

# NSB

## *Tekniske meddelelser*



NSB

### INNHOOLD

NR. 4 · 5. ÅRGANG · SEPT. 1957

NSB's kontaktledningssystem  
Forrådsavdelingens sentrallager  
Telens virkning  
på forankrede jernstenger  
Transistor omformer for bruk  
i sikringsanlegg  
Vestbanenes skifteproblem  
Gi strømmen slakkere tøyler  
på hjemvegen

DK 621.332(481)=396

HEIBERG, H.: En kort beskrivelse av NSB's kontaktledningssystem. (A short description of the contact line equipment of the NSB.) Tekn. medd.-NSB, 5 (1957), no. 4, pp. 81—87.

The article describes the catenary construction, hangers anchoring and adjusting equipment, masts, clamps, insulators, railjoints, electrical lay-out and booster transformers.

DK 658.7:385(481)=396

HAVIG, E. I. B.: Forrådsavdelingens sentrallager. (The stock of construction equipment in the Department of purchases and stores.) Tekn. medd.-NSB, 5 (1957), no. 4, pp. 87—97.

An orientation about NSB's division of construction equipment. This division, established in 1945, possesses an essential part of NSB's stock of construction equipment, and rents these to districts and construction jobs.

The article gives a critical survey, and mentions the division's main aim: Acquisition and renting of machines, repair and maintenance, and teaching of machine operators.

DK 526.32(481)=396

DK 624.131.435(481)=396

HARTMARK, H.: Forsøk utført med forankrede jernstenger. (Frost heaving and anchored steel-rods.) Tekn. medd.-NSB, 5 (1957), no. 4, pp. 97—101.

Frost heaving has made the common types of boning rods for levelling and adjustment useless. Experiments have been made with different types of anchored steel-rods or tubes. A Swedish type of anchor proved to be successful.

DK 621.314.7=396

GULBRANDSEN, F. O.: 50 W likestrøm-vekselstrøm transistor omformer for bruk i sikringsanlegg. (A 50 watt DC to AC transistor convertor for use in interlocking equipment.) Tekn. medd.-NSB, 5 (1957), no. 4, pp. 102—111.

Description of function and theory of operation of a square-wave transistor oscillator, the design and construction of a practical model with 4 transistors and test results with oscillograms.

**Adresseforandring bes meldt  
snarest til Presse- og opp-  
lysningskontoret, Hst.**

Redaksjon: J. B. Hegna, form., L. Saxegaard, R. Heyerdahl-Larsen, N. Eckhoff, E. Havig, A. Rom, T. Collin  
 Utgiver: Norges Statsbaner. Redaksjonens adresse: Storgaten 33, Oslo. Telefon 42 68 80

## EN KORT BESKRIVELSE AV NSB's KONTAKTLEDNINGSSYSTEM

Av avdelingsingeniør Thv. Heiberg

DK 621.332(481)=396

En kontaktledning er å betrakte som en kraftledning for overføring av elektrisk energi fra produsent til forbruker.

Kraftledninger for det alminnelige forbruk har den fordel at forbrukerne er stasjonære. En kontaktledning må derimot kunne levere energi til en forbruker som raser avsted med en hastighet på opptil 100 km/t eller mer under stadige kast både til siden og opp og ned, alt etter banens kurveforhold og skinnegangens beskaffenhet. Disse forhold setter naturlig nok sitt spesielle preg på kontaktledningens utforming.

Kontaktledningen er bygget for overføring av en-fase vekselstrøm med ca. 15 000 volt spenning og et periodetall på  $16\frac{2}{3}$  Hz. med returstrømmen gjen-

nom skinnene. Kontakttråden som bestrykes av lokomotivenes strømvtagere, er en rund 80 eller 100 mm<sup>2</sup> hardtrukket kobbertråd med spor for klemmebefestigelse. Ved hjelp av hengertråder er kontakttråden opphengt i en langsgående bæreline av 50 mm<sup>2</sup> 7-trådet kobber. Hengertrådene er bløttrukket kobbertråd med 4 mm Ø. Fig. 1 viser opphengingsmetoden og fig. 2 viser en hengertråd med tilhørende klemmer.

Bærelinen er igjen opphengt i utliggerer som monteres i master eller åk. Utliggerne er rørkonstruksjoner som holder kontaktledningen i riktig stilling ut fra masten over sporet. Man har flere typer. Fig. 3 viser en vanlig utligger for masteopphenging (normalutligger), fig. 4 viser utligger for åk og fig. 5 utligger for tunnel.

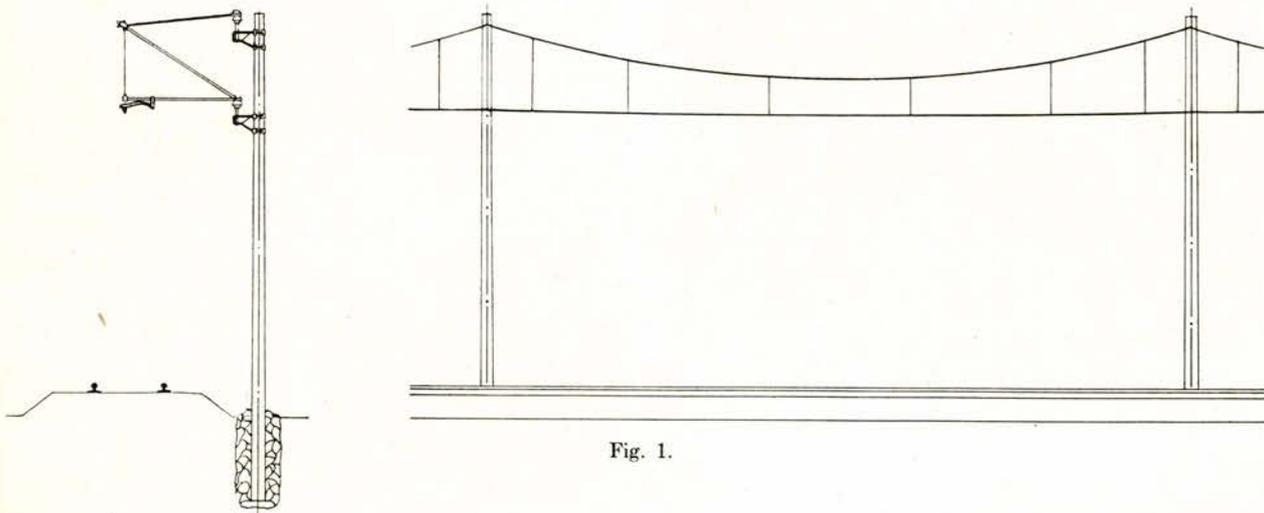


Fig. 1.

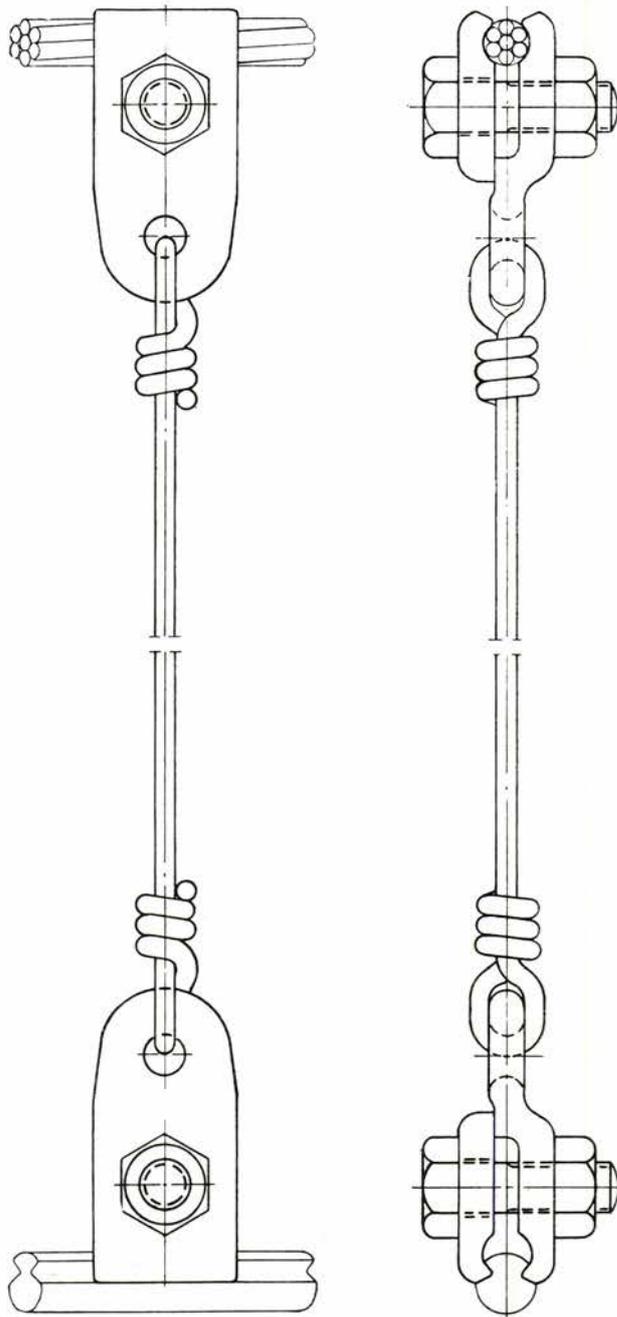


Fig. 2.

Fig. 6 viser en utliggertype som brukes der hvor kontaktledningen må avspennes (avspennings- og seksjonsutligger). Kontaktledningen må nemlig avspennes for hver ca. 800 m for å holde lengdevariasjonene innen rimelige grenser ved temperaturforandringer. Strømvavtagerens overgang fra den ene kontakttråd til den annen gjøres så jevn som mulig ved at trådene føres parallelt i et spenn før de avspennes. Avspenningsutliggeren er derfor en dobbeltutligger for bæring av begge ledninger.

Avspenningsfeltene brukes også til elektrisk seksjonering (seksjonsfelt) der hvor det er nødvendig.

Det må da mellom dobbeltutliggerne anbringes en spesiell utligger midt i spennet for å hindre at ledningene klapper sammen i vind. Fig. 7 viser et seksjonsfelt skjematisk. Kontakttrådene løftes noe i siste opphenging før avspenningsmasten slik at strømvavtagerens berøring av begge kontakttrådene samtidig bare finner sted midt i spennet. På figuren er den del av trådene som ikke berøres av strømvavtageren stiple.

Tilsvarende dobbeltutliggerer has også for åk- og tunnelopphenging.

For at kontakttråden skal være mest mulig ettergivende for strømvavtageren i opphengingspunktene og sikre jevnest mulig trykk, er den festet til utliggeren med et kort rør (lett direksjonsstag) som tillater at kontakttråden kan løftes. Forbindelsen mellom det lette direksjonsstag og kontakttråden (kontakttrådklemmen) er vist på fig. 8.

Midt i spennet løfter strømvavtageren kontakttråden mer enn ved utliggeren på grunn av innflytelsen fra bærelinen. Kontakttråden gis derfor et lite

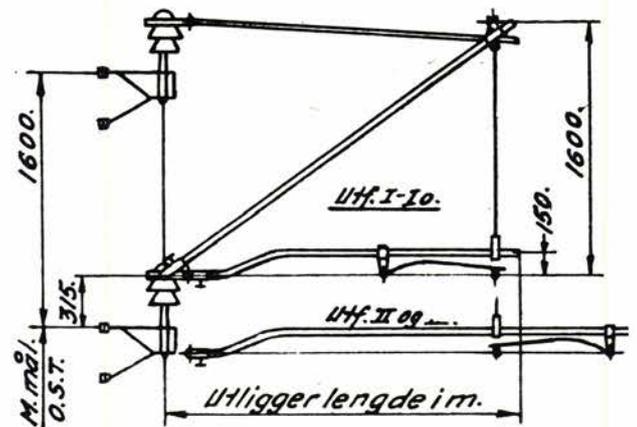


Fig. 3.

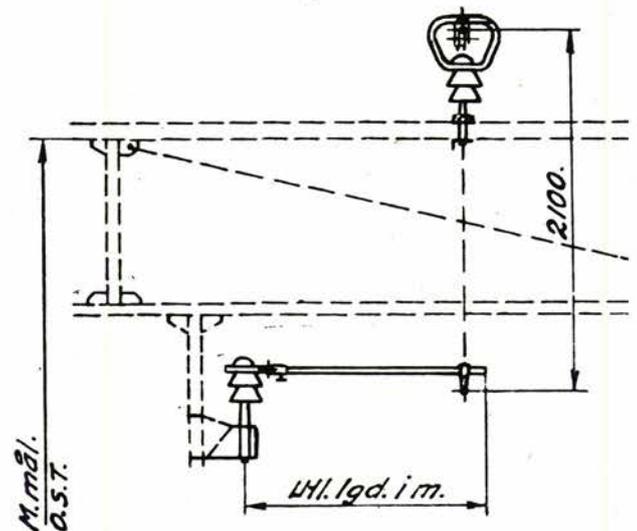


Fig. 4.

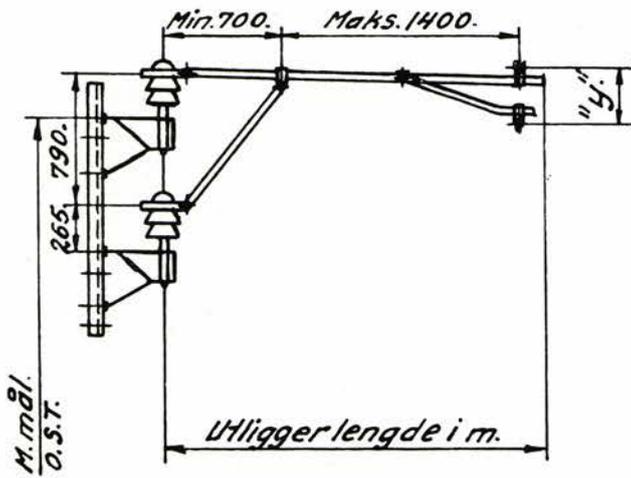


Fig. 5.

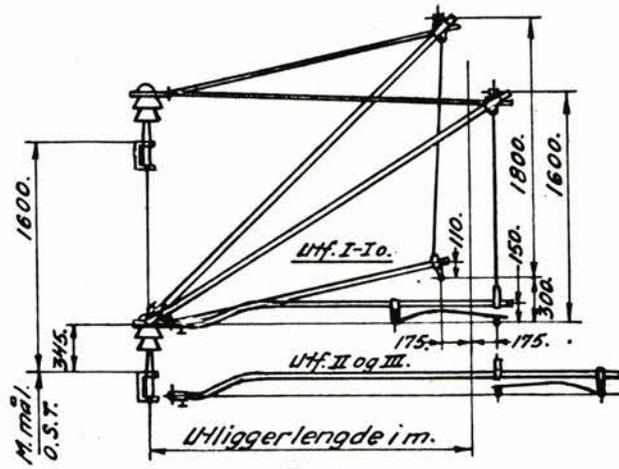


Fig. 6.

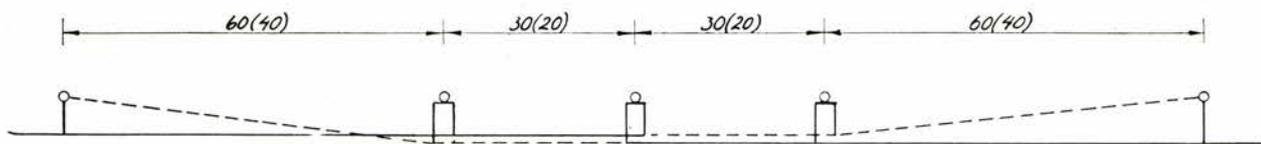


Fig. 7.

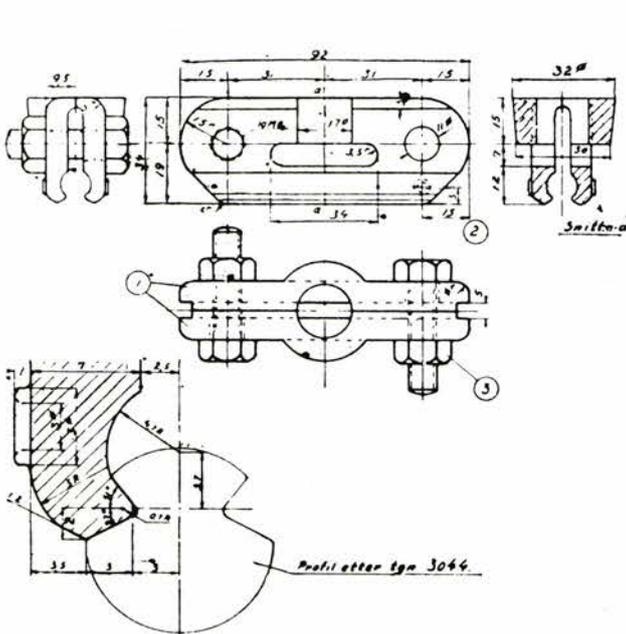


Fig. 8.

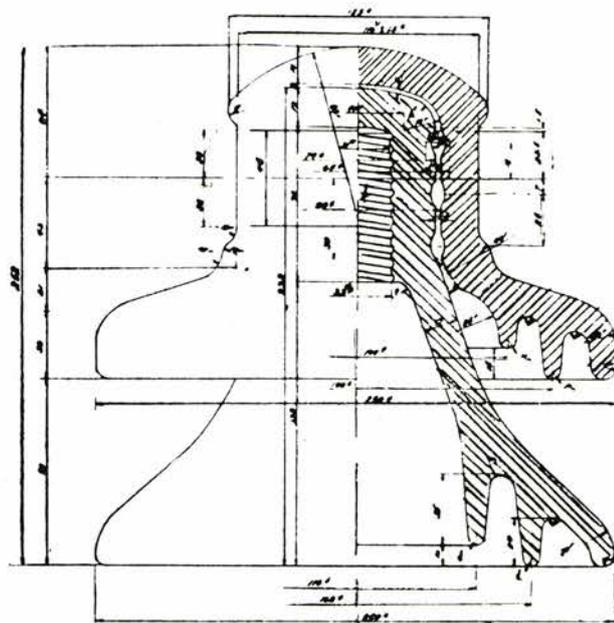


Fig. 9. Utliggerisolator.

nedheng som tilsvare løftingen slik at strømvatagerens vertikale bevegelser blir minst mulig. Nedhenget varierer mellom 60 og 25 mm avhenging av spennlengden.

For å fordele slitasjen på strømvatagerens toppstykke over et større område slik at det ikke slites spor i det, legges kontaktråden i siksak som ved utliggerne vanligvis er  $\pm 400$  eller 0 mm.

I kurver må avstanden mellom kontaktrådens

opphegingspunkter begrenses for at tråden ikke skal komme utenfor strømvatagerens toppstykke. Av samme grunn må utblåsing av kontaktråden i vind ikke bli for stor. Masteavstanden er derfor fastlagt til 60 m på rett linje avtagende til 25 m ved en kurveradius på 112 m.

Utliggerne isoleres fra master og åk med ståisolatorer av porselen. Overslagsspenningen er 95 kV (våt) og krypstrømlengden 75 cm.

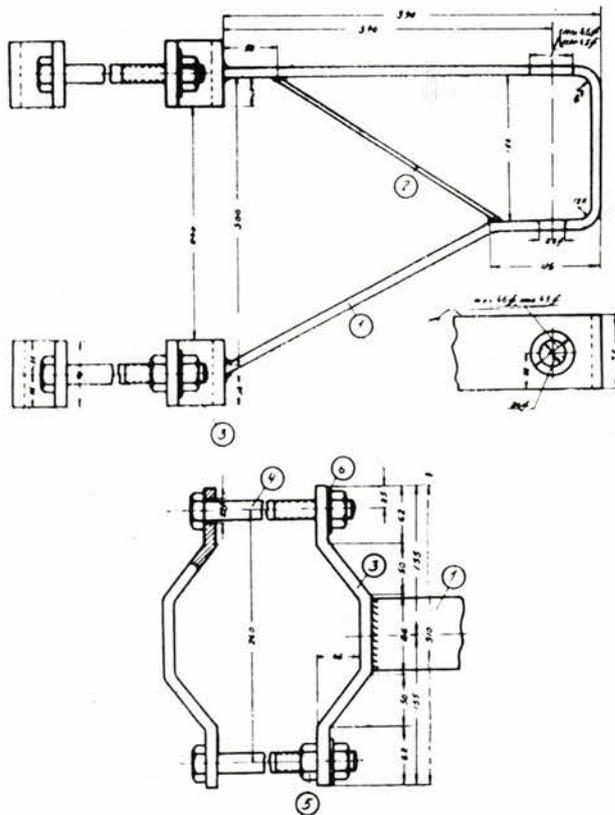


Fig. 10.

I avspenningene brukes nå stavisolatorer av porselen i selve ledningen. Overslagsspenningen er 100 kV (våt) og kryptstrømlengden 50 cm.

Isolatorpiggene er dreibart opplagret i konsoller slik at utliggerne kan følge med i kontaktledningens lengdevariasjoner.

Konsollene og alle slags festejern for øvrig klammes til mastene for å slippe å lage huller i disse, fordi hullene danner angrepspunkter for forråtnelse. Fig. 10 viser en utliggerkonsoll for tremast.

På stasjoner hvor sporavstanden hindrer anbringelse av master brukes åk, se fig. 11 og 12. Åkene er sammensatt av standardiserte deler som muliggjør åklengder fra 10 til 33 m i trinn på  $\frac{1}{2}$  m. Åkene sammenbygges på de respektive stasjoner før de heises opp i mastene.

Som nevnt foran må kontaktledningen avspennes med bestemte mellomrom. I den ene enden er avspenningen fast (fast avspenning). I den andre enden strammes ledningen ved hjelp av vekter (loddavspenning), se henholdsvis fig. 13 og 14. Det samlede strekk er 1125 kg som ved hjelp av en balansearm fordeles med 625 kg på kontakttråden og 500 kg på bærelinen. Vektene er sammensatt av betonglodder med hull og sliss slik at de bekvemt lar seg stable på en gjennomgående bolt.



Fig. 11.

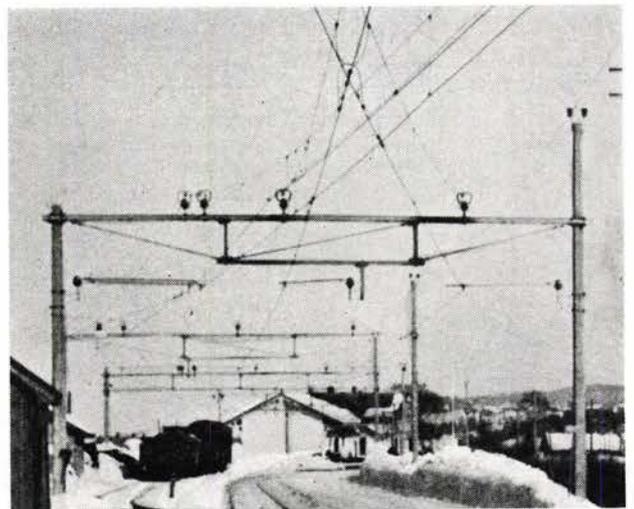


Fig. 12.

For tiden brukes 2 mastetyper, tremaster og betongmaster. Tremastene er furustolper impregnert etter Rüpingsmetoden med toppdiameter mellom 18 og 21 cm. Nedgravingsdybden varierer fra 2 til 1.3 m alt etter påkjenning og jordsmonn. Fastkiling i mastehullet skjer ved hjelp av stein. I godt fjell kan mastene staves. Betongmastene fastkiles på samme

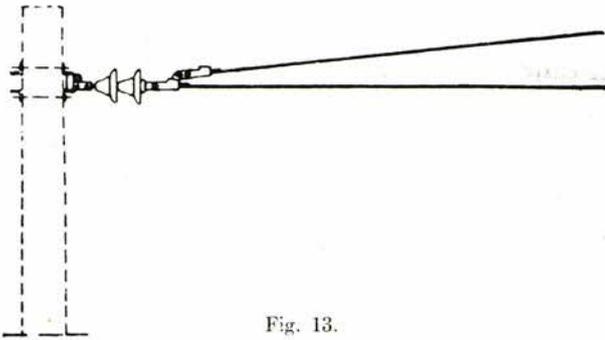


Fig. 13.

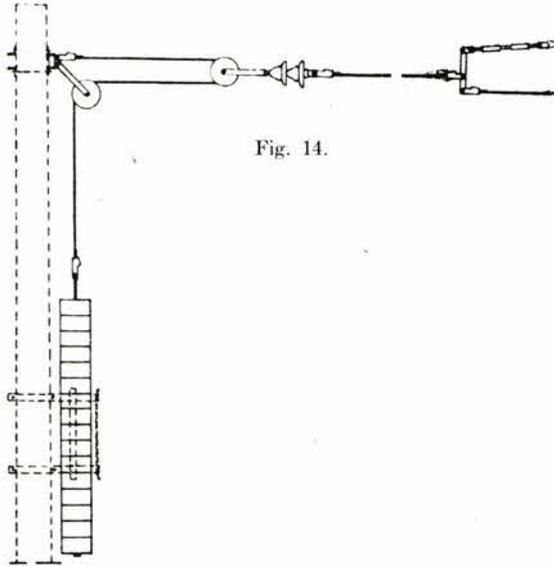


Fig. 14.

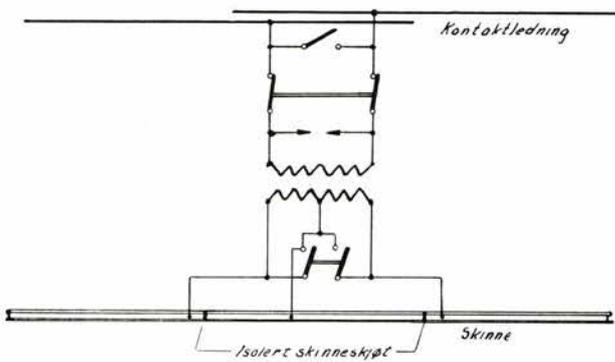


Fig. 17.

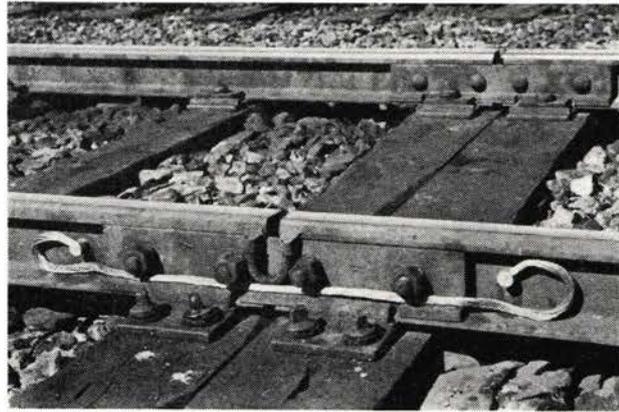


Fig. 16.

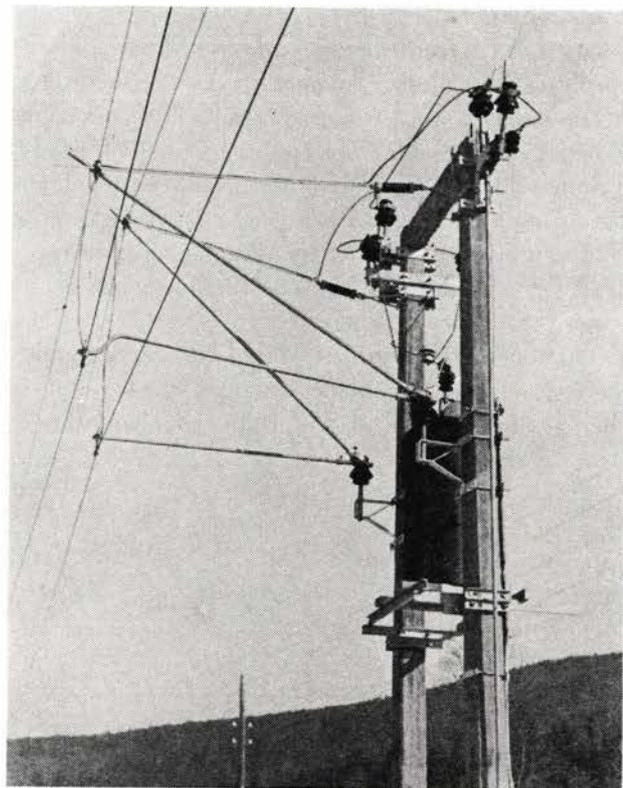


Fig. 18.

måte i jord mens det på fjell brukes spesielle fjell-sokler.

Begge mastetyper barduneres når de brukes som avspenningsmaster. I kurver med radier mindre enn 1000 m må tremastene også barduneres på grunn av kontaktledningens kurvestrekk. Bardunene forankres med bardunanker, en rund betongskive, i jord og med bardunbolt på fjell. Bardunwirene er varm-forsinkede stålliner med strekkfasthet = 120 kg/cm.

Konsoller, åk og festejern jordes til skinnene med en 25 mm<sup>2</sup> glødet kobbertråd. Alle ståldeler er varm-forsinket. Beleggets tykkelse tilsvarer en vekt av 400 g/m<sup>2</sup>. Klemmer som ligger an mot kobber, f. eks. kontakt- og hengertrådklemmer er av messing med skruer av rustfritt stål.

Da skinneskjøtene yter motstand mot strømgjen-nomgang (jfr. Tekniske meddelelser 1956 s. 102) blir de parallellkoblet med en skinnforbinder av 70 mm<sup>2</sup>

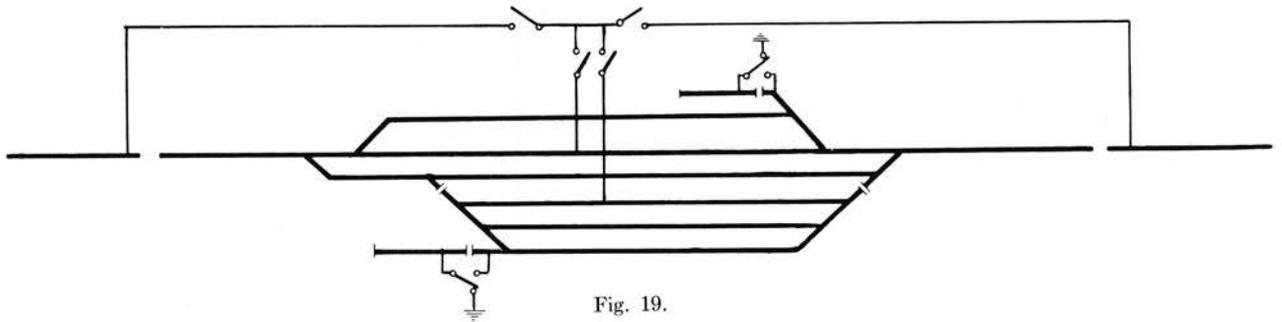


Fig. 19.

fleksibel kobberline som plugges til skinnesteget. Fig. 16 viser en skinneforbinder.

For at returstrømmen mest mulig skal gå gjennom skinnene og ikke til jord, anbringes sugetransformatorer for hver 2.5 til 3 km. Derved oppnås mindre forstyrrelse i nærliggende svakstrømslinjer. Transformatorene er dimensjonert for en kontinuerlig strøm på 250 ampere ved en ytre sekundær impedans  $Z = 0.2 + j. 0.3$  ohm. Oversetningsforholdet er 1 : 1. Primærviklingen er innkoblet i kontaktledningen og sekundærviklingen i skinnene slik at virkningen blir som strømtransformator. Fig. 17 viser hvordan transformatoren med brytere tilkobles, og fig. 18 viser arrangementet i mast.

På stasjoner anordnes såkalt forbigangsledning som gjør det mulig å koble stasjonen ut uten å bryte den gjennomgående strømforbindelse. Kontaktled-

ningen seksjoneres da ved innkjørshovedsignalene og stasjonen mates over egen bryter fra forbigangsledningen, som også har nødvendige brytere for utkobling av de tilstøtende linjeseksjoner. Fig. 19 viser prinsippet for stasjonskobling. Forbigangsledningen bendsles til stålisolatorer på mastetopp i minst 2 m høyde over nærmeste spenningsførende kontaktledningsdel. Større stasjoner blir gjerne oppdelt i flere koblingsgrupper.

På strekninger med mating fra to sider må det, når matestasjonene ikke kan kjøre i paralleldrif, sørges for at strømvtagerne under passering fra det ene mateområdet til det annet ikke danner ledende forbindelse mellom dem. Det vil i så fall virke som en kortslutning hvis matestasjonene ligger på motfase og matebryterne vil koble ut med driftstans til følge. Kontaktledningen oppdeles derfor ved hjelp

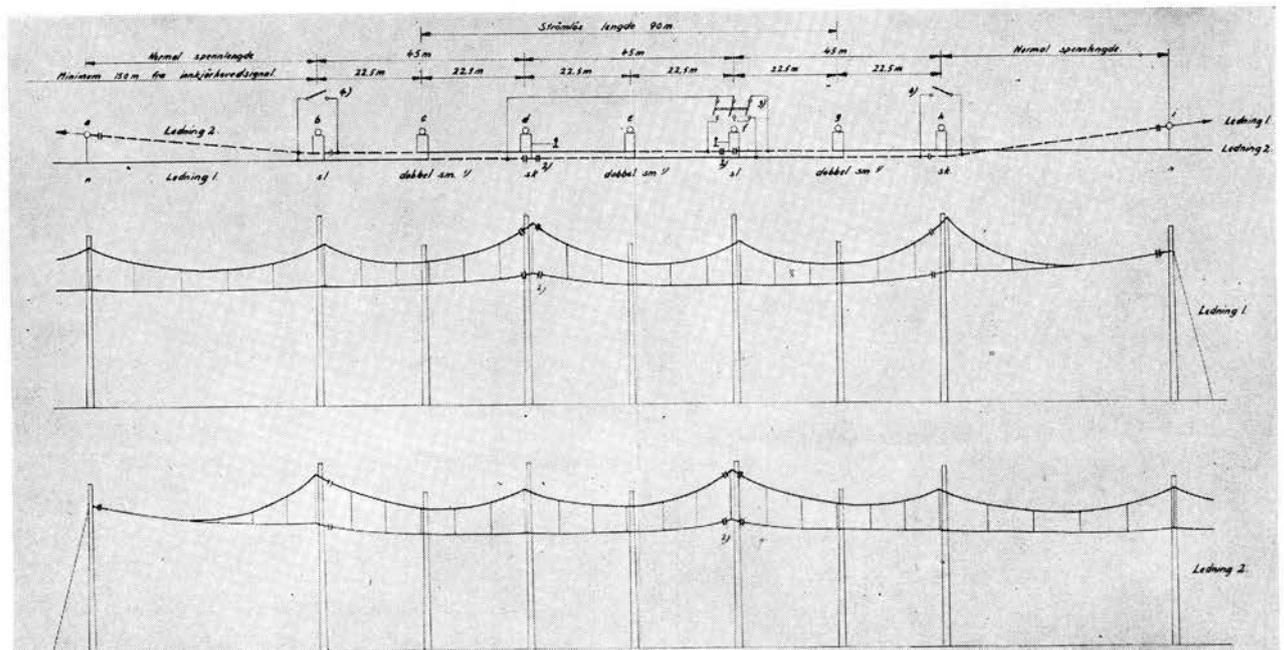


Fig. 20.



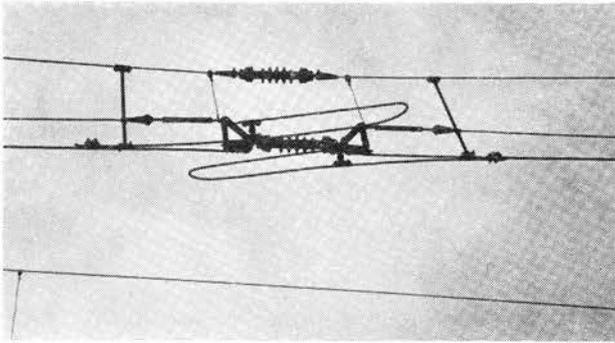


Fig. 21.

av et spesielt seksjonsfelt, såkalt død seksjon. Fig. 20 viser den prinsipielle utførelse. Ved at de to parallelle ledninger kjøres på avvekslende, oppnås i alt tredobbelt seksjonering som er anordnet slik at strømavtagerne ved en hvilken som helst forekommende konstellasjon ikke kan etablere forbindelse mellom matestrekningene.

Bortsett fra ved døde seksjoner og sugetransformatorene har man vanligvis ingen oppdelingsmulighet mellom stasjonene unntatt for spesielle steder f. eks. på tunnelstrekninger med ofte forekommende tunnelrensk.

De brytere som brukes i kontaktledningsanleggene er skillebrytere dimensjonert for 400 A driftstrøm. De er innrettet for håndbetjening eller for motorbetjening med fjernstyring fra matestasjonene. Bryterne kan i nødsfall også bryte ledning under last. Hvor spesielle ledninger som f. eks. for lastespor skal kunne gjøres spenningsløse og jordes, brukes brytere med jordingskontakt, se fig. 19. Isoleringen av disse spor fra de øvrige skjer ikke med de tidligere nevnte seksjonsfelt, men med en såkalt seksjonsisolator som er vist på fig. 21. De tillates bare anbrakt over spor med liten kjørehastighet fordi de har stor masse i forhold til kontaktråden og derfor danner et hardt punkt for strømavtageren.

## FORRÅDSAVDELINGENS SENTRALLAGER

Av avdelingsingeniør E. I. Bärnholdt Havig

DK 658-7:385(481)—396

*Nedenstående artikkel innbyr muligens til diskusjon, og Tekn. meddel. står åpen for innlegg*

*Red.komiteen.*

Forrådsavdelingens Sentrallager, forkortet benevnt FS, er en relativt ny avdeling hvis virksomhet er best kjent av personale som er knyttet til banetekniske vedlikeholds- og anleggsarbeider.

Avdelingens hovedoppgave er med minst mulig kapitalutlegg å bidra til å holde NSB med de nødvendige og best mulige byggemaskiner, herunder å foreta anskaffelse, vedlikehold og utleie til distrikter og anlegg. I tilknytning til denne virksomhet besørger salg til distrikter og anlegg av maskinelt utstyr, samt anskaffelse av reservedeler for dette. Man er også behjelpelig med salg av maskiner som utraneres. Navnet Sentrallager er derfor misvisende og burde muligens forandres til f. eks. Sentralstasjon for byggemaskiner.

Maskinparken omfatter gravemaskiner, beltetraktorer, kompressorer, anleggs-lokomotiver, betongblandere, motorer, lysaggregater og en rekke andre maskiner og utstyr, samt reservedeler.

### Historikk

#### Opprettelse.

Sentrallageret ble opprettet i henhold til Hovedstyrets brev datert 8. desember 1945 til Det Kgl. Arbeidsdepartement og departementets godkjennelse datert 17. desember 1945. I Hovedstyrets brev er bl. a. anført:

«Som et nødvendig ledd ved Statsbanenes Forrådsavdeling ansees opprettelsen av et sentrallager. Opprinnelig hadde en tenkt å la spørsmålet utstå til situasjonen etter krigen var mer avklart. Imidlertid bevirker de store mengder av forbrukssaker, materiell og utstyr fra tyske lagere som en nå har leilighet til å tilføre Statsbanene, nødvendigheten av at et sådant sentrallager blir opprettet allerede nå.

Til Sentrallageret tenkes overført alt fra nå av anskaffet verdifullere anleggsmateriell og aggregater og innretninger som kan komme til anvendelse ved ett eller flere distrikter (anlegg), det være samtidig eller etter tur. Hertil kommer ledig materiell fra før, som også tidligere har vært fordelt av Forrådsavdelingen.»

For kjøp til FS ble stilt til disposisjon kr. 7 mill. av materialfondets midler, senere (i 1953) forøket til kr. 9 mill.

*Administrasjon, personale.*

FS sorterer under kontorsjefen ved Forrådsavdelingens Forråds kontor og har sitt kontor i Hovedstyret. Den daglige ledelse foreståes av en maskingeniør. Inntil 1. desember 1955 var også kontorsjefen maskinteknisk utdannet. Ved ansettelse av ny kontorsjef 1. desember 1955 ble FS' daglige leder den eneste ingeniør med maskinteknisk utdannelse som behandlet saker vedrørende FS.

Kontoret fikk år 1956 som teknisk assistent en konstruktør med maskinteknisk utdannelse. Regn-

skapsføring, leieberegning, kartotekføring, ekspedisjon vedrørende utleieordrer, reservedeler og materiell utføres av en førstefullmektig, en fullmektig og en assistent.

Den daglige ledelse av selve lageret og verkstedet på Grorud utføres av en maskintekniker (konstruktør).

Total oversikt over FS' personale i årenes løp viser tabellen. Særlig i de første år var nok ikke den enkeltes arbeidsoppgave alltid sterkt begrenset til stillingens tittel, og oversikten er uklar for de første 2 år. Dette for øvrig sympatiske trekk, at enhver har gjort det han har kunnet og blitt satt til i et knipe-tak, uansett stillingens tittel, har hjulpet FS over mange vanskeligheter.

*Oversikt over personale ved Sentrallageret pr. desember.*

Stilling	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
<i>Hovedkontoret</i>											
Ingeniør .....	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Konstruktør .....											1
Førstefullmektig .....		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fullmektig .....									1	1	1
Jernbaneankepeditor .....	1	1	1	1	1	1	1	1			
Assistent .....	1							1	1	1	1
<i>Lager og verksted</i>											
Konstruktør .....									1	1	1
Formann (overflyttet) ....	1	1	1	1	1	1	1	1			
Jernbaneankepeditor .....										1	1
Assistent .....							1	1	1		
Verksmester .....									1	1	1
Verkstedformann .....					1	1	1	1	1	1	1
Verkstedarbeidere .....			2	2	3	4	7	7	7	8	8
Lagermester .....				1	1	1	1	1	Ledig	1	1
Lagerformann .....	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lagerbetjent .....			1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tomte- og lagerarbeidere ..	6	6	7	8	7	7	7	6	6	3	3
Sjåfør .....			1	1	1	1	1	1	1	2	2
Sum	11	11	16	18	19	20	24	24	24	24	25

Av oversikten merker man seg spesielt at FS i de første år ikke hadde sitt eget verksted for reparasjon og vedlikehold av maskinene. Man hadde heller ikke teknisk personale som kunne avse tid til kontroll og bistå med opptak av nødvendige data for opprettelse av tilfredsstillende kartotek kort for maskinene. Det materiell som FS fremdeles har igjen fra denne første periode har derfor skaffet mange vanskeligheter.

De fleste blant personalet kom fra distriktene og anleggene. Blant de enkeltpersoner som har nedlagt

et stort arbeid i FS er: konstruktør Fredrik Rolland som tiltrådte som lagermester i 1949. Han har fra 1918 tjenestegjort i distrikter og ved anlegg hvor han har arbeidet med vedlikehold av redskap og maskiner for linjens vedlikehold og anleggsdrift, og har således sett hvorledes håndredskap og eldre arbeidsmetoder er blitt foretrengt av moderne arbeids- og tidsbesparende maskiner. Med de små forholdene ved FS måtte han ta seg av både lager, verksted, bygninger og spor. De fleste landet rundt som har vært i kontakt med FS kjenner Rolland.



Konstruktøren ved FS' verksted var det vanskelig å få fotografert uten ved telefonen.

Det har forgjeves vært fremsatt forslag fra FS om å få flere verkstedfolk, således i 1954, men parolen var da blitt at NSB hadde for mange folk. En forbedring oppnådde man dog ved at den tidligere lagermesterstillingen ble satt opp til konstruktør med en lagermester og en verksmester under seg. Ved den i 1958 forestående verkstedutvidelse må spørsmålet om flere verkstedarbeidere antagelig søkes løst ved overflytting, men om dette kan gi habile folk er et stort spørsmål.

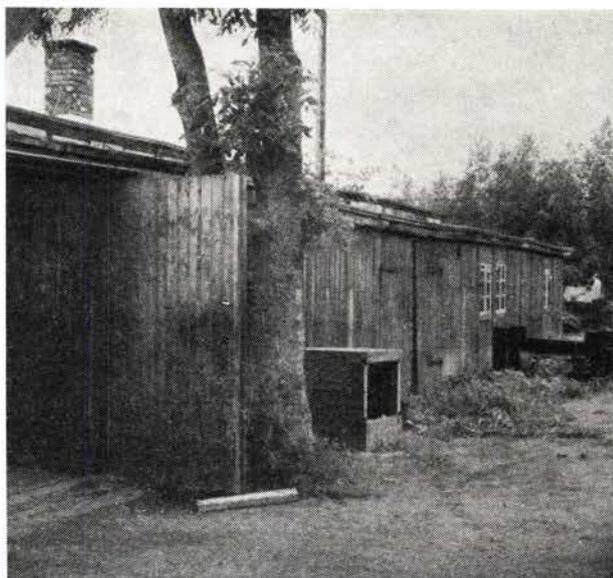
Administrasjonsordningen for FS er et svakt punkt idet den faglige maskintekniske leder ikke er tildelt noen avgjørende myndighet og ingen av NSB's fagdirektører behersker det arbeidsfelt FS spenner over. Resultatet har vært at spesialavdelingen ikke har fått nødvendige hjelpemidler for å fylle sin oppgave.

Vedrørende maskinene er FS på sin side tildelt et bestemt beløp for å holde byggemaskiner m. m., men skal for øvrig være selvfinansierende ved at maskinene leies ut. Leien skal dekke avskrivning, vedlikehold, utrangering og nyanskaffelse. FS får altså ingen bevilgninger til maskinkjøp og må derfor selv sørge for at regnskapet balanserer. Dette tilsier at man bør kjøpe den maskin som kan bære seg selv økonomisk, dvs. den må være rimelig i anskaffelse, kurant å vedlikeholde, av god kvalitet, og det må kunne skaffes leier til den for et rimelig antall brukstimer pr. år således at den kan avskrives innen den blir ukurant eller avlegs ved at fabrikkene sender ut på markedet nye moderne maskiner. (Som eksempel kan nevnes overgang til dumpere og lastebiler

istedenfor vagger og lokomotiver, tunnelgravemaskiner istedenfor trykkluftlastemaskiner osv.)

På den annen side står FS' kunder, som for den alt overveiende del er distriktenes baneavdelinger samt anleggene. Kundene ønsker lave leier og et godt utvalg av hypermoderne maskiner. Som enhver god forretning forsøker FS å etterkomme kundenes ønsker og å rettledede dem, men selvsagt kan mange ønsker stride mot det teknisk-økonomisk forsvarlige og må frarådes. Dessverre er det for enkelte maskiner anskaffet kostbart utstyr som aldri har vært brukt, til dels maskiner som det må brukes spesialjernbanevogn for å transportere, og maskiner som det tar lang tid å skaffe reservedeler til. Disse siste ulemper medfører liten brukstid pr. år og betinger en vesentlig lengre amortisasjonstid. FS må også ha på lager maskiner som kun kan påregnes brukt korte perioder eller i sesonger, og med den någjeldende utleieordning må de derfor påføre FS tap.

Selv om det heter distrikt, anlegg eller FS, så danner det tilsammen en enhet, NSB, som man må forsøke å disponere for på beste måte. FS som sådant skal ikke totalt ha noen økonomisk fortjeneste på utleieordningen, men må heller ikke totalt ha tap. Med de stadig stigende priser på maskiner kan man ikke være for ettergivende med leieprisene. De maskintekniske og økonomiske spørsmål som FS til enhver tid må ha for øye, er til dels i dag ukjent for mange blant bygningsteknisk personale, men utviklingen medfører at selv om maskiner ikke hører til ens fagområde, så må man iallfall bli maskin-minded.



Verkstedbrakken som ble brukt som verksted til 1951 er nå falleferdig.

*Lager- og verkstedbygninger.*

FS innredet lager og ekspedisjon i garasjer og brakker bygget av tyskerne på Maskinavdelingens tomt, Lille Nyland, Grorud. Bygningene besto av en verkstedbrakke lite egnet til bruk i vintertiden og hvor samtlige verktøymaskiner var fjernet av Maskinavdelingen, en liten og dårlig egnet lagerbrakke, en garasje som var i forholdsvis god stand (plass for 8 større biler), samt en kontorbrakke. Samtlige hadde uheldig beliggenhet på tomten. Da tomten allerede den gang var forutsatt brukt for utvidelse av Maskinavdelingens verksted måtte benyttelsen av tomten for FS betraktes som helt midlertidig. Det ble derfor i 1946 fremmet forslag om å bygge nytt verksted og lager på jernbanens tomt ved pukkverket på Grorud. Tomten ble under første verdenskrig bebygget med lange treskur for Statens provianteringskommisjon. Skurene brente under okkupasjonen, og bare en liten del var bygget opp igjen av Oslo distrikt og benyttet for lagring av overbygningmateriell tilhørende Hovedstyrets skinnkontor og brukontor. Det var meningen at Oslo distrikts lager i størst mulig utstrekning skulle gå inn i Sentrallageret. Tomten lå beleilig til for skifting fra Grorud stasjon og sporene på tomten kunne brukes uten store forandringer. Bygget for FS var beregnet for ca. 25 mann og bestod av verksted ca. 600 m<sup>2</sup>, lager ca. 1200 m<sup>2</sup> med mulighet for forlengelse, dertil kontor, spisesal, garderobe m. v. Overslaget lød på kr. 845 000, men Samferdselsdepartementet fant ikke plass for denne forføyning på budsjettet for 1947—48. Forslaget ble uten hell fremmet i 1948, overslaget var da p. g. a. prisstigningen øket til kr. 1 045 000.

I den påfølgende tid ble det innen Hovedstyret fremlagt et nytt forslag om et sentrallager for i alt 60 mann, og flere alternativer til tomt ble behandlet. Saken sirkulerte til en rekke avdelinger uten at det foreløpig kom noe positivt ut av forslaget. Det ble hevdet at det foreslåtte verksted var for stort og at man måtte regne med at anleggene måtte ha sine egne verksteder, størrelsen proporsjonal med anleggets størrelse og avstand fra Oslo, videre at distriktene måtte forutsettes å få assistanse fra verkstedene for rullende materiell eller fra små baneavdelingsverksteder. For Maskinavdelingen var det p. g. a. rasjonalisering og spesialisering i verkstedene for rullende materiell ingen fordel å overta reparasjon av byggmaskiner m. v., dog kunne det være mulighet for dette om verkstedplass eventuelt om mange år ble ledig. Spørsmålet om overføring av FS fra Forrådsavdelingen til Baneavdelingen ble også drøftet og forsinket saken ytterligere.

Resultatet ble at man foreløpig måtte la planer forbli planer og besluttet i 1951 for et beskjedent beløp å innrede den etter tyskerne overtatte garasje til provisorisk verksted på ca. 400 m<sup>2</sup>, samt bygge et nytt lagerskur på ca. 260 m<sup>2</sup>. Disse tiltak ble ferdige henholdsvis våren og sommeren 1952.

Planene om et nytt sentrallager ble dog bearbeidet videre. Avdøde generaldirektør Sundt var enig i at et tilfredsstillende sentrallager måtte bygges for å utnytte rasjonelt de verdifulle og etterhvert mer og mer kompliserte maskiner som måtte tas hånd om av fagfolk i et godt utstyrt verksted med gode lagringsmuligheter. Generaldirektør Sundt besøkte ofte Sentrallageret og orienterte seg vedrørende lagerbeholdningen, og det lyktes ham også omsider å få støtte fra Departementet. I Hovedstyrets forslag for budsjetterminen 1950—51 var nytt sentrallager kalkulert til kr. 1 200 000 og herav ble foreløpig bevilget kr. 250 000, senere ytterligere kr. 100 000 for terminen 1951—52. Forslaget var basert på et sentrallager med i alt ca. 60 mann, verksted ca. 1400 m<sup>2</sup>, lagerhus ca. 300 m<sup>2</sup> og lagerskur ca. 300 m<sup>2</sup>, dertil kontorer, spisesal, garderobe m. m. Som foran nevnt ble man dog ikke enige om dette forslag. Tomtespørsmålet ble på ny behandlet da den i 1946 valgte tomt ble for liten for det nye, større prosjekt. Hertil kom også at det skulle bygges nytt Brolager som man fant ønskelig å ha like ved Sentrallageret. I 1952 valgtes et område nærmere steinbruddet på Grorud, og 25. februar 1952 ble overingeniøren for Oslo Sentralstasjon gitt i oppdrag å planere og drenere tomten. Utførelsen av bygningene ble bearbei-



Spisesalen i det nye tilbygg.

det videre i Hovedstyret. Overslaget var i juli 1952 kommet opp i kr. 2 500 000. For terminen 1953—54 ble bevilget kr. 350 000 således at samlet bevilget beløp da var kr. 700 000.

Arbeidet med det nye sentrallager var nå kommet i god gjenge, og ved FS gledet man seg over innen en overskuelig tid å kunne yde sine kunder service. Man hadde i årevis tatt til takke med dårlig og manglende lagerplass, for lite verksted, et forkrøblet vaske- og spiserom osv. Det var et mas uten like å få gjort i stand de maskiner det hastet mest med, nye maskiner strømmet inn, reklamasjoner og klager haglet ned oved FS og det tekniske personale, og sjelden har vel telefonrådene glødet slik som til FS' telefon, linje 406. Alt var ofret for å spare til det nye FS stod ferdig.

Det var derfor en stor skuffelse da det den 1. mars 1954 av budsjettmessige hensyn ble bestemt at «arbeidet med oppføringen av sentrallager og verksted ikke skal iverksettes. De gjenstående planerings- og kultingsarbeider fullføres». FS stod dermed nesten bokstavelig talt på bar bakke. Tomten for det nye sentrallager ble dog gjort ferdig, medgått beløp kr. 480 000. Da materiell for ca. kr. 7 000 000 ble tilført FS i årene 1952—53 ble det satt opp en lagerbrakke på ca. 450 m<sup>2</sup>, denne var ferdig våren 1955. Forslag om personalrom for 24 mann med vaskerom, spisesal m. v. ble tatt opp, og dette bygg var ferdig januar 1957. Forslag til utvidelse av det provisoriske verksted med ca. 400 m<sup>2</sup> ble tatt opp i desember 1955. Utvidelsen ventes å stå ferdig våren 1958. Man antar hermed å kunne øke tallet av verkstedarbeidere til ca. 15—16 mann, dvs. til nesten det dobbelte. Dette vil bety en meget stor forbedring og man håper å kunne holde FS' egne maskiner i god stand, eventuelt ta i mot for reparasjon også noe materiell som tilhører distrikter og anlegg såfremt kapasiteten leilighetsvis måtte tillate det. Tilfredsstillende lagerhus mangler man fremdeles, dette er et vanskelig spørsmål da man må ha penger, samt det forhold at Maskinavdelingen fremdeles kan gjøre krav på tomten for sine egne formål.

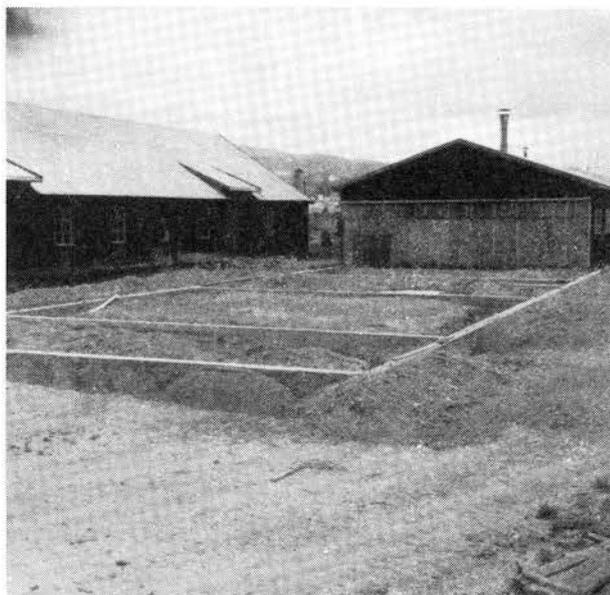
#### *Maskiner og materiell.*

Skulle man i dag ha startet en sentral maskinstasjon ville man ha kjøpt nye, moderne, kurante maskiner av færrest mulig fabrikata. Etter krigens opphør tok det lang tid før maskinfabrikkene i Europa ble leveringsdyktige, og det lå igjen mengder av brukt materiell fra krigstiden. Dette var av mange forskjellige fabrikata og ble solgt til dels meget rimelig. FS ble fra etterlatte tyske lagere

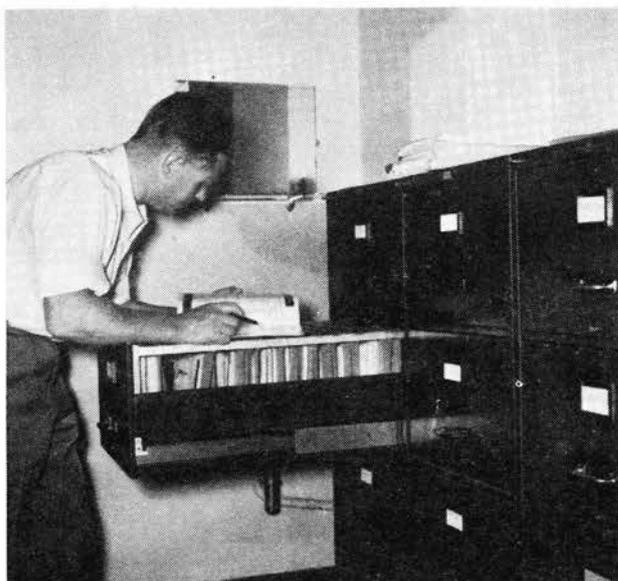
tilført store mengder materiell, ikke bare maskiner som gravemaskiner, kompressorer, anleggslokomotiver o. l., men også håndredskaper som spader, hakker, slegger osv. og diverse saker like fra hesteskosøm til feltkjøkken. Senere kom de store innkjøp av surplus-materiell i Amerika hvorav mange maskiner var i god stand, men mange egnet seg ikke for NSB og meget ble solgt til private firmaer.

Dessuten overtok FS en del materiell av eldre årgang som hadde vært brukt rundt om ved NSB og som vedkommende arbeidssted ikke hadde mere behov for. Man anskaffet også noen få nye maskiner, men med det utvalg som var den gang var det neppe mulig å kjøpe med en fremtidig noenlunde ensartet maskinpark for øye.

De foran nevnte innkjøp foregikk for det vesentlige i årene 1946—49. Maskinparken ble meget uensartet og ulempene meldte seg ved reparasjoner. Reserveredeler fantes det lite av på lager hos forhandlerne, noen maskiner var så gamle at de var gått ut av fabrikasjon og noen fabrikker var nedlagt. For nye maskiner som den gang ble kjøpt fra Amerika må man i dag ofte bestille reserveredeler for forsendelse med fly for å hindre lang ventetid. Reserveredelslister som det er uhyre viktig å ta vare på fantes ikke for flere av de overtatte brukte maskiner, og for nyanskaffelsene ble det heller ikke lagt nødvendig vekt på dette, delvis fordi FS hadde for lite teknisk personale og reserveredelslister ikke ble forlangt i det antall og i hvert fall det eksemplar som FS nå forlanger, så omhyggelig tatt vare på som i de siste år.



Grunnmuren for verkstedutvidelsen er ferdig. Til venstre lagerbrakken som var ferdig våren 1955.

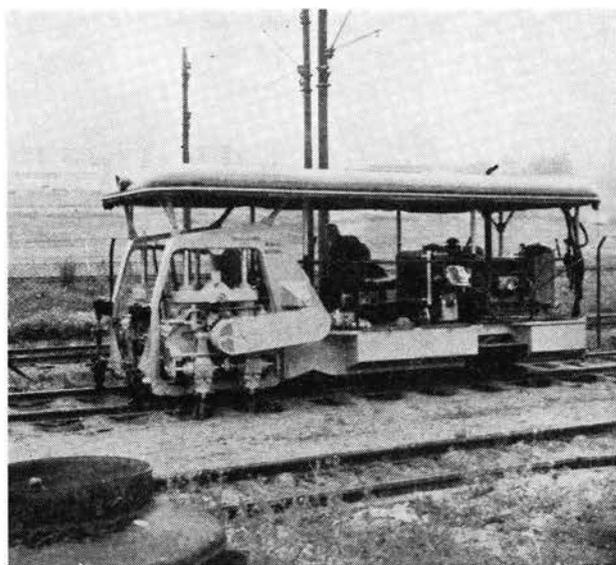


Brosjyrer og reservedelslister oppbevares omhyggelig. Ved bestilling av reservedeler osv. må det være lett å finne det man trenger.

FS imøteser med glede den dag man kan utrangere alt materiell anskaffet før 1949.

Blant de senere virkelig store innkjøp er anskaffelsen i 1949 av 46 transportable kompressorer fra Amerika. Samtidig ble for disse bestilt et stort antall reservedeler til FS.

I årene 1952—53 ble FS av spesielle midler tilført nye maskiner for ca. kr. 7 000 000. Dette monnet bra, og det er for en stor del denne anskaffelse man har flytt på og har kunnet holde det gående med selv med så lite reparasjonsverksted. Bestillingen



Prøvekjøring av ny svillepakkemaskin på FS. Opplæring og instruksjon av maskinkjørere.

omfattet beltetraktorer, gravemaskiner, kompressorer, betongblandere, motorer, lysaggregater og meget annet. Det er også senere foretatt store bestillinger slik at en standardisering er å spore. F. eks. has 25 små gravemaskiner av en enkelt type. Av store spesialmaskiner har automatisk svillepakkemaskin til ca. kr. 400 000. Ytterligere en sådan maskin er levert sommeren 1957. En mengde førsteklasses materiell er ved FS's hjelp anskaffet og overført til distrikter og anlegg. Dette har dog også hatt den ulempe at kundene er blitt kresne således at de i dag er meget uvillige til å leie en eldre maskin. Som senere nevnt har dog mange av disse gamle maskiner ikke tjent seg inn og vil heller ikke kunne gjøre det, og FS får tildels store tap på dem, likeledes på meget av det som var overtatt fra NSB's avdelinger. F. eks. kan nevnes tunge fjellboremaskiner med mengder av reservedeler som ble betalt med det som forlangtes, og dette var ikke lite. I mellomtiden var lettere boremaskiner med knematere kommet på markedet og FS ble sittende med det gamle materiell som måtte skrotes.

Verdien av materialbeholdningen er i dag ca. kr. 10 500 000. Ved taksering har man da forsøkt å bestemme prisen nøkternt under hensyntagen til alder, slitasje, om maskinen er kurant m. v.

#### Virksomheten ved FS i dag

Det formål som lå til grunn for at FS ble opprettet har bevirket at avdelingen må befatte seg med en mengde av de ting som nødvendigvis må gjøres i forbindelse med bruk av byggemaskiner, nemlig innkjøp, vedlikehold, opplæring av kjørere osv. Dette er en uvurderlig fordel idet man da ved besvarelse av et enkelt spørsmål vet hvorledes avgjørelsen vil innvirke også på mange andre felter innen dette spesielle arbeidsområde, kort sagt, man blir fagfolk på området. De som gjerne vil omorganisere FS er neppe oppmerksomme på dette (eller muligens nettopp derfor?).

#### Leieordningen.

Maskinene leies ut til NSB's distrikter og anlegg, dessuten forekommer utleie til andre offentlige og private bedrifter. Fra 1952 har man også måttet leie ut maskiner gratis til privat boligbygging for tjenestemenn. Dette er en stor ulempe da behovet som regel faller sammen med den tid maskinene er mest opptatt for NSB's egne arbeider, og økonomisk er det en meget stor belastning. En periode var 1 à 2 av verkstedets 8 verkstedarbeidere opptatt med maskiner for privat boligbygging.

De første år var anleggene den største låntager og Hovedstyrets anleggskontor fikk derfor stor innflytelse i alle saker vedrørende FS. Den avtagende anleggsdrift og sterkt økete grad av mekanisering ved vedlikehold av linjen har bevirket at i budsjettåret 1955—56 betalte distriktene ca. 65 pst. av det totale leiebeløp. Denne andel vil fortsatt øke.

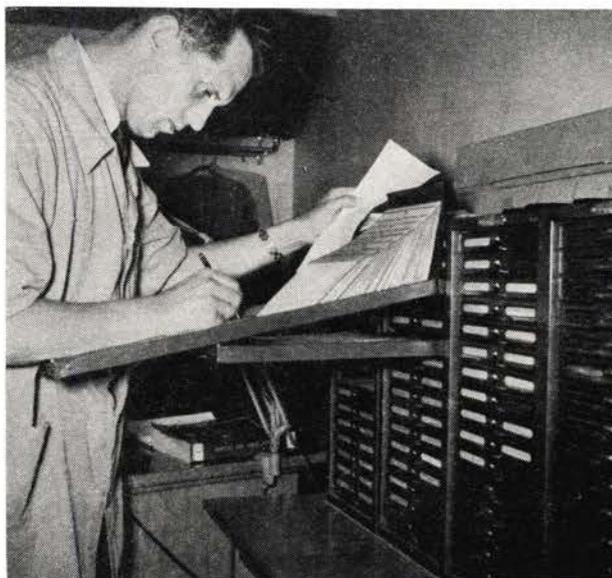
Leiene beregnes stort sett etter satsene i Pristidende med endel reduksjon og noen forandringer. De første år var leien til dels stipulert urimelig lavt.

Man benyttet også «disposisjonsleie», dvs. at når låntageren ikke brukte maskinen kunne han beholde den mot å betale 10 % av normal månedsleie. Resultatet ble at en maskin kunne stå i årevis og ruste ned og bli eldre og mere ukurant for hvert år, mens FS tok inn et bagatellmessig beløp.

Det klages stadig over at leiene er for høye. De som klager har imidlertid ofte lite kjennskap til maskinpriser og den sterke prisstigning i de senere år, reparasjoners kostende og en maskins levetid. Om en kunde eier en maskin selv blir det så som så med avskrivning, og levetiden overvurderes. Man ser derfor også at distrikter og anlegg eier mange maskiner som forlengst burde vært utrangert. Leiene er ikke for høye, men maskinene blir ofte brukt for lite pr. måned. Dette kan skyldes bevilgningene til utførelse av banetekniske arbeider og planleggingen av arbeidet. Det er meget få av de maskiner som anvendes i det daglige arbeid som ikke er arbeidsbesparende. Jo dyrere de er og jo større betydning de har, desto mer nødvendig er det å planlegge med henblikk på full utnyttelse. En arbeidsleder må påse at alle mann er beskjeftiget, men han må også planlegge slik at maskinen som representerer mange manns arbeid blir utnyttet den tid han har den til disposisjon. Gjør han ikke det, må maskindriften bli unødig kostbar. Det kreves langt mere planlegging i dag enn før maskinene gjorde sitt inntog.

En maskin som ikke brukes betyr penger tapt. Ved NSB vil man neppe noensinne oppnå så intens utnyttelse av maskinene som vanlig hos en entreprenør, men kan man oppnå så stor utnyttelsesgrad at maskinen kan avskrives og utrangeres etter ca. 6—10 år, alt etter typen, må man foreløpig være tilfreds.

En maskin som leies fra FS må så snart den er ledig gjøres ren og omgående returneres slik at den er disponibel for neste låntager. Mange arbeidsledere tror at maskindriften blir vesentlig billigere om distrikt eller anlegg eier maskinen selv. Det er lett nok å sette opp et regnskap som gir et slikt resultat når man ikke tar avskrivnings- og levetid inn i regn-



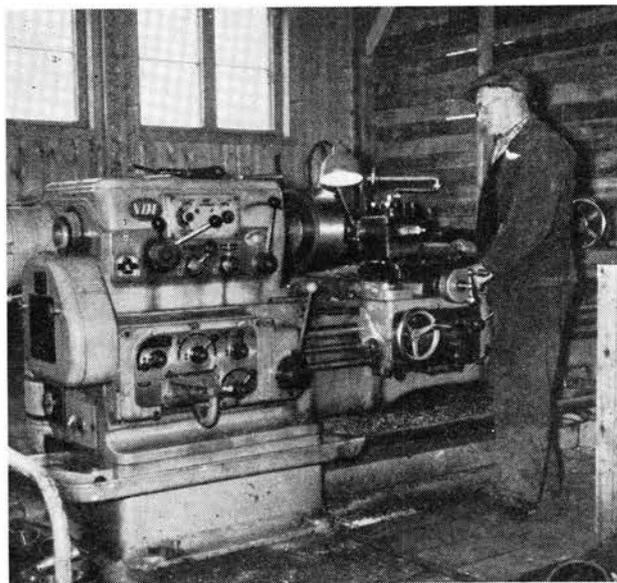
Kartotek over utleiemaskinene må til enhver tid holdes à jour.

skapet med sine riktige tall. Om endel år vil de sitte der med en halvbrukt, ukurant maskin som er verdiløs fordi det ikke kan skaffes reservedeler til den, eller den er avlegs og må erstattes av en moderne maskin lenge før den gamle maskin er avskrevet og har utført det antall arbeidstimer den med rimelighet burde klare. Det er også en tendens til å reparere maskiner som egentlig er modne for skraphaugen. Leier man en maskin slipper man disse overraskelser. FS er nå kommet langt på vei med å holde moderne, kurante maskiner.

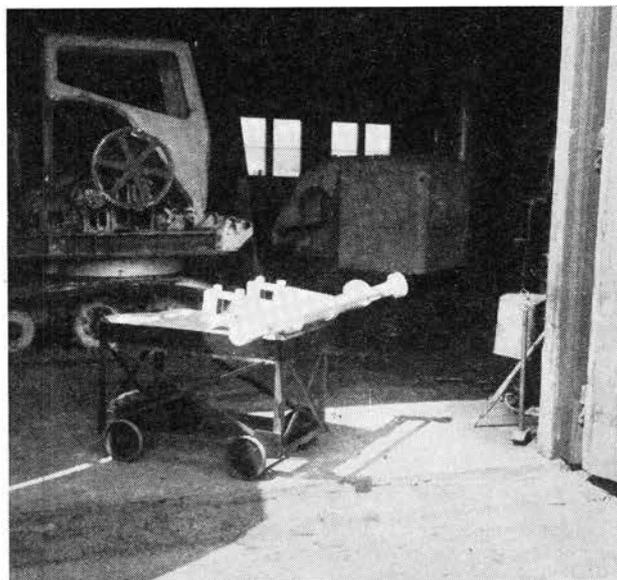
Leieordningen vil kunne spare NSB for store beløp. FS er dog ikke tildelt nødvendig myndighet for å stoppe innkjøp som blir foretatt direkte til et arbeidssted og hvorav mange vil lede til meget uøkonomisk utnyttelse av NSB's knapt tildelte beløp. Dessuten bevirker disse kjøp at FS ikke kan holde så mange maskiner i reserve, og arbeidsstedene kan da heller ikke regne med å få en maskin fra FS som reserve eller for å ta toppbelastningen i et knipetak.

#### *Reparasjon og vedlikehold.*

Regelen ved utleien er at større reparasjoner bekostes av utleieren, mindre vedlikeholdsarbeider i utleieperioden bekostes av leieren. Reparasjonsarbeidet ved FS består for det vesentlige i demontering, rengjøring, utskifting av slitte deler, montering, justering og prøvekjøring. Verkstedet har endel verktoy-maskiner som dreiebenk, bormaskin, shaping, koldsag, slipemaskin, sveiseutstyr osv., men disse er ikke produksjonsmaskiner. Etterhånden er verkstedet blitt godt utstyrt med håndverktøy, avtrekkere



En av verktøymaskinene i bruk.



Overhaling av små gravemaskiner i verkstedet.

osv. og dette blir supplert etter behov. Prøvestand for motorer er forutsatt anskaffet. Reparasjon av motorer og kompressorer utgjør en stor del av arbeidet. Sliping av tapper, linjeboring og boring av sylindere krever så kostbare maskiner og trenede folk at det lønner seg å sende disse arbeider, likeledes dieselpumper, til private spesialverksteder. En av spesialitetene er overhaling av gravemaskiner. På grunn av plass og kapasitet har man foreløpig måttet begrense seg til de små maskiner hvorav ca. 20—25 overhales i vinterhalvåret. Når den forestående verkstedutvidelse er ferdig kan også store grave-

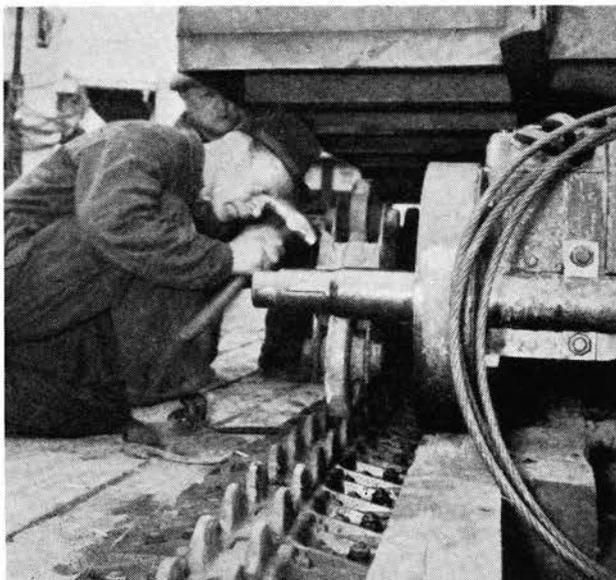
maskiner overhales. Foreløpig må de vesentlige reparasjoner på store gravemaskiner utføres i friluft. Man er foreløpig nødt til å få utført noen reparasjoner på store gravemaskiner og beltetraktorer ved forhandlerens verksteder.

Virksomheten ved FS medfører også at endel mindre reparasjoner og service må foretas på arbeidsstedet av kyndige verkstedfolk fra FS. For å effektivisere denne servicetjeneste, særlig i den sørøstlige del av landet, har man servicebil. Ordningen har vist seg å være til stor fordel for begge parter, og med de mere kompliserte maskiner må man prøve å få mere folk som kan ta seg av disse arbeider. Man håper at forholdene ved FS om ikke lenge må bli slike at en maskin som er blitt ledig straks kan tas inn i verksted for grundig ettersyn og reparasjon, deretter lagres i tørt lokale slik at den når som helst kan sendes ut igjen. I dag må ofte reparasjonen påbegynnes i det øyeblikk kunden rekvirerer maskinen, man må avbryte et annet arbeid og får ikke arbeidsro til «finpussing» og kontroll. Dette er ubehagelig og kostbart for kunden, men det er det jomen også for FS. Det har vært foreslått for FS å overføre reparasjoner til et av NSB's verksteder for rullende materiell. Det er imidlertid mange tungtveiende argumenter som taler mot en slik ordning. Disse verksteder har ingen eller meget få motorfolk å avgi. Tvertimot blir de selv stående oppradd ved overgang til diesellokomotiver. De motorer som repareres i nevnte verksteder er dieselmotorer av noen ganske få typer og vesentlig større enn de motorer FS har og hvorav mange er bensin-



Glimt fra arbeidsbenken.





Kontroll og reparasjon av en mindre gravemaskin.



En remtransportør gjøres klar for neste låntager.

motorer. Ved reparasjon av byggemaskiner har man ikke behov for kostbare verktøymaskiner som er anskaffet med kontinuerlig produksjon for øye. Et eget verksted for FS vil derfor kunne drives med lavere driftstillegg. Verkstedene for rullende materiell har akkordtillegg. Videre er arbeidstempoet som regel omvendt proporsjonalt med et verksteds størrelse. Bare de foran nevnte forhold ville medføre at maskinleiene måtte økes anslagsvis 50 %. Dertil kommer problemene såfremt vedkommende verksted ikke lå i Oslo-området. FS har en rekke typer av maskiner, og til disse trenges reservedeler. Norge er et lite land, og Oslo er hovedstaden med stor H. Skal man ha reservedeler må man som regel, såfremt delene finnes i Norge, kjøpe dem hos forhandleren i Oslo. Om altså verkstedet lå i provinsen måtte man ved reparasjoner vente lang tid på delene, sette i gang papirmøllen og alle disponible telefoner, eller man kunne kjøpe et reservedelslager for et passende antall millioner kroner og antagelig risikere å brenne inne med det som verdiløst når maskinene ble utrangert. I dag henter FS nesten daglig deler fra forhandlere og spesialfirmaer og er ofte distrikter og anlegg etter telefonbeskjed behjelpelig med å skaffe deler, noe fra eget lager, men svært ofte fra nevnte firmaer. Ved verksted i provinsen blir det også meget tungvint å benytte seg av de spesialverksteder som kun finnes i Oslo. Videre vil man ved en desentralisering miste fordelene ved at så mange tråder møtes ved FS, man ville ikke få noen fagavdeling som hadde oversikt.

#### *Opplæring av maskinkjørere.*

Maskinpasserens eller kjørerens dyktighet kan være avgjørende for spørsmålet om suksess eller fiasko for en maskin. Det er ofte tilfelle at de maskiner som er lettest å betjene er de som oftest er mest utsatt for å bli galt behandlet. For disse maskiners vedkommende er det like viktig å la dem betjenes av dyktige folk som det er for andre maskiner der førerens dyktighet er en nødvendighet. Det tar ikke lang tid å sette seg inn i hvorledes man skal bruke kontrollapparatene på en kran eller en bulldozer, men begge disse maskiner kan være ødeleggende for



Praktiske øvelser under opplæring av gravemaskinkjørere.

et arbeid hvis kjøreren er for klosset. Selv den beste maskin vil aldri være bedre enn den mann som har ansvaret for den, eller den mann som betjener den. Sett i forhold til hva som ofres på opplæring og utdanning innen de forskjellige fagområder, er det forbausende å se hvor liten oppmerksomhet det ofte legges på opplæring av dem som gjennom betjening av en enkelt maskin behersker en produksjon som svarer til en betydelig arbeidsstyrkes.

Ved NSB må leierne selv holde maskinpassere og kjørere. Av verkstedpersonalet ved FS kan man bare i nødsfall og for kortere perioder låne ut et par mann for kjøring av beltetraktor og gravemaskin. Man forsøker å kombinere disse utlån med opplæring av leierens personale. På grunn av at etaten i dag har for mange folk har leierne ikke anledning til å ta inn ytterligere personale. Altså må man benytte de man har, men blant disse er det dessverre altfor få som har kjennskap, selv det mest elementære, til betjening og daglig ettersyn av maskiner. Dessuten vil man, selv om man har en egnet mann på et sted, nødvendig flytte ham over til det sted maskinen skal brukes i det enkelte tilfelle. Det er dessverre et faktum at arbeidslederne og andre som motsetter seg slike forflytninger tildels gjør dette fordi de mangler alminnelig praktisk vett på maskiner, enn si maskinteknisk utdanning. Det er misforstått sparing som blir meget kostbar. Skal en maskin arbeide tilfredsstillende uten overraskende driftstans må den ikke bare betjenes riktig, men det daglige forebyggende vedlikehold, smøring, rengjøring og ettersyn må utføres nøyaktig. En skrue som er løsnet eller en lekkasje kan føre til kostbare reparasjoner, men kan være en bagatell å utbedre om det gjøres straks. Startbatteriet må passes, vannkjølte motorer må påfylles frostvæske når nødvendig, diesellojlen som påfylles må være ren, og smøreljer og smørefett må oppbevares slik at de ikke forurennes. Ofte ser man en åpen boks smørefett ved siden av en slipemaskin o. l.

Det er meget bra om maskinpasseren har noe verkstedpraksis for å kunne utføre de enkleste reparasjoner og justeringer, men de arbeider han ikke har lært må overlates til fagfolk.

Ved utleie av en maskin som det er grunn til å anta at maskinkjøreren ikke kjenner ber FS ofte om at han må komme til FS for opplæring før maskinen utleveres. For spesialmaskiner har det vært arrangert kurser i praktisk bruk av maskinene og med teknisk gjennomgåelse av maskinens oppbygning. Instruksjonen blir foretatt av forhandlerens og FS' personale. For de små gravemaskiner som

brukes for masseutskifting blir også ved ingeniørene fra Hovedstyrets Geotekniske kontor redegjort for de banetekniske problemer i forbindelse med arbeidets utførelse. Kursene vedrørende disse gravemaskiner har vært særdeles vellykkete og bidratt til få driftsavbrudd og relativt pen behandling av maskinene. Ved overhaling av maskinene er de respektive maskinkjørere blitt innkalt og har deltatt i reparasjonene for å lære. Man har på denne måte oppnådd den rette kontakt mellom leverandør, eier, reparatør og kjører. Driftsavbrudd forekommer ikke ofte, men er uhellet ute har alle parter på forhånd knyttet personlig kontakt og kan ordne opp saklig og knirkefritt.

FS ønsker at denne form for opplæring må bli standard for viktigere maskiner, og ved sin beliggenhet er det lett for FS å skaffe bistand fra de respektive firmaer i form av instruktører og undervisningsmateriale. For maskiner av spesiell type som FS ikke eier og som eies av distrikt eller anlegg bør dog undervisningen foregå på stedet. Anlegget Mo-Bodø har i flere år selv hatt maskinteknisk personale som har kunnet undervise på stedet, og i distriktene ansettes maskinteknikere som hver innen distriktet vil kunne bistå med opplæring.

#### *Konsulentvirksomhet.*

Denne gren av virksomheten kan være meget omfattende. Foruten ved innkjøp av materiell som skal eies av FS, kommer også særlig den tekniske leder selvfølgelig inn i bildet ved kjøp av byggemaskiner for distrikter og anlegg, men også for andre maskiner som ikke naturlig faller inn under de tekniske avdelinger, Maskinavdelingen og Elektroavdelingen. Hvilke saker den tekniske leder ved FS avgir uttalelse i kan bero på vedkommendes spesielle kunnskaper. Det er som oftest lettere for ham enn for det merkantile personale å finne fram til den eller de som bør ta den tekniske avgjørelse. Den lette adgang til samarbeid med Innkjøpskontoret er en gjensidig fordel og medfører rask ekspedisjon, særlig for reservedelers vedkommende.

Det er utallige ting FS blir spurt om, fra offentlige etater, fra forhandlere og private, og selvfølgelig fra NSB landet rundt, om maskintyper og -valg, om hvordan man skal få skaffet det ene og det andre, praktiske råd om montering og reparasjoner og meget annet. Det blir derfor meget urolige forhold å arbeide under, men man får ikke anledning til å kjede seg. Man har vel nettopp derfor heller ikke hatt tid til å skaffe avdelingen den grad av «publicity» som den fortjener.

### Tilbakeblikk og ønsker for fremtiden

Ideen om opprettelsen av en sentral maskinstasjon for byggemaskiner ved NSB var utvilsomt utmerket. Et lignende sentrallager har for øvrig Statens Järnvägar i Sverige hatt fra 1918, det sorterer under Kungl. Järnvägsstyrelsen, Förrådsbyrån. Tidspunktet for opprettelsen av FS var dog meget ugunstig med hensyn til anskaffelse av maskiner, men man er nå kommet langt med utrangeringen av materiell fra de første år. Det store problem i dag er gode lagerhus og verksted. At FS i dag er så ille stedt på dette område skyldes for det vesentlige at FS ikke ble startet og anerkjent som maskinteknisk fagavdeling for byggemaskiner. Hadde man sluppet den negative diskusjon vedrørende bygging kunne

FS muligens allerede ca 1953 hatt tilfredsstillende lokaler og med tilstrekkelig personale. Man ville dermed ha kunnet spart NSB for store beløp ved å ha maskinene ferdige og i god stand samme dag det ble behov for dem, og man ville oppnådd færre avbrudd i driften på arbeidsstedet som kunne tilskrives FS.

Tross den uheldige start har FS ydet stor hjelp for å bringe maskindriften innen NSB et langt skritt fremover på en mere økonomisk måte enn det ellers hadde vært mulig. Behandlingen av byggeplanene har holdt på å kjøre FS i grøften. Hva fremtiden vil bringe er uklart. Som nevnt foran er administrasjonsordningen for FS et svakt punkt. Hovedstyret overveier derfor nå hva som kan gjøres for å rette på forholdet.

## TELENS VIRKNING PÅ FORANKREDE JERNSTENGER

Av avdelingsingeniør H. Hartmark

DK 526.32(481)=396  
DK 624.131.435(481)=396

Vi er ofte henvist til å plasere våre fastmerker eller vinkelpunkter i jord, på grunn av at det er for stor avstand eller for stor dybde til fjell. Dette er særlig aktuelt for de spesielle typer fastmerker som betegnes *justerpeler*.

Den vanlige utførelsen har vært å støpe en solid betongblokk fundamentert til «frostfri dybde», og plasere markeringsboltene i denne.

Til tross for at det har vært nedlagt meget arbeid og omkostninger på å få disse punktene solide, har vi hatt dårlige erfaringer. Punktene har sunket, hevet seg eller forskjøvet seg alt etter forholdene. Disse dårlige erfaringer skyldes at det foregår bevegelser i jordlagene. Årsaken til bevegelsene kan være mange. Fyllingene setter seg. Det foregår glidninger i skråninger. Justerpeler som står på den ene siden av sporet forskyves som følge av trykket fra togbelastningen. Fastmerker er ofte blitt plasert i grunnmurer. Disse synker imidlertid som følge av konsolidering av undergrunnen. Den viktigste årsaken til at fastmerkene kommer ut av stilling er imidlertid telehivingen. Selv om betongblokken er fundamentert til «frostfri dybde» forskyves den av telen. Dette skyldes delvis at betongen leder kulden bedre enn den naturlige jordart, slik at det fryser

under blokken, og delvis skyldes det telens virkning ved fastfrysing til jorden på sidene.

Det ville være av interesse å finne fram til et billig, telesikkert fastmerke. I den anledning ble det for endel år siden satt i gang en undersøkelse på en lite trafikkert sidebane, det såkalte Vestmarksporet ved Skotterud.

Forsøkene gikk ut på å undersøke muligheten av å benytte nedslåtte jernrør eller jernstenger til dette formål. Det ble nedslått 2 stk. minebor av 2.5 m lengde og 6 stk. 1" jernrør av ca. 2.0 m lengde. Alle disse rør var utstyrt med en spesiell forankringsspiss lansert av et svensk firma.

Forankringsspissens virkemåte består i at vi etter å ha rammet ned røret til en dybde som ligger under telegrensen, skyver ut 4 forankringsklør av ¼" rundjern. Forankringsklørne presses ut ved at vi stikker en jernstang ned i røret og slår på denne, samtidig med at røret absolutt hindres i å følge med under utramming av klørne. Når forankringsklørne er helt utslått skal de være bøyet som en krok, og yder da en stor motstand mot opptrekning.

Det ble gjort forsøk med to typer forankrede rør. Ved type A, som er den ordinære konstruksjon, er røret som vist på tegningen sveiset fast til forank-

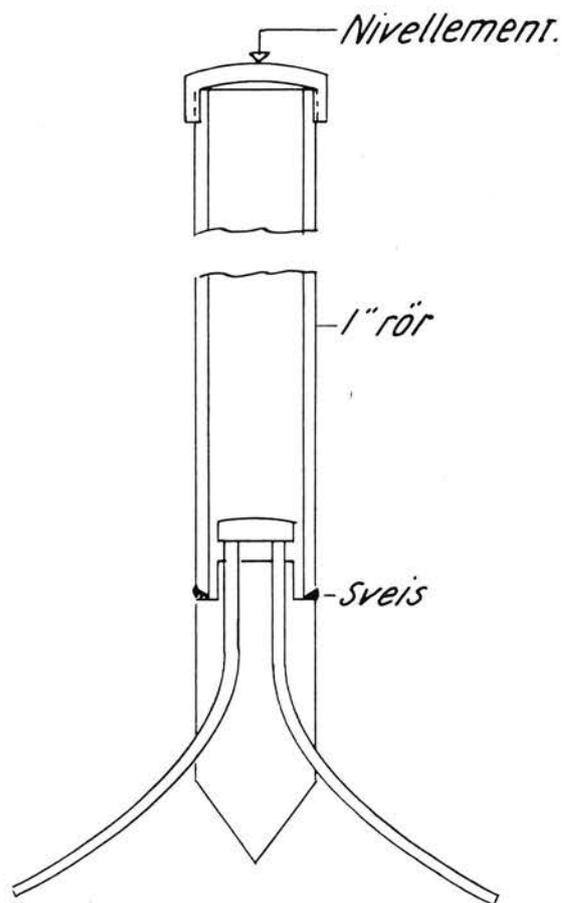


Fig. 1. Forankret rør. Type A. Denne type er benyttet ved prøvestengene 1 og 2.

ringsspissen. Nivellements punktet er et påskrudd lokk på toppen av røret. Se fig. 1.

Ved type B er ikke jernrøret sveiset fast, men bare løst trukket utenpå spissen, som da er forlenget med et 20 cm langt kobberør, med noe mindre tverrsnitt enn jernrøret (se fig. 2). Mellom jernrøret og kobberørret ble det smurt med grease. Hensikten med denne anordning var at jernrøret skulle kunne bevege seg opp og ned med telen, og virke som et beskyttelsesrør for nivellements boltten, som man regnet med skulle stå i ro i telefri grunn. Nivellering av denne neddykkede boltten lot seg lett gjennomføre ved å stikke ned en jernstang av kjent lengde i røret og nivellere på toppen av denne. Type B var tenkt å skulle være en bedre utforming enn type A. Av grunn som vi skal komme tilbake til viste dette seg ikke å holde stikk.

Alle stenger og rør ble slått ned midt i sporet for å unngå sideforskyvning på grunn av togbelastningen, og for å oppnå den størst mulige televirkning ved snøfri linje.

Jordarten på prøvestedet består av forholdsvis fast mosand. Dybden til fjell er 2.5 m eller mer. Fjelloverflaten er dekket av et steinet, fast lag av et par dm tykkelse. Jordarten er meget telefarlig. Ballastlaget var 30—40 cm tykt, men ballasten var meget slett. Den må nærmest betegnes som grusholdig kvabb. Telenivellement utført på svillene vinteren 1953 viste en telehivning på ca. 10 cm over hele prøvefeltet.

Prøvestengene ble nedsatt 3. desember 1951. Det var en mild høst, og grunnen var ennå telefri på dette tidspunkt.

Prøvestang nr. 1 og 2 var av type A, med fastsveiset spiss. Nr. 3, 4, 5 og 6 var av type B med «løs spiss». Nr. 7 og 8 var minebor av 2.5 m lengde.

Stengene ble dekket med en treplate og 10 cm grus.

Det er i årene 1951—56 utført kontrollnivellering av prøvestengene. Resultatet av nivellementet fremgår av vedlagte diagram fig. 3. Hver prøvestang er angitt med sitt nummer. For stengene 4, 5 og 6 er angitt t = topp og b = bunn, dvs. nivellements boltten ved spissen. Når toppen av røret også er innmålt er dette gjort for å kontrollere om den tiltenkte be-

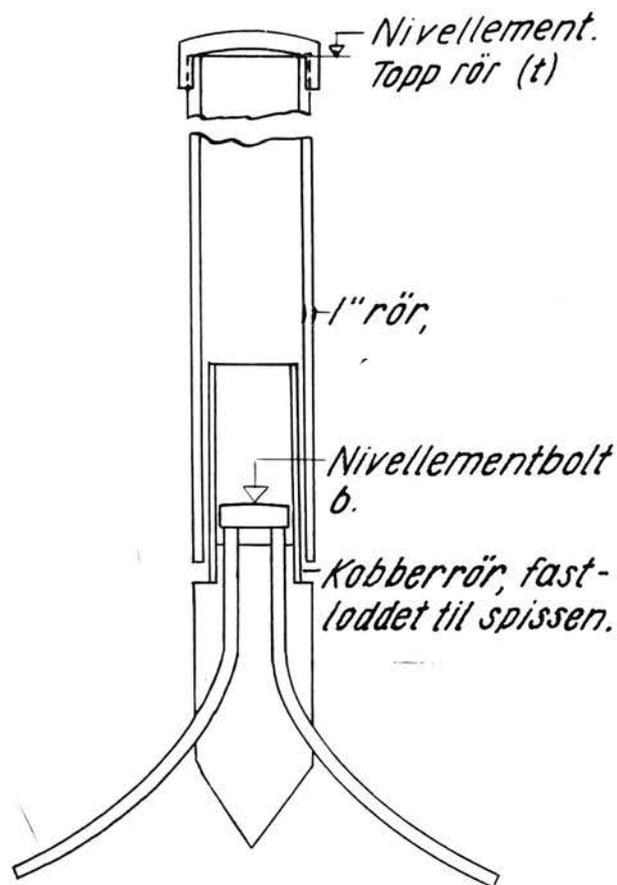


Fig. 2. Forankret rør. Type B. Denne typen er benyttet ved prøvestengene 3, 4, 5 og 6.

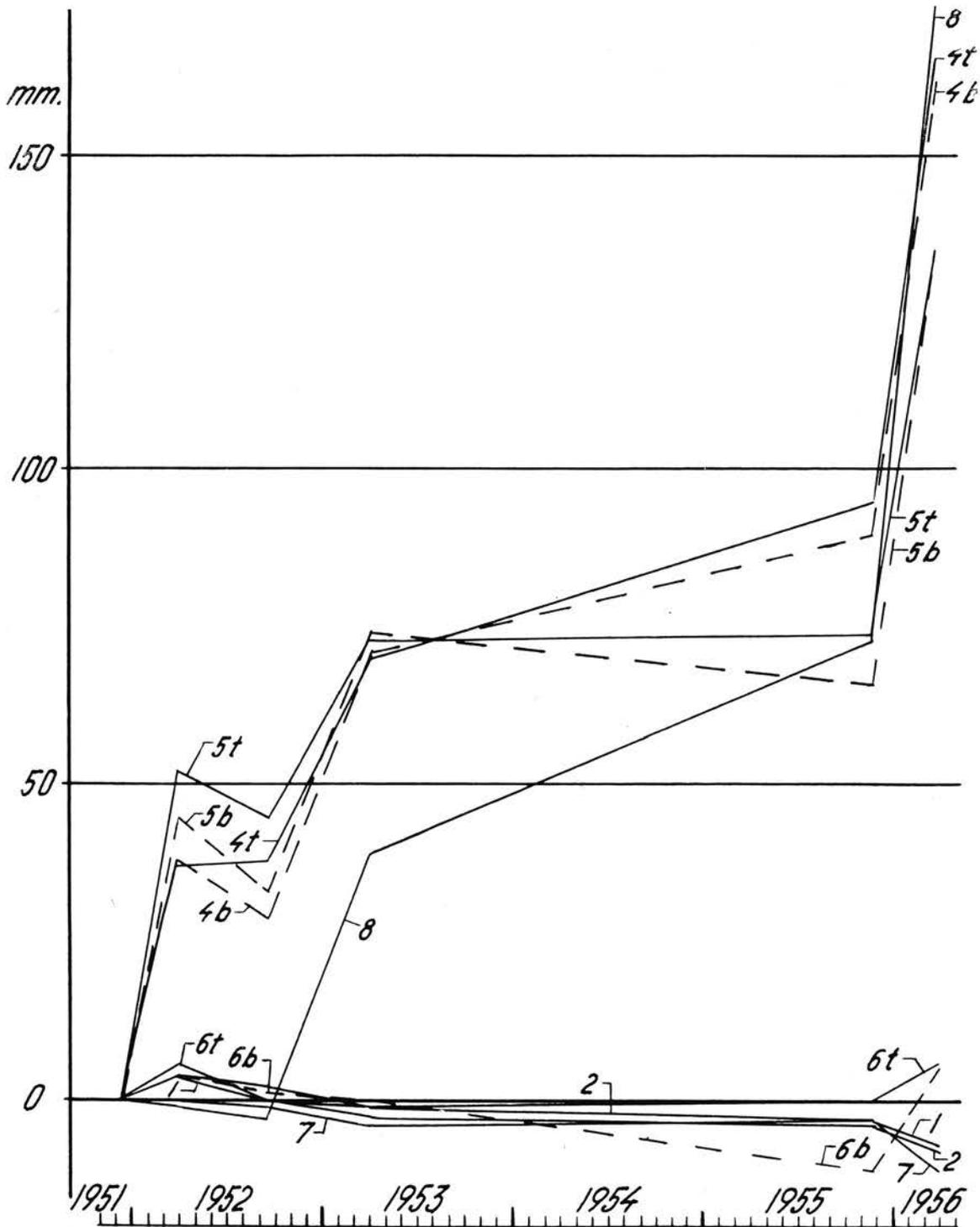


Fig. 3. Nivellement av prøvestenger. Tallene angir prøvestengenes nummer.  
For stenger av type B er tilføyet b = bunn og t = topp av prøvestang.

vegelsen mellom spiss og rør fungerer. Prøvestang nr. 3 er ikke tatt med, idet denne etter kort tid måtte utgå av forsøkene og fjernes, da den ble løftet så høyt opp av telen at den kom i veien for sporrenseren.

Etter nivellementsresultatene kan stengene inndeles i to grupper. Den ene gruppen som består av stengene 4, 5 og 8 har vært utsatt for telens løfting, og har i løpet av 5 år hevet seg ca. 15 cm. Den andre gruppen består av stengene 1, 2, 6 og 7. Disse har ikke vært utsatt for telens virkning, og viser en høydeforskjell innenfor  $\pm 1$  cm fra utgangspunktet.

Det viser seg at det ikke er noen vesentlig avvikelse mellom topp og bunn av rør ved stengene 4 og 5. Både røret og spissen er løftet opp av telehivningen, og det synes som den tiltenkte mulighet for fri bevegelse mellom topp og spiss ikke er oppnådd. Videre ser vi av kurvene at stengene 4, 5 og 8 er løftet meget opp i løpet av vinteren, gått noe tilbake i løpet av sommeren, og påny løftet meget

igjen neste vinter. Løftingen i teleperioden er langt større enn synkningen i sommerhalvåret, slik at stengene alt i alt kommer høyere og høyere for hvert år.

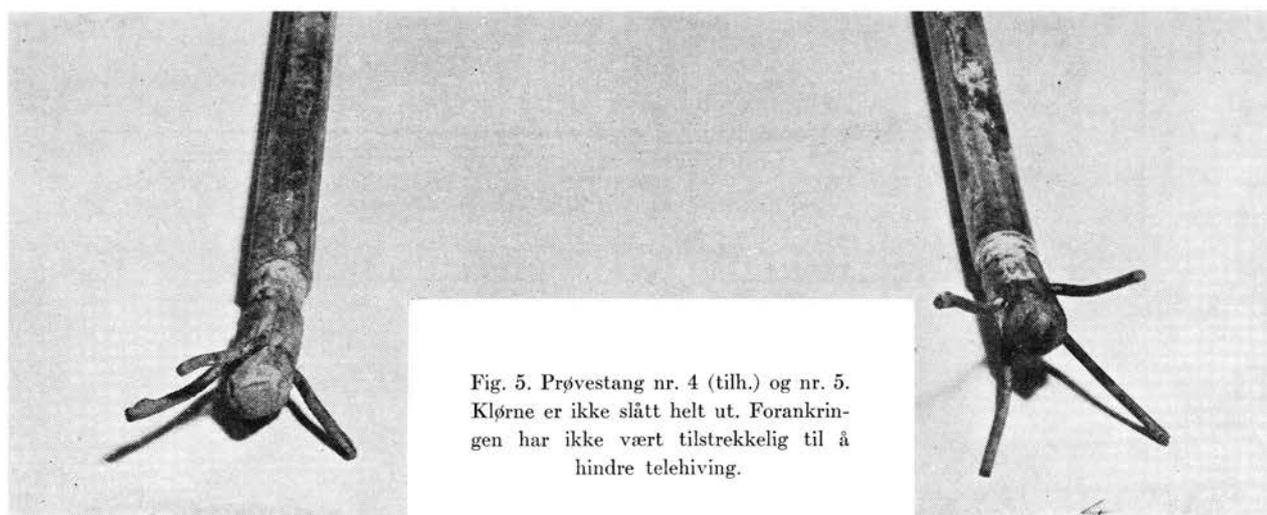
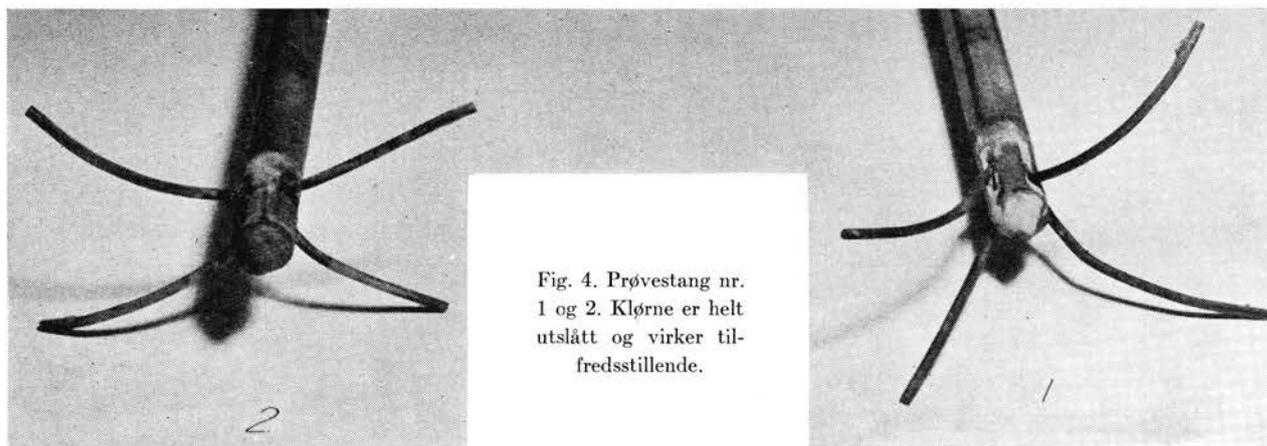
Når man studerer diagrammet er det enkelte ting som virker eiendommelig, og som trenger nærmere forklaring.

1. Stengene 1 og 2 er ikke påvirket av telen, mens stengene 4 og 5 er utsatt for telehiving, til tross for at stengene 4 og 5 er mere forseggjort, nettopp med tanke på at spissen med nivellements-bolten skulle være mindre utsatt for telehiving.

2. Stang 6 som er utført nøyaktig likedan som stengene 4 og 5 er derimot praktisk talt ikke påvirket av telen.

3. De to mineborene oppfører seg vidt forskjellig. Mens stang 7 ikke er påvirket av telehivingen, er stang 8 sterkt utsatt for løfting.

Stengene ble høsten 1956 gravet opp, og vi fikk en helt tydelig forklaring på disse fenomener. Av



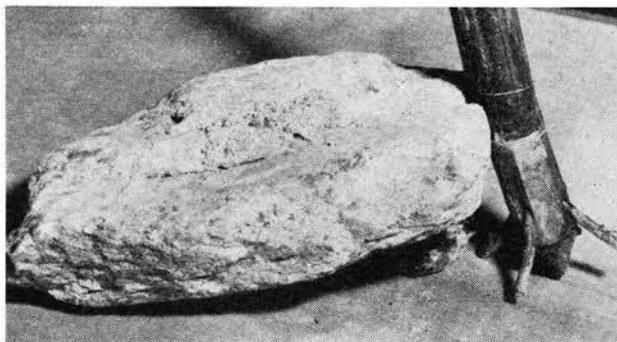


Fig. 6. Prøvestang nr. 6. Klørne er ikke helt utslått. Røret er allikevel ikke løftet av telen takket være at spissen har kilt seg fast mellom stein.

fotografiene på fig. 4—7 ser vi hvorledes stengene så ut etter oppgravingen.

Fig. 4. Ved stengene 1 og 2 var forankringsklørne slått helt ut i den stillingen som var forutsatt. Selv om spissen har vært fastsveiset til rørene, har ikke telen klart å løfte stengene opp.

Fig. 5. Ved stengene 4 og 5 viste det seg at mellomrommet mellom kobberrøret og jernrøret var fast pakket med mosand, og det var ikke mulig med håndmakt å trekke spissen ut fra jernrøret. I praksis har derfor konstruksjonen virket som om spissen og røret var fast forbundet. Som vi ser på fotografiet var ved disse stengene forankringsklørne ikke slått helt ut, og det var derfor ikke oppnådd tilstrekkelig forankring til å holde igjen telens løftkraft. Årsaken til at klørne ikke er slått helt ut, er at det var meget vanskelig å utføre denne operasjonen på grunn av at spissen under nedrammingen var løs i forhold til røret.

Fig. 6. Ved stang 6 var også mellomrommet mellom kobberrør og jernrør fast pakket med mosand. Forankringsjernene var heller ikke her slått helt ut, men spissen var kommet ned i steinet grunn, hadde fått en skarp bøy og var kilt fast mellom steinene. Bildet viser hvorledes spissen sto klemt fast mot en stor stein nede i grunnen.

Fig. 7. Stengene 7 og 8 ble bare trukket opp uten oppgraving. Utseendet av stengene etter opptrekningen viser imidlertid tydelig hva som er årsaken til at de to stenger har oppført seg forskjellig. Stang 7 har fått avrundet «jordspiss» ved at den er rammet helt ned i bunnmorene. En skarp ripe i stangen (sees ikke på bildet) avslører at stangen har vært kilt fast mellom steinene. Stangen var meget tung å trekke opp. Stang 8 har beholdt sin opprinnelige smidde spiss. Den har ikke rukket ned i det faste laget, og den var derfor også lett å trekke opp.

Det viser seg at stengene 1, 2 og 7 har sunket noe i løpet av de 5 år de har stått i bakken. Synkningen utgjør 7 mm for stengene 1 og 2 og 11 mm for stang 7. Man kan ikke forklare synkningen på annen måte enn at stengene trykkes noe ned i grunnen som følge av togbelastningen.

Forsøkene viser at man ved å anvende rør med forankringsklør hvor spissen er fastsveiset til røret, kan etablere et brukbart fastmerke i løsavleiringer. Dette gjelder i en sterkt telehivende grunn som består av fin mo og grov mjele (silt). Man må uten videre kunne slutte av dette at forankringsspissen er like effektiv i bunnmorenemasser, og følgelig egner seg i de strøk av landet hvor man er mest utsatt for telehiving, nemlig våre dalfører og innlandsstrøk over den marine grense. Man skal imidlertid være oppmerksom på at stengene når de plasseres mellom, eller like inntil skinnegangen, kan bli utsatt for noe nedtrykning som følge av trafikkbelastningen.

Muligheten for å anvende spissen også i våre meget løse leirer, som forekommer i de lavere strøk av landet, kan jeg ikke uttale meg om på grunnlag av de foreliggende forsøkene. Det kan tenkes at en annen utforming av klørne, f. eks av flattjern istedenfor rundjern vil bli nødvendig her. Det er tanken å sette i gang en lignende forsøksrekke, også i en slik jordart.

Den type forankringsspiss som ble benyttet var handelsvare. Det ville være ønskelig om de nå ble prøvet i litt større antall f. eks. som justerpeler. De bør da plasseres midt i sporet for å hindre sideforskyvning. Toppen må da utformes på en slik måte at de egner seg til bruk ved justeringer. På fyllinger som setter seg kan man eventuelt slå rørene så dypt ned at de kommer ned til fjell eller fast grunn.



Fig. 7. Prøvestang nr. 7 og 8. Nedslåtte minebor. Stang nr. 7 var nedslått i steinet grunn hvor den hadde kilt seg fast. Stang nr. 8 var ikke kommet ned i steinet grunn.

# 50 W LIKESTRØM-VEKSELSTRØM TRANSISTOR OMFORMER FOR BRUK I SIKRINGSANLEGG

Av ingeniør F. O. Gulbrandsen

DK 621.314.7=396

102

Artikkelen behandler en transistor «Square wave» oscillator som er utviklet ved Elektroavdelingens laboratorium (Tomtegt. 8). Oscillatoren som er i stand til å gi ca. 50 W netto utgangseffekt ved 200 V består av et drivertrinn og et utgangstrinn. Teorien for oscillatorkoplinger er betraktet i korthet og de viktigste sider ved dimensjonering av drivertrinn og utgangstrinn er diskutert. Målinger foretatt på en eksperimentell enhet er gitt. Til slutt er inkludert en kort konklusjon.

## 1. Introduksjon

I visse deler av NSB's sikringsanlegg blir det benyttet lavspent likestrømskilder vanligvis 12—15 V. Dette gjelder hjelpesignaler og veisignalanlegg. Batteriene som forsyner disse anlegg står som regel under en «pufferladning» fra nettspenningen. Hvorfor ikke nettspenningen er benyttet direkte, kommer av at hjelpesignalene nettopp skal tre i funksjon når nettforsyningen svikter av en eller annen grunn. Med hensyn til veisignalanlegg med bomber så må f. eks. bommene kunne manøvreres uansett. Det er umiddelbart klart at det ikke er særlig fordelaktig å forsyne en belastning f. eks. lyssignaler som står i noe avstand fra en lavspent likestrømskilde. Særlig hvis det er nødvendig å overføre effekter av noen størrelse (50 W) som tilfelle er her. En bedre måte å overføre effekt på er å lage den gitte likespenning om til vekselspanning ved hjelp av en passende oscillator, transformere vekselspanningen opp til et passende nivå for overføring og så transformere ned igjen ved forbruksstedet. Med hensyn til en passende oscillator, så er det klart at en rørosillator av konvensjonell type ikke kan brukes, da disse som bekjent liker høye spenninger og forholdsvis små strømmen. En vibrator vil sannsynligvis heller ikke være særlig egnet. En transistor oscillator viser seg imidlertid å treffe midt i blinken. Spenningen som has til rådighet (12—15 V) er ideell for de kommersielt tilgjengelige transistorer og disse transistorene har heller ingenting imot større strømmen, bare de får de rette arbeidsbetingelser.

## 2. Diskusjon av mulige oscillator koplinger

De fleste transistor-effekt oscillatorer arbeider etter det såkalte «blocking oscillator» prinsipp. Det vil si at i en viss del av perioden er transistoren drevet hardt i «cutoff» og er ikke ledende, i den annen del av perioden er den forspent slik at den leder maksimalt. Spenning og strøm er tilnærmet rektangulære, i et hvert fall i den ene halvperiode.

Kretsen i fig. 1 ble først undersøkt hovedsakelig for å vinne noe erfaring. Den store fordel med denne kretsen er at den er meget enkel, da det benyttes bare en transistor og en transformator. Imidlertid er utgangsspenningen som fås her sterkt usymmetrisk, og med tydelige spenningsspisser. Maksimal utgangseffekt med OC 16 transistor ligger på ca. 20 W. Det kan også vises at for  $R_L = \infty$ , det vil si ubelastet, vil den induserte spenning over collector emitter  $V_{ce}$  anta meget høye verdier og føre til gjennomslag og ødeleggelse av transistoren. Denne kretsen er utførlig behandlet i litteraturen.

Kretsen i fig. 2, skjønt den er mer komplisert enn fig. 1, overviner endel av de drawback som denne er beheftet med. Her benyttes 2 transistorer og en noe mer komplisert transformator. Utgangsspenningen er symmetrisk under forutsetning av identiske transistorer. Heller ingen skadelige induserte spenninger oppstår i kretsen ved tomgang. Store utgangseffekter forlanger stor maksimal collector strøm  $I_c$  maks. Nå er imidlertid  $I_c$  maks den samme ved tomgang som ved full belastning (se 3.2). Effektverdiene er naturligvis forskjellige. Dette innebærer at jerntapene vil bli forholdsvis store. I denne kretsen varierer også frekvensen sterkt med belastningen.

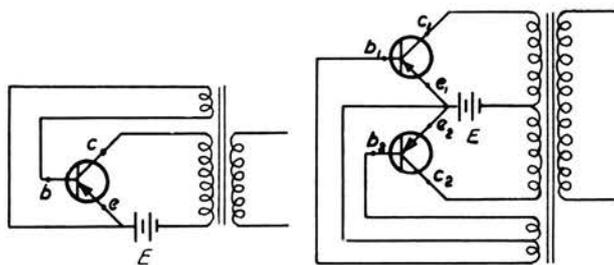


Fig. 1. Usymmetrisk «blocking oscillator».

Fig. 2. Oscillatorrets bestående av symmetrisk trinn.



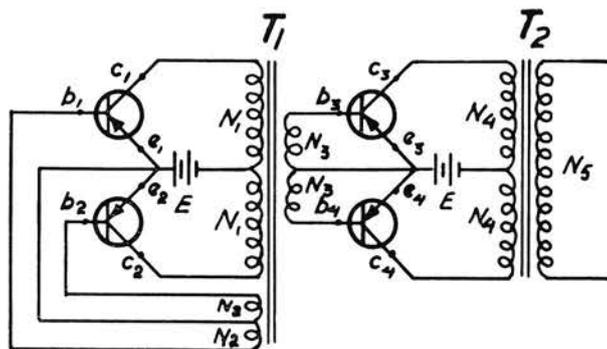


Fig. 3. Skjematisk oscillatorkrets med driver- og utgangsstrøm.

Disse ting førte til at kretsen i fig. 3 som består av et drivertrinn, identisk med fig. 2, og et utgangstrinn som blir drevet fra sekundærsiden på drivertrinnet, ble undersøkt og det ble klart at den økede kompleksitet ble fullt ut rettferdiggjort av de overlegne egenskaper som kretsen etter fig. 3 har.

I denne kretsen virker inngangsimpedansen i base-emitter kretsen i utgangstrinnet som belastning på drivertrinnet. Nå er som bekjent inngangsimpedansen i en transistor bl. a. en funksjon av utgangsimpedansen og omvendt. Det vil si en variasjon i belastningen på utgangstrinnet reflekteres inn i belastningen på drivertrinnet, slik at frekvensen som drivertrinnet arbeider med er en funksjon av belastningen. Dette kan tolereres da konstant frekvens over et vidt arbeidsområde ikke er nødvendig. Frekvensen viser seg imidlertid i praksis å være temmelig konstant fra tomgang til fullast.

Transformatoren  $T_1$  kan dimensjoneres moderat da drivertrinnet bare skal levere små effekter, og utgangstransformatoren  $T_2$  kan dimensjoneres for små jerntap, som her vil bli konstante uavhengige av belastningen.

Kretsen i fig. 3 er betraktet mer utførlig i det etterfølgende.

### 3. Drivertrinnet

#### 3. 1. Drivertrinnets egenskaper

Drivertrinnet skal generere temmelig gode firkantbølger av passende amplitude i frekvensområdet  $100 \text{ p/s} < f < 200 \text{ p/s}$ . Frekvensvalget er et kompromiss. Lave frekvenser er fordelaktig for overføring og jerntap. Høye frekvenser er fordelaktig når det gjelder købertap (ved økende frekvens trengs færre antall vindinger for å oppnå en viss induisert spenning). Ved disse frekvenser kan ordinært lavlegert silisiumblikk brukes, under forutsetning av lav fluxtetthet.

Kretsen må være selvstartende til og med ved relativ stor belastning, og må under ingen omstendighet falle ut av svingninger. Tildels store temperaturvariasjoner må ha liten innvirkning på kretsens virkemåte.

#### 3. 2. Teori

Anta at spenningen  $E$  plutselig blir koblet inn i kretsen i fig. 4 ved hjelp av f. eks. en bryter (ikke vist). Fig. 4 kan regnes å være ekvivalent til fig. 2. Collector emitter overgangen symboliseres av en kontakt som er åpen når transistoren er cutoff og sluttet når transistoren leder.

Base  $b_1$  og  $b_2$  drives negative på grunn av spenningsdeler (se også fig. 10) og enten  $T_1$  eller  $T_2$  vil begynne å lede, anta  $T_1$  blir ledende. På grunn av positiv tilbakekobling i base emitter kretsen vil  $T_2$  bli drevet i hardt i cutoff, potensialer som vist i fig. 4 etableres i kretsen, og omtrent hele batterispenningen  $E$  vil bli liggende over viklingen  $N_1$ . Den resulterende spenning over collector-emitter i  $T_1$  som er ledende, vil bli meget liten,  $V_{ce} < 0.5 \text{ volt}$ . Transistoren opererer nå i den meget fordelaktige «bot-tomed condition» (ref. 3). Spenningen over collector emitter i den ikke ledende transistor  $V_{c_2e} = -2E$  og må ikke overstige den verdi som er spesifisert i data fra transistorfabrikant. Fra fig. 5 fås:

$$E = L \frac{dI}{dt} = N \frac{d\Phi}{dt} \quad (1)$$

Vanligvis blir transformatoren i drivertrinnet drevet nokså hardt.  $L$  (= primær selvinduksjon) er derfor ikke konstant, men en funksjon av magnetiseringsstrømmen  $I_1$ . Ikke desto mindre gir det et visst kvalitativt bilde av kretsens virkemåte, hvis det midlertidig antas  $L = \text{konstant}$ . Fra (1) fås:

$$I_1 = \frac{E}{L} \cdot t \quad (2)$$

dvs. magnetiseringsstrømmen øker lineært med tiden. For belastningsstrømmen fås:

$$I_2 = \frac{E}{R_{be}} \quad (3)$$

hvor  $R_{be}$  er belastningsmotstanden, referert til primærsiden:

$$R_{be}' = \left(\frac{N_1}{N_3}\right)^2 \cdot R_{be}$$

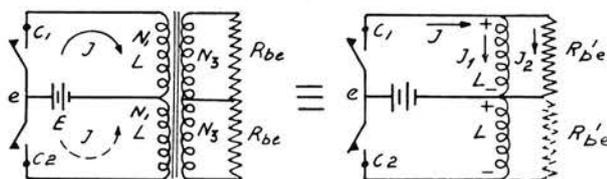


Fig. 4. Ekvivalent krets av fig. 3.

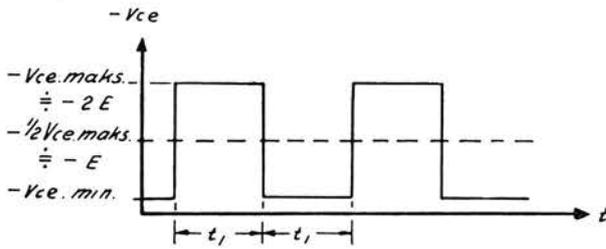


Fig. 5. Spenningsvariasjon i drivertrinn.

$R_{be}$  inkludert balanseringsmotstanden  $R$  i serie med base-emitter impedansen i utgangstrinnet. Total strøm er gitt ved

$$I = I_1 + I_2 = \frac{E}{L} \cdot t + \frac{E}{R_{be}} \quad (4)$$

Når  $t = t_1$  fås  $I_1 = I_{1 \text{ maks}} = \frac{E}{L} \cdot t_1$  og fra (4)

$$I = I_{c \text{ maks}} = \frac{E}{L} \cdot t_1 + \frac{E}{R_{be}} \quad (\text{fig. 7}).$$

For virkelig kurveform se under «Resultater, oscillogram fig. 1». Idet spenningen  $E$  etableres over  $N_1$ , vil det induseres en spenning

$$V_{xy} = \frac{N_2}{N_1} \cdot E \quad (5)$$

over tilbakekoblingsviklingen  $N_2$ . Det fås fra fig. 10:

$$V_{xy} + V_{be1} + I_b \cdot R_t = 0 \quad (6)$$

$$\text{dvs.} \quad V_{be1} = -V_{xy} + I_b \cdot R_t$$

$$R_t = R_b + R_{sp}$$

der  $R_b$  er en kompensasjonsmotstand i basekretsen dels for å utjevne asymmetri i transistorene, dels for temperaturstabilisering. Med  $R_b$  i kretsen er ikke tilbakekoblingsforholdet  $\frac{N_2}{N_1}$  kritisk.

Fra de statiske karakteristikk, i dette tilfelle «Philips OC 16 tentative data», har vi:  $V_{be} = f(I_b)$ .  $V_{xy}$  og  $R_t$  antas kjent.  $I_b$  og eventuelt  $V_{be}$  kan nå lett finnes ved å forsøke seg fram. Funksjonen  $I_c = f_1(I_b)$  er gitt i de statiske karakteristikk. Nå er

$$I_c = \alpha' \cdot I_b \quad (7)$$

hvor

$$\alpha' = \frac{1}{1 + \alpha} \quad \text{og} \quad \alpha = \frac{I_e}{I_c}$$

statisk strømforsterkningsfaktor.

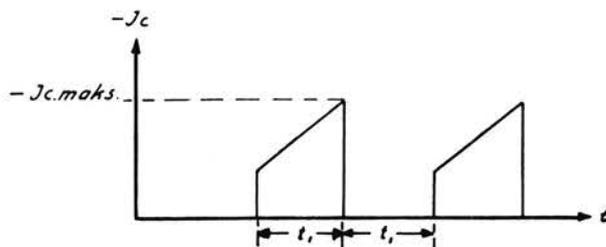


Fig. 6. Teoretisk strømvariasjon i drivertrinn.

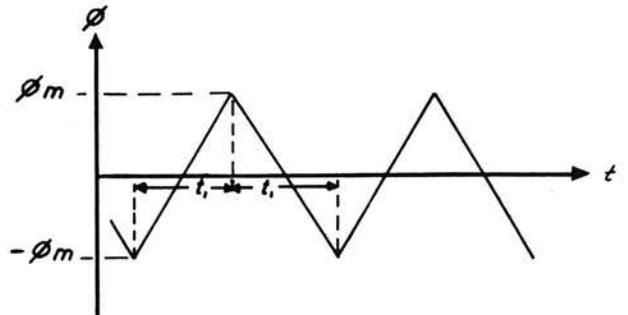


Fig. 7. Teoretisk fluxvariasjon i driver- og utgangstrinn.

I «bottomed condition» har den ledende transistoren liten indre motstand gitt ved  $R_{inc} = \frac{\Delta V_{ce}}{\Delta I_e}$

er lik stigningsforholdet fra punkt (a) til (b) fig. 11.  $\alpha'$  er også sterkt variabel i dette området og øker med  $V_{ce}$  til en maksimal verdi  $\alpha'_{\text{maks}}$ . Videre øking av  $V_{ce}$  vil ikke forårsake nevneverdig økning av  $\alpha'$ , hvilket innebærer at den indre motstand plutselig blir meget stor. Fra uttrykk (7) sees at for konstant  $I_b$  kan  $I_c$  øke til  $\alpha'$  har nådd maksimal verdi  $\alpha'_{\text{maks}}$ . Deretter er ingen økning lenger mulig og  $I_{c \text{ maks}} = \alpha'_{\text{maks}} \cdot I_b = \text{konstant}$ . Fra likning (4) for  $t = t_1$  får vi  $I = I_{c \text{ maks}}$ . Magnetiseringsstrømmen kan ikke øke mere og tilbakekoblingsspenningen forsvinner, samtidig går  $I_c$  raskt mot null og  $\frac{dI}{dt}$

antar en negativ verdi. Potensialene i kretsen skifter fortegn og transistoren som var ledende, blir drevet kraftig i cutoff og transistoren som var cutoff blir ledende. Forløpet gjentas så. Fra likning (1) fås

$$E = N_1 \frac{d(\Phi)}{dt}, \quad \text{hvorav følger at} \quad \Phi = \frac{E}{N_1} \int_0^{t_1} dt. \quad \text{Hvis}$$

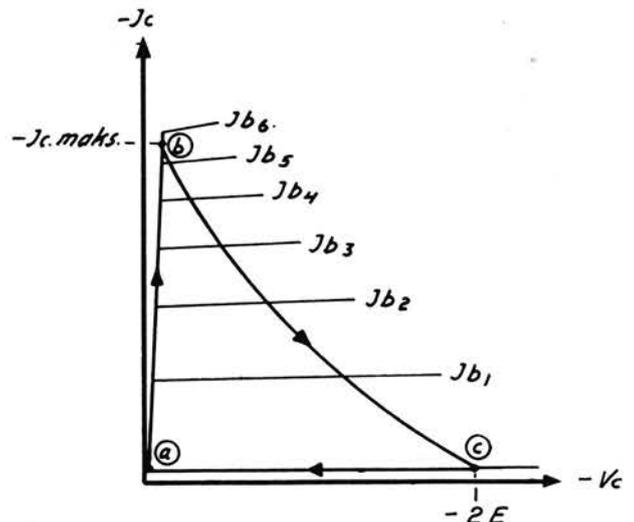


Fig. 8. Strøm og spenningsforløpet i en periode, T.

$\Phi$  har ekstremalverdiene  $\Phi_{\text{maks}}$  og  $-\Phi_{\text{maks}}$  og perioden er  $T = t_1 + t_1$ , dvs.  $t_1 = \frac{T}{2}$  fås

$$\Phi = \Phi_{\text{maks}} - (-\Phi_{\text{maks}}) = \frac{E}{N_1} \int_0^{\frac{T}{2}} dt = \frac{E}{N_1} \cdot \frac{T}{2}$$

Nå er  $\frac{T}{2} = \frac{1}{2f}$  som innsatt gir:

$$E = 4 \cdot \Phi_{\text{maks}} \cdot N \cdot f = 4 \cdot B_m \cdot A \cdot N \cdot f \quad (8)$$

hvor  $B_m$  er den maksimale induksjon og  $f$  er frekvensen. Dette uttrykk vil bli diskutert i det etterfølgende.

Fig. 5, 6 og 7 gir idealiserte kurveformer i drivertrinnet. For virkelige kurveformer se under «Resultater».

Fig. 8 viser grafisk strøm og spenningsforløpet i en periode  $T$ . Punktet (a) representerer tilstanden i transistoren når den begynner å lede, strømmen stiger så i løpet av tiden  $t_1$  til (b), hvor strømmen er  $I_{c \text{ maks}}$ . Her foregår så cutoff av den ledende transistoren og arbeidspunktet beveger seg hurtig til (c), for å forbli her i tiden  $t_1$ , mens den andre transistoren leder som forklart ovenfor. Arbeidspunktet returnerer til (a) når den førstnevnte transistoren blir ledende igjen, og sekvensen gjentas så.

### 3. 3. Dimensjonering av drivertrinnet

#### 3. 3. 1. Effekt og tilbakekoblet spenning.

Et grovt overslag indikerer at drivertrinnet må være i stand til å gi 5—10 W totaleffekt. Dette går med til å dekke tap i kretsen plus drivende effekt til utgangstrinnet, det vil si som inngangseffekt i base-emitter kretsen. For å oppnå dette ble det funnet etter diverse prøver  $0.5 \text{ A} < I_{c \text{ maks}} < 1 \text{ A}$ . Fra de statiske karakteristikk får  $I_b = 30 \text{ mA}$  og  $V_{be} = -0.5 \text{ volt}$  når  $I_c = 1 \text{ A}$ . Fra likning (6)  $V_{be} = -V_{yx} + I_b \cdot R_t$ , her er  $I_b = 0.03 \text{ A}$  og  $R_t = 30 \text{ ohm}$  som gir  $V_{b1e} = -0.5 = -V_{yx} + 0.03 \times 30$ , altså  $-V_{yx} = -1.5 \text{ V}$  og  $V_{xy} = 1.5 \text{ volt}$ .

Fra (5) fås  $\frac{E}{V_{xy}} = \frac{N_1}{N_2}$ . Antar vi  $E = 13 \text{ volt}$ , får vi

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{13}{1.5} = 9$$

#### 3. 3. 2. Frekvensen.

Fra likning (9) har vi:  $E = 4 \cdot B_m \cdot A_j \cdot N \cdot f$  hvor  $E$  er påtrykt batterispenning,  $B_m =$  maksimum fluxtetthet Weber/m<sup>2</sup>.  $A_j =$  Aktivt jernvernsnitt i m<sup>2</sup>,  $N_1 =$  vindingsantall av halve primær-viklingen.  $f =$  frekvens i p/s. Her er  $E$  og  $A_j$  kjent og  $f$  velges

$100 < f < 200 \text{ p/s}$ ; det vil si at produktet  $N_1 \cdot B_m$  er kjent. Nå er imidlertid  $B_m$  en komplisert ikke-lineær funksjon av magnetiseringsstrømmen, og likning (8) er derfor ikke videre skikket i beregningsøyemed. Noen forsøk med forskjellige antall vindinger ble derfor utført og  $N_1 = 100$  vindinger ble funnet å være passende. Frekvensen i tomgang er da ca. 150 p/s og ved fullast ca. 120 p/s.

#### 3. 3. 3. Utgangsspenning.

$V_{c1c2}$  har maksimalverdiene  $\pm 2 E$  når batterispenningen er  $E$  volt (fig. 10). Spenningen over sekundærviklingene  $2 N_3$  er da:  $\frac{2E}{2N_1} = \frac{V_{\text{sek}}}{2N_3}$ , bare halve denne spenningen er effektive for hver transistor,  $\frac{V_{\text{sek}}}{2} = V_{1e}$ . Herav  $\frac{V_{1e}}{N_3} = \frac{E}{N_1}$ , dvs.  $V_{1e} = \frac{N_3}{N_1} \cdot E$ .  $V_{1e} = \pm 3 \text{ volt}$  ble funnet passende, altså:  $\frac{3}{13} = \frac{N_3}{100}$  som gir:  $N_3 = 25$  vindinger.

#### 3. 3. 4. Start av oscillator.

Den enkleste måten å starte oscillasjoner på er å forspenne basene passende negative. Dette er gjort ved hjelp av en spenningsleder på  $1 \text{ K } \Omega$  og  $20 \Omega$  (fig. 10) hvilket i startøyeblikket gjør base ca. 0.2 volt negative med hensyn til emitter. Dette er tilstrekkelig til å starte oscillasjoner. Bemerk at  $20 \Omega$  motstand i spenningsdeler virker som belastning i tilbakekoblingskretsen base-emitter og må tas hensyn til som vist i 3. 3. 1.

#### 3. 3. 5. Drivertrinn transformator data.

Vindingstall			Tråd dim.	Kjerne
$N_1$	$N_2$	$N_3$	0,45 mm diameter	EK. 50.20.
100	12	25		

## 4. Utgangstrinnet

### 4. 1. Teori

Utgangstrinnet er tilkoblet sekundærsiden på transformatoren i drivertrinnet, og base-emitter impedansen i utgangstrinnet virker som en relativ konstant belastning på drivertrinnet. En kontrollerende motstand  $R$  på ca.  $1 \Omega$  (fig. 10) er inkludert i base-emitter kretsen. Sekundærspenningen  $V_{1e}$  er ikke kritisk med denne motstand i kretsen.  $R_{\text{tot}} = R + R_{be}$ . Dette er den totale belastning på drivertrinnet. Vekselspenningen fra drivertrinnet åpner og lukker vekselvis transistoren i utgangstrinnet,

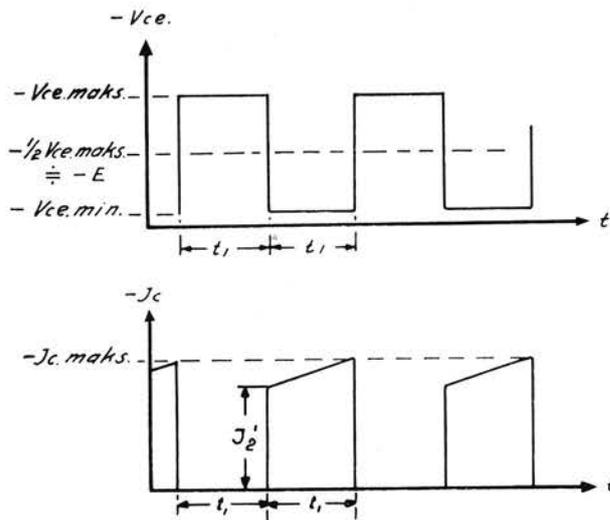


Fig. 9. Idealiserte spennings- og strømkurver i utgangstrinnet.

slik at når den ene transistoren leder på grunn av negativt drevet base, er den andre lukket på grunn av positivt drevet base og omvendt. Som før  $I_c = \alpha' \cdot I_b$ , og  $E = 4 \cdot B_m \cdot A_j \cdot N_4 \cdot f$ .

$B_m$ ,  $A_j$  og  $N_4$  vil naturligvis ha andre verdier enn drivertrinnet. Trinnet arbeider normalt i «bottomed condition». Utgangsbelastningen avgjør størrelsen av  $I_{c \text{ maks}}$ . Forsøk på å drive større strømmer i collector kretsen enn forholdet  $I_{c \text{ maks}} = \alpha'_{\text{maks}} \cdot I_b$  tilsier, vil føre til stigning av  $V_{ce}$ ; transistoren vil da bevege seg ut av «bottoming» og transistortapene vil stige. Det er tydelig at det er av stor viktighet å ha stor nok  $I_b$ .

4. 2. Maksimal effekt

Under forutsetning av rektangulære strøm- og spenningskurver i utgangstrinnet og ideell symmetri, er det mulig å finne den maksimalt mulige effekt som en transistor kan levere til utgangstransformatoren uten å overstige  $I_{c \text{ maks}}$  og  $V_{ce \text{ maks}}$  som er spesifisert av fabrikant («Philips OC 16 Tentative data»). En transistors brytende effekt er definert som  $P_w = I_{c \text{ maks}} \cdot V_{ce \text{ maks}}$  (10) (ref. 1) og er en «figure of merit», og bør være så stor som mulig, for OC 16 er  $P_w$  ca. 150 W.

Avgitt effekt til utgangstransformator pr. transistor

$$\begin{aligned}
 P_{tr} &= E \cdot I_{c \text{ maks}} \cdot \frac{t_1}{T} \\
 &= \frac{1}{2} V_{ce \text{ maks}} \cdot \frac{t_1}{2t_2} \\
 &= \frac{1}{4} V_{ce \text{ maks}} \cdot I_{c \text{ maks}} \quad (11)
 \end{aligned}$$

Det vil si for OC 16:

$$P_{tr} = \frac{150}{4} = 40 \text{ W ca.}$$

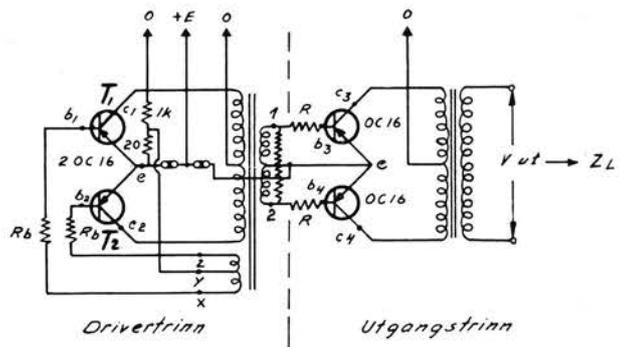


Fig. 10. Koblingskjema for den bygde enhet.

Med to transistorer skulle vi da kunne få:  $P_{tr} = 70-80 \text{ W}$ . Det er tydelig at med rasjonell dimensjonering er en netto utgangseffekt på over 50 W mulig.

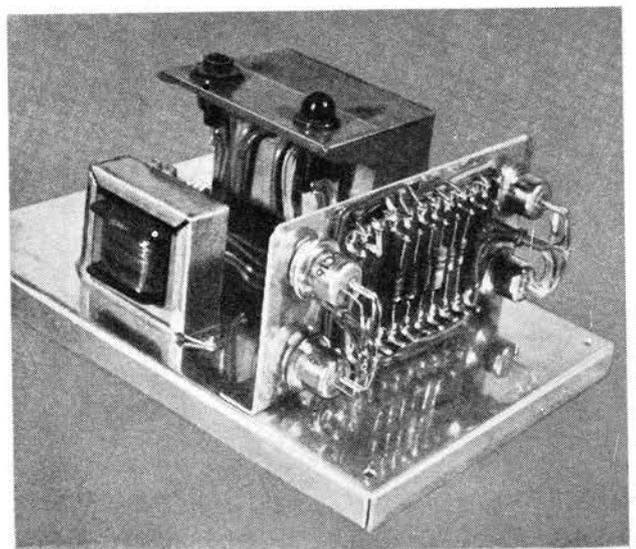
4. 3. Transistortap

I siste instans bestemmer transistortapene den tillatte effekt som kan overføres. Oppvarming av transistoren øker med transistortapene, og da transistorens maksimalt tillatte temperatur ikke må overstiges såfremt lang levetid kreves, er det klart at transistortapene må holdes nede.

Totale transistortap = collector-emitter tap + base-emitter tap.

$P_{tap} = V_{ce} \cdot I_c + V_{be} \cdot I_b$  (12) (se fig. 12). For å få en viss oversikt over de statiske tap som kan ventes under de gjeldende arbeidsbetingelser i kretsen, ble de statiske karakteristikker målt i det aktuelle arbeidsområdet, det vil si «bottomed condition».  $0 < V_{ce} < 1$  volt (fig. 11). Fra disse kurver finnes  $P_{tap}$  av likning (12). Dette er vist grafisk i fig. 12.

I praksis viser det seg at de dynamiske tap er noe større enn de statisk målte tap, bl. a. kommer det



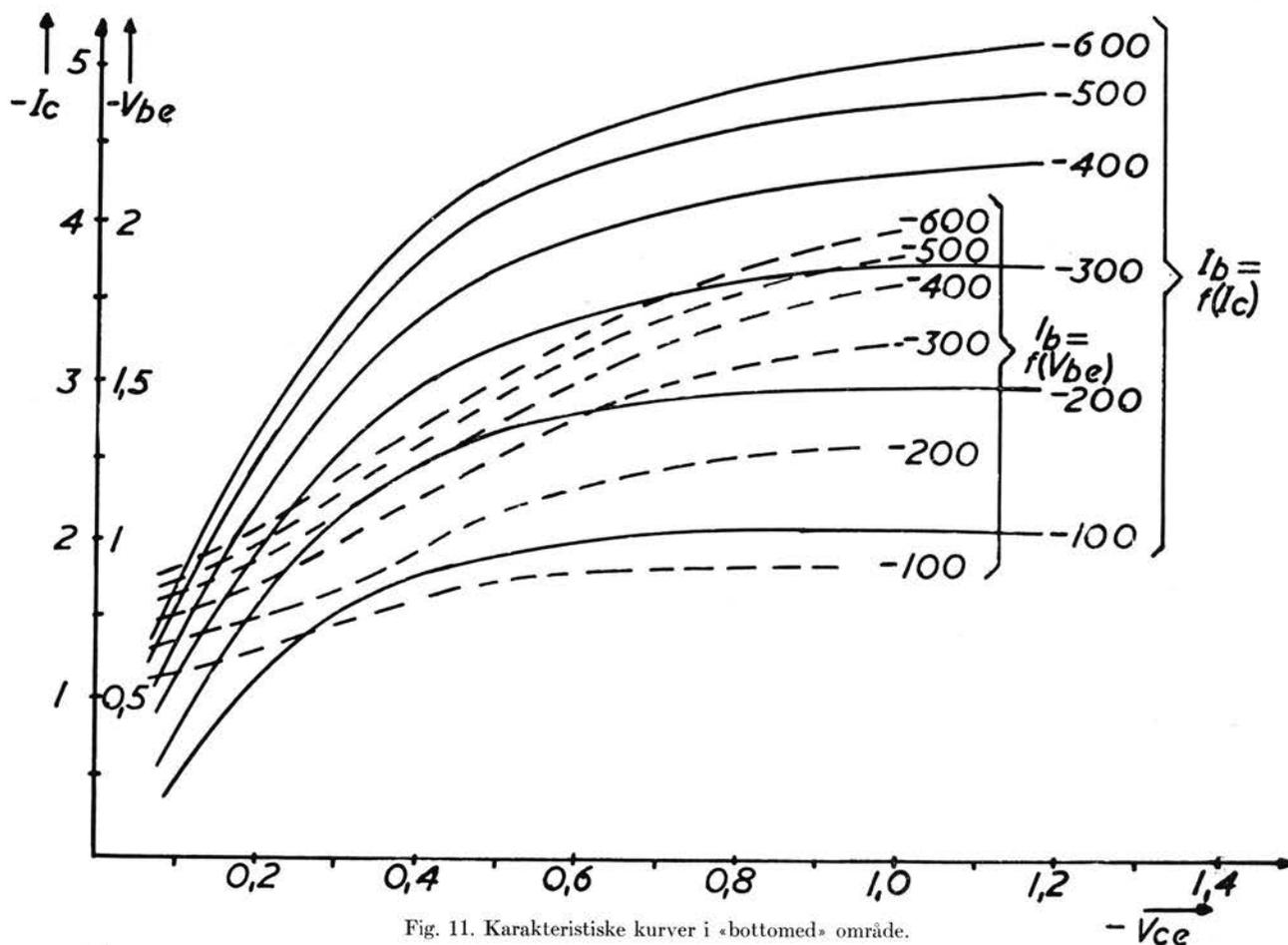


Fig. 11. Karakteristiske kurver i «bottomed» område.

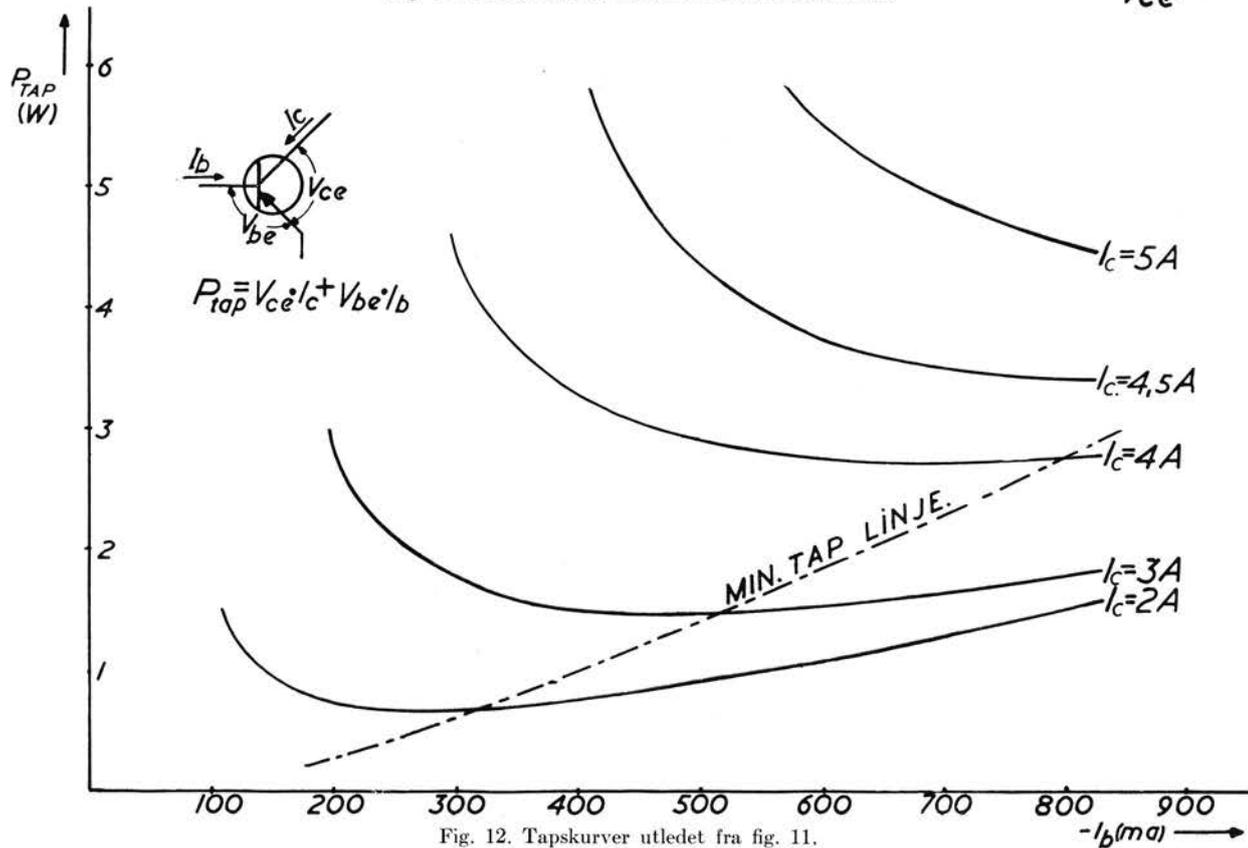


Fig. 12. Tapskurver uledet fra fig. 11.

til transiente tap. Når en transistor blir cutoff, beveger arbeidspunktet seg fra stor collector strøm  $I_c$  og liten  $V_{ce}$  (fig. 8) til liten  $I_c$  og stor  $V_c = -2 E$ . Denne prosessen er rask, men hovedsakelig på grunn av «hullagringseffekten» tar det en viss tid, og under «switching» er produktet  $V_{ce} \cdot I_c$  stort, med påfølgende store tap. Transient tap øker med frekvensen. For en total utgangseffekt på ca. 50 W med en batterispenning  $E = 13 V$  er det nødvendig med en maksimal collectorstrøm  $I_c$  maks = 4.5 A.

Totalt minimum transistor tap (fig. 12) er ca. 3.5 W ved  $I_b = 800$  mA. Nå er imidlertid hver transistor «på» halve perioden i  $t_1$  sek og tap pr. transistor er  $\frac{3,5}{2} = 1.75$  W.

Tapene vil bli noe større på grunn av transient tap etc., 2 W tap pr. transistor er derfor en rimelig verdi.

Under forutsetning av tilstrekkelig kjøleflate kan transistortap på ca. 7 W tillates uten at maksimal temperatur på 75° C overstiges. Temperaturstigningen vil derfor bli moderat. Den virkelige temperaturstigning er målt under «Resultater».

4. 4. Utgangstransformator

Det kreves av utgangstransformatoren at den skal transformere lavspente rektangulære bølger  $V_{c3c4} = \pm 26 V$  til høyspenning for overføring (250 V).

Herav fås  $\frac{N_5}{2N_4} = 10$  og  $\frac{N_5}{N_4} = 20$ .

En rekke standard transformatorer er brukbare i utgangstrinnet, men da miniatyrisering og lett vekt ikke var hovedsaken, ble det funnet fordelaktig med en relativ stor transformator med stort jerntverrsnitt. Fluxtetthet,  $B_m$ , vil derved kunne holdes nede med små jerntap som resultat.

Utgangstransformatoren blir gunstigst mulig når: Totale transformator tap = totale kobber tap + jerntap = minimum. Totale kobber tap = primære kobber tap + sekundær kobber tap = minimum. Det første forhold er det usedvanlig komplisert å tilfredsstillte, hovedsakelig på grunn av ikke lineære forhold som må tas i betraktning. For et gitt antall primærvindinger,  $N_4$ , vil de totale kobbertap og jerntap anta en viss verdi. Færre antall vindinger vil føre til mindre kobbertap og økede jerntap. Altfor få vindinger vil føre til alvorlige forvrengninger av spenningen og store tap. Ved økning av vindingstall vil det gå omvendt. Variasjonen i kobbertap med vindingstall er relativt lett å bestemme, langt verre er det å bestemme den kvantitative varia-

sjonen i jerntap med vindingstall. Primær og deriv sekundært vindingstall ble derfor fastlagt på eksperimentell basis. Det antas at de brukte verdier er relativt gode.

Den andre betingelsen er det imidlertid lett å tilfredsstillte under forutsetning av at noen fornuftige antagelser blir gjort. Dette regnestykket er utført i tillegg 2.

4. 5. Utgangstransformator data

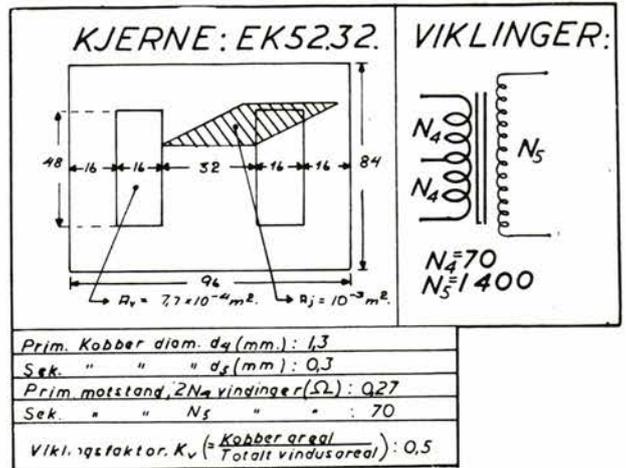


Fig. 13. Utgangstransformator data.

5. Resultater

5. 1. Virkningsgrad

Total virkningsgrad er definert som:

$$\eta_{tot} = \frac{\text{Effekt ved forbrugssted}}{\text{Totalstrøm målt med likestrøm inst. \cdot Batteri spenning, E}}$$

$$\eta_{net} = \frac{\text{Netto utgangseffekt}}{\text{Totalstrøm målt med likestrøm inst. \cdot Batteri spenning, E}}$$

Herav  $\eta_{tot} = \eta_{net} \cdot \eta_{overf}$  (15)

hvor  $\eta_{overf}$  er overføringsvirkningsgraden.

$$\eta_{overf} = \frac{\text{Netto utgangseffekt}}{\text{Effekt ved forbrugssted}}$$

Her er  $\eta_{overf} > 0.95$  og det antas for alle praktiske formål  $\eta_{tot} = \eta_{net}$ , det vil si tapsfri overføring og nedtransformering.

Måling av virkningsgraden ved 40 W utgangseffekt (40 W lampe) gir følgende resultat:

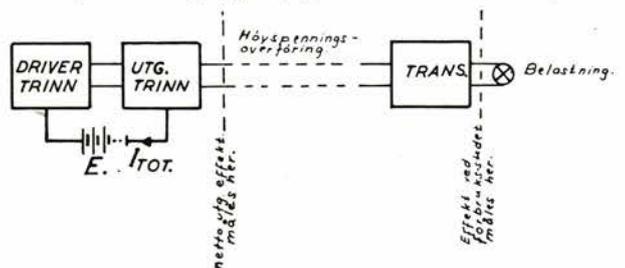


Fig. 14. Blokkdiagram for høyspenningsoverføring av effekt.

Inngangseffekt:  $4 \text{ A} \cdot 13.6 \text{ V} = 54 \text{ W}$   
 Netto utgangseffekt 40 »  
 Tap 14 W  
 Virkningsgrad:  $\eta_{\text{net}} = \frac{40}{54} \cdot 100 \% = 74 \%$

Tapsfordeling:

Drivertrinn 6.8 W  
 Kobbertap i utg.trinn 2.9 »  
 Jerntap i utg.trinn 1.9 »  
 Transistor collector-emittertap utg. trinn 1.5 »  
 Ikke spesifiserte tap 0.9 »

Totale tap 14.0 W

Virkningsgrad ved 50 W utgangseffekt er av samme størrelsesorden.

5. 2. Oscillogrammer av kurveformer

Kurveformer er fotografert på de viktigste punktene i kretsen ved 40 W netto utgangseffekt og er vist under. Forklarende tekst under hvert oscillogram. Symbolene er de samme som i fig. 10.



Fig. 1 (t. v.): Collector-emitter spenning, drivertrinn —  $V_{\text{cc maks}} \infty 28 \text{ volt}$ .

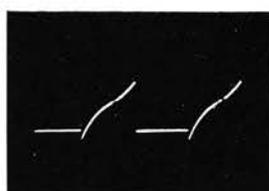


Fig. 2 (t. h.): Collector strøm drivertrinn  $I_{\text{c maks}} \infty 1 \text{ A}$ . Denne kurveform tilsvare den som er vist i fig. 6.

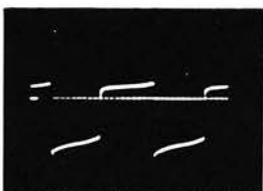


Fig. 3 (t. v.): Base-emitter spenning, drivertrinn. Ledende interval —  $V_{\text{b1e}} \infty 0.6 \text{ volt}$ , ikke ledende interval  $V_{\text{b1e1}} \infty 2.5 \text{ volt}$ .

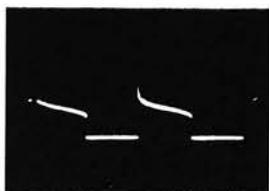


Fig. 4 (t. h.): Base strøm, drivertrinn  $I_{\text{b}} \infty 30 \text{ mA}$  (midlere verdi).

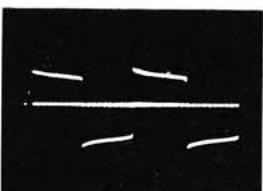


Fig. 5. (t. v.): Tilbakekoblet spenning  $V_{\text{xy}} = 3 \text{ volt}$  «peak to peak».

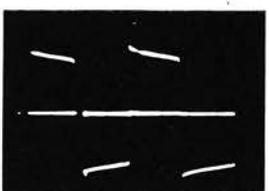


Fig. 6 (t. h.): Collector-collector spenning, drivertrinn,  $V_{\text{c1c2}} \infty 55 \text{ volt}$  «peak to peak».



Fig. 7 (t. v.): Inngangsspenning i utgangstrinn,  $V_{\text{1e}} = 4.5 \text{ volt}$  «peak to peak».



Fig. 8 (t. h.): Base emitter spenning i utgangstrinn. Ledende interval  $\infty V_{\text{b3e}} = 1.2 \text{ volt}$ , ikke ledende interval  $V_{\text{b3e}} = 3 \text{ volt}$  (maksimal verdi).



Fig. 9 (t. v.): Base strøm i utgangstrinn,  $I_{\text{b3}} \infty 1 \text{ A}$  midlere verdi.



Fig. 10 (t. h.): Collector-collector spenning i utgangstrinn  $V_{\text{c3c4}} - 55 \text{ volt}$  «peak to peak».

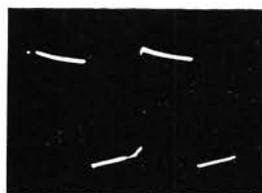


Fig. 11 (t. v.): Utgangsspenning  $V_{\text{ut}} = 500 \text{ volt}$  «peak to peak».



Fig. 12 (t. h.): Collector strøm i utgangstrinn, midlere verdi ca. 3.5 A. Denne kurveform tilsvare den som er vist i fig. 9.

5. 3. Måling av temperaturstigning i utgangstransistorer

Når enheten blir startet opp og satt under belastning, vil de forskjellige komponenter oppvarmes på grunn av elektriske eller magnetiske tap. Dette gjelder også for transistorer og da spesielt i utgangstrinnet som er hardest belastet. Det kan vises at  $I_{\text{co}}'$  er en funksjon av skikt-temperaturen i transistoren, hvor  $I_{\text{co}}'$  er collector strøm når base-emitter krets er åpen. Transistoren virker da som en diode forspent i motretningen. Funksjonen  $I_{\text{co}}' = f(t_{\text{skikt}})$ , hvor  $t_{\text{skikt}}$  er skikt-temperaturen i transistoren, er gitt av fabrikanten («Philips OC 16 Tentative data» fig. 12). Ved å måle  $I_{\text{co}}'$  når temperaturen har stabilisert seg i transistoren, kan skikt-temperaturen finnes fra den gitte kurve. Det ble funnet at skikt-temperaturen ikke overstiger  $40^{\circ} \text{ C}$  ved romtemperatur ca.  $22^{\circ} \text{ C}$  ved 50 W belastning, mens den tillatte temperaturen er over  $70^{\circ} \text{ C}$ .

### 6. Konklusjon

Under en grundig utprøving av den beskrevne transistoromformer-enhet kunne det ikke påvises noen åpenbare konstruksjonssvakheter. Alle komponenter som er benyttet og da spesielt transistorene er ikke på noen måte hardt drevet. Da lang levetid er en absolutt betingelse for bruk av disse enheter ved NSB's anlegg, er det fordelaktig å holde transistor-temperaturen nede, høy arbeidstemperatur vil forkorte transistorens levetid betraktelig. Med den minimale temperaturstigningen som finner sted (se 5.3) skulle meget langt transistorliv være sikret. Med hensyn til temperaturstigningene i de andre komponenter, så er disse meget beskjedne og representerer ingen fare. De spenninger som oppstår over de forskjellige elektroder i transistoren er også innenfor spesifikasjonene som er foreskrevet av fabrikant (se under «Resultater», 5.2. oscillogrammer, særlig nr. 1, 6 og 10). Etter transistorenes data å dømme ser det ut for at collector strømmen,  $I_c$ , i utgangstrinnet er for stor ( $I_{c \text{ maks}}$  ved 50 W  $\approx$  4.5 A). I transistordata er oppgitt  $I_{c \text{ maks}} = 3.3$  A. Denne verdi er imidlertid basert på sinusformede spenninger og strømmer i transistoren, f. eks. transistoren benyttet i en forsterkerkobling. Som nevnt før (4.3) er det transistortapene som begrenser maksimalt omformet effekt og dermed maksimal collector strøm. Herav følger at så lenge spenningen  $V_{ce}$  er liten nok når transistoren leder, kan  $I_c$  anta en verdi som kan være atskillig større enn den ovenfor nevnte (3.3 A). Den nevnte virkningsgrad, ca. 74 %, er av den størrelsesorden en kan vente seg av disse typer effektoscillatorer. Ved å legge enda større vekt på konstruksjonsdetaljer skulle det være mulig å komme opp i en virkningsgrad på ca. 80 %.

Forfatteren ønsker å takke de ansatte ved Elektroavdelingens svakstrømslaboratorium og da spesielt montør M. Didriksen for bl. a. hjelp til å bygge den eksperimentelle enhet, og avd.ing. R. Sørvik, Signalkontoret, som foreslo oppgaven.

### Tillegg 1

Måling av transistor karakteristikk i «bottomed» område.

De publiserte transistor karakteristikk er ikke videre hensiktsmessige når transistoren blir benyttet i «blocking oscillator» koblinger. Det viktige spenningsområdet er  $0 < V_{ce} < 1$  volt («bottomed condition») og det viktige strømområdet er  $0 < I_c < 5$  A. Ved å benytte kretsen i fig. 15 ble funksjonene  $I_b =$

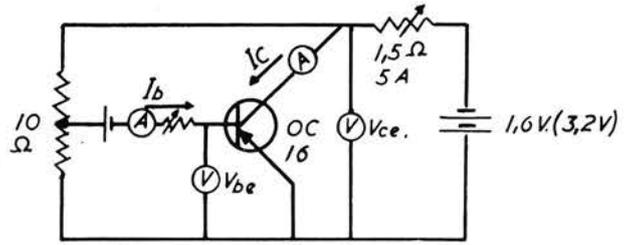


Fig. 15. Målekrets for transistor karakteristikk.

f ( $V_{be}$ ) og  $I_b = f_1(I_c)$  bestemt og er vist grafisk i fig. 11.

### Tillegg 2

#### Bestemmelse av kobbertap i utgangstrinnet

Effektverdien av collector strøm (se fig. 10)

$$I_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (J_{c \text{ maks}} - J_2' \cdot t + J_2')^2 dt}$$

men nå er  $J_{c \text{ maks}} \propto J_2'$  (= sek.strøm referert til primær)

$$I_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (J_2')^2 dt} = \frac{J_2'}{\sqrt{2}}$$

Totalt primær kobbertap:  $2(I_{\text{eff}}^2 \cdot R_{ko \text{ prim}})$  hvor  $R_{ko, \text{ prim}}$  er motstand av  $N_1$  vindinger. Totalt prim. kobbertap:  $I_{\text{eff}}^2 \cdot R_1$  hvor  $R_1 = 2 \cdot R_{ko \text{ prim}} =$  total primær motstand ( $2 N_1$  vindinger). Sekundær strøm er gitt ved:

$$\frac{I_{\text{sek}}}{J_2'} = \frac{N_4}{N_5} = \frac{1}{N}$$

Altså: 
$$I_{\text{sek}} = \frac{I_2'}{N}$$

Totalt sekundært kobbertap:  $I_{\text{sek}}^2 \cdot R_2 = \frac{(I_2')^2}{N^2} \cdot R_2$  hvor  $R_2 =$  sekundær motstand.

Totalt kobbertap: 
$$P_{ko} = \frac{(I_2')^2}{2} R_1 + \frac{(I_2')^2}{N^2} R_2 \quad (1)$$

Det er om å gjøre å få uttrykt  $R_1$  og  $R_2$  ved kjente transformatordata, vindusareal etc.

$P_{ko}$  uttrykkes så som en funksjon av f. eks. primært kobbertverrsnitt.

Det has: 
$$A_v = a_1 \cdot 2 \cdot N_1 + a_2 \cdot N_2 \quad (2)$$

$A_v =$  aktivt vindusareal,  $a_1 =$  primært kobbertverrsnitt,  $a_2 =$  sekundært kobbertverrsnitt.

Primært kobbertap er gitt ved: 
$$R_1 = p \cdot \frac{l_1}{a_1}$$

Sekundært kobbertap er gitt ved: 
$$R_2 = p \cdot \frac{l_2}{a_2}$$



hvor  $l_1$  = lengde av primærvindinger,  $l_2$  = lengde av sekundærvindinger og  $p$  = spesifikk motstand for kobber. Det innses umiddelbart at:

$$\frac{l_2}{l_1} = \frac{N_2}{2N_1} = \frac{N}{2} = \text{konstant} \quad (3)$$

Også total lengde av primærvinding + sekundærvinding = konstant:

$$l_1 + l_2 = L = \text{konstant} \quad (4)$$

Fra (3) og (4) fås:

$$l_1 = \frac{L}{\left(1 + \frac{N}{2}\right)} \text{ og } l_2 = \frac{N}{2} \cdot \frac{L}{1 + \frac{N}{2}}$$

$l_1$  og  $l_2$  kan nå betraktes som konstanter.

Det fås nå ved å sette inn for  $R_1$  og  $R_2$  i (1):

$$R_{ko} = \frac{(I_2')^2}{N^2} \cdot p \cdot \frac{l_2}{a_2} + \frac{(I_2')^2}{2} \cdot p \cdot \frac{l_1}{a_1}$$

Setter vi nå inn for  $l_1$  og  $l_2$  og  $a_2$  fra (2) fås:

$$R_{ko} = N_2 \cdot \frac{(I_2')^2}{N} \cdot p \cdot \frac{L}{2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{N}{2}} \cdot \frac{1}{A_v - 2a_1N_1} + \frac{(I_2')^2}{2} \cdot p \cdot \frac{L}{1 + \frac{N}{2}} \cdot \frac{1}{a_1} \quad (5)$$

Her er  $R_{ko}$  en funksjon av  $a_1$ ,  $a_1$  (primært kobberareal) og betraktes derfor som uavhengig variabel.

Nå bestemmes  $\frac{dR_{ko}}{da_1}$  dette uttrykk settes lik 0. Etter

$$\text{endel utregning fås: } a_1 = \frac{A_v}{N_1} \left( \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}} \right) \\ a_2 = \frac{A_v}{N_2} \left( \frac{2}{\sqrt{2}} - 1 \right)$$

Forholdet mellom kobberversnittene:

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{N_2}{N_1} \cdot \frac{\sqrt{2}-1}{2-\sqrt{2}} = \underline{0,71N} \quad (6)$$

Forholdet mellom sekundær- og primærmotstand:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{p \frac{l_2}{a_2}}{p \frac{l_1}{a_1}} = \frac{N^2}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}-1}{2-\sqrt{2}} = 0,36 N^2 \quad (7)$$

Fra «Utgangstransformatordata» 4.4. fås:  $A_v = 7,7 \text{ cm}^2$ . Aktivt vindusareal = lokalt vindusareal · viklingsfaktor:  $A_{v ak} = 7,7 \cdot 0,5 = 3,85 \text{ cm}^2$ .

Fra likning (2) fås:  $3,85 = a_1 \cdot 2 \cdot 70 + a_2 \cdot 1400$  :  
 $3,85 = 140 a_1 + \frac{a_1}{0,71 \cdot 20} \cdot 1400$ , herav  $a_1 = 1,6 \text{ mm}^2$

det vil si primær diameter  $d_4 \approx 1,4 \text{ mm}$  og på samme måte finnes  $d_5 = 0,4 \text{ mm}$ . På grunn av litt optimistisk viklingsfaktor  $K_v = 0,5$ , ble det funnet nødvendig å benytte  $d_4 = 1,3 \text{ mm}$  og  $d_5 = 0,3 \text{ mm}$  som vist under 4.4. Likevel er disse verdier nær de optimale.

## 7. Litteraturhenvisninger

1. Om likespännings omvandlare med transistorer. B. Krüger Radio och Televisjon, feb. 1957.
2. The Design of D. C. convertors. Electronic Appl. Bulletin (Philips).
3. «A New Selfexcited square-wave Transistor Power Oscillator.» Uchirin and Taylor. Proceedings I. R. E.
4. Transistor D. C. Convertors. Light and Hooker. Part B. Proceedings of I. E. E.
5. Erzeugung von Wechselstromleistung bei 50 Hz mit einer OC 15. Aufgabe 2091 J/I. Valvo GmbH. Radioröhrenfabrik. Applikationslabor. Hamburg.

# FORENKLING AV VESTBANENES SKIFTEPROBLEM

Av overinspektør T. Meinstad

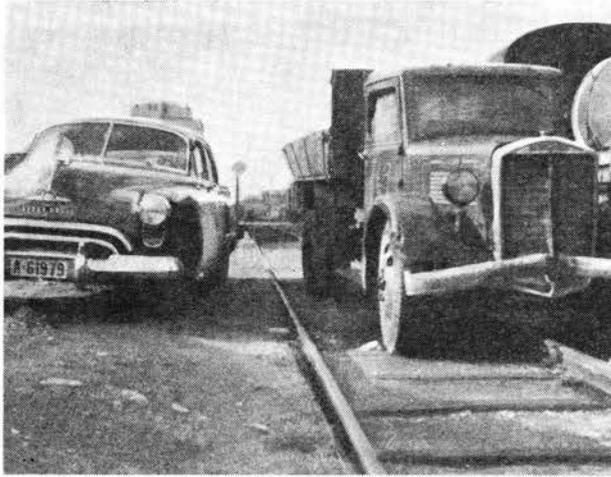
DK 656.212.4(481)=396

Som kjent finnes det i Norge ingen større moderne skiftebanegårder. Mindre kjent er det kanskje at det heller ikke finnes noen små skiftebanegårder. Riktignok har vi på noen steder en noe tilfeldig samling av spor hvor skifting foregår på nødtørfertig måte, men ikke noe sted har man planlagt dem med rasjonell skifting for øye.

Det er alminnelig antatt at det vil spares penger ved anlegg av en 50 millioners banegård på Alnabru. Dette skal da være sentralskiftebanegård for hele

Oslo-området, også Oslo V og Filipstad på vestsiden. Gjennom lengere tid har man bearbeidet planene og overveid hvorvidt man skulle ha fallbanegård eller eselrygg-banegård. Det synes dog nå hevet over tvil at man bør velge eselrygg-banegård. Og det er hevet over tvil at det er påtrengende nødvendig å skaffe Østbanenettet en skiftebanegård, f. eks. på Alnabru.

For Vestbanenettet er imidlertid Alnabru av tvilsom nytte. Man kan antakelig oppnå å få ferdigskiftede kipper med vogner nordfra og østfra til



Lett å skifte her!

Filipstad og Oslo V. En slik finskifting betinger imidlertid en ganske annen nøyaktig merking av vognenes destinasjon enn nå. Det må blant annet anføres hvorvidt vognen skal til havneområdene og til hvilket punkt i havneområdet fra Alnabru. Likedan kan man få de gjennomgående vognene øst- og nordfra satt opp gruppevis til stasjonene på Vestbanenettet.

Ca. 60 % av vognene kommer imidlertid fra Oslo V og Filipstad når det gjelder godstog vestover. Denne prosent vil antakelig øke når Wilh. Wilhelmsen, Fred. Olsen, NKL, Johan Johannesen osv. får bygd ferdig sine store lagre ved Filipstadkaiene.

Såvidt vites er Alnabru planlagt med en maksimumytelse på ca. 2000 vogner pr. døgn. I de tider man har det travelt, i tiden fra kl. 18.00 til 22.00 og fra kl. 3.00 til 6.00, kan man imidlertid like godt se i øynene at det ikke er mulig å tilfredsstille både øst, nord, vest og syd ved Alnabru alene.

Det har derfor vært naturlig å løse Vestbanenettets skifteproblemer for seg. Dette er også påtenkt. Man har overfor Hovedstyret tatt opp spørsmålet om ervervelse av areal i Drammens nærhet for anlegg av en passende skiftebanegård. Man har imidlertid ikke fått noe svar på denne henvendelsen ennå. Det synes vel ennå noe langt fram så lenge Alnabru bare eksisterer på papiret. Og imens går skiftingen så godt det lar seg gjøre i Drammen ved Sundland, Sundhaugen og på Kongsberg, i Oslo V ved Filipstad. Filipstad fant man jo alt for 20 år siden ut man kunne nedlegge til fordel for andre trafikkmidler. Tiden har imidlertid vist at dette er en umulighet. Filipstad er og blir Drammen distrikts viktigste opp- og avlastingssted. Den alt overveiende godsmengde kommer til og fra Filipstad.

Den kommende utbyggingen av kaiene vestover og de nevnte utbygginger av lagerhus vil også trenge et oppmarsjområde for tomme og lastede godsvogner. Det er viktig at jernbanen straks erkjenner dette faktum og snarest begynner å utbygge de viktigste laste- og losseplasser.

Her i Drammen distrikt synes man å måtte se i øynene at man iallfall ikke i de første kommende 20 år kan få noen skikket større sentral skiftebanegård.

Under arbeidet med hurtige godstog Oslo V—Kristiansand—Stavanger har det vist seg at distansen iallfall til Stavanger er så stor at man ikke bør kjøre fra Oslo V/Filipstad senere enn kl. 18.00. Ved avgang kl. 18.05 kan man med de nåværende lokomotiver rekke Stavanger ca. kl. 6.30. Vognlaster og stykkgoods av begge slag opplesset den ene dag, kan stilles eller utleveres i Stavanger neste dag. For-sendelsen av fraktstykkgoods fra Stavanger til Oslo er ikke så gunstig, idet Oslo trenger så lang tid på å losse vognene at fraktstykkgoods fremdeles vil bruke 2 døgn innen utlevering. Vognlaster og ilgods derimot kan kjøres på natten. Det er av en meget stor betydning for vognomløpet og for vår konkurransevne å kunne kjøre så hurtig som nevnt mellom Stavanger og Oslo. Likedan vil Kristiansand og alle større mellomstasjoner og sidelinjer betjenes i løpet av natten.

Når opplastingen avsluttes ca. kl. 17.00 både for vognlaster, stykkgoods og ilstykkgods, blir det svært liten tid igjen for sammenskiftingen, hvis toget skal kunne gå kl. 18.00. Det synes under disse omstendig-



Havne«spor».



heter nesten ikke å være mulig å gå gjennom en større sentral skiftebanegård — og slett ikke på Alnabru — uten at man har tapt slaget om tiden; man når ikke fram til Stavanger innen kl. 7.00 om morgenen.

Hva skal man så gjøre for å lette skiftingen?

Filipstad ligger åpen for planlegging. Alle de arealer som nå er leid bort til private eller er belagt av baneavdelingen må ryddiggjøres. Godshusene og lokomotivstallene må selvsagt bli stående, lokomotivstallen utvidet og med bedre driftssporarrangement.

På Filipstad antas det at ankomst- og avgangsgruppene kan være de samme. Nødvendig lengde av disse er forholdsvis lett å finne ved statistikk over togvekter ved kjøring av lok.type 13 over Meheia. Endelig må man ved statistikk søke å finne ut hvor mange frilastevogner man vanligvis har til de forskjellige banestrekninger og tog. Frilastesporene må så dimensjoneres etter dette, og allerede ved innskiftingen om morgenen må vognene mest mulig kunne settes gruppekoblet og fullt ferdige for avgangen om kvelden. Frilastesporene må legges slik at de vogner det haster mest med — til de mest fjerntliggende distrikter — er lettest å skifte sammen på avgangsgruppene. Også sporene til vogner for direkte innlasting av stykkgoods må planlegges nøye under hensyntagen til samme formål — hurtig innskifting i tog. Godssentralens vogner må eventuelt legges i samme forbindelse. Spor ved godshusene må, hvis nødvendig, omarbeides slik at det blir lettere å plukke fram vogner til de forskjellige



Sporene er god lagerplass.

tog i riktig rekkefølge. Frilastområdene vil altså sannsynligvis bli litt mer spredt på denne måten og får merkede spesialspor f. eks. «Stavanger», «Sandnes», «Kristiansand» etc.

Det skulle da bli en forholdsvis enkel sak å sette sammen disse vognene til egne tog. Vognene fra Østbanenettet er kommet inn i løpet av dagen og således allerede på plass. Skiftebetjeningen får tidlig liste av skiftekontrolløren, over vogner også fra havneområdene. Det vil bli behov for telekommunikasjoner og skjemaer. Den hurtige fremføring betinger bedre forhåndsmelding av alle vogner. Denne forhåndsmelding vil da også gå til skiftebetjeningen, som får vite hva som forestår. Samtlige vogner til Vestbanenettet skulle kunne nå sitt mål i løpet av natten, og være forhåndsmeldt.

Under nåværende togordning kjøres et godstog ca. kl. 8.10 fra Oslo V til Stavanger. Ett morgengodstog må beholdes, idet det sendes vogner som ikke ble ferdige dagen før (et fåtall), men vesentlig de vogner som kommer fra Østbanenettet. Østbanenettets transportplaner for vognlaster og stykkgoods må omhyggelig innpasses slik at de kommer til Oslo Ø i størst mulig utstrekning på morgensiden, kjøres straks i kipp over Havnebanen til Filipstad for innsetting i morgengodstoget.

Grunnlaget for den hele ordning er selvsagt et godt gjennomført meldesystem. Det betinger et aktivt, godt opplært personale. Det er særlig formennene dette vil stå på, formenn både i skiftetjeneste og stasjonstjeneste for øvrig. I denne forbindelse var det vel kanskje riktig å ta opp spørsmålet om premiering av rutemessig avsendelse og riktig sammensetning av godstogene. Etter et visst antall poeng bør det utbetales gratiale.



Havne«spor».

De hurtige godstog krever selvsagt mere nøyaktig overvåking, men på den annen side lettes overvåkingen ved at den er lettere å kontrollere ved vognomløpet. Og når noe knirker, ved forsinkelser eller lignende i avgangen for godstogene, er det forholdsvis lett å finne det som er galt.

Drammen er viktig som forgreningsstasjon og omlastingsstasjon. Også på denne godsstasjon har man nå arealer som skal belegges med spor. De samme retningslinjer må følges her, men man står ikke på langt nær så fritt som på Filipstad. Litt kan dog rettes på de vanskelige skifteforhold i Sundhaugen og på Sundland.

Når man nå har festet dette som har modnet i tankene, på papiret, vil jo alle utenforstående si: Jamen, dette er da enkel logikk, slik er det da.

Dessverre er sannheten den at man har nærmet seg skiftingens uhyre problemmasse fra en gal side, fra toppen om jeg så må si, uten å komme lenger enn

til toppen. Man må faktisk gripe hele spørsmålet ved roten og planlegge hvorledes det skal gjøres uten å tenke på hva som gjøres i dag. Og man må ha helt klart for seg hva de forskjellige sporgrupper skal benyttes til før man begynner planleggingen. Sporgruppene sammensetning og beliggenhet må ofres den største oppmerksomhet.

Dette er sikkert både skrevet og sagt av jernbanefolk før. Imidlertid har det aldri vært så aktuelt som nå å bedre vognomløpet og vår konkurransevne. Etter min mening er det mulig ikke bare å kjøre til Stavanger, men også til Bergen og Trondheim på natten. Fra Oslo til Bodø er det ca. 1200 km. Disse 1200 km bør være tilbakelagt etter ca. 24 timer.

Elektrifiseringen og de nye diesellokomotiver varsler framtiden og innebærer muligheter som vi må utnytte. Ved hurtig kjøring vil vi spare både personale og vogndøgn, og vi vil øke vår konkurransevne og muligheten for bruk av de nye lokomotiver.

## GI STRØMMEN SLAKKERE TØYLER PÅ HJEMVEGEN

Av overingeniør L. Saxegaard

DK 621.395.823=396

I nr. 3/1956 av Tekniske Meddelelser-NSB er det en artikkel med titelen «Hvor skal kablen ligge?» I denne artikkel ble omtalt nye synspunkter for plassering av telekommunikasjonskablene langs en elektrifisert bane, og resultatet var at istedenfor å legge kablen på enkleste måte ned i grøft i ballasten fra kjørende vogn på skinnegangen, bør man av induksjonsmessige grunner legge den lenger ut fra sporet, i alminnelighet 10—12 meter ut. Denne nye plassering av kabelgrøften er da anvendt på Jærbanen, på Vestfoldbanen og på Østfoldbanens østre linje som nå er under elektrifisering.

Det kan dog bli slike praktiske og økonomiske ulemper ved å legge kablene så langt ut at det er fristende å reflektere over problemet «svakstrømsforstyrrelser» en gang til. En kabel i relativt stor avstand fra banen induseres av banestrømmen fordi returstrømmen i skinnegangen ikke er 100 % av kontaktledningsstrømmen. Man har en strømlekkasje da jo sporet ikke ligger på isolatorer, men på sviller. Denne strømlekkasje er etter våre målinger og beregninger 1 à 2 % for god, ny puk og knusk-tørr grus, og 4—6 % for gammel puk og for mere eller mindre fuktig grusballast.

For en kabel 10 meter eller mere fra spormidte er da den induserte spenning direkte proporsjonal med lekk-strømmen og dertil betydelig avhengig av jordens elektriske ledningsevne langs banen. Ved dårlig ledende jordsmonn er den induserte spenning forholdsvis høy, det er vanlig ved våre geologiske forhold, og spenningen som induseres i kablen synker på den annen side når jordens ledningsevne er bedre enn vanlig hos oss.

Når kablen derimot ligger nær sporet, noen få meter fra spormidte, er den induserte spenning praktisk talt uavhengig av jordens ledningsevne og spenningen er mindre jo større lekkasjestrømmen er, innen en viss grense som det skal bli gjort rede for i det følgende.

Etter erfaringer med kabelanlegg gjennom 35 år har vi dannet oss den «neveregel» for størrelsen av den induserte spenning uttrykt som volt pr. 100 ampere-kilometer og ved normal sporlekkasje på

$$\text{ca. 5 \% at: Volt pr. 100 Akm} = \frac{3.6}{d}$$

hvor d = avstand fra kabel til spormidte. Denne neveregel gjelder for d = 1.5—3 meter.

Nå kan vi jo tenke oss å forbedre de induktive forhold for en kabel i banelegemet i sin alminnelighet ved å «flytte» sporstrømmen litt ut istedenfor å flytte kabelen! Dette vil i praksis si at vi kunstig sørger for at vi ikke har 100 % sporstrøm. Som nevnt tidligere er spenningen som induseres i en kabel nær sporet mindre jo mindre sporstrømmen er, innen visse grenser, altså mindre jo større strømløsheten er. Men vi må være omhyggelige ved valget av tillatelig sporstrøm. Ved baner uten sugetransformatorer er sporstrømmen ca. 50 % av kontaktledningsstrømmen, lekkasjestrømmen altså også ca. 50 %. Ved så stor lekkasjestrøm blir den induerte spenning meget større enn ved sugetransformatorer som skal gi helst 100 % midlere sporstrøm, hvorved den spenning som induseres i telegrafverkets eventuelle ledninger, noen hundre meter utenfor banen, blir meget liten. De 100 % sporstrøm har vi dog bare ved sugetransformatorene eller ganske nær disse. Lengere ute mot midten av en «sugeseksjon» synker sporstrømmen, for en merkbar lekkasjestrøm er vi som nevnt nødt til å få. Midlere sporstrøm er derfor ikke 100 %, men 94—99 %.

Sporstrømmen kan vi redusere, altså lekkasjestrømmen kan vi øke ved å ta større avstand mellom sugetransformatorene enn de vanlige ca. 3 km. Det er hos oss gjort mange studieforsøk med dette, nemlig ved å kople ut sugetransformatorer så vi får 2, 3, 4 osv. ganger den normale avstand. Og på den måten fant vi at en sugeseksjon (sugetransformatoravstand) på ca. 11 km turde være den gunstigste ut fra induksjonshensyn.

Dog her må vi være meget varsomme. For med økende avstand mellom sugetransformatorene stiger spenningen over disse, slik at skridt-spenningene kan bli utillatelig høye ved kortslutningsstrøm over strekningen.

Men vi kan øke sporlekkasjen kunstig på annen måte, nemlig ved å utføre sugetransformatorene slik at sporstrømmen blir i middel vesentlig mindre enn 100 %, dog ikke mindre enn en viss optimal verdi, som lar seg regne ut når man går ut fra en viss midlere «naturlig» lekkasjestrøm, f. eks. 3 %.

Denne beregning skjer på grunnlag av den gjensidige induktivitet pr. kilometer mellom kabel og kontaktledning henholdsvis mellom kabel og spormidte. Disse induktivitetsverdier avhenger av jordens elektriske ledningsevne. Men det er i det foregående

nevnt at for kabel i ballasten spiller ledningsevnen liten rolle. Vi får fraktisk samme induerte spenning hva enten vi benytter oss av de jordledningsverdier som gjelder i store deler av Skandinavia eller av de betydelig gunstigere verdier i Danmark og Tyskland.

Etter de skandinaviske verdier har vi:

$$\text{Kontaktledning-kabel : } m = 1.446 \text{ mH/Km}$$

$$\text{Spor-kabel : } m = 1.697 \text{ mH/Km}$$

Ved 100 A i kontaktledningen og p. 100 A i sporet ( $p < 1$ ) får vi da ved  $\omega = 105$ :

Indusert fra sporet:

$$V_s = p \cdot 100 \cdot 105 \cdot 1.697 \cdot 10^{-3} = p \cdot 17,80 \text{ volt}$$

Indusert fra kontaktledning:

$$V_k = 100 \cdot 105 \cdot 1.446 \cdot 10^{-3} = 15,20 \text{ volt}$$

Da vi nå i kabelen får differansen mellom disse to spenninger, blir resultatet:

$$v = p \cdot 17,80 - 15,20$$

og ettersom vi ønsker at  $v$  skal være = 0, har vi:

$$p \cdot 17,80 = 15,20$$

$$\text{dvs. } v p = \frac{15,20}{17,80} = 0,853$$

Den midlere sporstrøm bør altså være 85 % av kontaktledningsstrømmen. Regnes nå en midlere naturlig sporlekkasjestrøm på 3 % finnes at sugetransformatorene må innrettes for å gi  $85 + 3 = 88$  % av kontaktledningsstrømmen.

Med helt nye anlegg kan man da, om dette anses hensiktsmessig, lage sugetransformatorene etter denne nye oppskrift.

For å få prøvet ideen på et bestående anlegg diskutertes med en av våre leverandører av sugetransformatorer om det lot seg gjøre å få fabrikkert noen få sugetransformatorer for utskifting på en kort strekning av en bane i drift, og da slik at man kunne arbeide enten med 100 % strøm i sporsviklingen eller med 88 %. Saken ble løst ved hjelp av en liten autotransformator som kobles til den eksisterende, normale sugetransformator. Arrangementet ble deretter besluttet prøvet på strekningen Larvik—Kjose hvor kabelen ligger unormalt nær sporet slik at de induerte spenninger er ca. 50 % høyere enn vanlig på andre baner.

Man fikk bekreftet at man kan redusere spenningen i kabelen langs sporet meget betydelig på denne måten. Derimot stiger spenningen i fjernere ledninger, så hensyn til disse må også tas.

DK 656.212.4(481)=

MEINSTAD, T.: Forenkling av Vestbanens skifteproblem. (Streamlining of marshalling problems of the Oslo V. Station.) Tekn. medd.-NSB, 5 (1957), no. pp. 111—114.

The author gives critical comments on the present situation as regards marshalling at Oslo V. (West). He maintains that the problems of the station cannot be solved by means of the planned central marshalling yard at Alnabru, east of Oslo. Discussion of the possibilities of an effective marshalling yard at Oslo V., so as to overcome the difficulties of overnight transportation of goods to stations west of Oslo as far as Stavanger.

DK 621.395.823=396

SAXEGAARD, L.: Gi strømmen slakkere tøyler på hjemvegen. (Give the current an easier way homewards.) Tekn. medd.-NSB, 5 (1957), no. 4, pp. 115—116.

A study of possibilities for the reduction of telephone interference in cables along the track of AC-operated railways with booster transformers.

