



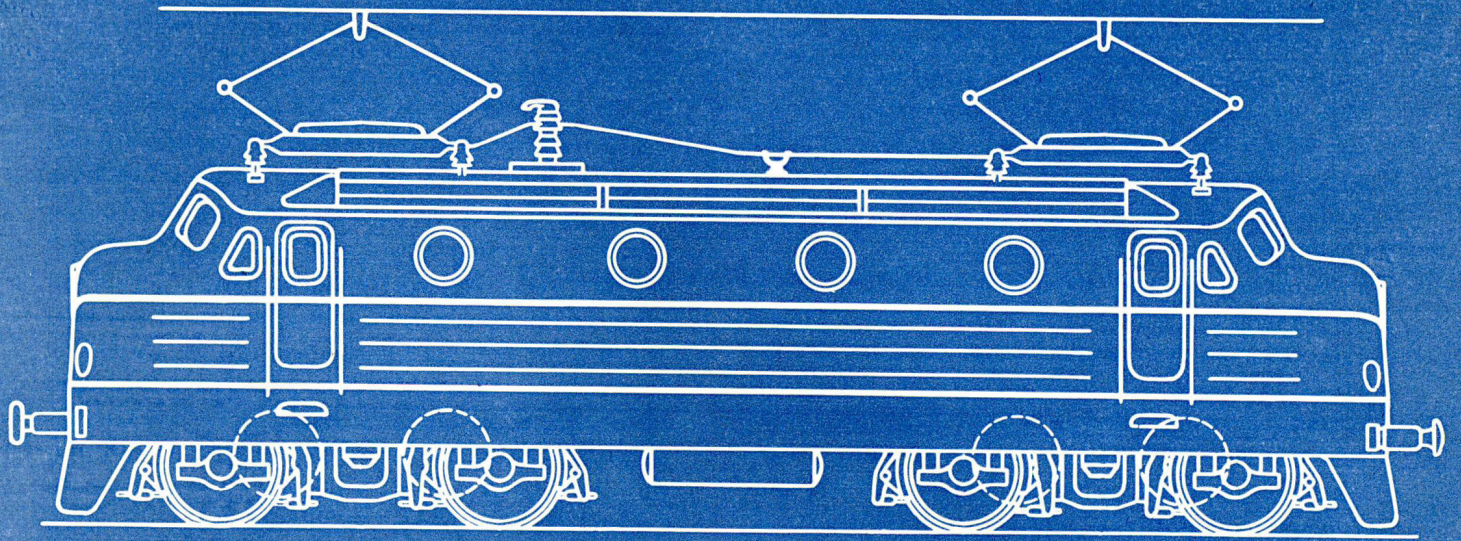
Rapidloket

— världens lättaste
i förhållande till effekten

ASEA

Våren 1955 levererades till SJ de två första expressloken av den nya Ra-typen, vilkas konstruktion i flera avseenden avviker från tidigare i Sverige utbildad praxis. Nydqvist & Holm AB har utfört den mekaniska och ASEA den elektriska delen. Loket har följande data: 150 km/h, 2 648 kW (3 600 hk), vikt 61 t, vilket innebär ett icke tidigare uppnått resultat ifråga om inbyggd motoreffekt per ton lokvikt. En beskrivning av dessa lok lämnas liksom en redogörelse för drifterfarenheter och utförda speciella undersökningar över gångegenskaper och mekaniska påkänningar.

Bilden på omslaget visar ett av loken på Västerås centralstation. (45282)



RAPIDLOKET

J Liljeblad och B Björklund, Banavdelningen, Västerås

(Särtryck ur ASEA:s Tidning 50 (1958) nr 1-2)

Lokutvecklingen i Sverige

Det torde vara välkänt även utanför fackmännens krets att utvecklingen på elloksområdet i Sverige ej följt samma linjer som utomlands¹. Skillnaden har huvudsakligen bestått i att man där redan före 1930 för linjetjänst tillverkade endast lok med individuellt drivna axlar, medan man i Sverige fortsatte att bygga de under tidigare utvecklingsskede helt dominerande koppelstångsloken ända fram till senaste tid, och enligt konstruktionsprinciper som tillkom före 1920-talet. Anledningen till att koppelstångsöverföringen övergavs på kontinenten var till största delen de svårigheter i form av svängningsresonanser och de höga underhållskostnader som vid de valda konstruktionerna erhöles för själva drivanordningen. I Sverige har däremot erfarenheterna av koppelstångsöverföringen varit väsentligt gynnsammare, vilket huvudsakligen förklaras av lämpligare konstruktioner och noggrannare tillverkning. Även i Sverige tillkom dock redan under 1930-talet för vissa specialuppgifter en del 4-axliga boggi-lok (BoBo) i nuvarande H- och B-serierna. I början av 1940-talet introducerades sedan det med fyra individuellt drivna axlar utrustade F-loket av ramverkstyp (I'Dol'), avsett för tunga snälltåg, och det med två 3-axliga bog-gier (CoCo) utrustade M-loket, avsett för tunga gods- och persontåg. Då kraven på hög maximihastighet, stor inbyggd effekt och liten inverkan på spåret efter hand



Fig. 1. Ra-loket avviker till sitt yttre avsevärt från tidigare svenska ellok.

- världens lättaste i förhållande till effekten

skärpts, har dock även här i Sverige fördelarna hos boggi-lok under senare år blivit mera allmänt accepterade, i synnerhet sedan de schweiziska loktillverkarna i mitten av 1940-talet angivit delvis nya konstruktionsprinciper, som medförde förbättrade egenskaper i flera avseenden.

Ra-loket

Då man kunde förmoda att tiden också i Sverige var inne för ett definitivt genombrott för boggilok, utarbetade AB Svenska Järnvägsverkstäderna, AB Motala Verkstad, Nydqvist & Holm AB och ASEA i början av 1948 var sitt förslag till BoBo-lok och lade fram dessa för Järnvägsstyrelsen. Av skilda anledningar resulterade emellertid förslagen icke i någon omedelbar beställning. Diskussion och projektering gick emellertid vidare under ett antal år och ledde slutligen i mitten av 1952 till beställning hos ASEA av två provlok i en planerad serie avsedd huvudsakligen för expresstrafik. Dessa lok fick beteckningen Ra. I kontraktet angavs bl.a. en totalvikt av 62,4 t, en maximihastighet av 150 km/h och en motoreffekt vid entimmesdrift av 3 000 hk. Dessa krav innebar att vikten skulle minska 17 % och effekten öka 20 % jämfört med motsvarande data för Da-loken med koppelstångsdrift¹. Anledningen till att beställaren önskade begränsa lokvikten var de sedan gammalt gällande bestämmelserna för sambandet mellan tillåten axellast, rälvikt, sliperavstånd och maximihastighet. Enligt dessa bestämmelser kunde nämligen på huvudlinjerna vid 15,6 t axellast en maximihastighet av 150 km/h tillåtas.

I kontraktet angavs vidare att leverantören hade rätt att på egen bekostnad prova två olika boggikonstruktioner under förutsättning att dessa utformades så, att man fick full utbytbarhet.

Eftersom den mekaniska delen till elfordon sedan åtskilliga år ej längre ingår i ASEA:s produktionsprogram träffades avtal med Nydqvist & Holm AB i Trollhättan om tillverkning av korgar och boggier. Boggikonstruktionens grundalternativ (för lok 846) utarbetades helt vid ASEA, medan den mekaniska firman utförde detaljritningarna på korgen enligt skisser och förslagsritningar från ASEA. Nydqvist & Holm AB utnyttjade dessutom ovan nämnda möjlighet att konstruera och utföra ett modifierat boggi-alternativ (för lok 847) som dock skilde sig från grundalternativet endast beträffande upphängningen av korgen.

¹ Glimtar från ASEA:s insatser för SJ:s järnvägslektrifiering under 50 år, ASEA:s Tidning 48 (1956):11-12, s. 171-188.

Allmänna data för Ra-lok nr 846:

15 000 V, 16 2/3 Hz, 1435 mm spårvidd

Timeffekt:

a) Vid 70 % av lokets max. hastighet

$4 \times 825 = 3300$ hk

$4 \times 607 = 2428$ kW

Hastighet härvid (nya hjul) 106 km/h

b) Vid 90 % av transformatorns max. tomgångs-

spänning (enligt IEC 48) $4 \times 900 = 3600$ hk

$4 \times 662 = 2648$ kW

Hastighet härvid (nya hjul) 113 km/h

Max.dragkraft 15 Mp

Max.hastighet 150 km/h

Vikt av mekanisk del (inkl. personal, sand,

verktyg=0,8 t) 31,2 t

Vikt av drivanordning 3,8 t

Vikt av kompressorutrustning 0,8 t

Vikt av elektrisk del 25,0 t

Total vikt 60,8 t

Axellast $4 \times 15,2$ t

- | | |
|---|---|
| 1. Strömavtagare | 10. Laddningsdon för ackumulatorbatteri |
| 2. Huvudbrytare med fränskiljare | 11. Batteridriven hjälpkompressor |
| 3. Traktionsmotorer | 12. Centrifugalfläkttaggare för kylare |
| 4. Centrifugalfläkttaggare för oljekylare | 13. Luftkompressor för broms m.m. |
| 5. Oljekylare | 14. Ackumulatorbatteri |
| 6. Oljepump | 15. Motorkontakter och fram-back-kopplare |
| 7. Huvudtransformator | 16. Tryckluftsapparater |
| 8. Kontaktorstativ | |
| 9. Hjälppapparatstativ | |

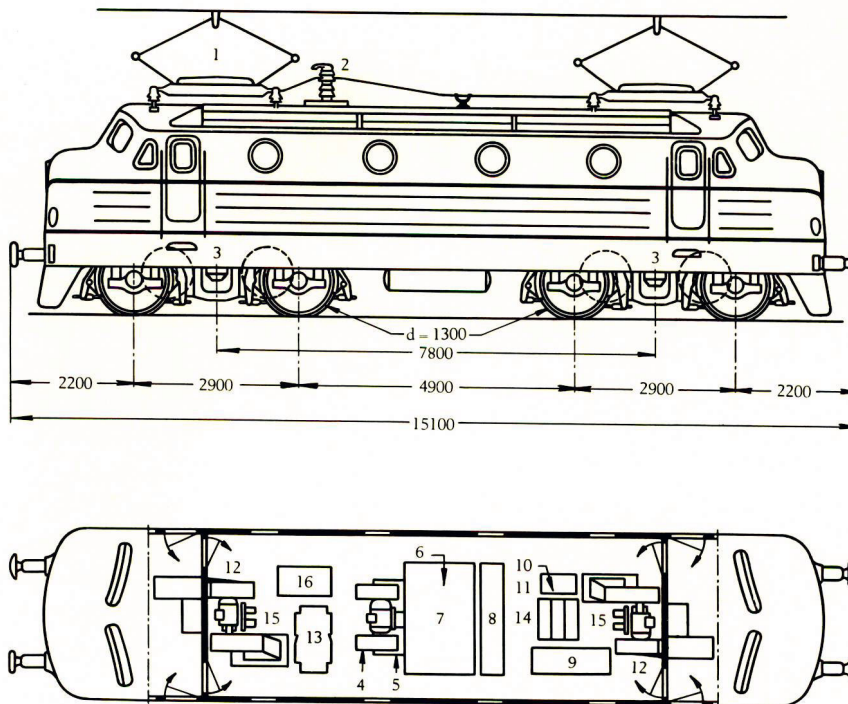


Fig. 2. Principritning för Ra-loket med allmänna data. (Fr 296)

Viss del av detaljrättningsarbetet överläts till AB Svenska Järnvägsverkstäderna i Falun och AB Motala Verkstad.

Resultatet av det gemensamma arbetet framgår av fig. 1, som visar det ena av de i början av 1955 levererade loken. Huvudmått och övriga data är angivna i fig. 2. De i kontraktet uppställda kraven beträffande vikt och effekt har kunnat uppfyllas med god marginal. I förhållande till vikten utgör Ra-loket fortfarande det mest extrema elloket i världen med en vikt per effektenhet av endast 16,9 kg/hk, vilket framgår av de i fig. 3 sammanställda viktuppgifterna för en rad utländska BoBo-lok. Den nämnda låga vikten har kunnat uppnås utan att normalt gällande krav beträffande påkänningar och säkerheter åsidosatts. Ej heller har lättmetall kommit till användning annat än för takluckorna (viktinst ca 300 kg). Med avsteg från tidigare praxis vid SJ har dock den vikt-begränsande åtgärden vidtagits att hjulaxlarna urborrats (viktinst ca 400 kg). I övrigt har för den mekaniska delen den låga vikten jämfört med tidigare lok uppnåtts genom effektivare utnyttjning av materialet. Konstruktionsarbetet har baserats på omfattande beräkningar som senare verifierats genom mätningar. För den elektriska delen beror den låga vikten jämfört med tidigare ASEA-konstruktioner huvudsakligen på lättare traktionsmotorer och drivanordning, som båda nykonstruerats för Ra-loket. Apparat- och hjälpmaskinutrustningen är däremot i stort sett av samma typ som Da-lokens².

² Överholm, H, Nyare svenska enfasslokomotiv, ASEA:s Tidning 45 (1953):5-6, s. 59-70 och 45 (1953):7-8, s. 83-105.

Mekanisk del

Boggier

Det principiella utseendet av grundalternativet för boggierna visas i fig. 4. Målet har varit att uppnå en lätt konstruktion med goda gångegenskaper, långa intervall mellan revisionerna och därmed låga underhållskostnader, samt att göra det möjligt att i drift prova olika för gångegenskaperna avgörande fjäder- och dämpkonstanter.

Hjulsatserna, vars utförande framgår av fig. 5, har utförts med hålborraxel och ringförsedda skivhjul. Materialet är seghärdat såväl i axeln (brottgräns 60 kp/mm²) som i hjulskivorna (brottgräns 70 kp/mm²). Hjulskivornas samtliga ytor är bearbetade och minsta tjockleken är 15 mm. Hjulringarna är av SJ:s normala material med en brottgräns av 72 kp/mm². Utformningen av hjulskivorna föregicks av noggranna beräkningar, som verifierades genom en rad statiska prov och mätningar av de påkänningar som uppstår på grund av påkrympningskrafterna vid olika form på skivorna. Dessa undersökningar visade att de S-formade skivorna som vanligen förekommer är olämpliga, eftersom det krympgrepp av ca 1 0/00 som normalt används medför att sträckgränsen uppnås redan vid mycket små sidokrafter. Ra-lokens hjulskivor fick därför den form med rak generatris som fig. 5 visar. Totalvikten för hjulsatsen uppgår till 1 580 kg, vilket vid ifrågavarande hjuldiameter (1 300 mm) och ringdimension (140 × 75 mm) är en extremt låg siffra.

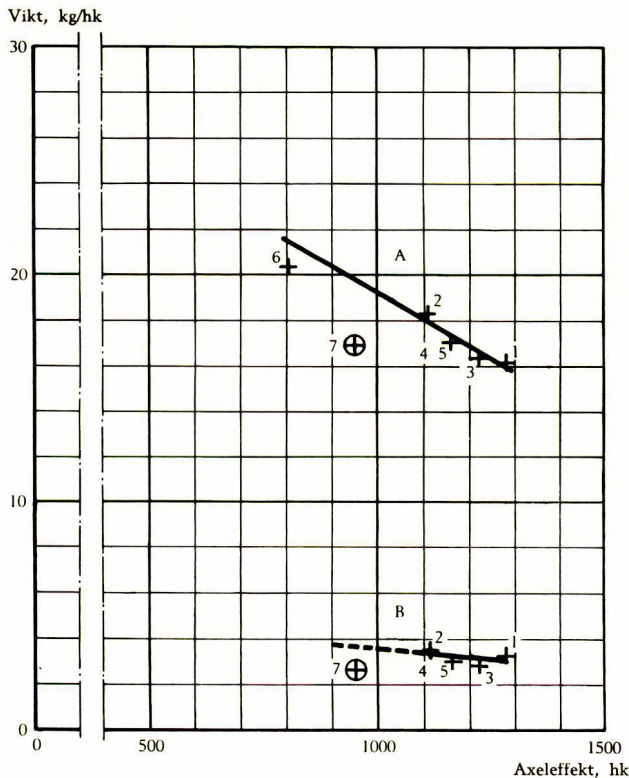


Fig. 3. Kurvan A anger lokets och kurvan B traktionsmotorns vikt i kg/hk som funktion av axeleffekten i hk, varvid tim-effekten här anges vid 90 % av transformatorns max. tomgångsspänning enligt IEC 48, för några nykonstruktioner av $16\frac{2}{3}$ Hz, BoBo-lok. (Fr 297)

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. DB lok E 10001 enligt EB 1953:6 | 5. DB lok E 10005 enligt EB 1954:10 |
| 2. DB lok E 10002 enligt EB 1954:4 | 6. DB lok E 41001 enligt EB 1957:2 |
| 3. DB lok E 10003 enligt EB 1953:10 | 7. SJ lok Ra 846 |
| 4. DB lok E 10004 enligt EB 1954:10 | |

Anm. DB betyder Deutsche Bundesbahn, EB betyder tidskriften Elektrische Bahnen. För lok 1 ingår drevet i motorvikten.

Lagerboxarna med styrningar och fjädrar enligt fig. 6 är utformade på ett delvis likartat sätt som på schweiziska lokboggier. Ett liknande utförande har tidigare av ASEA provats även på ett par experimentboggier för express-tågsätten Xoa5. I varje box ingår endast ett sfäriskt SKF-lager.

Lagerboxfjädringen består av två skruvfjädrar som stöder mot konsoler på lagerboxen och mot ramens undersida. Genomfjädringen, dvs. totala fjädringen för statisk belastning, vid boxarna uppgår till ca 50 mm. Styrningen av boxarna relativt ramverket sker med hjälp av cylindriska tappar med sätthärdad yta, vilka omges av bronshylsor lagrade i gummielement på lagerboxkonsolerna. Styrningen sker i olja, varigenom slitning och behov av underhåll nästan helt eliminerats. Oljan utnyttjas även för dämpning av fjädringsrörelsen genom en i varje styrning inbyggd dämpkolv, försedd med speciella ventiler. De nämnda gummielementen är så utförda och inbyggda, att deras fjäderkonstant i boggins längdriktning är större än i dess tvärriktning. Härigenom erhålles den för boggins lugna gång nödvändiga fasta parallellstyrningen av

axlarna, samtidigt som tvärfjädringen blir tillräckligt mjuk för att i viss mån mildra de transversella stötkrakterna mellan hjulsats och boggiram.

Boggiramen enligt fig. 7 utgöres av en sluten, svetsad lådkonstruktion av konstant höjd och med harmoniskt avrundade övergångar mellan de längsgående huvudbalkarna och de tvärgående sammanbindningsbalkarna. Under ramens centrumparti är ett stativ fastskruvat, som utgör den ena stödpunkten för traktionsmotorerna. De två andra fästpunkterna är belägna på den tvärgående centrumbalkens övre sida.

Bromsen utgöres som fig. 8 visar av en dubbelsidig blockbroms med dubbla block i gemensam hållare. Varje hjulaxel har sitt eget system med tillhörande bromscylinde fäst i en vridbar vagga i ramen. Genom denna upphängning reduceras kraften på boggiramen från bromscylindern högst avsevärt. I varje bromssystem ingår en enkelverkande regulator.

För grundalternativet (fig. 4) gäller dessutom följande. Korgens fjädring gentemot boggin sker i vertikalled över två enbladsfjädrar upplagda direkt på boggins båda långbalkar. Genomfjädringen uppgår till ca 70 mm. Enbladsfjädrarna har den fördelen gentemot de vanliga använda mångbladsfjädrarna att de kräver mindre utrymme och att deras fjädringskurva genom frånvaron av inre friktion

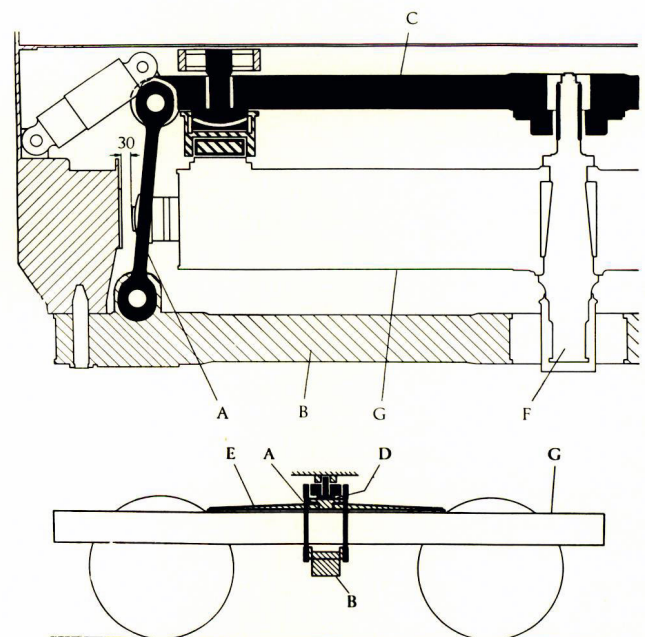


Fig. 4. I grundalternativet överförs korgvikten från länkarna A, som förbinder balken B med balken C till de oljesmorda glidplanen vid sidorna D och därmed till enbladsfjädern E, som i sin tur vilar på boggiramens översida G. Balken C följer korgen i längdled, men är fritt rörlig relativt korgen i sidled. I förhållande till boggin är balken C fritt rörlig i längdled men följer dess sidorörelser. Den undre balken B som sammanbinder korgstöden överför genom centrumsappen F drag- och bromskrafterna. (Fr 298)

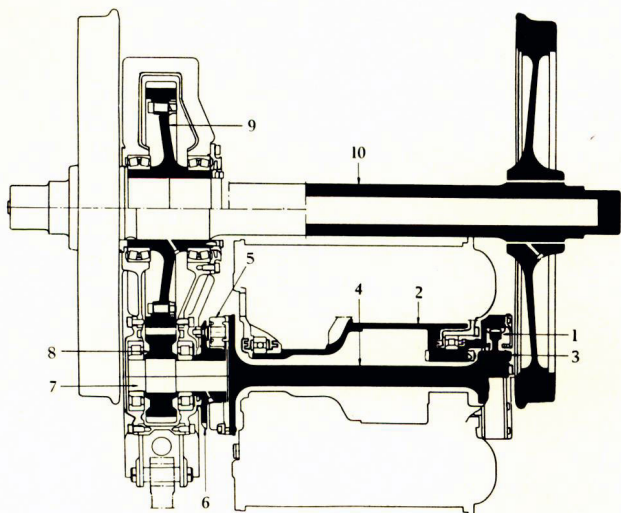


Fig. 5. Överföring av traktionsmotorns moment sker med s.k. rotorhållaxel. (Z 8936)

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| 1. Oljefyllad tandkoppling | 5-6. Gummikoppling (Layrub) |
| 2. Ihålig rotor | 7-9. Växel |
| 3. Tandhjul på torsionsaxel | 10. Ihålig lokaxel med påkrympta hjul |
| 4. Torsionsaxel med fläns | |

är kontinuerlig. Vridningsrörelsen mellan boggi och korg sker i oljesmorda glidplan anordnade mellan bladfjädrarnas mittparti och en ovanför boggiramen liggande tvärgående balk, som vrider sig med korgen. Vridpunktens läge i längdled bestäms av en i boggiramen fäst nedåtriktad centrumtapp, som även tjänar att överföra broms- och dragkrafter till den vid korgen fastbultade tvärbalken under boggiramen. I tvärriktningen fixeras vridningscentrum av den uppåtriktade delen av centrumtappen genom att denna i en slits sticker upp genom den nämnda, med glidplan försedda tvärgående balken. Denna övre tvärbalk och den undre med korgen fastbultade tvärbalken är förenade genom fyra länkar, som möjliggör att korgen kan pendla i transversell riktning gentemot

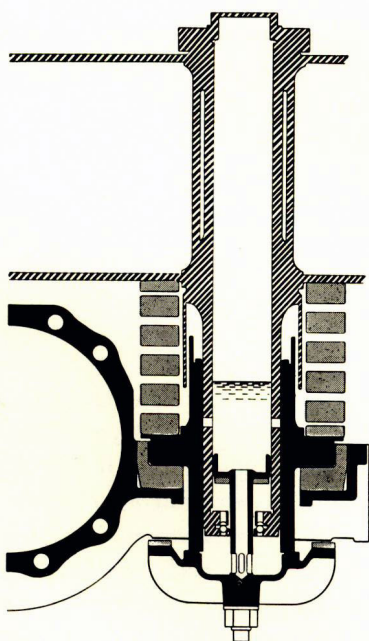


Fig. 6. Lagerboxens vertikallrörelse styres av cylindriska tappar i oljebad med inbyggda, enkelverkande oljedämpare. (Fr 300)

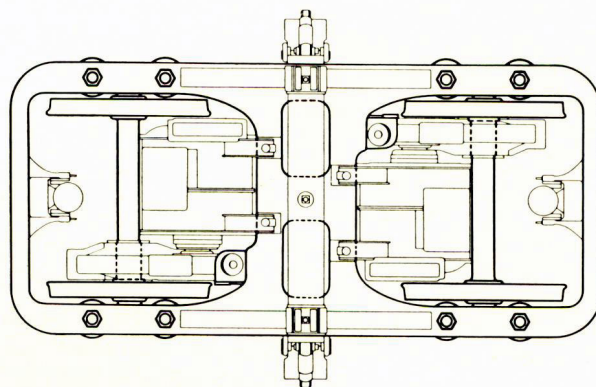
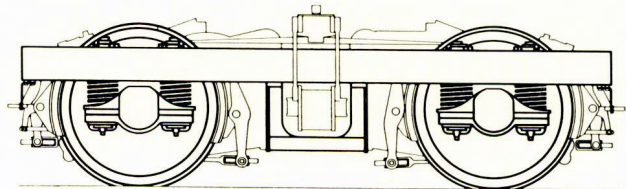
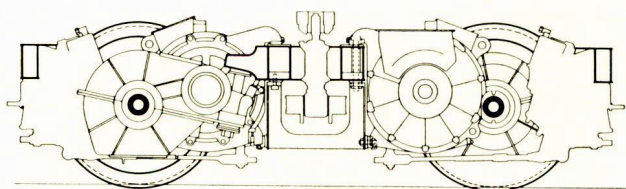


Fig. 7. Boggiram av sluten lådkonstruktion är liksom hjulsats och lager med styr- och fjädrdon m.m. lika för båda boggialternativen. Med fina linjer antyds bl.a. korgupphängningen i grundalternativet. (Fr 301)

boggin. Det fria rörelseområdet utgör ± 30 mm och begränsas därefter genom ett progressivt fjädrande stopp så att maximala rörelsen uppgår till ca ± 40 mm. Anordningar är vidtagna så att olika pendellängder kan prövas, nämligen 570, 690 och 810 mm. För dämpning av korgens pendelrörelse kan vidare hydrauliska dämpare inbyggas.

För det modifierade alternativet gäller samma utförande av hjulsatser, lagerboxar med styrningar och fjädrar, ramverk, broms och motorupphängning som för grundalternativet. Skiljaktligheten gäller huvudsakligen sättet för överföringen av de vertikala och horisontala krafterna mellan boggi och korg. Utförandet härav framgår i princip av fig. 9, som visar att korgfjädrarna består av fåbladiga fjädrar upphängda i pendlar som går genom boggiramen. De båda korgfjädrarna är förenade genom en tvärgående balk, och vridbart anordnad inuti denna finns ytterligare en balk, som i ändarna är fastbultad i korgen. Vridningsrörelsen sker kring en för tvärbalkarna gemensam centrumtapp och vertikallasten upptas i oljesmorda glidplan, anordnade mellan balkarna. Den yttre balken är vidare förenad med boggiramen över gummielement, som överför drag- och bromskrafterna mellan boggiramen och korg. Dessa gummielement blir för transversella

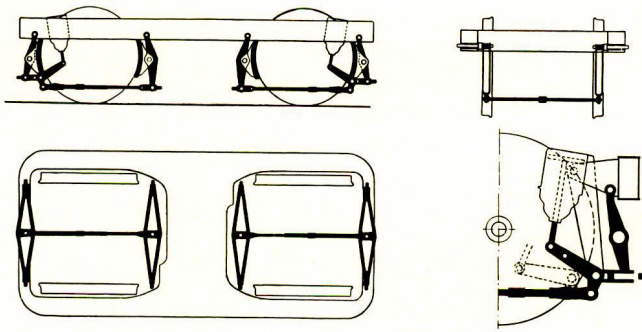


Fig. 8. Bromsanordningen i boggin är delad i två exakt lika system. Tryckluftscylindern är pendlande upphängd. (Fr 302)

rörelser parallellkopplade med de ovannämnda pendlarna, varigenom den ekvivalenta pendellängden i det ursprungliga utförandet endast blev ca 270 mm. (Se fig. 18.)

Korg

Vid diskussionerna om lokkorgens formgivning framfördes från Järnvägsstyrelsen önskemålet om en mera fartbetonad form än hos hittillsvarande svenska ellok. Samtidigt påpekades att föraren med hänsyn till den höga maximihastigheten som fastställt för detta lok om möjligt borde placeras på en mera skyddad plats än vanligt. Dessa önskemål ledde till att korgen utformades som omslagsbilden samt fig. 1 och 2 visar, dvs. i viss överensstämmelse med det i USA förhärskande lokmodet med frontens nedre del utdragen till en huv. Vidare eftersträvades sådan placering av förarhyttens fönster att sikten framåt skulle bli så god som möjligt.

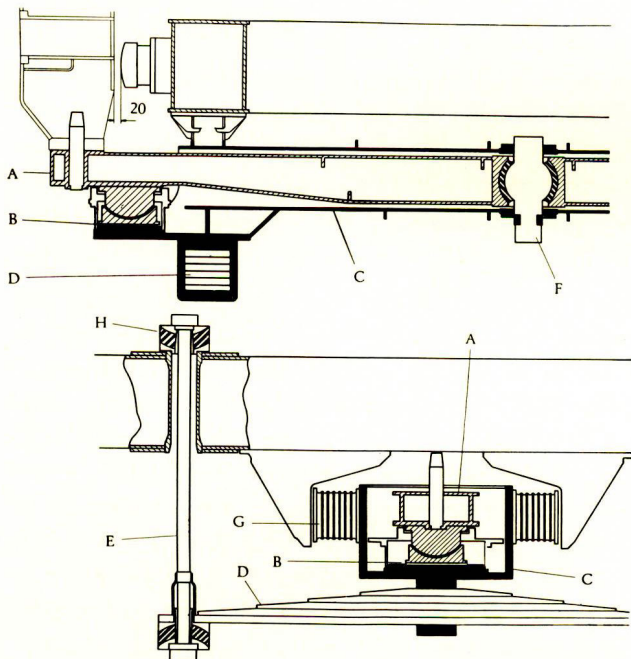


Fig. 9. I det modifierade boggialternativet vilar korgen på balken A. Över oljesmorda glidplan B förs tyngden till balken C. Denna bärs av de fåbladiga fjädrarna D som hänger i gummilagrade (H) pendlar E från boggens översida. Till balken A som binder samman korgstöden överförs drag- och bromskrafterna genom centrumsappen F från boggin över gummielementen G och balken C. (Z 9949)

Korg och underrede utgör en sammansvetsad enhet, utformad för att kunna upptaga de vertikala belastningar och kollisionkrafter som specificerats. En kontrollmätning med resistiva trådtöjningsgivare visade som väntat mycket låga påkänningar ($< 2 \text{ kp/mm}^2$) för de vertikala belastningarna. Korgen är vidare beräknad för att, utan permanent deformation, kunna utsättas för en central tryckkraft av 200 Mp anbragt vid buffertarna, eller en diagonal skjuvkraft av 75 Mp mellan två diagonalt belägna buffertar.

Väggarna mot förarhytterna är av korrugerad plåt, på maskinrumssidan besprutad med asbestmassa. Maskinrummets övriga väggar, golv och tak är oisolerade. Fönstren i maskinrummet är infästade direkt i plåtsidorna med gummilister.

All luft för kylning av traktionsmotorerna och transformatorn sugs in genom luftintag på loktaket. Som framgår av fig. 1 och 2 är takluckorna så utformade, att ett mellanrum uppstår längs takkanten genom vilket luften sugas in i maskinrummet med undantag av luften för transformator kylaren som går i slutna kanaler och sedan utblåses under loket. Vintertid kan emellertid denna luft sedan den passerat kylaren inblåsas i maskinrummet för att höja dess temperatur. Kylluften för traktionsmotorerna tas från maskinrummet och blåses genom läderbälgar ned till motorerna i boggierna och därefter ut i det fria. Demonteringen av korgen från boggierna underlättas av att dessa bälgar är utformade med glidplan mellan bälgen och motors luftintagsöppning, varigenom skruvförband här helt kunnat undvaras. Då avsikten är att motorerna skall skötas från inspektionsgrav saknar maskinrumsgolvet öppningsbara luckor.

Förarhytterna är värmeisolerade med isoflex mellan ytter- och innerväggar, vilka senare är utförda av ljus hårdplast. Golvet är täckt med ljus 2 mm plastmatta och förarbordet är av mörkgrönt, matterat aluminium med mattsvarta påmonterade detaljer. Fronthuv och förarhytten skiljs åt av en isolerande vägg, och inuti huvan är uppställt ett aggregat för varmlufts uppvärmning av förarhytten.

Föraren har en bekväm körställning; han sitter i en i alla riktningar inställbar stol. Signal med tyfon, bromslossning och sandning manövrerar föraren med pedaler (jfr fig. 10). Färdriktningen inställer han med "rattväxel" och upp- och nedkoppling sker med hjälp av rattförsedd kontroller. Signalbilderna på lokfronten omställs med en omkopplare med symbolisk skala, och en liknande omkopplare finns även för omställning av ventilation och uppvärmning av förarhytten. Manövrering av tryckluftsbromsen sker med hjälp av en till vänster om förarbordet placerad ventil, vilken är utförd för gradvis såväl ansättning som lossning. Dessutom finns på vanligt sätt en mindre ventil för lokets egen direktbroms.

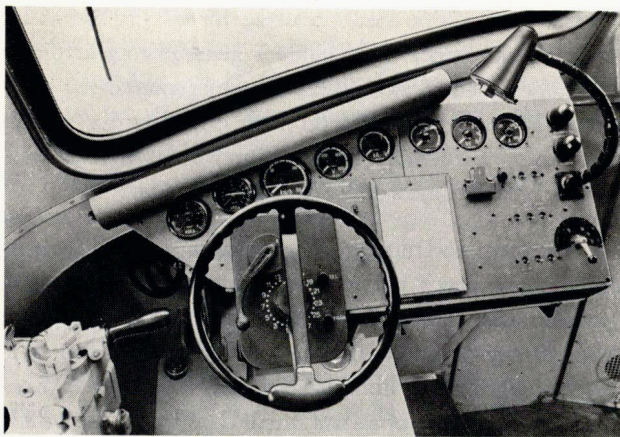


Fig. 10. Förarplatsen. Från vänster upp till bromsventil, och nedtill pedaler för bromslossning, sandning och tyfon. Ovanför kontrollern: manometrar för bromscylindrar, bromsledning och huvudluftbehållare, hastighetsmätare, samt instrument visande motorspänning och -ström, slirning, linjespänning och värmeström till tåget. "Rattväxeln" med stopp, back, noll och fram samt tryckknappar för manövrering av huvudbrytare och strömavtagare. Till höger om tidtabellen strömställare för hjälpmaskineri, omkopplare för hyttvärme, m.m. Kontrollerrattens säkerhetsgrepp kan hållas kvar i handen när ratten vrids. (48539)

För övervakning av tryckluft- och traktionsutrustningen ingår i förarbordet ett antal instrument, såsom fig. 10 visar. Instrumentens skalor är svarta och försedda med lysämnesbelagda visare och index som bestrålas med ultraviolett ljus.

Bromssystemet utmärkes av att omställning av bromskraften sker efter fordonets hastighet, så att 140 % av axellasten utbromsas vid hastigheter över 70 km/h och 80 % av axellasten vid lägre hastigheter. Parkeringsbromsen verkar endast på en av lokets fyra axlar och manövreras med vev, placerad i maskinrummet.

Elektrisk del

Den principiella kopplingen av traktionsutrustningen framgår av huvudkretsschemat fig. 11. Härav framgår att regleringen av spänningen till traktionsmotorerna sker på transformatorns nedsida på i princip samma sätt som tidigare beskrivits för bl.a. Da-lok (se not på s. 3). Kännetecknande för systemet är, att med undantag för de första kontrollerrälägena alltid sex kontaktorer samtidigt är inkopplade och alltså fördelar totala motorströmmen mellan sig. Med 30 kontaktorer erhålles på detta sätt totalt 27 körlägen inklusive två försteg, då mindre än sex kontaktorer är inkopplade.

Dispositionen av maskinrummet framgår av fig. 2. Längs vardera sidan finns genomgångar. Dörrarna mellan maskinrum och förarhytter är försedda med fönster, varigenom god sikt bakåt erhålles genom maskinrummet.

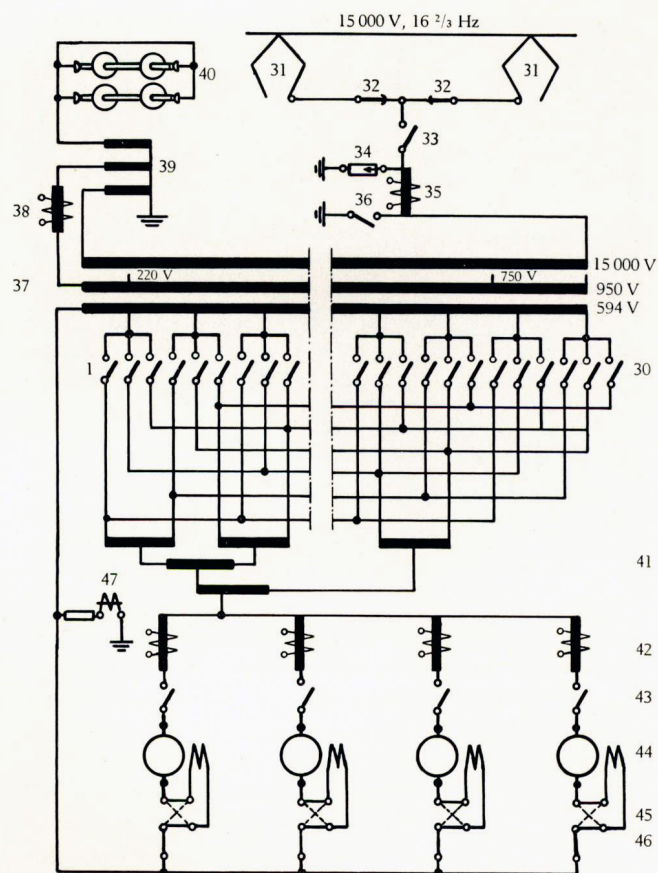


Fig. 11. Schema för den elektriska traktionsutrustningen. (Fr 305)

- 1-30. Transformatorkontaktorer. Med undantag för de första stegen är alltid sex kontaktorer slutna i drift. Vid spänningsökning öppnar nr 1 innan nr 7 sluter osv.
31. Strömavtagare
32. Frånskiljare
33. Huvudbrytare
34. Ventilavledare
35. Kombinerad genomföring och strömtransformator
36. Jordningskniv
37. Huvudtransformator
38. Strömtransformator för tågvärme
39. Transformator, omsättning 1:1:1; primär- och tågvarmeströmmen

- går genom var sin lindning och framdriver i den tredje en skillnadsström som tvingas genom släpringsdonet till rälen
40. Släpringsdon på ändarna av två fordonsaxlar
41. Reaktorer för sexdelning av traktionsmotorernas ström
42. Strömtransformatorer
43. Motorkontaktorer
44. Traktionsmotorer
45. Fram-backkopplare kombinerad med motorfrånskiljarna
46. Motorfrånskiljare
47. Jordfelsrelä, som utlöser huvudbrytaren vid jordfel; strömmen begränsas av serieresistansen

Alla apparater är överskådligt sammanförda i stativ, som färdigmonteras och provas före insättningen i loket. In- och urllyftning kan ske genom de väl tilltagna taköppningarna, som normalt täcks av de tidigare nämnda takluckorna. Alla apparater och maskiner är lätt åtkomliga för inspektion och underhåll. Manöverledningarna är plastisolerade och förlagda i aluminiumrör i loktaket.

Apparater

Högspänningsutrustningen, som omfattar strömavtagare, huvudbrytare med frånskiljare, ventilavledare och genomföringar, är av samma utförande som på alla nyare svenska ellok (Bt, Da, Dm och Ma). Den är praktiskt taget helt förlagd på loktaket.

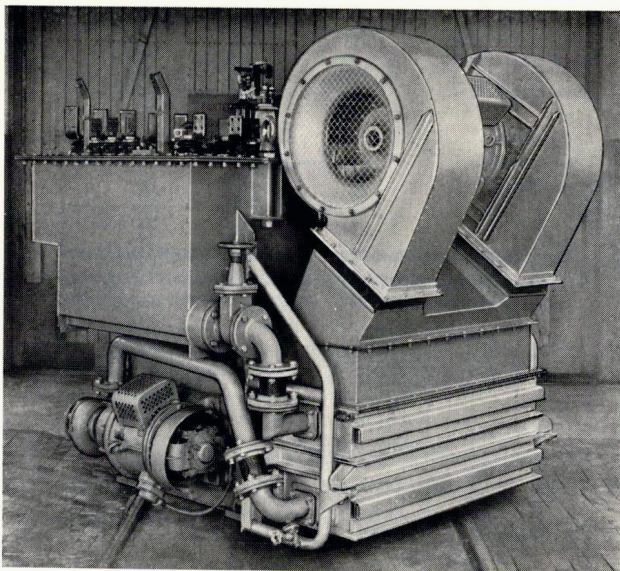


Fig. 12. Huvudtransformator för 15 000/51-594 V, 2 500 kVA med lättviktskylare, fläktar och pump i färdigmonterat skick klar för inlyftning. (45661)

Huvudbrytaren är av tryckluftstyp med 160 MVA bryteffekt vid 10 at ö. Högspänningsdelen befinner sig helt utomhus, men manöverdonet är lättillgängligt i lokets maskinrum. Till- och fränslagning för hand sker från förarhytten med samma knappar som används för strömavtagaren. Vid första impuls på Till-knappen höjs strömavtagaren och vid förnyad intryckning går huvudbrytaren till. Vid intryckning av Från-knappen verkar huvudbrytaren före strömavtagaren. Med två utomhusfränskiljare kan från maskinrummet den ena eller andra strömavtagaren med tillhörande takledning skiljas från.

Huvudtransformatorn (fig. 12) är av manteltyp och har två separata sekundärlindningar, den ena med uttag för 220, 750 och 950 V för hjälpmaskin- och tågvarme-

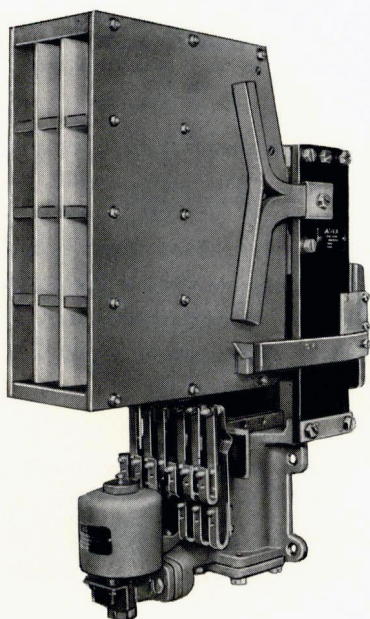


Fig. 13. En av de 30 transformatorkontaktorer. (43591)

kretsar, den andra med tio uttag för 51 ... 594 V för traktionsmotorerna. Primärsidans genomföring är direkt förbunden med en strömtransformatorgenomföring i loketaket. Förutom de reaktorer som erfordras för motorströmmens sexdelning finns i transformatorkärlet nedsidans fyra strömtransformatorer inbyggda.

På transformatorlådan är alla erforderliga kyldon, såsom fläktar, pump och kylare, monterade, se fig. 12. Aggregatet är således helt färdigt före inmonteringen i loket. Vid värmeprov enligt IEC 77 med 75°C maximal temperaturstegring på lindningarna har 2 500 kVA kontinuerlig uteffekt uppnåtts med den i fig. 12 visade kylaren.

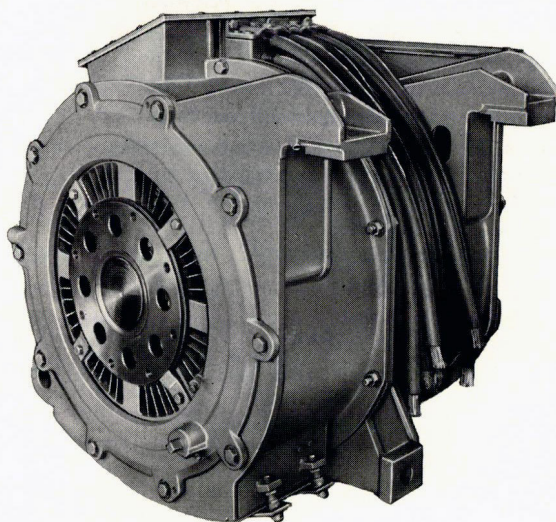


Fig. 14. Traktionsmotorn (med data enligt fig. 15) är avsedd för trepunktsupphängning. Torsionsaxelns fläns syns i centrum. (44471)

Transformatorkontaktorer för lågspänningsregleringen (fig. 13) är elektropneumatiskt manövrerade. Samtliga 30 är inbyggda i ett stativ. Belastningsförmågan per kontaktor utgör ca 1 600 A och för 6 parallellkopplade kontaktorer alltså ca 9 600 A. Detta svarar ganska väl mot totala motorströmmen vid svåra starter, vilken kan uppgå till 170 % av motorernas timström, eller $1,7 \times 4 \times 1 430 \text{ A} \approx 9 700 \text{ A}$. Kontaktorns brytförmåga överstiger vid $16 \frac{2}{3} \text{ Hz}$, 500 V och effektfaktorn 0,8 väsentligt 10 kA. Hjälpkontaktorer är placerade på framsidan. Kontaktorn väger totalt 28,5 kg. Samma typ av kontaktor ingår även som ett extra utlösningsskydd i traktionsmotorkretsarna (43 i fig. 11).

För omkoppling av motorerna vid ändring av färdriktningen finns för vardera motorparet en elektropneumatiskt manövrerad valskopplare, placerad fritt i maskinrummet över varje boggi. Manöverdonet är inneslutet i värmeisolerad kåpa med uppvärmningsanordning.

Hjälppapparaterna är samlade i ett gemensamt stativ. I detta finns samtliga övervakningsapparater för traktionsutrustning och hjälpmaskineri. Även övervakningsdon för tryckluftskretsen, såsom tryckvakt för kompressor, lågtrycksvakt för apparater m.m. ingår liksom för hjälpmaskineriet erforderliga smältskydd och strömställare samt en central med reläer som indikerar vilken strömkrets som orsakat utlösning.

Hjälpmaskineri

Ett fläktaggregat för traktionsmotorernas kylning är uppställt över vardera boggin. Det består av två fläktar, vardera för 1,65 m³/s luft vid ca 285 mm vp och 2 750 r/m. Fläktarna drivs av en gemensam enfaskommutatormotor på 16,2 kW vid 220 V, 16 2/3 Hz. Kyl luften för traktionsmotorerna tas som nämnts från maskinrummet. Ett tredje fläktaggregat av samma typ i fråga om såväl fläkt som motor, men för 2 400 r/m, ger 2 × 2,6 m³/s luft vid 150 mm vp för transformatorernas kylare. Till detta aggregat leder kanaler från intaget i taket. Den av transformatorernas förluster uppvärmda luften kan som nämnts vid kall väderlek tillföras maskinrummet men avgår normalt under loket.

Huvudkompressorn ger 2 100 l/m fri luft vid 10 at ö. för broms- och manöverluft. Den drivs av en motor på 16,2 kW, 220 V, 16 2/3 Hz vid 1 450 r/m. Dessutom finns en mindre batteridrivna hjälpkompressor på 6 at ö. som möjliggör höjning av strömavtagaren och tillslagning av huvudbrytaren innan huvudkompressorn trätt i verksamhet.

Manöverspänningen erhålles från ett ackumulatorbatteri på 45 Ah bestående av 60 Nife-celler, vilka laddas av en transduktorstyrd likriktare. Batteriets spänning är vid laddning ca 90 V och vid urladdning ca 72 V.

Traktionsmotorer och drivanordning

Traktionsmotorernas utseende framgår av fig. 14. Dragkrafts- och hastighetskurvor visas i fig. 15. Entimmeseffekten vid 70 % av maximihastigheten är 607 kW (825 hk) och vid 90 % av maximal transformatorspänning (enligt IEC 48) 662 kW (900 hk). Motorernas vikt är netto 2 420 kg, vilket ger 2,69 kg/hk vid 900 hk. Den torde därmed vara en av de mest utnyttjade traktionsmotorer som någonsin utförts, vilket närmare framgår av fig. 3.

Överföringen av motorernas moment till hjulaxeln sker i detta fall genom en s.k. rotorhållaxel och fri kuggväxel enligt fig. 5. Motorn är fast upphängd i det i förhållande till hjulsatserna avfjädrade boggiramverket. Från motorernas ena ände överföres momentet via en tandkoppling till en genom rotorernas centrum gående torsionsaxel, som i andra änden över en gummikoppling uppbyggd av

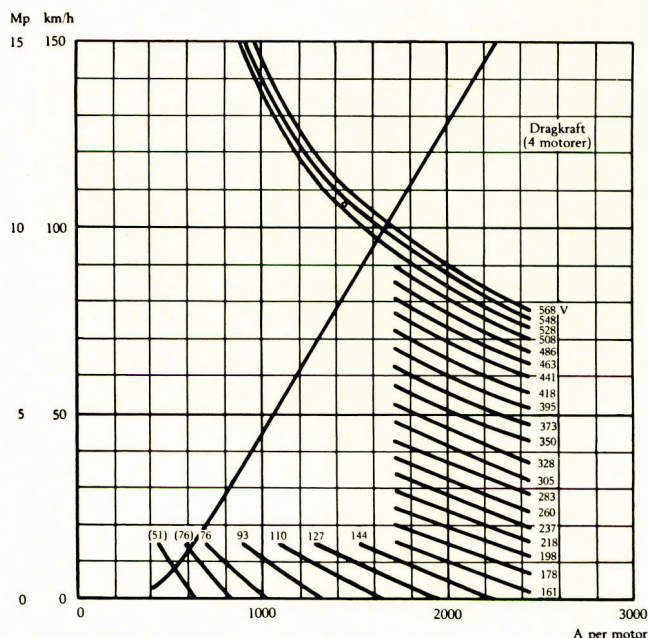


Fig. 15. Dragkrafts- och hastighetskurvor för Ra-loket. Motorernas timeffekt anges i fig. 2. Övriga data: 10 poler, 1 270 r/m, 511 V, 1 450 A (vid 1 h enligt IEC 48), vikt 2 420 kg, växel 30:83=1:2,767, hjuldiameter 1 300 mm. (Fr 306)

Layrub-element är ansluten till drevaxeln på kuggväxeln. Genom att kuggväxeln dels är lagrad på hjulaxeln, dels i sin andra ände är upphängd i ramverket, uppstår mellan växelns drevaxel och motorn vid ramverkets fjädring en viss förskjutning och vridning, som skall upptas i torsionsaxelns kopplingar. Tandkopplingen medger dessutom den axiella rörlighet som erfordras genom hjulaxelns transversella fjädring relativt ramverket. Torsions-

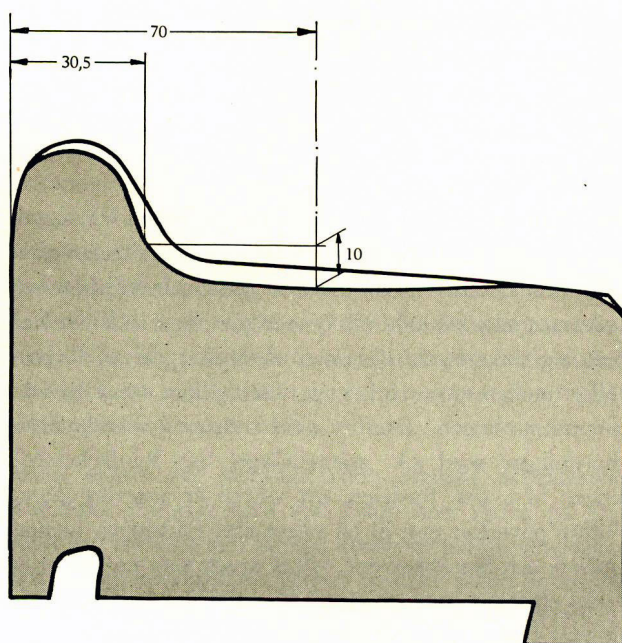


Fig. 16. Ett snitt genom ringen på ett av lokets hjul efter ca 494 000 km. Måttet 30,5 mm får gå ned till 20 mm innan omsvarvning måste ske. (Fr 307)

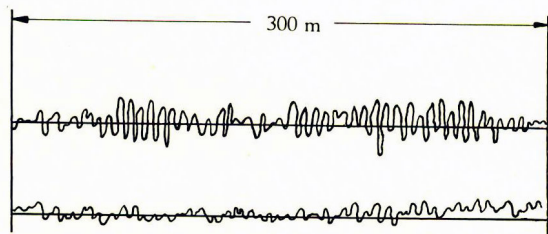


Fig. 17. Registrering av lagerboxfjädringen med två olika dämpoljor i lagerboxstyrningen för Ra-loket 846 vid en hastighet av 130 km/h. Överst tunn olja, underst tjock olja. Som synes har amplituderna i medeltal minskats till 30 à 50 % vid användande av den tjockare oljan. (Fr 308)

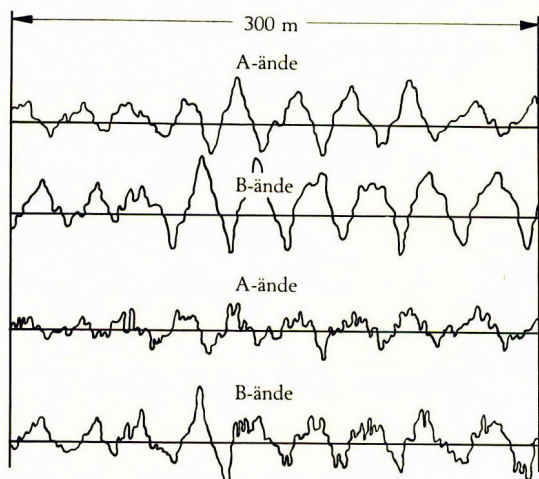


Fig. 18. Sidoaccelerationerna i förarhytterna på Ra-loket 847 för olika långa pendlar vid en hastighet av 130 km/h. De båda översta kurvorna gäller korta pendlar (275 mm), de båda understa långa pendlar (900 mm). De långa pendlarna ger som synes betydligt bättre gångegenskaper. (Fr 309)

axelns och gummikopplingens tangentiella fjädring är så avpassad till roterns tröghetsmoment, att för systemet ifråga ett så lågt egensvängningstal (ca 6 Hz) erhålles, att pulsationerna i rotormomentet i önskvärd grad utjämnas.

Det är första gången i Sverige som en drivanordning av detta slag kommit till användning, men drifterfarenheterna har hittills varit mycket goda. Underhållskostnaderna tycks sålunda bli synnerligen låga, och det har visat sig enkelt att, när man så önskar, bryta förbindelsen mellan motor och kuggväxel genom att skilja isär gummikopplingen. Jämfört med tidigare använda drivanordningar med s.k. statorhålaxel har Ra-drivanordningen bl.a. den fördelen, att vikten är avsevärt lägre. Vidare påverkar den ej på något sätt fjädringen mellan hjulsats och boggirarverk, vilket anses vara en väsentlig fördel eftersom exempelvis på M- och F-loken drivanordningens fjädrar blir parallellkopplade med lagerboxfjädrarna, så att den ekvivalenta fjäderkonstanten för lagerboxfjädringen blir ungefär fördubblad i jämförelse med vad som gäller för själva boxfjädrarna.

Drifterfarenheter och mätningar

De båda Ra-loken har till i februari 1958 tillsammans tillryggalagt nära 1 million km. De har härvid i huvudsak varit insatta i expresstågstjänst på sträckan Stockholm-Göteborg. Det ena loket har efter ca 450 000 km undergått s.k. A-revision, medan man för det andra räknar med fullständig revision först efter 600 000 km. Bestämmande för revisionsintervallen brukar vara flänsförslitningen och behovet av kommutatorsvarvning. Flänsförslitningen är som framgår av fig. 16 mycket obetydlig, vilket torde sammanhånga med att en fjädrande koppling sammanbinder boggierna. Behovet av kommutatorsvarvning har visat sig vara i hög grad beroende av elborst-typen, men sedan delade borstar införts har mycket låga förslitningsvärden för borstar och kommutatorer uppnåtts. Det förefaller sålunda ej omöjligt att normalt uppnå 600 000 km mellan kommutatorsvarvningarna och borstförslitningen 0,2 mm per 1 000 km.

Även för hjälpmotorerna har delade borstar använts, vilket medfört att svarvning eller annan behandling av hjälpmotorernas kommutatorer kan ske med intervall som är lika med eller överskrider traktionsmotorernas.

Även för apparatutrustningens del har behovet av underhåll visat sig vara mycket litet. Sålunda behövde vid den nämnda huvudrevisionen inte ens alla huvudkontakter till kontaktörerna putsas och ingen behövde bytas ut.

På den mekaniska delen har en del mindre missöden inträffat, t.ex. brott på pendellänkar och en mindre spricka på stativet för motorupphängningen, men felorsakerna kan genomgående hänföras till brister i själva utförandet, vilket i framtiden bör kunna undvikas. Ett kuggväxelhaveri har även inträffat, vilket förorsakades av att växelåpan tömts på olja. Åtgärder har vidtagits för att undvika att sådana malörer upprepas.

I det stora hela synes sålunda det valda utförandet kunna ligga till grund för de lok som SJ i framtiden avser att anskaffa som ersättare för gamla D-lok. Det pågår dock en ständig strävan att ytterligare förenkla utförandet och begränsa anskaffnings- och underhållskostnaderna, och det förslag till nya BoBo-lok som nyligen erbjudits SJ avviker i vissa avseenden från de här beskrivna.

Genom ett intimt samarbete mellan SJ:s maskintekniska laboratorium i Hagalund, Surahammars Bruks AB och ASEA samt under medverkan av NOHAB har påkänningar, gångegenskaper och spårkrafter för Ra-loket undersökts i betydligt större omfattning än som tidigare kunnat göras. Syftet har varit att genom mätningar verifiera utförda förhandsberäkningar och att genom ändring av olika lokparametrar, såsom pendellängd, fjädring och dämpning, nå fram till ett utförande som ger de bästa gångegenskaperna. Mätningarna har även givit möjlig-



Fig. 19. Utsikt från förarhytten i Ra-loket. (50240)

heter till en jämförelse mellan de båda loken, som ju i konstruktivt avseende är något olika beträffande korgupphängningen. Därutöver har emellertid åtskillig annan information erhållits rörande de allmänna lagarna för järnvägsfordons gång på raksträcka och i kurvor, ett område som ingalunda är lättpenetrerat och där ännu mycket forskningsarbete återstår. Slutligen har dessa mätningar i hög grad bidragit till en utveckling av mätinstrument och mätmetoder för undersökningar av detta slag.

Mätningarna av påkänningarna i hjulaxlar och hjulskivor visade mycket god överensstämmelse med beräkningarna. Genom speciella anordningar på en av hjulskivorna kunde dessutom den mellan hjulet och rälen uppträdande sidkraften studeras fortlöpande, vilket är av särskilt intresse vid kurvgång. Vidare har kontinuerligt registrerats ett 15-tal olika rörelser hos korg och boggier, t.ex. laterala och vertikala accelerationer hos korgen, pendelutslag, boggivridningar, boggiaccelerationer och lagerboxrörelser. Vidare provades en direkt statistisk registrering av vissa svängningar, liksom fotografering av hjulens vandring i sidled på spåret.

Som resultat av dessa mätningar har framgått att man vid de spårförhållanden som gäller i Sverige bör eftersträva en ganska hård dämpning av lagerboxfjädringen för att begränsa den s.k. galopprörelsen hos boggin.

Fig. 17 visar registreringar för lagerboxfjädringen med två olika dämpoljor i lagerstyrningen. Som synes har amplituderna i medeltal minskats till 30 à 50 % genom val av tjockare olja. Vidare har den på teoretiska överväganden grundade uppfattningen om fördelen av långa pendlar bestyrkts. För Ra-lokens del provades först relativt korta pendlar, men det visade sig sedermera att betydligt bättre gångegenskaper erhöles med längsta möjliga pendlar, i detta fall 800–900 mm. Fig. 18 visar sidoaccelerationerna i förarhytterna på Ra-loket 847 för pendellängder på ca 275 och 900 mm. Skillnaden är som synes avsevärd. Man får emellertid ej utan vidare dra den slutsatsen att långa pendlar alltid är bra för alla slags fordon. Andra faktorer är också av betydelse i detta sammanhang, bl.a. boggiavståndet, vaggfjädringens utformning i övrigt samt möjligheten att vid kurvgång på lämpligt sätt begränsa korgens utslag.

Ännu saknas för järnvägsfordon allmänt accepterade teoretiska underlag med vars hjälp man redan på förhand kan beräkna den färdiga konstruktionens gångegenskaper och spårkrafter. Endast mycket sällan är en ny konstruktion från början så perfekt, att inte förbättringar i detta hänseende kan ernås genom olika konstruktiva ändringar i det mekaniska utförandet. För Ra-lokens del har denna ändrings- och utprovingsprocess lett till ytterligare förbättringar av gångkvaliteten.

Västerås. 10. 1958. Västra Aros Tryckeri AB. 2000
Reg. 611, 6132