

INLEDNINGSFÖREDRAG TILL DISKUSSION RÖRANDE BROMSFRÅGAN VID ELEKTRISK SPÅRVÄGSDRIFT.

Av direktör *H. Ångström*,
Uppsala spårvägar.

Inledning.

Få tekniska problem inom den traktionära driften torde erbjuda ett så stort allmänt intresse som just bromsproblemet. Säkerheten till liv och lem, icke blott för passagerarna själva utan även för andra väg- och gatutrafikanter, är i hög grad beroende just på fulländningen av bromssystemet. Allmänhetens förtroende tillvinnes i högre grad av ett trafikmedel, som kan uppvisa ett driftsäkert och effektivt bromssystem än vid ett bristfälligt sådant. De flesta erinra sig säkert den succès, som för blott ett par år sedan fyrhjulsbromsen gjorde inom automobiltekniken.

I detta samband torde vara av intresse att påminna om att spårvägsteknikerna alltid begagnat sig av minst fyrhjulsbromsar och dessutom av minst två av varandra oberoende bromssystem. Förutsättningarna för att ernå ett fullt tillförlitligt bromssystem är också vid elektrisk spårvägsdrift i jämförelse med en del andra trafikmedel utomordentligt fördelaktiga. Sålunda följer alltid spårvagnen vid exempelvis en nödbromsning skenorna i körriktningen, vilket vid motsvarande bromsning med en buss eller bil vid slirigt väglag icke alls behöver bliva fallet. Vid bromsning å bil eller buss kan man vid direkt bromsning icke uttaga större bromskraft än vad som svarar mot traktionsvikten, men vid exempelvis elektromagnetisk skenbromsning, kan tack vare det elektromagnetiska fältet som passerar bromsklotsarna och skenorna bromskraften ökas till ett mångdubbelt större värde. — Under senare år har som alla veta mycken berättigad och oberättigad kritik riktats gentemot spårvägarnas bromssystem, vilken kritik synes ha underblåsts av olika bromsfabrikanter, som företråda olika bromssystem och vilka fabrikanter gärna sett att spårvägarna gått in för just deras system.

Min avsikt med nedanstående inlägg är icke att söka dissekera alla dessa olika system, vilkas verkningssätt samt olika fördelar och nackdelar, skildrats på ett så förtjänstfullt sätt av ingenjör Engdahl, utan avser jag endast att framlägga ytterligare några synpunkter samt påvisa några faktorer, som kunna vara värda att diskuteras och som äro

ägnade att höja bromsningseffekten, utan att jag härvid tror mig behöva riskera att ställa resp. anhängare av de olika bromsningssystemen i harnesk gentemot varandra.

Kort översikt av olika bromsningssystem.

De olika bromssystem, som kommit till användning vid elektrisk spårvägsdrift, grupperar jag sålunda:

1. *Direkt bromsning mot hjulperiferien*, vartill hänföres samtliga bromssystem, som bygga på direkt överföring av bromskraften medelst mekanisk utväxling direkt till bromsklotsarna mot hjulringen. Härtill räknas samtliga handbromsar såsom Ackley-bromsen m. fl. samt även de direktverkande elektriska solenoidbromsarna och delvis även kortslutningsbromsen.

2. *Indirekt bromsning*, där man med handkraft reglerar vissa ventiler för krafttillförseln till ovan nämnda bromsklotsar, såsom vid alla lufttrycksbromsar, vartill bl. a. räknas Kuntze-Knorr- och Westinghouse-bromsarna jämte Cifa-bromsen.

3. *Motorbromsarna*, där bromskraften överföres från motoraxeln genom växeln direkt till hjulaxeln och hjulperiferien. Härtill kan även räknas »trumbromsen» samt den s. k. »tångbromsen».

4. *Skenbromsarna*, vartill hänföres samtliga skenbromsar, där bromsklotsen på elektromagnetisk väg tryckes mot skenan.

Lagerprecisionens betydelse för effektiv bromsning samt de olika bromssystemens inverkan på rullagrenas livslängd och räntabilitet.

En effektiv bromsning är i hög grad beroende på precisionen i de olika maskinelement, som skola överföra bromskraften till hjulperi-

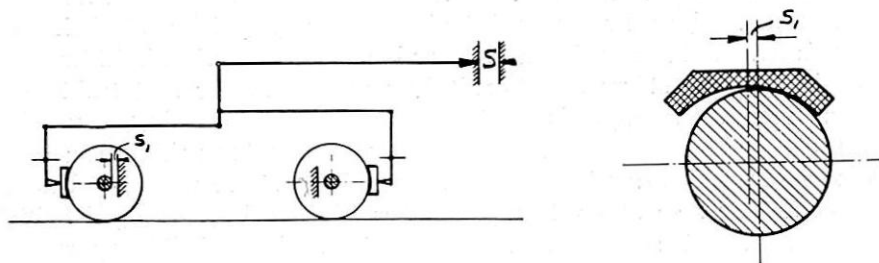


Fig. 1 a.

s_1 = glapp i axeltappens lagarskål.

s_2 = » i gejder.

s_3 = » i bulttappar.

ferien och skenorna. De primärt bromsande krafterna må vara aldrig så snabbt verkande så är därmed alls icke sagt, att bromsningen blir effektiv. Glapp i bromssystemets tappar och länkar fördröjer såväl

den direkta som indirekta bromsningen och glapp i axeltapparnas lagergångar gör bromsningen synnerligen opålitlig. Av fig. 1 a framgår ett sådant framkonstruerat fall, där totala glapprummet S vid systemets

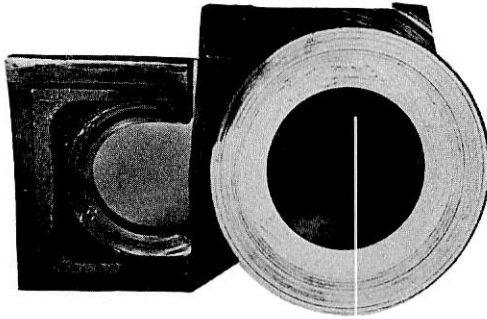


Fig. 1 b.

dragstång sammansätter sig av glappet i axeltappens lagershål S_1 , glappet mellan gejdern och lagerboxen S_2 samt glappet i bultar och länkar m. m. S_3 . Härav erhålles

$$(1) \dots S = \sum f(S_1) + \sum f(S_2) + \sum f(S_3);$$

•Sker sålunda strax efter en igångsatt bromsning i enlighet med ovanstående en plötslig förflyttning av axeltapparna i förhållande till broms-

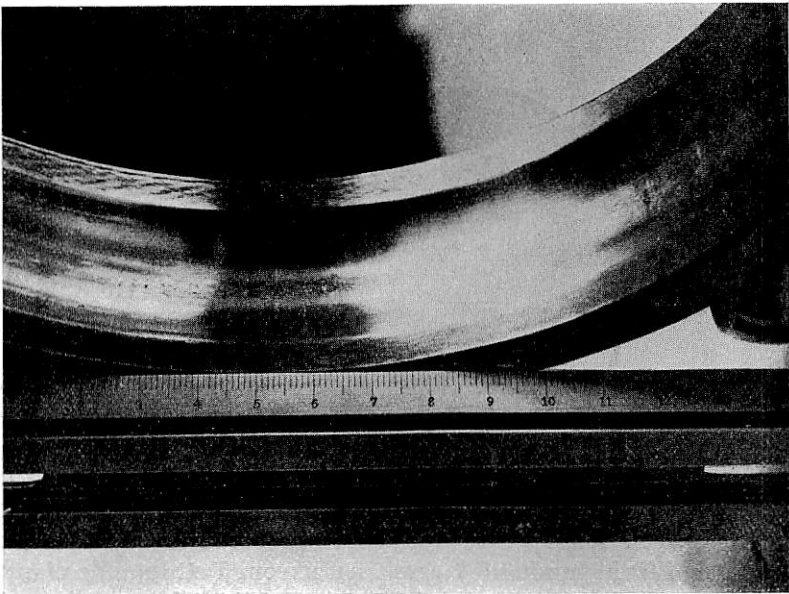


Fig. 2.

klotsarna frestas den som bromsar att ansätta bromsarna hårdare. Rör sig nu exempelvis vagnen i en nedförsbacke kan bromsarna lätt låsa hjulen, varvid glidfriktion uppstår mellan vagnshjul och skena. Tiden

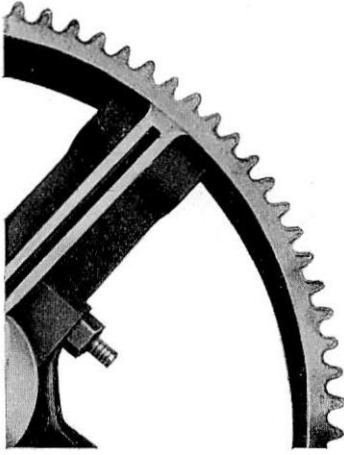


Fig. 3 a.

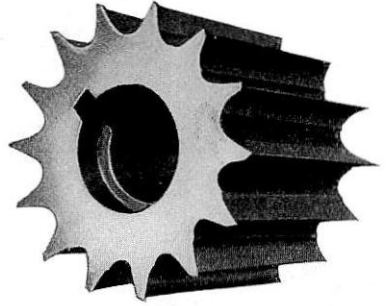


Fig. 3 b.

för bromsens lossande och ansättning fördröjes och en hotande kollision kan måhända härigenom icke undvikas. På tal om glappet i hjulaxeltapparnas lagergångar vid glidlager torde förtjäna påpekas, att

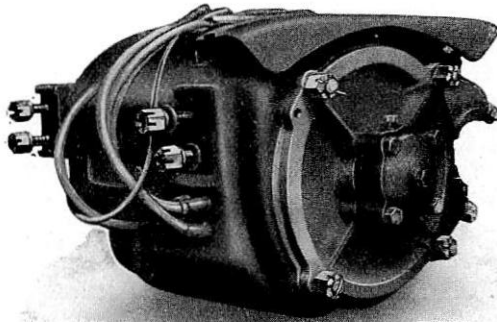


Fig. 4.

lagerskålarna å spårvagnar många gånger omfattar ett alltför litet axelsegment, fig. 1 b. Även vid obetydlig nötning kommer härvid axeln att förskjuta sig i förhållande till lagerskålen liksom å ett lutande plan, varvid ovan omtalade osäkerhet i bromsningen inträffar. Genom införande av högvärdiga rull- och kullager bringas axeln att bibehålla sitt

läge i förhållande till lagerboxen och ovan omnämnda olägenheter vid bromsning med bromsklotsar bortfalla.

Den direkta och indirekta bromsningen med bromsklotsar mot hjulperiferien nedsätter emellertid i viss mån rullagens livslängd och minskar på så sätt deras räntabilitet.

Vid de undersökningar rörande faktorer, som inverka på kul- och rullagers räntabilitet, vilka jag med stöd från I. V. A. samt direktör Hultman utförde under åren 1920—21 i Malmö, påvisade jag även nämnda förhållande i min rapport till I. V. A.

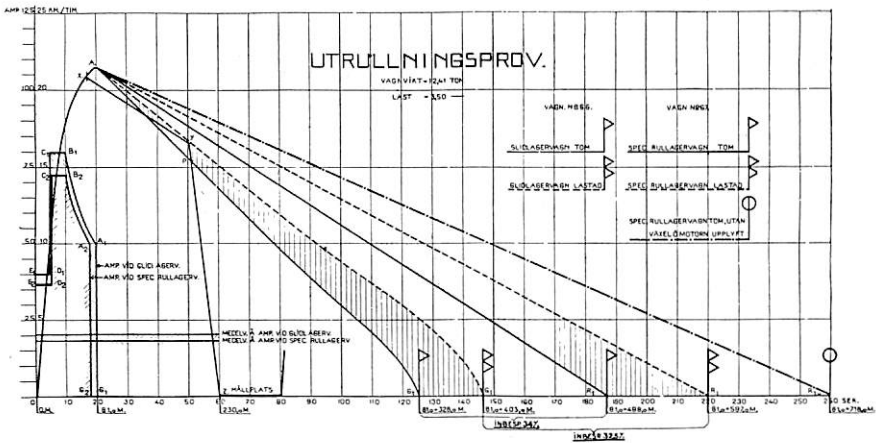


Fig. 5.

Fig. 2 visar just ett sådant skadat rullager, vars livslängd nedsatts till följd av bromsningarna.

Nämnda förhållande väckte tanken på att utnyttja motoraxeln som bromsaxel, men en nödvändig förutsättning för att detta praktiskt skulle kunna genomföras var att motoraxeln var försedd med rullager, d. v. s. att motoraxeln oberoende av drifttid låg upplagd i ett praktiskt taget koncentriskt läge i förhållande till de bromsande organen. Bromsning å motoraxeln verkar nämligen i hög grad nötande på vanliga motorglidlager, vilket i sin tur inverkar nötande på växeln samt nedsätter dess verkningsgrad. Av fig. 3 framgår en mycket kraftig förnötning å ett kugghjul till stor del beroende av stark nednötning i motorlagren. Fig. 4 visar en motor vid Malmö stads spårvägar, försedd med rullager, vilken torde ha varit en av de första spårvägsmotorer med upphängningslager, där motorbromsens effektivitet konstaterades.

Av ovanstående framgår hur intimt den direkta och indirekta bromsningen samt motorbromsningen sammanhänger med kul- och rullagerproblemet. Kul- och rullagerfrågan vid spårvägsdrift innebär sålunda icke blott kraftbesparing, såsom framgår av fig. 5 och fig. 6, utan berör

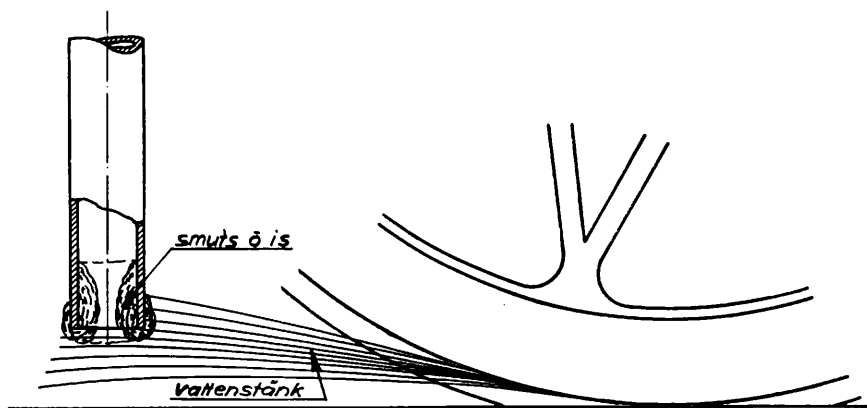


Fig. 7.

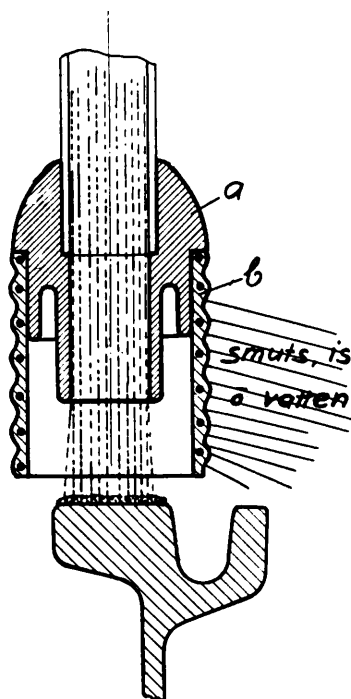


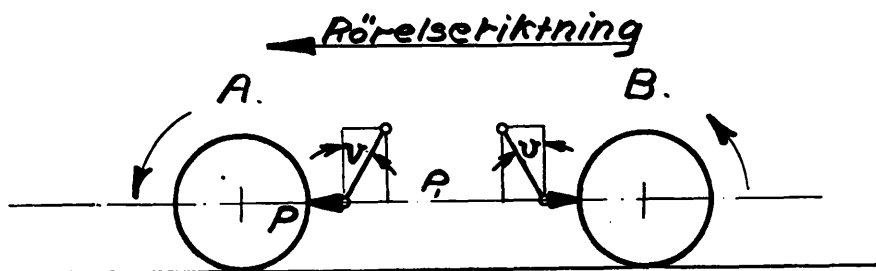
Fig. 8.

rerades vid kollisionstillfället, var omöjligt att få fram någon bromssand. Orsaken härtill visade sig bero på, såsom framgår av fig. 7, att sandningsröret tilltäppts av smuts och is, vilket skett då sandningsröret befunnit sig vid den bakre plattformen. Sandningen har sålunda fungerat utmärkt, då motorvagnens A-ända gått först, men då vagnen vänt med

B-ändan främst, då har sandningen strejkat. För att undvika nämnda olägenhet har undertecknad konstruerat ett enkelt skydd för sandningsröret, som synes bli effektivt och vars principer framgå av fig. 8. Skyddet påminner om den konstruktion, som tillämpas för ljuddämparen å en automobil och har härvid sandningsröret dragits ned mot skenan i ett skyddande yttre hölje av armerat gummi.

Betydelsen av bromsklotsens upphängningsanordning vid direkt och indirekt bromsning.

Vid direkt och indirekt bromsning med bromsklotsar mot hjulperiferien är upphängningslänkens placering i höjddled samt dess avstånd



$$P = \frac{P_1}{1 \pm f \cdot \operatorname{tg} v}$$

Fig. 9.

från axellappens centrum av stor betydelse för en likformig bromsning å de båda hjulparen. Idealet är att upphängningslänkens riktning vid bromsning sammanfaller med tangenten till hjulets bromstrycksradie. Härvid blir bromstrycket å de båda hjulparen praktiskt taget lika stort. Ju större ovannämnda vinkel är, desto större blir även skillnaden mellan den effektiva bromsningen å resp. hjulpar. Antages sålunda enligt fig. 9, att

A = främre hjulet,

B = bakre hjulet.

S = dragkraft i upphängningslänken,

V = vinkel mellan upphängningslänken och friktionskraftens riktning,

P = bromsklotsens tryck mot hjulringen,

P_1 = totala bromstrycket från bromscylindern eller bromshandtaget,

f = friktionskoefficienten,

gäller följande:

$$S = \frac{f \cdot P}{\operatorname{Cos} V}; \dots\dots\dots (2)$$

Den resulterande ökningen eller minskningen i bromskraften för resp. hjul framgår av följande ekvation:

$$P - P_1 = \pm P \cdot f \cdot \operatorname{tg} V \dots\dots\dots (3)$$

$$P = \frac{P_1}{1 \pm f \cdot \operatorname{tg} V} \dots\dots\dots (4)$$

Friktionskoefficienten f varierar alltefter den högre eller lägre hastigheten från omkring 10 % vid högre hastighet, 50 km/tim. till omkring 25 % vid låg hastighet.

Även om vinkeln V är obetydlig vid nya hjulringar och bromsklotsar, kan denna vinkel vid nämnda vagnsdetaljers förnötning bli betydande. Ovan påpekade förhållande förorsakar att traktionsvikten icke alltid helt kan utnyttjas. Glidfriktion inledes även lätt om längden å upphängningslänken är stor.

Sammanfattning.

Som sammanfattning önskar jag framhålla följande:

1. Betydande förbättringar i ändamål att höja bromsningseffekten vid äldre direkt och indirekt bromsning kan åstadkommas genom att:

- a) uppmärksamma lagerprecisionens betydelse;
- b) avpassa bromsarnas upphängningslänkar;
- c) skydda sandningsrören för fukt och isbildning m. m.

2. Genom införande av motorbromsar, trumbromsar eller s. k. tångbromsar, elimineras automatiskt den under mom. 1 b) omnämnda olägenheten.

3. Cifa-bromsen (patent Piper, Liège) synes utgöra en genial lösning av det indirekta bromssystemet och synes få stor användning i fall, där man anser sig böra använda tryckluftbroms.

4. Skenbromsen är synnerligen effektiv och gör bromsningsproceduren helt oberoende av de under mom 1 a), 1 b) och 1 c) omnämnda faktorerna. Dock tillkommer vid denna broms vissa riskmoment samt olägenheter såsom risk för urspärning vid osvetsade skenor, stark förnötning och deformation av skenorna, särskilt vid hållplatser.

Enligt min mening ha de flesta av ovan nämnda bromssystem sina fördelar, och innan en förvaltning går in för ett nytt bromssystem bör nog överbågas, huruvida icke tillfredsställande effektivitet i bromsningen kan uppnås vid det äldre systemet med de förbättringar, som undertecknad föreslagit.