

De nye boggi-sporvogners elektriske utstyr.

Foredrag av ingeniør *Amundsen*, A/S Oslo Sporveier.

Herr president, mine herrer.

På de 6 nye boggivogner til Kjelsåsbanen er innebygget 4 forskjellige elektriske utstyr, nemlig:

På vogn nr. 158 og 159 elektrisk utstyr fra Metropolitan Vickers.

På vogn nr. 160 elektrisk utstyr fra Siemens.

På vogn nr. 161 og 162 elektrisk utstyr fra A. E. G.

På vogn nr. 163 elektrisk utstyr fra Norsk Elektr. & Brown Boveri (NEBB).

N. E. B. B.s utstyr er prinsipielt sett det enkleste.

Motorene er seriemotorer med egenventilasjon og kontrolleren er en direkte betjent plattformkontroller, med serie-parallellkobling av motorene. Det er i alt 11 igangsetningskontakter med shunting av motorfeltet på siste fartkontakt og det er i alt 7 bremsetrin med innkobling av skinnebremse som tilleggsbremse på siste kontakt for nødbremsing.

Kontrolleren er av den moderne type med nokkebetjente hammerkontakter. For å få passelig høide ved førerbordet, er kontrolleren nedfelt i plattformgulvet.

Det som er egenartet ved dette utstyr er at motorene er bygget således at de utgjør selve boggikonstruksjonen. Det er så å si satt hjul på motoren og motoren bærer kupeen. Det blir da bare 1 motor pr. boggi med motorakselen i vognens lengderetning. Kraftoverføringen til hjulene skjer ved kegletannhjul på begge hjulpar. Minste tillatte hjuldiameter er 700 mm.

Ved de andre elektriske utstyr er motorene bygget for vanlig sporveisophengning med hengelagere på hjulakselen og med enkel tannhjulsoversetning. Motorene er egenventilerte. De tillater anvendelse av små hjul — 600 mm. — for vogn nr. 160, 161 og 162 med

elektrisk utstyr fra Siemens og A. E. G., — 640 mm. for vognene nr. 158 og 159 med elektrisk utstyr fra Vickers.

A. E. G.s motorer er seriemotorer.

For igangsetning og kjøring anvendes en fjernstyrt kontrollor — et såkalt sjaltverk — anbragt midt under vognen. Den elektriske bremse er ikke fjernbetjent, men styres direkte — uten noensomhelst fjernstyrte apparater — med en bremsekontrollor, anbragt på samme måte som N. E. B. B.s kontrollor, forsenket i gulvet ved føreren.

Bremsekontrolloren inneholder foruten bremsekontaktene også igangsetningskontaktene for styring av sjaltverket.

Det er 4 igangsetningskontakter, nemlig for rangering, $\frac{1}{2}$ fart, $\frac{1}{1}$ fart og $\frac{1}{1}$ fart med feltsvekning. Ved innkobling av disse kontakter sendes en styrestrom gjennom en trekkmagnet på sjaltverket under vognen. Trekkmagneten setter da ved en tannhjulsutveksling nokkevalsen på sjaltverket i bevegelse.

For at innkoblingen ikke skal skje for hurtig, er det innlagt en bremse som består av to oljepumper, forbundet ved et rør.

Oljepumpene er koblet til sjaltverkets nokkevalse.

I rørledningen mellom pumpene er innbygget en sperreventil som står i forbindelse med et relé og reléet påvirkes av strømmen til motorene.

Sperreventilen er normalt helt åpen og stenger ikke for oljen, men blir igangsetningen f. eks. i en stigning for stor, så lukker reléet ventilen, oljen hindres i å strømme, stemplene i pumpen bremses, hvorved den videre opsjalning på sjaltverket gjøres langsommere inntil igangsetningsstrømmen er sunket til en tillatelig verdi. For å spare på kontakter benyttes om igjen fra $\frac{1}{2}$ til $\frac{1}{1}$ fart de samme igangsetningskontaktene som fra 0 til $\frac{1}{2}$ fart. Fra $\frac{1}{2}$ til $\frac{1}{1}$ fart trekkes sjaltverket av en fjær som er blitt spent idet sjaltverket gikk op til $\frac{1}{2}$ fart. For å kunne benytte de samme kontaktene om igjen er det i tillegg til sjaltverket anordnet 3 stk. elektromagnetiske brytere (kontakter — Schütz) som omkobler motorer og motstander.

Ialt opnåes på denne måte 22 igangsetningstrin med en kontrollor med kun det halve antall stillinger. Begge kontrollere — både sjaltverket og førerkontrolloren — er utført med hammerkontakter (Nockenfahrshalter).

Når kjøresveiven føres tilbake til 0 brytes kjørestrommen av serieparallellkontaktorene og ved 3 nokker på fartsiden i førerkontrolloren.

I sjaltverket blir strømmen derfor ikke brutt og gnistfangere og funkslukkerspoler er derfor unødvendig.

Motorene kobles under bremsing efter system Welsch, med ankrene koblet i serie og likeledes feltene. Ved en hjelpeledning mellem felt og ankere er bremsestrømkredsen opdelt i to.

Når spenningen over ankrene tilsammen overstiger nettspenningen kobler et såkaldt polarisert relé inn en kontaktor, som gir forbindelse til kjøreledningen.

Tilleggsutstyret for strømgjenvinningen er plassert i et skap under førerbordet.

Det er i alt 9 bremsekontakter. De 5 første er for strømgjenvinningen og på de påfølgende kontakter anvendes kortslutningsbremsning. 9de kontakt er for nødbremsing med innkobling av skinnebremsene som tilleggsbremse. Skinnebremsene kan også innkobles ved en fotpedal sammen med sandstrøpparatene.

Siemensmotorene er også almindelige seriemotorer.

Det anvendes indirekte styring med et sjaltverk anbragt midt under vognen. Også bremsingen foregår indirekte fra førerkontrolleren som har tre fartstillinger — $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{1}$ fart og $\frac{1}{1}$ fart med feltsvekning for automatisk igangsetning, og med 7 bremsekontakter svarende til 7 bremsekontakter på sjaltverket så at vognføreren kan velge hvert bremsetrin. I tillegg til disse 7 kontakter er det en 8de kontakt uten nogen forbindelse til sjaltverket. Skulde av en eller annen grunn sjaltverket ikke arbeide riktig, så skal den 8de bremsekontakt anvendes og da innkobles uavhengig av sjaltverket, skinnebremsene og en solenoidbremse som trekker til vognens mekaniske bremse — trommelbremse på ankerakselen.

Fjernstyringen skjer ved en liten styremotor som over et snekkehjul beveger valsen på sjaltverket. Vognføreren kan med et ekstra håndtak på førerkontrolleren innstille styremotorens hastighet. Håndtaket har to stillinger — for langsom og hurtig igangsetning — alt efter føreforhold, stigninger og belastninger.

Sjaltverket har 21 igangsetningstrin med shuntning av motorfeltet på siste kontakt. Siste — 7de — bremsekontakt er for nødbremsing med innkobling av skinnebremsene som tilleggsbremse.

Valsen for sjaltverket har på samme aksel en sterkstrømdel og en svakstrømdel. Sterkstrømdelen tilsvarer i sin utførelse en vanlig håndbetjent nøkkekontroller.

Motorene kobles under bremsing for strømgjenvinning med motorfeltene fremmedmagnetisert fra et stort batteri. Når spenningen over ankrene tilsammen overstiger nettspenningen kobler et relé inn hovedkontaktoren som gir forbindelse til kjøretråden — på tilsvarende

måte som hos A. E. G. Er speningen lavere enn kjøretråden sendes strømmen over vognens kjøremotstand.

Strømgjenvinningen anvendes på de 3 første bremsekontakter, på de øvrige er det kun motstandsbremsing med fremmedmagnetisert felt. Opladningen av batteriet skjer under igangsetningen og på alle stillinger inntil $\frac{1}{1}$ fart og kobles ut på $\frac{1}{1}$ fart med feltsvekning. Batteriets hovedoppgave er å levere strøm til motorenes magnetisering under bremsing. Batteriet brukes også til drift av styremotoren for sjaltverket, til signalanlegg, lyskaster m. m. (Batteriet har en meget variabel spenning, avhengig av om det lades eller ikke. For å regulere spenningen for styremotoren er det koblet foran den en kullmotstand, en såkalt «Kohlendruckregler», som automatisk regulerer strømmen til motoren så den blir mest mulig konstant).

Motorene fra Vickers er compoundmotorer. Ved å regulere magnetiseringsstrømmen fra kjøreledningen til shuntspolene og ved å anvende serie-parallellkobling av motorgruppene er opnådd 9 kjøretrin. I tillegg hertil er det 7 motstandstrin så det i alt er 16 fartkontakter. På en og samme kontakt vil motorene både kunne trekke og bremse, idet motorene alltid vil søke å holde vognens hastighet på tomgangshastigheten på vedkommende kjørekontakt. Når motorene trekker, forsterker seriefeltet magnetiseringen; under bremsing vil strømmen gå i motsatt retning, det vil gjenvinnes strøm. Seriefeltet arbeider da mot shuntfeltet og svekker det. Denne bremse virker ned til en hastighet på ca. 10 km/h. Da må kjøresveiven slås på 0 og vognen avbremses med luftbremse.

Førekontrolleren har også en bremse side for nødbremsing med 6 kontakter for kortslutningsbremsing med innkobling av skinnebremsene på siste kontakt, som på de andre utstyr.

På kontrolleren er det påsatt en ventil, så luftbremsen utkobles når kjøresveiven settes på fart eller bremse.

Styringen er elektropneumatisk og styrestrømmen som åpner og stenger ventilene på bryterne, tas fra et lite akkumulatorbatteri. (Nikkel-Cadmium, 10 amp. timer).

Bryterne er plasert på siden under vognen. For omkobling av motorene for bremsing, for kjøring bakover og for utkobling av motorer benyttes en valsebrytergruppe anbragt midt under vognen.

Bryterne for regulering av magnetiseringsstrømmen til shuntfeltet er rent elektromagnetiske brytere (og altså uten luft som mellomledd).

De forskjellige utstyrs vekter er angitt i tabell. Her er medtatt

alt elektrisk utstyr inkl. skinnebremse. Ved Vickers-utstyret er også medtatt luftbremseutstyret.

Vogn nr.	Utstyr fra	Utstyrets vekt	Vognens vekt
163	N. E. B. B.	4,55 t.	13440 kg.
161 og 162	A. E. G.	5,3 t.	13570 »
160	Siemens	4,8 t.	13160 »
158 og 159	Vickers	4,66 t.	12870 »

De elektriske utstyr kan ikke sies å være typisk lettvektsutstyr. De er av en helt vanlig utførelse, og den eneste vektbesparelse som er oppnådd skyldes at utstyrene er blitt noget mindre fordi vognene ikke skal trekke tilhengervogner. En undtagelse er dog den elektropneumatiske styring fra Vickers, som er meget lett.

Ved tre av de fire typer utstyr er som tidligere nevnt førerkontrolleren eller tilhørende sjaltverk bygget som nokkekontrollere. Disse er store og tunge. Deles så kontrolleren i to, en for igangsetning og en for bremsing som hos A. E. G., økes vekten ytterligere og ikke bare kontrollervekten, men også vekt av motstander og kabler. A. E. G.'s utstyr er derfor tyngst — 5,3 t. —

I vekten for Siemens-utstyret — ca. 5 tonn — inngår vekten av akkumulatorbatteriet med 500 kg. (Det er luftbatteri, med 30 Nikkel-Cadmium-celler og med en kapasitet på 350 amp.·timer).

Med N. E. B. B.'s utstyr, hvor motoren utgjør selve boggikonstruksjonen, hadde vi ventet å spare så meget i boggivekt at denne vogn skulde bli lettest. Når det ikke blev tilfelle, kommer det av at Strømmens Verksteds boggikonstruksjon, hvor vognkassen hviler på sidene av bogien er blitt meget lettere enn den tidligere vanligvis anvendte boggi med oplagring av vognkassen i center av boggien.

Vickers-utstyret blev lettest — 4,7 t. —, enda vi da tar med vekten av luftbremseutstyret, (som veier inkl. kompressor ca. 500 kg.). Masterkontroller og brytergruppene er meget lette og veier tilsammen mindre enn en håndstyrt plattformkontroller, (nemlig ca. 150 kg. mot N. E. B. B.'s 162). Motstandene er også lette, og da disse og apparatene ligger under vognulvet, er ledningene mellom apparatene blitt korte og veier lite. Ledningene er lagt i gummislanger. På de andre vogner har vi anvendt trerenner med kabelkanaler langs sidene i kupé og under gulvet. (Når vi for vognene med Vickers utstyr har valgt den annen (gamle) oplegningsmåte, er det fordi det særlig for dette utstyr er en meget enkel og grei oplegningsmåte, og da det anvendes solide gummislanger mener vi at oplegningen blir god).

Motorene har en timeydelse på ca. 33 kw hver, compoundmotoren litt mere — 37 kw, N. E. B. B.s motor — som utgjør for to av de andre — 50 kw. Omdreiningstallet ved timeydelse er 810 for A. E. G.s motor, 1080 for Vickers compoundmotor, de andre to ca. 1000. A. E. G.s motor er derfor tyngst og compoundmotoren lettest — vekten medregnet tannhjul og tilbehør.

	Motortype	Omdr.tall ved 290 volt	Ydelse kW	Vekt inkl. tannhjul	Kg/kW	Tannhjuls- oversetning
A. E. G.	USL 203 Kompond	810	33	750	23	1 : 5,6
Vickers	MV 116 ES	1080	37	662	18	1 : 4,7
Siemens	Dw. 331 e	1000	34	670	20,3	1 : 5,25
N. E. B. B.	G. D. T. M.	940	50			1 : 4,93

De nye motorer som vi får til de nye vogner som er under bygning vil få en ydelse på 38 kw ved 860 omdreininger og 290 volt. Vekten av denne motor er ca. 17 kg/kw, altså når det tas hensyn til omdreiningstallet en meget lett motor. Den vesentlige grunn til denne mindre vekt er at motoren er sveiset.

Vi har valgt så pass langsomtgående motorer for å ha anledning til feltsvekning så hastigheten på økonomisk måte kan reguleres i flere trinn, og for å ha en motor som er godt egnet for kortslutningsbremsing. Den langsomme motor er stillegående, og har et kraftig dreiemoment under starten med lav igangsetningsstrøm. (De ovenfor angitte verdier for omdreiningstallet og timeydelse gir dog ikke et helt riktig bilde av hvor sterke motorene er. A. E. G.'s motor, som er utlagt for det laveste omdreiningstall, vil i drift få den største omdreiningshastighet på grunn av det større oversetningsforhold, og vil derfor få den sterkeste ventilasjon og beste avkjøling).

For å undgå at støv og fuktighet trenger inn i motoren, tas på et par av vognene luften til ventilasjon av motorene inn gjennom åpninger i sidene på vognen og føres over til motorene i boggiene gjennom lærbelger. På alle de nye vogner vil dette også bli gjort, og for å få liten påkjenning på belgen blir den anbragt like ved center av boggi, hvor bevegelsen er liten.

I en stigning på 33 ‰ — som er den midlere stigning for Kjelsåsbanen — opnår de nye vogner en hastighet på ca. 32 km/h ved fullt belastet vogn og utslitte hjul. For en gammel vogn med tilhenger er den frie hastighet under samme forhold litt under 20 km/h. Jeg har da regnet ut at på den midlere stoppestedsavstand for Kjelsåsbanen bruker de gamle vogner ca. 75 sek. og de nye vil kunne kjøre på 47, altså 28 sek. tidsbesparelse. Det er da regnet med en akselerasjon for de nye vogner på 1 m/sek². En økning av kjørehastigheten er enda ikke forsøkt med de nye vogner.

På en av Kjelsåsvognene med automatisk igangsetning er den automatiske opsjaltning innstillet så sjaltverket løper op til ½ fartstilling på 1,7 sek. og fra 0 til full fart med shuntede motorer på 4,8 sek. Det opnås en akselerasjon på 1,2 m/sek² i 50 ‰ stigning og på horisontal vei ca. 1,5 m/sek². (Denne høie akselerasjon har ikke gitt nogen vanskelighet bortsett fra at det har vist sig vanskelig å få vognen i gang i stigning når den ene motorgruppe er blitt koblet ut eller vognen har skullet skyve en annen vogn. Derfor er det på førerbordet påsatt en bryter så vognføreren kan redusere akselerasjonen når det trenges.)

For Vickersvognene er en så stor akselerasjon vanskeligere, idet hver igangsetningskontakt gir et rykk. Dessuten er overgangen fra serie- til parallellkontaktene litt vanskelig. På godt føre har vi riktignok ved forsøk oppnådd en sterkere akselerasjon enn for de andre vogner med automatisk igangsetning. En slik kjøring blir dog for ujevn. I praksis kjøres derfor mere forsiktig i gang.

Vi har for de nye vogner som bygges nu, ikke valgt automatisk igangsetning, fordi denne efter vår erfaring hittil ikke har så store fordeler i tett trafikk ved langsom kjøring og hyppige igangsetninger. Det automatiske utstyr med sjaltverk for igangsetning må sies å ha funksjonert bra, men det blir naturligvis mere å se efter og vedlikeholde enn når man har en enkel plattformkontroller.

Den kontroller vi har valgt for de nye vogner er utstyrt med 35 igangsetningskontakter og skal ha markering og rasting for 1ste motstandstrinnene, ½ fart, 1ste motstandstrinn, full fart og full fart med svekket felt. Med denne kontrollertype vil vognføreren kunne sette hurtig igang, og vi tror at forskjellen mellem denne og den automatiske igangsetning ved god opplæring av vognførerne ikke blir så stor.

Akselerasjonskurver og senere angitte bremskurver er målt ved å koble en hjulgang til vognen som vist på fig. 1. På hjulgangen er montert en dynamo for en hastighetsmåler, dessuten en kontaktanordning så det for hver hjulomdreining gis en impuls til et morse-

apparat, som med en prikk på en strimmel markerer hver hjulomdreining. (Når vi vet strimmelens hastighet kan vi av prikken på strimmelen regne ut vognens hastighet for hvert tidspunkt under akselerasjon og bremsning, og derav studere bremseforløpet.)

Man kan ikke kjøre fort uten gode bremses, og for å øke sporvognenes reisehastighet må derfor bremsene være så gode som mulig.

Har vognføreren f. eks. bremses som gir en maksimal retardasjon av kun $1,0 \text{ m/sek}^2$ og bremseveien ved nødbremsing ikke må overstige 15 m. for å ta et tall, så blir tillatt hastighet $19,5 \text{ km/t}$. Men med en retardasjon på 4 m/sek^2 blir tillatte hastighet 43 km/t .

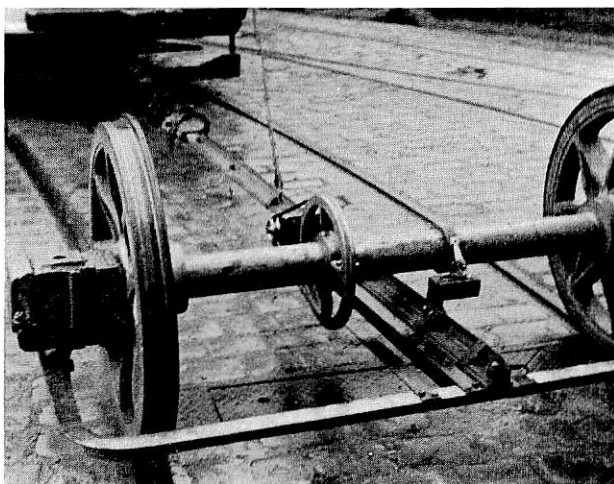


Fig. 1.

Den teoretisk riktige måte å bremse på er naturligvis å føre kjøresveiven trin for trin op til siste bremsekontakt i så raskt tempo som hjulene tåler uten å gli. Jeg har senere kalt dette for suksessiv bremsing.

For å kunne utnytte vognens adhesjonsvekt gjelder det da om at bremsen er bløt, hvilket kan opnås ved at bremsen har mange kontakter. Ved således å øke bremsetrinantallet på de nye vogner som vi skal få, fra 9 — som det er på en del av Kjelsåsvognene nu, til 17 —, vil det kunne bremses med ca. 10 % større bremsekraft uten at adhesjonsgrensen overskrides.

Ved en boggievogn med kort avstand mellom hjulparene i boggien blir det både ved igangsetning og bremsing på grunn av kippingen

av boggiene en stor forskjell i belastningen på hvert enkelt hjulpar, idet forreste hjulpar i hver boggi får øket belastning og bakerste hjulpar avlastes. Likeledes avlastes bakre boggi i forhold til forreste.

Belastningene på 1ste, 2net, 3dje og 4de hjulpar har vi ved en retardasjon på $2,5 \text{ m/sek}^2$ regnet ut å bli henholdsvis 123, 94, 106 og 77 % av belastningen på hjulene når vognen står stille.

Med bremsene slik innstillet at de virker likt på alle hjul, vil vi ikke kunne bremse hårdere enn hvad det minst belastede hjul tillater før det glir.

Med bremsene innregulert etter belastningene på akslene mener jeg at man kan regne at den mulige bremseeffekt økes med ca. 10 %.

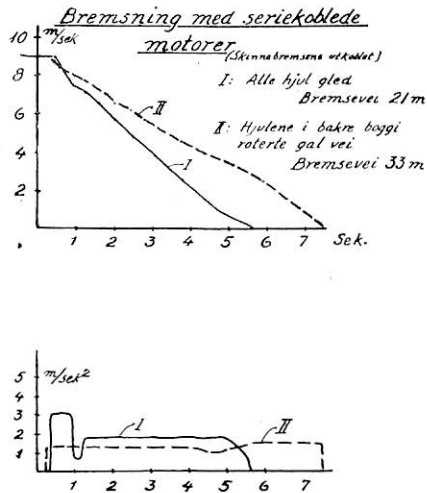
Den uheldige virkning av kippingen av boggiene under bremsing har vist sig også på en annen måte på en del av Kjelsåsvognene, når det bremses så hardt at hjulene glir.

Ved alle vognene med 4-motorige utrustninger er motorene bygget for den halve kjøretrådspenning og to og to danner en gruppe som er koblet konstant i serie. Motorene i forreste boggi er seriekoblet med hver sin motor i bakre boggi. Da bremsekraften i det vesentlige er bestemt av strømstyrken, må to motorer som er seriekoblet og som derved får samme strømstyrke, også søke å bremse like sterkt. Men på grunn av kippingen av boggiene under bremsingen vil bakre boggi som nevnt avlastes, og det vil da under kraftige bremsinger kunne inntreffe at hjulene i forreste boggi ruller og i bakre glir. Vi får rullende friksjon for forreste boggis hjul, glidende for bakre. Motorene for hjulene som ruller vil forsøke å opprettholde den store bremsekraft med tilsvarende store bremsestrøm. Da hjulene som glir ikke formår å bremse like sterkt, vil de stoppe og derefter vil motoren drive hjulene den motsatte vei. Motorene i forreste boggi vil altså levere strøm til motorene i bakre boggi, og hindre at hjulene her kommer i rulling igjen. Ved den hurtige glidning mellom hjul og skinne blir friksjonskoeffisienten og dermed bremsekraften ytterligere redusert både for bakerste og forreste boggi.

Ved en bremseprøve (fig. 2) da kjøresveiven blev ført nesten momentant til siste bremsekontakt og hvor hjulene i bakre boggi kom i rotasjon den gale veien, blev således retardasjonen i middel $1,2 \text{ m/sek}^2$ og bremseveien 36 m. (fra en hastighet av $32,5 \text{ km/h.}$). Ved en lignende bremsning, men hvor alle hjulene gled, og ingen

roterte bakover, blev retardasjonen 2 m/sek² og bremseveien 23 m. — altså 30 % mindre.

For å skåne motorene under hårde bremsinger, så de ikke slår over på kommutatoren, anvender A. E. G. et bremsebeskyttelsesrelé, som når spenningen fra motorene overskrider en viss verdi svekker feltet med en shunt. Med denne shunting har hjulene i bakre boggi ikke så lett for å komme i rotasjon bakover.



Bl. 1.4.28

Fig. 2.

Det har vist sig at det er ved hard suksessiv bremsing at hjulene i bakre boggi lettest kommer i rotasjon den gale veien. Ved hurtig gjennomrivning av kjøresveiven vil ikke bare bakre boggis hjul men alle hjulene gli (og bremsevirkningen blir da bedre). Teoretisk sett får man naturligvis den beste bremsing ved suksessiv bremsing. men det er vanskelig å treffe den riktige sjaltetakt; enten bremses man så sterkt at hjulene i bakre boggi begynner å gli eller man bremses for langsomt. Ved en rekke forsøk med avbremsing fra en hastighet på ca. 30 km/t har vi derfor som regel fått kortere bremsevei ved gjennomrivning av sveiven enn ved suksessiv bremsing, og ikke i noget tilfelle har — når alle hjul har glidd — bremseveien blitt vesentlig lenger enn ved en heldig gjennomført suksessiv bremsing. Den suksessive bremsing gir imidlertid en meget behageligere avbremsing og er riktig utført den absolutt fordelaktigste ved litt større hastigheter.

Vognens motorer bør derfor være således koblet at hjulene lett får tak igjen om dee skulde begynne å gli, så en suksessiv bremsing kan utføres med godt resultat, og en slik kobling har vi på en av Kjelsås-vognene, nemlig den med elektrisk utstyr fra N. E. B. B. med en motor pr. boggi og med de to motorers felt krysskoblet (fig. 3).

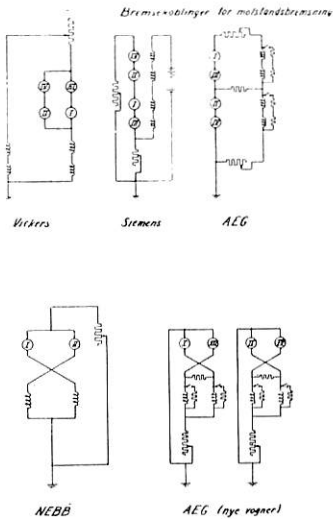


Fig. 3.

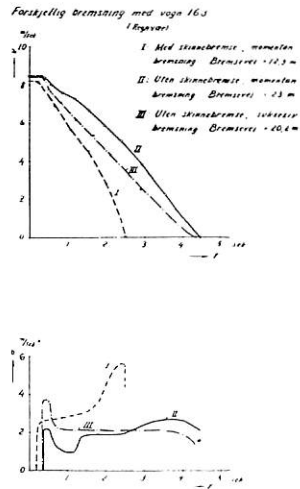


Fig. 4.

Ved gjennomrivning av sveiven så hjulene stanser er bremseveien for denne vogn den samme som for de andre vogner. Men ved så hård suksessiv bremsing at hjulene glir, vil ikke hjulene stanse som på de andre vogner, men rotere med en hastighet som er avhengig av kjøresveivens stilling. Glidningen mellom hjul og skinne vil bli langsom så bremsevirkningen allikevel blir god, og hjulene vil lett begynne å rulle igjen.

Den suksessive bremsing som er angitt på kurven (fig. 4) er best den første del av bremseperioden. Hadde sveiven under den siste del av bremsingen blitt ført litt hurtigere mot nul, vilde retardasjonen ha øket til samme verdi som ved gjennomrivningen. En slik bremsing må utføres temmelig hurtig. Er skinnebremsen med, stoppes — som det sees — vognen på 2—3 sekunder, og kjøresveiven bør jo nå siste bremsekontakt litt før.

Ved den momentane bremsing med gjennomrivning av kjøresveiven er retardasjonen til å begynne med liten og øker etterhvert som hastigheten synker — som rimelig er. Ved avbremsing fra

større hastigheter er derfor en slik bremsing lite tress. Fra en hastighet av ca. 46 km/h blev bremseveien ved suksessiv bremsing således ca. 40 m, og ved gjennomrivning over 60 m, ved nogen forsøk vi har foretatt.

På vogn 160 med elektrisk utstyr fra Siemens hvor magnetfeltet ved bremsing er fremmedmagnetisert med strøm fra to store akkumulatorbatterier, er siste bremsekontakt innstillet så den gir en bremsekraft for tom vogn på litt over 2 m/sek² (i 10 ‰ fall) og med skinnebremses i tillegg økes retardasjonen til ca. 3,2 m/sek².

Fulllastet vogn vil veie 50 % mere enn tom vogn og retardasjonen vil da senkes tilsvarende til ca. 1,3 m/sek² uten og ca. 2,2 m/sek² med skinnebremses. Dette er ingen dårlig bremsing, men kortslutningsbremsen er ved de små hastigheter som det blir ved bytrafikk, bedre, spesielt ved belastet vogn. Det er naturligvis lett å øke bremsekraften for denne vogn også, men da vil hjulene lett kunne gli og med den anvendte seriekobling av alle motorer vil bremsevirkningen avta i stedet for å øke. Ved større hastigheter derimot kan denne bremse være fordelaktigere enn kortslutningsbremsen, spesielt hvis kortslutningsbremsen betjenes galt så hjulene glir.

Kjørebremsen — altså den bremse som anvendes ved vanlig kjøring utfor bakke og for stansning ved stoppestedene — virker på N. E. B. B.-vognen med kortslutningsbremse litt støtvis, på grunn av de forholdsvis få trin (7) på kontrolleren, som vanlig ved slike kontrollere. Vognføreren er vant til disse rykk på de gamle vogner og synes det gir en trygghetsfølelse å kjenne at det tar.

Den samme trinvis bremsing har vi også på A. E. G.-vognene, først for strømgjenvinningsbremsen og så kortslutningsbremsen til slutt. For at strømgjenvinningsbremsen ikke skal være for hård — motorene arbeider jo da som shuntmotorer — er det i serie med ankrene koblet en motstand. Denne motstand reduserer strømgjenvinningen nokså meget og er derfor innstillet så lavt som mulig uten at bremsingen blir for støtvis.

Siemensvognens kjørebremse — hvor feltet er fremmedmagnetisert — er en ideell kjørebremse, helt jevn, og bringer vognen så å si til hel stans.

Vickersvognene bremses med strømgjenvinningsbremse ved å føre sveiven suksessivt tilbake mot 0. I overgangen fra $\frac{1}{1}$ til $\frac{1}{2}$ fart, blir det en ujevnhet i bremsingen og ved 10 km/h hastighet må bremsen slås av og luftbremsen settes på. Bremsen blir da borte et øieblikk og ved kjøring utfor bakke skyter vognen fart igjen før luftbremsen får tak.

Strømgjenvinningsbremsen er i sig selv meget bløt. Men på grunn av disse overganger blir bremsingen noget ujevn, og vil sinke vognen en del i kjøringen. Kan nettet ikke ta imot strømmen som leveres tilbake, kobler på A. E. G.s og Siemensvognene strømgjenvinningsbremsen sig ut og motstandsbremsen kommer automatisk inn i stedet uten at vognføreren behøver å merke det. På Vickersvognene kobles også strømgjenvinningsbremsen ut, men her kommer skinnebremsene inn i stedet. Vognføreren må da slå sveiven på 0 og derpå bruke luftbremsen eller — om han vil — kortslutningsbremsen.

Kortslutningsbremsen direkte betjent fra førerplassen er enkel å betjene og driftssikker og vi har heller ikke hatt nogen feil ved den på disse nye vogner.

Ved A. E. G.'s utstyr er sikkerheten øket ved at bremsesiden er delt op i to uavhengige bremsestrømkredser, så om den ene skulde svikte, så har vi allikevel den halve bremsevirkning i behold fra den annen strømkreds.

Ved Siemensutstyret og også Vickersutstyret med fjernstyrt bremse, er feilkildene flere. Ved Siemensutstyret er dessuten bremsen helt avhengig bl. a. av akkumulatorbatteriet.

På Vickersvognen har vi bremseklosser på hjulene, som kan betjenes både med et håndbrekk og luftbremsehåndtaket, og dessuten er det et reserve-lufthåndtak som skal anvendes hvis kontroller-sveiven blir sittende fast på en fart eller bremsekontakt. Da er nemlig det normale luftbremsehåndtak utkoblet.

Dessuten har vognen skinnebremseser.

Alle disse bremseser er ikke uavhengig av hverandre, men sikkerheten skulde allikevel være tilgodesett i rikt mon.

Vi foretrekker dog ferre bremseser og forsøker å gjøre disse så driftssikre som mulig. På de nye vogner til Oslo er da forutsatt kun kortslutningsbremse, skinnebremse og trommelbremse.

Til Bærumsbanen er det også bestilt 20 nye vogner. For å kunne kjøre vognene i tog, er her valgt fjernstyrte brytere for styringen. Utstyrene skal leveres av Vickers og blir av lignende utførelse som på de to prøvevogner, men uten strømgjenvinningen.

Strømforbruket på vognene er meget variabelt og det har vist sig at det ikke bare er avhengig av vogntype, men også i sterk grad av hvordan vognføreren kjører.

Strømforbruket er målt med ampèretimålere på vognene og så har vi regnet om til wathh/tkm, idet spenningen er satt = 600 volt både ved forbruk og tilbakelevering av strøm. Ved utregning av vekten

er tatt med vekten av passasjerene for hver tur og dessuten tatt hensyn til at vognene veier forskjellig.

Det har vist sig at det er større forskjell mellem avlesningen på en og samme vogn eller vogntype, enn mellem vogner med forskjellig elektrisk utstyr. Det laveste forbruk pr. tonnkm. har således vogn 161 med A. E. G.'s utstyr med 74,7 wath/t.km. og for vogn 162 med samme type utstyr ligger forbruket jevnhøit med det største som er målt på de andre vogner. Alle målinger som vist i diagram (fig. 5) er gjennomsnittet av 5 halvturer. Avlesningene for hver halv-

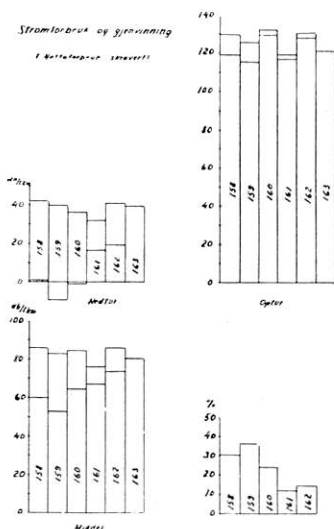


Fig. 5.

tur har ikke ligget langt undav middelverdien. Men når en ny vognfører har avløst og overtatt kjøringen, er som regel strømforbruket blitt et annet, fordi han kjører anderledes.

Vogn 158 og 159 med kompondmotorer leverer mest strøm tilbake, 159 mere enn 158 på grunn av en liten forskjell i magnetiseringsstrømmen til motorene på de to vogner.

Nettoforbruket blir derfor minst på disse vogner, nemlig 53 og 60 wath/t.km.

Vogn 160 med Siemensutstyr med fremmedmagnetisert felt bruker netto ca. 65 wath/t.km., vogn 161 og 162 med A. E. G.'s system bruker ca. 70 wath/t.km. og nr. 163, hvor det ikke er strømgjenvinning, ca. 80 wath/t.km. Vogn 158 og 159's forbruk er enda noget gunstigere i forhold til de andre, fordi vognen er noget lettere.

Vogn nr. 158 og 159 bruker altså rundt regnet ca. 30 %, nr. 160 ca. 20 %, og nr. 161 og 162 ca. 12 % mindre med strøm enn vogn nr. 163.

Kopi av de lysbilledene som ikke er tatt med her, kan på anmodning fås tilstillet særskilt.

Direktør Sahlberg: Vi har fått et godt innblikk i det elektriske utstyret av Oslo Sporveiers nye sporvogner og det har vært interessant å erfare, hvor langt man er kommet i utviklingen av sporvognenes elektriske utstyr. Er der nogen som har lyst å ytre sine meninger?

Direktør Reuterswärd: Först vill jag tacka föredragshållarna för de intressanta föredragen. Detta gäller icke minst de två sista föredragen.

Om spårvägsdriften över huvud taget skall bibehållas, så står man inför nödvändigheten av att förnya vagnmaterialen, och frågan är då, när vi måste skaffa nytt eller huru länge till vi kunna köra med det gamla. Oslo har skaffat sig 6 stycken boggievagnar som prov. I Göteborg ha vi endast vågat oss på en vagn som prov. Leveranstiden på denna blev överskriden med omkring 100 veckor och vi borde således få vagnen gratis, eftersom kontraktet stipulerar 1 % avdrag per vecka. Den elektriska utrustningen är utförd av A. E. G. och vi ha icke lagt an på att få en lätt vagn, enär vagnen är avsedd att draga släpvagnar. Därför väger vagnen c:a 19 ton mot 13 ton i Oslo. De erfarenheter, vi gjort med hänsyn till trafiken med denna vagn, äro goda, men givetvis har denna drift sina barnsjukdomar. Speciellt har avgiftsupptagningen och problemet, var passagerarna skola stiga av och på, vållat besvärligheter. Vi ha två påstigningsdörrar bak och två avstigningsdörrar på mitten samt dessutom en avstigningsdörr framtill. Konduktören hade vi tänkt skulle vara fast och hava sin plats bakom påstigningsdörrarna. Det magasin, han får på bakplattformen, är emellertid för litet vid de tillfällen, då tillströmningen av passagerare vid en och samma hållplats är stor. Vi tänka därför flytta honom längre fram, så att han får ett större magasin. På långlinjer skulle han kunna vara rörlig, men i tät stadstrafik är detta knappast möjligt.

Elektriskt och mekaniskt fungerar vagnen hitintills tillfredsstillande, och endast smärre förändringar behöva i detta avseende vidtagas vid eventuell nybeställning av flera dylika vagnar.

Direktør Sahlberg: Hvis der ikke er flere bemerkninger, vil vi fortsette med programmet, en orientering om Trondheims nye sporvogner. Direktør Kleven har ordet.