

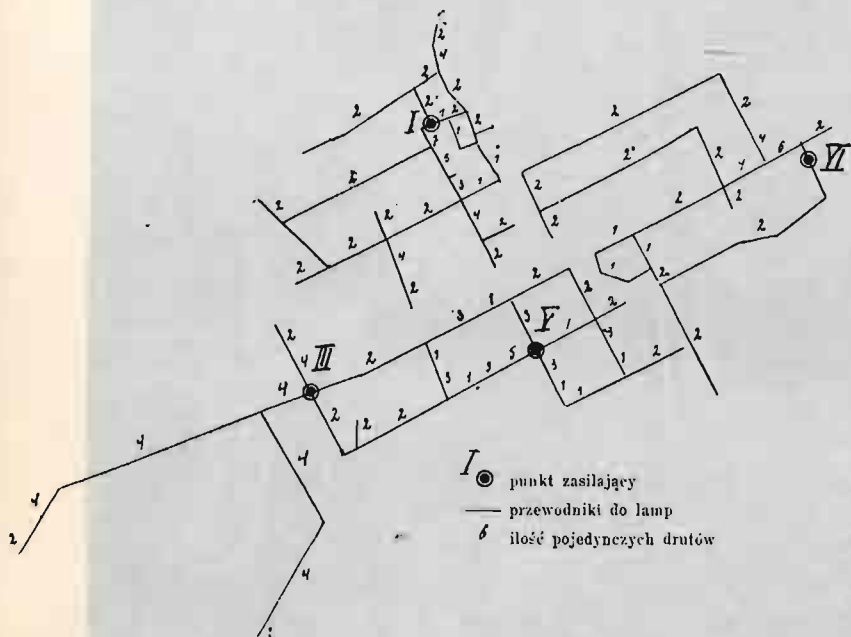
Instalacja elektryczna w Mińsku.

Podał Stanisław Wysocki, inżynier.

(Ciąg dalszy do str. 27 w № 3 r. b.)

Sieć oświetlenia miejskiego (rys. 10) składa się wyłącznie z przewodników o 6 mm^2 przekroju. Punkt I i VI zasila po 4 grupy lamp, punkt III i V — po 3 grupy. Dla oszczędności starano się prowadzić każdą ulicę tylko po jednym prze-

Przewodniki do lamp.



Skala 1 : 20000.

Rys. 10.

wodniku z dwóch grup (całonocnej i wieczornej) i skierowywać te przewodniki innymi ulicami, t. j. drogą okólną. †

Rozkład obciążenia. Rozkład obciążenia na poszczególne punkty zasilające podaliśmy już poprzednio. Chodzi teraz o sprawdzenie, czy ten stosunek pozostaje jednakowym w ciągu całej doby. Rys. 11 przedstawia wykresy obciążenia wszystkich sześciu punktów od godz. 7-ej wieczór do 7-ej rano. Widzimy, że krzywe te są bardzo do siebie podobne. Zmiany spowodowane włączaniem i wyłączaniem lamp łukowych odbijają się nie tylko w punktach VI, I, V i III, które zasilają te lampy, lecz i w punktach II i IV. Wynika stąd, że i te ostatnie punkty biorą udział w zasilaniu lamp łukowych, naturalnie drogą pośrednią. Równomierność podziału obciążenia musimy uznać za zupełnie zadowalniającą. Zmiany obciążenia stacji w ciągu doby podane są na rys. 12. Z czterech wykresów jeden odnosi się do dnia powszedniego, drugi — do piątku, trzeci — do soboty i czwarty — do niedzieli. W Mińsku bowiem przeważa ludność żydowska; handlem prawie wyłącznie zajmują się żydzi i dlatego zarówno w piątek jak i sobotę zmiany obciążenia bywają inne, niż w zwykłe dni powszednie. Musimy zaznaczyć, iż stacja miejska dotychczas pracuje tylko wieczorami i nocami, t. j. wyłącznie dla oświetlenia. Jak widać z zestawienia czterech wykresów, największe obciążenie osiąga się w soboty, następnie w dni powszednie, najmniejsze zaś w piątki i niedziele. Linia łamana umieszczona pod krzywami oznacza obciążenie stacji przez lampy łukowe. Powierzchnia zacieniowana odpowiada energii zużytej na oświetlenie miasta. Zmiany obciążenia stacji w zależności od pory dnia przedstawione są również na rys. 13. Zestawiliśmy tu sześć wykresów odnoszących się do dni powszednich, możliwie normalnych; przy czym każdy dzień wybrany jest z innego miesiąca. Kształt krzywych obciążenia jest bardzo różnorodny i zależy od takich okoliczności, jak to, czy było tego dnia przedstawienie teatralne, czy wszystkie lampy łukowe paliły się w mieście i t. p. Dokładne ana-

lizowanie i porównywanie wykresów byłoby zbyt trudne, gdyż odnoszą się one do pierwszych miesięcy eksploatacji, podczas których nie ustaliły się jeszcze warunki wpływające na obciążenie. Zmieniała się bowiem i ilość lamp zainstalowanych u odbiorców i ilość palących się jednocześnie lamp ulicznych. Szczególniej wahało się oświetlenie miejskie; z jednej strony zarząd miasta kazał początkowo zapalać w widniejsze noce tylko część lamp łukowych; z drugiej znow — wskutek kradzieży przewodników następowały przymusowe przerwy w oświetleniu.

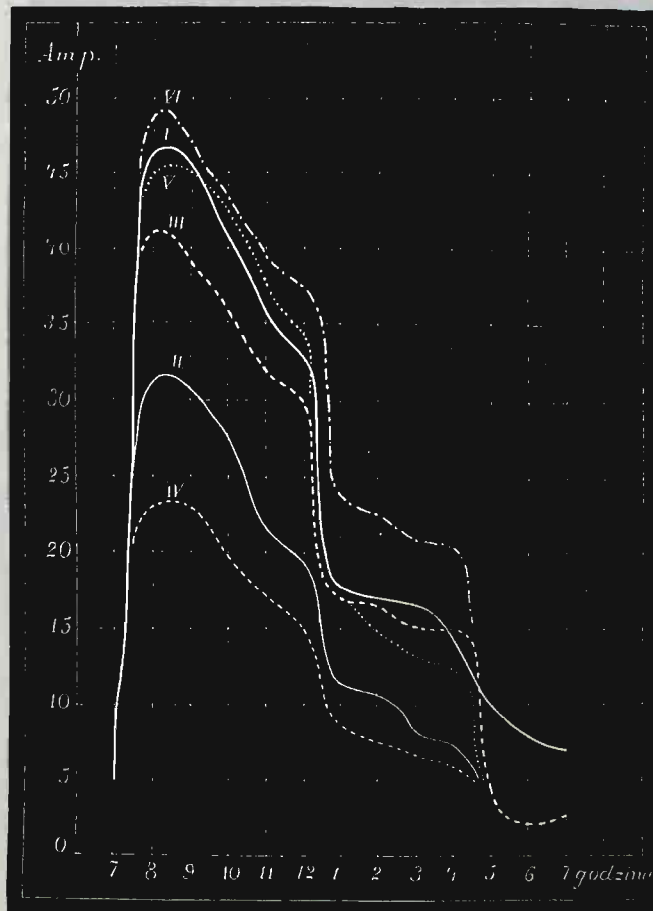
Jeszcze więcej uwydatniły się te nienormalności w wykresie przedstawiającym ilości kilowattgodzin wyprodukowanych w ciągu każdego dnia przez stację (rys. 14). Najwyższe obciążenie stacji dochodziło 230 amperów, co wynosi 43% całego zainstalowanego obciążenia.

Co się tyczy wreszcie podziału energii elektrycznej na odbiorców, miasto i na straty, to możemy przytoczyć następujące dane. W styczniu liczniki u poszczególnych odbiorców wykazały ogółem 30% całej wyprodukowanej na stacji energii; podług ścisłych obliczeń oświetlenie miasta zużyło 55% tej energii; wobec czego na straty w przewodnikach i na odbiorców bezpłatnych przypadło pozostałe 15%.

Przewodniki i ich umocowanie.

Przewodniki są miedziane niecynowane, przy czym do 25 mm^2 włącznie druty, a od 35 mm^2 — linki. Jako najwyż-

Wykresy obciążenia punktów zasilających.



Rys. 11.

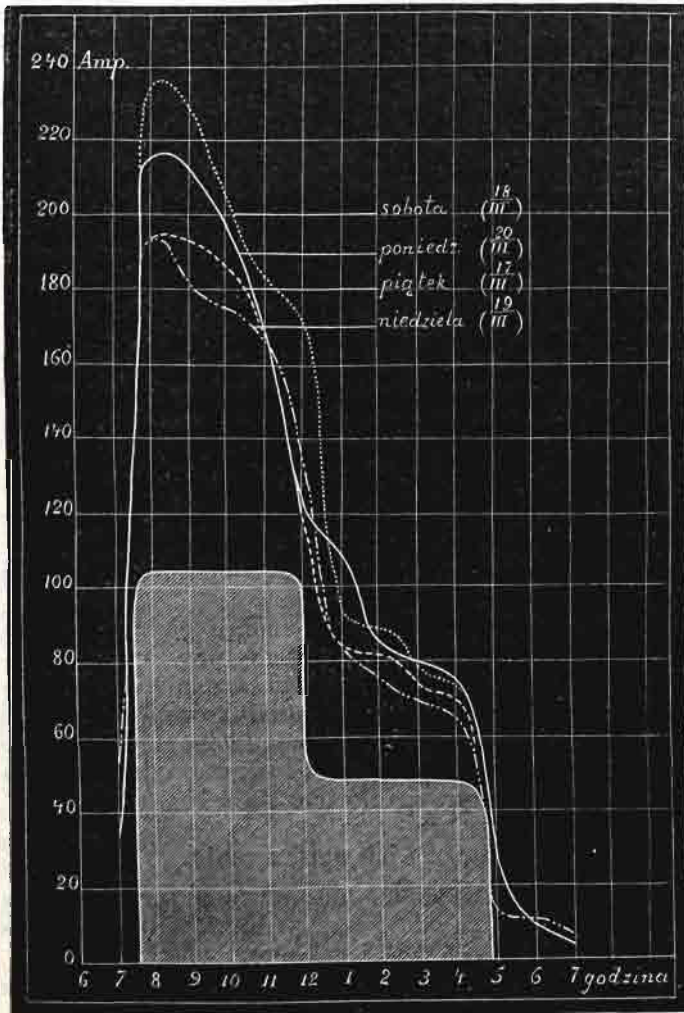
szy dopuszczalny przekrój wyznaczono 80 mm^2 , wobec czego większość przewodników zasilających trzeba było założyć w postaci dwóch linii równoległych. Przewodniki kontrolu-

jące wykonane są z drutów stalowych (6 mm^2) cynowanych. Przewodniki miedziane naciągnięto dosyć silnie tak, że przy temperaturze -30°C . wypadła średnio po $7,8 \text{ kg/mm}^2$. Kra-

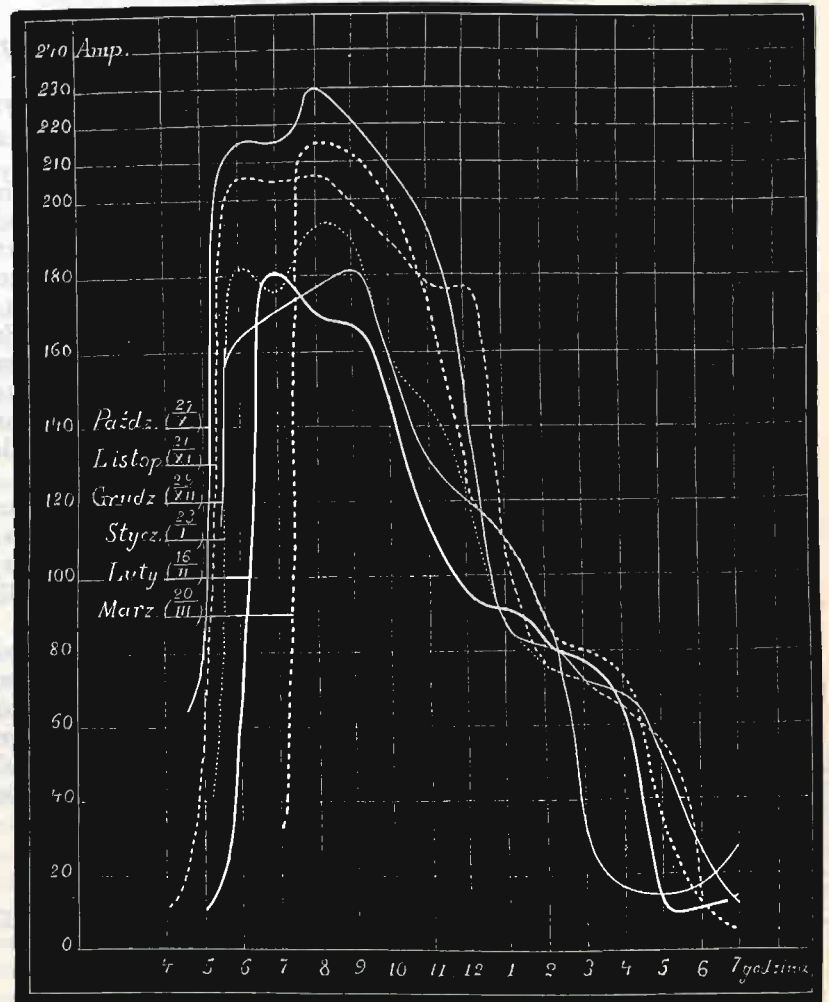
prawdziwą plagą. Na oddalonych ulicach niepodobieństwem było utrzymać oświetlenie nawet w ciągu jednej nocy. Ostatecznie, zarząd stacji zdecydował się na ulicach tych użyć

Wykresy obciążenia stacji.

Zmiany obciążenia stacji w zależności od pory dnia w różnych miesiącach.



Rys. 12.

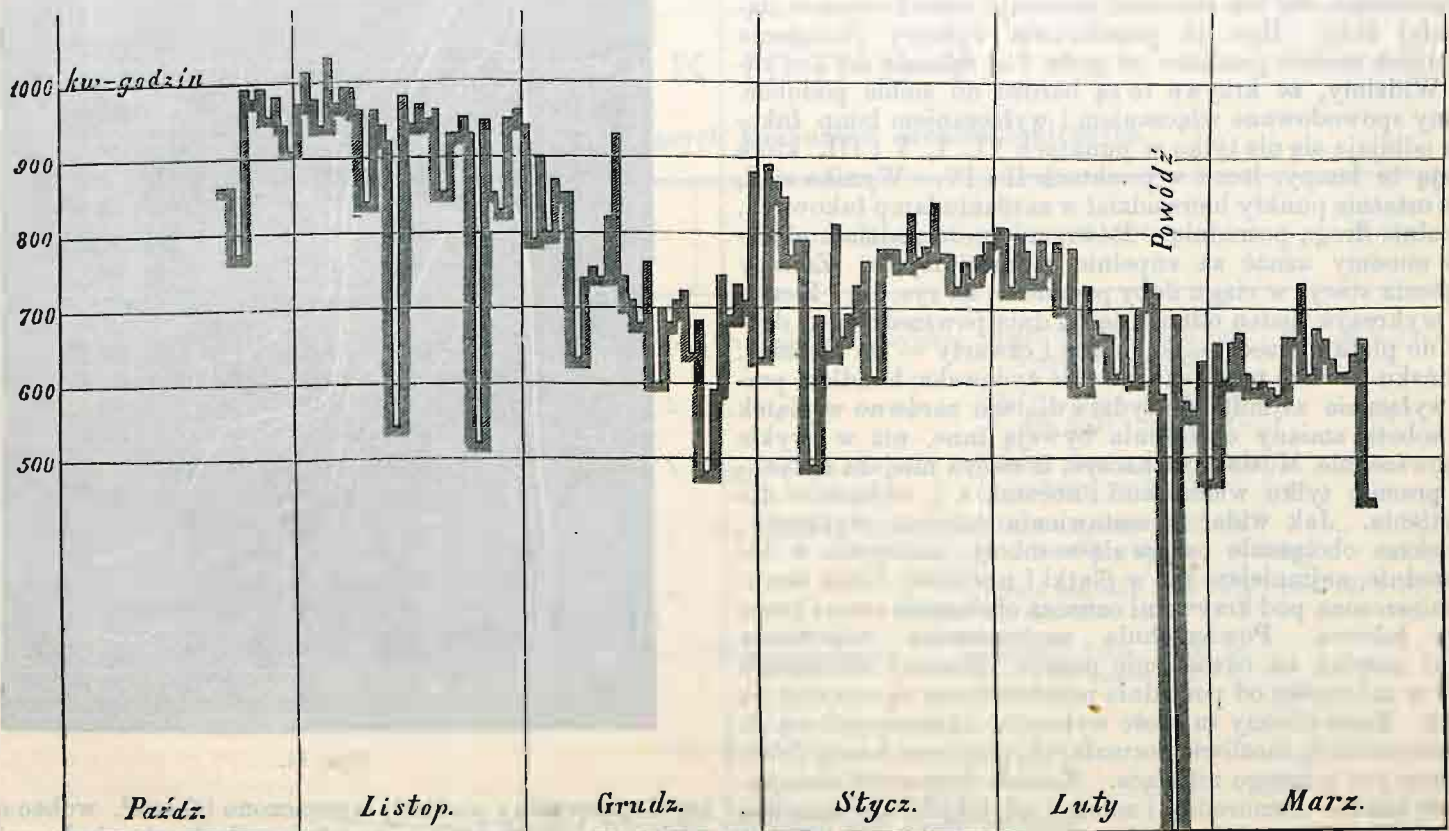


Rys. 13.

dzieże przewodników rozpoczęły się już podczas budowy instalacji, a podczas pierwszych miesięcy eksploatacji stały się

do lamp łukowych przewodników żelaznych telegraficznych. Środek ten okazał się dobrym.

Ilość kw-godzin na dobę.



Rys. 14.

Izolatory zastosowano trzech rodzajów (rys. 15): 1) duże, t. zw. „biskupie“, z szerokim rowkiem dla kabli; 2) małe dla drutów, różniące się od zwykłych izolatorów telegraficznych



Skala 1:10.

Rys. 15.

swym płaszczem szerokim przy niewielkiej wysokości; 3) „noskowe“ dla przewodników idących w kierunku pionowym, z występnem o długości 30 mm.

Izolatory	Ciężar w funt.	Wysokość w mm	Szerokość w mm
duże	2 ³ / ₄	145	100
małe	1 ¹ / ₂	95	90
noskowe	1 ¹ / ₂	105	80

Przewodniki założono na główkach izolatorów; na sztykach przywiązywano przewodniki wyłącznie tylko na rogach ulic i na zakrętach. Co się tyczy mechanicznej wytrzymałości izolatorów, to próby wykazały, że kabel założony na sztyce izolatora dużego ścina główkę przy sile ciągnięcia 900 kg; wypada to na 1 cm² przekroju (w kształcie pierścienia) pracującego na cięcie około 45 kg. Przy projektowaniu urządzeń elektrycznych przewiduje się zawsze większą ilość izolatorów, niż ta, którą możemy teoretycznie obliczyć. Wiadomo bowiem, że przewodnik musi często służyć obejści, że trzeba go nieraz prowadzić po słupie na górę lub na dół, że przy odgałęzieniach i krzyżowaniach przewodniki muszą wymijać się wzajemnie, że wreszcie dla estetycznego wyglądu linii wszystkie druty zazwyczaj prowadzi się równolegle, a niezbędne przejścia i krzyżowania uskutecznią się na samych słupach. Wszystko to wymaga izolatorów dodatkowych. Dla instalacji mińskiej obliczyliśmy teoretyczną ilość izolatorów, dzieląc całkowitą długość przewodników przez średni przelot, i porównaliśmy otrzymane rezultaty z ilością rzeczywiście ustawionych izolatorów. Wypadło, że dla sieci zasilającej i rozprowadzającej dodano 10% izolatorów, a dla sieci oświetlenia miejskiego 42%. Jest to zupełnie zrozumiałe, gdyż w sieci zasilającej i rozprowadzającej obejścia są bez porównania rzadsze, niż przy oświetleniu. Sworznie i haki do izolatorów użyto o średnicy ³/₄”; tylko na skrętach dla kabli grubszych użyto 1”. Część izolatorów zalano gipsem i zabezpieczono od spodu warstwą szelaku, resztę nakrecono na haki przy pomocy konopi przesyconych.

Słupy. Wszystkie przewodniki zasilające, rozprowadzające i oświetleniowe poprowadzono na wspólnych słupach (rys. 16). Przepisy, zalecone przez Zarząd miejski, określały odległości pomiędzy słupami nie podług sumy przekrojów przewodników (jak to czynią przepisy niemieckie), lecz podług największego przekroju. Przy największym przekroju

16 mm ² wyznaczono przeloty . . .	40 m
35 ” ” ” ” . . .	35 ”
80 ” ” ” ” . . .	25 ”

Niepodobienstwem było ściśle przestrzeganie tych przepisów. Przy przejściach przez ulicę, przez rzekę, trzeba było dać przeloty większe, a prócz tego natrafiono na taką trudność, że odległości pomiędzy słupami trzeba było dzielić bądź na 3 przeloty — i te ostatnie wypadały za duże, bądź też na 4 przeloty — i wówczas były już za małe. Ostatecznie, całkowita sieć o długości 14300 m została umocowana w 511 punktach, czyli średnia rozpiętość przewodników wyniosła 28 m. Z tych 511 punktów przypada:

391 — na słupy drewniane,
56 — ” żelazne,
64 — na konstrukcje żelazne.

Słupy drewniane są dwójakiej wysokości: 5 saż. dla lamp łukowych i 4 saż. dla przewodników. Na zakrętach stawiano słupy podwójne z przystającymi do siebie wierzchołkami i z podstawami rozstawione-

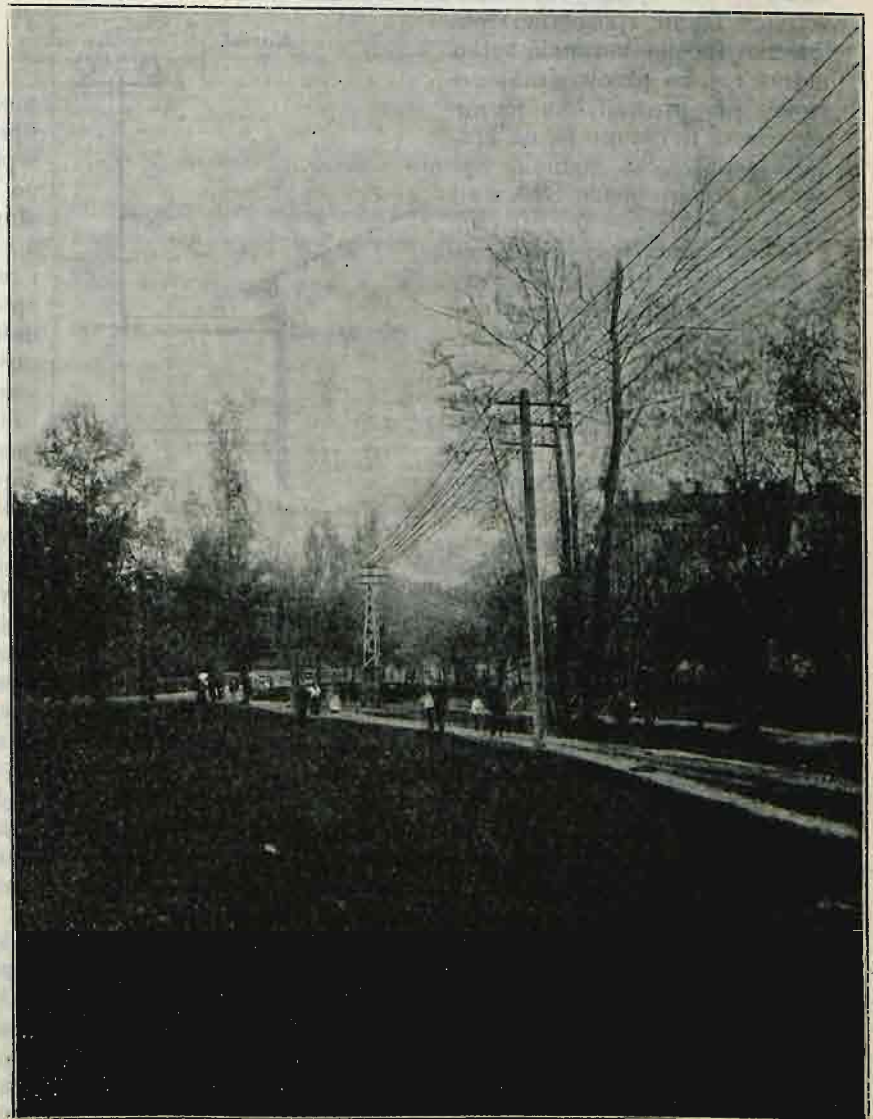
mi na odległość 1 m. Dłuższe słupy zakopano w ziemię na głębokość 1,7 m; krótsze — 1,5 m. Dla zabezpieczenia słupów od najjeżdżania ustawiono małe słupki ochronne. W kilku miejscach, gdzie zatrzymują się dorożki, obito słupy blachą żelazną, gdyż konie obgryzały drzewo.

Na rogach ulic ustawiono po większej części słupy żelazne o przekroju kwadratowym. Zbudowane są one z czterech kątowników, powiązanych ze sobą ze wszystkich stron ukośnymi krzyżulcami. Podstawy słupów na wysokości 2 m od powierzchni ziemi obite są blachą (3 mm grubości), a na wierzchołkach porobione daszki. Wymiary słupów zależą od obciążenia; np. słup o wysokości 8,8 m dla 3900 kg zbudowany jest z kątowników 75.75.10 i żelaza płaskiego 40.8; szerokość słupa przy podstawie wynosi 95 cm, a u wierzchołka 30 cm. Słupy zakopane i obmurowane na głębokości 1,8—2 m; gdzie tylko obmurowanie wykonane było niedbale, słup chwiał się i rwał przewodniki.

Słupy żelazne zastosowano jeszcze i do zawieszania lamp łukowych. Użyto w tym celu takich słupów, jak przy tramwajach elektrycznych, t. j. wytrzymałych na ciągnięcie w jednym określonym kierunku. Zbudowane są one z dwóch korytowników 100.50.8, związanych ze sobą ukośnymi krzyżulcami z żelaza płaskiego 40.13. U wierzchołka korytowniki przystają do siebie i znitowane są w dwie łubki; u podstawy zaś — wbudowane na odległość jeden od drugiego 450 mm w żelazne sanie. Ażeby słup siedział dość mocno, obłożony jest w ziemi z dwóch stron blachą falistą.

Powyżej opisane słupy żelazne, zarówno jak i do lamp łukowych mają tę złą stronę w miejscowościach, w których często zdarzają się kradzieże, że wejście na wierzchołek po krzyżulcach jest nadzwyczaj łatwe. Właśnie w Mińsku kradzieże drutów ciągle są na porządku dziennym. Złodziej bez

Linia napowietrzna.



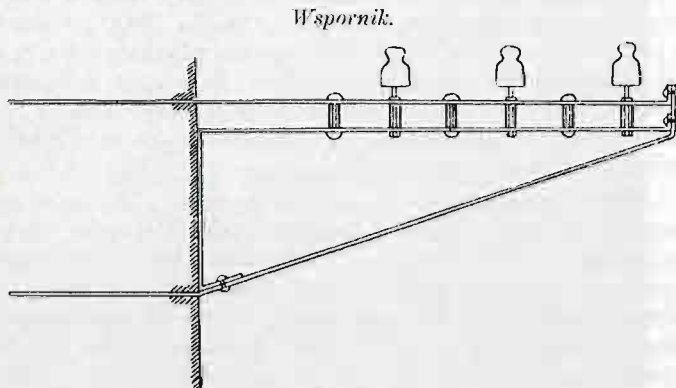
Rys. 16.

BIBLIOTEKA
WYDZIAŁ
ARCHIWALNY

drabiny i bez słupolazów, zaopatrzone tylko w cęgi, wchodzi na słup, przecina kable na obydwie strony, a następnie już z ziemi obcina opadłe przewodniki; zatem jedno wejście na słup umożliwia mu zdjęcie kabli z dwóch przelotów.

Wszystkie słupy żelazne i drewniane pomalowano farbą olejną na kolor stalowo-błękitny i dzięki tej barwie nie rdzewieją, szczególnie w otoczeniu drzew, nie szpecąc tak miasta, jak szpeciły brązowo-czerwone słupy przy starej instalacji.

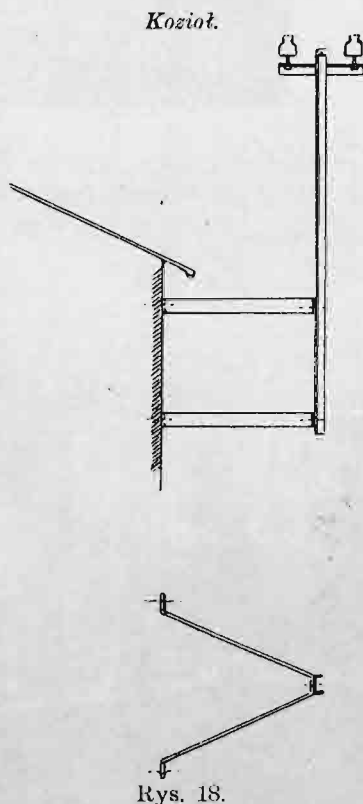
Co się tyczy przymocowania izolatorów do słupów, to przy małej ilości przewodników uskuteczono to wprost,



Rys. 17.

z zachowaniem 300 mm odległości pomiędzy hakami izolatorów. Przy większej ilości przewodników, szczególnie przy kablach zasilających, dano poprzeczki z korytowników 65.40.6. Na słupach żelaznych poprzeczki umocowano wprost śrubami, na drewnianych zaś — przy pomocy strzemion. Odległości pomiędzy poprzeczkami dano 400 mm, sworznie zaś izolatorów na jednej i tej samej poprzeczce rozmieszczono co 300 mm. W całej sieci trzymano się tej zasady, że górna poprzeczka służy wyłącznie dla przewodników dodatnich, środkowa — dla ujemnych, dolna zaś dla zerowych i oświetleniowych. Temu sposobowi rozłożenia można zarzucić tylko jedno, t. j. że przewodniki zerowe, przeprowadzone na dole, więcej narażone są na kradzieże; praktyka jednak wykazała, że napięcie 220 volt wcale nie odstraszało złodziei i że kradziono wszelkie przewodniki bez względu na to, czy były pod napięciem, czy nie. Natomiast sposób ten w porównaniu ze zwykłym rozkładem, t. j. u góry przewodniki zasilające, następnie rozpraszające, oświetleniowe, a na dole kontrolujące, ma tę przewagę, że: 1) unika się skrzyżowań przy połączeniu z punktami zasilającymi, w których pierścienie założone są w tym samym porządku, co i na słupach, i 2) łatwiejsze jest doprowadzenie prądu do poszczególnych odbiorców.

Konstrukcje żelazne zamiast słupów zastosowano w dzielnicy staromiejskiej ze względu na ciasne ulice i w samym środku miasta ze względu na estetykę. Zastosowano trzy rodzaje konstrukcji: wsporniki ścienne, kozły i stojaki. Wsporniki (rys. 17) zbudowane z żelaza płaskiego 50.8 mm, składały się wprost na ścianie. Okazały się one dosyć niepraktyczne, gdyż przewodniki szły zbyt blisko ściany i rynien, a zimą narażone były na osiadanie sopli i na spadający z dachów śnieg. Znacznie lepsze są kozły (rys. 18) zbudowane z korytownika 60.40.6 mm (lub rury), ustawionego pionowo i umocowanego na czterech nogach. Nogi, zrobione z żelaza płaskiego 50.8 mm, przyśrubowane są do sworzni 3/4" średnicy, wmurowanych w ścianę tuż pod dachem. Korytownik wystaje ponad dach i na wierzchołku przymocowane



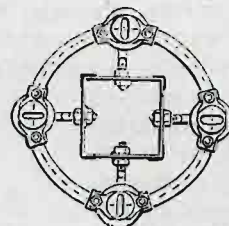
Rys. 18.

są do niego poprzeczki z izolatorami. Podług rosyjskich przepisów bezpieczeństwa (Min. Spr. Wewn. № 925, 4 czerwca 1904 r., § 101) przewodniki muszą być w danym razie odległe od dachu o 2,5 m w kierunku pionowym i 1 m w kierunku poziomym. Przy obliczaniu wytrzymałości konstrukcji ściennych należy zawsze brać pod uwagę ciężar człowieka, gdyż robotnicy przy zakładaniu przewodników, a także blacharze naprawiający dach czy rynnę, wchodzi i siedzą na konstrukcji. Najpraktyczniejszymi ze wszystkich konstrukcji okazały się stojaki, zrobione z rury żelaznej o średnicy 3" i wmurowane do ścian szczytowych.

Co się tyczy połączeń sieci rozpraszającej z odbiorcami, to były one bardzo łatwe do wykonania nie tylko przy słupach (o czym mówiliśmy poprzednio), lecz też przy wspornikach ściennych i przy stojakach. W pierwszym wypadku druty wprost ze wspornika wchodzi do ściany, w drugim — wprowadza się je do wnętrza stojaka, zaopatrzonego w specjalny daszek porcelanowy.

Punkty zasilające. Za wyjątkiem punktu VI, utworzonego na stacji centralnej w postaci oddzielnej tablicy rozdzielczej, wszystkie inne punkty zasilające urządzone na słupach żelaznych. Urządzenie to jest następujące: trzy pierścienie zbiorcze: dodatni, zerowy i ujemny zmontowane są w odległości jeden od drugiego 400 mm. Każdy pierścień (rys. 19) składa się z czterech łuków połączonych ze sobą krążkami, które nasadza się na główki izolatorów. Dla lepszego umocowania krążków na izolatorach, pod krążkami znajdują się specjalne łapki w kształcie półksiężyca, które

Pierścień zbiorczy.



Rys. 19.

Bezpiecznik.



Rys. 20.

można odpowiednio nastawić i zaśrubować. Każdy pierścień opiera się nadto na czterech izolatorach przymocowanych wprost do słupa. Średnica pierścieni jest różna, w zależności od grubości słupa; najmniejszy jednak odstęp od krawędzi słupa wynosi 90 mm. Większe pierścienie mają wymiary 40.12 mm, mniejsze — 30.10 mm. Przewodniki zasilające i rozpraszające połączone są z pierścieniami przy pomocy specjalnych bezpieczników. Składają się one (rys. 20) z widełek osadzonych na pierścieniu i trzymających rolkę porcelanową nawleczoną na sworzniu. Na rolkę założone jest ucho końcówki, w którą wlotowuje się przewodnik. Rolka odizolowuje przewodnik od pierścienia. Połączenie robi dopiero pasek bezpiecznikowy, którego jeden koniec przyśrubowuje się do końcówki kabla, a drugi — do widełek. Widełki i końcówka, zarówno jak i same pierścienie zbiorcze, odlane są ze stopu miedzi, natomiast sworzni dla większej wytrzymałości jest stalowy. Przewodniki zerowe wlotowane są w specjalne końcówki osadzone wprost na pierścieniach. Kontrolujące zaś druty doprowadzono najpierw do izolatora, a następnie przez bezpiecznik korkowy do pierścienia. Użyto tu bezpieczników korkowych, gdyż paskowe dla małego prądu byłyby nietrwałe. Pioruchochrony w punktach są rogowe, bez gaszenia magnetycznego. Dla dodatniego i ujemnego pioruchochrona zastosowano wspólną płytę ziemną, lecz ażeby uniknąć zwarć podczas wyładowań atmosferycznych, włączono przy obu biegunach po oporniku karborundowym. Użyto karborundu a nie węgla, gdyż przepisy rosyjskie wymagają dużego oporu (100 Ω).

W punktach zasilających, z których czerpią prąd lampy łukowe, urządzone wewnątrz słupów u podstawy szafki żelaznej z tablicami rozdzielczymi. Każda grupa lamp ma na tabliczce bezpieczniki, pudełkowy wyłącznik dwubiegunowy, wskaźnicę prądu i opornik rozruchowy. Oporniki dodatkowo ustawiono na dnie słupa. Najwyższa temperatura powietrza w szafce nad opornikami dochodziła latem do 78°C. Przewodniki odchodzące od tablicy do lamp, jak również i przewodniki doprowadzające prąd z pierścieni do tabliczki założono w rurach gazowych wewnątrz słupa. (C. d. n.)