

TEKNISKA OCH EKONOMISKA RESULTATEN AV LIKRIKTAREINSTALLATION I SALTSJÖBANANS KRAFTSTATION.

Föredrag av maskiningenjör *E. Grotte*,
Järnvägs A.-B. Stockholm—Saltsjön.

Vid Svenska Spårvägsföreningens sammanträde i Göteborg år 1929 höll direktör Ångström ett föredrag över en likriktares konstruktion och verkningsätt. Det kanske därför kan vara av intresse att veta, varför Saltsjöbanan anskaffade en likriktare ävensom det tekniska och ekonomiska resultatet av dess användning i praktiken.

När Saltsjöbaden åren 1912—13 elektrifierades, avslöts med Stockholms Elektricitetsverk kontrakt om leverans av 6,000 volt 25-periodig 3-fasström. I kontraktet bestämdes, att Saltsjöbanan vid anordnandet av sin omformarestation i densamma skulle uppställa ett batteri, vars funktion skulle vara, dels att utjämna belastningsstötarna, dels att utgöra reserv i händelse av strömavbrott från Stockholms Elektricitetsverk.

Sålunda anordnades för handriften 3 st. motorgeneratorer; motorerna å 6,000 volt växelström och 510 hkr., generatorerna å 1,350 volt likström och 350 kw jämte 2 st. Piraniaggregat eller s. k. booster om 165 volt, 700 ampère samt ett batteri på 650 element och 666 ampèretimmar. Den dyrbaraste delen av anläggningen blev givetvis batteriet, som ensamt kostade 65,000: — kronor, enligt uppgift av firman halva försäljningspriset; därtill kommo dryga byggnadskostnader för 2 st. stora batterierum, kraftigt tilltagna för att uppbära den stora vikten.

Alltsedan omformarestationens färdigställande år 1913, har nämnda utrustning fungerat utmärkt. Underhållskostnaderna hava varit mycket låga med undantag för batteriet, vars underhållskostnad icke står i rimlig proportion till dess nytta. Medelutgiften för batteriet under 10 års tid har varit 12,055: — kronor pr år.

År 1926 blev emellertid en vändpunkt i förhållandena, när batteriet då var totalt slut och antingen måste förnyas eller slopas. I det senare fallet hade vi tänkt anskaffa likriktare, som ensam tog hela driften, när en dylik maskin på grund av sin höga verkningsgrad och sina små tomgångsförluster lämpar sig bättre för våra trafikförhållanden än roterande maskiner. Utav 18 timmars trafiktid ligga tågen över vid ändstationen 6 timmar, under vilken tid de roterande maskinerna äro i gång utan något annat resultat än utgifter. En kalkyl visar

oss tydligt nog likriktarens fördel i ekonomiskt avseende. Batterifirmans offert å förnyelse av batteriet slutade på 150,000:— kronor, varav 46,800:— kronor inbetalas kontant och resten i form av en årsavgift av 11,720:— kronor under 10 år. Räknas med 6 % ränta och 10 års amortering jämte årsavgifter, material och arbetskostnader erhålles en summa å kr. 23,721:—
Förlusterna i roterande maskiner uppgå till 304,602 kwh
 å 69 kw som med vår taxa å ström motsvarar » 8,644:—
Förlust i batteri 146,781 kwh eller » 2,980:—
 eller summa kr. 35,345:—

Motsvarande siffror för en likriktare beräknad till kr.

75,000:— blir med 6 % ränta och amortering kr. 9,500:—
 Förluster hos likriktaren 73,500 kwh å 10¹/₂ kw » 2,090:—
 Förluster för roterande maskiner i reserv 13,800 kwh å
 69 kw » 608:—
 eller summa kr. 12,198:—

Alltså uppstår en vinst till likriktarens fördel å kr. 23,147:—. Räknas uteslutande med själva driftsresultatet torde en vinst på ca 13,426:— kronor pr år uppstå.¹

För att kunna slopa batteriet voro vi emellertid tvungna att utverka samtycke av Stockholms Elektricitetsverk. Sedan saken med verket ingående diskuterats gav slutligen detta sitt medgivande, varpå vi omedelbart gingo i författning om anskaffandet av en likriktare.

Valet av storlek var ingen lätt sak. Då belastningen å banan kunde uppgå till 1,600 å 1,700 kw, bestämde vi oss först för en å 1,600 kw, men när firman garanterade för en likriktare på 1,200 kw följande överbelastningar: 1,400 kw under 15 minuter, 1,900 kw under 5 minuter och 2,900 kw under 1 minut, beställde vi en för 1,200 kw och hava vi sedermera funnit detta val vara riktigt. I garantin ingick även den bestämmelsen, att likriktaren skulle kunna köras parallellt med motorgeneratorerna. Installationen var färdigställd i slutet av 1927 och likriktaren höll alla garantierna. Provningsarna utvisade en verkningsgrad av 94,5 vid ¹/₄, 94,9 vid ¹/₂, 94,4 vid ³/₄ samt vid full belastning 93,7.

Spänningsfallet från tomgång till full last var 14 % för transformator och likriktare tillsammans, varav 7,3 % kommer å likriktaren. Paralleldriften med motorgeneratorerna utföll synnerligen bra.

Vi inställde magnetiseringen å motorgeneratorerna, så att dessa skulle taga sin fulla belastning och det var ett nöje att se huru snabbt de gjorde detta, varefter likriktaren tog allt som blev över. Således idealiskt, ty motorgeneratorerna gingo med konstant belastning, lik-

¹ I detta sammanhang kan omnämnas att de gamla maskinerna med ställverk och batteri upptaga ett utrymme av 827 kvm. golvyta, då 2 st. likriktare med *booster* och *ställverk* upptaga endast 330 kvm. eller 40 % av föregående.

riktaren tog på sig alla variationer och samtliga maskiner gingo med högsta verkningsgrad.

Likriktaren visade emellertid en skillnad i drifhänseende.

Genom att Piraniboostern automatiskt reglerade belastningen å batteriet så att belastningen å generatorerna kunde hållas ganska konstant, blev spänningen nästan konstant i kraftstationen, vilket givetvis var till stor fördel. Likriktaren ensam däremot tager en förvånansvärd stor överbelastning, men så faller också spänningen i proportion därmed.

Dessa spänningsfall voro för oss mycket ofördelaktiga, enär de å motorvagnarna befintliga pumpmotorerna, som starta direkt på 1,350 volt med 6 kg. mottryck, blevo utsatta för överslag. Detta upphjälptes i viss mån genom att förskjuta borstbryggan å pumpmotorerna. Men så kommo vi på den idén att koppla in en Piranibooster i serie med likriktaren när helst spänningen å linjen var låg (antingen detta berodde på att spänningen från Elektriciteitsverket var låg eller att vi hade tung trafik) och resultatet av denna åtgärd var utomordentligt, då vi nu hade en automatisk regulator för likriktaren. Piraniboostern har mycket små tomgångsförluster, så det visade sig ekonomiskt att använda densamma.

Alla förhållanden voro emellertid icke så idealiska. En olägenhet, som likriktaren besitter, är att den åstadkommer störningar uti telefonnäten. Det gamla verket förorsakade naturligtvis även störningar i telefonnäten, ehuru icke i den omfattning som en likriktare, och dessa störningar uppslukas i hög grad av det stora batteriet. Telegrafverket uppmätte störningsfaktorn för kontaktledningsspänningen vid användandet av motorgeneratorer och batteri och befanns denna vara 8, och ansåg sig verket vara tillfredsställt, om vi kunde nedbringa störningsfaktorn till detta värde vid användandet av likriktaren. De störningar, som likriktaren förorsakar, synas uppkomma inuti likriktaren på grund av de ständiga växlingarna i motståndet hos ljusbågen, varigenom växlingen i spänningen och strömmen uppkommer. Härav framkallas i närbelägna ledningar störningar, vilka uppträda i form av olika toner.

Telegrafverket har haft vänligheten hjälpa oss att bestämma periodantalet på dessa olika toner. För att dämpa de mest tongivande hava vi låtit installera en stor drosselspole, som inkopplats mellan transformatorns O-punkt och negativa samlingskenan och dessutom resonansshuntar för 150, 300, 450, 600, 750 och 900 perioder, vilka inkopplats i serie med kondensatorer mellan den positiva och negativa samlingskenan. Det återstod emellertid ännu en ganska skarp ton på 1,050 per., men genom att inkoppla en kondensator parallellt med huvuddrosselspolen, tystnade även den.

Störningarna i telefonnätet äro i proportion till detta näts isolationsförhållanden. En telefonkabel, innehållande flera ledningar med samma isolationsmotstånd samt omgiven med blymantel, är knappt mot-

taglig för störningar, men har t. ex. en ledning i densamma olika isolationsmotstånd, uppträder genast störning. Luftledningarna äro naturligtvis ännu mer mottagliga för störningar i den mån isolationsmotstånden äro olika. Likriktaren är en god kontrollant på ett ledningsnäts isolationstillstånd.

Det ekonomiska resultatet av likriktarinstallationen blev ungefär, vad vi tänkt oss. Som förut nämnts hade driftvinsten beräknats till 13,426: — kronor och blev i verkligheten ca 13,000: — kronor, och utgjordes densamma av minskade materialier, arbetskostnader och strömförbrukning. Utöver denna summa har dessutom tillkommit en inkomst å kronor 4,800: — pr år, utgörande hyra för de stora batterilokalerna, vilka en strumpfabrik övertagit. Vinsten rör sig således på omkring 18,000: — kronor pr år eller med andra ord, likriktareanläggningen är fullt betald på 4 år: således en mycket god affär. Den vinst, som uppkommit genom att den nuvarande personalen i omformarestationen kan sysselsättas med arbeten för annat ändamål, är här icke medräknad.

I fråga om likriktarens driftsäkerhet må framhållas, att allt sedan januari 1928 tills dato, således över 3 år, har fel uppstått endast två gånger. Det första var tändningsfel; det andra otillräckligt vacuum.

En nyhet, som kanske kan vara värd att omtala, är att vi förra året själva utförde ett nytt ställverk på 30,000 volt, 50 perioder med 2 st. utomhustransformatorer å 800 och 1,400 kw. Den ena är installerad för industrien, den andra för banan, med möjlighet att använda än den ena eller den andra eller båda i parallell. Genom denna anordning är det oss numera möjligt att köra likriktaren dels å 6,000 volt 25 per. dels å 6,000 volt 50 per. Vi kunna även köra samtliga manöveranordningar för antingen 50 eller 25 perioder. Givetvis är verkningsgraden något lägre och spänningsfallet något större vid användandet av 50 perioders ström, men dock icke av någon betydelse.

Med de gamla roterande maskinerna i reserv å 6,000 volt 25 per. är driftsäkerheten inom omformarestation numera synnerligen hög.