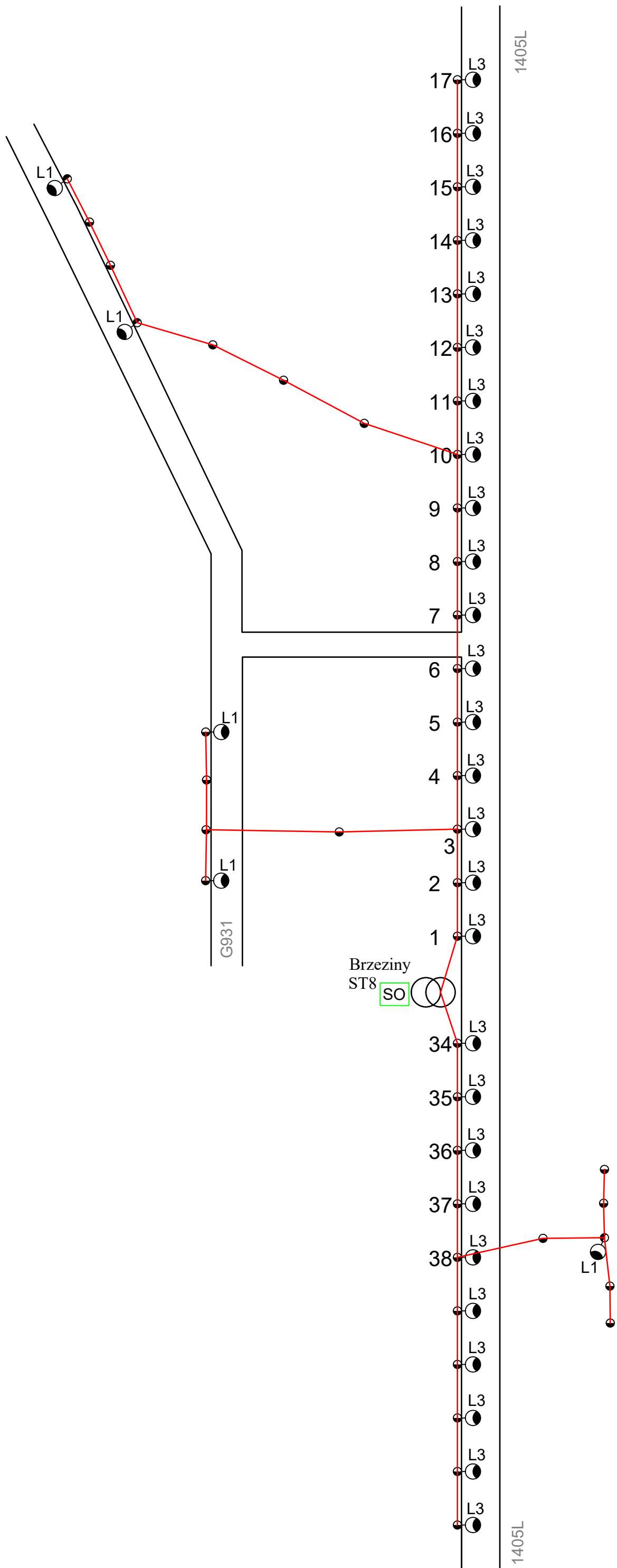
VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy				
Oprawy o mocy	25W L1	35W L2	40W L3	40W L3
Likwidacja				
dowiedzione				
wymiana	189	34	31	186 48
BW – Brak zmiany Wysięgnika				
szafka w stacji	SO	szafka na nodze	SO	
elektryczna		stacji		
BRANZA	elektryczna	STADIUM	PB	ARK. NR
0				0
OBIEKT:	OŚWIETLENIE ULICZNE STĘŻYCA MIASTO			
AUTOR:	Andrzej Ścibior			



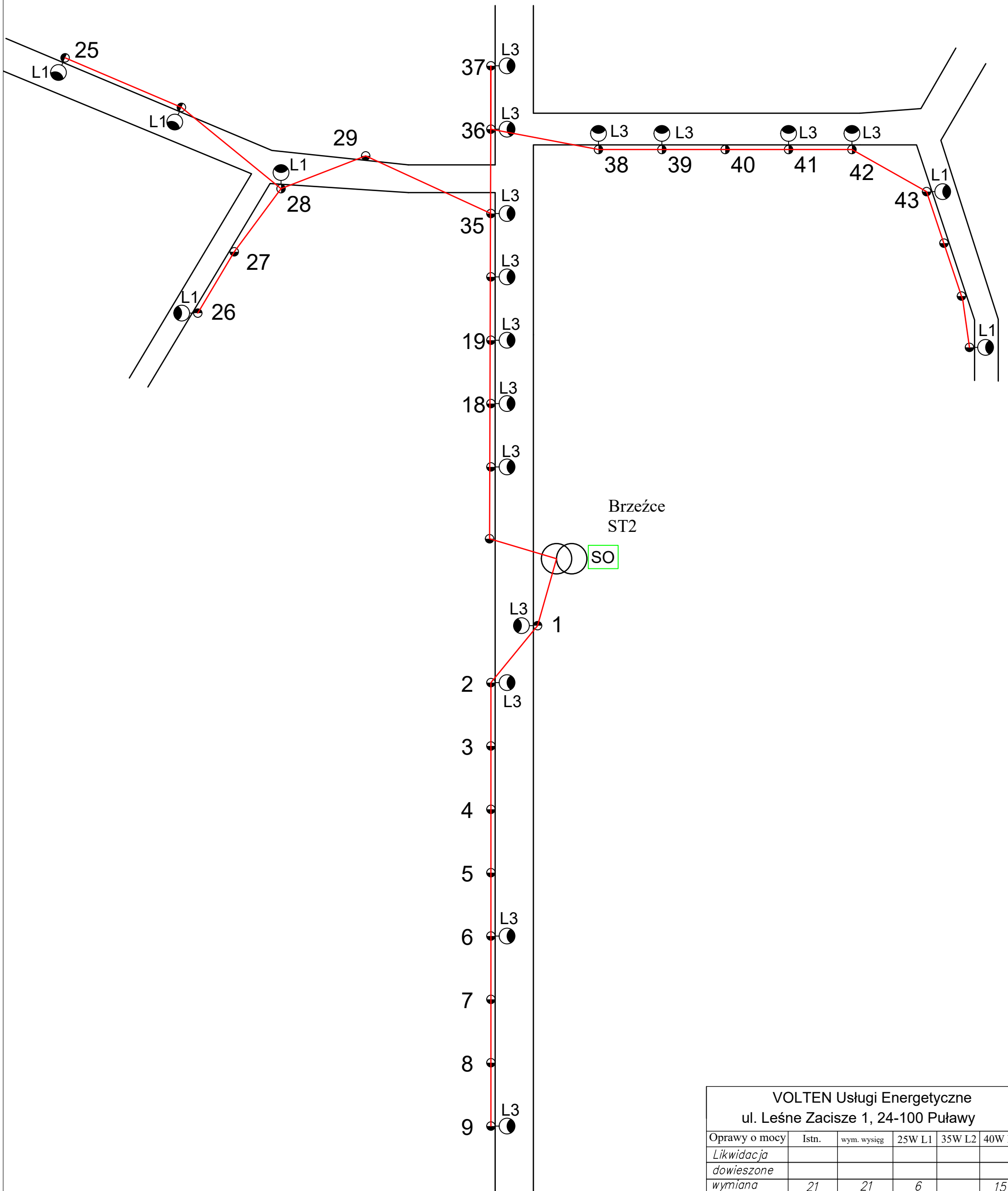
VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	40W L3
Likwidacja					
dowieszone					
wymiana	12	12			12
szafka w stacji			SO	szafka na nodze stacji	
BRANŻA elektryczna		STADIUM PB		ARK. NR 11	
OBIEKT: OŚWIETLENIE ULICZNE Drahalica					
AUTOR:			Andrzej Ścibior		



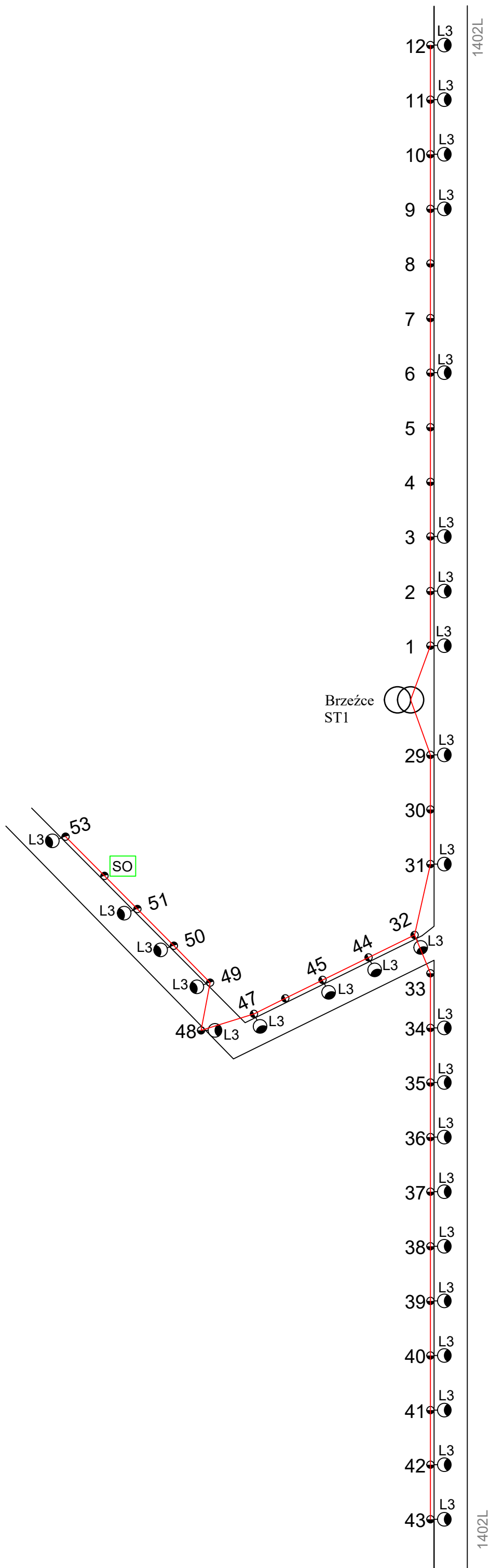
VOLTEN Usługi Energetyczne					
ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	40W L3
Likwidacja					
dowieszone					
wymiana	18	18	10		8
szafka w stacji	SO	szafka na nodze stacji	SO		
BRANŻA	STADIUM		ARK. NR		
elektryczna	PB		1		
OBIEKT: OŚWIETLENIE ULICZNE					
Brzeźce Bory					
AUTOR:			Andrzej Ścibior		



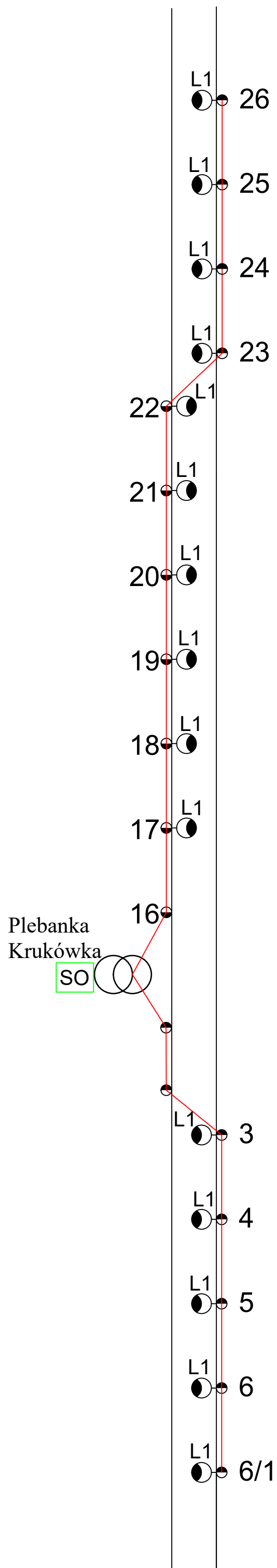
VOLTEN Usługi Energetyczne					
ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	40W L3
Likwidacja					
dowieszone					
wymiana	32	32	5		27
szafka w stacji	SO	szafka na nodze stacji		SO	
BRANŻA elektryczna		STADIUM PB		ARK. NR 4	
OBIEKT: OŚWIETLENIE ULICZNE Brzeziny					
AUTOR:			Andrzej Ścibior		



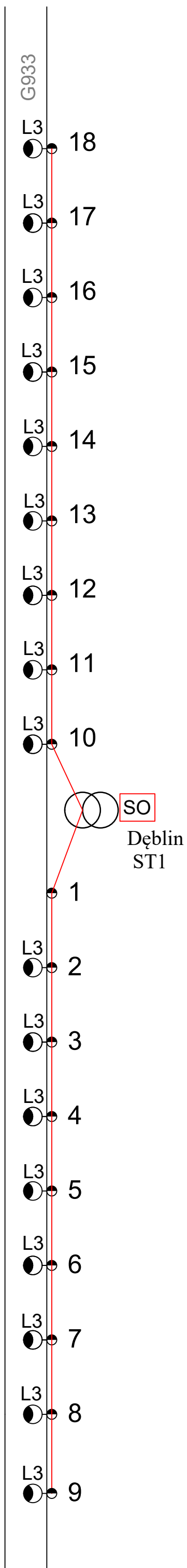
VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	40W L3
Likwidacja					
dowieszone					
wymiana	21	21	6		15
szafka w stacji	SO	szafka na nodze stacji	SO		
BRANŻA elektryczna	STADIUM PB	ARK. NR 7			
OBIEKT: OŚWIETLENIE ULICZNE Brzeźce					
AUTOR:			Andrzej Ścibior		



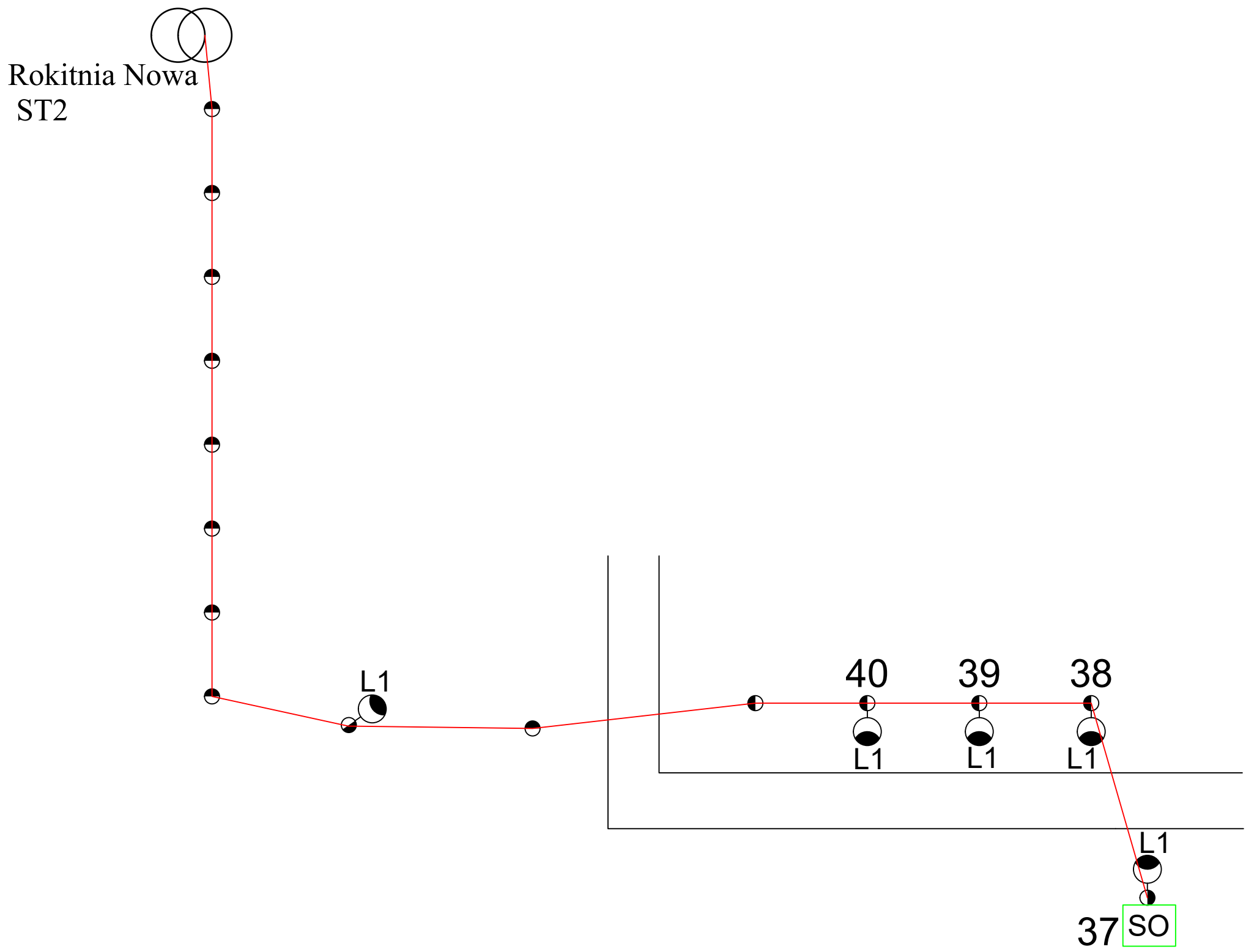
VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	40W L3
Likwidacja					
dowieszone					
wymiana	29	29			29
szafka w stacji	SO	szafka na nodze stacji			SO
BRANŻA elektryczna	STADIUM PB	ARK. NR 6			
OBIEKT:	OŚWIETLENIE ULICZNE Brzeźce				
AUTOR:	Andrzej Ścibior				



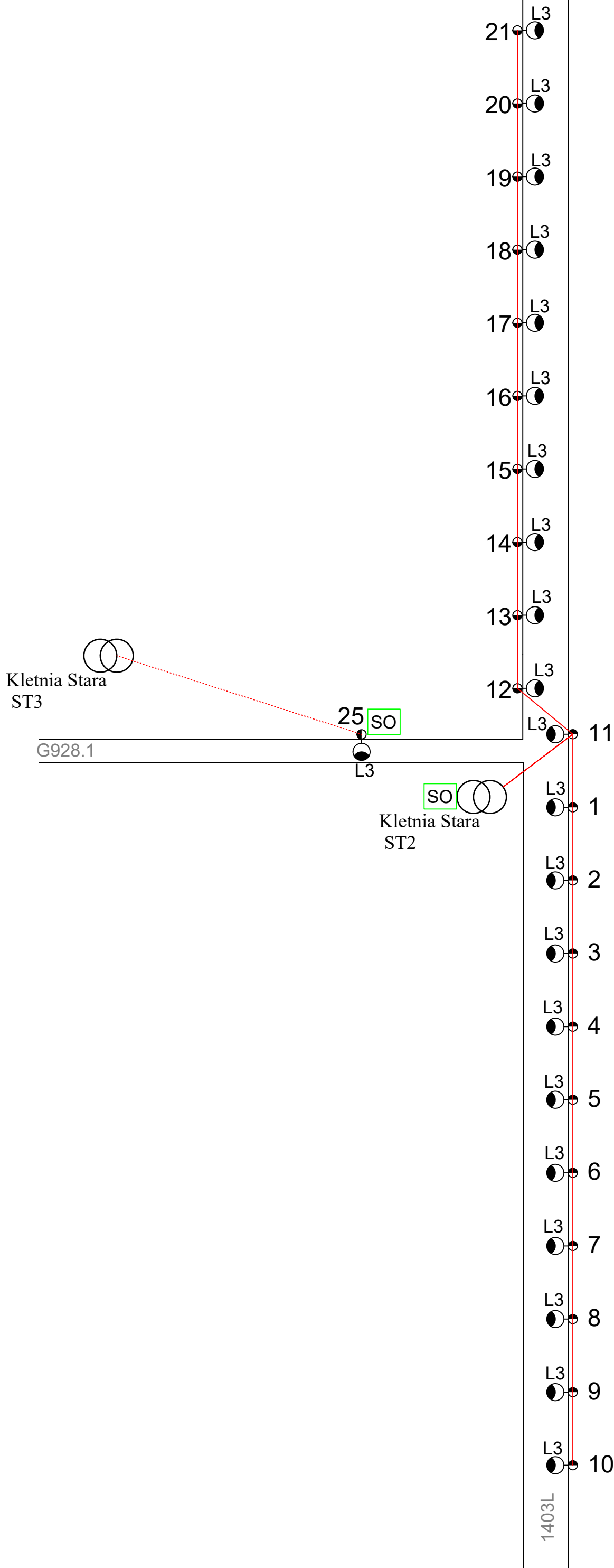
VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	80W L4
Likwidacja					
dowieszone					
wymiana	15	15	15		
szafka w stacji	SO	szafka na nodze stacji			SO
BRANŻA elektryczna	STADIUM PB		ARK. NR 28		
OBIEKT: OŚWIETLENIE ULICZNE Plebanka Krukówka					
AUTOR:			Andrzej Ścibior		



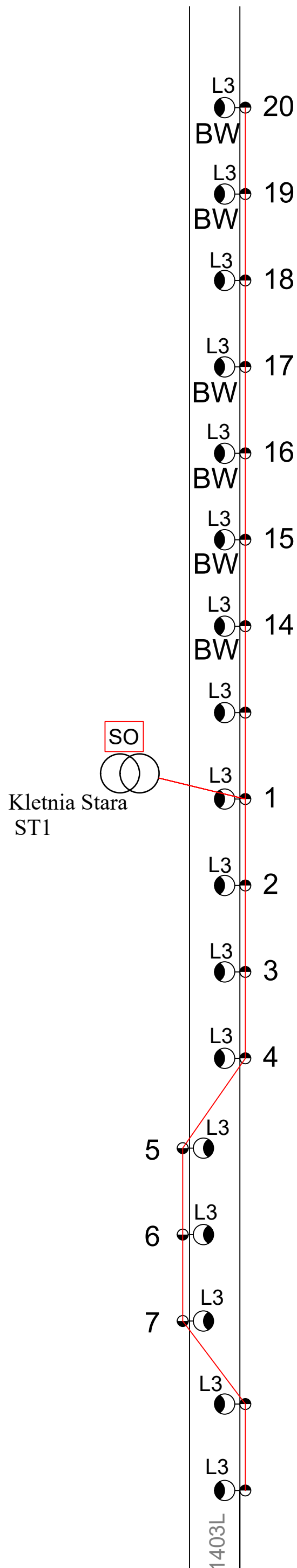
VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	40W L3
Likwidacja					
dowieszone					
wymiana	17	17			17
szafka w stacji	SO	szafka na nodze stacji		SO	
BRANŻA elektryczna		STADIUM PB		ARK. NR 15	
OBIEKT: OŚWIETLENIE ULICZNE Nadwiślanka					
AUTOR:				Andrzej Ścibior	



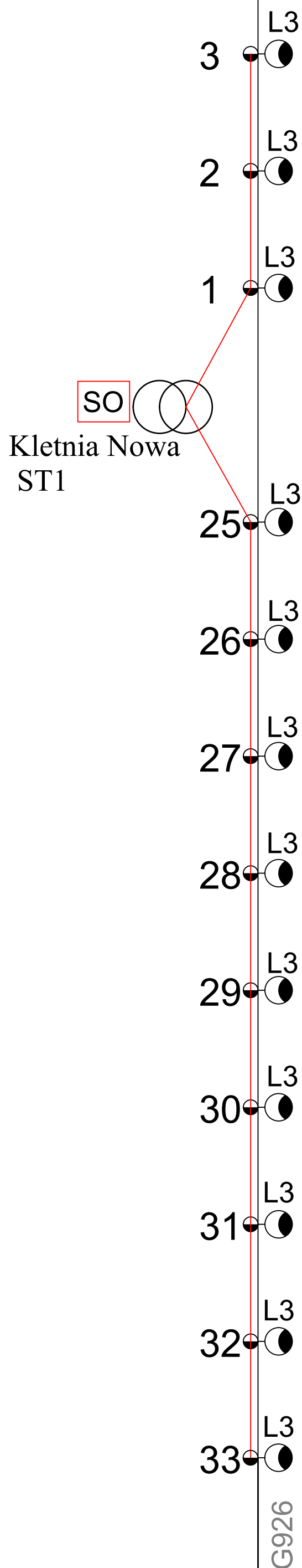
VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	80W L4
Likwidacja					
dowieszone					
wymiana	5	5	5		
szafka w stacji	SO	szafka na nodze stacji			SO
BRANŻA elektryczna		STADIUM PB		ARK. NR 31	
OBIEKT: OŚWIETLENIE ULICZNE Rokitnia Nowa					
AUTOR:			Andrzej Ścibior		



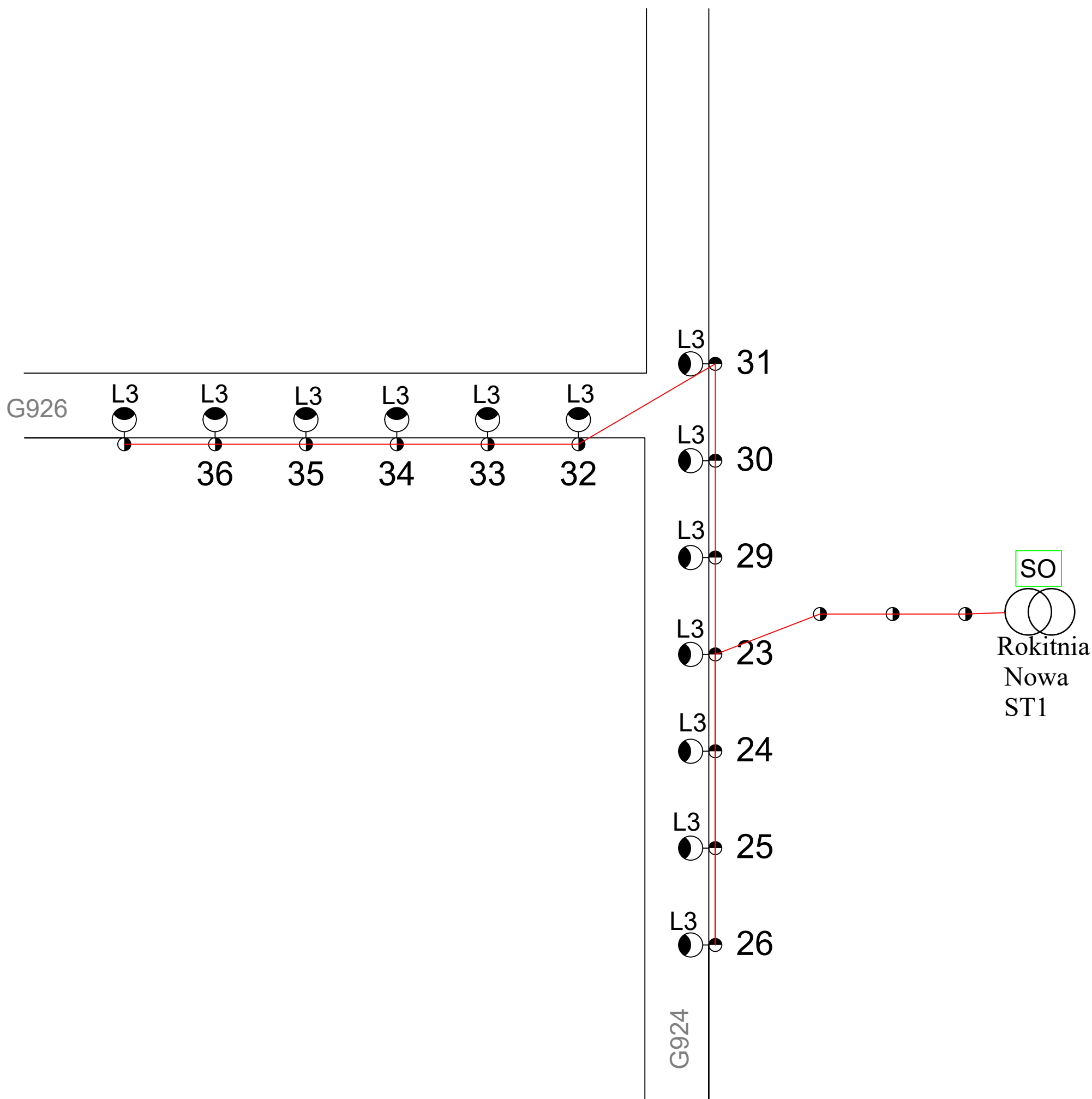
VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	40W L3
Likwidacja					
dowieszone					
wymiana	22	22			22
szafka w stacji	SO	szafka na nodze stacji			SO
BRANŻA elektryczna	STADIUM PB	ARK. NR 14			
OBIEKT:	OŚWIETLENIE ULICZNE Kletnia Stara				
AUTOR:	Andrzej Ścibior				



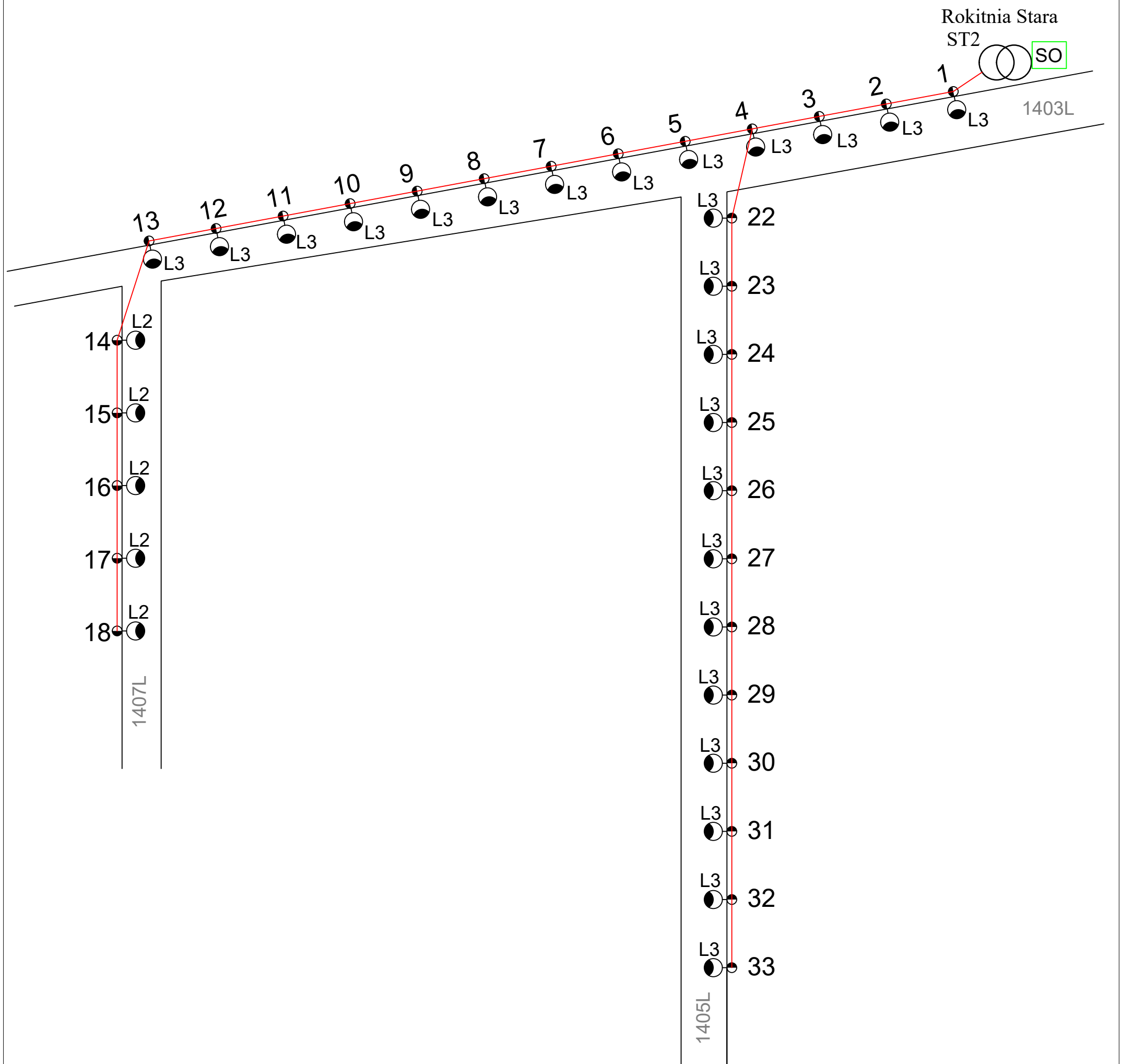
VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	40W L3
Likwidacja					
dowieszone					
wymiana	17	11			17
szafka w stacji SO		BW- Bez wymiany Wyświetlnika			
BRANŻA elektryczna		STADIUM PB		ARK. NR 13	
OBIEKT: OŚWIETLENIE ULICZNE Kletnia Stara					
AUTOR:				Andrzej Ścibior	



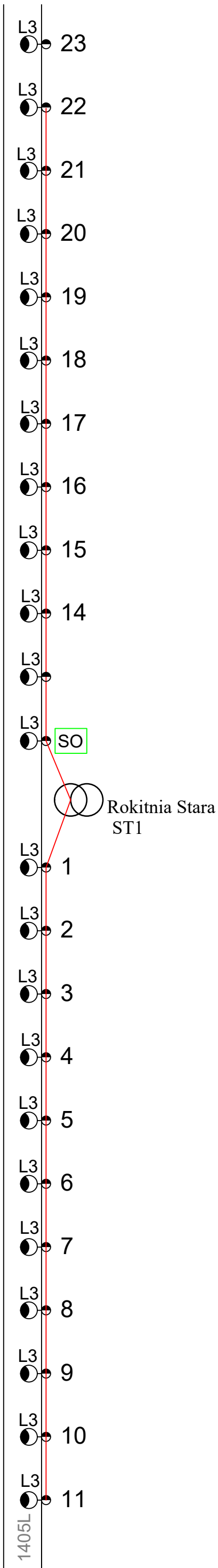
VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	40W L3
Likwidacja					
dowieszona					
wymiana	12	12			12
szafka w stacji	SO	szafka na nodze stacji			SO
BRANŻA elektryczna	STADIUM PB		ARK. NR 12		
OBIEKT:	OŚWIETLENIE ULICZNE Kletnia Nowa				
AUTOR:	Andrzej Ścibior				



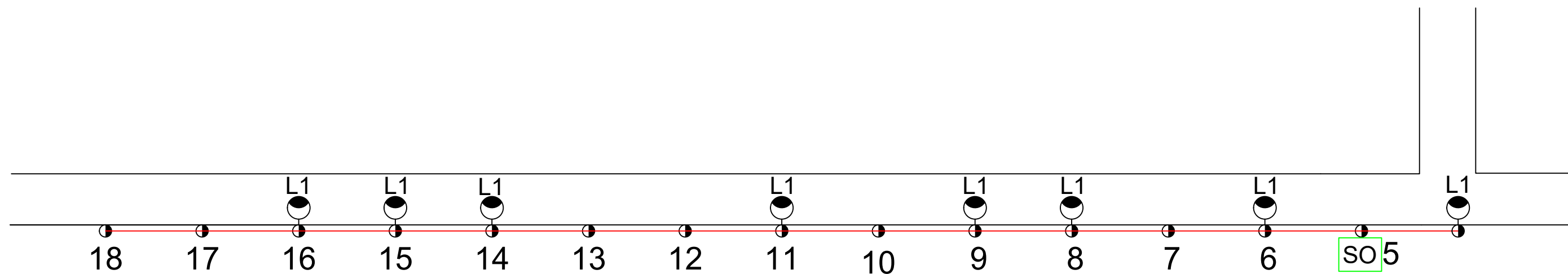
VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	40W L3
Likwidacja dowieszona wymiana					
	13	13			13
szafka w stacji	SO	szafka na nodze stacji			SO
BRANŻA elektryczna	STADIUM PB		ARK. NR 30		
OBIEKT:	OŚWIETLENIE ULICZNE Rokitnia Nowa				
AUTOR:	Andrzej Ścibior				



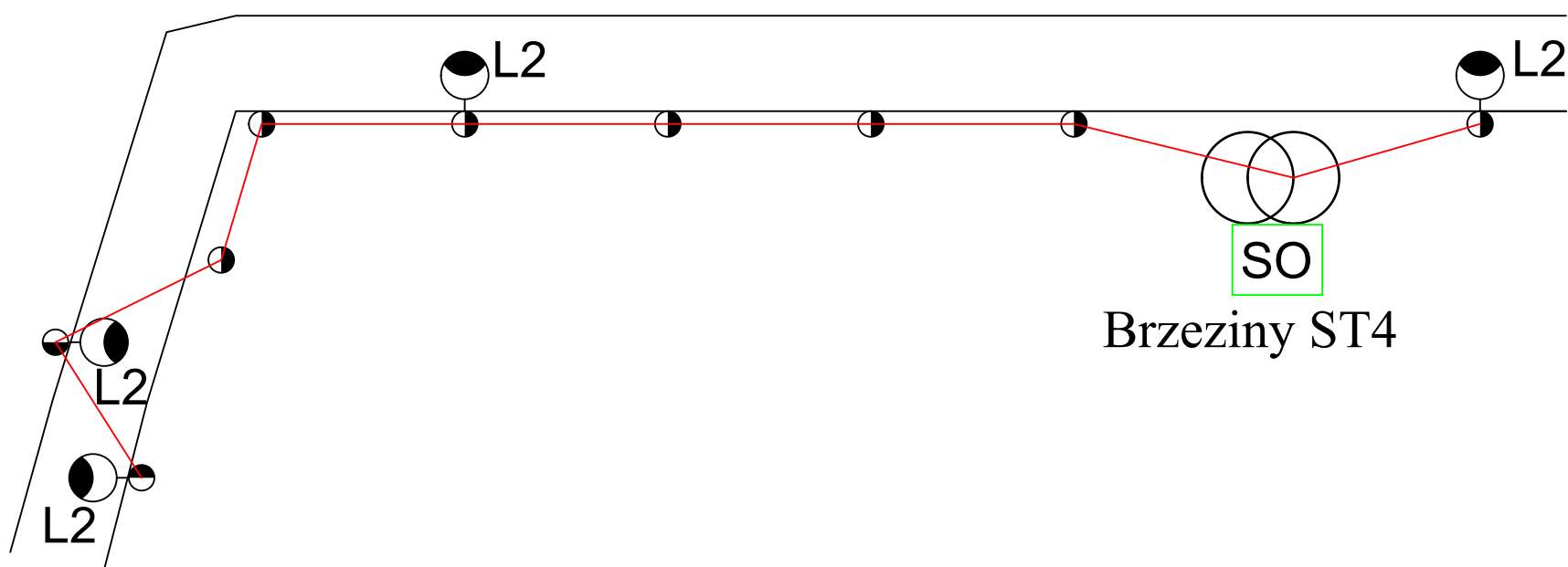
VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	40W L3
Likwidacja					
dowieszona					
wymiana	30	30		5	25
szafka w stacji	SO	szafka na nodze stacji			SO
BRANŻA elektryczna	STADIUM PB	ARK. NR 33			
OBIEKT:	OŚWIETLENIE ULICZNE Rokitnia Stara				
AUTOR:	Andrzej Ścibior				



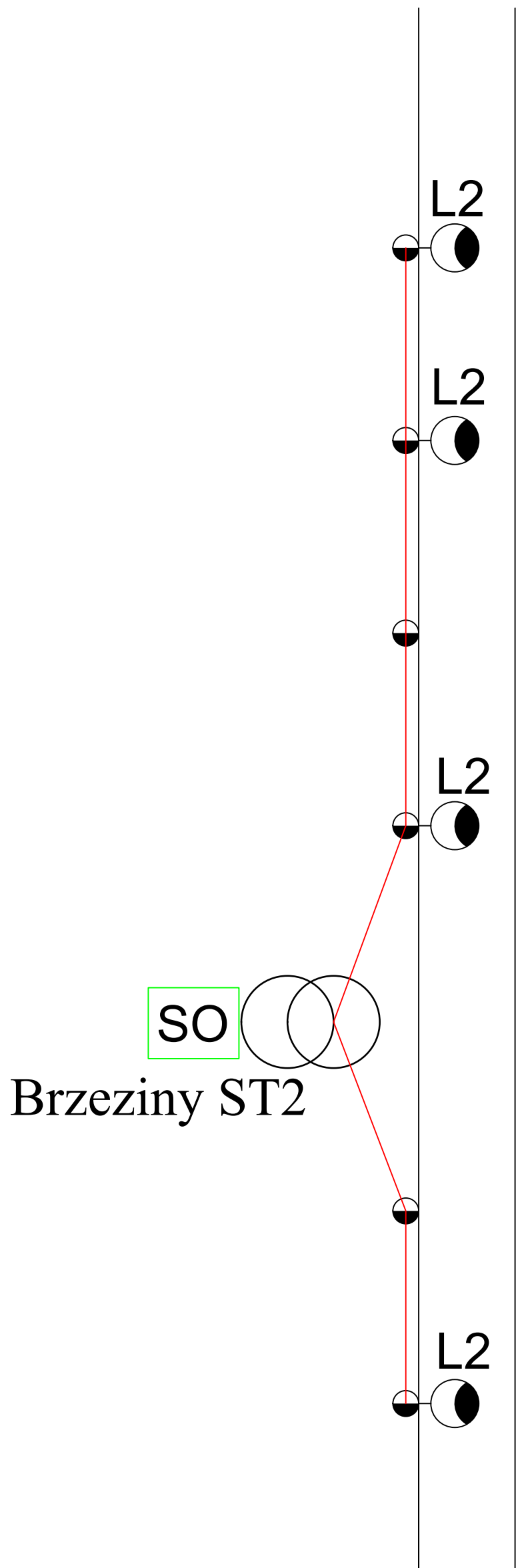
VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	40W L3
Likwidacja					
dowieszona					
wymiana	22	22			22
szafka w stacji	SO	szafka na nodze stacji			SO
BRANŻA elektryczna		STADIUM PB		ARK. NR 32	
OBIEKT: OŚWIETLENIE ULICZNE Rokitnia Stara					
AUTOR:				Andrzej Ścibior	



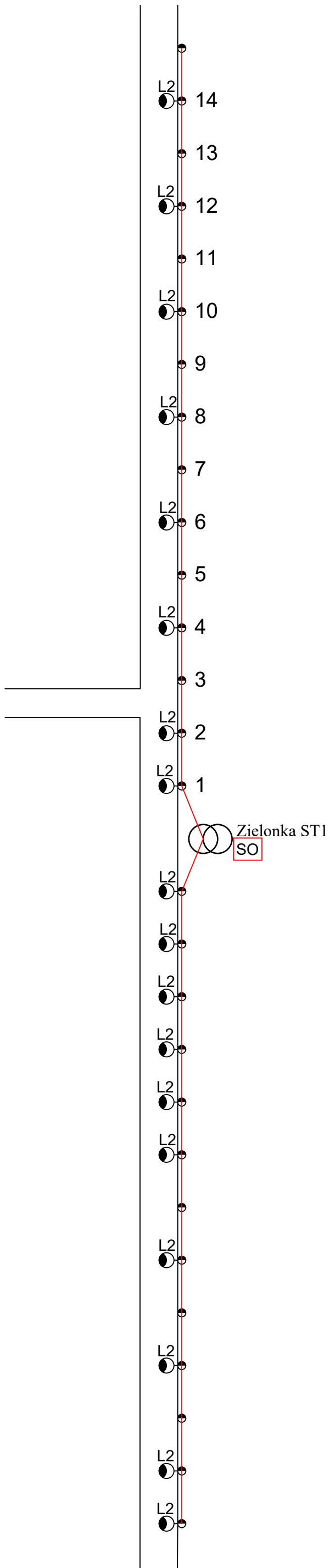
VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	80W L4
Likwidacja					
dowieszona					
wymiana	10	10	1		9
szafka w stacji	SO	szafka na nodze stacji			SO
BRANŻA elektryczna	STADIUM PB		ARK. NR 5		
OBIEKT:	OŚWIETLENIE ULICZNE Brzeziny/Swaty				
AUTOR:	Andrzej Ścibior				



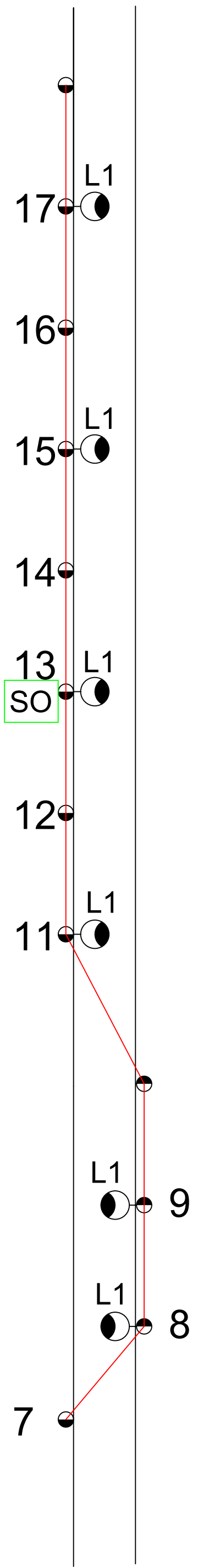
VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	80W L4
Likwidacja					
dowieszona					
wymiana	4	4		4	
szafka w stacji	SO			szafka na nodze stacji	SO
BRANŻA elektryczna		STADIUM PB			ARK. NR 3
OBIEKT:	OŚWIETLENIE ULICZNE Brzeziny				
AUTOR:	Andrzej Ścibior				



VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	80W L4
Likwidacja					
dowieszone					
wymiana	4	4		4	
szafka w stacji	SO	szafka na nodze stacji			SO
BRANŻA elektryczna	STADIUM PB		ARK. NR 2		
OBIEKT:	OŚWIETLENIE ULICZNE Brzeziny				
AUTOR:	Andrzej Ścibior				



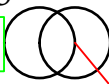
VOLTEN Usługi Energetyczne					
ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	80W L4
Likwidacja					
dowieszona					
wymiana	18	18		18	
szafka w stacji	SO	szafka na nodze stacji		SO	
BRANŻA elektryczna		STADIUM PB		ARK. NR 34	
OBIEKT: OŚWIETLENIE ULICZNE Zielonka					
AUTOR:				Andrzej Ścibior	



VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	80W L4
Likwidacja					
dowieszona					
wymiana	6	6	6		
szafka w stacji SO		szafka na nodze stacji SO			
BRANŻA elektryczna		STADIUM PB		ARK. NR 29	
OBIEKT: OŚWIETLENIE ULICZNE Prażmów					
AUTOR:				Andrzej Ścibior	

Paprotnia ST 3

SO



1

2

3

L2

4

5

L2

6

7

L2

11

L2

5

L2

4

3

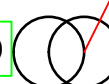
L2

2

1

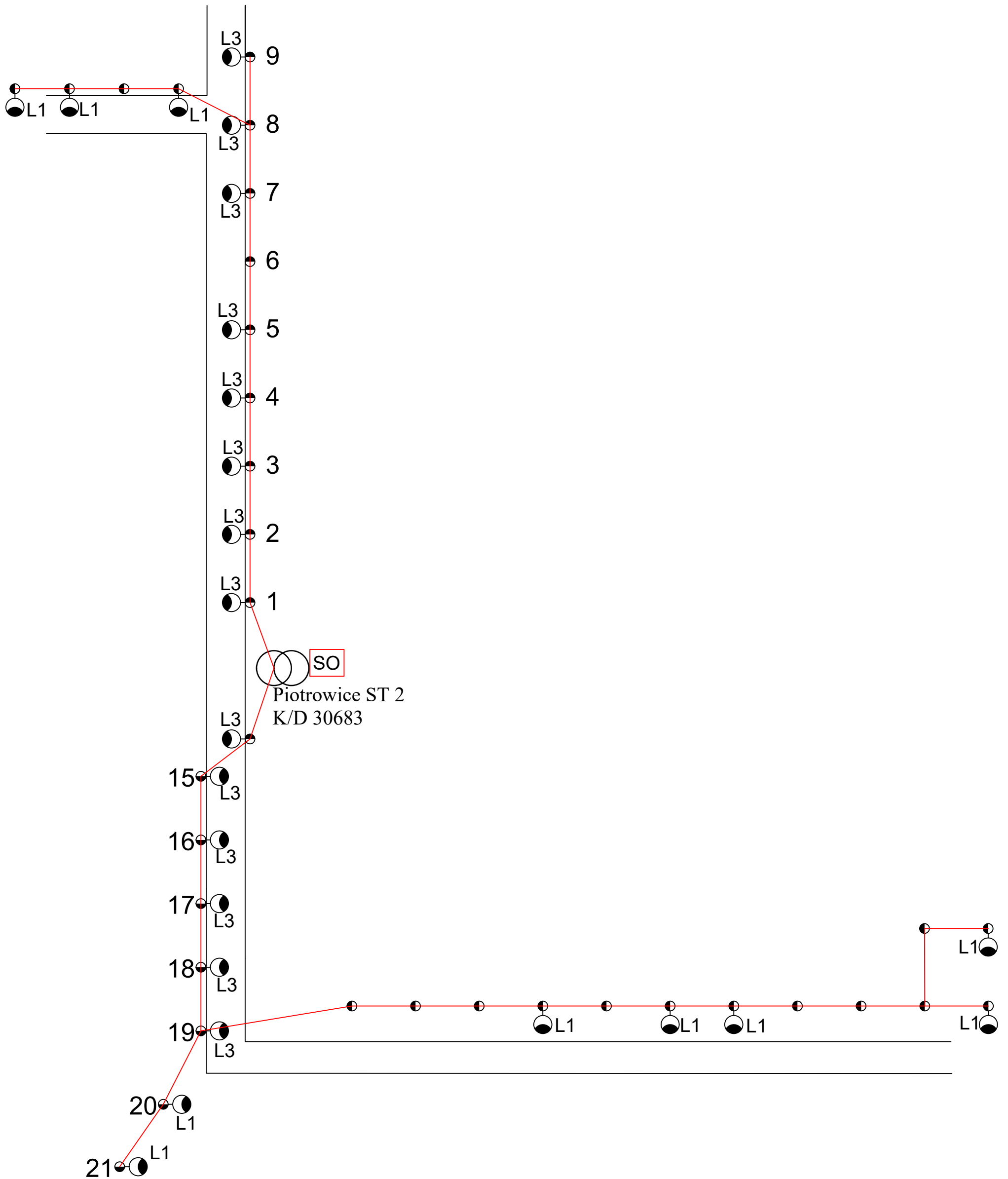
L2

SO



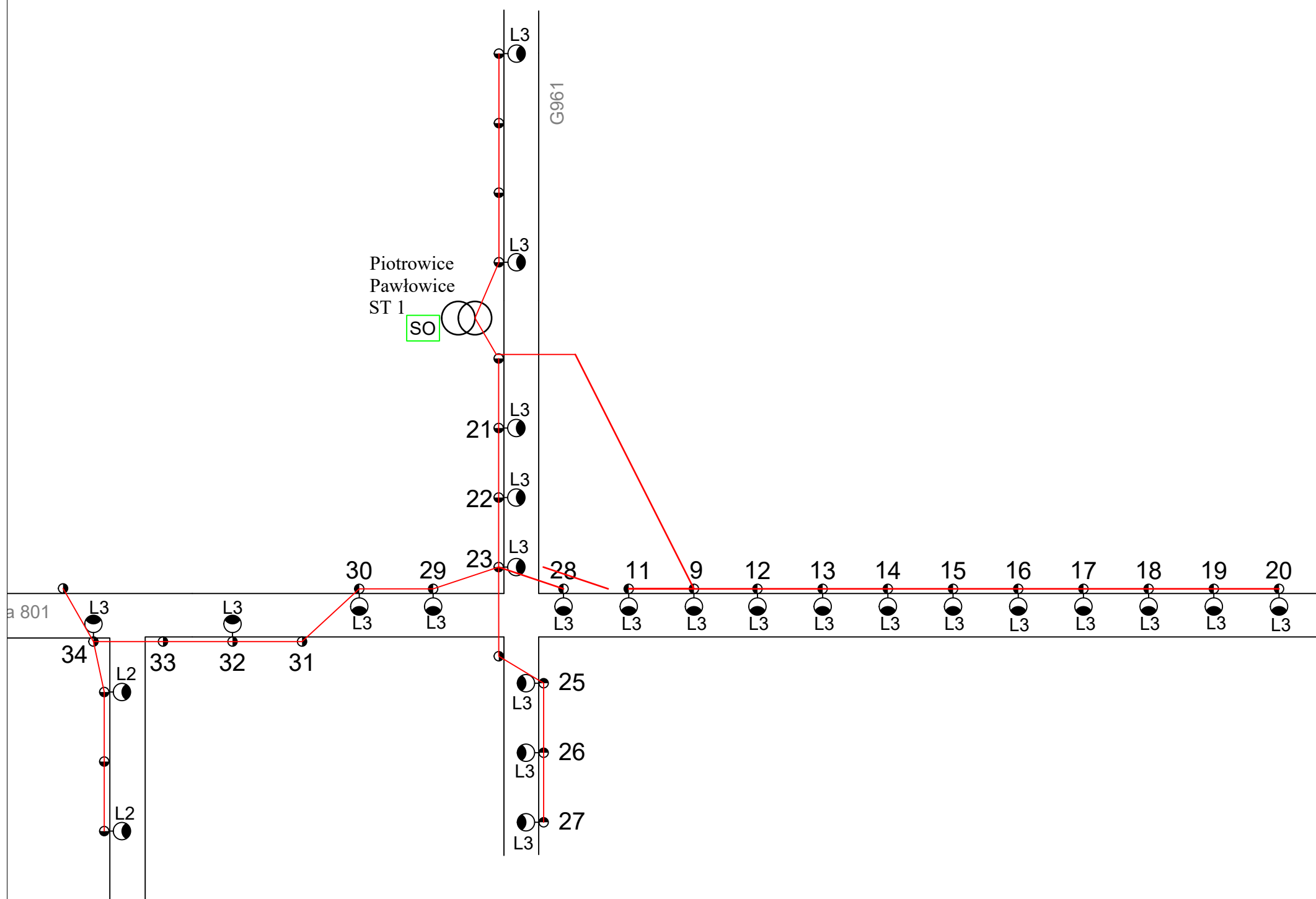
Paprotnia ST 4

VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	80W L4
Likwidacja					
dowieszone					
wymiana	7	7		7	
szafka w stacji		SO	szafka na nodze stacji		SO
BRANŻA elektryczna		STADIUM PB		ARK. NR 18 i 19	
OBIEKT:		OŚWIETLENIE ULICZNE Paprotnia			
AUTOR:		Andrzej Ścibior			

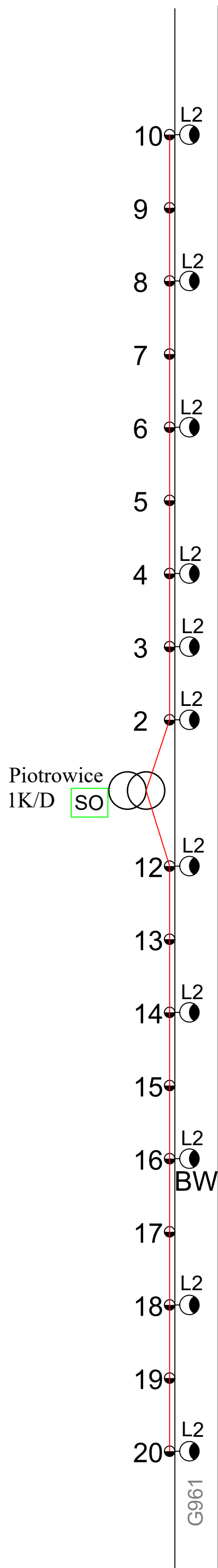


VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	40W L3
Likwidacja					
dowieszona					
wymiana	24	24	10		14
szafka w stacji	SO	szafka na nodze stacji			SO
BRANŻA elektryczna		STADIUM PB		ARK. NR 26	
OBIEKT:		OŚWIETLENIE ULICZNE Piotrowice			
AUTOR:		Andrzej Ścibior			

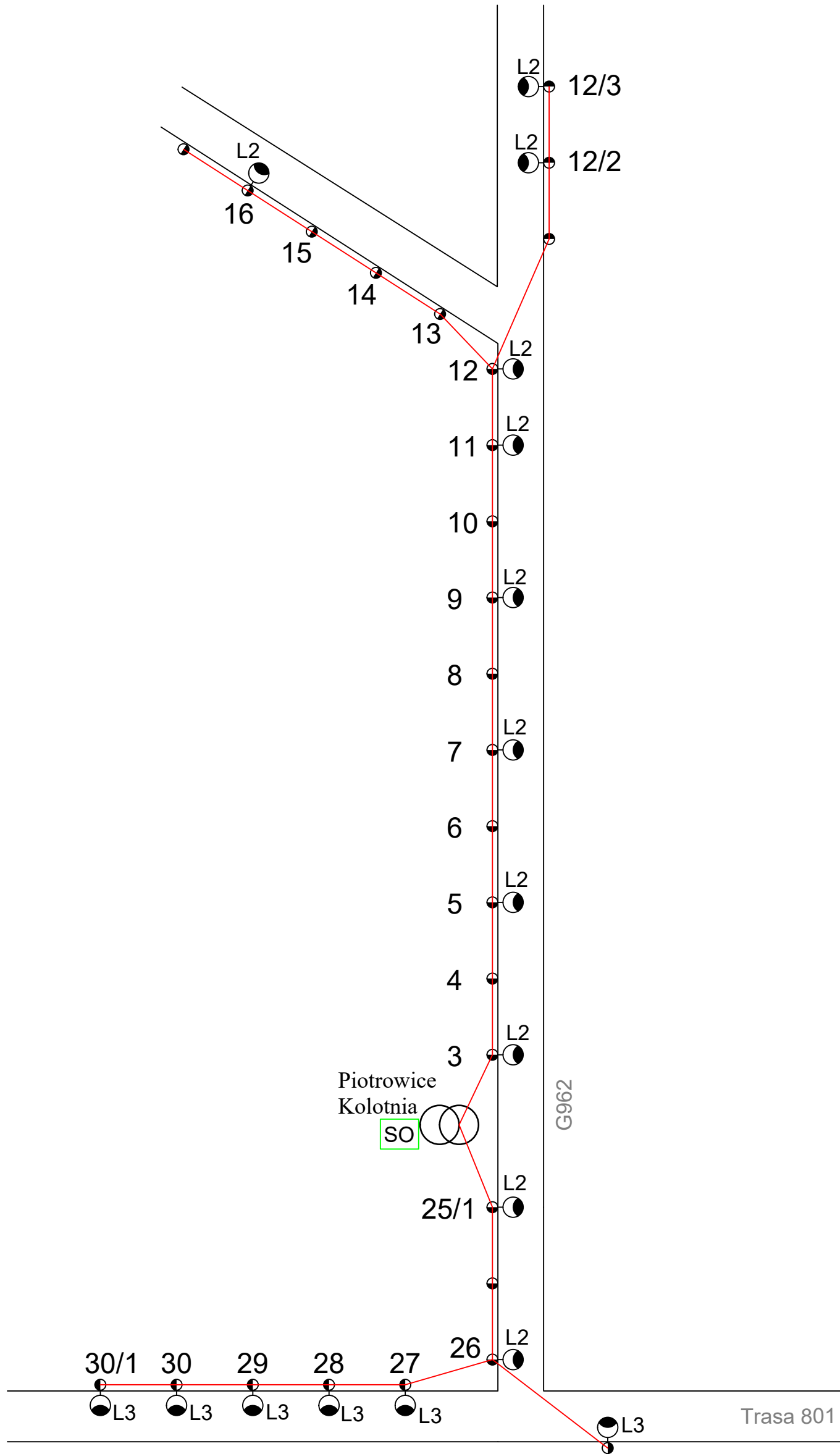
Piotrowice Pawłowice ST1



VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	40W L3
Likwidacja					
dowieszone					
wymiana	26	26		2	24
szafka w stacji	SO	szafka na nodze stacji			SO
BRANŻA elektryczna		STADIUM PB		ARK. NR 25	
OBIEKT:		OŚWIETLENIE ULICZNE Piotrowice			
AUTOR:		Andrzej Ścibior			

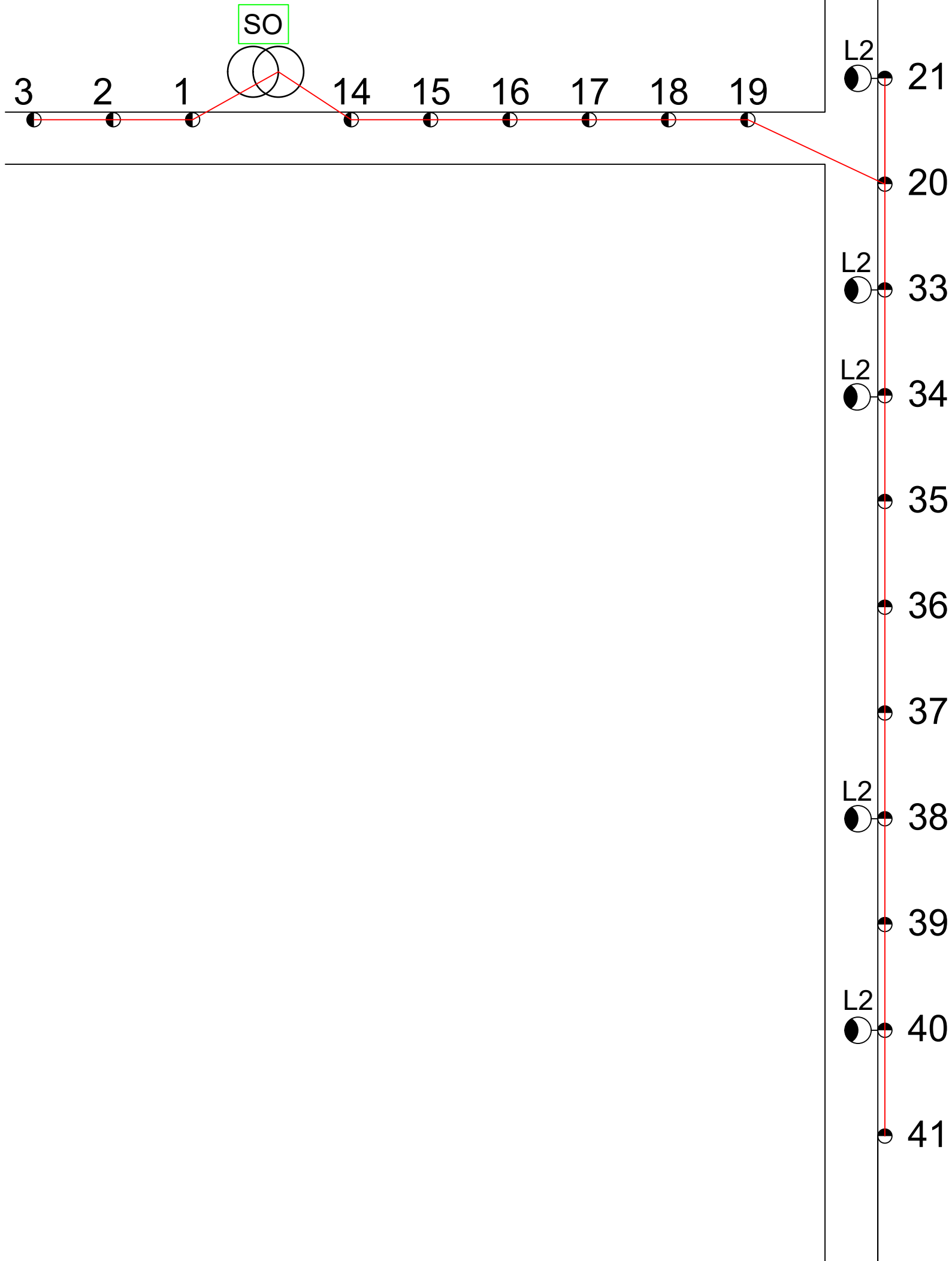


VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	80W L4
Likwidacja					
dowieszone					
wymiana	11	11		11	
BW-Bez wymiany Wysięgnika		szafka na nodze stacji			SO
BRANŻA elektryczna		STADIUM PB		ARK. NR 24	
OBIEKT:		OŚWIETLENIE ULICZNE Piotrowice			
AUTOR:		Andrzej Ścibior			



VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	40W L3
Likwidacja					
dowieszona					
wymiana	17	17		11	6
szafka w stacji		SO	szafka na nodze stacji		SO
BRANŻA elektryczna		STADIUM PB		ARK. NR 27	
OBIEKT: OŚWIETLENIE ULICZNE Piotrowice Kolonia					
AUTOR:				Andrzej Ścibior	

Paprotnia ST 2



VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	80W L4
Likwidacja					
dowieszona					
wymiana	5	5		5	
szafka w stacji	SO	szafka na nodze stacji			SO
BRANŻA elektryczna	STADIUM PB		ARK. NR 17		
OBIEKT:	OŚWIETLENIE ULICZNE Paprotnia				
AUTOR:	Andrzej Ścibior				

1400L

L3 18

17

L3 16

15

L3 14

13

12

L3 11

10

L3 9

8

1

2

3

L3 4

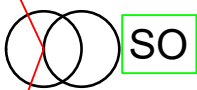
5

L3 6

7

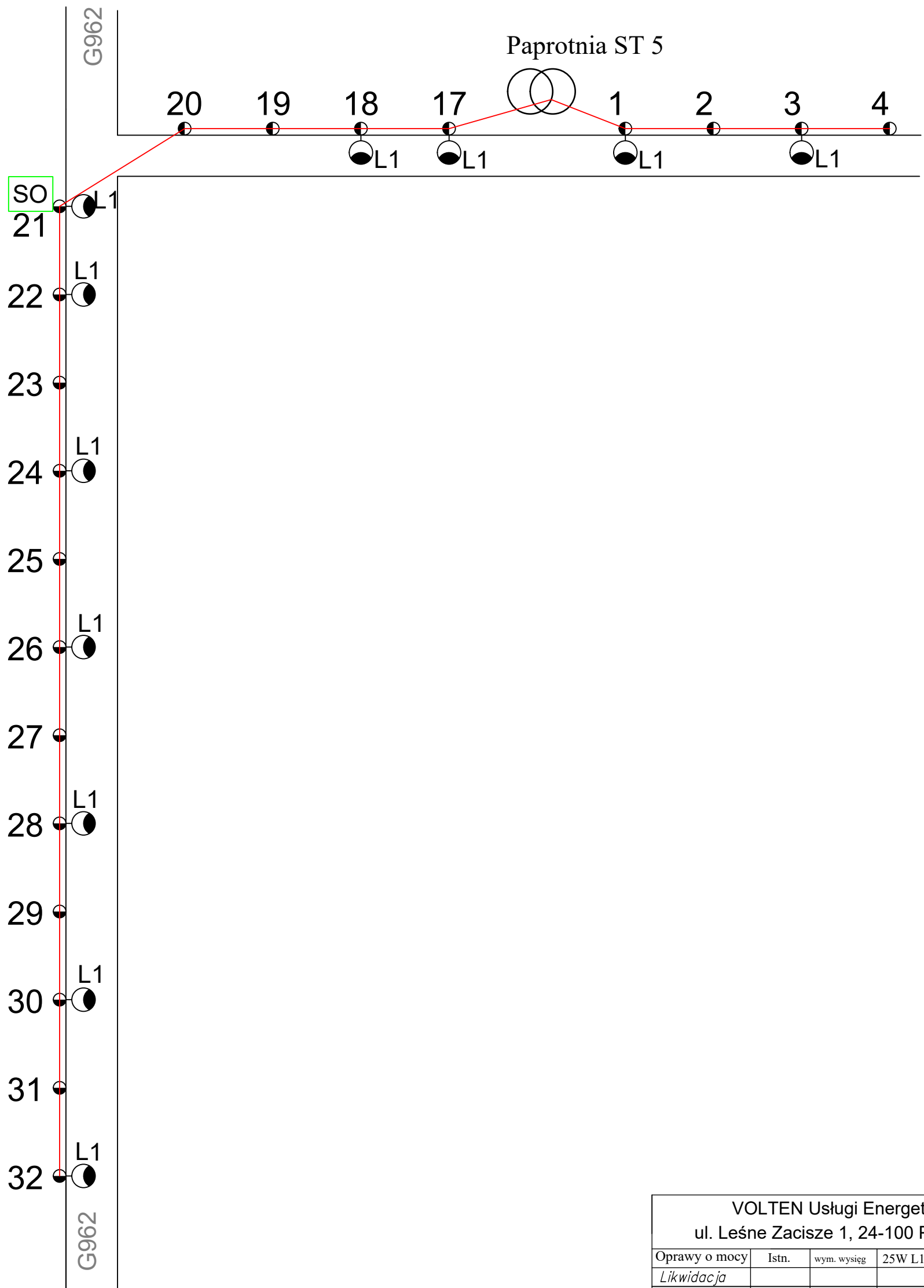
L3 8

1400L

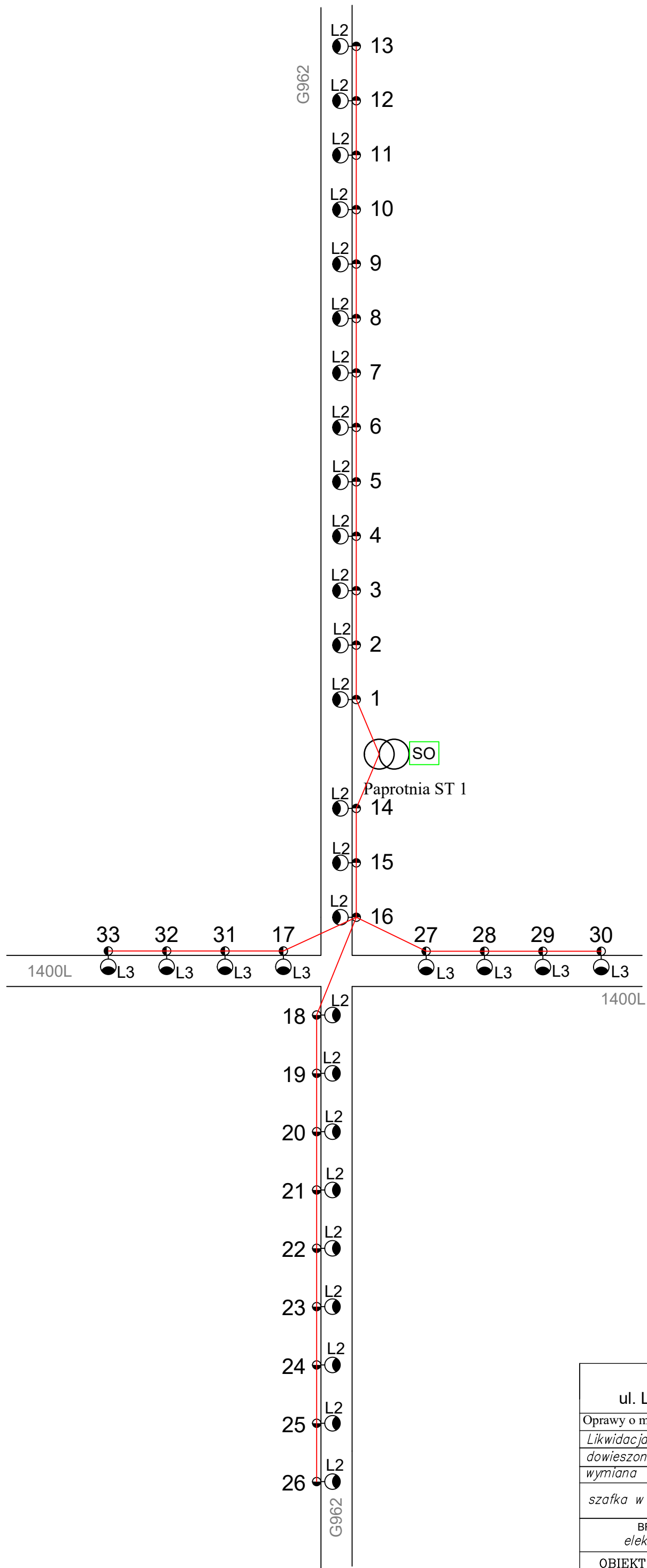


Paprotnia ST 7

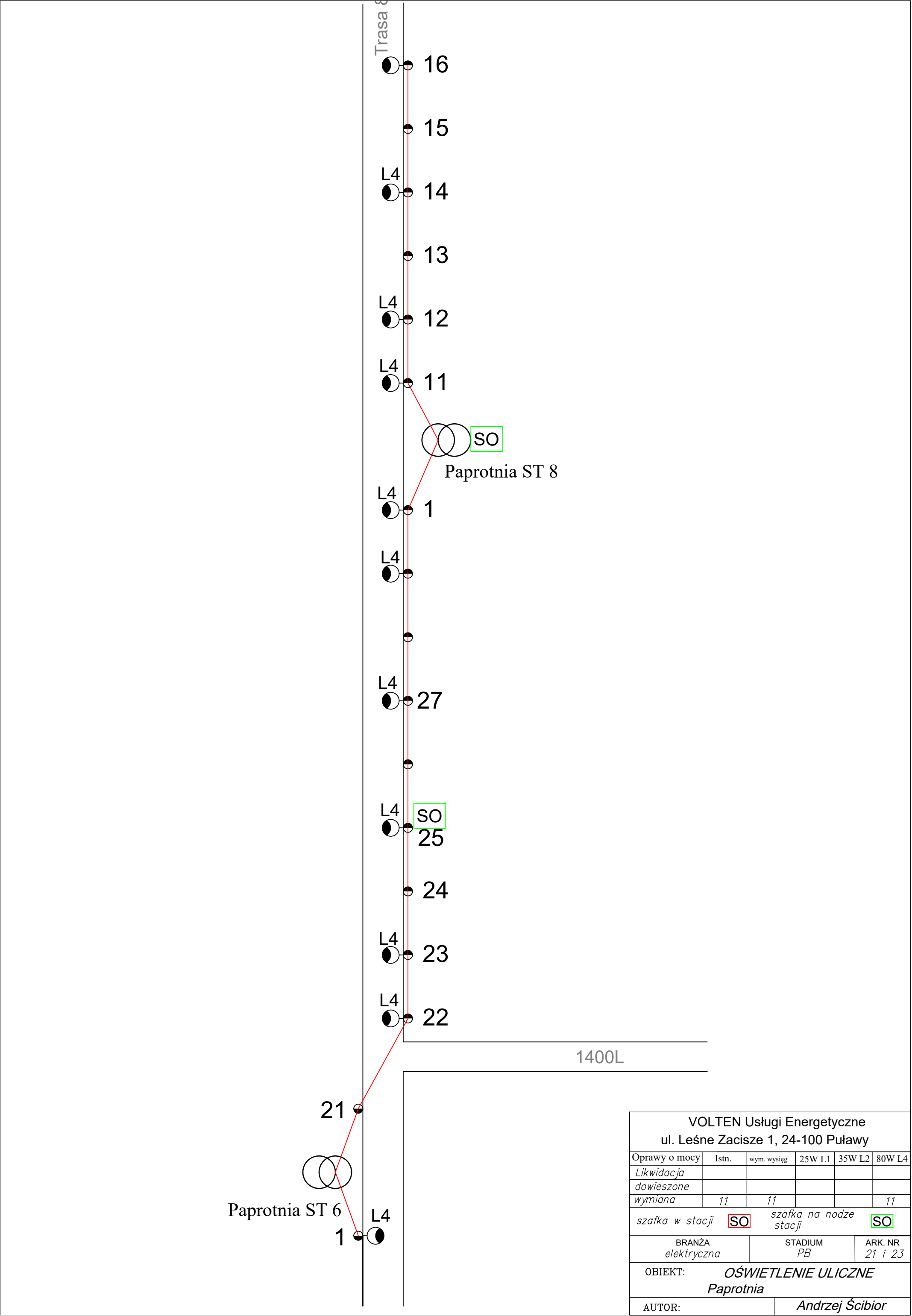
VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	40W L3
Likwidacja					
dowieszona					
wymiana	10	10			10
szafka w stacji	SO	szafka na nodze stacji			SO
BRANŻA elektryczna		STADIUM PB		ARK. NR 22	
OBIEKT: OŚWIETLENIE ULICZNE Paprotnia					
AUTOR:				Andrzej Ścibior	



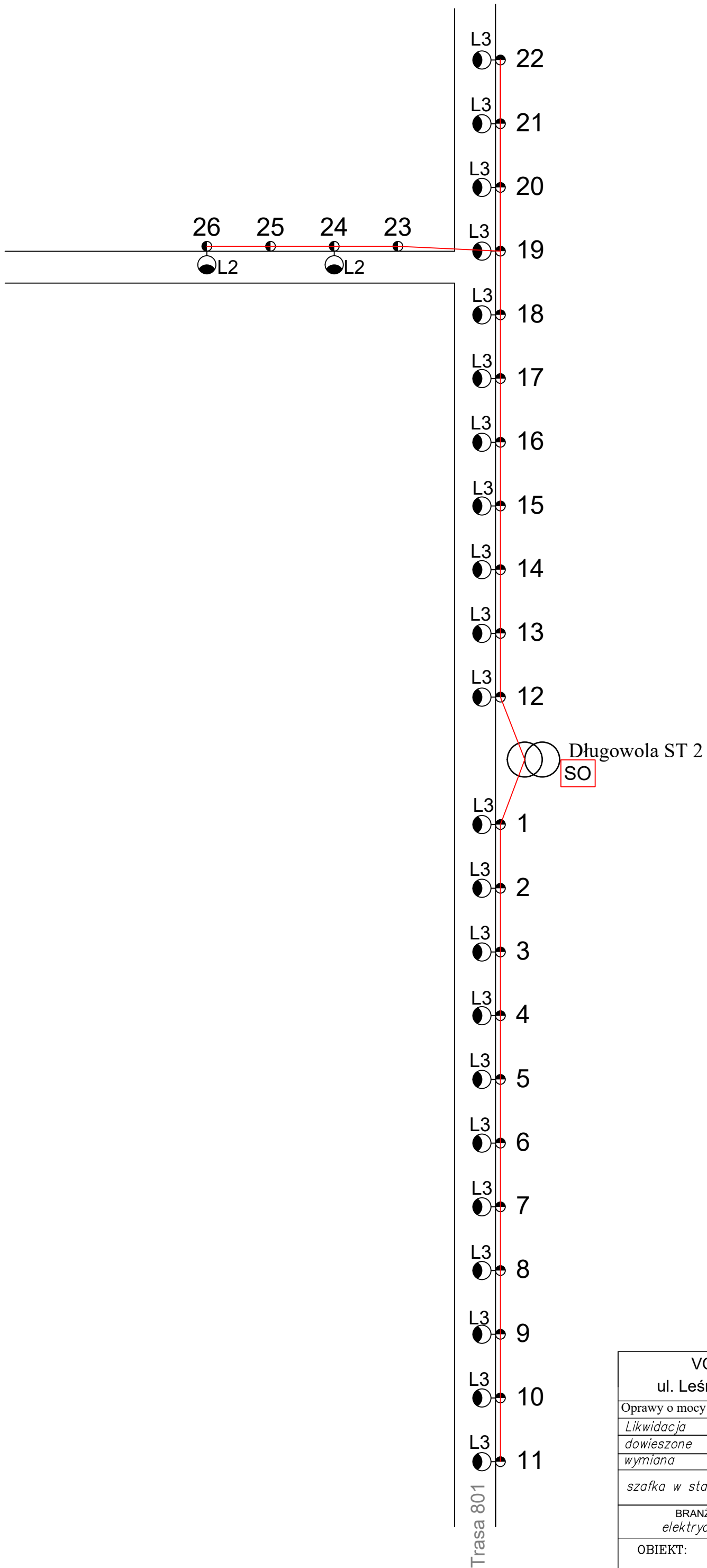
VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	80W L4
Likwidacja					
dowieszona					
wymiana	11	11	11		
szafka w stacji	SO	szafka na nodze stacji			SO
BRANŻA elektryczna	STADIUM PB		ARK. NR 20		
OBIEKT:	OŚWIETLENIE ULICZNE Paprotnia				
AUTOR:	Andrzej Ścibior				



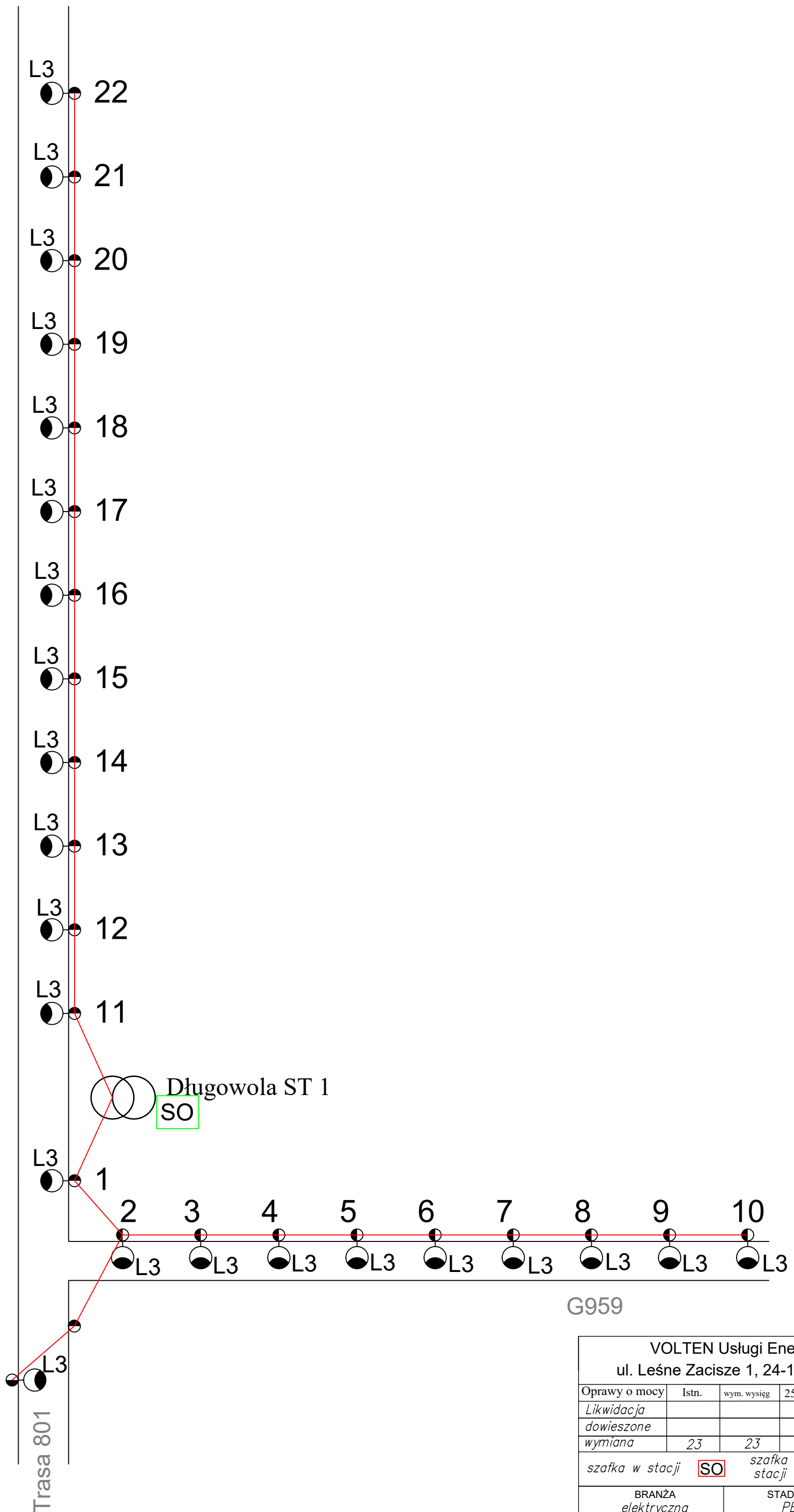
VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	40W L3
Likwidacja					
dowieszone					
wymiana	33	33		25	8
szafka w stacji		SO	szafka na nodze stacji		SO
BRANŻA elektryczna		STADIUM PB		ARK. NR 16	
OBIEKT: OŚWIETLENIE ULICZNE Paprotnia					
AUTOR:				Andrzej Ścibior	



VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	80W L4
Likwidacja					
dowieszona					
wymiana	11	11			11
szafka w stacji	SO	szafka na nodze stacji			SO
BRANŻA elektryczna	STADIUM PB		ARK. NR 21 i 23		
OBIEKT: OŚWIETLENIE ULICZNE Paprotnia					
AUTOR:			Andrzej Ścibior		

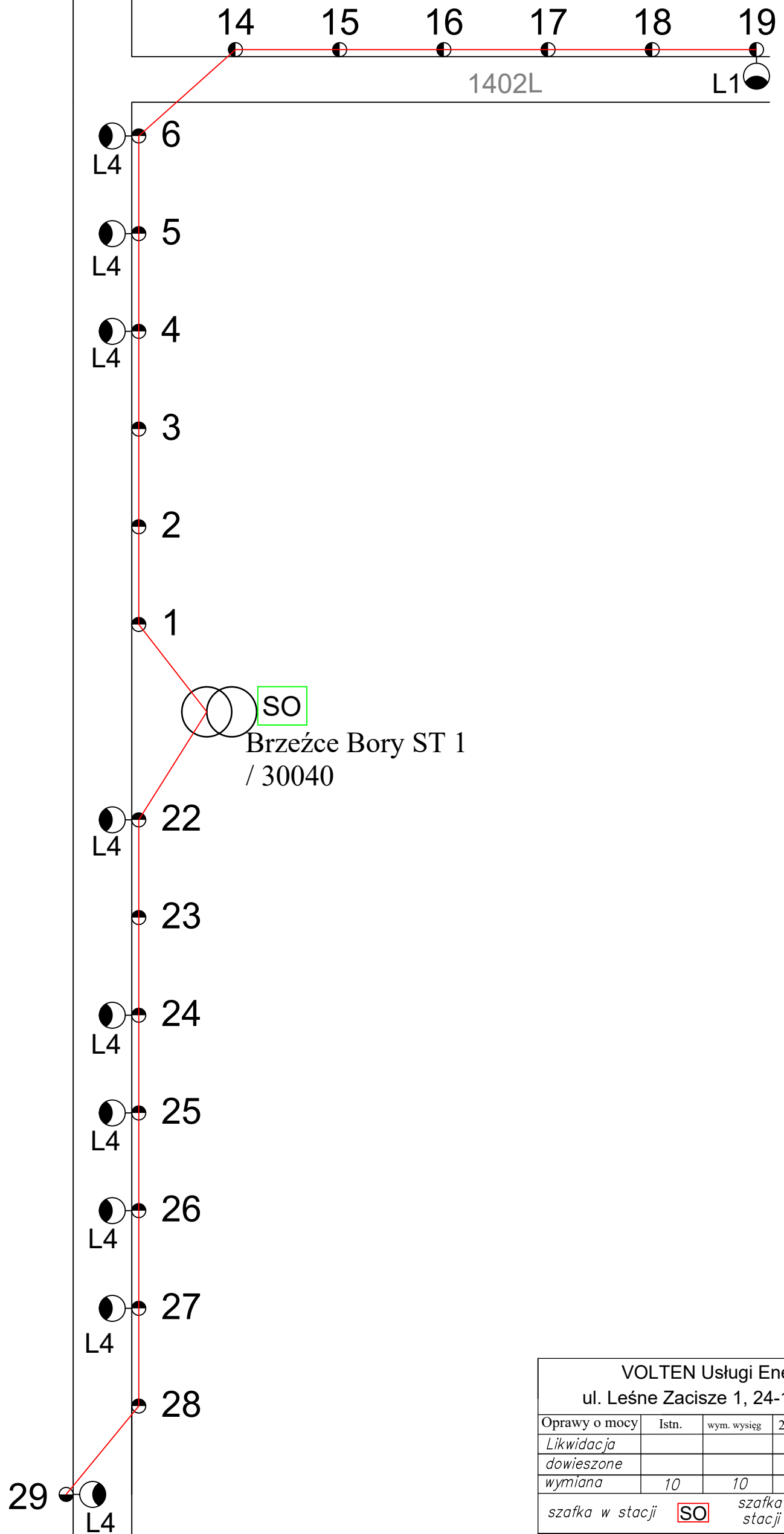


VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	40W L3
Likwidacja					
dowieszona					
wymiana	24	24		2	22
szafka w stacji	SO	szafka na nodze stacji			SO
BRANŻA elektryczna	STADIUM PB		ARK. NR 10		
OBIEKT:	OŚWIETLENIE ULICZNE Długowola				
AUTOR:	Andrzej Ścibior				



VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	40W L3
Likwidacja					
dowieszona					
wymiana	23	23			23
szafka w stacji	SO	szafka na nodze stacji			SO
BRANŻA elektryczna	STADIUM PB		ARK. NR 9		
OBIEKT:	OŚWIETLENIE ULICZNE Długowola				
AUTOR:	Andrzej Ścibior				

Trasa 801



VOLTEN Usługi Energetyczne ul. Leśne Zacisze 1, 24-100 Puławy					
Oprawy o mocy	Istn.	wym. wysięg	25W L1	35W L2	80W L4
Likwidacja					
dowieszona					
wymiana	10	10	1		9
szafka w stacji	SO	szafka na nodze stacji			SO
BRANŻA elektryczna	STADIUM PB		ARK. NR 8		
OBIEKT:	OŚWIETLENIE ULICZNE Brzeźce Bory				
AUTOR:	Andrzej Ścibior				