

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XVI.

1 Maja 1934 r.

Zeszyt 9.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Czackiego 5, tel. 690-23.

BACZNOŚĆ, ELEKTRYCY!

Elektryfikacja Polski.

Oto hasło, od dziesiątków lat rozbrzmiewające, jak Polska długa i szeroka.

A cóż ono w sobie zawiera?

Nietylko elektryfikację miast i wsi, przemysłu i rolnictwa, ale również spolszczenie i usamodzielnienie elektrycznego przemysłu wytwórczego, spolszczenie przemysłu elektrownianego.

Zawiera też ono w sobie spolszczenie wiedzy elektrotechnicznej, teoretycznej i praktycznej, spolszczenie kapitału, inwestowanego w przemysły wytwórczym i elektrownianym.

Od czasu odzyskania niepodległości osiągnięto wielki postęp w dziedzinie elektryfikacji, ale dalecy jesteśmy od takiego stanu, któryby nas zadawalał. Elektryfikacja miast i przemysłu jest jeszcze bardzo słaba, elektryfikacja wsi i rolnictwa—niemal w zarodku. W przemyśle elektrycznym, wytwórczym i elektrownianym, obcy element odgrywa jeszcze wielką rolę. Inwestowany kapitał przeważnie obcy, bo wynosi 75% w przemyśle elektrownianym, a blisko 50% w przemyśle wytwórczym.

Jedynie polska wiedza elektrotechniczna, zarówno teoretyczna, jak i praktyczna, stoi na wysokości zadania.

Mamy pod dostatkiem, co do ilości i jakości, elektryków, a przyrost ich przekracza nawet zapotrzebowanie rynku wewnętrznego.

Jakiż z tego wniosek?

Ten, że przed elektrykami stoi ogrom możliwości. Powinni oni być naturalnymi propagatorami elektryfikacji, we wszelkiej jej postaci. Powinni oni wypierać obcy element swą wiedzą, pracą, inicjatywą i krajowym kapitałem. Powinni mieć ambicję, aby elektryfikację rozpowszechnić i uczynić ją polską, tworzoną i prowadzoną przez obywateli polskich.

Droga do tego celu jest ciężka.

Brak nam przedsiębiorczości, brak kapitału.

W pogoni za chlebem służymy w znacznym odsetku kapitałowi obcemu i wskutek tego często mimowoli sami przeciwdziałamy polszczeniu się przemysłu elektrownianego i wytwórczego.

Ci zaś spośród elektryków polskich, którzy mają szczęście pracować w polskim przemyśle, korzystają z pomocy i poparcia Rządu, korzystają z ochrony celnej.

Gdyby nie to poparcie, gdyby nie pomoc Rządu, gdy-

by nie ochrona celna, zmuszeni by byli iść we własnym kraju do służby u obcych.

Bo obcy kapitał, obca przedsiębiorczość, obcy przemysł są silniejsze.

Przeciwstawiać się musimy wyższym wysiłkiem i wyższą przedsiębiorczością, wyższym talentem organizacyjnym, wyższym sprytem handlowym.

Liczyć tylko na ochronę celną i na pomoc Rządu nie możemy.

Polityka Rządu zależna jest bowiem od bardzo wielu czynników. Często dla dobra Państwa Rząd zmuszony jest rozluźniać ochronę tej lub innej gałęzi rodzimego przemysłu. Społeczeństwo wtedy winno wyczuć sytuację i, wzmagając własny wysiłek, zrównoważyć straty, które moglibyśmy ponieść przez osłabienie mechanicznych zapór przed zalewem obcego importu.

Wzajemne zrozumienie, wzajemne wyczcucie, wspólny wysiłek Rządu i społeczeństwa dają dopiero rękojmię umacniania się naszego własnego życia gospodarczego, chronią przed utratą osiągniętych już zdobyczy.

I oto przeżywamy chwilę, kiedy elektryfikacja Polski może wkroczyć na tory pożądanego szybkiego rozwoju.

Mocarstwowe stanowisko Polski budzi zaufanie obcego kapitału do rynku polskiego. Spodziewać się więc można dopływu kapitałów. Zawarcie układów pokojowych z sąsiadami rozluźnia zapory mechaniczne, chroniące naszą wytwórczość. Spodziewać się więc można wzmożenia importu sprzętu elektrycznego. Panujące zaś wśród elektryków polskich bezrobocie może rzucić nas w objęcia obcego kapitału i obcego przemysłu.

Nastąpiła więc chwila, kiedy Rzeczpospolita wymaga od nas, elektryków, wzmożenia wysiłku, wzmożenia czujności, aby nie stracić nic z tego, co już posiadamy, aby dalej prowadzić skuteczną walkę w najszlachetniejszym znaczeniu tego słowa z przeciwnikiem mocniejszym i bogatszym o usamodzielnienie wytwórczości elektrotechnicznej.

W dziedzinie elektryfikacji my, elektrycy, jesteśmy w pierwszym rzędzie do tego powołani, abyśmy nie dopuścili do pogorszenia się w naszym dziale bilansu handlowego Polski, abyśmy się nie stali parjasami obcych mocy gospodarczych.

A więc, baczność, elektrycy!

Alfons Kühn.

SEKCJA OGÓLNO - ELEKTRYFIKACYJNA.

ELEKTRYFIKACJA LINII KOLEJOWEJ Z KRAKOWA DO ZAKOPANEGO.

Inż. Jan Podolski.

Streszczenie. Istota zagadnienia: trudności profilu i niewystarczająca przelotność, powodujące małą szybkość handlową pociągów parowych i niedostateczną ich ilość. Pociągi parowe, motorowe i elektryczne na dużych wzniesieniach i ostrych łukach. Statystyka ruchu na badanej linii i wahania frekwencji. Przyczyny, dla których trakcja motorowa nie stanowi rozwiązania trudności ruchowych. Możliwości zastosowania trakcji elektrycznej; typy wagonów motorowych, rozkład jazdy, szybkość, sieć robocza i podstacje. Kosztorys elektryfikacji. Rachunek rentowności elektryfikacji przy uwzględnieniu trakcji parowej. Roczne przebiegi, zużycie energii elektrycznej i jej koszt. Wzrost frekwencji. Wnioski końcowe.

Istota zagadnienia.

Od szeregu już lat jest rozważana przez czynniki kompetentne sprawa radykalnej zmiany w ruchu na linii kolejowej z Krakowa do Zakopanego, która stanowi, jak wiadomo, naszą główną, w pewnej mierze „reprezentacyjną”, linię turystyczną.

Wiadomo powszechnie, iż w obecnych warunkach ruchowych linia ta nie spełnia należycie swego zadania i że stanowi ona zaporę w dalszym rozwoju Zakopanego i innych uzdrowisk tatrzańskich. Podróż Kraków — Zakopane jest połączona w sezonie z tylu trudnościami, że bardzo wiele osób bądź zupełnie rezygnuje z wyjazdu, bądź też korzysta z komunikacji autobusowej, która mimo niedogodnych warunków dosyć znacznie się na tym szlaku rozwija.

Jest to zupełnie zrozumiałe, jeżeli uwzględnić, iż podróż pociągiem osobowym trwa obecnie z górą 5 godzin, a ilość miejsc w pociągach jest w okresach większego natężenia ruchu zupełnie niewspółmierna do zapotrzebowania.

W zrozumieniu tego czynniki kolejowe czynią od dłuższego już czasu wszelkie wysiłki, aby ruch na linii Zakopiańskiej usprawnić tak przez skrócenie czasu przejazdu, jak i przez powiększenie w godzinach większego natężenia ruchu ilości pociągów. Wysiłki te, aczkolwiek poważne i konsekwentne (że wspomnę tylko próby zastosowania trakcji motorowej, opracowanie specjalnego typu pośpiesznych parowozów górskich i t. p.), wywierają w praktyce skutek z wysiłkami zupełnie niewspółmierny, a linia w dalszym ciągu nie może sprostać wzrastającym wciąż potrzebom komunikacyjnym.

Zastanówmy się, na czym polega trudność zagadnienia. Jak wiadomo, linia zakopiańska, zbudowana na kilkanaście lat przed wojną przez zaborców, wykonana została jako linia lokalna, znaczenia trzeciorzędowego. Łączyła ona z Krakowem mało komu wówczas znane uzdrowisko tatrzańskie. Cała trasa zaprojektowana została w sposób co najmniej oszczędny, z bardzo ostrymi łukami bez łuków

przejściowych i na wzniesieniach, dochodzących do 30‰.

Jest oczywiste, że na linii tego typu normalne pociągi parowozowe nie mogą rozwijać dostatecznej prędkości, gdyż ograniczają ją łuki i wzniesienia. Zasadnicza przebudowa trasy, aczkolwiek zapewniłaby wiele korzyści, byłaby jednak tak kosztowna, że nie może być w obecnych warunkach brana pod uwagę, i mówić można jedynie o nieznacznych stosunkowo zmianach w trasie istniejącej.

Jeżeli przyjąć za podstawę trasę istniejącą, ewentualnie w pewnej mierze odnowioną i poprawioną, to, zastanawiając się nad usprawnieniem ruchu, widzimy dwie drogi: powiększenie szybkości pociągów i dostosowanie ich pojemności i ilości do potrzeb ruchu.

Powiększeniu szybkości stoją na przeszkodzie głównie łuki i wzniesienia, co do których istnieją przepisy, bardzo znacznie ograniczające na nich szybkość maksymalną. Tak więc na łuku o promieniu 300 m szybkość nie może przekraczać 65 km/godz., a na łukach 200 m nawet 50 km/godz. Na wzniesieniach szybkość ogranicza się sama, a co do spadków istnieją znów przepisy ograniczające: dla 10‰ — 85 km/godz.; dla 20‰ — 65 km/godz. i t. d.

Ograniczenie stosowania tych przepisów bezpieczeństwa na łukach byłoby możliwe tylko wówczas, gdyby zmniejszony został ciężar pociągów, przechodzących przez te łuki, gdyż — jak wiadomo — siła, działająca odśrodkowo na szyny na łuku, jest proporcjonalna do masy i do kwadratu szybkości. Byłoby to więc możliwe tylko przy stosowaniu zamiast parowozów — lżejszych od nich wagonów motorowych dowolnego typu, nie posiadających osi sprzężonych, które na łukach dają znaczne naprężenia dodatkowe.

Jeżeli chodzi o drugi czynnik — wzniesienia, to tu sprawa przedstawia się nieco inaczej. Wzniesienie powoduje powiększenie oporów trakcji, praktycznie proporcjonalne do wielkości tego wzniesienia. Istnieje w kolejnictwie reguła praktyczna, iż 1‰ wzniesienia powoduje wzrost oporów trakcji o 1 kg/t niezależnie od szybkości. Jeżeli np. opory trakcji wynoszą przy pewnej szybkości na poziomie 6 kg/t, co dla pociągu normalnego odpowiada szybkości mniej więcej 50 km/godz., to na wzniesieniu 25‰ o ile szybkość będzie zachowana bez zmiany, opory te wzrosną o 25 kg/t, czyli powiększą się aż 5-krotnie.

Jeżeli teraz uwzględnimy, iż moc maszyny parowej i silnika spalinowego jest prawie stała i może być powiększona chwilowo w stosunku do mocy nominalnej najwyżej o 20%, to okaże się, że silnik parowy i spalinowy muszą bardzo znacznie obniżyć swą szybkość na wzniesieniu.

Tak np., biorąc silnik, którego moc nominalna byłaby całkowicie wyzyskana przy szybkości 60 km/godz. na poziomie, co odpowiada średniemu oporowi trakcji 7 kg/t

z pociągiem o wadze całkowitej 500 t, otrzymalibyśmy nominalną moc użyteczną:

$$\frac{60 \times 500 \times 7 \times 1000}{75 \times 3600} = 780 \text{ KM.}$$

Uwzględniając 20-procentową przeciążalność w stosunku do mocy nominalnej, otrzymalibyśmy na wzniesieniu 30‰₁₀₀:

$$780 \times 1,2 = \frac{500(4 + 30)X}{75 \times 3600} 1000,$$

przyczem normalne opory trakcji wynoszą już tylko 4 kg/t zamiast 7, wobec przewidywanego zmniejszenia szybkości.

Szukana szybkość X będzie więc:

X = 14,8 km/godz., a zatem 4 razy mniej, niż na poziomie.

Zupełnie inaczej przedstawia się sprawa, jeżeli wziąć pod uwagę normalny trakcyjny silnik elektryczny, a zatem silnik o charakterystyce szeregowej. Jak wiadomo, moc silnika szeregowego nie jest stała i zależy od szybkości. Pojęcie „mocy” jest więc tutaj pewnego rodzaju wielkością umowną, zależną nie od tego, co silnik dać może, gdyż teoretycznie mógłby dać dowolnie wiele, lecz od tego, jakie stałe obciążenie wytrzyma bez szkodliwego przegrzania. Oczywiście, że chwilowo silnik może znieść przeciążenia daleko większe, ograniczone tylko iskrzeniem szczotek na komutatorze. Normalnie przyjmuje się, iż chwilowa przeciążalność silnika wynosi 200% mocy godzinnej, a ta ostatnia około 125% mocy stałej (silniki z przewietrzaniem obcem).

W ten sposób, biorąc przykład poprzedni oraz posilkując się wykresem silnika trakcyjnego o mocy stałej 140 kW (co przy czterech silnikach trakcyjnych odpowiada mocy obliczonej poprzednio 780 KM), otrzymujemy, dopuszczając przeciążenie silnika na wzniesieniu np. 75% w stosunku do mocy stałej, następującą szybkość na wzniesieniu 30‰₁₀₀:

X = 21 km/godz., a więc o 50% więcej, niż przy silniku parowym lub spalinowym.

Podkreślić trzeba raz jeszcze, że szybkość na wzniesieniu otrzymać możemy zupełnie dowolną, stosując ten sam silnik elektryczny, i że ograniczamy ją jedynie z obawy, by silnik nie przegrzał się wskutek nadmiernego przeciążenia. Jeżeli jednak wzniesienie jest niezbyt długie, możemy dopuścić większe przeciążenie chwilowe i możemy uzyskać znacznie większą prędkość ustaloną.

Aby uniknąć tak małych szybkości na wzniesieniach, w praktyce stosuje się przy silnikach parowych i spalinowych jedyną na to radę: powiększa się moc silnika, godząc się z tem, że na poziomie będzie on pracował przy częściowym tylko obciążeniu, a więc z mniejszą sprawnością. Tutaj jednak powstaje nowa trudność: oto waga parowozu staje się wtedy tak wielka, iż obciążenie osi jest już niedopuszczalne. Przy silnikach spalinowych ograniczenie to nie istnieje, ale przenoszenie mocy staje się bardzo utrudnione, gdyż trzeba pamiętać, że regulacja obrotów silnika spalinowego jest bardzo ograniczona, wskutek czego koniecznym jest stałe stosowanie przekładni. Przy mocach, przekraczających 150 KM, stosowanie przekładni mechanicznej staje się bardzo trudne i uciekać się trzeba do przekładni elektrycznej, powiększającej wagę i cenę wozu.

Przy trakcji elektrycznej trudności te nie istnieją, gdyż silnik szeregowy przystosowuje się sam do profilu, powiększając automatycznie swoją moc w razie spadku obrotów, wywołanego przeciążeniem.

Gęstość ruchu.

Przejdźmy teraz do zagadnienia koniecznej gęstości ruchu. Zagadnienie to jest o tyle trudne, iż dane staty-

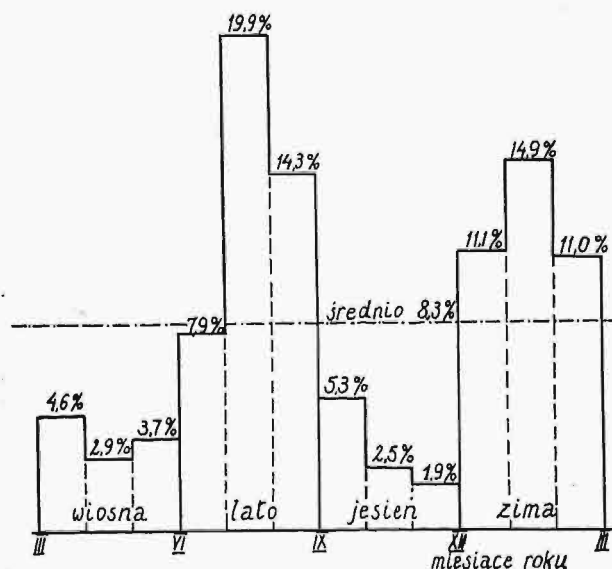
styczne w tej dziedzinie są bardzo skąpe i cały szereg obliczeń opierać należy na mniej lub więcej trafnych przypuszczeniach. Podane dalej liczby zestawione są na zasadzie danych meldunkowych Urzędu Klimatycznego, odpowiednio uzupełnionych, oraz na statystyce ruchu autobusowego, to też uważane być mogą raczej za wytyczne, a nie za wartości dokładne. Wielkości te jednak zgadzają się z obserwacjami ruchowymi Krakowskiej Dyrekcji Kol. Państw., to też mogą być przyjęte jako podstawa obliczenia wstępnego, pod warunkiem, że będą w przyszłości uzupełnione bardziej dokładnymi danymi, nad zestawieniem których pracują obecnie czynniki zainteresowane.

Ilości podróży w ciągu roku są podane na rys. 2. Wszystkie liczby dotyczą roku 1930, przyczem należy podkreślić, iż po chwilowym spadku ruchu na linii pomimo kryzysu zaczął wzrastać ponownie, wskutek czego liczby podane na rysunku, stanowią raczej dolną granicę w stosunku do rzeczywistości.

Jeżeli chodzi o podział na sezony, to według danych Zakopiańskiego Urzędu Klimatycznego frekwencja w poszczególnych miesiącach kształtowała się zgodnie z rys. 2.



Rys. 1.



Rys. 2.

Widać tu wyraźnie dwa okresy: letni i zimowy, o prawie jednakowym natężeniu, przedzielone okresami słabego ruchu, trwającymi po 3 miesiące.

Na linii typu turystycznego, jaką jest linia zakopiańska, podział na miesiące nie jest jeszcze wystarczający; należy znać rozkład dzienny, a przynajmniej — tygodniowy.

Według tej samej statystyki maksymalne dane tygodniowe w charakterystycznych miesiącach poszczególnych okresów wykazują:

w styczniu	— 4,9%	frekwencji rocznej
w marcu	— 1,5%	" "
w lipcu	— 4,7%	" "
we wrześniu	— 1,7%	" "

Statystyka według dni nie jest prowadzona, a nawet gdyby była, to wyniki jej mogłyby być niedokładne, wobec masowych przyjazdów „bez-meldunkowych” na niedzielę. Dlatego też w dalszych obliczeniach przyjęto dosyć dowolnie za jednostkę ilość podróży w ruchu miejscowym w każdą stronę w dniu powszednim; przy tem założeniu ilość podróży w kierunku do Zakopanego wyniesie stosownie do zupełnie przybliżonych obserwacji w dniu przedświątecznym — 2, w dniu świątecznym — 1,5, a z Zakopanego w dniu przedświątecznym — 1, a w dniu świątecznym — 2,5.

W tym przypadku otrzymałoby się w ruchu miejscowym następujące ilości podróży (maksymalny tydzień w styczniu) w procentach frekwencji rocznej:

Kierunek	Kraków-Zakopane		Zakopane-Kraków	
dzień roboczy . .	0,58 %	940 osób	0,58 %	940 osób
„ przedświąt. .	1,16 „	1880 „	0,58 „	940 „
„ świąteczny .	0,87 „	1410 „	1,45 „	2350 „

Jak widać, najgorzej pod względem ruchowym przedstawia się kierunek do Krakowa w dniu świątecznym.

Przechodząc do podziału na godziny, można przyjąć, iż 90% całego ruchu do Krakowa odbywa się w dniu świątecznym w godzinach popołudniowych. Przyjmując, iż ruch ten rozłoży się równomiernie od godz. 15 do 20 (mowa tylko o ruchu miejscowym), otrzymamy w godzinie największego ruchu okrągiło 350 osób na godzinę. Tę ilość trzeba przewieźć pociągami miejscowymi.

Ruch towarowy na odcinku Kraków — Skawina w r. 1930 dochodził do 2,5 milionów brtkm/km, na pozostałych jednak odcinkach był daleko mniejszy. Pomijając ruch tranzytowy, przechodzący tylko przez część badanej linii, mamy do czynienia z ruchem towarowym, nie dochodzącym do 0,4 milionów brtkm/km, wskutek czego ruch ten w dalszej kalkulacji może być pominięty, gdyż odpowiada zaledwie 1—2 parom lekkich pociągów towarowych na dobę.

Trakcja silnikowa.

Zastanówmy się, jak wyglądałby ruch osobowy w razie zastosowania trakcji motorowej, przy której użyciu możnaby uzyskać dostatecznie wielkie prędkości handlowe, niemożliwe do osiągnięcia przy trakcji parowozowej.

Przyjmując jednostkę motorową 80-osobową, co odpowiada pojemności dużego wagonu motorowego bez przyczepki, o której wobec dużych wzniesień nie może być w danym wypadku mowy, otrzymalibyśmy niezbędną ilość 4—5 pociągów motorowych na godzinę w ciągu pięciu godzin popołudniowych zimowego dnia świątecznego. Jest oczywiste, iż taka ilość nie byłaby możliwa do przeprowadzenia po jednotorowej linii ze względu na jej przelotność nawet przy znacznej szybkości handlowej motorówek. Należy zwrócić uwagę, że niektóre odległości międzystacyjne dochodzą na linii zakopiańskiej do 11 km, a średnio wynoszą 6 km.

Jeżeli dodać do tego, że w razie zastosowania trakcji motorowej w dalszym ciągu byłaby nierozwiązana sprawa wagonów tranzytowych oraz słabego, lecz mimo to istniejącego, ruchu towarowego, do czego musiałaby nadal pozostać trakcja parowa, o zupełnie innych szybkościach handlowych, niż motorowa, — to można stwierdzić z całą pewnością, iż wprowadzenie trakcji motorowej nie rozwiąże trudności ruchowych na linii zakopiańskiej, a raczej przesunie je tylko w innym kierunku.

Sprawę rentowności trakcji motorowej w danym wypadku całkowicie pomijamy wobec braku odpowiednio pewnych danych eksploatacyjnych. Do sprawy tej jednak powrócimy w przyszłości, gdyż i ona wydaje się wskazywać na niecelowość motoryzacji.

Trakcja elektryczna.

Daleko korzystniej pod każdym względem przedstawiałoby się zastosowanie całkowitej elektryfikacji linii, gdyż wielka przeciążalność silników trakcyjnych, połączona z możliwością stosowania pociągów, złożonych z kilku jednostek, połączonych ze sobą i sterowanych z jednego miejsca, wskazuje na to, że system ten zapewniłby elastyczność ruchu, nieosiągalną przy żadnym innym systemie trakcji.

Zobaczmy, jakby się to zagadnienie przedstawiało pod względem technicznym, przyjmując, iż stosowany byłby prąd stały o napięciu roboczym 3000 V, przyjęty jako normalny dla całego Państwa. Obliczenia oparte są na założeniu, iż stan torowiska pozostałby zasadniczo taki, jaki jest obecnie, gdyż żadne zmiany, aczkolwiek bardzo pożądane, nie są w żadnej mierze związane z tym albo innym systemem trakcji. Pod względem źródła energii przyjmujemy, iż prądu dostarczałaby jedna z elektrowni Zagłębia Węglowego, przyczem umowa dotyczyłaby — jak zwykle — dostawy energii do zacisków wysokiego napięcia na podstawcach. Sieć zasilająca byłaby zatem własnością elektrowni.

Charakter linii, wymagającej pociągów częstych i szybkich oraz o zmiennej pojemności, wskazuje od razu na to, iż w ruchu lokalnym zasadniczo powinny być stosowane wagony motorowe. Jako jednostkę przyjmujemy wagon motorowy typu normalnego z jednym lekkim wagonem doczepnym. Zasadnicza pojemność jednostki wynosiłaby około $70 + 50 = 120$ miejsc i w godzinach intensywniejszego ruchu mogłaby być podwojona przez połączenie w jeden pociąg dwóch jednostek motorowych.

Nieco trudniej przedstawia się sprawa ruchu dalekobieżnego. Tutaj przewidywać należy składy pociągów, złożone z 4 wagonów pulmanowskich, a więc o wadze do 200 t. Do takiego składu nadawałaby się wobec dużych wzniesień lokomotywa, której stosowania pragnęlibyśmy jednak uniknąć tak ze względu na luki, jak również ze względów czysto eksploatacyjnych.

Dlatego też w podanych dalej rozważaniach przyjęliśmy inne, nieco może śmiało rozwiązanie, którego wykonanie techniczne nie powinno jednak nastroczać specjalnych trudności. Oto przyjęte zostało, iż ruch dalekobieżny obsługiwany będzie tak samo, jak i miejscowy, przez wagony motorowe, odpowiednio powiększonej mocy, nadające się do prowadzenia 2 doczepnych wagonów czteroośiowych. W razie nadejścia składu o większej pojemności, np. 4-wagonowego, zostałyby użyte do jego obsługi dwa wagony motorowe: jeden na czole, drugi na końcu pociągu. Wagony byłyby połączone ze sobą giętkim kablem wielożyłowym, przeprowadzonym wzdłuż wagonów, jak dawne sznury alarmowe, co pozwoliłoby na sterowanie obu wagonów jednocześnie z wagonu czołowego, a co ważniejsze na jazdę w obu kierunkach bez konieczności przepinania

„SIŁA i ŚWIATŁO”

SPÓŁKA AKCYJNA

WARSZAWA, UL. MARSZAŁKOWSKA 94 (dom własny)

TELEFON Nr. 545-75 (CENTRALA)

ADRES TELEGRAFICZNY „ESES”, WARSZAWA

Kapitał akcyjny zł. 5 200 000.—

Budowa i finansowanie Elektrowni Miejskich i Okręgowych, Tramwajów i Kolei Dojazdowych

„Siła i Światło” posiada udziały w następujących przedsiębiorstwach:

SOCIÉTÉ BELGO-POLONAISE DE FORCE ET DE TRACTION ELECTRIQUES

(Sobelpol) Bruksela, 168 rue Royale

Kapitał akcyjny fr.-bel. 120 000 000.—

Elektrownia Okręgowa w Zagłębiu Dąbrowskiem Sp. Akc.

Kapitał akcyjny zł. 12 500 000.

Kapitał zainwest. zł. 24 000 000.

Dyrekcja: Sosnowiec, Sienkiewicza 9.

Elektrownia Okręgowa w Zagłębiu Krakowskiem Sp. Akc.

Kapitał akcyjny zł. 7 500 000.

Kapitał zainwest. zł. 20 000 000.

Dyrekcja: Siersza Wodna, p. Trzebinia.

Elektrownia Okręgu Warszawskiego, Sp. Akc.

Kapitał akcyjny zł. 6 000 000.

Kapitał zainwest. zł. 31 000 000.

Dyrekcja: Warszawa, pl. Napoleona 9.

Elektrownia Bielsko-Biała, Sp. Akc.

Kapitał akcyjny zł. 2 000 000.

Kapitał zainwest. zł. 8 000 000.

Dyrekcja: Bielsko, Batorego 13-a.

„Sieci Elektryczne”, Sp. Akc.

Kapitał akcyjny zł. 1 500 000.

Kapitał zainwest. zł. 8 000 000.

Dyrekcja: Sosnowiec, Sienkiewicza 9.

Elektryczne Koleje Dojazdowe, Sp. Akc.

Kapitał akcyjny zł. 1 500 000.

Kapitał zainwest. zł. 34 000 000.

Dyrekcja: Warszawa, Marszałkowska 94.

Tramwaje Elektryczne w Zagłębiu Dąbrowskiem Sp. Akc.

Kapitał akcyjny zł. 3 200 000.

Kapitał zainwest. zł. 12 000 000.

Dyrekcja: Sosnowiec, Jasna 2.

Śląsko-Dąbrowskie Kolejowe Towarzystwo Eksploatacyjne, Sp. z ogr. odp.

Kapitał udziałowy zł. 1 000 000.

Dyrekcja: Katowice, Pl. Wolności 16.

Kolej Elektryczna Warszawa - Młociny - Modlin, Sp. Akc.

Kapitał akcyjny zł. 300 000.

Kapitał zainwest. 2 500 000.

Dyrekcja: Warszawa, Marszałkowska 94.

Kabel Polski, Sp. Akc.

Kapitał akcyjny zł. 5 000 000.

Dyrekcja: Bydgoszcz, Fordońska 42.

Zakłady Górnicze „Silesia”, Sp. Akc.

Kapitał akcyjny zł. 1 120 000.

Kapitał zainwest. 23 000 000.

Dyrekcja: Dziedzice.

Podkowa Leśna

Sprzedaż działek i urządzenie racjonalnego miasta-ogrodu.

Zarząd: Warszawa, Marszałkowska 94.

Biuro sprzedaży: Elektryczne Koleje Dojazdowe, Warszawa, Marszałkowska 94.

Zakup i Dostawa, Sp. z ogr. odp.

Ubezpieczenia grupowe elektrowni, tramwajów i kolei elektrycznych oraz przemysłu elektrotechnicznego.

Dyrekcja: Warszawa, Marszałkowska 94.

Wszelkiego rodzaju

KABLE

dla prądów silnych na niskie
i wysokie napięcie do

60 kV

oraz kable dla prądów słabych,

polecają:

„KABEL POLSKI SP. AKC.”, BYDGOSZCZ

„FABRYKA KABLI SP. AKC.”, KRAKÓW

**„WARSZAWSKA WYTWÓRNIA KABLI
SP. AKC.”, WARSZAWA - OKĘCIE**

**„POLSKIE FABRYKI KABLI I WAL-
COWNIE MIEDZI SP. AKC.”, OŻARÓW**

wagonu motorowego na stacjach w Płaszowie, Suchej i Chabówce oraz bez manewrów w Zakopanem i Krakowie.

Sprawa ogrzewania byłaby rozwiązana w taki sposób, że w ruchu miejscowym, w którym używany będzie stale ten sam tabor, byłoby stosowane normalne ogrzewanie elektryczne na 3000 V, a dla wagonów dalekobieżnych, które nie mogą być wszystkie zaopatrzone w instalację ogrzewania elektrycznego, byłoby stosowane nadal ogrzewanie parowe, przyczem para byłaby wytwarzana w małych kociołkach wodno-elektrycznych, umieszczonych na wagonach motorowych i przeznaczonych do obsługi powyżej 2 wagonów (sam wagon motorowy byłby ogrzewany elektrycznie).

Oddzielne zagadnienie stanowi sprawa odzyskiwania energii. Trakcja elektryczna pozwala, jak wiadomo, stosować zamiast zwykłego hamowania tarcowego, przy którym żywa siła pociągu zamieniana jest bezużytecznie na energię ciepłą, hamowanie przez oddawanie prądu na sieć. Silniki obracają się wówczas jako prądnice, napędzane przez koła biegnącego pociągu. Energia elektryczna, oddana na sieć, jest pochłaniana przez pociągi, biorące z sieci energię, bądź też — gdyby pociągów takich nie było — oddawana dalej na sieć zasilającą wysokiego napięcia. Aby to było możliwe, podstacje muszą móc zasadniczo pracować w obu kierunkach, t. j. bądź jako zasilające, bądź pobierające prąd z sieci prądu stałego.

Wynika stąd wniosek, iż na sieci, na której stosowane jest odzyskiwanie energii, przynajmniej jedna podstacja powinna posiadać przetwornice zamiast prostowników rtęciowych, które pracują jednokierunkowo. Ponieważ jednak zjawisko oddawania prądu na sieć wysokiego napięcia zachodzi w praktyce bardzo rzadko, niekiedy bywa stosowane urządzenie opornikowe na jednej z podstacji, polegające na tem, że gdy napięcie na sieci prądu stałego wrośnie nadmiernie, na podstacji włączony zostaje odpowiedni opór uziemiający, który pochłania nadmiar energii sieci bez przekazywania go dalej. Urządzenie to działa w praktyce bardzo rzadko, a pozwala na uniknięcie stosowania podstacji z maszynami wirującymi, zawsze mniej ekonomicznych od podstacji prostownikowych.

Hamowanie elektryczne daje również poważne oszczędności na zużyciu klocków hamulcowych i bandaży, które jest normalnie na liniach górskich bardzo poważne. Z drugiej jednak strony wymaga ono stosowania pewnych urządzeń, umożliwiających pracę silników jako prądnic. Gdyby stosowane były silniki bocznikowe lub wchodzące obecnie w użycie w tramwajownictwie silniki szeregowo - bocznikowe, nie mówiąc o silnikach asynchronicznych, używanych we Włoszech w trakcji trójfazowej, odzyskiwanie energii odbywałoby się automatycznie po przekroczeniu określonej dla danego kontaktu prędkości. Przy silnikach szeregowych odzyskiwanie energii nie będzie samoczynne, gdyż silnik szeregowy bez przełączenia biegunów prądu oddawać nie będzie. Prócz tego prądnica szeregową posiada charakterystykę, uniemożliwiającą jej pracę na sieć o wahającym się napięciu, jak to ma miejsce w trakcji. Istnieje więc cały szereg układów, mających na celu umożliwienie silnikom trakcyjnym pracy odwróconej. Zasadą ogólną jest tu regulacja wzbudzenia bądź z obcego źródła, bądź z sieci, wskutek czego silniki pracują jako prądnice bocznikowe lub szeregowo-równoległe.

Dla taboru linii zakopiańskiej przyjmujemy, iż odzyskiwanie energii stosowane będzie na wszystkich elektrowozach, przyczem bierzemy pod uwagę system Westinghouse'a, dający stałą szybkość dla danego kontaktu, niezależnie od profilu. Z równym powodzeniem mógłby być jednak zastosowany każdy inny racjonalny system odzyskiwania energii.

Zważywszy wyżej powiedziane, można przyjąć, iż charakterystyki wagonów motorowych, przeznaczonych do obsługi linii zakopiańskiej, powinny być w najbardziej ogólnych zarysach następujące:

Typ wagonu	dla ruchu miejscowego	dla ruchu dalekiego
Układ osi	2 wózki 2-osio- we	2 wózki 2- lub 3-osio- we
Waga wagonu próżnego	około 56 t	około 66 t
Moc stała silników	około 400 kW	około 500 kW
Moc chwilowa (przy rozruchu	„ 1000 kW	„ 1250 kW
Normalny skład ciągnio- ny	1 wagon docze- pny około 20 t	2 wagony tran- zytowe ok. 90 t
Szybkość maksymalna w ruchu	85 km/godz.	90 km/godz.
Ilość miejsc do siedzenia w wagonie	70 i przedział bagażowy 120	70 i przedział bagażowy zależnie od wa- gonów
Ilość miejsc w pociągu .		

Jak wynika z przybliżonych przebiegów, obliczonych dla linii na zasadzie powyższych danych, czasy jazdy i zużycia energii otrzymamy następujące:

Rodzaj pociągu	Miejscowy	Dalekobieżny
Waga pełnego pociągu średnio	85 t	170 t
Ilość zatrzymań na linii. Czas jazdy:	22	4
przy obecnych ograni- czeniach na łukach i wzniesieniach	3 godz. 02 min.	2 godz. 36 min
przy powiększeniu do- puszczalnych szybkości o 20% przy tych sa- mych max.	ok. 2 g. 45 min. 52,5 km/godz.	ok 2 g. 20 min. 62 km/godz.
Szybkość handlowa . . .		
Powiększenie w stosun- ku do szybkości obe- cnej średnio o	100%	75%
Zużycie energii:		
energia pobrana z sie- ci	ok. 33 Wh/tkm	ok. 29 Wh/tkm
energia odzyskana . . .	ok. 15%	ok. 15%
ogólne zużycie średnie.	ok. 28 Wh/tkm	ok. 25 Wh/tkm

Przejdźmy teraz z kolei do oszacowania ilości niezbędnego taboru wagonów motorowych. Opierając się na obliczonej poprzednio liczbie maks. 350 osób na godzinę w kierunku Krakowa w ciągu 6 godzin popołudniowych dnia świątecznego, możemy przeprowadzić obliczenie następujące.

Kurs pociągu lokalnego trwa 2 godz. 45 min. w jedną stronę, a w obie strony łącznie z niezbędnym postojem — okrągło 6 godz. Po 6 godzinach może zatem wyruszyć ponownie z krańcowej stacji pociąg motorowy, wysłany przed tym czasem na drugi kraniec.

Przy 350 podróżnych na godzinę potrzeba $350 : 120 =$ ok. 3 jednostek na godzinę, a w ciągu 6 godzin $3 \times 6 =$ 18 jednostek. Oczywiście ilość pociągów będzie blisko dwukrotnie mniejsza, gdyż stosowane być mogą składy zwiększone, 2 lub nawet 3 jednostkowe, ale to na ogólną ilość taboru nie wpłynie.

Dodając 2 jednostki zapasowe, co zupełnie wystarcza, gdyż ruch o powyższym natężeniu zdarza się w określonych terminach i tylko kilka razy rocznie, a okresy napraw i rewizji mogą być do tych terminów dostosowane, otrzymujemy ogółem 20 wagonów motorowych z doczepkami, przyłączonymi na stałe.

Jeżeli chodzi o cięższe wagony motorowe dla ruchu tranzytowego, to wyliczenia, oparte na obowiązującym rozkładzie jazdy, wykazują, iż dla obsługi wagonów turnusowych, uwzględniając już w niektórych pociągach trakcję podwójną, wystarczy 5 cięższych wagonów motorowych już razem z rezerwą.

Wagony te wymagać będą remiz dla rewizyj i ewent. noclegów, umieszczonych na krańcach: w Krakowie i w Zakopanem. Prócz tego część składów, obsługująca krakowski ruch podmiejski, będzie mogła nocować w Skawcach lub w Chabówce.

Przechodząc do sprawy sieci roboczej i podstacyj, nie napotkamy już na takie trudności, jak przy projektowaniu taboru. Najbardziej wskazane byłoby zastosowanie sieci napowietrznej łańcuchowej kompensowanej, możliwej do stosowania na liniach o dużej ilości łuków. Sieć tego typu zbudowana jest z reguły pochyło, tak iż druty robocze nie znajdują się w tej samej płaszczyźnie pionowej, co i linka nośna, która zatacza większe łuki, niż druty robocze, biegnące bliżej wewnętrznej strony torów. Wszelkie zmiany temperatury odbijają się mniejszym lub większym wychyleniem drutów z pionu, przy minimalnej tylko zmianie wysokości zawieszenia. Sieć taka jest bardzo tania w utrzymaniu, wygląda estetycznie i pracuje tem lepiej, im więcej łuków ma linia, co właśnie ma miejsce na linii zakopiańskiej.

Słupy — drewniane, rozstawione w odległościach, zależnych od promienia łuku, jednak nie większych, niż 75 metrów. Długość drutów roboczych — podwójny o przekroju $2 \times 100 \text{ mm}^2$, zawieszony na stalowej lub krzemobronzowej linie nośnej o odpowiednim przekroju; przewodności jej nie bierzemy w rachubę i stanowi ona pewnego rodzaju zabezpieczenie dodatkowe.

Obliczenia długości trasy wskazują, iż przewidywać należy ogółem około 175 km linii roboczej jednotorowej, a mianowicie 124 km linii jednotorowej, 20 dwutorowej, 22 mijanki, oraz 4 większe stacje o kilku torach zelektryfikowanych.

Przy dopuszczalnych 25-procentowych chwilowych spadkach napięcia oraz przy zastosowaniu na odcinku Zakopane — Szaflary przewodu wzmacniającego 200 mm^2 , linia będzie mogła być zasilana tylko przez 4 podstacje trakcyjne, rozmieszczone w Szaflarach, pomiędzy Chabówką a Jordaniowem, w Skawcach i w Skawinie. Będą to podstacje prostownikowe typu półsamoczynnego, t. j. uruchamiane i zatrzymywane z najbliższej stacji, a pozatem wykonywujące całą pracę samoczynnie. Jedynie podstacja w Skawcach będzie podstacją centralną i obsługiwana będzie ręcznie, kierując pracą całej sieci. Na tej podstacji będzie mógł być również umieszczony opór uziemiający, włączany w razie nadmiaru energii na sieci roboczej.

Niezbędna moc poszczególnych podstacyj, z uwzględnieniem zespołów przerzutowych, przedstawia się w przybliżeniu w sposób następujący:

Podstacja Szaflary	$3 \times 1000 \text{ kW}$
„ Chabówka	$2 \times 1000 \text{ kW}$
„ Skawce	$3 \times 1000 \text{ kW}$
„ Skawina	$2 \times 1000 \text{ kW}$

Byłoby, być może, wskazane powiększyć w rzeczywistości nieco te moce np. do 1200, a nawet do 1500 kW na jednostkę, ze względu na możliwość szybkiego powiększenia gęstości ruchu na linii; jest to jednak sprawa dokładniejszej kalkulacji i poważniej na cenę podstacyj nie wpłynie.

Wszystkie podstacje byłyby zasilane prądem zmiennym wysokiego napięcia 60 lub nawet 100 kV, przyczem jednak, jak już wspomniano, linie zasilające stanowiłyby własność elektrowni, a gospodarka kolejowa zaczynałaby się dopiero od zacisków wysok. napięcia na podstacjach.

Wszystkie podstacje byłyby rozdzielone zapomocą posterunków dzielnicowych, umieszczonych mniej więcej w połowie drogi między podstacjami. Posterunków takich byłoby dwa: między Chabówką i Szaflarami i między Chabówką a Skawiną. Prócz tego podstacje stanowiłyby same posterunki rozdzielcze, tak iż sieć byłaby podzielona na 8 dzielnic, wyłączanych samoczynnie w razie uszkodzenia. Prócz tego każda dzielnica byłaby podzielona na sekcje po 1200 — 1500 m zapomocą izolatorów powietrznych z odłącznikami. W normalnych warunkach ruchu cała sieć pracowałaby jednak jako całość.

Koszty elektryfikacji.

Przechodząc do sprawy kosztów elektryfikacji, stwierdzić musimy raz jeszcze, iż elektryfikacja nie ma nic wspólnego ze sprawą przebudowy torów, która jest potrzebna zarówno obecnie przy trakcji parowej, jak w przyszłości przy elektrycznej, lub nawet motorowej. Dlatego też koszty przebudowy torów i stacyj w kosztach elektryfikacji nie uwzględniamy.

Ceny jednostkowe, na których oparta jest kalkulacja, pochodzą z zestawienia cen, podanych przez szereg firm na elektryfikację Węzła Kolejowego Warszawskiego. Ceny te dostosowane zostały zgruba do warunków obecnych i do potrzeb linii zakopiańskiej i mogą być uważane jedynie za wielkości wyłącznie orientacyjne.

Koszty elektryfikacji przedstawia się w sposób następujący:

20 wagonów motor. lżejszych po 350 000 zł.	7 000 000 zł.
5 wagonów motor. cięższych po 450 000 zł.	2 250 000 „
175 km sieci roboczej jednotorowej na drewnianych słupach łącznie z 20 km przewodu wzmacniającego średnio po 30 000 zł/km	5 250 000 „
4 podstacje trakcyjne z prostownikami trójfazowymi o łącznej mocy 10 000 kW oraz 2 posterunki dzielnicowe, razem z budynkami	3 000 000 „
20 wyposażań (kabiny sterownicze i t. p.) elektrycznych wagonów doczepnych dwuosiowych po 15 000 zł.	3 000 000 „
Remizy, warsztaty i różne wydatki	1 000 000 „
Razem koszt elektryf. ruchu osobowego	18 800 000 „

Do sumy tej doliczyć należy jeszcze koszt nabycia 2 lokomotyw do ruchu towarowego, tego kosztu nie należy jednak uwzględniać w kalkulacji rentowności ruchu osobowego. Licząc lokomotywę po 600 000 zł.

Ogółem całkowita elektryf. ruchu 20 000 000 zł.

Rentowność elektryfikacji.

Z kolei rzeczy musimy się zastanowić nad pytaniem, czy elektryfikacja kolei zakopiańskiej byłaby przedsięwzięciem rentownym? Wobec braku obliczeń, dotyczących samej linii zakopiańskiej, zadowolić się musimy przeciętnymi danymi dla całej Dyrekcji Krakowskiej, które postaramy się tylko odpowiednio uzupełnić w zależności od charakteru linii.

W obliczeniu rentowności pominiemy wszystkie te koszty, które od systemu trakcji nie zależą, uwzględniając jedynie te pozycje wydatków, na które bezpośrednio wpływa system trakcji. Będą to więc wydatki na służby: konduktorską, trakcyjną, parowozową, wagonową, warsztatową, a dla trakcji elektrycznej jeszcze — sieci i podstacyj. Niezależnie od tego, wskutek udogodnienia komunikacji, wzmoże się z całą pewnością ruch podróży na linii. Wzrost ten może być bardzo znaczny i, jak dowodzi szereg doświadczeń na kolejach obcych, może osiągnąć w ciągu jednego roku 25% lub

nawet więcej. Ponieważ nie chcemy opierać obliczeń na takich dowolnych założeniach, przyjmujemy tylko, iż ruch na kolei powiększy się o ilość podróży, którzy w r. 1930 korzystali z komunikacji autobusowej na liniach, obsługujących te same miejscowości, co i kolej.

Prócz tego w kalkulacji będziemy brać pod uwagę tylko ruch osobowy, uwzględniając jedynie pociągi towarowe w obliczeniach obciążeń i zużycia energii, gdyż cena jej zależy w znacznej mierze od wielkości zapotrzebowania.

1. Trakcja parowa.

a) Służba konдукtorska. Uwzględniając pociągi turnusowe w stosunku do przebiegów, otrzymujemy 75 osób personelu tej służby, a licząc średnio dla DOKP Kraków rocznie ok. 4 500 złotych na osobę (wydatki całkowite, rzeczowe i osobowe), razem $75 \times 4500 = 337\,000$ złotych rocznie.

b) Służba trakcyjna. Prócz innych wydatków wydatki na obsługę stacji wodnych wynosiły 23,98 zł./1 000 parowozokm w r. 1931.

Według rozkładów jazdy, roczny przebieg pociągów na linii zakopiańskiej wynosił ok. 800 000 km, a parowozów — ok. 900 000 km. Koszt służby wodociągów byłby:

$$\frac{900\,000}{1\,000} 23,98 = \text{ok. } 21\,000 \text{ zł.}$$

c) Służba parowozowa. Koszt ogólny dla Dyrekcji Krakowskiej wynosił 1 485,56 zł./1 000 parowozokm, w tem paliwo 977,77 zł.; licząc dla linii zakopiańskiej, jako typowo górskiej, zużycie paliwa o 33% większe, mamy ogółem ok. 1 808 zł./1 000 parowozokm, czyli ogółem:

$$1\,808 \frac{900\,000}{1\,000} = 1\,630\,000 \text{ złotych rocznie.}$$

d) Służba wagonowa. Uwzględniając w kosztach ogólnych tej służby 50% na wagony towarowe, uzyskuje się po przeliczeniu 3,5 zł./1 000 osiokm i 4,63 zł./1 000 osiokm na ogrzewanie i oświetlenie. Uwzględniając średnio 20 osi w pociągu (DOKP Kraków średnio 23,3), otrzymujemy:

$$\frac{800\,000 \times 20}{1\,000} (4,63 + 3,5) = \text{ok. } 130\,000 \text{ zł rocznie.}$$

e) Służba warsztatowa. Uwzględniając wszystkie wydatki tej służby, otrzymujemy dla Dyr. Krakowskiej 650 zł./1 000 parowozokm, oraz 19,5 zł./1 000 osiokm osobowych. Daje to razem:

$$650 \times \frac{900\,000}{1\,000} + 19,5 \times \frac{800\,000 \times 20}{1\,000} = 897\,000 \text{ zł. rocznie.}$$

2. Trakcja elektryczna.

a) Służba konдукtorska. Przybliżone obliczenia wykazują, iż przy trakcji elektrycznej roczny przebieg pociągów będzie daleko większy, niż przy trakcji parowej i może być oszacowany na 1 800 000 pociągokm oraz 2 200 000 jednostkokm, w tem 440 000 rocznie dla wagonów typu cięższego.

Licząc, że szybkość handlowa wyniesie średnio 55 km/godz, oraz przyjmując po jednym konдукtorze na jednostkę motorową, otrzymujemy ogółem przy 1 600 godzinach jazdy na osobę rocznie:

$$\frac{2\,200\,000}{1\,600 \times 55} = 25 \text{ osób,}$$

a uwzględniając personel kontroli — około 30 osób. Przy poborach tych samych, co przy trakcji parowej, daje to rocznie: $30 \times 4500 = 135\,000$ zł.

Różnica z trakcją parową pochodzi z dwukrotnie większej szybkości handlowej i mniejszego składu pociągów.

b) Służba trakcyjna. Obliczone poprzednio wydatki na stacje wodne odpadają w tej alternatywie całkowicie.

c) Służba elektrowozowa. Wydatki osobowe wynoszą przy trakcji parowej ok. 5 000 zł. na osobę rocznie. Licząc, jak dla służby konдукtorskiej, mamy niezbędny personel:

$$\frac{1\,800\,000}{55 \times 1\,600} = 20 \text{ osób,}$$

a uwzględniając rezerwy oraz nierównomierności ruchu — 40 osób, licząc z rezerwą. Daje to rocznie: $40 \times 5000 = 200\,000$ złotych.

Prócz tego do kosztów tej służby dochodzą koszty energii elektrycznej i smarów.

Przyjmując średnią wagę jednostki motorowej 100 t (lokalne 85 t, tranzytowe 170 t), średnie zużycie na zbieraczach — 27 Wh/tkm, oraz średnie straty z uwzględnieniem ogrzewania — 35%, otrzymujemy ogólne zużycie dla podstacji po stronie wysokiego napięcia:

$$\frac{2\,200\,000 \times 100 \times 36,5}{1\,000} = 8\,000\,000 \text{ kWh rocznie.}$$

Dodając do tego ruch towarowy, otrzymamy łącznie około 10 milionów kWh oraz ostrze, które może być oszacowane na 8 000 kW w dniu świątecznym, lub przedświątecznym w zimie.

Licząc według oferty jednej z elektrowni Zagłębia Węglowego oraz uwzględniając koszty oprocentowania i utrzymania sieci zasilającej 60 kV o długości około 140 km, otrzymamy, że cena energii elektrycznej w tych warunkach powinna wynosić ok. 11 gr/kWh loco podstacja. Daje to dla samego ruchu osobowego rocznie:

$$8\,000\,000 \times 0,11 = 880\,000 \text{ złotych.}$$

Przyjmując na smary i czyszczenie wagonów motorowych 1/4 tych kosztów dla parowozów, otrzymujemy rocznie ok. 35 000 złotych.

Razem służba elektrowozowa: $200\,000 + 880\,000 + 35\,000 = 1\,115\,000$ zł.

d) Służba wagonowa. Licząc jak dla trakcji parowej, ale proporcjonalnie do przebiegów, które przy trakcji elektrycznej mogą być oszacowane dla wagonów doczepnych na 7 040 000 osiokm, oraz odliczając koszt ogrzewania i oświetlenia, uwzględniony w cenie prądu, otrzymamy:

$$\frac{7\,040\,000 \times 3,5}{1\,000} = \text{ok. } 25\,000 \text{ złotych rocznie.}$$

e) Służba warsztatowa. Wobec braku dokładniejszych danych, posilujemy się liczbą, przyjętą w kalkulacjach rentowności Kolejowego Węzła Warszawskiego, która nie była dotąd zakwestjonowana — 20 groszy wagono/km, powiększając ją dla uwzględnienia trudniejszych warunków ruchu o 20% do 24 groszy. W ten sposób otrzymujemy:

$$0,24 \times 220\,000 = 528\,000 \text{ złotych, dla wagonów motor.,}$$

$$\text{oraz } 19,5 \times \frac{7\,040\,000}{1\,000} = 137\,000 \text{ zł. dla doczepnych,}$$

czyli razem 665 000 złotych rocznie.

f) Służba podstacji i sieci. Koszty tej służby można oszacować w przybliżeniu, licząc zgodnie z doświadczeniami zagranicznymi po 600 zł. na km torów głównych i po 15 000 zł. na podstację pół-samoczynną rocznie. Daje to w sumie:

$$600 \times 144 + 15\,000 \times 4 = 146\,000 \text{ złotych.}$$

Ogółem koszty służb, zależnych od systemu trakcji, będą się przedstawiać w sposób następujący:

S i u ż b a	Trakcja parowa	Trakcja elektryczna
Konduktorska.	337 000	135 000
Trakcyjna.	21 000	—
Parowozowa (elektrowni). . .	1 630 000	1 115 000
Wagonowa	130 000	25 000
Warsztatowa	897 000	665 000
Podstacyj i sieci	—	146 000
Razem	3 015 000	2 086 000
Roczne oszczędności przy trakcji elektrycznej.		929 000

Równolegle z oszczędnościami eksploatacyjnymi wzrosną po wprowadzeniu trakcji elektrycznej dochody eksploatacyjne, gdyż ilość podróży z całą pewnością zwiększy się poważnie. Uwzględniając dla ostrożności jedynie wzrost przejazdów o ilość podróży w komunikacji autobusowej, otrzymamy wzrost o 16 100 000 osobo/km (1 480 autobusów/km średnio dziennie na odcinkach, wspólnych z koleją). Daje

to przy średniej opłacie 6 gr/km, dodatkowy dochód roczny: $16\,100\,000 \times 0,06 = 970\,000$ złotych, a razem z oszczędnościami eksploatacyjnymi ogółem ok. 1 900 000 złotych rocznie.

Kapitał ten przeznaczony być musi na pokrycie oprocentowania i amortyzacji dodatkowych urządzeń elektryfikacyjnych o wartości 18 800 000 złotych, co stanowiłoby około 10% rocznie. Uwzględnić jednak jeszcze należy fakt, iż niezależnie od wysokości oprocentowania, kolej zyska nowy, zupełnie nowoczesny tabor, który zastąpi tabor parowy, niezdatny praktycznie do użytku na rozpatrywanej linii, którego wartości zresztą wogóle nie uwzględniamy, a prócz tego rozwiązane zostanie radykalnie zagadnienie komunikacji w Zakopanem, co przyniesienie nieocenione korzyści natury ogólnej. Poza tem można z całą pewnością stwierdzić, iż elektryfikacja spowoduje poważny wzrost frekwencji na linii, co przyczyni się do dalszego powiększenia jej rentowności.

ZAKOPANE I GMINY SĄSIEDNIE POD WZGLĘDEM ELEKTRYFIKACJI.

Inż. Izidor Władysław Pilklewicz i Jan Kontrymowicz-Ogliński.

Streszczenie. Początki elektryfikacji w Zakopanem. Budowa sieci miejskiej i rozbudowa elektrowni w Kuźnicach. Budowa miejskiego zakładu elektrycznego wytwórczego. Rozwój miejskiego zakładu elektrycznego (sieci i elektrowni). Współpraca elektrowni ciepłej i wodnej. Projekt kolejki linowej. Inne zakłady elektryczne w rejonie zakopiańskim. Zakład elektryczny w Nowym Targu i uwagi o możliwościach współpracy tegoż z zakładem w Zakopanem oraz uwagi o elektryfikacji sąsiednich gmin.

Uwagi ogólne.

Pierwsza wzmianka historyczna o Zakopanem datuje się z roku 1578 (przywilej osadniczy króla Stefana Batorego). Do połowy w. XIX Zakopane było wioską, pozbawioną nawet drogi dojazdowej do Nowego Targu. W r. 1886 Zakopane otrzymało statut i ustrój uzdrowiska pod zarządem Komisji Klimatycznej i Rady Gminnej. Ważnymi etapami rozwoju Zakopanego były: budowa kolei Kraków—Chabówka w r. 1882, gościńca z Nowego Targu do Zakopanego w r. 1884, kolei Chabówka—Zakopane w r. 1899.

Początki elektryfikacji w Zakopanem.

Kiedy powstała pierwsza drobna elektrownia w Zakopanem, brak dokładnych zapisków; jednak wiadomo, że w końcu ubiegłego stulecia już istniało ich kilka. Były to elektrownie, wybudowane dla oświetlenia poszczególnych niewielkich obiektów.

W początku bież. stulecia rozpoczęto zabiegi o zelektryfikowanie całego obszaru Zakopanego. Pierwsze próby zorganizowania oświetlenia elektrycznego nie doprowadziły do skutku. Ostatecznie utrzymała się koncepcja elektrowni w Kuźnicach, będącej własnością ś. p. hr. Zamoyskiego, która miała dostarczać prądu zapomocą sieci, będącej własnością gminy.

Budowa sieci miejskiej i rozbudowa elektrowni w Kuźnicach.

18 maja 1914 r. pomiędzy gminą a ś. p. Wł. hr. Zamoyskim zawarto umowę, na podstawie której zobowiązał

się on rozbudować zakład elektryczny w swych dobrach Kuźnice tak, by dostarczać do sieci miejskiej nie mniej, niż 170 000 kWh rocznie.

Wybuch wojny światowej spowodował opóźnienie wykonania powyższej umowy. Po raz pierwszy zabłysło światło elektryczne na ulicach Zakopanego dopiero w Boże Narodzenie 1919 r., a roboty przy budowie sieci miejskiej były ukończone dopiero w r. 1920.

Sieć miejska była wybudowana pod kierunkiem „Grupy elektrotechnicznej” Centrali Odbudowy Galicji i za pieniądze, uzyskane z kredytów w wysokości 450 000 koron od wyżej wspomnianej Centrali Odbudowy.

W Kuźnicach narazie była zainstalowana turbina wodna o mocy 300 KM, bezpośrednio połączona z prądnicą trójfazową 5000 V 180 kW. Od Kuźnic wybudowano linię napowietrzną 5000 V, która szła wzdłuż potoku Bystrego na przestrzeni około 4000 m. W mieście były wybudowane stacje transformatorowe 5000/380/220 V i sieć 380/220 V.

Elektrownia w Kuźnicach była pomyślana jako prowizorium na lat kilka. Lecz już w następnym roku nie mogła ona pokryć zapotrzebowania, gdyż z powodu zmniejszenia się ilości wody w miesiącach zimowych turbozespół zamiast 180 kW mógł dawać tylko 60—15 kW.

Celem zaradzenia złemu ówczesny dyrektor dóbr Kuźnickich proponował hr. Zamoyskiemu zakupienie zespołu dyzłowskiego o mocy 265 kW, lecz zamiast tego ustawiono lokomobilę parową o mocy 250 KM, która napędzała prądnicę trójfazową 125 kVA. Obie maszyny, to jest turbina wodna i lokomobila parowa, pracując równocześnie, nie były w możności w czasie sezonu zimowego, a potem nawet i letniego dostarczyć potrzebnej ilości energii elektrycznej. Dochodziło do takich krytycznych momentów, że przez całe tygodnie wszystkie zakopiańskie kawiarnie i restauracje oświetlone były świeczkami, zakazywano oświetlenia wystaw sklepowych, a bardzo często gaszono wszystkie lampy uliczne i pogrążano Zakopane w ciemnościach. W końcu zaś musiano wydać zarządzenie wstrzymania wszelkich nowych przyłączeń, chociaż ruch budowlany w tym czasie był nader ożywiony.

Miejski zakład elektryczny wytwórczy.

W takim stanie rzeczy gmina zdecydowała się wybudować własną elektrownię ciepłą w miejscu, gdzie potok Bystry wpada do potoku Cicha Woda. Odnośna uchwała Rady Gminnej zapadła w roku 1924, pierwszy zespół dyzelski o mocy 265 kW uruchomiono 14 października 1926 roku. Drugi zespół dyzelski o mocy 320 kW uruchomiono w roku 1928, trzeci o mocy 540 kW — w końcu roku 1930.

W dniu 27 czerwca 1932 r. Gmina Miejska uzyskiwała uprawnienie rządowe Nr. 188 na zakład elektryczny.

Obecnie z powodu zużycia pierwszy zespół może dawać tylko do 240 kW, a więc trzy zespoły razem — do 1100 kW.

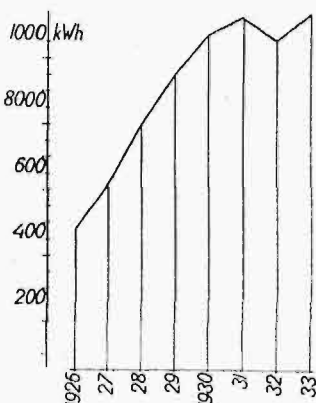
Największe obciążenie elektrowni Gminy dochodziło w roku 1926 do 120 kW, w r. 1927 — 265 kW, 1928 — 420 kW, 1929 — 540 kW, 1930 — 540 kW, 1931 — 540 kW, 1932 — 550 kW i 1933 — 540 kW.

Rozwój miejskiego zakładu elektrycznego.

Na 1 kwietnia 1933 r. zakład elektryczny Gminy miał 20 stacji transformatorowych 5000/380/220V o ogólnej mocy 980 kVA, lamp wysokoświecowych dla oświetlenia ulicznego 73, mniejszych 280, ogólna moc oświetlenia ulicznego

była 47,7 kW. Ogólna długość linii napowietrznych 5000 V wynosiła 6429 m, kabla 5000 V — 4104 m, linii napow. 380/220 V — 33 402 m, kabla 380/220 V — 1964 m, złączy kablowych — 1 156 m, złączy napow. — 14 121 m. Ogólna długość sieci oświetlenia publicznego wynosiła: kablowej — 981 m, napowietrznej — 22 123 m.

Wytwórczość elektrowni miejskiej oraz energię, pobraną od elektrowni wodnej w Kuźnicach w latach 1926—1933, podaje rys. 1.



Rys. 1.

Energję, wytworzoną przez zakład ciepły i pobraną z zakładu wodnego dla sieci miejskiej w poszczególnych miesiącach, podaje tablica I.

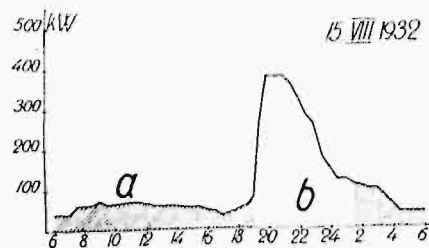
Tablica I.

Miesiąc	R o k			
	1930	1931	1932	1933
Styczeń	116 533	127 520	130 268	143 505
Luty	94 504	104 080	109 049	110 772
Marzec	75 356	89 430	87 948	92 547
Kwiecień . . .	61 174	66 500	69 605	72 307
Maj	61 190	63 080	59 125	59 674
Czerwiec . . .	57 150	59 590	62 577	56 439
Lipiec	58 495	78 171	75 179	72 071
Sierpień . . .	89 000	91 241	79 440	85 361
Wrzesień . . .	80 900	82 600	79 241	83 464
Październik . .	86 000	81 700	78 063	83 478
Listopad . . .	89 420	97 823	82 800	90 698
Grudzień . . .	119 400	125 272	112 953	133 710
Razem	989 122	1 067 007	1 026 248	1 084 026

W roku 1932 zdemontowano na elektrowni w Kuźnicach lokomobilę 250 KM, a zamiast niej zainstalowano drugą turbinę wodną, bezpośrednio połączoną z prądnicą trójfazową 5000 V, tak że obecnie elektrownia w Kuźnicach

ma napęd tylko wodny (przedtem miała wodny i ciepły). Nominalna moc jej wynosi 260 kW, lecz w czasie małej wody może ona dać nie więcej, niż 60—15 kW.

Aby poprawić warunki gospodarcze ruchu elektrowni w Zakopanem, Zarząd Miejski porozumiał się z Zarządem Fundacji Kuźnickiej tak, że w czasie małego obciążenia silniki dyzelskie nie pracują.

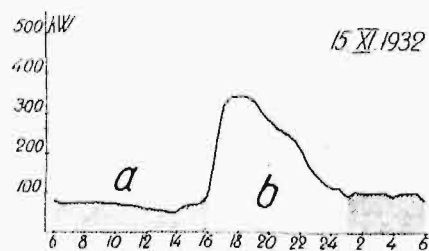


Rys. 2.

Współpracę elektrowni ciepłej i wodnej w Zakopanem można widzieć na rys. 2, 3 i 4. Połączenie tych elektrowni pokazano na rys. 5.

Projekt kolejki linowej.

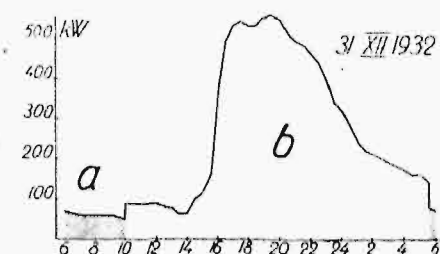
Jako poważnego przyszłego odbiorcę energii elektrycznej w Zakopanem należy wymienić projektowaną kolejkę linową od okolic dworca kolejowego do Gubałówki, gdzie w przyszłości ma powstać dzielnica sanatoryjna.



Rys. 3.

Sprawa ta została poruszona już dawno; można sądzić, że w prędkim czasie doczeka się ona realizacji.

Kolejka ma być mniej więcej takiego typu, jak Rax-bahn pod Wiedniem, Meran-Hofling-bahn, Zugspitzbahn i cały szereg kolejek w Bawarii i we Włoszech.



Rys. 4.

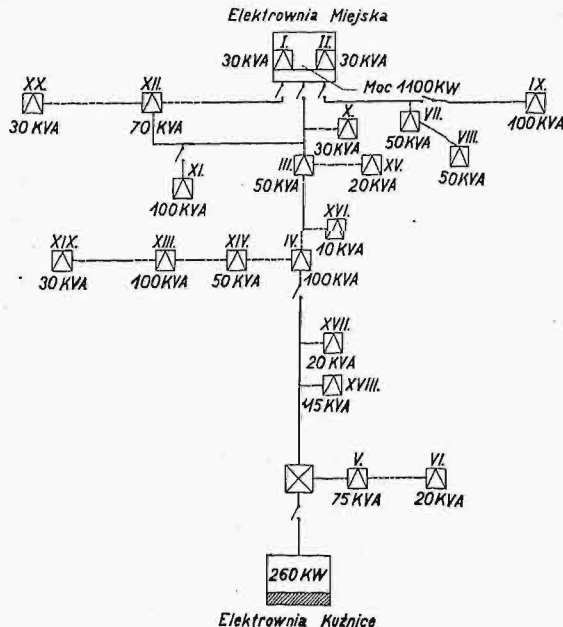
Inne zakłady elektryczne.

Oprócz wyżej opisanych zakładów elektrycznych wodnego i ciepłego, które pracują równolegle na wspólną sieć, na obszarze gminy Zakopane i sąsiednich istnieją jeszcze następujące elektrownie:

1. Sanatorium Wojskowego im. Marszałka J. Piłsudskiego w gminie Kościelisko. Moc —

38 kW, dwie maszyny parowe, prąd stały 110 V. Prawdopodobnie Sanatorium wkrótce będzie pobierało prąd z sieci miejskiej, gdyż prowadzenie małej własnej elektrowni już się nie opłaca.

2. Związku Polskiego Nauczycielstwa Szkół Powszechnych. Moc — 28 kW, jeden silnik spalinowy, prąd trójfazowy 380/220 V. Elektrownia ta istnieje tylko dlatego, że dotychczas pertraktacje o cenę prądu nie doprowadziły do skutku.



Rys. 5.

3. Pawliców, ul. Krupówki. Moc — 12 kW, jedna turbina wodna, prąd stały 220 V. Elektrownia ta może istnieć jeszcze dłuższy czas, dopóki maszyny nie zużyją się albo nie znajdą innego zastosowania.

4. Hotelu „Sport” firmy „S. Karpowicz i Syn”. Jedna turbina wodna o mocy 10 kW, prąd stały 110 V. Dodatkowo pobiera energię z sieci miejskiej.

5. Pensjonatu „Kresy” Ołdakowskiego. Jedna turbina wodna o mocy 3 kW, prąd stały 110 V. Energję elektryczną pobiera również z sieci miejskiej.

6. J. Uznańskiego w Jaszczerówce. Dwie turbiny wodne o mocy 32 kW, prąd stały 220 V. Elektrownia ta powstała przed wojną przy tartaku, sieci miejskiej blisko niema, odbiorcy — przeważnie osoby, związane z

tartakiem, więc elektrownia ta może jeszcze istnieć dłuższy czas.

7. Zakładu el. w Nowym Targu. Elektrownia gminy Nowy Targ znajduje się trochę dalej (około 20 km od elektrowni gminy Zakopane), jednak winna być rozpatrywana łącznie z rejonem zakopiańskim. Elektrownia ta powstała stosunkowo dawno, bo przed rokiem 1898. Energia wytwarza się przeważnie siłą wodną, tylko w wyjątkowych wypadkach uruchamia się maszynę parową.

Chociaż elektrownia powstała więcej niż 30 lat temu, dotychczas nie wszyscy mieszkańcy Nowego Targu mogą z niej korzystać. Tłumaczy się to mylną polityką poprzednich zarządów miejskich, które nie prelimitowały pieniędzy na elektryfikację. Gdyby elektrownia była odpowiednio prowadzona, nie byłoby potrzeby w roku 1925 budować nowego zakładu wytwórczy w Zakopanem; należało zainstalować turbozespoł w Nowym Targu i dostarczać energję elektryczną do Zakopanego i gmin sąsiednich. Przemawia za tem łatwiejszy dowóz opału do Nowego Targu, niż do Zakopanego.

Inż. K. Siwicki, Dyrektor Biura Elektryfikacji w Min. Przemysłu i Handlu, umieścił w zesz. 48-ym z 1933 r. „Polski Gospodarczej” artykuł, w którym między innymi podaje, że na posiedzeniu w dniu 24.XI. 1933 r. Komitet Ekonomiczny Ministrów uchwalił wniosek, zmierzający do reorganizacji elektrowni komunalnych w kierunku usamodzielnienia ich od władz danego związku komunalnego i do nadania osobowości prawnej jednostkom większym. Przykład Nowego Targu i Zakopanego znakomicie ilustruje potrzebę takiej reorganizacji. Z przykładu tego widać również, jak szkodliwa jest dla elektryfikacji Polski gospodarka czynników nefachowych.

W danym wypadku, zamiast powiększenia zakładu elektrycznego wytwórczego w Nowym Targu wybudowano nowy zakład wytwórczy w Zakopanem ze szkodą dla mieszkańców jak w Nowym Targu, tak i w Zakopanem, a zwłaszcza ze szkodą dla mieszkańców gmin sąsiednich. Było to wynikiem zupełnej zależności zarządu elektrowni od władz komunalnych, które nie potrafiły ująć sprawy szerzej i zgodnie z wymaganiami społecznymi.

Jeśli przed rokiem 1926 zakłady elektryczne jak w Zakopanem tak i w Nowym Targu miały większą samodzielność i nie były zmuszone liczyć się wyłącznie tylko z wąsko rozumianymi korzyściami swojej gminy, lecz również gmin sąsiednich i wymaganiami elektryfikacji ogólnej, niewątpliwie wszystkie gminy sąsiednie byłyby już zelektryfikowane; byłoby to oczywiście dla nich bardzo korzystne.