

SKÖNVIKSBANAN.

De nya vagnarna.

Föredrag av ingenjör *Olov Åkerman*,
Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget.

Då frågan om modernisering av förortsbanan Sundsvall—Skön för något år sedan blev aktuell, tänkte man sig till en början, att moderniseringen skulle kunna begränsas till en relativt måttlig ökning av linjespänningen till 800 volt och till ombyggnad av de gamla vagnarna, vilka skulle försees med boggier och förlängas. Det visade sig emellertid snart, att enbart genom dessa åtgärder det önskade resultatet icke skulle komma att uppnås utan en samtidig dyrbar förstärkning av kontaktledningen. Efter ingående studium antogs därför slutligen det ombyggnadsprogram, som nu blivit genomfört och som är baserat på att linjespänningen ökats till 1,500 volt å yttersträckan och att helt nya moderna boggiévagnar anskaffats, varvid dock en del av den elektriska materielen å de gamla vagnarna kunnat komma till användning. Kraftförsörjningen sker från en i Tunadal anordnad helautomatisk likriktarestation.

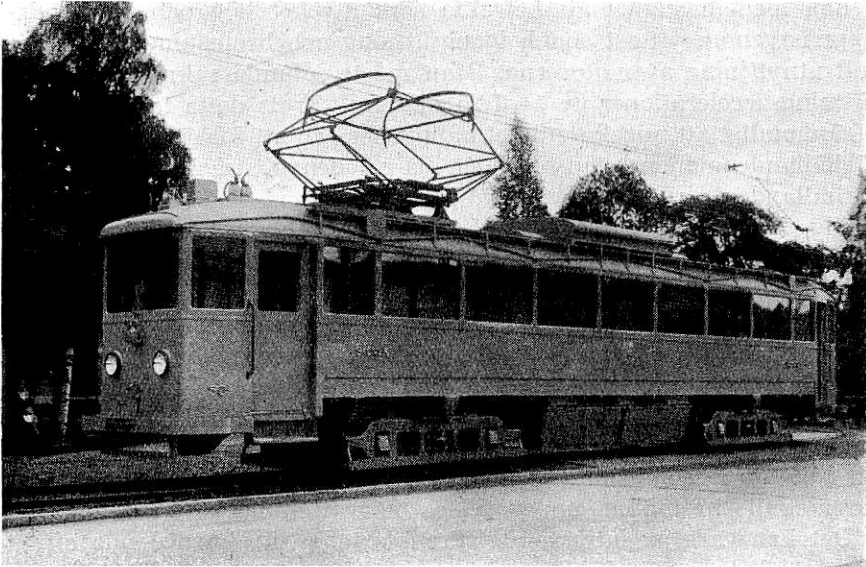


Fig. 1.

Önskemålet var att efter banans omläggning till 1,500 volt två vagnar skulle vara i stånd att kunna upprätthålla halvtimmestrafik mellan Sundsvall och Skön, vilken distans utgör 14,2 km. Av denna sträcka ligger ca 1,8 km. inom stadsområdet, varest linjespänningen är 560 volt. Maximalhastigheten inom staden skulle som tidigare bibehållas vid 30 km. men å ytterlinjen ökas till 60 km./tim. För att kunna innehålla halvtimmestrafik på föreslaget sätt med tillräcklig uppehållstid vid ändpunkterna och mellanstationerna erfordras, att körtiden å ytterlinjen ej överstiger 17 minuter, motsvarande en medelhastighet av ca 44 km./tim. Då antalet hållplatser är stort och därjämte hastighetsbegränsningar förekomma å ett antal ställen, är

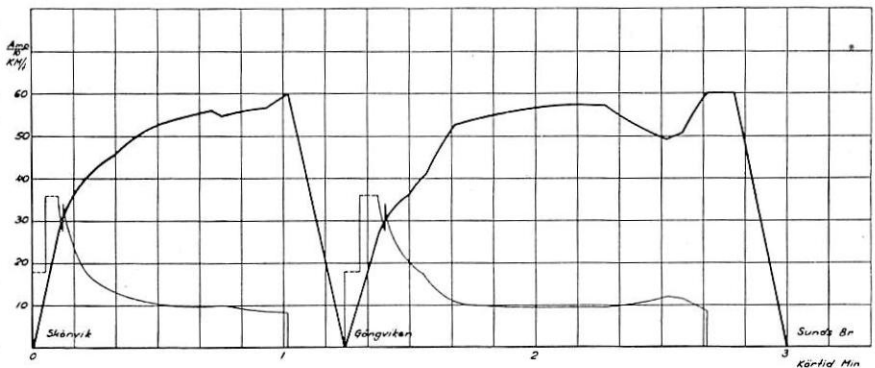


Fig. 2.

denna medelhastighet att betrakta som mycket hög och kan endast uppnås genom ytterst snabb igångsättning och bromsning och genom full utnyttning av motorerna. Man måste sålunda räkna med igångsättningsaccelerationer av 1—1,25 m./sek.². Trots detta torde det vara ofrånkomligt att minska antalet hållplatser och att förbättra spänningsförhållandena inom stadsområdet, då på denna sträcka körtiden blir förhållandevis alltför lång.

Fig. 2 visar det beräknade kördiagrammet för två hållplatsavstånd med motorvagn och en släpvagn. Givet är, att vid sådan forcerad drift strömförbrukningen ställer sig relativt hög med hänsyn till det betydande bromsarbetet. Enligt beräkningar skulle energiförbrukningen per år vid halvtimmestrafik och två motorvagnar igång mellan kl. 6 och 23 samt ytterligare två vagnar lördagar och helgdagar mellan kl. 13 och 1.30 uppgå till 750,000 kWh, inberäknat energi för vagnsuppvärmning samt hjälpändamål. Vagnvikten är härvid räknad till 25,5 ton i genomsnitt. Denna förbrukning, vilken svarar till 31,700 turer skulle pr tonkm. uppgå till ca 66 wattimmar.

Det kan vara av intresse att göra klart för sig, huru denna effektförbrukning ungefär fördelar sig på rent tågmotstånd, förluster i startmotstånd och utbromsad levande energi. Vid 1 km. hållplatsavstånd

samt under förutsättning av att nedbromsningen i medeltal sker från 55 km./tim., erhållas följande ungefärliga procenttal:

Effekt för övervinnande av rena tågmotstånd	30 %
Effekt motsvarande tågets levande energi, som utbromsas	62 %
Förluster i startmotstånd	8 %

Siffrorna visa klart, att för trafik av detta slag återvinningsbromsning skulle ha en ytterst viktig mission att fylla, då härvid större delen av den levande energien endast temporärt behövde lånas från nätet. Ännu äro anordningar för återvinningsbromsning i kombination med likriktare endast på försöksstadiet, men torde man väl kunna räkna med att denna för strömekonomin så viktiga fråga med tiden skall bringas till en tekniskt fullgod lösning.

Av de gamla vagnarnas utrustning kunde drivmotorerna, kompressorerna och strömvtagarna komma till användning efter ändring och revidering. För de 5 vagnarna disponerades 10 gamla drivmotorer, varför ytterligare 10 motorer måste nytillverkas. Då minst två motorer ständigt äro seriekopplade till linjespänningen, kommer klämspänningen per motor ej under normala förhållanden att överstiga halva linjespänningen, d. v. s. i medeltal 750 volt. Vid omlindningen av de gamla motorerna har på grund av den högre hastigheten effekten kunnat ökas från 60 till 90 hkr. Vid en så hög driftspänning som 1,500 volt kan manövreringen ej längre lämpligen ske direkt från förarkontrollerna utan måste verkställas antingen medelst mekaniskt eller indirekt styrd centralkontroller eller medelst kontaktorer. Då det fordrades, att två vagnar skulle kunna elektriskt hopkopplas och köras från en förarhytt i multipelkoppling, blev den senare anordningen vald såsom den enklaste.

Från strömvtagaren ledes strömmen genom en drosselspole och smältsäkring placerad på taket i kabel ned till apparatlådorna, i vilka start- och grupperingskontaktorer liksom fram- och backkopplare äro placerade. Startmotstånden äro anordnade å vagnstaket och förbundna med kontaktorerna medelst kabel. Från apparaterna och startmotstånden ledes strömmen genom motorerna och därifrån till jord. Genom frånskiljare kan den ena eller andra motorgruppen vid felaktighet urkopplas. Å vagnstaket äro vidare anordnade överspänningsskydd i form av hornnistgap liksom även jordslutningsanordningar manövrerbara från förarhytterna. För att förhindra att personalen vid inspektion och skötsel av utrustningarna i de i vagnsunderredet placerade apparatlådorna skola kunna komma i beröring med högspända delar ha även i apparatlådorna anordnats jordningskontakter, som manövreras av luckorna och kortsluta de spänningsförande delarna, då luckorna öppnas. Skulle personalen mot gällande instruktion ha glömt att taga ned strömvtagarna före en dylik inspektion, kommer alltså kontaktledningen att jordförbindas, varvid huvudsäkringen smälter

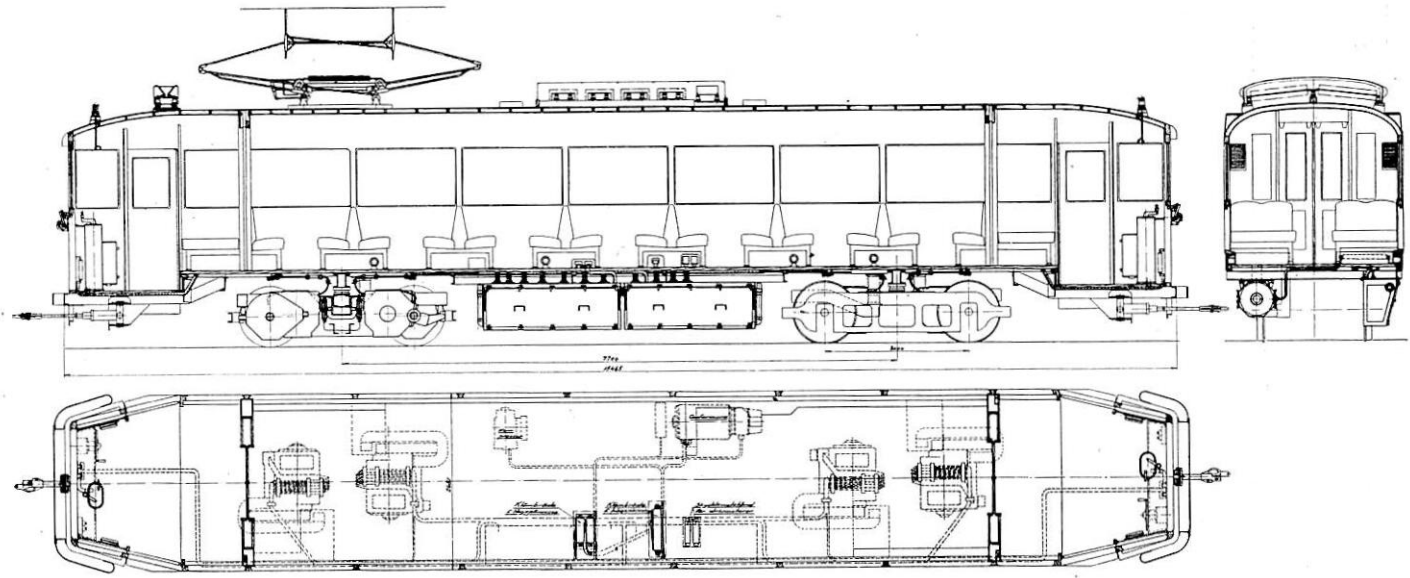


Fig. 3.

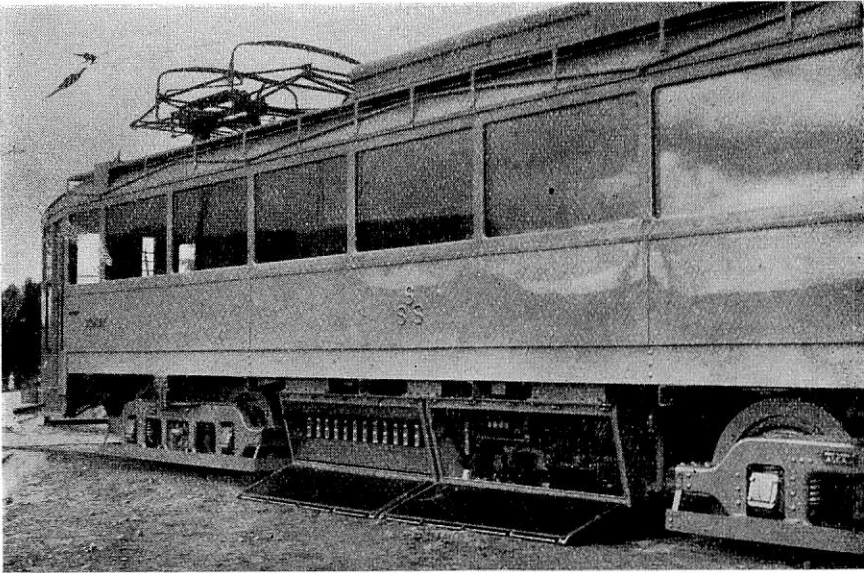


Fig. 4.

och vagnen blir isolerad från kontaktledningen. Vid en kortslutning inom vagnen kommer i regel såväl säkringen å taket som snabbbrytaren i stationen att fungera. Om säkringen smält och jordslutningen alltså är borta, inkopplar sökaranordningen automatiskt på nytt kraftkällan till linjen. I annat fall sker ej inkoppling, förrän föraren tagit ned strömavtagaren å den felaktiga vagnen, vilket givetvis i denna situation omedelbart bör ske.

Samtliga motorkontakter och hjälpapparater förande högspänning äro utförda indirekt manövrerade, av elektromagnetisk typ, samt manövreras med lågspänd likström från en särskild manöveromformare (fig. 5).

Manöversystemet är anordnat för enmansbetjäning i princip som å de svenska statsbanornas elektriska lokomotiv. Kontrollerna äro utrustade med s. k. »dead mans grip». Om denna släppes, brytes motorströmmen automatiskt och bromsarna gå in efter en viss inställbar tid, vanligen ca 10 sek. Omkastning av vagnens rörelseriktning sker medelst en elektromagnetisk valsomkopplare, som dirigeras från en särskild manövervev å kontrollerna. Vid hopkoppling av tvenne vagnar och körning från en förarhytt hopkopplas manöverkretsarna genom multipelslangar, som insättas i dosor anordnade i vagnens gavlar.

Manöveromformaren förser även vagnen med belysningsström vid 24 volt. Då kontaktlinjespänningen å ytterlinjen kan variera mellan ca 1,100 till 1,800 volt och inne i staden mellan ca 400 och 650 volt, måste man fordra av omformaren, att den kan transformera denna

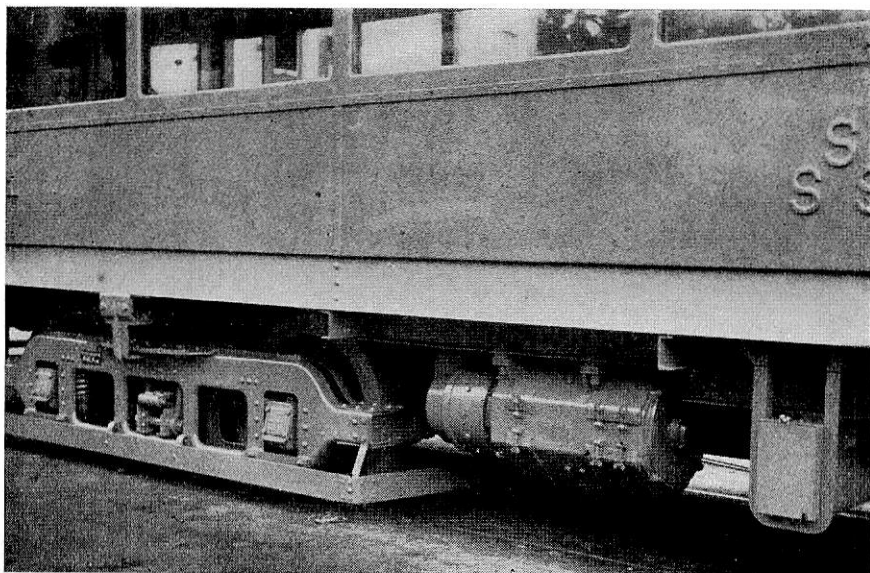


Fig. 5.

starkt varierande primärspänning till en konstant spänning av ca 24 volt för manöverapparater och belysning samt vidare, att den kan förse kompressormotorn med en medelspänning av ca 550 volt. I själva verket är denna detalj tekniskt sett den ojämförligt svåraste i utrustningen och torde därför förtjäna en något närmare redogörelse. Kopplingen av omformare med tillhörande apparater framgår tydligare av fig. 6.

Drivmotorn är utförd med tvenne strömsamlare och dubbla rotorlindningar med gemensamt fält. Varje strömsamlare är avsedd att upptaga halva den påtryckta spänningen, vilken är något lägre än linjespänningen på grund av att seriemotstånd äro anordnade i huvudkretsen. Då motorn skall kunna arbeta från tomgång till full last, är det ej möjligt att utföra densamma som seriemotor, utan måste den utföras som shuntmotor med serielindning. På grund av den höga spänningen blir givetvis konstanten å magnetfältet relativt stor och maskinen härmed känslig för plötsliga spänningsvariationer. För att minska tidskonstanten hava ohmska motstånd seriekopplats med magnetlindningen. Genom uppdelningen av den påtryckta spänningen på två strömsamlare kan vid körning å ytterlinjen kompressorn anslutas till den strömsamlare, som ligger närmast jord, varvid, om även hänsyn tages till seriemotstånden, ungefär normal spårvagnsspänning erhålles. Manöver- och belysningsspänningen erhålles genom en till drivmotorn kopplad generator. Då varvtalet å omformaren emellertid kommer att variera inom vida gränser, måste en regulator in-

kopplas i generatorns fält, som oberoende av hastigheten håller spänningen vid konstant värde. För detta ändamål användes den s. k. motorregulatorn i kombination med styrbatteri. Den beskrivna anordningen förutsätter, att anslutningen till drivmotorn vid övergång från ytterlinjen till stadslinjen omkopplas, så att å ytterlinjen båda strömsamlarna ligga i serie, medan i staden endast den ena strömsamlaren

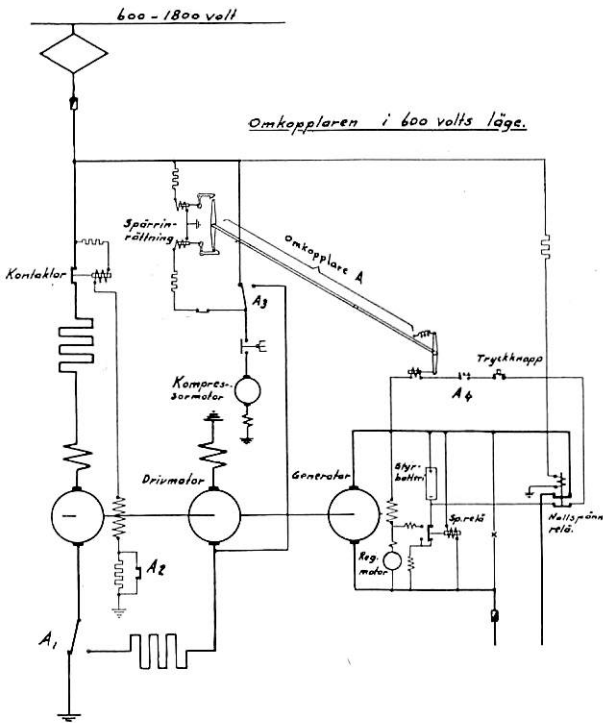


Fig. 6.

är ansluten till kontaktledningen. För detta ändamål har anordnats en särskild elektromagnetisk omkopplare A försedd med kontakterna A_1 — A_4 . Denna omkopplare är så anordnad, att den vid spänningslöshet genom en fjäder hålls i 1,500 volts koppling. Då vagnen passerar genom den strömlösa sektionen, intar omkopplaren detta läge. Då vagnen går in på 1,500 volts sektionen, ligger omformaren alltså redan i rätt driftläge, varför det är uteslutet, att 1,500 volt kan bli inkopplad å 600 volts kombinationen. Vid körning in på 600 volts sektionen omläggas omkopplaren genom en tryckknapp i 600 volts läge, varvid manöverström tages från styrbatteriet. Dylik omkoppling är ej möjlig, då vagnen går på 1,500 volts sektionen på grund av diverse förreglingar, som framgår av schemat.

I det föregående har förutsatts, att den s. k. strömlösa sektionen mellan de båda spänningsförande sträckorna även är spänningslös.

Så är emellertid ej förhållandet, enär omformarens drivmotor vid övergång till sektionen börjar arbeta som generator på sin levande massa och generera spänning. För att komma ifrån denna svårighet är ett fast motstånd av lämplig storlek inkopplat mellan den strömlösa sektionen och jord. Anordningen är kompletterad med en del skydds- och spänningsreläer, vars funktionering det emellertid här skulle föra för långt att gå in på.

Fig. 3 visar vagnens anordning. Av speciellt intresse är ventilations-systemet. Vid den höga spänning, som användes å ytterlinjen, är det av största vikt, att ventilationsluften för drivmotorer och omformare är fri från snö och damm. Kyl Luften föres därför genom lufttrummor

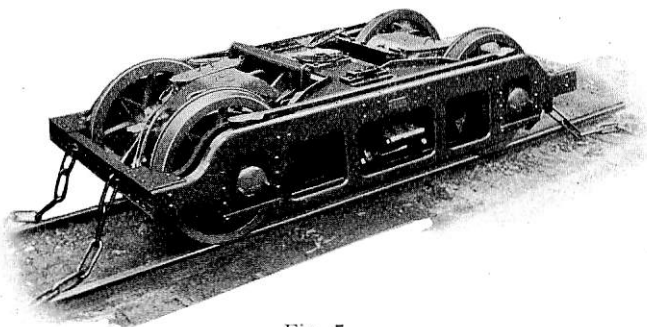


Fig. 7.

till motorerna, och äro luftintagen dels anordnade inne i vagnen, dels å vagnens yttersida nära taket. Genom ställbara spjäll kan mer eller mindre luft tagas in i vagnen, varigenom en effektiv ventilation av denna erhålles. Frisklufttillförseln till vagnen ombesörjes genom jalousier, anordnade på taket. Förbindelsen mellan lufttrummorna i korg och boggie sker genom läderbälgar.

Vagnarna äro även försedda med elektrisk belysnings- och värmeinstallation. Värmelementen äro anslutna direkt till linjespänningen, och användas för manövreringen brytare av stabil och väl isolerad konstruktion i stort sett överensstämmande med motsvarande värmebrytare å S. J. enfasvärmeinstallationer.

Konstruktionen av vagnarnas mekaniska del erbjuder flera detaljer av intresse. Då den mekaniska delen emellertid närmare beskrives i ett efterföljande föredrag, skall här endast ytterligare visas en bild (fig. 7) av drivmotorboggie med inmonterade motorer. Denna boggie är en kombinerad balans- och fjäderboggie enligt system Dingertz. Korgen vilar på en vagga, avfjädrad med ellipsformade fjädrar. Denna vagga är i sin tur medelst pendlar upphängd i boggiens ramverk. Ramverket vilar slutligen över dubbla spiralfjädrar och balanser på lagerboxarna.