

BIDRAG TILL SVERIGES OFFICIELLA STATISTIK.

L) STATENS JÄRNVÄGSTRAFIK. 49. a.

KUNGL. JÄRNVÄGSSTYRELSENS UNDERDÅNIGA BERÄTTELSE

för år 1910. Bihang I

# UTREDNINGAR

ANGÅENDE

# RIKSGRÄNSBANANS ELEKTRIFIERING

---

## BIHANG I

TILL

KUNGL. JÄRNVÄGSSTYRELSENS BERÄTTELSE OM STATENS JÄRNVÄGSTRAFIK

ÅR 1910

---

STOCKHOLM

K. L. BECKMANS BOKTRYCKERI

1911.

## INLEDNING

### TILL

**Bidrag till Sveriges officiella statistik. L. Statens järnvägstrafik / Statistiska centralbyrån. – Stockholm : P.A. Norstedt & Söner, 1864-1913.**

**Täckningsår: 1862-1910.**

**Styrelsen för statens järnvägstrafik ersätts 1888 av Järnvägsstyrelsen**  
Årsberättelsen 1862 innehåller, s. 1-10: Inledning. Återblick öfver Statens järnvägstrafik för åren 1856-1861.

#### **Efterföljare:**

Statens järnvägar / Kungl. järnvägsstyrelsen. – Stockholm : Beckman, 1913-1953. - (Sveriges officiella statistik).

Täckningsår: 1911-1952.

Allmän järnvägsstatistik / Kungl. järnvägsstyrelsen. – Stockholm : Beckman, 1914-1954. – (Sveriges officiella statistik).

Täckningsår: 1911-1952.

Statistiska meddelanden. Ser. D, Järnvägsstatistiska meddelanden / utgivna av Kungl. järnvägsstyrelsen. – Stockholm : Beckman, 1913-1954.

Årg. 1912-1953.

#### **Översiktspublikation:**

Statens järnvägar : 1856-1906 : historisk-teknisk-ekonomisk beskrifning / i anledning af Statens järnvägars femtioåriga tillvaro utgifven på Kungl. Maj:ts nådiga befallning af Järnvägsstyrelsen ; under redaktion af Gustaf Welin. - Stockholm : Järnvägsstyrelsen, 1906. - 4 vol.

D. 1, Historik. Även elektronisk version på adress: <http://runeberg.org/sj50/1/>

D. 2, Bana och byggnader.

D. 3, Transportmateriel och verkstäder.

D. 4, Förvaltning och personal.

BIDRAG TILL SVERIGES OFFICIELLA STATISTIK.

L) STATENS JÄRNVÄGSTRAFIK. 49. a.

KUNGL. JÄRNVÄGSSTYRELSENS UNDERDÅNIGA BERÄTTELSE

för år 1910. Bihang I

# UTREDNINGAR

ANGÅENDE

# RIKSGRÄNSBANANS ELEKTRIFIERING

---

## BIHANG I

TILL

KUNGL. JÄRNVÄGSSTYRELSENS BERÄTTELSE OM STATENS JÄRNVÄGSTRAFIK

ÅR 1910

---

STOCKHOLM  
K. L. BECKMANS BOKTRYCKERI  
1911.



## Innehållsförteckning

	Sid.
Riksgränsbanans elektrifiering.....	3.
Fig. 1. Dragkraftskurvor för malmtågslok till linjen Kiruna-Riksgränsen.....	4.
Fig. 2. Dragkraftskurvor för snälltågslok till linjen Kiruna-Riksgränsen.....	4.
Tekniska utredningar.....	5.
Val af system.....	5.
Dragkrafts- och motståndskurvor.....	6.
Fig. 3.....	6.
Fig. 4. Malmtågslokomotiv.....	6.
Fig. 5. Snälltågslokomotiv.....	7.
Fig. 6. Tågmotståndskurva använd för bandelen Kiruna-Riksgränsen.....	7.
Fig. 7. Kurvor för lokomotiv till 2050 tons malmtåg.....	8.
Hjälpkurvor.....	7.
Fig. 8. Start å horisontal bana. 2050 tons tåg.....	8.
Tågkurvor.....	8.
Fig. 9. Kiruna malmbangård.....	9.
Tidtabeller och belastningskurvor.....	8.
Fig. 10. Förslag till tidtabell Kiruna-Riksgränsen. 12 malmtåg å 40 vagnar dagligen.....	9.
Ledningsberäkningar.....	9.
Fig. 11. 9,2-10,2.....	10.
Fig. 12. Vattenmängd. Belastning.....	10.
Beräkning angående vattenförbrukning.....	10.
Vattenfallsutredningar.....	11.
Öfversiktsplan öfver linjen Porjus-Riksgränsen.....	11.
Fig. 14.....	12.
Fig. 15.....	13.
Fig. 16.....	14.
Fig. 17.....	14.
Ekonomiska utredningar.....	15.
Sammandrag.....	17.



## Riksgränsbanans elektrifiering.

På grund af Sveriges brist på lämpligt inhemskt lokomotivbränsle men däremot rikliga tillgång på vattenfall och torfmossar har helt naturligt, så snart det blef möjligt att på elektrisk väg öfverföra kraft på långa afstånd, frågan om särskildt vattenfallens användande för elektrisk drift af Sveriges statsbanor blifvit aktuell och gjorts till föremål för utredningar inom Järnvägsstyrelsen. Redan år 1902 påbörjades sådana undersökningar, hvilka visade, att elektrisk drift å de svenska statsbanorna äfven ur ekonomisk synpunkt var möjlig. Sedan 1904 års riksdag anvisat medel till anläggande af en försöksbana mellan Tomtebodas och Värtans samt Stockholm och Järfva, hafva jämsides med utredningarna äfven praktiska försök utförts. Dessa försök hafva tydligt visat, att problemet om elektrisk drift å Sveriges statsbanor i tekniskt afseende måste anses vara i hufvudsak löst. Naturligtvis måste man förutsätta, att en hel del detaljförbättringar alltjämt komma att göras, men att ett enklare, bättre och billigare elektriskt bansystem än det vid försöken använda enfasssystemet inom den närmaste tiden skulle komma att framträda, torde knappast vara tänkbart. En utförlig berättelse öfver dessa försök afgafs till Kungl. Maj:t den 28 april 1908 och är tillgänglig i bokhandeln.

Sedan ofvannämnda försök slutförts, har emellertid, såsom var att förutse, tekniken på ifrågasvarande område utvecklats i hög grad. Järnvägsstyrelsen har därför låtit sakkunniga studera de nyaste framstegen på området i utlandet. Erfarenheterna från dessa studier hafva ytterligare bekräftat, att det ofvannämnda systemet med enfassväxelström är det för bandrift mest ändamålsenliga. Dessamma har också antagits af de flesta större järnvägsförvaltningar, hvilka beslutat sig för införandet af elektrisk drift.

Jämsides med försöken samt efter dessas avslutande hafva inom Järnvägsstyrelsen gjorts utredningar rörande kostnaderna för införandet af elektrisk drift å bandelar i södra och mellersta Sverige samt jämförande beräkningar rörande årliga kostnaderna vid elektrisk drift och ångdrift. Af dessa undersökningar framgår, att det ekonomiska resultatet af införandet af elektrisk drift är i hög grad beroende af trafikintensiteten å vederbörande bandel. Relativt största vinsten skulle naturligen ernås å de starkast trafikerade stambanorna, men å andra sidan har man ej kunnat undgå att lysa vissa betänkligheter mot att till den första större anläggningen välja en sådan bandel, å hvilken person- och fjärrposttrafiken äro af stor betydelse. De driftstörningar, som under den första tiden efter den elektriska driftens igångsättande knappast kunna undvikas, skulle nämligen där i högre grad än å andra bandelar medföra olägenheter. Af bandelarna i södra och mellersta

Sverige skulle med hänsyn härtill egentligen blott bandelen Krylbo—Mjölby eller del däraf med kraft från de för järnvägsdrift inköpta Hammarby- eller Motalaströmsfallen kunna ifrågakomma. Vid denna bandel skulle emellertid elektrisk drift ej kunna införas förrän efter flera år på grund af de omfattande vattenregleringar, som böra utföras, innan de ifrågasvarande vattenfallen lämpligen kunna utbyggas. Järnvägsstyrelsen har därför ansett det vara lämpligt att göra början med den elektriska driften å bandelen Kiruna—Riksgränsen.

Den förnämsta anledningen till att denna bandel först ansågs böra ifrågakomma, var den betydande höjning af banans trafikförmåga som inom de närmaste åren måste äga rum. Redan år 1908 fraktades å denna bandel 1,660,000 ton malm och till följd af de öfverenskomelser, som under åren 1907 och 1908 träffats mellan staten å ena samt Luossavaara—Kiirunavaara aktiebolag, Aktiebolaget Gellivare malmfält och Trafikaktiebolaget Grängesberg—Oxelösund å andra sidan kommer den årliga malmtransporten att högst afsevärdt höjas, så att den år 1913 kan påfordras för 3,200,000 ton och år 1918 för 3,850,000 ton. Denna stora transportökning kan endast möjliggöras genom en höjning af banans trafikförmåga. Skulle ångdrift fortfarande användas, måste ett andra spår, afsedt för de nordgående tågen anläggas mellan Torneträsks och Stordalens stationer, nya vatten- och kolstationer anordnas samt nya lokomotiv anskaffas.

Enligt det före år 1908 gällande kontraktet mellan svenska staten och malmbolagen skulle dessa senare betala Statens järnvägars omkostnader för malmtransporterna samt ränta å för bana och rullande materiel nedlagdt kapital. Efter år 1908 gäller emellertid ett nytt kontrakt, enligt hvilket malmbolagen skola betala Statens järnvägar kr. 2,64 för hvarje från Kiruna till Riksgränsen fraktad ton malm. Före år 1908 hade Statens järnvägar därför ej något större intresse af att nedbringa kostnaden för malmtransporterna, men från och med år 1908 äro förhållandena ändrade, enär all minskning i transportkostnaden tillfaller Statens järnvägar.

De utredningar, som utförts inom Järnvägsstyrelsen angående lämpligaste sättet för ordnandet af de stegrade transporterna å Riksgränsbanan, hafva visat, att på grund af den stora och jämna trafiken skulle elektrisk drift där blifva alldeles särskildt lämplig och medföra en högst betydlig minskning af transportkostnaden. Därjämte skulle med all sannolikhet det vid ångdrift erforderliga nya spåret med förbättrad tracé ej behövas. Banans trafikförmåga skulle i stället höjas genom en ökning af tågens vikt och hastighet.

För närvarande framföres å ifrågavarande bandel malm-tåg, bestående af högst 28 malmvagnar jämte en tvåaxlig konduktörsvagn, och man har funnit, att det vid ångdrift ej gärna låter sig göra att öka antalet malmvagnar i tågen, enär fara då uppstår att kopplerna skola sönderryckas. Denna sönderryckning beror dels på att kopplerna redan genom lokomotivens normala dragkraft hafva stora påkänningar och dels på ett svängningsfenomen, som vid långsam gång uppstår därigenom att under ett hjulvarf dragkraften varierar betydligt för olika kolfställningar. Vid elektrisk drift kunna inga motsvarande svängningsfenomen uppkomma, och det har därför ansetts tillåtligt att öka tågens storlek till 40 malmvagnar jämte en tvåaxlig konduktörsvagn, hvilket är den största tågstorlek, som mötes-

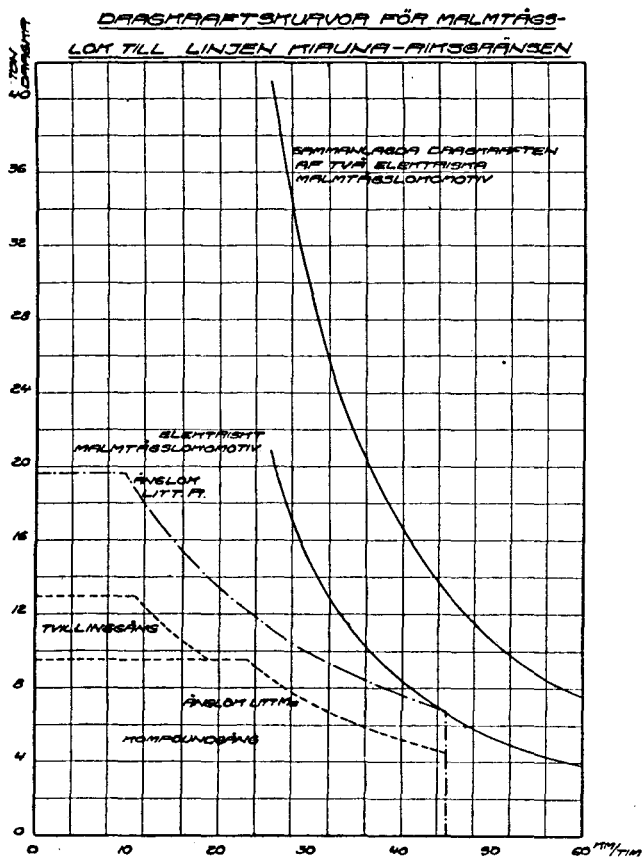


Fig. 1.

spårens längd å stationerna medgifver. Emellertid har man utgått från att ett lastadt malmtåg skulle framföras medelst två elektriska lokomotiv, af hvilka ett är dragande och ett påskjutande, emedan dragkopplerna å malmvagnarne ej äro tillräckligt starka för att medgifva, att ett tåg af nämnda storlek, för hvilket vikten utan lokomotiv uppgår till 1,855 ton, skulle framföras af endast ett dragande lokomotiv. Ett utbyte af alla malmvagnskoppel mot starkare är ej möjligt, emedan, fränsett kostnaderna, koplernas tyngd skulle ökas därhän att de blefve ohandterliga. De återgående tomvagnstågen, för hvilka vikten utan lokomotiv uppgår till endast 455 ton, skulle framföras af endast ett dragande lokomotiv, som då också skulle hafva att återföra det andra lokomotivet, gående i tomgång.

Vid ångdrift har det vid ifrågavarande bandel befun-

nits mindre lämpligt att använda påskjutning, dels på grund af röken i tunnlar och snögallerier å sträckan Abisko—Riksgränsen, af hvilken särskildt personalen å påskjutningslokomotivet varit mycket besvärad, och dels, emedan det visat sig vara svårt för förarne å de båda lokomotiven att uppfatta hvarandras signaler för tågets manövrering. Vid elektrisk drift åter kan man lätt göra sådan anordning mellan lokomotiven i tågets båda ändar, att, när föraren å det ena lokomotivet bromsar, strömmen automatiskt frånslås å det andra lokomotivet, hvarigenom de största olägenheterna af påskjutningen försvinna.

Hvad vidare hastigheten beträffar, begränsas denna vid

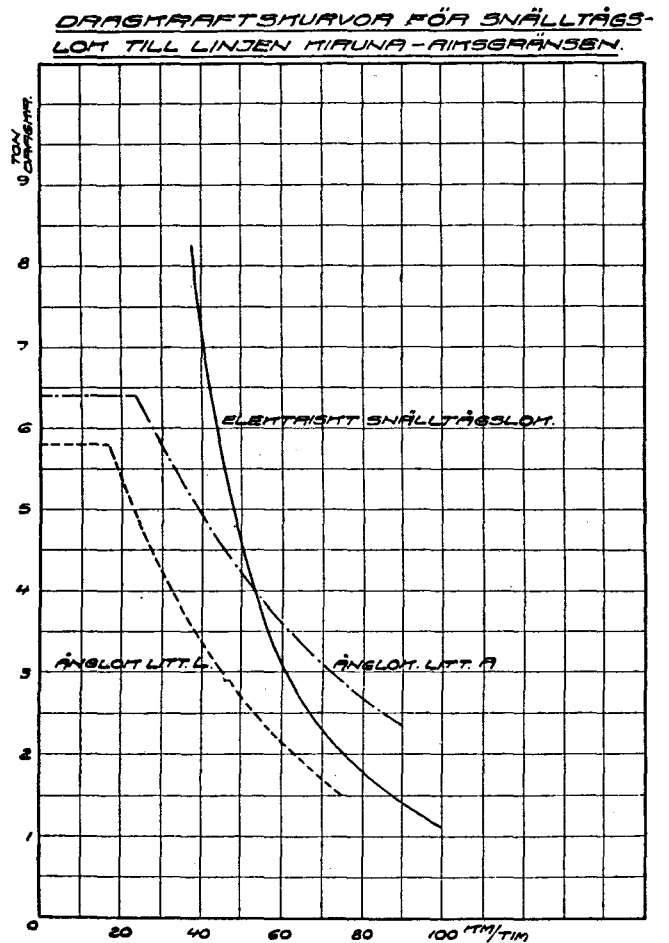


Fig. 2.

ånglokomotiv genom det hvarfantal å drifhjulen, vid hvilket de fram- och återgående maskindelarnes rörelse börjar verka skadligt för lokomotiv eller spår. Dessa maskindelar kunna nämligen endast ofullständigt utbalanseras, hvilket medför en orolig gång hos lokomotivet, då detta uppnår en viss hastighet. Vid elektrisk drift förekomma å lokomotiven inga obalanserade delar och hastigheten kan därför ökas så långt som af andra hänsyn är tillrådligt. Under det att den högsta tillåtna hastigheten för malmtågen nu utgör 40 km pr timme, skulle den vid elektrisk drift kunna få ökas till 50 km pr timme. Vidare har beräknats, att tvenne elektriska lokomotiv skola kunna framföra ett lastadt malmtåg om 40 vagnar i största förekommande stigning, 10 ‰, med en hastighet af 30 km pr timme. För de nuvarande ångtågen



utgör största möjliga hastigheten i samma stigning endast omkring 12 km pr timme.

De verkställda utredningarna ha vidare visat, att medelhastigheten för malmtågen skulle blifva omkring 38 km pr timme eller 76 % af maximihastigheten, under det att medelhastigheten för de med ånglokomotiv nu framförda malmtågen endast utgör 25 km pr timme eller 63 % af maximihastigheten. Under det att maximihastigheten vid elektrisk drift ökats med 25 %, har sålunda medelhastigheten ökats med ej mindre än 52 %, beroende på olikheten i ånglokomotivens och de elektriska lokomotivens hastighetskurvor (se bilderna 1 och 2).

Af ofvanstående framgår tydligt, att man genom införandet af elektrisk drift å Riksgränsbanan skulle vinna stora fördelar gent emot det fall att ångdrift bibehöllas. Till följd af att tågens såväl storlek som hastighet ökas, förekomma betydligt färre tågmöten vid elektrisk drift än vid ångdrift, hvilket gifvetvis i hög grad underlättar trafikens regelbundna upprätthållande. Det återstod då att undersöka lämpligheten i ekonomiskt afseende. För detta ändamål hafva mycket noggranna utredningar rörande alla anläggningens delar, särskildt kraftåtgången verkställt, för hvilka utredningar här nedan skall närmare redogöras.

## Tekniska utredningar.

### Val af system.

Den första frågan, som måste afgöras, var hvilket system, som skulle användas. Hvad själfva strömarten beträffar, så kunde med hänsyn till ledningarna knappast någon annan än enfas växelström ifrågakomma, detta i all synnerhet, som erfarenheten enligt hvad ofvan omnämnts redan visat detta systems öfverlägsenhet för här ifrågavarande ändamål.

Att träffa ett afgörande i periodtalsfrågan var dock svårare. Vid en vanlig kraftanläggning, hufvudsakligen afsedd för induktionsmotorer, står valet oftast mellan 25 och 50 perioder. Båda periodtalen ha sina fördelar såväl som olägenheter, och det torde vara svårt att generellt afgöra, hvilket som är det lämpligaste, då därvid många olika synpunkter spela in. Vid en järnvägsanläggning åter utgöres det stora flertalet motorer af kommutatormotorer, och för dessa är ett lågt periodtal afgjort att föredraga. Numera användas vid utländska bananläggningar vanligen 15 perioder på grund af de stora fördelar, som därmed ernås. I Amerikas Förenta Stater har nämnda periodtal redan ganska länge användts; preussiska statsbanorna hafva vid linjen Dessau—Bitterfeld öfvergått till  $16\frac{2}{3}$  perioder efter att hafva utfört Blankenese—Olsdorfanläggningen för 25 perioder; badiska statsbanorna hafva en 15-periodersanläggning, Wiesenthalbahn, under utförande och bayerska samt schweiziska statsbanorna hafva beslutat sig för samma periodtal.

Fördelarna med användandet af 15 perioder i stället för 25 vid järnvägsdrift äro högst betydande. Spänningsfallet i ledningarna, hvilka vid en bananläggning ofta erhålla mycket stor längd, minskas afsevärdt, hvilket är af

stor vikt, då därigenom kostnaden för ledningsmaterialet kan nedbringas. Kommuteringsförhållandena för motorerna vid igångsättning blifva bättre, hvilket särskildt är af betydelse, då accelerationen måste väljas liten, såsom i allmänhet fallet är vid statsbanetrafik, om man undantager lokaltrafiken. Luftgapen å motorerna kunna göras större, utan att effektfaktorn försämrans, och då högre magnetisk täthet i järnet kan väljas vid det lägre periodtalet, kunna motorerna konstrueras lättare.

För användandet af 25 perioder talar egentligen endast en omständighet. Då en kraftstation sällan är afsedd för endast järnvägsdrift, utan oftast äfven skall lämna kraft till industriella företag i närheten, vore det tydligen önskvärdt att om möjligt ej behöfva olika maskineri och ledningar för järnväg och industri. Man har därför på flera ställen, t. ex. vid New-York, New-Haven and Hartford Railroad, försökt att installera 3-fasmaskineri för 25 perioder i kraftstationen samt att uttaga den för järnvägen erforderliga enfasströmmen mellan två af faserna. För att kunna leverera 3-fasström till de öfriga konsumenterna upplades en extra tråd för den tredje fasen längs banan. Emellertid har denna anordning visat sig vara synnerligen olämplig, dels till följd af den snedbelastning af systemet, som uppstår, och dels till följd af de kortslutningar och urkopplingar af automaterna, som ofta förekomma. Det blef därför snart nödvändigt att anordna både skilda maskinerier och skilda ledningar för banströmmen och industriströmmen. Hela fördelen af att använda 25 perioder för bananläggningen inskränktes härigenom till att reserven i kraftstationen blef gemensam, hvilken fördel dock anses alldeles för dyrköpt, då den långt ifrån uppväger de nackdelar, som följa af att ej ett lägre periodtal valts.

En annan fördel af att använda 25 perioder skulle vara den, att ström för belysningen möjligen kunde uttagas från banledningarna. Emellertid är denna anordning ej lämplig, ty lampornas ljusstyrka blir därvid mycket varierande på grund af de betydliga spänningsvariationerna i ledningarna, hvilka måste tillåtas för att ledningskostnaden ej skall blifva alltför betungande. Denna olägenhet är mycket större än den, som vanligen anföres mot växelströmsbelysning vid lågt periodtal, nämligen de blinkningar, som härröra från periodtalet. För att erhålla ett i möjligaste mån jämnt ljus är det därför lämpligt att använda omformning antingen till enfasström af högre periodtal eller till likström, i senare fallet eventuellt i förening med ackumulatorbatteri. Härigenom kan man komma ifrån så godt som alla variationer i ljusstyrkan, vare sig de bero på spänningsfallet eller på periodtalet.

Af det ofvanstående framgår alltså, att de fördelar, som skulle erhållas genom användandet af 25 perioder i själfva verket äro obetydliga, under det att fördelarna af 15 perioder vid en bananläggning äro så påtagliga, att valet af det senare periodtalet måste anses fullt berättigadt.

Hvad vidare spänningen för ledningar, som skulle uppspännas öfver spåren för tillledning af strömmen till lokomotiven — kontaktledningarna — beträffar, så hafva ekonomiska utredningar visat, att denna bör göras så hög som möjligt.

Då man först började använda enfassström för bandrift, ansågs en spänning af 6 à 7,000 volt som den lämpligaste för detta ändamål. Då den första större enfassanläggningen skulle utföras, visade det sig emellertid, att man för att få ett nöjaktigt ekonomiskt resultat måste gå upp med spänningen till 11,000 volt. I Tyskland har man länge ansett 10,000 volt som den lämpligaste spänningen och ej velat gå högre förr än på sista tiden, då det beslutats att öka kontaktledningsspänningen till 15,000 volt för blifvande elektrifieringar. I Schweiz har man för Spiez—Frutigenbanan också använt denna spänning och där ej haft någon olägenhet däraf. 20,000 volts kontaktledningsspänning har också föreslagits och äfven pröfvats bland annat vid Statens järnvägars försök med elektrisk drift, men har det ej ansetts tillrädligt att antaga denna kontaktledningsspänning. På grund häraf har kontaktledningsspänningen för Riksgränsbanan valts till 15,000 volt.

Denna spänning är emellertid alldeles för låg för att annat än i undantagsfall göra det ekonomiskt möjligt att

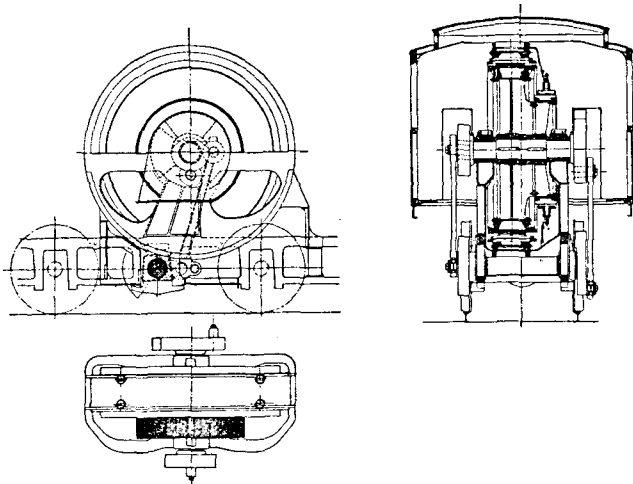


Fig. 3.

mata en större bandel direkt från kraftverket. Från kraftverket måste därför vanligen den elektriska energin afgifvas med en högre spänning — 60,000 à 80,000 volt — och sedan öfverföras till den bandel, som skall elektriskt drivas, å särskilda för dessa spänningar anordnade ledningar — öfverföringsledningarne — till transformatorstationer utmed banan, där spänningen nedtransformeras till den för bandriften erforderliga 15,000 volt.

#### Dragkrafts- och motståndskurvor.

För att, såsom redan nämnts, tvänne malmtågslokomotiv skola kunna framföra ett malmtåg om 1,855 tons vikt af vagnar med last i 10 ‰ stigning med en hastighet af 30 km. pr timme, måste hvarje lokomotiv utveckla en dragkraft af omkring 15 ton, och dess motorer en effekt af c:a 1,600 hkr. Ett sådant lokomotiv erhåller enligt beräkning en vikt af mer än 90 ton, och då högsta tillåtna axeltrycket å banan utgör 17,5 ton, måste det ut-

föras 6-axligt. För att det skall kunna utveckla en dragkraft af 15 ton, måste alla axlarne utföras såsom drifaxlar. Om lokomotiven utfördes enligt den för elektriska lokomotiv hittills brukliga anordningen, skulle hvarje lokomotiv erhålla 6 motorer å omkring 270 hkr vardera, hvarjämte det på grund af tågens ringa hastighet blefve nödvändigt att utföra dessa motorer med kugghjulsväxling.

Emellertid har erfarenheten redan visat, att den låga tyngdpunkt, som elektriska lokomotiv hittills i allmänhet erhållit, gör att deras åverkan på spåret, särskildt då motorstyrkan uppgår till större belopp, blir särdeles ogynnsam samt vidare att gången ej blir så jämn som hos moderna ånglokomotiv med hög tyngdpunkt. Man har därför kommit till den slutsatsen att större elektriska lokomotiv också böra liksom ånglokomotiven konstrueras med högt liggande tyngdpunkt. Af denna anledning har man numera såväl i Tyskland som i Förenta Staterna börjat utföra elektriska lokomotiv med en motor placerad i ett särskildt ofvanför ramverket anordnad maskinrum (se bild 3). Från denna motor öfverföres kraften

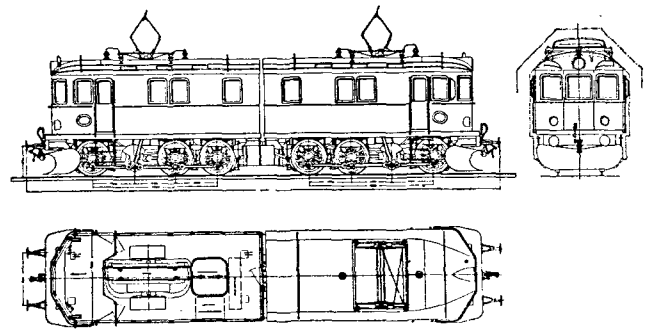


Fig. 4.

medelst koppelstänger till en i lokomotivramverket i jämnhöjd med hjulaxlarne fast lagrad blindaxel och från denna medelst andra koppelstänger till drifhjulen. Genom denna anordning kan man blifva i tillfälle att använda en motor med stor diameter och därför äfven vid långsamt gående lokomotiv undvika kugghjulsväxling.

På det nu beskrifna sättet är det tänkt, att Riksgränsbanans lokomotiv skola utföras. Då det emellertid skulle medföra svårigheter att öfverföra kraften från en motor till alla sex drifhjulaxlarne, äro malmtågslokomotiven (se bild 4) afsedda att utföras såsom dubbellokomotiv, d. v. s. skola bestå af tvänne identiskt lika lokomotiv, som kortkopplas, så att de verka såsom ett. Hvarje halfva skulle då utföras med 3 kopplade axlar, drifna medelst en motor å c:a 800 hkr, samt vara försedd med transformator, regleringsanordning, strömaftagare m. m. Genom denna anordning kan vid inträffad skada å en lokomotiv-halfva, denna utbytas mot en annan halfva, hvilken kan tjänstgöra som reserv för ett flertal lokomotiv.

I detta fall har således praktiskt taget 3 af de ofvan nämnda 270-hkr motorerna sammanslagits till en, hvarigenom man erhållit en motor med samma längd i axiell led som de ursprungligen tänkta men med 3 gånger så stor diameter för den roterande delen. Med bibehållande

af samma periferihastighet för denna, har man således erhållit en motor, hvars hvarfantal endast utgör en tredjedel af hvarfantalet vid den vanliga anordningen, hvarför man kan undvara kugghjulsväxling, hvilket är en stor fördel. Genom en sådan anordning vinner man dessutom den fördelen, att drifmotorerna blifva mindre utsatta för damm och snö från banan samt lättare åtkomliga för tillsyn och skötsel, hvarjämte de blifva lättare att ventileras mot för stark uppvärmning.

För person- och snälltågslokomotiven erfordras endast en motor af samma typ som malmtågslokomotivens. Snälltågen beräknas hafva en vikt af 200 ton utan lokomotiv samt skola framföras i 10 ‰ stigning med en hastighet af 50 km. pr timme. Maximihastigheten skall utgöra 100 km. pr timme. Lokomotiven beräknas väga 70 ton och äro för erhållande af mjuk gång äfven vid stora hastigheter försedda med en boggi i hvarje ände (se bild 5).

För att resultatet af beräkningarna med afseende på kraftåtgången ej skulle blifva för gynnsamt, har till grund för beräkningarna ej lagts kurvorna för nyssbeskrifna 800 hkrs motor, utan dessa hafva genomförts under antagande

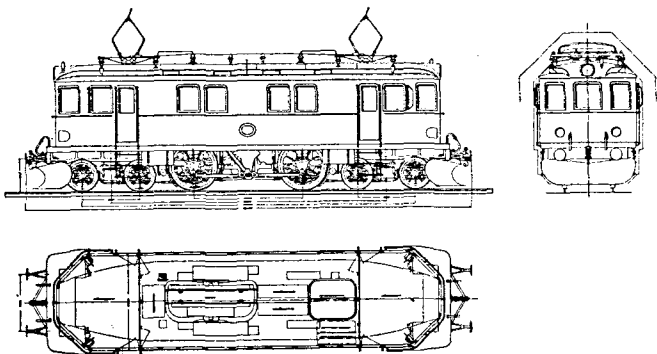


Fig. 5.

af motorkurvor, som erhållits genom proportionering från kurvorna för en af de motorer, som användts vid försöksanläggningen vid Tomtebodas. Denna motor är af en äldre konstruktion och har dels på grund häraf och dels på grund af att den är mindre, några procents lägre verkningsgrad än den som föreslagits för Riksgränsbanan.

Totalvikten af de olika tågslagen hafva vid beräkningarna antagits till 2,050 ton för malmtågen, 650 ton för tomvagnstågen och 285 ton för snäll- och persontågen. För att erhålla det värde på dragkraften, som erfordras för att gifva tågen de förut nämnda hastigheterna i 10 ‰ stigning, har antagits den tågmotståndskurva som visas af bild 6. Mot denna kan visserligen anmärkas, att den anger relativt höga värden å tågmotståndet, men detta beror därpå, att betydande säkerhetstillägg gjorts dels för täckande af kurvomotståndet, då en stor del af ifrågavarande bandel framgår i kurvor samt dels och hufvudsakligen på grund af de ogynnsamma klimatiska förhållandena, med hvilka man måste räkna. Emellertid har det redan visat sig under de år banan trafikerats med ångdrift, att förhållandena ej äro fullt så svåra, som man af det nordliga läget kunde förmoda, hvarför den antagna motståndskurvan tydligen är på säkra sidan.

För de olika tågslagen hafva uppritats en serie motståndskurvor, en för hvarje olika stigning, som förekommer å bandelen. Å bild 7 synas motståndskurvorna för ett 2,050 tons malmtåg. Som af bilden framgår, utgör motståndet i 10 ‰ stigning vid en hastighet af 30 km. pr timme 29,3 ton, hvilket således äfven är den dragkraft lokomotivens motorer då skola tillsammans utveckla. Af detta villkor bestämmas motorstyrkan hos lokomotiven, hvarefter dragkraften vid olika hastigheter beräknas ur de antagna motorkurvorna. På detta sätt hafva de å samma bild uppritade dragkraftskurvorna för hvar 20:de volt mellan 120 och 350 volt uppritats. Ur samma motorkurvor erhållas äfven de motsvarande värdena på energiförbrukning (kilowatt och kilovoltampère) vid lokomotivets strömaftagare.

För tomvagnstågen blifva värdena på dragkraft och motoreffekt hälften af motsvarande värden för malmtågen, emedan de framföras af blott ett malmtågslokomotiv. Tåg-

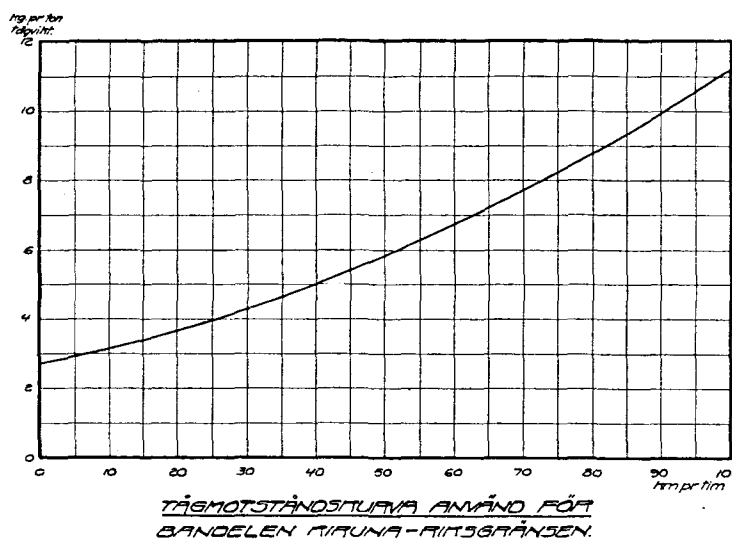


Fig. 6.

motståndet för tomvagnståget blifver däremot endast  $\frac{650}{2,050}$  af malmtågets motstånd.

För snälltågen beräknas kurvorna på alldeles samma sätt som för malmtågen.

### Hjälpkurvor.

De kurvor, som på nyss beskrifna sätt erhållits för de olika tågslagen, ligga till grund för alla de följande beräkningarna. Lätt inses, att den del af ordinatorna, som ligger mellan dragkrafts- och motståndskurvorna är ett mått på accelerations- resp. retardationskraften vid motsvarande hastighet. Man kan således beräkna de kurvor för hastighetens förändring med tiden i de olika stigningarna, hvarpå bild 8 är ett exempel. Dyliga kurvor hafva för de olika tågslagen uppritats för horisontal bana samt för 10, 7,5, 5 och 2,5 ‰ lutning och stigning, såväl accelerations- som retardationskurvor dels med och dels

utan ström å motorerna. Slutligen äro äfven bromskurvor uppritade, hvarvid antagits en retardation af 0,5 m/sek<sup>2</sup> för snäll- och persontåg samt 0,25 m/sek<sup>2</sup> för malm- och tomvagnståg.

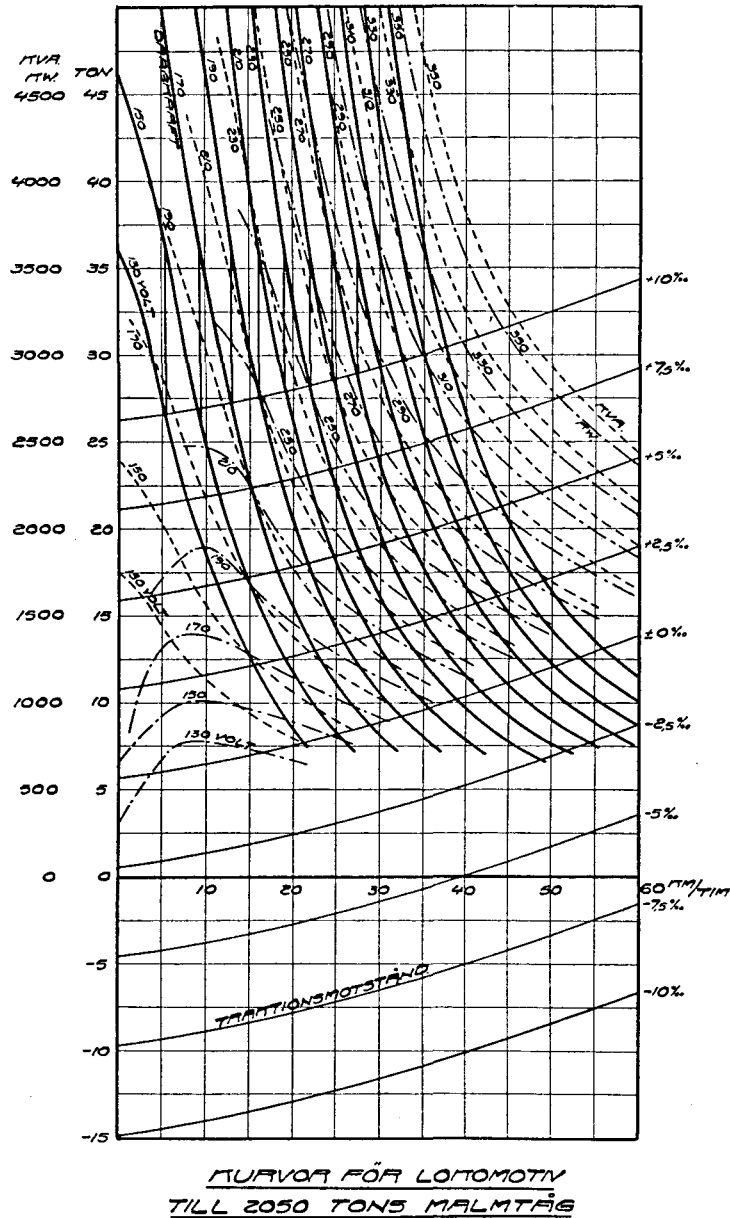


Fig. 7.

### Tågkurvor.

Med tillhjälp af de nyss beskrifna hjälpkurvorna hafva tågkurvor uppritats (bild 9). Dessa kurvor angifva huru tågens hastighet och energiförbrukning (kilowatt) ändras med tiden för tågets gång och erhålles genom kopiering af de banan motsvarande delarne af hjälpkurvorna. Om tåget i ett visst ögonblick har en hastighet af t. ex. 35 km. pr tim. och inkommer på en 1,000 m. lång horisontal bansträcka, uppsöker man å hjälpkurvan för horisontal bana (se bild 8) hastigheten 35 km. pr tim. som ligger vid 1 min. 31 sek. Motsvarande värde å vägen

är 480 m. Härtill lägges den väglängd af 1,000 m., som tåget skall genomlöpa, hvarefter man vid 1,480 m. afläser tiden 3 min. 0 sek. och hastigheten 44,1 km. pr tim. Tåget har således för att tillryggalägga denna sträcka behöft en tid af 3 min. 0 sek. — 1 min. 31 sek. = 1 min. 29 sek. och dess hastighet har därvid ökat från 35 till 44,1 km. pr tim. Den del af hastighetskurvan, som ligger mellan 1 min. 31 sek. och 3 min. 0 sek. jämte motsvarande del af kilowattkurvan afkopieras på det kurvblad, där tågkurvan ritas, hvarefter man fortsätter på samma sätt, tills tåget skall stanna, då medelst bromskurvan bestämmes tiden och vägen för nedbromsningen från den hastighet tåget vid bromsningens början innehar.

### Tidtabeller och belastningskurvor.

Sedan tågkurvor för de olika tågslagen uppritats för alla stationshåll i båda riktningarne och på detta sätt

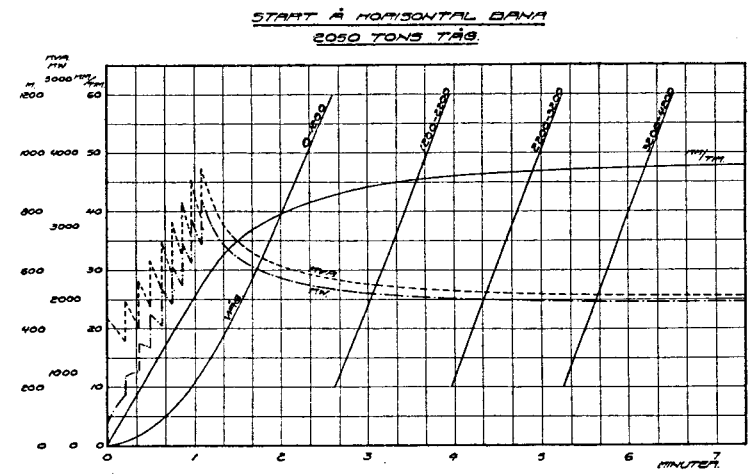


Fig. 8.

motsvarande gångtider erhållits, hafva grafiska tidtabeller uppgjorts. Tre olika förslag hafva därvid uppställts, uppdragande resp. 8, 10 och 12 malmtåg samt lika många tomvagnståg pr dag, hvarjämte i alla tre fallen 1 snälltåg och 1 persontåg i hvardera riktningen inlagts. Utseendet af 12-tågstitabellen synes af bild 10.

För att erhålla den sammanlagda belastningen för hela banan hafva de särskilda tågens energiförbrukning (kilowatt) uppsatts i tabellform och summerats för hvarje half minut under dygnet. En del af en sådan tabell visar bild 11. Tågens energiförbrukning har tagits ur tågkurvorna för resp. stationshåll och uppskrifvits å den tid, som erhålles ur tidtabellen. Då de ofvannämnda tågkurvorna blott angifva motorernas effektförbrukning, har till de värden som därur erhållits, lagts ett konstant belopp för transformatorförluster, luftpumpar m. m. Sedan tabellerna färdigsummerats, hafva medelvärdena för hvarje timme samt för hela drifttiden pr dygn uträknats.

De genom summering af nyssnämnda tabeller erhållna värdena på tågens sammanlagda energiförbrukning vid strömaftagarne ha uppritats i kurvform (se den findragna linjen å bild 12). Likaså har å ett kurvblad uppritats en sammanställning af maximi- och medelvärdena för hvarje timme samt medelvärdet för driftdygnet.

## Ledningsberäkningar.

För att erhålla belastningen i kraftstationen måste till tågens effektförbrukning läggas förlusterna i ledningar och transformatorer. Nästa steg i beräkningarna är således att dimensionera dessa. Först måste då bestämmas,

hjälp af belastningstabellerna, hvarvid tågens effektförbrukning uppdelades på de angränsande transformatorstationerna omvänt som tågens afstand från desamma. På detta sätt erhöles tiden, vid hvilken maximibelastningen inträffade vid de olika transformatorstationerna samt denna belastnings storlek. Endast en transformator typ

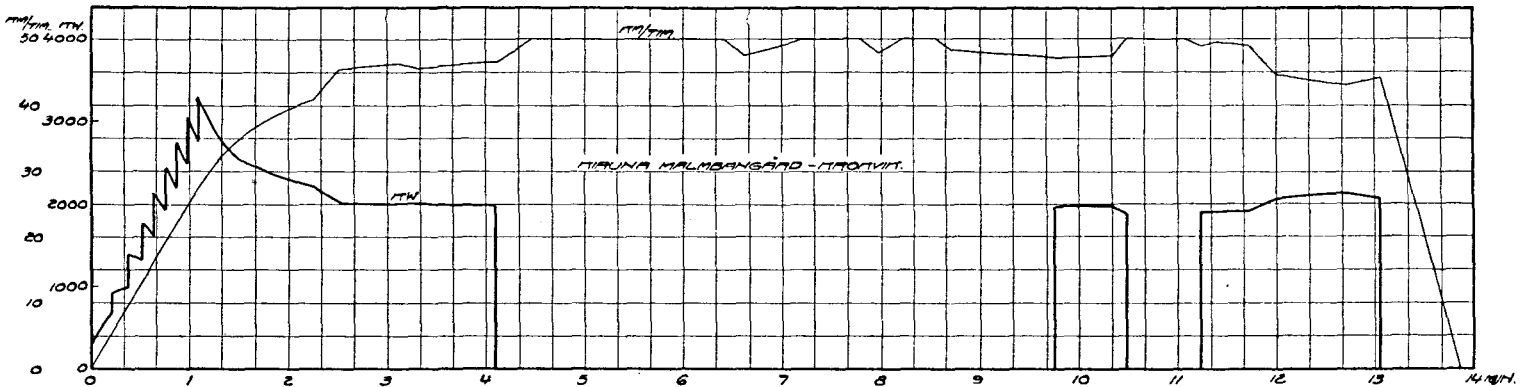


Fig. 9.

### FÖRSLAG TILL TIDTABELL FÖR LINJEN KIRUNA - RITSGRÄNSEN 12 MALMTÅG Å 40 VAGNAR DAGLIGEN.

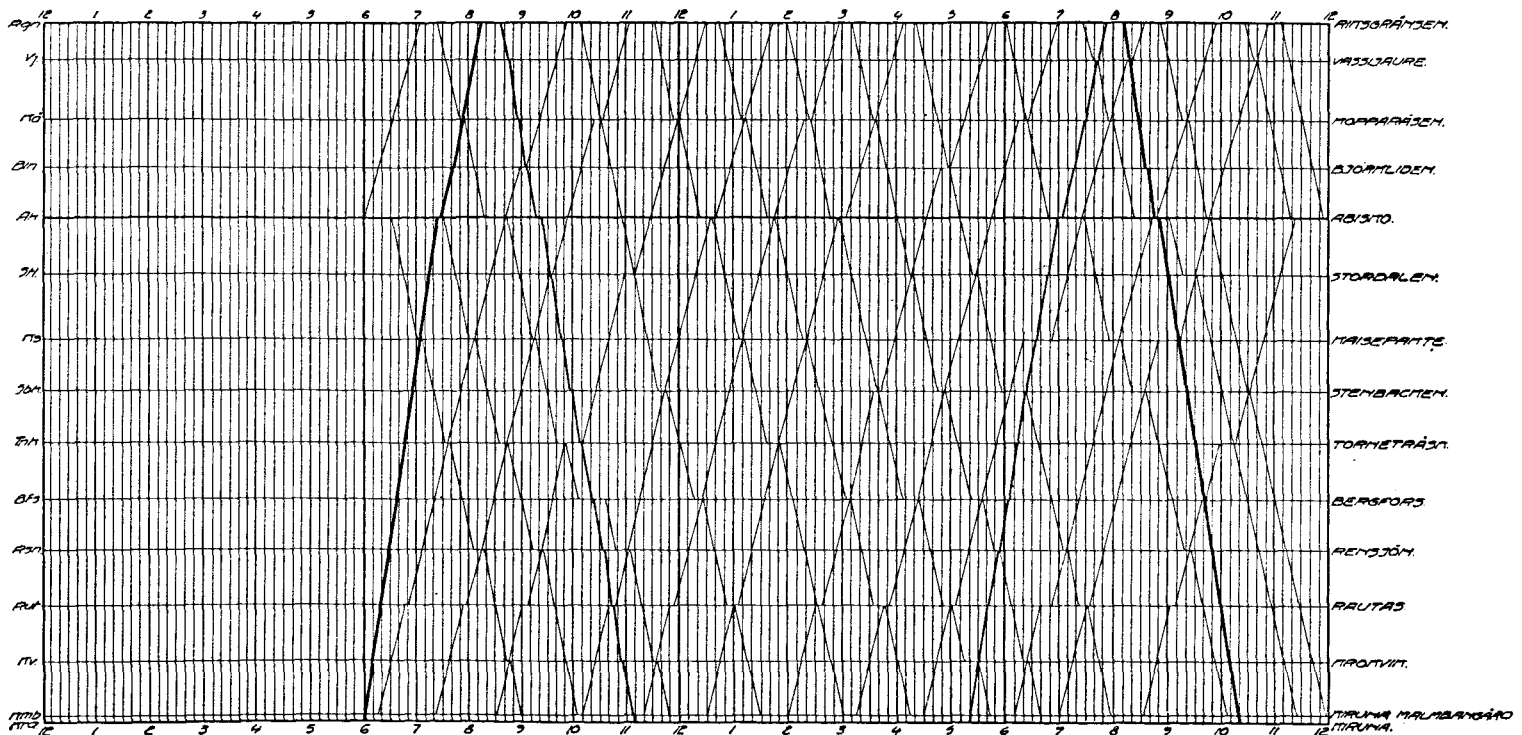


Fig. 10.

hvar transformatorstationerna skola förläggas, och det har af flera hufvudsakligen praktiska skäl ansetts lämpligt att anlägga sådana vid Kiruna lokomotivstallar, Torneträsk, Abisko och Vassijaure (bild 13), således tillsammans 4 transformatorstationer. För bestämmandet af transformatorernas effekt genomgingos tidtabellerna, hvarvid det antecknades, vid hvilka tider belastningarna på de olika transformatorstationerna syntes vara ovanligt stora. Sedan undersöktes de antecknade punkterna närmare med till-

har ansetts böra komma till användning, och har antalet transformatorer å de respektive understationerna bestämts ur de förut beräknade maximibelastningarna. Utom de för driften erforderliga transformatorerna insattes en transformator vid hvarje understation som reserv.

Hvad själfva dimensioneringen af ledningarna beträffar, är denna vid en bananläggning af ifrågavarande slag ett mycket inveckladt problem. Dels äro nämligen högspännings-(öfverförings-)ledningarna och lågspännings-

(kontakt-)ledningarna parallellkopplade, dels varierar belastningens både storlek och läge i hvarje ögonblick. Det är därför omöjligt att på förhand afgöra hvilken af de skenbart ungefär lika svåra belastningarna, som åstadkommer det största spänningsfallet. En hel del fall måste således genomräknas för att man skall erhålla ett nöjaktigt resultat. Att använda vanliga beräkningsmetoder för ledningarna skulle vara alltför tidsödande, hvarför å byrån för elektrisk drift utarbetats en särskild metod, medelst hvilken ledningsnätet beräknats.

Det ligger i sakens natur, att beräkningen af förlusterna måste göras ganska approximativ, då det på grund

9,2-10,2

Tid min	0 <sup>m</sup>		0 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>		1 <sup>m</sup>		1 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>		2 <sup>m</sup>		2 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>		3 <sup>m</sup>		3 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>		4 <sup>m</sup>		4 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>		
	1 <sup>st</sup>	2 <sup>da</sup>	1 <sup>st</sup>	2 <sup>da</sup>	1 <sup>st</sup>	2 <sup>da</sup>	1 <sup>st</sup>	2 <sup>da</sup>	1 <sup>st</sup>	2 <sup>da</sup>	1 <sup>st</sup>	2 <sup>da</sup>	1 <sup>st</sup>	2 <sup>da</sup>	1 <sup>st</sup>	2 <sup>da</sup>	1 <sup>st</sup>	2 <sup>da</sup>	1 <sup>st</sup>	2 <sup>da</sup>	
21	20	40	800	320	700	800	700	800	700	800	700	800	700	800	700	800	700	800	700	800	700
1819	1240	1340	1310	1420	1340	1420	1360	1420	1420	1370	1430	1370	1430	1300	1300	1380	1300	1300	1300	1380	1300
1821	40	70	40	70	200	340	1430	1720	1330	1480	1120	1230	40	70	740	810	740	810	1160	1260	
1823	200	340	1430	1720	1430	1330	1420	1330	1120	1210	40	70	40	70	40	70	40	70	40	70	
(100)																					
1820	3060	3450	2660	2340	2870	3370	3000	3370	2660	2330	2260	1440	2120	2200	70	120	330	1860	1360	2630	
1822	70	120	70	120	70	120	70	120	70	120	70	120	70	120	70	120	70	120	70	120	70
1824	1960	2070	1930	2130	2070	2230	2230	2130	70	120	70	120	70	120	70	120	70	120	70	120	
Sum	6390	6050	6300	6320	6700	6330	6230	6430	7360	6160	5720	6340	4460	5000	5040	3490	3200	5120	5110	6300	

Fig. 11.

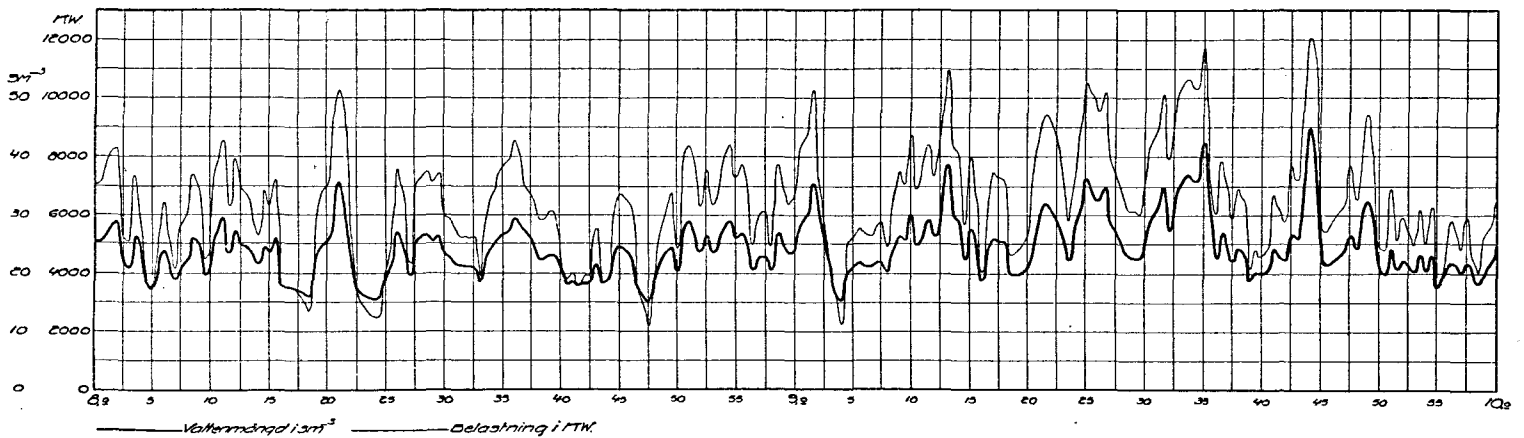


Fig. 12.

af de omständliga räkningarna är praktiskt omöjligt att genomföra beräkningen annat än för ett mindre antal fall. Man måste därför af de genomräknade fallen söka så nära som möjligt uppskatta förlusterna i alla öfriga fall. Tillvägagångssättet härvid har varit följande. Sedan transformatorer och ledningar dimensionerats, har strömfördelningen uträknats för den tidpunkt, då enligt belastningstabellerna den totala belastningen å banan har sitt maximivärde. Härefter beräknas förlusterna i anläggningens särskilda delar: kontaktledningsförluster, järn- och kopparförluster i såväl understationernas som kraftstationens transformatorer, öfverföringsförluster samt generatorförluster. Genom att till tågens totala effektförbrukning lägga summan af samtliga dessa förluster och där

efter dividera resultatet, som uträknats i kilowatt, med 0,736 erhålles motsvarande värde på turbinhästkräfterna. Vid de öfriga timmarnes maximibelastningar hafva förlusterna beräknats genom det förenklade antagandet, att de variabla förlusterna förhålla sig som kvadraterna på de respektive maximibelastningarna. Några på så sätt erhållna värden ha sedan kontrollberäknats och därvid visat god öfverensstämmelse med dem, som erhållas genom en fullständig beräkning.

För att på ett någorlunda enkelt sätt erhålla tillförlitliga värden på medelförlusterna under de olika timmarne, gjordes en del undersökningar rörande förhållandet mellan maximivärdet och kvadratiska medelvärdet af belastningen under olika timmar. För hvarje transformatorstation undersöktes de tre timmar i följd, då medelbelastningen var störst. Härvid visade det sig, att nyssnämnda förhållande i samtliga dessa 12 fall gaf så pass öfverensstämmande värden, att man med ganska god approximation kunde för alla fall sätta kvadratiska medelvärdet lika med halfva maximivärdet å belastningen.

Under denna förutsättning blifva tydligen de variabla förlusterna för de respektive timmarne i medeltal en fjärdedel af de variabla förlusterna vid maximispetsen för motsvarande timme. Härvid är att märka, att man genom denna räkning kommer på säkra sidan, ty till grund för beräkningen har ju lagts de timmar, då medelbelastningen är störst, hvarför förlusterna vid de öfriga timmarne blifva mindre än hvad denna beräkning anger. Sedan förlusterna på detta sätt beräknats, erhållas turbinhästkräftalen på samma sätt som för maximivärdena.

### Beräkning angående vattenförbrukning.

Den sista delen af beräkningarna afsåg vattenförbrukningen i kraftstationen. För att erhålla lämpliga värden på verkningsgraden för turbinerna infordrades anbud från en del turbinfirmor, och lades den garanterade verkningsgraden från ett af dessa anbud till grund för beräkningarna. Med ledning af de förut beskrifna belastningskurvorna har vattenförbrukningens variation under hela dygnet beräknats och uppritats. En del af en sådan vattennängdskurva utgör den grofdragna kurvan å bild 12, af hvilken framgår, att vattenförbrukningen varierar i betydligt mindre grad än belastningen. Genom planimetrering af vattennängdskurvan har totala vattenåtgången pr dygn erhållits,

hvarjämte medelförbrukningen pr timme och dygn beräknats.

Genom dessa utredningar har sålunda kraftstationsbelastningen kunnat bestämmas, och befanns det, att maximivärdet för belastningen vid turbinaxeln i blifvande kraftstation i närheten af Kiruna skulle komma att utgöra omkring 22,000 hkr, under det att medelvärdet för ett helt år ej skulle uppgå till mer än omkring 5,000 hkr. Dessa värden äro naturligen till en del beroende af kraftkällans läge i förhållande till banan och kunde därför ej exakt bestämmas förr än frågan om hvilken kraftkälla, som skulle komma till användning, blef afgjord.

### Vattenfallsutredningar.

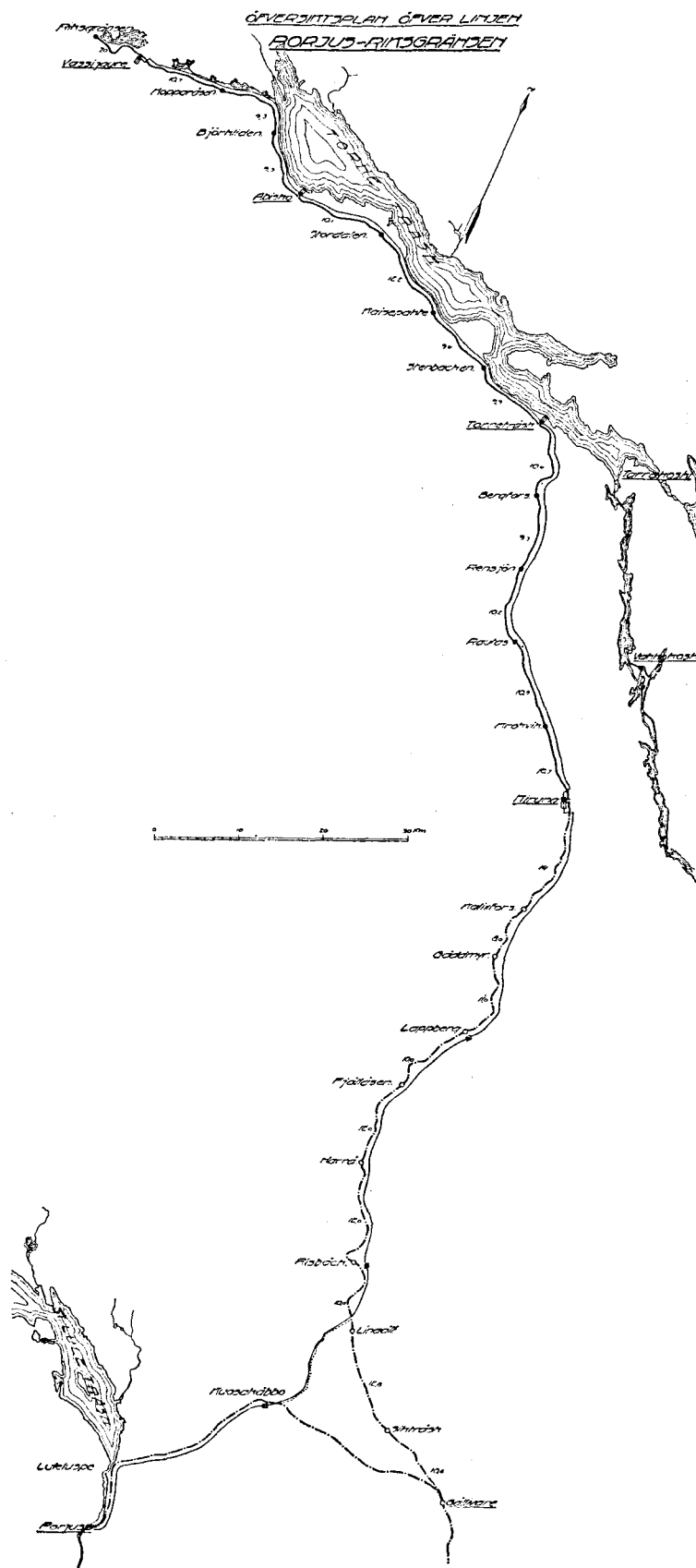
Som kraftkälla för den elektriska driften af bandelen Kiruna—Riksgränsen kunde ej gärna annat än vattenkraft ifrågasättas. Vattenkraft förekommer emellertid rikligt i bandelens omedelbara närhet, och är all där förekommande vattenkraft svenska statens egendom. Det återstod således endast att genom undersökningar utröna hvilket af de tillgängliga vattenfallen, som var det för ändamålet lämpligaste.

Redan år 1900 hade Aktiebolaget Vattenbyggnadsbyrån för Luossavaara-Kiirunavaarabolagets räkning utfört en del undersökningar angående i dessa trakter tillgänglig vattenkraft, hvilken eventuellt skulle kunna utnyttjas för Kiruna malmfälts förseende med elektrisk kraft. Då sålunda Vattenbyggnadsbyrån redan förut haft tillfälle att sätta sig in i förhållandena å dessa trakter, vände sig Järnvägsstyrelsen, då frågan om elektrisk drift å Riksgränsbanan uppstod, till denna byrå för utförandet af de utredningar, hvilka erfordrades för att bestämma ett för ändamålet lämpligt vattenfall. Af de förberedande undersökningar, som af Vattenbyggnadsbyrån utfördes, framgick, att vattenkraften i forsarne Tarrakoski och Vakkokoski i Torneälf i första hand borde ifrågakomma. Orsakerna härtill voro dels dessa forsars gynnsamma läge i förhållande till banan, dels möjligheten att genom uppdamning af Torne träsk erhålla ett fullt tillräckligt vattenmagasin, hvarigenom man kunde göra sig oberoende af den i dessa trakter mycket varierande tillrinningen under olika årstider samt dessutom efter behof reglera aftappningen.

Vattenbyggnadsbyrån erhöi därför i uppdrag att utarbeta ett fullständigt förslag till kraftanläggning för utnyttjande af forsarne Tarrakoski och Vakkokoski samt utförde därför under sommaren 1908 mätningar och grundundersökningar på platsen för anläggningen.

I december 1908 aflämnade Vattenbyggnadsbyrån sitt förslag till kraftanläggning. Emellertid visade detta, att anläggningskostnaden skulle blifva mycket högre än man på grund af de preliminära utredningarne förmodat, hvarför Järnvägsstyrelsen beslöt att genom nya undersökningar under sommaren 1909 söka utröna, huruvida möjlighet ej finnes att genom en omarbetning af planen för kraftanläggningen nedbringa kostnaderna för densamma. Emellertid trädde från och med 1909 års ingång Vattenfallsstyrelsen i verksamhet, och Järnvägsstyrelsen ansåg

det därför riktigast att låta nämnda styrelse öfvertaga de fortsatta undersökningarne för kraftanläggningen. Kungl.



Maj:t biföll äfven Järnvägsstyrelsens hemställen härom samt uppdrog åt Vattenfallsstyrelsen att fortsätta och färdigställa ifrågavarande utredning. Denna utredning

verkställdes af Vattenfallsstyrelsen under år 1909 och inlämnades till Järnvägsstyrelsen den 1 december samma år.

Vattenfallsstyrelsen hade emellertid redan i november 1908 af Kungl. Maj:t erhållit i uppdrag att verkställa utredning rörande möjligheten att för industriellt behof tillgodogöra något staten tillhörigt vattenfall inom Torne, Kalix och Lule älfvars vattensystem samt att därvid äfven taga hänsyn till deras lämplighet för elektrisk drift af närbelägna statsbanor. Med anledning häraf hade Vattenfallsstyrelsen låtit undersöka en del fall i Lule älf och därvid kommit till den uppfattningen, att de vattenfall,



Fig. 14.

som i första hand borde tagas i anspråk, voro Porjusfallen i Stora Lule älf, hvilka äro synnerligen välbelägna i förhållande till de stora malmfälten vid Gällivare och därför redan tidigare varit ifrågasatta att utbyggas för malmbolagens räkning. Att planen då strandade berodde på, att det kraftbelopp, hvarom det då var fråga, var ganska litet. Det hufvudsakliga skälet, hvarför Vattenfallsstyrelsen förordade Porjusfallen, var de storartade utvecklingsmöjligheter, som dessa vattenfall erbjödo. Redan utan reglering af vattendraget skulle de enligt Vattenfallsstyrelsens åsikt kunna lämna en något större effekt än Tarrakoski-Vakkoski efter Torneträsks reglering. Genom reglering af Lule älf skulle dessutom den vid Porjus disponibla effekten kunna ökas till den 6-dubbla. Därtill

kom, att nedanför Porjusfallen finnas en hel del svenska staten tillhöriga vattenfall — Harsprånget, Ligga m. fl. — hvilka lämpligen skulle kunna utbyggas, när hela Porjusfallet en gång helt utnyttjats, och hvilka naturligen alla skulle draga fördel af regleringen af vattendraget. I sin underdåniga skrifvelse af den 17 december 1909 framhöll Vattenfallsstyrelsen ofvan angifna synpunkter och hemställde, att Kungl. Maj:t måtte taga i öfvervägande, huruvida icke ett vattenkraftverk vid Porjusfallen snarast borde komma till utförande.

Beträffande de båda föreslagna kraftanläggningarne torde följande detaljer vara af intresse.

Omedelbart där Torneälf börjar vid utloppet ur Torneträsk bildas den omkring 4 meter höga forsen Tarrakoski. Efter Tarrakoski följa i vattendraget några obetydliga forsar och därefter de långsträckta sjöarne Jekajärvi och Alajärvi, åtskilda genom den omkring 1,5 meter höga forsen Jekakoski. Nedanför Alajärvi, omkring 22 km från Tarrakoski vidtager den öfver 2 km långa forssträckan Vakkoski med sammanlagdt 13 meters fallhöjd ned till Vakköjärvi. Enligt det omnämnda Vakkoskiförslaget skulle en damm byggas omedelbart ofvanför Tarrakoski, medelst hvilken Torneträsk skulle regleras, så att dess vattenyta skulle variera 3,5 meter från ungefär nuvarande högvattenyta uppåt. Vid öfre forsacken af Vakkoski (se bild 14) skulle vidare en damm byggas, medelst hvilken vattenytan där skulle höjas så mycket, att Tarrakoski och nedanför liggande forsar blefvo indämda. Vidare skulle från denna damm en öppen tillloppskanal af omkring 1 km längd utföras tvärs öfver ett näs liggande mellan Vakkoski och Vakköjärvi fram till det omedelbart invid Vakköjärvi föreslagna kraftverket. Denna tillloppskanal skulle åstadkommas dels genom gräfnings och dels genom invallning. Genom denna invallning skulle i en naturlig sänka omedelbart framför kraftverket erhållas en regleringsbassäng med 160,000 kvm. area. På detta sätt skulle man således på båda sidor om kraftverket erhålla så stora dammsjöar att äfven vid den ojämna tappning från kraftverket, som blir en följd af järnvägsdriften, ytterst små vattenståndsvariationer erhållas i dessa, hvilket med hänsyn till isförhållandena i dessa trakter var af synnerligen stor vikt.

Vattenmängden vid Vakkoski varierar mellan 9 och 250 kbm per sek. Efter reglering af Torneträsk på ofvan angifvet sätt skulle emellertid 51 kbm per sekund blifva disponibla året om eller i rundt tal 1,6 milliarder kbm per år. Torneträsk har en yta af 312 kvkm, och med 3,5 meters regleringshöjd skulle man således där kunna innehålla 1,1 milliard kbm vatten eller närmare 70 procent af kraftverkets hela årsbehof.

Vid kraftverket skulle erhållas en fallhöjd af 19,4 meter, och om 1 kbm per sek. räknas afgå genom läckning, så skulle där under antagande af 73,5 procents verkningsgrad för turbinerna erhållas en medeffekt året rundt af 9,500 hkr. Emellertid kunde på grund af magasinets befinthet tydligen mångdubbelt större effektbelopp uttagas för kortare tid, om vid andra tillfällen vatten kunde sparas. Vid ofvan omnämnda beräkning af vattenförbrukningen visade det sig också, att järnvägsdriften, trots det dess maximalbelastning uppgick till 22,000 hkr, likväl ej kräfde



mer än 0,93 milliarder kbm vatten per år. Kraftanläggningen var sålunda för sitt ändamål synnerligen riklig.

Enligt det andra förslaget skulle Porjusfallen komma till användning. Stora Luleälf har sitt utlopp från Stora Lulevatten vid Luleluspe genom en omkring 8,5 meter hög och omkring 3,5 km lång forssträcka, nedanför hvilken det närmare 5 km långa Stora Porjusselet är beläget. Nedanför Stora Porjusselet bildar älfven de s. k. Porjusfallen, som på en längd af omkring 3 km hafva en sammanlagd fallhöjd af omkring 50 meter. Porjusfallen bestå af fyra genom mindre lugnvatten åtskilda forsar och fall, af hvilka det största, det s. k. Routikårtje (bild 15) består af två efter hvarandra liggande stup med en sammanlagd fallhöjd af 16 meter. Nedanför Porjusfallen finnes ett mindre lugnvatten, det s. k. Lilla Porjusselet, hvarefter älfven på en omkring 7 km. lång sträcka bildar en del forsar med en sammanlagd fallhöjd af omkring 30 meter. Därefter vidtager det ryktbara Harsprånget med en sammanlagd fallhöjd af 74 meter på en sträcka af omkring 2 km.

Nedanför Harsprånget finnas vidare flera forsar och fall, hvaraf de mest betydande äro de staten tillhöriga Ligga-fallet (15 meter), Por-siforsen (25 meter) och Edeforsen (22 meter).

Lule älfs totala fallhöjd mellan Stora Lulevatten och hafvet uppgår till omkring 360 meter, och motsvarar detta vid lågvatten omkring 110,000 turbinhästkrafter. Den sammanlagda vattenkraft, som staten häraf kan anses obestriddt äga, motsvarar vid lågvatten omkring 70,000 turbinhästkrafter och efter reglering af vattendraget ej mindre än 300,000 turbinhästkrafter.

För kraftanläggningen vid Porjus skulle till en början inga regleringsdammars i egentlig mening anläggas. Omedelbart ofvanför Porjusfallen skulle anläggas en damm, medelst hvilken alla mellan Porjus och Stora Lulevatten liggande forsar skulle indämmas. Denna damm skulle emellertid enligt beräkning äfven kunna tjänstgöra för dygnsreglering samt för reglering af variationerna under en vecka.

Kraftverkets maskinsal skulle enligt förslaget utgöras af ett utsprängt rum inuti berget omkring 50 meter under dagytan (se bild 16 och 17). För tilledning af vattnet skulle i berget utsprängas en 600 meter lång tilloppstunnel och för afloppet skulle ytterligare en tunnel med 1,200 meters längd utsprängas. För att möjliggöra de af

järnvägsdriften betingade hastiga variationerna i tappningen måste vidare två fördelningsbassänger utsprängas i berget däraf en omedelbart före tilloppet till turbinerna och en omedelbart efter afloppet från desamma.

Enligt Vattenfallsstyrelsens utredning utgör minimivattentillgången vid Porjus 24 och största flod 1,300 kbm per sek. Genom reglering af ett flertal i vattendraget befintliga större sjöar skulle minimivattenmängden kunna uppbringas till 125 kbm per sek., och om regleringen inskränktes till den ofvanför Stora Lulevatten belägna sjön Satisjaure, som erbjuder ett af naturen gynnsamt dammläge med berggrund och som därför kunde regleras för en relativt ringa kostnad, skulle en minimivattenmängd af 45 kbm per sek. erhållas.

Den för kraftverket disponibla fallhöjden skulle efter afdrag för fallförluster utgöra omkring 54 meter, och skulle

sålunda i medeltal under den vecka, då minsta vattentillgång råder, erhållas en effekt af 12,500 hkr, då 73,5 procents medelverkningsgrad beräknas för turbinerna. Medelvattenförbrukningen per vecka för järnvägsdriften beräknades i ogynnsammaste fall ej öfverstiga 18,5 kbm per sek. och skulle därför alltid 5,5 kbm per sekund vara disponibla för generering af kraft för industriändamål. Såsom ofvan påpekats skulle emellertid den för industriändamål tillgängliga vattenmängden lätt kunna afse-

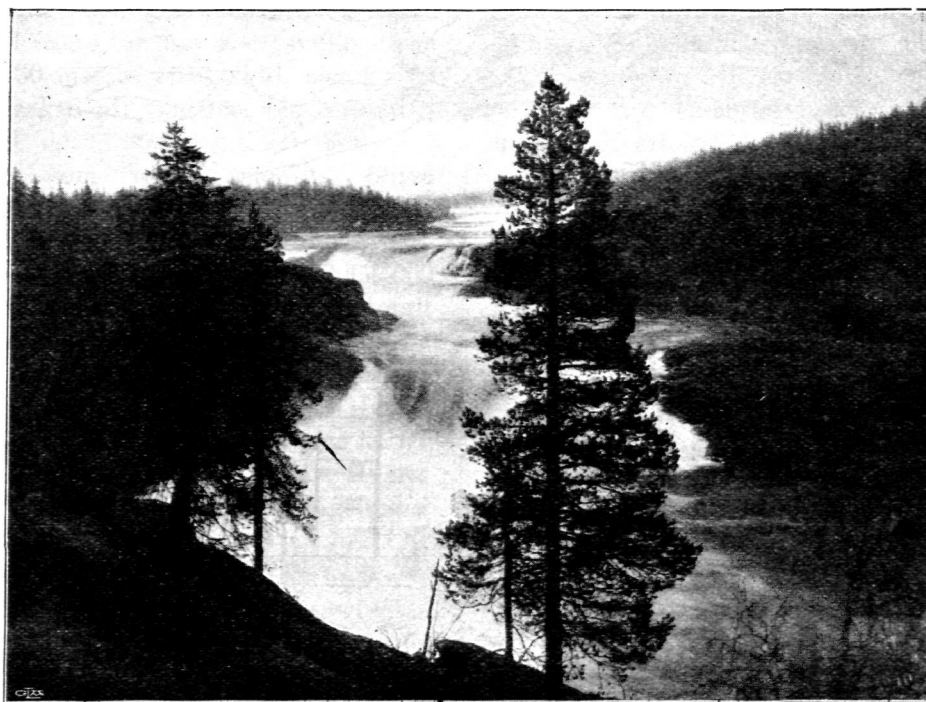


Fig. 15

värddt ökas genom reglering af sjön Satisjaure.

För Järnvägsstyrelsen erbjöd Vakkokoskianläggningen den stora fördelen, att den endast låg 20 km från Kiruna, under det Porjus-anläggningen skulle komma på ej mindre än 120 km afstånd därifrån. Vidare var den förra anläggningen af betydligt mindre omfattning och kunde därför iordningställas på kortare tid.

Mot Vakkokoskianläggningen anfördes emellertid en hel del skäl, och särskildt vägande ansågs det vara, att den erbjöd så ringa utvecklingsmöjligheter. I Kungl. Maj:ts nådiga proposition till 1910 års riksdag angående denna sak föreslogs därför, att Porjus-anläggningen skulle utföras, och beviljade Riksdagen de härför erforderliga medlen.

Det torde därför här endast vara af intresse att meddela, huru anläggningen enligt Riksdagens beslut skall utföras.

I Porjusverkets maskinsal, som är afsedd att framdeles utbyggas för tio enheter, skola nu till en början

insättas 4 turbiner, hvardera å 12,500 hkr och 225 å 250 hvarf. 3 af dessa turbiner skola användas för järnvägsdriften, däraf en som reserv. Öfriga turbiner skola fördes med 3-fas generatorer och användas för kraftöverföring till gruffälten i Gällivare och Kiruna.

De turbiner, som skola användas för järnvägsdriften, fördes med enfasgeneratorer för generering af 15-periodig enfasström. De utföras för omkring 5,000 volts spänning och

brytare för transformatorernas inkoppling till samlings-skenorna och de utgående linjerna samt öfverspannings-skydd och mätapparater.

Från ställverksbyggnaden utgå vidare två öfverföringsledningar, hvardera bestående af 2 st. 80 kvmm koppar-kablar, upphängda medelst hängisolatorer på en gemensam järnstolplinje bestående af trebenta järnstolpar för omkring 200 meters spännvidd. Dessa öfverföringsled-

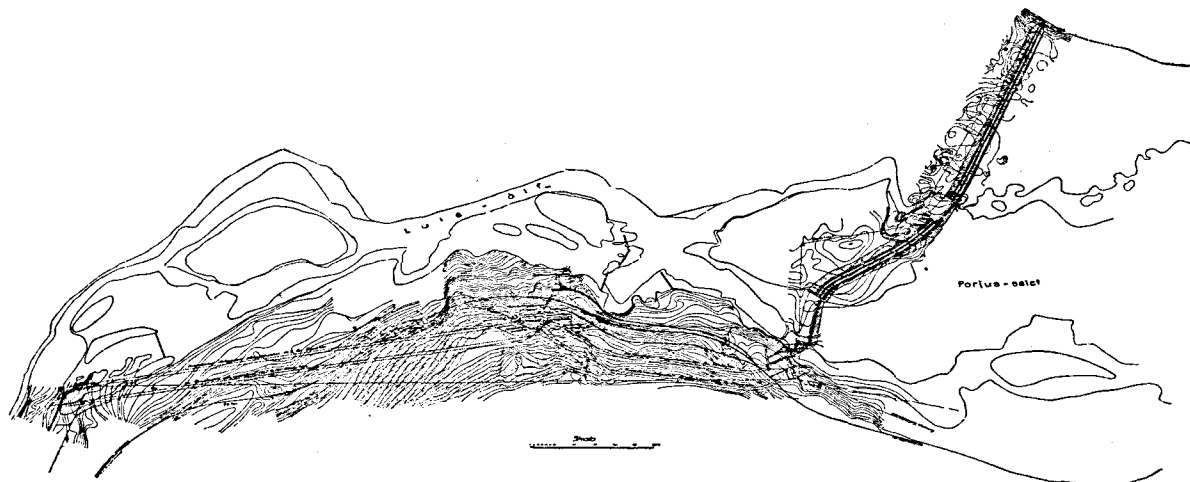


Fig. 16.

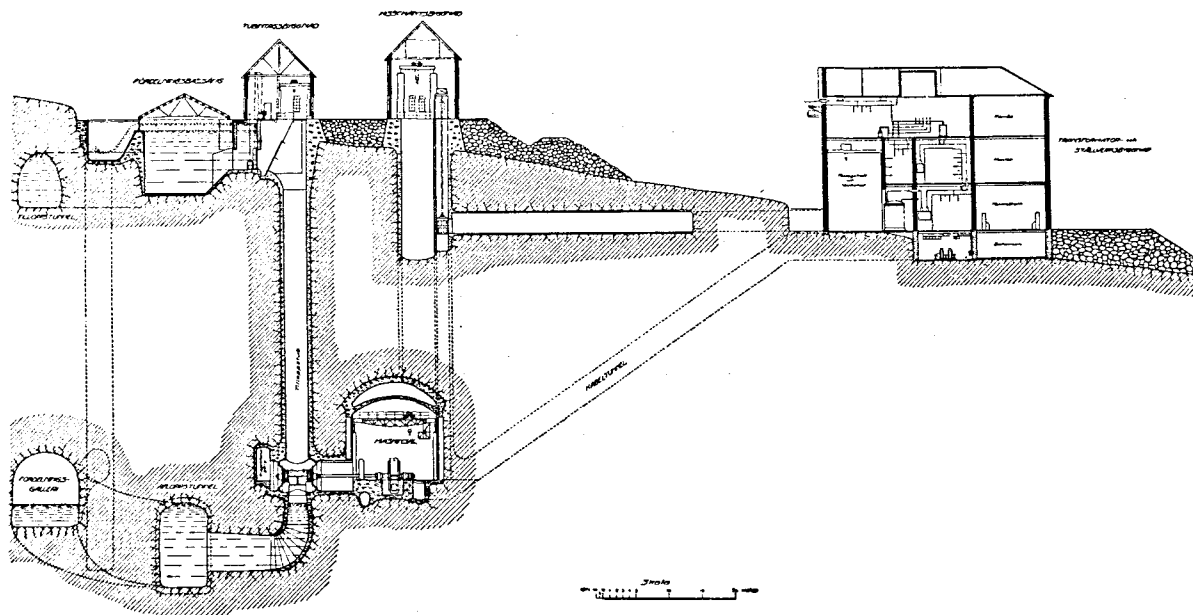


Fig. 17.

fördes med direktkopplade magnetmatare med komponderingsanordning enligt Danielsons system samt dessutom s. k. snabbregulatorer för erhållande af snabbaste möjliga spänningsreglering.

Ofvanför maskinsalen uppe i dagen bygges det s. k. ställverkshuset, hvilket fördes med dels ett midtparti innehållande kontrollrum m. m. samt tvänne flyglar, däraf en för enfasutrustningen och en för kraftverkets trefasdel. I den förra uppställas bantransformatorerna, två för hvarje generator, medelst hvilka spänningen upptransformeras till 80,000 volt. Den innehåller äfven alla oljeström-

ningar följa i allmänhet banan den 120 km långa vägen till Kiruna. På vägen passera dessa ledningar emellertid 3 omkopplings- och skyddsstationer, nämligen en vid Kuosakåbbo vid järnvägen Gällivare—Porjus och en vid hvardera af stationerna Risbäck och Lappberg utmed järnvägen Gällivare—Kiruna. I dessa stationer finnas dels öfverspannings-skydd och dels omkopplingsanordningar, medelst hvilka ledningarna kunna parallellkopplas eller en felaktig ledning kan bortkopplas.

I Kiruna såväl som Torneträsk, Abisko och Vassijaure transformatorstationer finnas äfven öfverspanningsskydd och omkopplingsanordningar. Norr om Kiruna fortsätta öfverföringsledningarna fortfarande på en järnstolplinje af samma typ som söder om Kiruna. Här är emellertid deras sektionsarea minskad och utgör den för hvardera af de

fyra trådarna 70 kvmm mellan Kiruna och Torneträsk, 60 kvmm mellan Torneträsk och Abisko samt 50 kvmm mellan Abisko och Vassijaure.

I de fyra transformatorstationerna nedtransformeras spänningen till 15,000 volt, hvilken spänning kontaktledningarna erhålla. I hvarje transformatorstation uppställas för ändamålet tre transformatorer, hvardera för maximalt 2,700 kilowatt, jämte erforderliga strömbrytare och kopplingsapparater.

Kontaktledningen utföras enligt det vid Statens järnvägars försöksanläggningar utprovade systemet med auto-

matiska spännanordningar för erhållande af konstant dragspänning i densamma vid varierande temperatur. Emellertid har det ansetts önskvärdt, att järnstolpar skulle komma till användning, och måste därför af ekonomiska skäl spännvidden ökas till omkring 50 meter. Härigenom blef det emellertid omöjligt att använda vanlig enkel kontaktledning, utan måste sådan med bärtråd utföras. Kontaktråden har bestämts till 80 kvmm 8-formad koppartråd och bärtråden till en 50 kvmm koppar-kabel, hvarigenom kontaktledningens area utgör totalt 130 kvmm. Dess motstånd kommer därigenom att i det närmaste motsvara skenledningens för 15-periodig växelström, då metalliska skenförbindningar ej insättas, något som ej är tänkt och som resultatet från försöksanläggningen visat, att man mycket väl kan reda sig utan. Genom ofvan nämnda utförande komma såväl kontakt- som öfverföringsledningar att erhålla ett mycket solidt och elegant utseende. Spännvidden 50 meter gör också, att utsikten öfver banan blir relativt friare, än om man skulle hafva använt trästolpar med 30 meters spännvidd, något som man emellertid varit nödsakad att tillgripa, om bärtråd ej användts.

Lokomotiven skola, som redan nämnts, blifva af två slag nämligen snälltägs- och malmtägslokomotiv. Af det förra slaget anskaffas 2 stycken och af det senare 13 stycken. Då transportkvantiteten stigit till 3,850,000 ton malm per år, är det emellertid beräknadt att totalt 16 malmtägslokomotiv skola erfordras.

Beträffande dessa lokomotiv hafva följande garantier erhållits, hvilka torde vara af särskildt intresse. Hvarje malmtägslokomotiv skall kunna gå 520 km per dag under minst 6 dagar i följd samt totalt 90,000 km per år. Hvarje snälltägslokomotiv skall kunna gå 780 km per dag under minst 6 dagar i följd samt totalt 100,000 km per år.

## Ekonomiska utredningar.

De ekonomiska utredningar, som utförts för här ifrågasvarande ändamål, hafva dels omfattat utredningar angående nuvarande och blifvande kostnader vid ångdrift och dels kostnaderna vid elektrisk drift. Dessa senare kostnader voro emellertid mycket svårare att bestämma.

Trots de i stort sedt gynnsamma förhållandena har det nämligen ej kunnat bortses från den betydande risk, som en så stor och i sitt slag enastående anläggning gifvetvis måste medföra. Visserligen finnas ej så få under de senaste åren utförda stora elektriska banor, vid hvilka lokomotivens hästkrafttal eller anläggningens storlek uppgår till eller öfverträffar den nu ifrågasvarande. Äfven det system, enfassystemet, hvilket Järnvägsstyrelsen, enligt hvad ofvan omnämns, i likhet med de flesta större järnvägsförvaltningar ansett vara det enda, som kan ifrågakomma, har under de senaste åren börjat användas vid allt flera banor i utlandet. Hvarken detta eller något annat elektriskt bansystem har emellertid förut utförts vid någon bana, där närmelsevis så stora anspråk ställts på lokomotivens arbetsförmåga — det är ju här fråga om framförande af tåg med 2,000 tons bruttovikt, lokomotivvikten inbe-

räknad, med en medelhastighet af omkring 37 km per timme. Härtill kommer, att de i flere afseenden egenartade förhållandena vid här ifrågasvarande bandel nödvändiggöra en del anordningar, hvilka i större eller mindre grad måste under den första driftstiden utexperimenteras.

I fråga om sättet för den elektriska anläggningens utförande har man haft att välja på två utvägar. Den ena, att den erforderliga elektriska utrustningen för banan anskaffades i vanlig ordning genom på lämpligt sätt uppdelade leveranser efter infordrande af anbud, hvarvid det naturligen äfven kunde ifrågasättas, att Järnvägsstyrelsen med för tillfället anställd personal utförde en del uppsättnings- och andra arbeten. Genom att till leverantörer utvälja firmor med största möjliga erfarenhet på teknikens ifrågasvarande område samt med anlitan af den erfarenhet, som genom hittills af Järnvägsstyrelsen utförda försök och på andra håll utförda undersökningar finnes samlad inom Järnvägsstyrelsen, hade man att söka skaffa sig största möjliga säkerhet för att anläggningen skulle komma att funktionera tillfredsställande. Den andra utvägen var, att med en enda leverantör träffa sådant aftal, att den- samme öfvertog hela den tekniska och ekonomiska risken.

Då resultatet af denna första anläggning för elektrisk drift i större omfattning för en lång framtid torde blifva bestämmande för vidare åtgärder i fråga om statsbanornas elektrifiering, har det ansetts vara af synnerlig vikt att söka vinna största möjliga garanti för att densamma i såväl tekniskt som ekonomiskt anseende blef fullt tillfredsställande.

Af de båda utvägarne har det därför ansetts lämpligt att välja den senare. De försökskostnader, som vid utländska bananläggningar af liknande slag uppkommit, hafva nämligen visat sig vara högst betydande. Visserligen har genom de af Järnvägsstyrelsen utförda försöken en del erfarenheter vunnits, ledande till begränsning af ifrågasvarande kostnader, men komma dessa dock till följd af de egenartade svåra förhållandena säkerligen att uppgå till ej obetydliga belopp. Genom att välja den senare utvägen skulle dessa ovissa kostnader helt och hållet kunna undvikas och Järnvägsstyrelsen därjämte erhålla garanti för att anläggningskapitalet ej öfverstege en viss gräns. På grund här af har Järnvägsstyrelsen ansett sig böra träda i underhandlingar med på området särskildt erfarna firmor, och hafva några af dessa ej ansett svårigheterna större, än att de erbjudit sig att på egen teknisk och ekonomisk risk utföra anläggningen på sätt, att de förbundo sig att för en viss kostnad utföra densamma, samt garanterade, dels att de årliga underhållskostnaderna för den elektriska anläggningen ej skulle öfverstiga ett visst belopp per år, och dels att förbrukningen af elektrisk energi för tågens framförande ej heller skulle öfverstiga ett visst belopp.

Efter utfärdad inbjudning erhöles två konkurrerande anbud, nämligen ett från Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget i förening med Siemens-Schuckert Werke och ett från Svenska Emissionsaktiebolaget i förening med Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft. Härigenom har ett i förhållande till experimentkostnaden och risken skäligt pris kunnat erhållas. Vidare har, åtminstone genom det förstnämnda anbudet, ernåtts garantier

för att den svenska industrien skulle få afsevärdt medverka och samla erfarenhet vid utförandet af denna anläggning. Af de ofvannämnda anbudena har Järnvägsstyrelsen ansett det, som afgifvits af Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget och Siemens-Schuckert Werke i förening, vara för staten förmånligast och det, som bäst tillgodosåg den svenska industriens intressen. Järnvägsstyrelsen uppgjorde därför preliminärt kontrakt med ifrågasvarande firmor. De hufvudsakligaste bestämmelserna i ifrågasvarande kontrakt voro följande:

De elektriska firmorna Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget och Siemens-Schuckert Werke förbundo sig att tillverka och på platsen iordningställa samt till Järnvägsstyrelsens begagnande upplåta den för elektrisk drift å bandelen Kiruna—Riksgränsen erforderliga anläggningen.

Firmorna garanterade, att revisions-, reparations-, smörjnings- och putsningskostnaderna för malmtågs- och snälltågslokomotiven samt kostnaden för tillsyn och underhåll af ledningar och transformatorstationer inkl. kostnaden för nyanskaffning af delar, som behöfva utbytas, hvilka kostnader sammanfattats under benämningen underhållskostnaderna för den elektriska anläggningen, ej skulle öfverstiga vissa i tabellform angifna värden. Dessa underhållskostnader för den elektriska anläggningen hafva beräknats med ledning af firmornas i tabellform angifna värden och utgöra i medeltal per år:

a) vid en transportmängd af 3,000,000 ton malm per år kronor 305,800,

b) vid en transportmängd af 3,850,000 ton malm per år kronor 332,500.

Vidare garanterade firmorna, att den för tågens framförande erforderliga energiförbrukningen, uttryckt i watt-timmar per tonkilometer, ej skulle öfverstiga:

för persontåg.....	31,5
» malmtåg .....	22,6
» tomvagnståg .....	23,9.

Såsom ersättning för användandet af den firmorna tillhöriga anläggningen och successiv inlösen af densamma skulle Järnvägsstyrelsen betala till firmorna

dels 4 % årlig amortering å anläggningens kapitalvärde,

dels 5 % ränta å berörda kapitalvärde, minskadt med af Järnvägsstyrelsen erlagda amorteringar, och slutligen

dels 65 % af det belopp, hvarmed de verkliga underhållskostnaderna för den elektriska anläggningen understiga den garanterade underhållskostnaden.

Om de verkliga underhållskostnaderna för den elektriska anläggningen öfverstego den garanterade, så skulle firmorna till Järnvägsstyrelsen inbetala skillnaden.

Firmorna medgäfvö vidare Järnvägsstyrelsen rätt att kassera anläggningen, för den händelse tillfredsställande driftsäkerhet med densamma ej kunde ernås eller underhållskostnaden och strömförbrukningen komme att öfverstiga de garanterade värdena.

Enligt detta första kontrakt afsågs således, att firmorna skulle släppa till alla för elektrifieringen erforderliga medel och endast erhålla ränta och amortering å dessa. Det första kontraktet afsåg också endast själfva banutrustningen och således ingen utrustning för kraftanläggningen. I det slutgiltiga kontrakt, som af Järnvägs-

styrelsen, sedan erforderliga medel af Riksdagen beviljats, på Kungl. Maj:ts uppdrag upprättats, finnes äfven intagen hela utrustningen för kraftverket i Porjus från turbinaxeln räknadt samt ledningen mellan Porjus och Kiruna. Vidare har den ändringen också gjorts, att staten betalar anläggningen, hvarigenom mot förut 5 procent ränta endast 4 behöfver beräknas. Enligt detta kontrakt hafva därför under antagande att staten kan upplåna penningmedlen till effektivt denna ränta, firmorna ej rätt att utfå vare sig ränta eller amortering utan endast 65 procent af det belopp, hvarmed de verkliga underhållskostnaderna för den elektriska anläggningen understiga den garanterade underhållskostnaden. Vidare har Järnvägsstyrelsen rätt att när som helst helt öfvertaga anläggningen, hvarefter firmorna förlora rätten till ofvan angifna andel i vinsten. Genom detta sista kontrakt har också firmornas garanti utsträckts att gälla hela anläggningen från turbinaxeln räknadt.

Kostnaderna för anläggningen, sådana de enligt nu gällande kontrakt ställa sig, äfvensom jämförande kostnader för motsvarande ångdrift hafva sammanställts i nedanstående tabell 1.

Bland anläggningskostnader hafva där ej upptagits någon kostnad för Porjus kraftverk, som utföres af Vattenfallsstyrelsen utan endast kostnaderna för den elektriska utrustningen i kraftverket, som af Järnvägsstyrelsen skall anskaffas.

Anläggningskostnaderna för kraftverksutrustning, ledningar, transformatorstationer och lokomotiv äro upptagna till samma värden som i Järnvägsstyrelsens underdåniga skrifvelse af den 14 januari 1910.

Å ångdriftsidan har upptagits kapitalvärdet af de lokomotiv, som äro erforderliga vid de resp. transportmängderna.

Bland årskostnaderna (tabell 2) hafva upptagits ström-kostnad, garanterade kostnader, öfriga kostnader och räntor samt vid ångdrift bränslekostnad.

I ström-kostnaden ingå dels de 287,000 kronor, som Järnvägsstyrelsen skall betala Vattenfallsstyrelsen för kraften på turbinaxel i Porjus kraftverk, dels räntor, afskrifningar och underhåll för såväl kraftverkets förbandriften erforderliga elektriska utrustning som för ledningen Porjus-Kiruna och dels förbrukningsartiklar och aflöningar i kraftverket samt kostnader för bevakning af nämnda ledning.

Bränslekostnaden vid ångdrift har beräknats på det sätt, som framgår af noten till tabellen.

De garanterade kostnaderna vid elektrisk drift innefatta den af de elektriska firmorna garanterade underhållskostnaden för ledningar, transformatorstationer och lokomotiv, hvare äfven ingår kostnaden för nyanskaffning (afskrifningar). Kostnaden för tågpersonal å malmtågen och lokomotivpersonal å persontågen, kontorskostnader, kostnader för inventariers underhåll och förbrukning samt kostnaden för underhåll af byggnader och kontaktledningsstolpar hafva sammanförts under benämningen »öfriga kostnader».

Å ångdriftsidan innefatta »öfriga kostnader» underhåll af lokomotiv och tenderar, kostnad för tågpersonal å malmtåg och lokomotivpersonal å persontåg samt öfrig lokomotivtjänstkostnad, exklusive bränslekostnad.

4 procent ränta har öfverallt beräknats. För ånglokomotiven har med hänsyn till de svåra driftförhållandena antagits en lifslängd af endast 25 år, hvarför äfven dessa afskrivas med 4 % per år. Medelvärdet af ränta och afskrifning blir 6,4 %, då räntefoten utgör 4 %. Kostnaderna för afskrifningar å elektriska driftens sida ingå som förut angifvits i de af firmorna garanterade underhållskostnaderna.

## Sammandrag

af Statens järnvägars maskinafdelnings kostnader för drift å Riksgränsbanan.

Tab. 1. Anläggningskostnader.

<i>a). Ångdrift.</i>		Transportmängd ton malm per år	3,000,000	3,850,000
Kapitalvärde af lokomotiv (37, resp. 42 st.)		kr.	3,355,000	3,860,000
<i>b). Elektrisk drift.</i>		Transportmängd ton malm per år	3,000,000	3,850,000
1. Kraftstationens elektriska utrustning och ledning mellan Porjus och Kiruna m. m.	kr.	3,200,000	3,200,000	
2. Banledning, transformatorstationer, lokomotiv	»	5,297,037	5,819,037	
	Summa kr.	8,497,037	9,019,037	

Tab. 2. Årskostnader inkl. räntor och afskrifningar.

<i>a). Ångdrift.</i>		Transportmängd ton malm per år	3,000,000	3,850,000
Bränslekostnad *)	kr.	530,100	662,300	
Öfriga kostnader	»	879,400	1,084,400	
Räntor och afskrifningar (6,4 %)	»	214,700	247,000	
	Summa kr.	1,624,200	1,993,700	
Kostnad per ton transporterad malm		kr.	0,54	0,52

\*) Kolförbrukning, engelska stenkol ..... ton 32,900 41,100  
Vedförbrukning ..... kbm 1,100 1,400  
Kolpris 16,00 kr. per ton vid upplagsstation (inkl. ränteförlust  
4 % å halfva årsförbrukningen).  
Vedpris 3,35 kr. kbm.

### *b). Elektrisk drift.*

Transportmängd ton malm per år	3,000,000	3,850,000
Strömkostnad	kr. 611,100	611,100
Garanterade kostnader	» 305,800	332,500
Öfriga kostnader	» 253,000	313,000
Räntor 4 %	» 211,900	232,800
	Summa kr.	1,381,800 1,489,400
Kostnad per ton transporterad malm		kr. 0,46 0,39

Minskningen i kostnaden vid elektrisk drift mot vid ångdrift utgör således vid en transportmängd af

- 1). 3,000,000 ton malm per år... kr. 242,400
- 2). 3,850,000 ton malm per år... » 504,300.

Enligt ofvanstående skulle sålunda vid transport af 3,850,000 ton malm per år från Kiruna till Riksgränsen uppkomma en årlig vinst vid elektrisk drift i jämförelse med ångdrift af något mer än en half miljon kronor. Vid beräkning af denna vinst har emellertid ingen hänsyn tagits till, att det vid ångdrift erforderliga dubbelspåret mellan Torneträsk och Stordalens stationer sannolikt kan inbesparas vid elektrisk drift, hvarigenom en besparing i anläggningskostnad af 3.000,000 kronor och i årlig kostnad inkl. ränta af 180,000 kronor. Vidare skulle vid ångdrift erfordras en ventilationsanläggning för Nuolja-tunneln, hvarför anläggningskostnaden skulle uppgå till 120,000 samt årliga kostnaden till 20,000 kronor. Vid elektrisk drift blir naturligen denna anläggning alldeles öfverfödig, och ökas därför årsvinsten till den elektriska driftens förmån i bästa fall till i rundt tal 700,000 kronor, då den högsta beräknade transportmängden uppnåtts.

Som redan ofvan omnämnts framlade Kungl. Maj:t för 1910 års Riksdag nådig proposition angående beviljande af erforderliga medel för här ifrågavarande anläggningar. Det begärda anslaget, som utgjorde 21,500,000 kronor, beviljades af Riksdagen utan votering. Af nämnda summa hafva kronor 1,920,000 beviljats för anläggande af den 54 km. långa järnvägen från Gällivare till Porjus, för hvilken hvarken byggnads- eller driftkostnader belasta den elektriska driften, kronor 10,873,000 för anläggande af kraftverk vid Porjus jämte trefasutrustning och trefasledningar till Gällivare och Kiruna samt kronor 8,597,000 för utförande af allt hvad till den elektriska driften å bandelen Kiruna—Riksgränsen hörer från turbinaxeln i Porjus kraftverk räknadt.

Anläggningen kommer, om allt går enligt beräkning, att kunna tagas i bruk i augusti 1914.

