

# NSB

## *Tekniske meddelelser*



NSB

### INNHOOLD

NR. 4 · 7. ÅRGANG · NOV. 1959

Belastningsprøve av stålskjelett  
for en personvogn

Den største tillatte skjøtskjevhet  
ved legging av langskinner

Er bommen oppe eller nede?

Kvinesheia tunnel, en elektroteknisk  
overraskelse

Kafeteriavogner, Statsbanenes nyeste  
vogntype

Bandasjering av sviller



DK 620.17:625.23(481) = 396

SØRSDAHL, HELGE: Belastningsprøve av stålskjelett for en personvogn. (Compression and vertical load test on an all steel passenger-car body.) Tekn.medd.-NSB, 7 (1959), no. 4, pp. 107—111.

A summary of a compression and vertical load test carried out on an all steel passenger-car body. The car tested, being of a partly new design with spot welded side and floor sheets, developed no permanent set of any consequence during the test. The measured stresses were to some extent lower than the design stresses, due to the imperfection of the present methods of calculation.

DK 625.143.4(481) = 396

DEGENAARS, T.: Den største tillatte skjøtskjevhet ved legging av langskinner (30—36—40 m). (Allowed staggering when using long rails.) Tekn.medd.-NSB, 7 (1959), no. 4, pp. 111—122.

Difficulties arise in trying to maintain a general rule for allowable staggering (1") in a square joints system, especially when welded long rails are used. A method for proper rail placing and rail division is worked out. Possible errors in rail joints position are discussed. Conclusion: Highest accuracy is needed for the calculation and the laying of long rails. Rails ought not to be laid in stress. This requires carefulness when laying track with completely assembled panels and also when lining the panels.

DK 625.162(481) = 396

656.254(481) = 396

DIDRIKSEN, M., L. CHRISTIANSEN og T. WESTGÅRD: Er bommen oppe eller nede? Indikering av vegbommers stilling ved hjelp av telefonlinjen. (Indication of the position of automatic gates by means of an existing telephone line.) Tekn.medd.-NSB, 7 (1959), no. 4, pp. 122—125.

The article describes a control system for the "up" and "down" position of automatic gates at unattended level crossings, using modern transistor technics in connection with an existing telephone line. The control system has no detrimental effect on the telephone line.

**Adresse-endringer med angivelse av tittel, navn, gammel og ny adresse bes meldt snarest til  
Presse- og opplysningskontoret,  
Hovedstyret.**



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

## BELASTNINGSPRØVE AV STÅLSKJELETT FOR EN PERSONVOGN

Av sivilingeniør Helge Sørsdahl

DK 620.17:625.23(481)—396

Etter bestilling av 10 stk. sittevogner ABo i 1957 ble det inngått avtale mellom A/S Strømmens Værksted og NSB om å foreta en belastningsprøve på et stålskjelett. Prøven ble utført for å undersøke og bedømme en ny type undergurt, Z-profil, samt den anvendte punktsveising av vegg- og gulfplater. Videre var man interessert i å klarlegge hvilke spenninger som opptrer på de forskjellige kritiske steder i en konstruksjon av denne type. Et vognskjelett er en meget komplisert konstruksjon å beregne på grunn av utskjæringene for dører og vinduer. Beregningene av et slikt system vil derfor vanligvis få en noe tilnærmet karakter, eller de vil kreve uforholdsmessig meget tid og arbeid.

Tidligere belastningsforsøk ved NSB er blitt utført ved at en jevnt fordelt last er plasert i vognen, hvorefter nedbøyningen er målt på vognmidte. Det har naturligvis sin betydning å konstatere hvilken nedbøyning man får ved en bestemt last, men metoden gir ingen indikasjon om hvilke spenninger som forekommer i vognkassens forskjellige deler. Det ble følgelig bestemt at man skulle benytte seg av strekkklapper for målingene, noe som har blitt gjort gjennom mange år i andre land. I Norge har man vært forholdsvis sene med å utnytte de muligheter som målinger med strekkklapper gir. Statsbanenes kjemiske laboratorium har imidlertid nå anskaffet fullt tidsmessig utstyr til å foreta målinger av denne art, og man får håpe at Laboratoriet i fremtiden ikke vil bli mer belastet med annet arbeid enn at full utnyttelse av disse verdifulle måleinstrumenter blir mulig.

### Måleteknikk

Måling av forlengelse har vært viktig helt siden Robert Hook fant at det for mange vanlige materialer er et konstant forhold mellom spenning og forlengelse. Denne proporsjonalitetskonstant E, som er kjent eller kan bestemmes, er kalt elastisitetsmodulen.

$$E = \frac{\text{spenning}}{\text{enhetsforlengelse}} = \frac{P \cdot l}{F \cdot \Delta l}$$

P = kraft                      l = opprinnelig lengde  
 F = flateinnhold             $\Delta l$  = forlengelse

Før man fant nøyaktige midler for måling av forlengelse, og derav spenning, var det ved konstruksjon av vanskeligere mekaniske deler vanlig å benytte «trial and error»-metoden. Dette førte med seg kalkulasjoner etter tilnærmede teorier og multiplikasjon med en sikkerhetsfaktor på 3—5. Konstruksjon på dette grunnlag er ofte ytterst kostbart både når det gjelder tid og materialer.

Strekkklapper er i dag fremfor noe annet det viktigste hjelpemiddel ved spenningsundersøkelser. Strekkklappen har omtrent størrelse som et frimerke og er bare litt tyngre. Den består av et nett eller mønster av en tråd med meget liten diameter som er sementert inn mellom to tynne papirbiter. Tråden som blir benyttet, har en elektrisk motstand som varierer proporsjonalt med trådens forlengelse. For å måle forlengelsen og dermed spenningen i en maskindel blir en eller flere av disse strekkklapper sementert fast til overflaten og sementen tillatt å



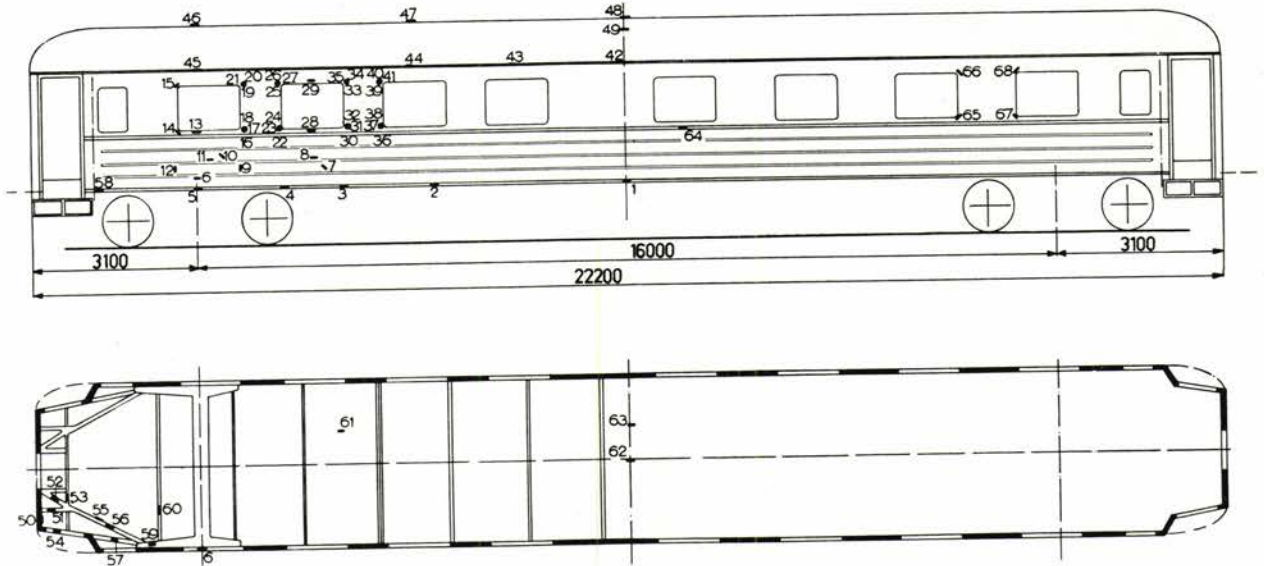


Fig. 1.

tørke. Deretter kobles strekkklappen til et elektrisk instrument som måler de små motstandsvariasjoner, f. eks. Wheatstone's bro. Når maskindelen så blir belastet, vil strekkklappen, innen elastisitetsgrensen, følge nøye og vise eventuelle forlengelser som finner sted på prøveflaten i strekkklappens lengderetning. Strekkklapper ble plasert på stålskjelettet som angitt på fig. 1. Det ble montert strekkklapper for 68 kanaler, hvorav 24 ble opptatt av 8 stk. 60° rosetter i vindushjørnene. Måleutstyret besto av 2 stk. strekkklapp-omkopplere, hver på 34 kanaler, og 2 kondensatorsett for disse, samt måleforsterkeren hvor spenningsverdiene ble avlest. Videre ble det benyttet 8 stk. «dummier» for kompensering av temperaturforskjell under målingene. Dummiene er

strekkklapper nøyaktig lik de som benyttes under prøven. Disse plasseres i nærheten av målestedet på løse plater, slik at de ikke er utsatt for spenningsendringer.

Fig. 2 viser skjematisk koblingskjemaet for prøven. A er aktiv strekkklapp, D er «dummy», S er sjalter. De fire tall øverst i høyre hjørne viser uttakene til forsterker og måleapparat. Som det fremgår av skjemaet, har hver lapp sin egen «dummy». For å unngå dette ble lappene delt opp i grupper med nøyaktig like lange ledninger og felles «dummier» for hver gruppe.

Fig. 3 viser oppstillingen av måleinstrumentene. Fig. 4 viser et vindushjørne med en rosett og en av de løse plater med 3 «dummier» festet til vognskjelettet. Fig. 5 viser vognen ferdig til prøvning.

Nedbøying ble målt mellom fastlimte klosser på gulvet og underkant undergurt på 18 punkter langs begge vognsider. Som en kontroll ble det tatt mål fra en nylontråd fastspent i begge vognender i høyde med undergurten.

Videre ble diagonalmål tatt i vindu nr. 2 og 3, regnet fra vognenden, ved hjelp av en stålstang påmontert et skrumikrometer. Diagonalmål i dørene ble tatt ved hjelp av stikkmål, og lengden over bufferbjelkene ble målt med et stålbånd-mål. Alle målinger ble foretatt for hvert belastningstrinn under hele prøven.

**Belastning**

Siden NSB ikke tidligere hadde utført en belastningsprøve med strekkklapper, var det nærliggende å søke opplysninger i utlandet — da først og fremst i

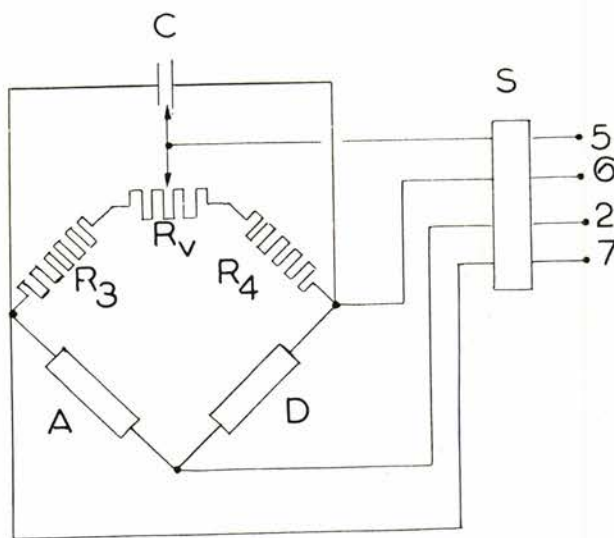


Fig. 2. Skjematisk brokopleing for strekkklappmålinger.



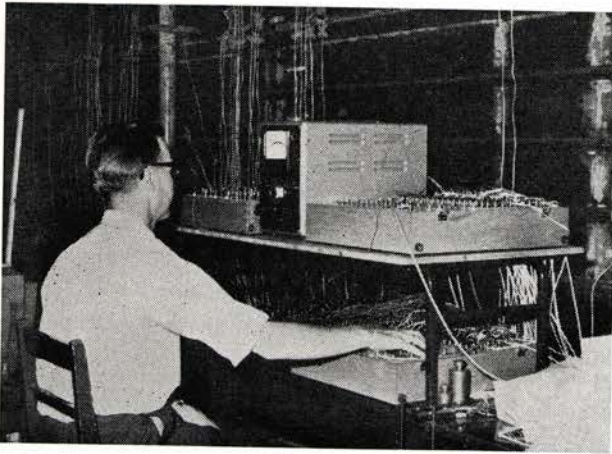


Fig. 3.

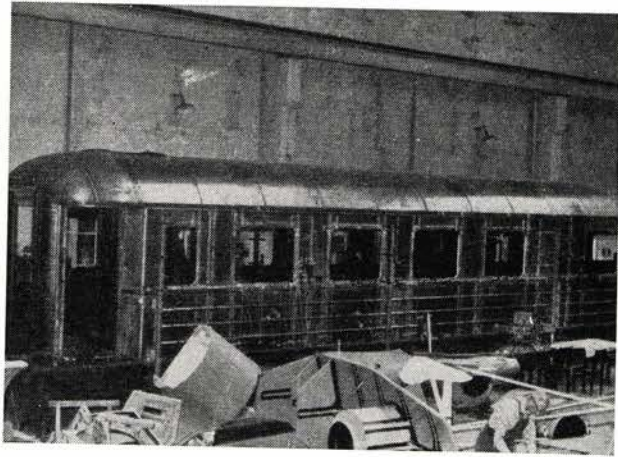


Fig. 5.

Sverige. Det foreligger også et rikholdig materiale i en ORE-rapport fra en serie prøver som ble utført i 1958 på 12 personvogner fra 10 forskjellige europeiske land. Disse prøver ble utført ved Division du Materiel et des Essais, Vitry sur Seine, Frankrike, hvor det er spesiallaboratorium for slike prøver. Laboratoriet har permanente arrangementer for horisontal- og vertikalbelastning og alt nødvendig teknisk utstyr for undersøkelser på mer vitenskapelig basis, noe som ikke var aktuelt for NSB's vedkommende. SJ har også utført og utfører stadig vertikallastprøver på linje med hva vi nå har utstyr til, dvs. med forholdsvis få strekkklapper og en sen, men enkel belastningsmetode. NSB var videre interessert i å få utført en buffertrykkprøve i tillegg til den vertikale prøven. Bufferstøtkraften er vanligvis bestemmende for dimensjoneringen av hele konstruksjonen og blir av sikkerhetsmessige grunner antatt meget høy. Ved sammenstøt mellom store masser, hva man som oftest har ved togkollisjoner, vil betydelige krefter oppstå. Vanlige krav til hva

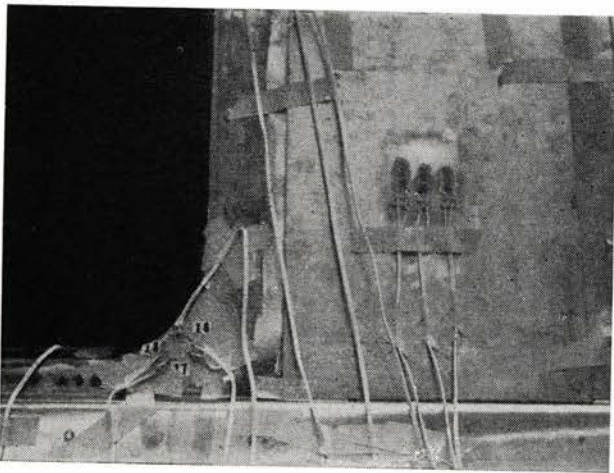


Fig. 4.

vognene må tåle i Europa, er 200 tonn sentrisk støtkraft, i USA og Russland 400 tonn. Nå var ABo stålskjelettet beregnet for 80 tonn, og som en følge av dette ble prøvetrykket satt til maks. 100 tonn fordelt på 2 buffere. Det er for ettertiden meningen at kravet om 200 tonn statisk trykkbelastning skal gå inn i leveringsbetingelsene for nye vogner.

For trykkprøven ble det laget en spesiell ramme som ble bekostet av A/S Strømmens Værksted. Rammen besto av 2 stk. DIP-bjelker nr. 45 ved vognenedene samt 2 stk. langsgående strekkstenger 3" dia. x 23 meter. På grunn av den store lengde ble strekkstengene sveiset sammen av 8 stk. 6 meter lengder. Som man kan tenke seg, er en så stor ramme med en vekt på ca. 3 tonn meget uhåndterlig. For ikke å skrape eller ødelegge vognkassen ved å senke rammen ned over vognen, ble rammen sveiset ferdig på gulvet og vognen kjørt inn over rammen. Buffertrykket ble skaffet ved hjelp av 2 stk. 50 tonns oljekkjer med tilhørende håndpumper og manometre. Jekkene ble plassert i den ene vognenden mellom bufferbjelken og prøverammens tverrbjelke. Ved første dags prøve oppsto en del vanskeligheter med jekkene på grunn av manometerne og en ventil på en av jekkene. Av denne grunn ble som kontroll strekkklapper festet til begge dragstenger, og belastningene ble justert på grunnlag av måleavlesningen for disse, slik at man unngikk en mulig skjev trykkbelastning på vognen.

Vertikallasten, 22 tonn, besto av gamle vinkelasker, som etter prøven ble solgt til A/S Strømmens Værksted som skrapjern. Innlastingen av vinkelasker ble ordnet slik at det antall som svarte til et belastningstrinn, på forhånd var lagt opp på lastepaller. Ved hjelp av en kran ble pallene løftet opp og lagt på bukker i vindushøyde. På denne måten slapp de 8 mann som var stillet til disposisjon, unø-



dig bæring og løfting. Innlasting av 7 tonn tok ca. 20 minutter. Til sammenligning kan nevnes at under en SJ-prøve i Arlöv brukte 8 mann 30 minutter på innlasting av 10 tonn bremseklosser. Laskene ble plasert på planker i 60 cm bredde langs begge vognsider, slik at lasten ble mest mulig jevnt fordelt.

Prøvebelastningen ble utført på følgende måte:

1. Buffertrykk inntil 80 tonn. Prøven ble foretatt i 3 trinn: 35, 65 og 80 tonn. Spenningen ble avlest for hvert trinn. Trykket ble redusert i tilsvarende trinn.

2. Vertikallast maksimalt 22 tonn. Denne belastning ble foretatt i 4 trinn: 7, 14, 18 og 22 tonn, med avlesning for hvert trinn.

3. Buffertrykk pluss maks. vertikallast. I tillegg til vertikallasten på 22 tonn ble buffertrykket påsatt i 4 trinn: 40, 60, 80 og 100 tonn, med avlesning for hvert trinn og følgende avlasting av buffertrykket i de samme trinn.

4. Avlasting av vertikallast i 4 trinn tilbake til 0.

Under buffertrykkprøven ble største spenninger målt i endepartiet og i undergurten. Det oppsto en del buler i platekledningen under 3. og 4. vindu regnet fra vognenden. Bulene forsvant etter avlasting, flytegrensen var altså ikke nådd. Videre bøyde en av rillene i platekledningen midt på vognen seg noe ned, men også denne deformasjon forsvant etter avlasting. Ved rent buffertrykk var høyeste målte spenning i en av bjelkene  $8,4 \text{ kg/mm}^2$ , i undergurt  $7,0 \text{ kg/mm}^2$ , i tak  $1,60 \text{ kg/mm}^2$  og i vindushjørne  $3,1 \text{ kg/mm}^2$ .

Ved vertikalbelastningen ble det stort sett målt små spenninger, spesielt i undergurten midt på vognen ( $1 \text{ kg/mm}^2$ ). Som en kontroll på dette ble under avlastingen 2 ekstra lapper montert ved siden av den lapp som satt på undergurten ved vognmidte. Alle 3 lapper ga det samme resultat, noe som for øvrig var ventet da den opprinnelige strekk-lappen hadde gitt lineære resultater under trykkprøven. Ved første øyekast virker resultatet overraskende, men ved sammenligning med de tidligere nevnte prøver i andre land ser det ut til at lave spenninger i undergurten forekommer i de fleste vognkonstruksjoner. Dette stemmer dårlig med de foretatte beregninger for vår vogn, hvor sideveggen alene er antatt å være den bærende konstruksjonsdel, selv om avvikelsen ikke er så stor tallmessig. Andre beregningsmetoder tar med tak- og golvplater enten helt eller delvis i utregning av vognkassens motstandsmoment. Det er klart at en slik forandring vil øke motstandsmomentet betraktelig på grunn av takets og gulvets store avstand fra den nøytrale

akse, og det er også klart at en slik beregningsmåte må være riktigere, da gulv og tak er fast forbundet med veggene, slik at vognkassen egentlig burde fasthetsberegnes som et selvbærende rør.

Ved tidligere vertikallastprøver er maks. spenning målt i vindushjørnene i ca.  $45^\circ$  vinkel fra horisontalen. Vi var interessert i å klarlegge om maks. spenning virkelig lå i denne retning, og plaserte derfor 8 rosetter i vindushjørnene på vinduene 2, 3 og 4 regnet fra vognenden. Dessverre falt en av kanalene i 3 rosetter ut under prøven, slik at bare 5 rosetter danner grunnlaget for bedømmelsen av maksimalspenningens retning. Den grafiske løsning synes å bekrefte at vinkelen for maks. spenning ligger meget nær opptil  $45^\circ$  fra horisontalen, slik som de utenlandske resultater viser. Maks. spenning ble målt i vindushjørnene i vindu nr. 3,  $7,0 \text{ kg/mm}^2$ , maks. spenning i den korrugerte golvplate ved vognmidte  $5,8 \text{ kg/mm}^2$ , maks. spenning i overgurt  $1,6 \text{ kg/mm}^2$  og maks spenning i tak  $2,0 \text{ kg/mm}^2$ .

Under den kombinerte buffertrykk-vertikallastprøve var den største spenning i målepunkt 54,  $12 \text{ kg/mm}^2$ . Punkt 54 er den ytterste av de 2 bjelkene i vognens endeparti som skal oppta buffertrykket. Den innerste av disse bjelker hadde en forholdsvis lav spenning. Etter beregningene skulle bufferkraften fordele seg noenlunde likt i de to bjelker. At dette ikke inntraff, skyldtes at buffertrykkets angrepspunkt forskjøv seg ut mot vognsiden på grunn av bøyning i trykkrammens ende-bjelke. Man ville ha unngått dette ved å benytte en sfærisk trykkflate under donkraftene. Andre høye spenninger under denne prøven fikk man i undergurten rett bak forsterkningen ved boggisenter, hvor det ble målt  $9,8 \text{ kg/mm}^2$ , og vindushjørnene i vindu nr. 3 —  $8,9 \text{ kg/mm}^2$ . Av målte deformasjoner for de tre belastningstilfelle:

- a) 80 tonn buffertrykk,
- b) 22 tonn vertikallast, og
- c) 22 tonn vertikallast + 100 tonn buffertrykk,

kan nevnes:

	a	b	c
Lengde over bufferbjelker . . . . .	-6	+1	-8
Bøyning på vognmidte . . . . .	+5	-3,5	+3
Bøyning 4 m fra vognmidte . . . . .	+4	-2	+2,5

Største avvikelse i diagonalmålene i døråpning, + 1 mm, ble målt under trykkprøven. Vindusdiagonalmålene varierte mellom  $\pm 0,50 \text{ mm}$ .

Hva kan man så oppnå med slike prøver? Samtidig som måleresultatene viser mulige svake punkter ved en konstruksjon, vil de også peke ut mindre belastede punkter hvor man ved en senere kon-



struksjon kan foreta en reduksjon i dimensjonerin-  
gen av de forskjellige deler. Følgelig kan det opp-  
nåes lavere materialutgifter og lettere vogner, noe  
som igjen betyr store innsparelser med dagens høye  
priser. Spesielt hvor det dreier seg om større vogn-  
serier, hvor utgiftene til prøven kan fordeles på alle  
vognene i serien, og besparelsen kommer samtlige  
vogner til gode, bør det overveies å få en fast ord-  
ning med slike prøver.

Det er svært lite tilfredsstillende for ingeniører å  
finne til dels store spenningsdifferenser mellom de

teoretisk beregnede og de eksperimentelle måle-  
resultater, selv om den målte spenning vanligvis er  
lavere enn den beregnede. Ved et statisk belastnings-  
forsøk, hvor det er gjort tillegg for dynamisk belast-  
ning på ca. 30 %, vil man få en størrelsesorden og  
en spenningsfordeling som ligger nær opptil det som  
vil forekomme i praksis. Prøvene vil derfor være til  
stor hjelp for konstruktørene så lenge man ennå  
ikke har kunnet finne frem til beregningsmetoder  
som er forholdsvis enkle og samtidig gir et riktig  
resultat.

## DEN STØRSTE TILLATTE SKJØTSKJEVHET VED LEGGING AV LANGSKINNER (30 - 36 - 40 m)

Av avdelingsingeniør T. Degenaaers

DK 625.143.4(481)=396

### Innledning

I NSB-normalbokblad C 11 står foreskrevet at  
skjøtskjevheten i en skinneskjot ikke skal overskride  
2,5 cm. Dette er i samsvar med at innkortnings-  
skinnene i en kurve er 5, 10, 15, 20 cm kortere enn  
skinner med normallengde. Denne bestemmelse har  
i praksis vist seg å være vanskelig å overholde. Det  
er således grunn til å spørre hvorfor en ikke tillater  
større skjøtskjevhet.

Ser vi for det første på skjøtsystemet, må det  
nevnes at vi i Norge bruker såkalte «rette» skjøter  
(skinne-endene rett imot hverandre). Dette system  
er alminnelig anvendt ellers i Europa og krever en  
mer eller mindre nøyaktig skinnefordeling. I USA  
brukes «alternerende» skjøter (staggered joints),  
dvs. skjøtene ligger omtrent en halv skinnelengde  
forskjøvet i forhold til hverandre. Her synes det å  
være enklere å sette opp en skinnefordeling, fordi  
toleransen er mye større.

Det er fremdeles diskusjon og usikkerhet i forbin-  
delse med skjøtsystemene. I USA vil en ikke vite  
av rette skjøter, fordi dette gir: større skinnelitasje  
(større slag og rykk), dyrere skjotkonstruksjon (tvil-  
lingsviller t. eks.), redusert trekkeveie ved dårlige  
skjøter, ubehageligheter ved ujevn skinnevandring.  
I Europa derimot er tendensen ganske annerledes.  
Her vil en ikke ha alternerende skjøter, fordi dette  
bl. a. kan gi ubehagelige og muligens farlige sving-  
bevegelser av vognene. Videre blir man henvist til  
rette skjøter når skinnelenkene bygges ferdig på for-  
hånd (som bl. a. er alminnelig praksis i England), og  
når en møter veksler, kryss o. l. Til slutt er det for-  
delaktig med rette skjøter når det gjelder vedlike-  
hold og skinnebyting. [1]

Det er også sagt at skinnevekten spiller en rolle  
ved valg av skjøtsystem. Det er grunn til å tro at  
begge nevnte systemer har sin verdi, og at dårlig  
utførte og justerte skjøter i begge tilfelle fører til  
ubehageligheter. I denne forbindelse må det bemer-  
kes at idealskjøten fåes ved å lage den såkalte per-  
fekte skinneskjot: en langskinne blir kappet og  
samme deler skjotes igjen. Hermed oppnåes 100 %  
kontinuitet idet endene som skal skjotes, har nøy-  
aktig det samme profil. I praksis betyr det en del  
bryderi (avmerkning av sammenhørende ender,  
sammensveising av kapp-skinne o. l.).

For det andre må det nevnes noe angående selve  
skjøtkonstruksjonen. I Norge er skjøtene vanligvis  
understøttet av tvillingsviller. Hver skinne-ende  
hviler på en underlagsplate, en skinneskjot kommer  
til å ligge mellom to underlagsplater idet disse lig-  
ger 2 til 3 tommer fra hverandre. Skjøten blir altså  
ikke 100 % «fast», men litt «svevende». For å kunne  
oppnå dette er det klart at ikke stor skjevhet kan  
tillates. Ved å dra svillene skjevt kan toleransen økes  
litt, men ofte viser det seg allikevel i praksis at en av  
skjøtene faller på en underlagsplate når en har kom-  
met opp i for stor skjøtskjevhet. Og en slik «hard»  
skjot har etter tidligere erfaring vist seg å være  
mindre god.

Hvordan blir forholdene ved svevende skjøter?  
En svevende skjot ligger mellom to sviller, sville-  
avstanden er som regel mindre en den ellers brukte,  
men også bundet til et minste krav av hensyn til  
pakkingsarbeidet. Svevende skjøter er nå svært  
alminnelige igjen i utlandet, særlig ved alternerende  
skjøter, fordi en synes at de faste skjøter danner  
for store diskontinuiteter i sporet («harde punkter»).



Også i Norge anvendes den svevende skjøt igjen, ved skinnelegging med betongsviller [2]. Det ser ikke ut til at skjøtskjevhetstoleransen blir mye større ved svevende skjøter, fordi disse mest mulig må plasseres midt mellom «skjøt»svillene. I utlandet møter en da også krav om 2—3 cm som største tillatte skjøtskjevhet.

Undersøker vi følgene av disse strenge krav nærmere, ser vi for det første at det må settes opp en nøyaktig skinnfordeling for hver strekning som skal skinnelegges. Dermed kan skinnene, med normal- og innkortnings-lengder, bestilles, leveres, stables, utkjøres og legges i riktig rekkefølge. Ved bruk av vanlige lengder, på 10, 12 og 15 meter, har det ikke vært aktuelt å legge altfor stor vekt på skinnfordelingens nøyaktighet. Ved hjelp av tabeller for innkortningsskinner var det snart gjort å regne gjennom en skinnfordeling. Møtte man for stor skjøtskjevhet under skinneleggingen, var det en forholdsvis enkel sak å bytte skinnen om med en annen som var lengre eller kortere.

Ombyttingen blir mer tungvint ved de sveiste langskinner, samtidig som faren for stor skjøtskjevhet øker under leggingen, især når skinnelenkene bygges ferdig på forhånd, slik som det til dels også gjøres i Norge [3] [4]. Dessuten er reservebeholdningen ved lengre skinner mindre i antall, den tåler altså i mindre grad utbytting. Til eksempel kan nevnes at en strekning på 12 km omfatter 2000 skinner à 12 meter, pluss i tillegg 2% reserve = 40 skinner (med innkortningslengder: 11,95 og 11,90 m). Samme strekning trenger 800 skinner à 30 meter, pluss i tillegg 2% reserve = bare 16 skinner med hele 4 innkortningslengder: 29,95, 29,90, 29,85 og 29,80 meter.

Med mindre reservebeholdningen økes til 4—5%, må en ved bruk av langskinner (30, 36, 45 meter) sette opp en meget nøyaktig skinnfordeling, uten feil. Samtidig gjelder som betingelse nr. 2: på like nøyaktig måte skal skinneleggingen foretas, for å unngå enhver feil i skjøtskjevheten.

**Skinnefordeling**

Herunder forståes en gjennomregning av skinneskjøtenes beliggenhet og skjevhet, samt oppsetting av fortegnelse for normal- og innkortningslengder, veksler o.l. i riktig rekkefølge. Som et eksempel vises til fig. 10, nærmere omtalt under punkt 4).

**1. Vanlig kurve**

Fig. 1 viser en vanlig kurve, dvs. sirkelbue med radius  $r$  og vinkel  $\alpha$ , som skal «fordeles». Buelengden mellom  $KP_1$  og  $KP_2$ , kalles for  $L_1$ . Idet for-

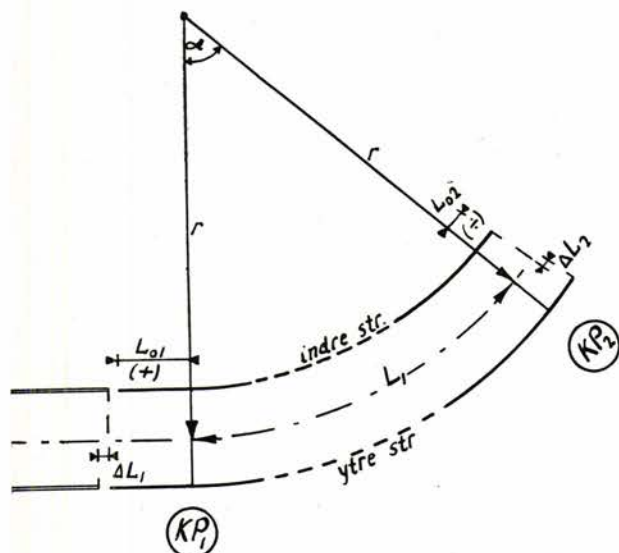


Fig. 1. Vanlig kurve (sirkelbue), fordeling av kurveskinner gjelder fra  $KP_1$  til  $KP_2$ .

delingen foretas fra  $KP_1$  mot  $KP_2$ , betyr  $L_{01}$  avstanden fra «gammel» skinnestuff til  $KP_1$  (overført lengde) og  $L_{02}$  avstanden fra «ny» stuff til  $KP_2$  (lengden som overføres). Stoffene velges helst slik at  $L_{01}$  blir + og  $L_{02}$  ÷. Tilsvarende skjøtskjevheter:  $\Delta L_1$  og  $\Delta L_2$  (+ når stuff i høyre streng kommer forbi tilsvarende stuff i venstre streng).

Kurven blir lagt med 36 meter skinner. Brukes kurve nr. 44, etter skjema fig. 10, som modell, har vi:  $r = 450 \text{ m}^v$  og  $L_1 = 227,345 \text{ m}$ , videre gjelder:  $a = 150/r$   $L_1 = + 75,8 \text{ cm}$ , hvor  $a =$  lengdeforskjellen mellom kurvens høyre og venstre streng, som regnes + ved venstre-kurver. Det må bemerkes at beregningene må utføres i millimeter, siden sumtoleransen i  $\Delta L$  bare er 5 cm. For skjøtskjevheten i rettlinsen foran  $KP_1$  er oppgitt:  $\Delta L_1 = \div 2,0 \text{ cm}$ . Idet  $\Delta L_1 \div a = \div 77,8 \text{ cm}$ , er  $b = 80 \text{ cm} =$  lengdeforskjellen som blir utjevnet ved å bruke innkortningsskinner i kurvens indre streng =  $n \cdot 5 \text{ cm}$ . Hermed får man i  $KP_2$  en skjøtskjevhet  $\Delta L_2 = 80 \div 77,8 = + 2,2 \text{ cm}$ . Videre er oppgitt:

$$L_{01} = \begin{cases} + 19,900 \text{ m (venstre)} \\ + 19,920 \text{ m (høyre)} \end{cases}$$

Således blir lengden til  $KP_2$ :

$$L_2 = \begin{cases} 246,866 \text{ m (venstre)} \\ 247,644 \text{ m (høyre)} \end{cases}$$

Det ser altså ut for at en klarer seg med 7 lenker, dvs. i ytre streng, inkl. 6 mm varmerom pr. lenk:  $S_h = 7 \cdot 36,006 = 252,042 \text{ m}$ , og i indre streng:  $S_v = 252,042 \div 0,800 = 251,242 \text{ cm}$ . Her skulle det teoretisk greie seg med 5 skinner à 35,90 m (+) og



2 skinner à 35,85 m (z), i rekkefølge: + + z + z + +. Videre blir:

$$L_{02} = S \div L_2 = \begin{cases} \div 4,376 \text{ m (venstre)} \\ \div 4,398 \text{ m (høyre)} \end{cases}$$

Beregningen videre byr ikke på vanskeligheter, for hver skinnelenk øker  $\Delta L$  med  $\div a_{36} + 10$  eller 15 cm; det henvises videre til fig. 3.

2. Overgangskurve mellom kurve og rettlinje

Skinnefordelingen blir litt anderledes når overgangskurven kommer inn i bildet. Kurven begynner da nemlig ikke i KP, men i OB, med andre ord: lengdevariasjonen begynner allerede i OB. Kurven må altså «fordeles» mellom OB-ene. Etter fig. 2 kan følgende formler settes opp:

a) For alle kurver gjelder  $a = \varphi \cdot 150 \text{ cm}$  (lengdeforskjellen ved en vinkelvariasjon  $\varphi$  radialer).

b) Vanlig kurve (sirkelbue):  $a_x = x/r \cdot 150 \text{ cm}$  (lengdeforskjellen over en avstand x, målt fra OE).

c) Overgangskurve, kubisk parabel  $y = x^3/6rl$ , idet  $\varphi_x$  tilnærmet  $= dy/dx = x^2/2rl$  blir  $o_x = x^2/2rl \cdot 150 \text{ cm}$  (lengdeforskjellen over en avstand x, målt fra OB). Det må bemerkes at  $o_x$  kan skrives  $= x/2l \cdot a_x$ .

Brukes eksemplet med  $r = 450 \text{ m}^V$ , blir overgangskurvens lengde  $l = 74 \text{ m}$ . Videre var  $L_{01} = \text{ca. } 19,9 \text{ meter}$ , slik at  $x_a = 1/2 \cdot 74 \div 19,9 = 17,1 \text{ m}$  (avstand fra OB til første skjøt). Dette gir:  $o_{xa} = 17,1^2/2rl \cdot 150 = 0,7 \text{ cm}$ . Dette betyr for skjøtskjevheten mellom lenk a og b:  $\Delta L_a = \div 2,0 - 0,7 = \div 2,7 \text{ cm}$ . Kurvefordelingen etter 1) kan altså ikke benyttes, idet alt lenk a har behov for en inn-

Kurve 44

$r = 450^V$

$l = 74 \text{ m}$

$a_{36} = 12 \text{ cm}$

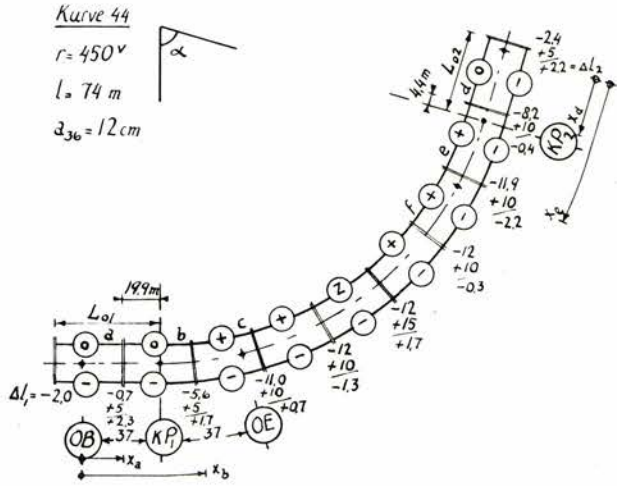


Fig. 3. Skisse av skinnefordeling i kurve med 36 meter skinner. Utregning av skjøtskjevheter foretatt fra  $KP_1$  mot  $KP_2$ .

kortningsskinne (35,95 m). Denne lenk tilhører egentlig rettlinjestrekningen før kurven, men for å unngå bruk av innkortningslengder i de teoretiske rettlinjer, hvorved grunnlaget for skjematisk beregning av  $\Delta L$  og a svikter, tas lenk a med i kurven. Således blir:

$$L_{01} = \begin{cases} 19,900 + 36,006 = + 55,906 \text{ m (venstre)} \\ 19,920 + 36,006 = + 55,926 \text{ m (høyre)} \end{cases}$$

Det må nevnes at kurveberegningen som regel kan begynnes, eller avsluttes, mellom OB og KP, men det hender også temmelig ofte at startskjøten må velges foran OB (eller sluttskjøten bak OB).  $L_{01}$  blir da ved kurver som regel + og  $L_{02} \div$ .

Med en innkortingsskinne i lenk a blir:  $\Delta L_a = \div 2,7 + 5 = + 2,3 \text{ cm}$ .

Betraktes nå skjøten mellom lenkene b og c, fåes:  $x_b = x_a + 36 = 53,1 \text{ m}$ , dette gir

$$o_{xb} = 53,1^2/2rl \cdot 150 = 6,3 \text{ cm} = (o_{xa} + 5,6) \text{ cm}$$

Brukes i lenk b en innkortingsskinne på 35,95 m, blir  $\Delta L_b = + 2,3 \div 5,6 + 5 = + 1,7 \text{ cm}$ .

For lenk c gjelder:  $x_c = x_b + 36 = 89,1 \text{ m}$ , herav: overgangskurve = 74 m, gir  $o_{74} = a_{37} = 12,3 \text{ cm}$ , vanlig kurve = 15,1 m, gir  $a_{15,1} = 5,0 \text{ cm}$ , summen blir 17,3 cm  $= (o_{xb} + 11,0) \text{ cm}$ .

Med en innkortingsskinne på 35,90 m i lenk c blir:  $\Delta L_c = + 1,7 \div 11,0 + 10 = + 0,7 \text{ cm}$ .

Beregningen videre går som ved en vanlig kurve. Fig. 3 viser resultatet i en skisse, lenkene d, e og f fåes på tilsvarende måte som ved  $KP_1$ :

$$x_d = 37,0 \div L_{02} = 32,6 \text{ m, gir } o_{xd} = 2,4 \text{ cm}$$

$$x_e = x_d + 36 = 68,6 \text{ m, gir } o_{xe} = 10,6 \text{ cm (8,2+)}$$

$$x_f = x_e + 36 = 104,6 \text{ m, gir } o_{74} = 12,3 \text{ cm}$$

$$a_{30,6} = 10,2 \text{ cm}$$

$$\text{Sum} = 22,5 \text{ cm (11,9+)}$$

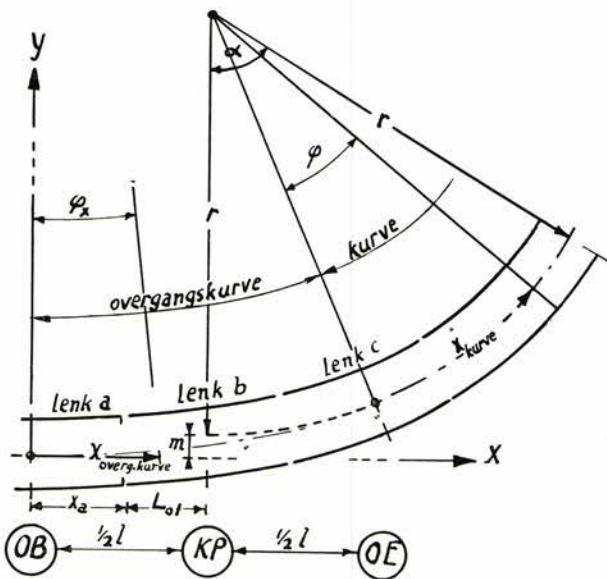


Fig. 2. Overgangskurve (kubisk parabel), fordeling av kurveskinne gjelder fra OB.



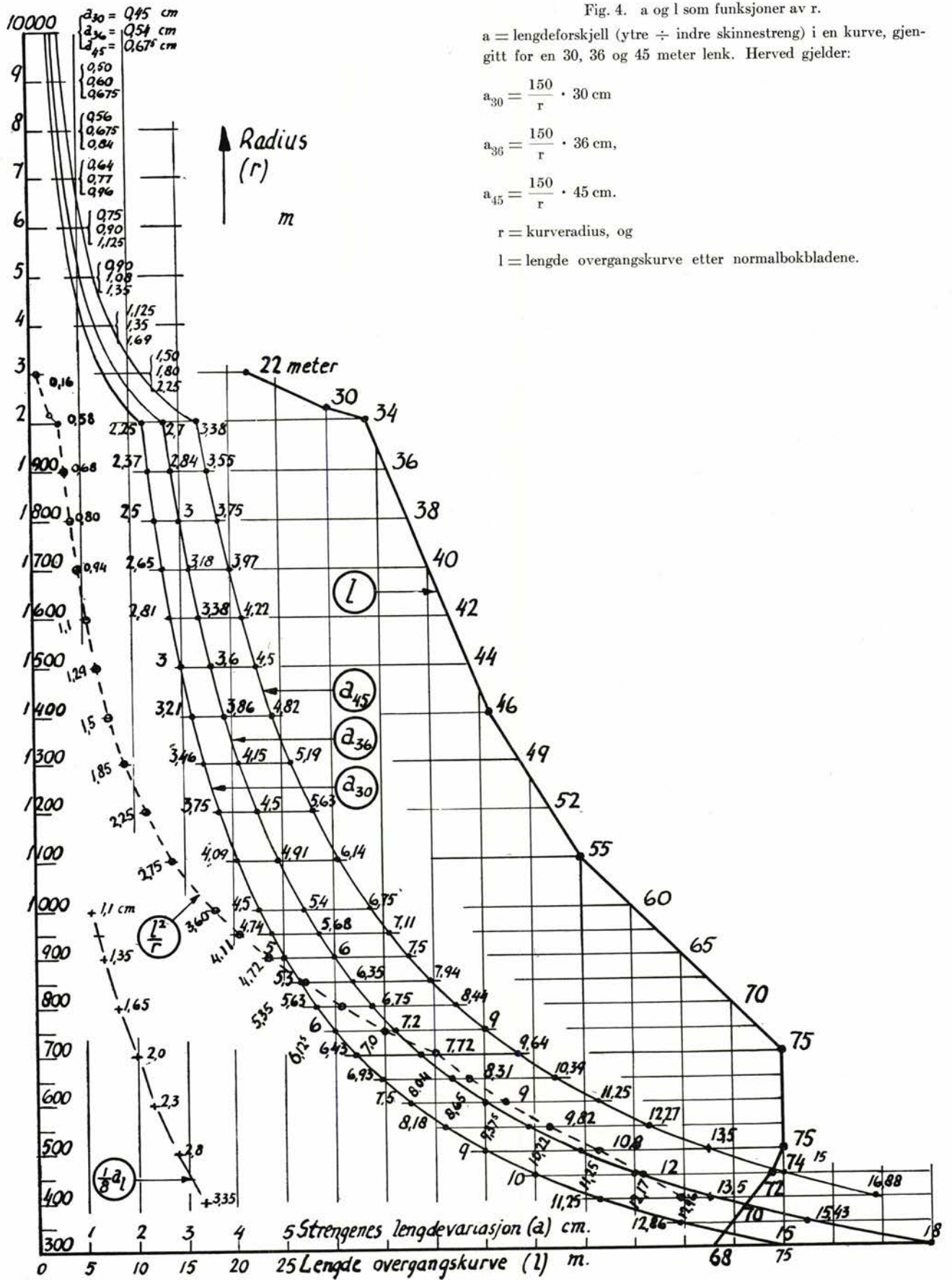


Fig. 4.



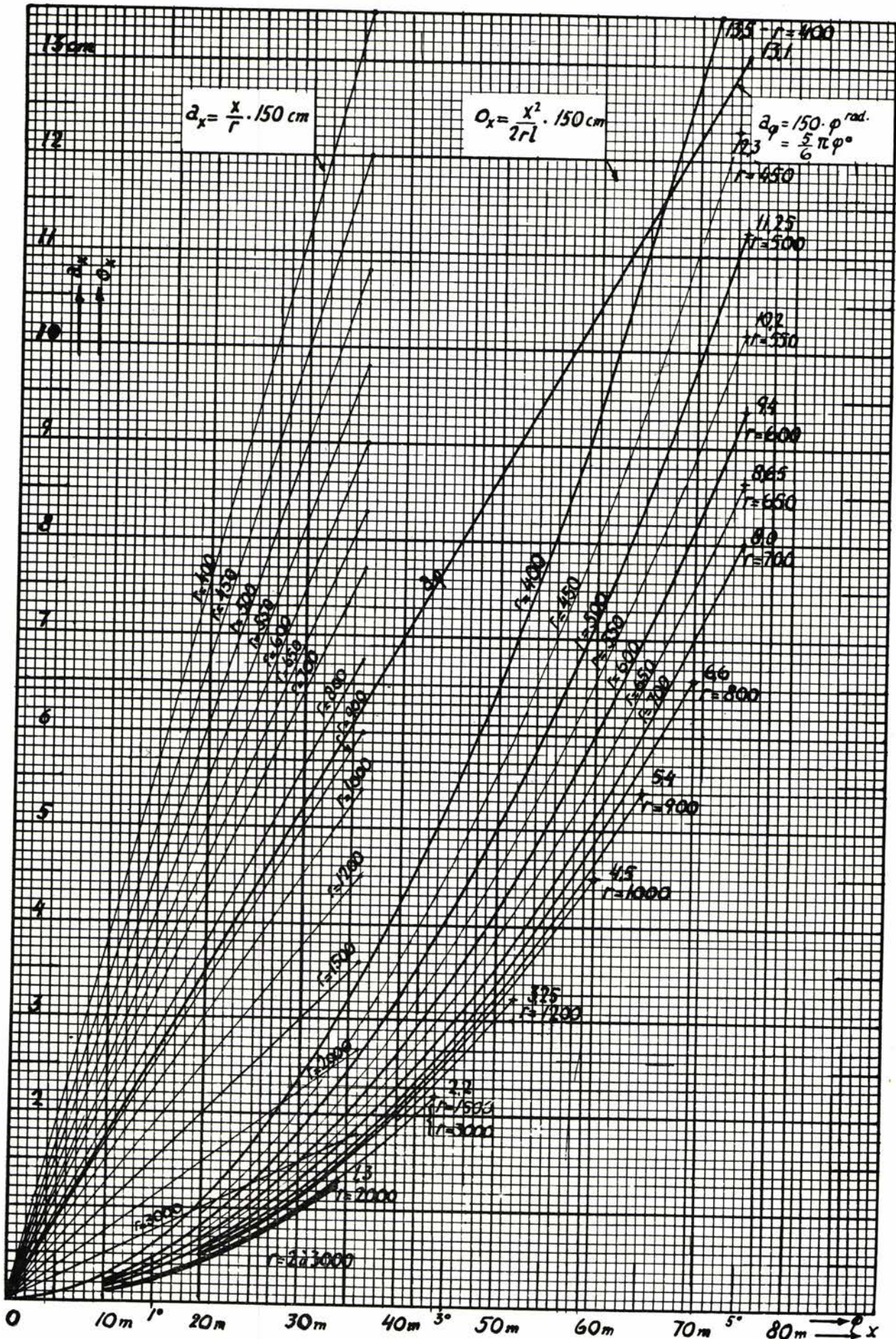


Fig. 5. Lengdeforskjellen som funksjon av x og φ. a<sub>x</sub> angir variasjonen i en vanlig kurve (lineært forløp), o<sub>x</sub> i en overgangskurve (parabolsk forløp).



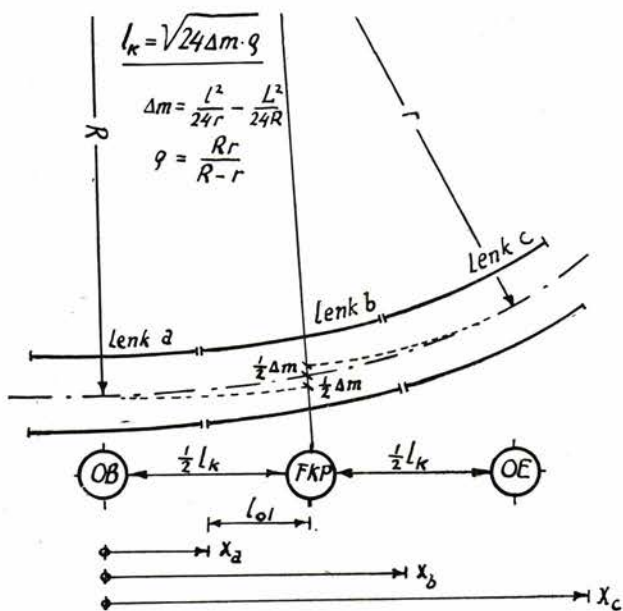


Fig. 6. Overgangskurve mellom to kurver, med radius R og r (R større enn r).

l = lengde vanlig overgangskurve ved radius r.  
 L = lengde vanlig overgangskurve ved radius R.  
 $l_k$  = lengde overgangskurve mellom nevnte kurver.

I eksemplet viser det seg at ikke bare  $L_{01}$ , men også  $L_{02}$  må tas én lenklengde = 36,006 m større enn det er regnet med under 1).

$$L_{02} \text{ blir } \begin{cases} \div 40,382 \text{ m (venstre)} \\ \div 40,404 \text{ m (høyre)} \end{cases}$$

$$\text{Sumlengdene blir: } \begin{cases} S_v = S_h \div 0,80 = 323,254 \text{ m} \\ S_h = 9 \cdot 36,006 = 324,054 \text{ m} \end{cases}$$

Det trenges altså i indre streng ikke 7, men 9 innkortningsskinner, nemlig 3 à 35,95 m (o), 5 à 35,90 meter (+) og 1 à 35,85 m (z), i rekkefølge:

o o + + z + + + o. Som kontroll gjelder da:  $b = \text{sum innkortning} = 3 \cdot 5 + 5 \cdot 10 + 1 \cdot 15 = 80 \text{ cm}$ , og  $a = o_{xc} + o_{xf} + 3a_{36} = 17,3 + 22,5 + 36,0 = 75,8 \text{ cm}$ .

For å forenkle regnearbeidet er det i fig. 4 grafisk avsatt l-verdier, og a-verdier for 30, 36 og 45 m lenker, ved r varierende fra 400—10 000 meter. Det må bemerkes at formelen  $a_x = 150/r \cdot x$ , er en tilnærmedelse, ved 35,7 kg's spor blir avstand skinner midt til midt = 149,5 cm, ved 49 kg's: 150,02 cm. Videre er delvis avsatt  $1/8 a_1$  (lengdevariasjonen i en overgangskurve fra OB til KP).

Til slutt viser grafikken i fig. 5 hvordan en på en enkel måte kan avlese verdier for  $a_x$  og  $o_x$  ved gitte x, l og r. Dessuten er angitt hvordan  $a\varphi = 150\varphi^{\text{rad}}$  øker fra  $\varphi = 0^\circ$  til  $\varphi = 5^\circ$ . I vinkelgrader skrives formelen:  $a\varphi = \varphi^\circ \cdot 150 \cdot \pi/180 = 5/6\pi \varphi^\circ \text{ cm}$ .

### 3. Overgangskurve mellom 2 kurver (radius R og r)

Her blir en nøyaktig beregning av  $\Delta L$  litt mer innviklet. Ofte kan en ta skinnedelingen mellom OB og OE på skjønn. For eksempel kan kurven med  $R = 10\ 000$  betraktes som rettlinje, og videre kan ved store R og r overgangskurvens lengde  $l_k$  tas = 0. Ønsker en å gjennomregne  $\Delta L$  i overgangskurven eksakt, kan tabellene i fig. 5 igjen benyttes.

Fig. 6 viser forholdene ved en slik kurvekombinasjon. Krumningen øker lineært fra  $1/R$  i OB til  $1/r$  i OE. Settes  $1/r \div 1/R = 1/\rho$ , bestemmer  $\rho$  og den nye overgangskurvens lengde  $l_k$  på strekningen OB—OE den lengdevariasjon  $o'_{x(\rho)}$  som kommer i tillegg til lengdeforskjellen  $a_{x(R)}$  som gjelder i kurven med radius R.

Med  $o_{x(r)} = x^2/2rl \cdot 150$  blir tilsvarende:

$$o'_{x(\rho)} = x^2/2\rho l_k \cdot 150, \text{ eller } = 1/l_k \cdot r/\rho \cdot o_{x(r)}$$

Etter normalboken er  $l_k = \sqrt{24\Delta m \cdot \rho}$ ,

$$\Delta m = l^2/24r \div L^2/24R,$$

videre kan skrives:  $\rho = Rr/(R \div r)$  og  $o'_{x(\rho)} = 1/l_k \cdot (R \div r)/R \cdot o_{x(r)}$  eller  $k \cdot o_{x(r)}$ . Den totale lengdeforskjell over en avstand x, målt fra OB, er  $da = (a_{x(R)} + k \cdot o_{x(r)})$ .

$o_{x(r)}$  avleses i fig. 5;  $l_k$  er grafisk avsatt i fig. 7 (ved noen R-verdier) og kurvene i fig. 8 viser en del  $\rho$ -verdier. Fig. 7 og 8 er hjelpediagrammer for å bestemme k på rask måte (her kreves ikke stor nøyaktighet). Ved  $R = \infty$  blir  $k = 1$  (idet  $l = l_k$  og  $\rho = r$ ) og  $a_{x(R)} = 0$ .

Skissen i fig. 9 viser resultatet av skinnfordelingen i overgangskurven mellom kurvene nr. 45 og 46 (henholdsvis  $r = 500^H$  og  $R = 4000^H$ ). Idet  $R >$

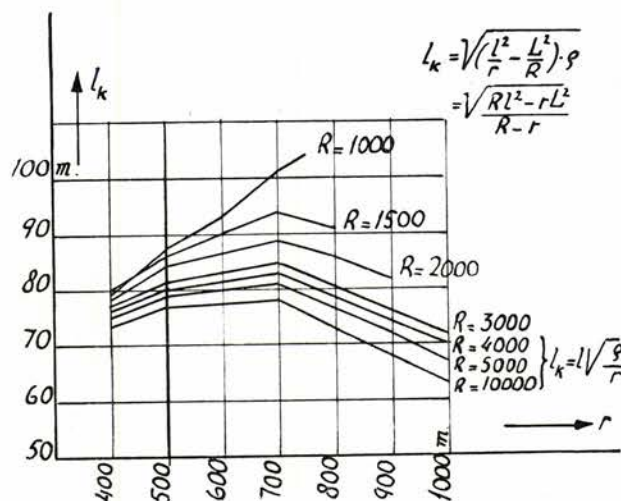


Fig. 7. Diagram som viser  $l_k$  som funksjon av r ved en del R-verdier.



3000, blir  $L = 0$  og  $l_k = l\sqrt{\rho/r} = \text{ca. } 80 \text{ m}$ ,  $k = 75/80 \cdot 7/8 = 0,82$ . Etter fig. 10 blir de teoretiske skjøtskjevheter:

- Foran kurve 45 (i  $KP_1$ ):  $\Delta L_1 = +2,2 \text{ cm}$
- Foran kurve 46 (i  $FKP_2$ ):  $\Delta L_2 = \div 0,6 \text{ cm}$
- Foran kurve 47 (i  $FKP_3$ ):  $\Delta L_3 = +0,8 \text{ cm}$

Betrakter vi nå første skjøt forbi OB:

$$\Delta L_0 = \Delta L_2 + a_{59(R)} = \div 0,6 + 2,2 = +1,6 \text{ cm.}$$

Lenk a:  $x_a = \frac{1}{2}l_k \div L_0 = 40 \div 23 = 17 \text{ m}$ , lengdeforskjellen:  $a_a = a_{36(R)} + 0,82 \cdot o_{17(r)} = 1,35 \div 0,45 = 1,8 \text{ cm.}$

Lenk b:  $x_b = 17 + 36 = 53 \text{ m}$ , og lengdeforskjellen:  $a_b = a_{36(R)} + 0,82 \cdot o_{53(r)} \div 0,82 \cdot o_{17(r)} = 1,35 + 4,6 \div 0,45 = 5,5 \text{ cm.}$

Lenk c:  $x_c = 53 + 36 = 89 \text{ m}$ , og lengdeforskjellen:  $a_c = a_{9(r)} + a_{27(R)} + 0,82 \cdot o_{80(r)} \div 0,82 \cdot o_{53(r)} = 2,7 + 1,0 + 10,5 \div 4,6 = 9,6 \text{ cm.}$

Det må bemerkes at lenk c rekker 9 m utenfor overgangskurven, videre kan  $o'_{80(p)} = 0,82 \cdot o_{80(r)}$  skrives på enklere måte, nemlig  $a_{40(p)} = 7/8 a_{40(r)}$  osv.

Som kontroll brukes:

Lenkene a + b + c: lengdeforskjell =  $1,8 + 5,5 + 9,6 = 16,9 \text{ m}$ , finnes også slik:  $a_{59(R)} + a_{49(r)} = 2,2 + 14,7 = 16,9 \text{ cm.}$

Nå beregnes skjøtskjevhetene:

$$\Delta L_c = \Delta L_2 \div a_{49} + n \cdot 5 = \div 0,6 \div 14,7 + 15 = \div 0,3 \text{ cm,}$$

$$\Delta L_b = \Delta L_c + a_c + n \cdot 5 = \div 0,3 + 9,6 \div 10 = \div 0,7 \text{ cm,}$$

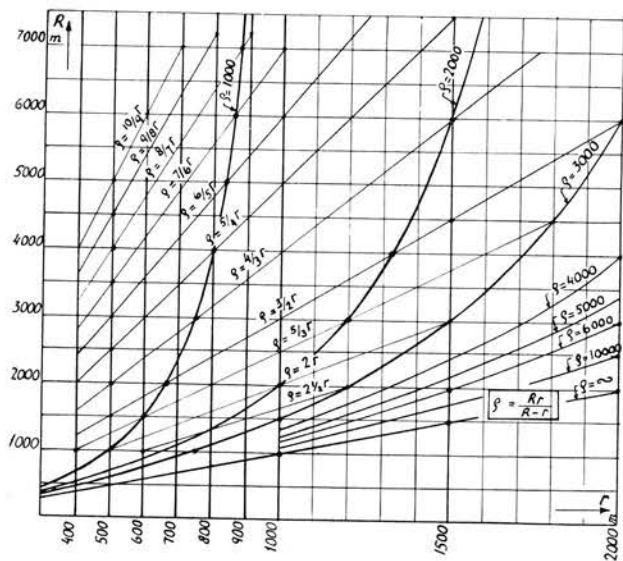


Fig. 8. Diagram som viser  $\rho$ -verdier. Grafikken har også mulighet for inntegning av  $k$ -verdier.

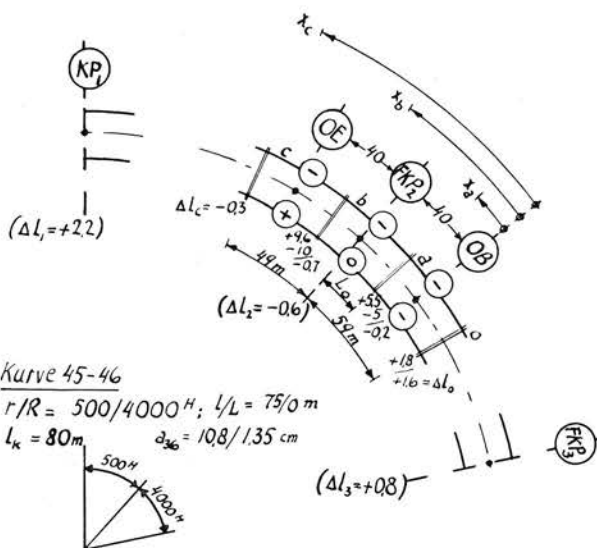


Fig. 9. Skisse av skinnefordeling ved overgangskurve mellom to kurver (med 36 meter skinner). Utregning av skjøtskjevheter foretatt fra  $KP_1$  mot  $FKP_2$  og  $FKP_3$ .

$$\Delta L_a = \Delta L_b + a_b + n \cdot 5 = \div 0,7 + 5,5 \div 5 = \div 0,2 \text{ cm,}$$

$$\Delta L_0 = \Delta L_a + a_a + n \cdot 5 = \div 0,2 + 1,8 + 0 = +1,6 \text{ cm.}$$

Indre strengs skinnefordeling i overgangskurven blir altså: .... + o - ....

#### 4. Skjema for skinnefordeling

Fig. 10 viser hvordan en skinnefordeling skjematisk kan settes opp på en enkel måte. Ved hjelp av den og av fordelingsskisser etter fig. 3 og 9 kan skinnebestilling og forsendelseskjemaer utarbeides. Med de under fig. 10 nevnte kontrollmuligheter garanterer en seg faktisk 100 % mot beregningsfeil. Det må til slutt bemerkes at  $L_1$ , a og  $\Delta L$  kan ferdigregnes for seg, og kontrolleres før en regner ut resten av skinnefordelingen.

#### Avvikelser fra den beregnede skjøtskjevhet

Det er som regel uoverensstemmelse mellom den beregnede og den virkelige skjøtbeliggenhet, fordi en må regne med en rekke feilmuligheter. Feilene kan oppstå:

a) Ved oppmåling av senterlinjen:

(1) Systematisk feil ved kjedning på grunn av temperatur- og spenningsforskjell i målbånd, og dessuten når stigning og fall ikke er tatt i betraktning. Størrelsesordenen av feil er ca.  $0,1 \text{ } \text{‰}$  ved  $10^\circ \text{ C}$  temperaturvariasjon eller ved  $2 \text{ kg/mm}^2$  strekk i målbånd av stål. Lengdefeilen i stigning skri-



Fig. 10. Skinnfordeling

Skinnefordeling K. - R.

Kurvens Nr.	Radius	Kjedebnr. (innng. + utg. ÷)	Kjedes pel nr.	Midtlinjens kjedet lengde m	Overført fra foreg. m	Lengde til neste KP cm	Lengde til neste KP m	Skinnestrøngene										Sumlengde av skinner og varmerom m	Overføres til følgende m	Teor. skjævt-skjevhet cm	Kobbel nr.	Merknad og skisser (M. 1 : 1000)
								Antall skinner					35,7 kg									
								o	+	z	x	k	v	w								
44	450V	11968 + 7,158		227,345	+ 55,906 + 55,926	+ 75,8	282,872 283,650	3 9	5 1										37			
	Rettl.	11991 + 4,503	÷ 0,058	349,889	÷ 40,382 ÷ 40,404	—	309,507 309,485	7 7											38			
45	500H	12026 + 4,450		207,290	+ 57,465 + 57,443	÷ 62,2	265,066 204,422	8 4	3 1										t.o.m.			
46	4000H	12047 + 1,740		171,508	÷ 22,982 ÷ 22,976	÷ 6,4	148,558 148,500	4 3	1										41			
47	500H	12064 + 3,248		149,997	+ 4,534 + 4,526	÷ 45,0	154,756 154,298	5 1	4										42			
	Rettl.	12079 + 3,245		133,043	÷ 25,274 ÷ 25,282	—	107,769 107,761	3 3											43			
48	1400V	12092 + 6,288																				
$\sum_{48}^{44}$	kjede-brudd	1239,130	÷ 0,058	1239,072		÷ 37,8	$\sum_{b,v} = 80$ $\sum_{b,h} = 115$	v 27 h 22	3 3 6 7	5 1 1 1	1 1	1 1	1295,416 1295,066	$\sum_{S_v}$ $\sum_{S_h}$	$\sum_m$			361				
																$\Delta \Sigma b = \div 35 \text{ cm}$	$\Delta \Delta l = \div 2,8 \text{ cm}$					

7. Skjemakontroll etter summering:

a)  $\left\{ \begin{aligned} S_v &= m \cdot 36,006 \div \Sigma b_v (\Sigma b_v = \text{sum innkortn. v.}) \\ S_h &= m \cdot 36,006 \div \Sigma b_h (\Sigma b_h = \text{sum innkortn. h.}) \end{aligned} \right.$

b)  $\Sigma a = \Delta \Sigma b \div \Delta \Delta l$  ( $\Delta \Sigma b = \Sigma S_h \div \Sigma S_v$  og  $\Delta \Delta l = \Delta L_{\text{st}} \div \Delta L_{\text{forst}}$ )

c)  $\Sigma L_1 \mp \frac{1}{2} \Sigma a = \Sigma S + L_{02, \text{ sist}} \div L_{01, \text{ først}}$

3. Sumlengdene S bestemmes:

$\left\{ \begin{aligned} S_{\text{ytre}} &= m \cdot 36,006 \text{ m (m = valgt antall skinner)} \\ S_{\text{indre}} &= S_{\text{ytre}} \div b \end{aligned} \right.$

4.  $L_{02} = L_2 \div S$  beregnes.

5. Skinnene i kurve fordeles (se f. eks. fig. 3 og 9), kontroll av riktig valg av m,  $L_{01}$  og  $L_{02}$ .

6. Kontroll av  $\Delta L$  ( $= L_0$  (venstre)  $\div L_0$  (høyre)).

1. En beregner  $L_1, L_{01}, a = \frac{L_1}{r}$  radius  $L_2 = L_1 + L_{01} \left\{ \begin{aligned} &\div \frac{1}{2} a \text{ (venstre)} \\ &+ \frac{1}{2} a \text{ (høyre)} \end{aligned} \right.$

2. Skjøtskjevheter i KP-ene beregnes nå:  $\Delta L_{\text{foreg.}} \div a \pm b = \Delta L_{\text{følg.}}$  ( $b = n \cdot 5 \text{ cm}$  bestemmes).



ves:  $\Delta L_s = \frac{1}{2} s^2 / 1000 \text{ } ^\circ / \text{ } _{00}$ . F. eks. gir en stigning  $s = 18 \text{ } ^\circ / \text{ } _{00}$  :  $\Delta L_s = \text{ca. } 1/6 \text{ } ^\circ / \text{ } _{00} = 6 \text{ mm}/36 \text{ m}$ . Feilene gjør som regel at den kjedede lengde er mindre enn den virkelige (for varmt, for hårdt strukket målbånd, lang og stor stigning).

(2) Tilfeldig feil ved kjedning.

(3) Systematisk feil ved vinkelmåling.

(4) Tilfeldig feil ved vinkelmåling.

Feilene (3) og (4) kan utjevnes ved kontrollberegning.

b) Ved oppmåling av skinner:

(5) Systematisk feil ved lengdemåling. Den er avhengig av toleransen, størrelsesorden kan antas å være som nevnt under (1) = 0,1 à 0,2  $^\circ / \text{ } _{00}$ .

(6) Tilfeldig feil ved lengdemåling.

Feilene (5) og (6) har liten innflytelse på beliggenhet og skjevhet av skjøtene. Det må dog nevnes en mulighet for en særfeil: innkortningsskinnene er ikke nøyaktig  $n \times 5 \text{ cm}$  kortere enn normalskinnene. Slik feil kan rett og slett bli katastrofal, fordi grunnlaget for skinnfordelingen dermed svikter. Alle utregnede skjøtskjevheter blir uriktige og i lange sammenhengende kurver kan det trenges skinn-ombyttning flere ganger.

c) Ved beregning av skinnfordeling:

(7) Lokal feil i overgangskurve, mellom OB og OE, som følge av unøyaktig utregning av skjøtskjevhet. Eksempel: kurve 44 (fig. 3). Med en kurvefordeling som foreslått under 1., dvs. uten å ta hensyn til overgangskurven, blir det bare innkortnings-skinner fra og med lenk b til og med lenk e. Hermed blir skjøtskjevhetene  $\Delta L_a$  og  $\Delta L_d$  5 cm større, nemlig henholdsvis  $\div 2,0 \div 0,7 = \div 2,7$ , og  $+ 2,2 + 2,4 = + 4,6 \text{ cm}$ . Feilene er i grunnen ikke så store,  $\Delta L$  kan komme opp i 5 à 6 cm. Lignende lokale feil kan også forekomme når en fordeler kurver etter tabeller.

(8) Systematisk feil ved bruk av formelen  $a_x = x/r \cdot 150 \text{ cm}$ . Ved 35,7 kg's skinner f. eks. er avstand skinner midt til midt 1495 mm. Dette danner en feil på 1/300 i a-verdiene. Det betyr igjen en feil i  $\Delta L$  på f. eks. 4 mm ved en kurvevinkel av  $45^\circ$  idet  $a_{45^\circ} = 117,5 \text{ cm}$ . Feilen er den samme som oppstår i en kurve med  $r = 450 \text{ m}$  når skinnene kommer 1,2 m for langt eller for kort, noe som kan skyldes kontinuerlig lengdefeil på 0,1  $^\circ / \text{ } _{00}$  over 12 km.

(9) Ut fra en annen betraktning er formelen  $a_x = x/r \cdot 150$ , heller ikke helt riktig. I en kurve ligger nemlig sporet i overhøyde (h). Ved  $r = 450 \text{ m}$  for eksempel, er  $h = 135 \text{ mm}$ , og sporvidden  $s$  blir da, horisontalt sett, redusert med ca.  $\frac{1}{2} h^2/s = \text{ca. } 6 \text{ mm}$ . Dette betyr en feil på 1/250 i a-verdiene, eller en feil i  $\Delta L$  på ca. 5 mm ved  $45^\circ$  vinkel. Feilene (8) og (9) resulterer i at a-verdien for en kurve må regnes å være litt større.

(10) Dessuten er det en annen lengdeforskjell mellom ytre og indre streng i en kurve, på grunn av overhøyderampen. Ved ramper 1 : 1000 på 75 m's lengde blir kurvens ytre streng litt lengre:

$2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1/1000^2 \cdot 75 \text{ } 000 = \text{ca. } 0,1 \text{ mm}$ . Feilen er altså ubetydelig.

(11) Systematisk feil i den antatte skinnemålingstemperatur ( $t_m$ ). For å regne med et teoretisk varmerom i skinnfordelingen må man vite ved hvilken temperatur skinnene har sine oppgitte lengder. Ved denne temperatur  $t_m$  kan da for de vanlige korte skinner (10, 12, 15, 18 m's lengde) tilsvarende varmerom tas ut av tabellene. Det teoretiske varmerom svarer som regel til 0,45 à 0,50  $^\circ / \text{ } _{00}$  av skinnelengden, med  $t_m = 5\text{--}15^\circ \text{ C}$ .

Ved 36 m's skinner gjelder at det skal anvendes til varmerom:  $a_t = 10 \div 0,4 t$ , med  $t_m = 10^\circ \text{ C}$  blir  $a_{t_m} = 10 \div 4 = 6 \text{ mm/skinne} = 1/6 \text{ } ^\circ / \text{ } _{00}$ .

Ved 30 m's skinner gjelder likedan:

$a_t = 9 \div 1/3 t$ , med  $t_m = 12^\circ \text{ C}$  blir  $a_{t_m} = 9 \div 4 = 5 \text{ mm/skinne} = 1/6 \text{ } ^\circ / \text{ } _{00}$ .

En variasjon på  $10^\circ \text{ C}$  i den antatte  $t_m$  resulterer i en feil i varmerommet av størrelsesorden 0,1  $^\circ / \text{ } _{00}$ .

(12) Tilfeldige beregningsfeil: Disse reduseres til et minimum med førnevnte kontrollmuligheter ved skinnfordelingen. Det kan dog forekomme forstyrrende feil i kurveoppgavene, f. eks. feil oppgitt radius, pel nr., forveksling høyre med venstre o. l. Det kan derfor anbefales å bruke kurvevinkler og oversiktskart sammen med kurveoppgavene.

d) Ved skinnelegging:

(13) Feil i brukte varmeblikk. Svarer disse ikke nøyaktig til skinnnetemperaturen, kan det lett oppstå en beliggenhetsfeil på et par mm/skinnelenk. Eksempel: Temperatursvingning  $10^\circ \text{ C}$  gir feil i anvendt  $a_t$  på  $0,4 \cdot 10 = 4 \text{ mm}/36 \text{ m}$ -lenk, dvs. omtrent 0,1  $^\circ / \text{ } _{00}$ . Det kan også forekomme at det ved feiltagelse brukes forskjellig varmeblikk i strengene. Blir f. eks. i høyre streng stadig anvendt 1 mm større



varmerom enn i venstre streng, oppstår det en feil i skjøtskjevhet som øker med 1 mm/lenk eller med 2,8 cm/km ved bruk av 36 m-lenker.

(14) Skinnelegging utenom de fastsatte temperaturgrenser.  $a_t$ -formlene, nevnt under (11), gjelder innen visse grenser. Således skal 36 m-skiner legges ved  $t^\circ$  mellom  $\div 15^\circ$  og  $+20^\circ$  C, og 30 m-skiner ved  $t^\circ$  mellom  $\div 20^\circ$  og  $+25^\circ$  C. Hver  $10^\circ$  utenom grensene gir en beliggenhetsfeil på  $0,4 \cdot 10 = 4$  mm/36 m-lenk, eller ca.  $0,1$  ‰, se også (13).

(15) Skinnelenkene ligger ikke etter en sirkelbue, men i større eller mindre grad «etter korder», mens skjøtene ligger på plass. Slikt kan skje ved upresede skinner i kurve. Baseres varmerommet på slike forhold, vil skinnestuffene komme for langt. Som regel er denne beliggenhetsfeil liten, men det må dog nevnes at det ved  $r = 450$  m, er 8 mm forskjell mellom korden og buelengden ved en 36 m-skinne.

Selve skjøtskjevheten avviker ikke idet strengene forskyves like mye. Det må for øvrig bemerkes at  $\Delta L$  bør måles loddrett kurven og ikke loddrett lenken, forat en ikke skal bli narret av en tilsynelatende skjøtskjevhet. Kordebeliggenhet har blitt aktuelt ved skinnelegging med ferdigbyggede lenker. Lenkene kan nemlig bli så stive at de glir tilbake «etter korder», etter baksingen.

(16) Skinnelenkene følger ikke kurven, men krummer for svakt eller for sterkt. Her oppstår det feil i skjøtskjevhetene, fordi varmerommene da baseres på skjøter som ikke ligger på plass. Ved  $r = 400$  m for eksempel, blir avvikelsen i  $\Delta L$  noen millimeter for hver skjøt, som ligger noen centimeter feil i tverretning.

(17) Skinnelenkene ligger på ujevnt kultlag. Ligger en lenk f. eks. i en «sekk», blir det en beliggenhetsfeil. Ved en fordypning på 4 cm kan lenken muligens komme til å ligge etter en vertikal kurve med radius = ca. 4000 m. For slik kurve er forskjellen mellom bue- og korde-lengden ca. 1 mm, altså ikke nevneverdig. Ligger bare en av lenkens skinner i en sekk, er det mulighet for feil i  $\Delta L$ . Men på grunn av lenkens stivhet kan denne feil heller ikke regnes å bli stor, dessuten må en regne med at feilene utjevnes av andre «sekker».

(18) Skinnene ligger «i spenning». Enhver ferdigspikret skinnelenk som bakes, har til følge at skinnene kommer til å ligge i «spenning». Dette er

særlig aktuelt der en opererer med lenker som er ferdigbygget på forhånd [3] [4]. Slike lenker får ved legging i kurver ofte den under (15) omtalte kordebeliggenhet. Tvinges de utover for å oppnå den riktige krumning, kan dette være årsaken til store skjøtskjevhets-avvikelser. Prinsippet er nemlig at en ferdigspikret lenk kan betraktes som en mer eller mindre sammenhengende og stiv bjelke. Ved baksing etter kurve oppstår det strekk i ytre og trykk i indre streng, på samme måte som i under- og overgurt i en drager som bøyes. Som følge av dette får slik lenk en ytre skinne som er for lang, og en indre skinne som er for kort. Dette gir en feil i  $\Delta L$  som kan øke betraktelig i en lang kurve, når leggingen av hver følgende lenk baseres på stuffer fra «spente» skinner.

En enkel beregning viser at baksing kan gi høye materialspenninger. Fig. 11<sub>a</sub> viser en skinnelenk som bøyes ut som en bjelke, fritt opplagt i begge ender. Under forutsetning at baksings-trykket er jevnt fordelt ( $q$ ) og at lenken er helt stiv i skinnfestene, kan skrives:

største lenkmoment  $M_{maks} = 1/8 ql^2 = K \cdot 1,50$  tm,  
største utbøyning  $f = 5/384 EI \cdot ql^4 = 5/32 EI \cdot Kl^2$  m.

Med  $2n$  sviller/lenk kan videre skrives:

$K = \Sigma k = 1/2 n \cdot k_n$ , idet  $k_x = x/1/2 l \cdot k_n$  antas å øke lineært fra midte mot endene. På samme vis avtar da  $N_x = K \div \int k_x dx$  parabolisk fra  $K$  til 0 (normalkraften), mens  $l_x = N_x dx/EF$  øker etter en 3dje grads parabel (ytre strengs utvidelse, indre strengs sammentrykning). Lengde-deformasjonen  $\Delta l$  blir da  $= 2/3 \cdot Kl/EF$ .

Talleksempel:  $l = 36$  m,  $2n = 52$  og  $F = 45$  cm<sup>2</sup> slik at  $EF$  blir ca. 100 000 t og  $EI = 2 EF (1,5/2)^2$  ca. 110 000 t. m<sup>2</sup>. Videre tas  $q = 0,1$  t/m, det er vel så mye som 1 mann/meter kan oppnå med spett. Utregningen viser:  $K = 1/12 ql^2 = 108 q = 10,8$  tonn, slik at material-spenning  $\sigma_m = K/F = 240$  kg/cm<sup>2</sup> i midten. Største klemkraft  $k_n = K/1/2n = ca. 8 q = 0,8$  tonn/skinnefeste. Utbøyning  $f$  blir ca.  $0,2 q$  m = 2 cm i midten, og til slutt blir  $\Delta l = ca. 0,026 q$  m = 2,6 mm. Lenken bidrar altså i en feil i skjøtskjevheten på 5,2 mm. Og enda er den bøyet etter en kurve med stor radius; for skrives for krumningsradius i midte

$r_m = EI/M = EI/1/8 ql^2 = l^2/9,6 f$ , fås det  $r_m = 675/q = 6750$  m.

Bøyes lenken videre ut til den følger en ren kurve med pil  $f$  (fig. 11<sub>b</sub>) kan skrives, tilnærmet:

$r = l^2/8 f$  eller  $810/q = 8100$  m

$\Delta l = 1/2 l/r \cdot 1,50 = 6f/l = ca. 0,033 q$  m = 3,3 mm.



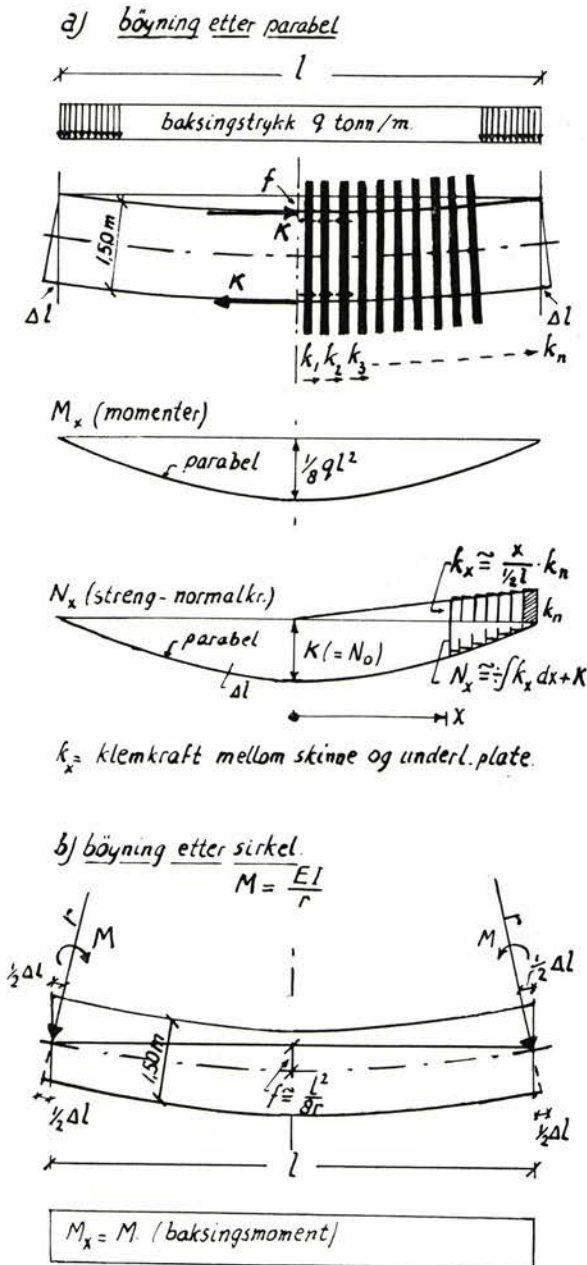


Fig. 11. Påkjenninger i ferdigspikret skinnelenk ved baksing.

Det gir en feil i  $\Delta L$  på 6,6 mm/lenk. Det må for øvrig bemerkes at det teoretisk er umulig å bøye en lenk i en sirkelbue, idet da må være  $r_x = EI/M_x =$  konstant, dvs. baksingsmomentet  $M_x$  må være konstant. Slik belastningstilstand kan en bare tilnærmevis få i stand.

Selvfølgelig er en skinnelenk ikke 100 % stiv, den har som regel mulighet for litt bevegelse i festene. I et skinnefeste består klemreaksjonen av en friksjonskomponent  $k$  og en vridningskomponent  $M_k$ . Ved stor momentpåkjenning dreier skinnen litt i forhold til underlagsplaten, deretter overtar under-

lagsplatens kanter  $M_k$ -reaksjonen. Ved stor friksjonspåkjenning forskyves skinnen i forhold til underlagsplaten, og dette medfører en utløsning av aksialspenninger. Det skal imidlertid litt til for å få et system med Hey-Back fjærklemmer til å gi etter. Klemtrykket er så stort at friksjonsmotstanden kan regnes å bli flere ganger 100 kg. Dessuten øker den ytterligere etter at vridningen har funnet sted og skinnen ligger klemt mellom underlagsplatens kanter.

En annen ting er når ved baksing flere skjøter dras med.  $M_{maks}$  øker med lengden, især når baksingstrykket konsentreres og økes med rykk. Da kan  $\sigma_m$  lokalt bli så høy at det opptrer lengde-deformasjon som bevirker at feilen i  $\Delta L$  blir enda større.

Resymerende kan altså sies:

a) En ferdig lenk kan ikke bakses til en skarp kurve på vanlig måte, og uten store plastiske deformasjoner.

b) Det skal ikke mye baksing til for å få skapt normalspenninger som forstyrrer  $\Delta L$ -beregningen.

c) Ved samtidig baksing over stor lengde, og med konsentrert baksingstrykk, med kraftige rykk, kan skinnedeformasjon øke feilen i  $\Delta L$  ytterligere. Det må altså kreves at en eller flere lenker som bakses under skinnelaggingen, skal være minst mulig stive, helst helt løse i festene.

e) *Ved skinnforsendelsen:*

(19) Forveksling av normalskiner med innkortningsskiner under nummerering.

(20) Forveksling under opplasting.

Feilmuligheter som følge av (19) og (20) kan reduseres til et minimum, det er gunstig å male endene til innkortningsskiner i farger.

### Konklusjon

1. Kravet at skjøtskjevheten ikke skal overskride 2,5 cm, gjør det ved legging av langskinner nødvendig å arbeide med den største nøyaktighet og forsiktighet ved fordeling og legging på en ny banestrekning. Ved lengre skinner øker faren for uoverensstemmelse mellom den beregnede og virkelige  $\Delta L$ , mens samtidig reservebeholdningen minker i antall.

2. De fleste avvikelser tar seg ut som «lengdefeil» (uoverensstemmelse i skjøtbeliggenhet). Disse er av størrelsesorden 0,1 ‰ og er av liten betydning for selve skjøtskjevheten: tilfeldige feil utjevnes og systematiske feil [se (1), (5), (11), (13) og (15)] gjør at skinnestuffen etter 10 km kan komme 1 m



for kort eller for langt. Det vil da si at i en kurve med radius  $r = 450$  m  $\Delta L$  avviker 4 mm. Det er altså fordelaktig å sette opp skinnfordeling for korte strekninger, f. eks. ikke over 10 km. Feilene som nevnt under (1), gjør at skinnene som regel kommer for kort. Således kan en i grunnen for strekninger med lang og stor stigning og fall sløyfe varmerommet i beregningen; det utgjør nemlig ved langskinner like mye som lengdefeilen ved  $18\text{‰}$  stigning:  $\Delta L_s = 1/6\text{‰}$ .

Ombytting med kortere eller lengre skinner kan bare bli aktuelt ved stor lengdefeil (størrelsesorden 10 m) i en skarp kurve.

3. De øvrige avvikelser kan betegnes som «kurvefeil» (gir uoverensstemmelse i skjøtskjevhet). Tilfeldige kurvefeil er som regel ikke av betydning, bortsett fra det som er nevnt under (19) og (20). Systematiske feil [se (3), (5), (8), (9), (13) og (18)] forekommer hyppigst. De multipliseres i en sammenhengende kurve eller i en rekke kurver med samme retning, og blir størst i enden av siste kurven.

Følger deretter en eller flere kurver i motsatt retning, blir feilen i  $\Delta L$  utjevnet etter hvert. Totalfeilen elimineres altså hvis et linjestrekk ikke har «overskudd» på venstre- eller høyre-kurver. Imidlertid kan feilen lokalt øke såpass mye at skinnombytting må foretas. Dette gjelder særlig feilene som nevnt under (5), innkortingen holder ikke nøyaktig  $n \cdot 5$  cm, og (18), skinnene legges i spenning.

4. Helt lokalt kan feilene bli som nevnt under (7), unøyaktig skinnfordeling, (16), unøyaktig skjøtbeliggenhet, og eventuelt (19) og (20), unøyaktighet ved forsendelsen. Som regel gir slike feil ingen grunn til å foreta ombytting med andre lengder.

#### Litteraturhenvisninger

- [1] «Staggered Railjoints». The Railway Gazette May 29, 1959.
- [2] «Skinnebytting med betongsviller på Kongsvingerbanen». Tekniske Meddelelser-NSB, nr. 4, 1958 (s. 121, 122).
- [3] «Skinnebytting Kristiansand—Grovane». Tekniske Meddelelser-NSB, nr. 4, 1958 (s. 111—116).
- [4] «Skinnelegging Lønsdal—Saltdal». Tekniske Meddelelser-NSB, nr. 2, 1955 (s. 35—39).

## ER BOMMEN OPPE ELLER NEDE?

### Indikering av vegbommers stilling ved hjelp av telefonlinjen

Av elektroformann M. Didriksen, elektromester L. Christiansen og ingeniør T. Westgård

DK 625.162(481)=396  
656.254(481)=396

Ved fjernstilte vegbomanlegg på fri linje er det av stor viktighet at vegbommens stilling blir indikert til nærmeste betjente stasjon. Ved eventuelle feil på vegbomanlegget kan stasjonen automatisk bli varslet og på kort tid få underrettet stillverksavdelingen.

Et system for kontroll av vegbommens stilling ville være en forholdsvis enkel affære å få til, hvis det til vegbomanleggene var disponible linjer, hvilket i alminnelighet ikke er. Kravet til et brukbart indikeringsystem var at det måtte kunne arbeide på en telefonlinje som er i vanlig bruk. Det ble først gjort forsøk med vanlige telefonreleer tilknyttet linjen. Disse skulle reagere på en likespenning som ble innmatet fra vegbomanlegget. Denne løsning viste seg ved prøver å være lite tilfredsstillende. Elektroformann Didriksen foreslo da en transistorkopling. Et prøveanlegg ble bygget og prøvekjørt på en telefonlinje mellom Oslo og Bryn. Prøvene var tilfredsstillende. Før indikeringsutstyrets virkemåte blir beskrevet, må det sies litt om hvilke krav som ble stillet til dette.

Som før nevnt, skal utstyret kunne brukes på telefonlinjer som er i bruk uten at linjen blir ødelagt. Det skulle tas hensyn til at dempingen av

linjen ikke ble for stor, og at signalspenningen fra indikeringsutstyret ikke ga støy på linjen. Utstyret måtte kunne koples parallelt over linjen, slik at man kunne benytte de eksisterende avgreninger ved planovergangene.

Nærmeste betjente stasjon skulle tydelig ved hjelp av signallamper se om bommene var hevet eller senket. Samtidig skulle stasjonen bli varslet ved hjelp av alarmklokke om feil ved anlegget, for eksempel om bommene ble liggende nede, ble stående i midtstilling osv. Alle disse krav ble oppfylt.

Indikeringsutstyret består av:

#### I sendestasjonen:

1. Et 45 V blokkbatteri.
2. En motstand og kondensatorboks. Se fig. 1.
3. Kondensatorboks for «isolering» av linjen.
4. Skilletrafo 1 : 1.

#### I mottakerstasjonen:

1. En likestrømstransistorforsterker som er ufølsom for vekselspenninger, se fig. 2.
2. Apparatboks med signallamper for hevet og senket bom, varselklokke og trykk-knapp for utkopling av klokke, se fig. 3.



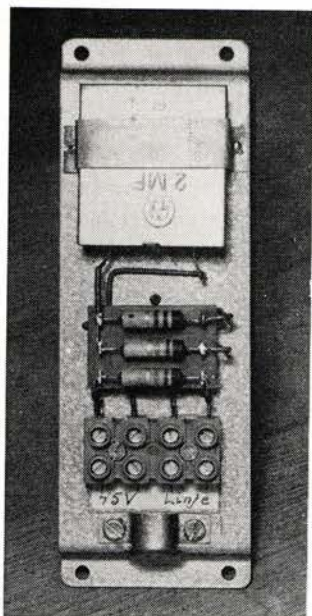


Fig. 1.

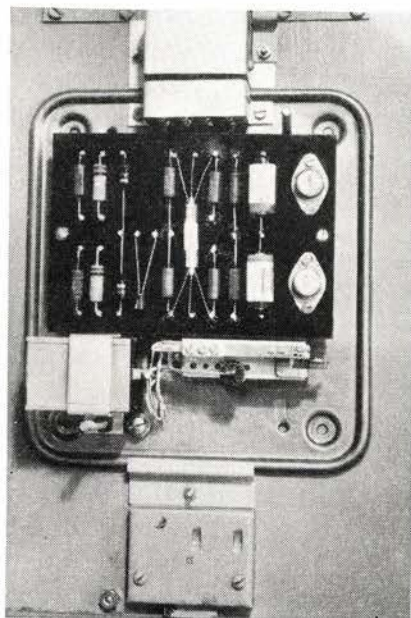


Fig. 2.



Fig. 3.

3. Apparatkap med ladeutstyr for lokalt batteri. Hjelpereleer, mellomrelé for innkopling av tidsrelé, samt tidsrelé for start av alarmklokke, se fig. 4.
4. Kondensatorboks for «isolering» av linjen.

#### Utstyrets oppbygging

Som før nevnt, består utstyret i sendestasjonen av batteri, kondensator og motstandsbox. Utstyret er montert i apparatkiosken for vegbommene. Batteriet, et 45 V blokkbatteri, tjener som strømkilde for indikeringsspenningen ut på linjen. Batteriet er isolert fra jord for å unngå usymmetri og dermed induksjonsstrømmer på overføringslinjen. Sendespenning mates ut på linjen over kontakter på bommens kontrollrelé gjennom motstander på 31 k $\Omega$ . Kontaktene polvender batterispenningen ut på linjen. Indikeringslinjen mellom sender og mottakerstasjon er metallisk isolert fra den øvrige linjen ved hjelp av skilletransformatorer. De transformatorviklinger som er tilkoplest utstyret, er seriekoplest med en kondensator for galvanisk å isolere de to linjehalvdeler fra hverandre. Kondensatorene er på 24  $\mu$ F/1500 V. Telefonapparater i linjen mellom sende- og mottakerstasjon er blokkert for indikeringsspenningen ved hjelp av seriekondensatorer på 4  $\mu$ F/1500 V.

Ved hjelp av kondensatorer og skilletransformator montert i sender- og mottakerstasjon blir linjen mellom disse to punkter likestrømsmessig skilt fra den øvrige linjen og muliggjør fremføring av

likestrøm indikeringspenninger. Mellom batteriet og linjen i sendestasjonen og mellom linje og mottaker i mottakerstasjonen er innkoplest ohmske motstander av en slik størrelse at linjedempningen på grunn av nevnte utstyr blir meget liten. I sendestasjon er innkoplest 31 k $\Omega$ . I mottakerstasjon er innkoplest 40 k $\Omega$ . Sendespenning over linjen blir ved de her valgte motstandsverdier ca. 28 V (=). Strømmen i linjen er 0,5 mA. Som indikeringslinjer er benyttet banevokterlinjer. Se fig. 5.

I mottakerstasjonen passerer indikeringsspenningen til transistorforsterkeren først over et filter for ringespenning fra linjen. Filteret består av 2 motstander på 20 k $\Omega$ , seriekoplest med en kondensator på 4  $\mu$ F. Impulshastigheten på senderen er så liten i forhold til ringefrekvensen at tidskonstanten for filteret hos mottakeren kan være forholdsvis stor.

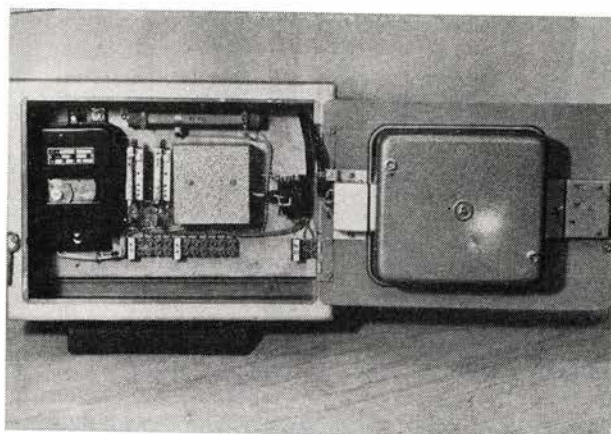


Fig. 4.



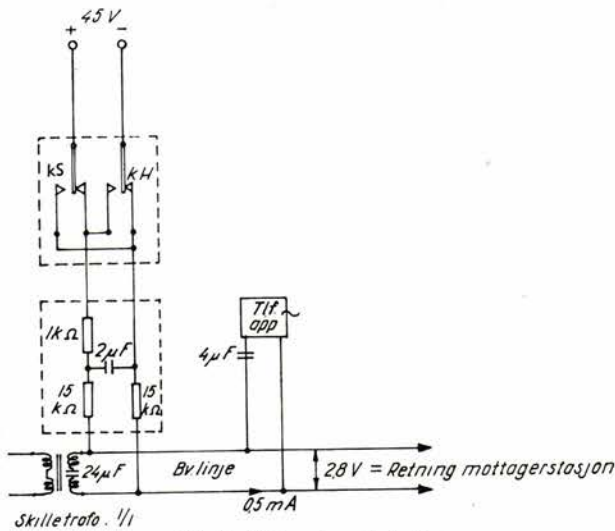


Fig. 5. Utstyr i sendestasjon.

Filteret over linjen klarer ikke helt å eliminere ringespenningen. For å få blokkert rippelspenningen som filteret ikke klarer, og for å hindre falske anrop, er det også bygget et inngangsfiler, bestående av 2 dioder som sperrer for ca. 8 V rippelspenning. For å utnytte hele sendestrømmen på 0.5 mA er benyttet 2 dioder motkopleet for å lede tilbakestrømmen med minst mulig tap.

Transistorforsterkeren drives av et fra jord godt isolert NIFE batteri på 6 V. Belastningen er ca. 120 mA. Ladningen av batteriet foregår over likeretter, innbygget i apparatskapet.

Som før nevnt, blir den mottatte sendespenning forsterket gjennom transistorforsterkeren og vil tenne en av signallampene. Det er innkommende

sendespennings polaritet som er bestemmende for hvilken av mottakerens lamper som skal lyse.

Det blir benyttet hvit lampe for indikering av hevet bom og rød lampe for indikering av senket bom.

Når bommene heves eller senkes, blir sendespenningen polvendt ut på linjen. Dette skjer ved hjelp av kontakten i kontrollreleene KS og KH, og som er en del av reléutstyret i apparatkiosken for vegbommene.

Transistorforsterkerens virkemåte i mottakerutstyret kan i dette tilfelle sammenliknes med sperre- og åpneventiler samtidig som den innkommende strøm blir forsterket for å mate signallampene.

Mottakerutstyret består ellers av alarmklokke, hjelpereleer, tidsrelé og mellomrelé for start av tidsreleet.

Ved feil på anlegget vil alarmklokken tre i funksjon etter 5 min. Mellomreleet for start av tidsreleet er parallellkoplet med den ene indikeringslampe.

Hvis f. eks. bommene blir stående i midtstilling, vil tidsreleet over mellomreleet etter foreskrevet tid kople inn alarmklokken. Alarmklokken kan koples ut ved hjelp av trykk-knapper i lampeboksen. Se fig. 6.

**Utstyrets virkemåte**

Vi tenker oss at bommene har ligget nede for sperring av vei. Bommene heves etter togpassering, og relé KH gir kontroll til mottakerstasjon på hevet

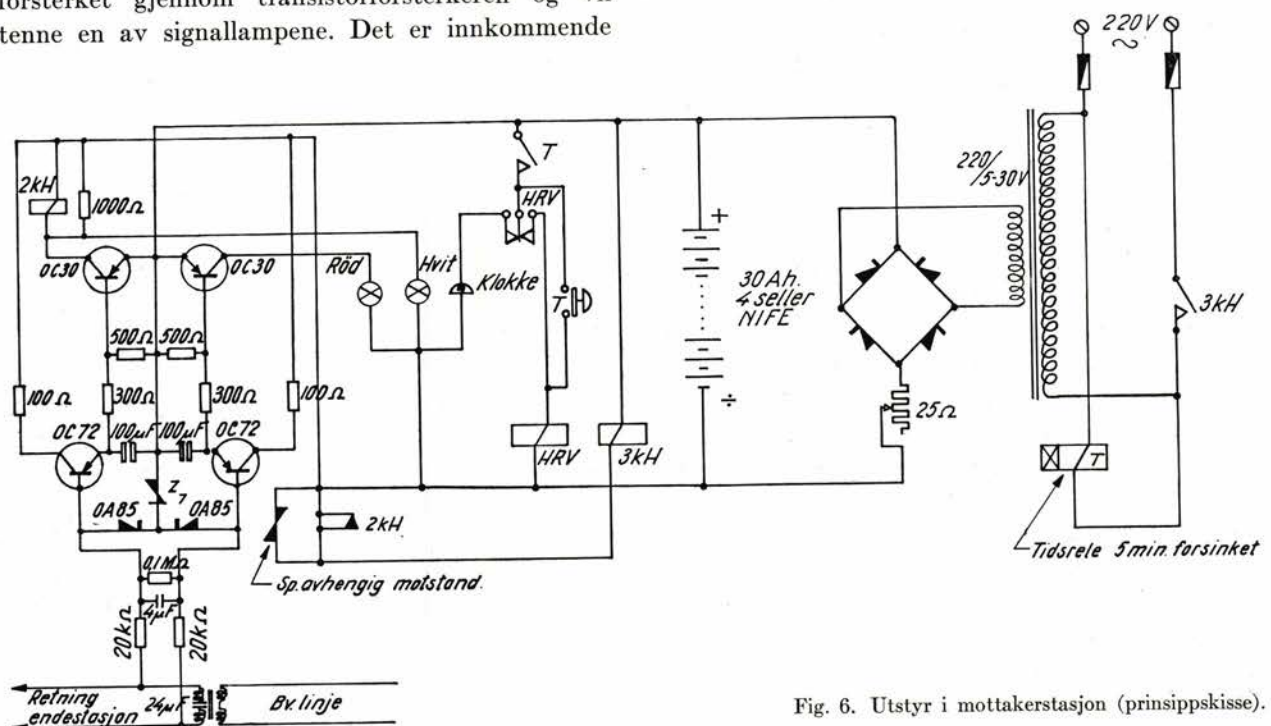


Fig. 6. Utstyr i mottakerstasjon (prinsippkisse).



bom (batterispenningen polvendes). Fra batteri ved sendestasjon opplades kondensatorer i indikeringsutstyret til spenninger som er bestemt av de valgte komponenter. Følgende strømløp oppstår: Fra +-batterikontakt KH, 15 k $\Omega$ , telefonlinje 20 k $\Omega$ , diode OA 85, Zenerdiode Z 7 (sperrespenning 7,5 V), motstand 500  $\Omega$ , 300  $\Omega$ , OC 72, 20 k $\Omega$ , telefonlinje og tilbake til ÷-batteri. Når kondensatorene er blitt oppladet, vil strømstyrken i linjen bli ca. 0,5 mA. Denne strømverdi er stor nok til å åpne transistor OC 72, men ikke transistor OC 30.

Idet OC 72 åpnes, oppstår et nytt strømløp: Fra + lokalt 6 V batteri, OC 30, 300  $\Omega$ , OC 72, 100  $\Omega$ , ÷-batteri.

Kollektorstrømmen for OC 72 forårsaker et tilstrekkelig stort spenningsfall over 500 ohms motstand, slik at OC 30 åpner.

Det oppstår nå et helt nytt lokalt strømløp. Fra +-batteri OC 30 og tilbake til ÷-batteri, gjennom en parallellkopling av kontrolllampen for hevet bom, relé 2 KH og 1 k $\Omega$ .

Man har nå oppnådd tilstrekkelig strømforsterkning for drift av det egentlige kontrollutstyr, hvit lampe lyser og angir hevet bom. Når bommen senkes, vil kontrollreleet KH for hevet bom kople ut batteriet, og etter kort tid vil strømmen gjennom basen på venstre transistor OC 72 bli så liten at dens kollektorstrøm sperres. Derved lukkes også venstre transistor OC 30, kontrolllampen for hvitt lys sluker, og relé 2 KH faller av.

Ingen lampe lyser, og dette angir at bommene er i midtstilling. Relé 3 KH trekker nå til og kople inn tidsreleet T.

Når relé KS gir kontroll til mottakerstasjon på senket bom, settes atter spenning på linjen, men med motsatt polaritet. Strømløpet blir det samme som for hevet bom, som tidligere beskrevet, men med den forskjell at det er de høyre transistorer som åpnes av kontrollstrømmen. Rød lampe tennes og gir kontroll på senket bom.

Hvis det tar for lang tid før man får kontroll på hevet bom, trer tidsreleet i funksjon, og alarmklokken koples inn. Klokkens utkoles ved hjelp av trykk-knappen som trekker til relé HRV. Når man atter får kontroll på hevet bom, koples relé 2 KH, mellomreleet, tidsreleet og relé HRV i normalstilling.

Som før nevnt, er indikeringsutstyret konstruert for å benyttes på telefonlinjer som er i bruk. Linjen er da med dette utstyret blitt belastet med 2 skilletransformatorer, 31 k $\Omega$  i sendestasjon, 40 k $\Omega$  i mottakerstasjon, samt kondensatorer på 24  $\mu$ F i skilletransformatorene.

I tillegg er alle apparater i linjen skilt med 4  $\mu$ F kondensatorer. Som før nevnt, vil de ohmske motstander på 31 og 40 k $\Omega$  ikke dempe linjen. Derimot vil hver av skilletransformatorene dempe ringespenningen på linjen med 7—10 %. Dette kan få betydning for linjer med mange apparater. Det er derfor nødvendig at apparatene utstyres med høyohmige klokker (6000  $\Omega$ ). Ved indikeringsutstyr som er i drift på vegbomanlegget mellom Vestfossen og Hokksund, ble gjort følgende målinger på banevokterlinje 216, som her er linje for indikeringsutstyret. Måling foretatt mellom Hokksund og Vestfossen:

Frekvens i Hz	Uten indikeringsutstyr	Med indikeringsutstyr
	Demping i normalper	Demping i normalper
300	0,20	0,35
400	0,22	0,36
600	0,26	0,37
800	0,30	0,42
1000	0,35	0,45
1600	0,34	0,46
2000	0,23	0,41
2400	0,75	0,90
2800	1,70	1,80

Ringespenning målt i Vestfossen:

Uten indikeringsutstyr: 50 V.

Med indikeringsutstyr: 44 V.

Antall apparater i linjen mellom sende- og mottakerstasjon er 6 stk. Avstand mellom sender og mottaker er 2,3 km. Se fig. 7.

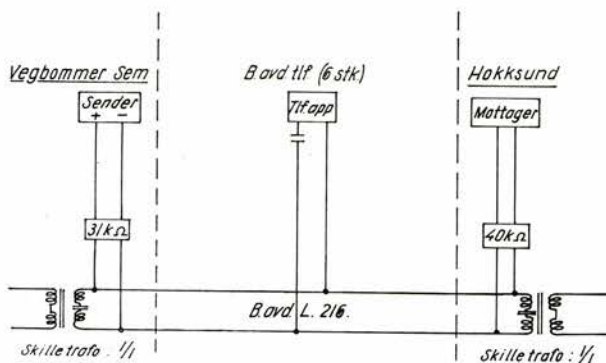


Fig. 7.

Til slutt kan nevnes at det hittil er bygget i alt 15 indikeringsanlegg. Av disse er pr. 16. september 1959 4 anlegg i drift og 3 under montering på vegbomanlegg. Det første anlegg ble satt i drift den 1. august 1958. Indikeringsanleggene har fungert tilfredsstillende og har hittil ikke hatt feil i utstyret.



# KVINESHEIA TUNNEL EN ELEKTROTEKNISK OVERRASKELSE

Av overingeniør Leif Saxegaard

DK 621.315.5(481)=396

126

Som bekjent forårsaker elektrisk banedrift med vekselstrøm induktive forstyrrelser i parallelle svakstrømsledninger i nærheten av banen. Disse forstyrrelser har man etter hvert lært å bekjempe. Suge-transformatorer installeres hos oss og i Sverige for å redusere de induserte spenninger ved selve «kilden». Og svakstrømsledningene legges i jordkabel for å eliminere virkningen av de spenninger som sugetransformatorene ikke greier helt å ta knekken på.

Her i Skandinavia er forstyrrelsesproblemene vanskeligere å mestre enn i Mellom-Europa; årsaken til dette er den dårlige elektriske ledningsevne som jorden har under våre geologiske forhold. Når vi skal forhåndsbergne de induktive påkjenninger vi kan vente oss ved en elektrisk bane, eller når vi skal

kontrollregne de induserte spenninger vi måler i et ferdig elektrisk baneanlegg før dette settes i drift, benytter vi oss av måleresultater som i 1930 ble utført ved Skillingaryd i Sverige etter initiativ av den internasjonale konsulterende telefon-komité (C. C. I. T. T.).

De måleverdier man dengang kom til, var lenge de mest ugunstige verdier som man visste om, og de ga som resultat at jordens ledningsevne var  $4,4 \cdot 10^{-4}$  for en «jord» bestående av jerngneis og granitt med en humus-overflate.

Til sammenligning kan vi jo ta ledningsevnen av kobber. Den er  $57 \cdot 10^6$  eller rundt regnet 130 tusen millioner ganger så stor som for «jorden» i Skillingaryd.

Leseren vil legge merke til at begrepet ledningsevne ikke har fått noe navn her. Saken er at tyskerne kaller enheten for Siemens til ære for sin berømte landsmann Werner von Siemens, skaperen av Siemens & Halske. — Men det er ikke tillatt internasjonalt å knytte et firmanavn til en måleenhet. Derfor ser man oftest at ledningsevnen gis navnet mho. Dette er det omvendte av ohm, navnet på enheten for elektrisk motstand, som jo er det omvendte av ledningsevne. Personlig synes jeg at mho virker svært søkt, nesten som en ikke helt vellykket vits.

Forresten er ledningsevne fortrinnsvis brukt av teoretikerne. Den praktiske elektroingeniør er mer på hjemmebane når han i sine formler og beregning-

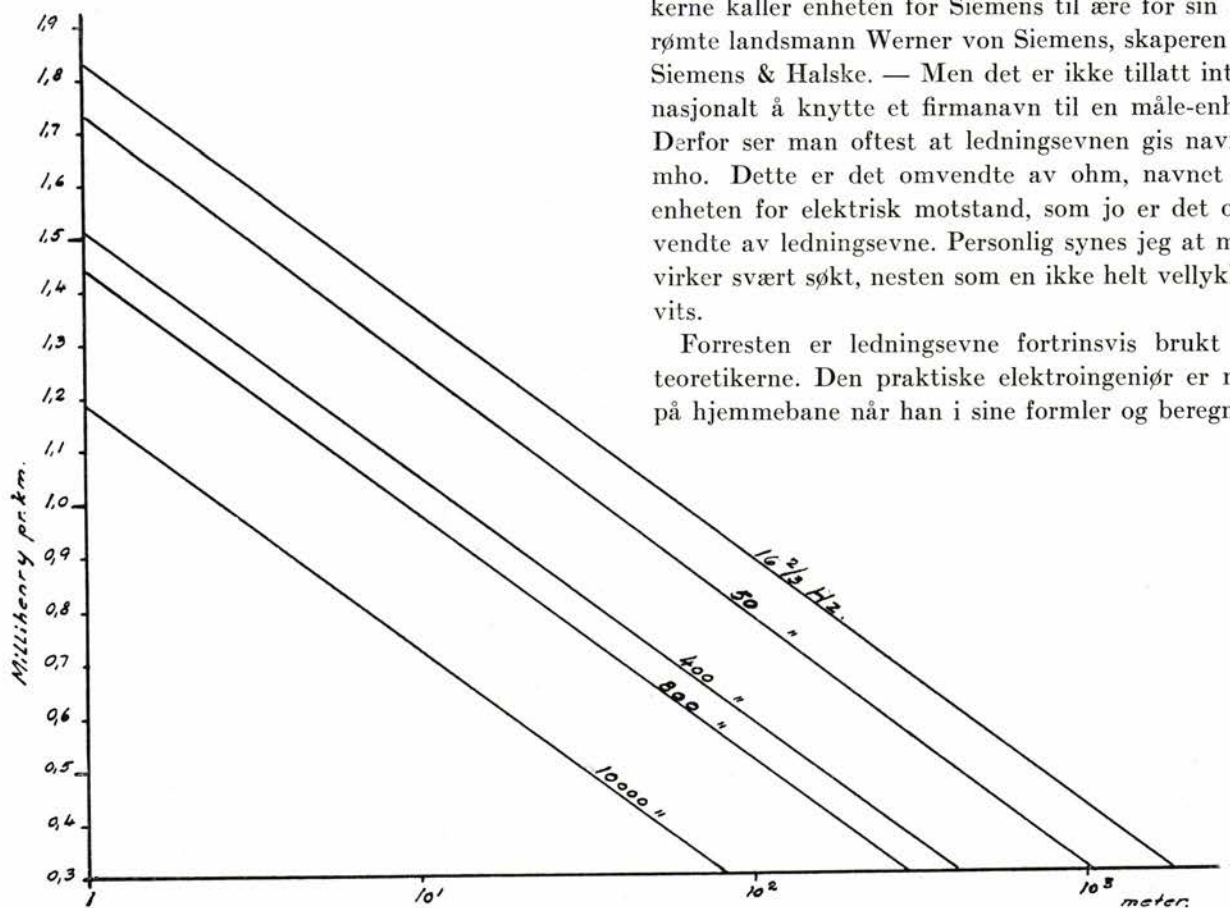


Fig. 1 viser Skillingaryd-kurver for nærfølings-avstander fra 1 m til 1000 m ved forskjellige periodetall.



ger kan regne med motstand. Ovennevnte verdier av ledningsevnen for jord respektive kobber gir motstandsverdier på 2270 ohm henholdsvis  $1,75 \cdot 10^{-8}$  ohm, og de gjelder for en terning jord eller metall som har 1 m sidekant. Dette er egentlig også litt uvant for elektroingeniøren. For han er vant til å regne med en metalltråd som er 1 m lang og som har et tverrsnitt på 1 mm<sup>2</sup>. Imidlertid bør elektroingeniøren som må beskjefte seg med problemet svakstrømsforstyrrelser, finne seg i måle-enheter som er litt ukjente, ellers vil de formler som han må bruke, og som fysikerne er kommet frem til, omskrives alt for meget.

La oss da se hva fysikerne har funnet ut.

En elektrisk ledning, høyspent eller lavspent, fører en vekselstrøm på et konstant antall ampere. Strømmen må som bekjent komme hjem igjen til sitt utgangspunkt. Hvis vi derfor har å gjøre med en kraftledning som har en isolasjonsfeil, vil strømmen gjennom denne feil gå tilbake gjennom jorden. Vi har forresten i Norge kraftledninger som med hensikt er arrangert slik at returstrømmen skal gå gjennom jorden, nemlig for strømtilførsel til øyer hvor strømforbruket er så lite at det ville være ulønnsomt å bygge kraftledninger med mer enn én tråd.

Eller vi har for oss en elektrisk vekselstrømdrevet bane, hvor returstrømmen riktignok bør gå tilbake gjennom sporet, men ikke gjør dette 100 %, fordi skinnegangen jo ikke ligger på isolatorer.

Den strømmen som går tilbake til strømkilden gjennom jorden, må spre seg over meget store tverrsnitt i strømbanen, og søke ned i dybden for å finne minst mulig motstand. Dette fører til at det induseres spenning i svakstrømsledninger som ligger parallelt med kraftledningen, mens den motinduksjon man skulle få fra returstrømmen, blir meget liten, mindre jo dårligere ledningsevne jorden har.

Dette gir seg uttrykk i følgende formel for den gjensidige induktivitet mellom en strømførende ledning med jordretur og en parallelt løpende annen ledning. Formelen er utviklet i 1936 av Pollaczek:  $m = 0,46 \log 1/K \cdot X + 0,123 - j\pi/20$  mH pr. km X er her avstanden mellom de to ledningssystemer. K er en faktor som avhenger av periodetallet i vekselstrømmen samt av jordens ledningsevne.

Ved banestrøm 16 $\frac{2}{3}$  Hz er  $K = 0,0115 \cdot \sqrt{\delta}$  hvor  $\delta$  er jordens ledningsevne i mho for 1 kubikkmeters terning.

Formelen er gyldig for  $K \cdot X < 0,5$ , det vil si at ved banefrekvens og med  $\delta = 4,4 \cdot 10^{-4}$  mho gjelder den for avstander inntil 2000 meter.

For å se om denne formel er riktig kan vi beregne m for en ledningsavstand av  $X = 10$  meter ved  $\delta = 4,4 \cdot 10^{-4}$ .

Vi får:

$$K \cdot X = 0,0115 \cdot \sqrt{4,4 \cdot 10^{-4}} \cdot 10 \\ = 0,0115 \cdot 2,1 \cdot 10^{-2} \cdot 10 = 2,42 \cdot 10^{-3} \\ 1/K \cdot X = 413 \quad \log 413 = 2,616$$

Derfor:

$$m = 0,46 \cdot 2,616 + 0,123 - j 0,157 \\ = 1,203 + 0,123 - j 0,157, \\ \text{det vil si } m = 1,335 \text{ mH/km.}$$

Kurvene for Skillingaryd-verdiene viser ved  $X = 10$  m at m er 1,363 mH/km. Avvikelsen er bare 2 %.

For å glede elektroingeniørene vil vi nå skrive Pollaczeks formel under anvendelse av den spesifikke motstand  $\rho$  i stedet for den spesifikke ledningsevne  $\delta$ .

Vi har da:

$$1/K \cdot X = 1/0,0115 \cdot \sqrt{1/\rho} \cdot X = (86,8/X) \cdot \sqrt{\rho}$$

som gir:

$$m = 0,46 \log 86,8/X + 0,123 - j 0,157 \\ = 0,46 \cdot (\log 86,8 + \frac{1}{2} \log \rho - \log X) + 0,123 - j 0,157.$$

Tar vi nå for oss en nærføring med  $X = 10$  m, fåes, når  $\delta = 4,4 \cdot 10^{-4}$  og derfor  $\rho = 2270$  ohm:

$$m = 0,46 (1,939 + \frac{1}{2} 3,357 - 1,000) + 0,123 - j 0,157 \\ = 0,46 \cdot (2,6175) + 0,123 - j 0,157 = 1,343 \text{ mH/km.}$$

Etter denne teoretiske orientering kan vi nå ta en tur til Kvinesheia tunnel. Det var uttalt ønske om å sveise alle skjøtene i den planlagte nye skinnegang i Kvinesheia tunnel. Dette fører med seg at sugetransformatorene, 3 stk., må sløyfes fordi, som kjent, sporet er seksjonert med isolerende skjøter ved hver sugetransformator.

Sløyfing av sugetransformatorene har sine konsekvenser. De er jo med besvær og omkostninger anbrakt i nisjer i de store tunneler for å holde returstrømmen på plass i skinnegangen. Tar vi dem bort, vil sporstrømmen synke. Det første vi måtte gjøre, var å bestemme den normale sporstrøm gjennom Kvinesheia tunnel. Den viste seg å være ca. 98 % av kontaktleddningsstrømmen, et vanlig tall for baner i pukkballast. Dernest ble sporstrømmen målt på strekningen fra sugetransformator nr. 25 (km 426,90) til sugetransformator nr. 29 (km 438,46) med de mellomliggende sugetransformatorer nr. 26,



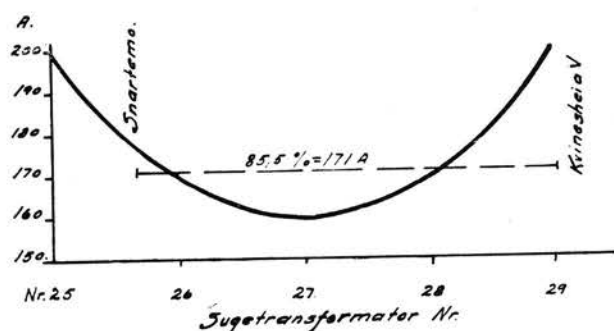


Fig. 2 antyder sporstrømmens forløp.

nr. 27 og nr. 28 utkopleet. Etter disse sporstrømmålinger er den midlere sporstrøm på strekningen Snartemo—Kvinesheia V nærmere 85,5 %, et overraskende høyt tall hvis konsekvens vi snart skal oppdage.

Disse forhåndsmålinger fant sted 10. og 11. juni 1959. Så foretok man måling av den induserte spenning i telefonkabelen på strekningen Snartemo—Kvinesheia V ved 200 A kontaktledningsstrøm fra banens vestlige omformerstasjon, idet kontaktledningen ble jordet noen få hundre meter fra Audnedal st. Resultatet av denne induksjonsmåling ble:  $I = 200$  A.

$V = 35$  V indusert spenning, hvilket gir en spesifikk indusert spenning av  $v = 1,814$  volt pr. 100 amperekilometer, fordi denne induserte strekning er 9,64 km.

Denne spesifikke induserte spenning er overraskende høy. Vi vet fra målinger på andre strekninger ute i friluft at ved så liten sporstrøm som 85,5 % er spenningen i en telefonkabel i banelegemet mindre enn 1/3 av ovennevnte verdi!

Det ligger da nær å anta at ledningsevnen av det fjellet som Kvinesheia tunnel er boret ut i, er vesentlig dårligere enn den gjengse Skillingaryd-verdi som vi erfaringsmessig stort sett ellers har for kabelanlegg «i dagen».

Vi kan kontrollere denne antagelse ved å regne ut hvilken midlere sporstrøm vi må ha i tunnelen når Skillingaryd-verdiene for gjensidig induksjon legges til grunn.

Vi har da følgende fakta:

1. Indusert spenning ved 200 A i kontaktledning = 35,0 V.
2. Gjensidig induktivitet mellom kontaktledning og kabel = 1,485 mH/km.
3. Gjensidig induktivitet mellom spor og kabel = 1,690 mH/km.
4. Strøm i kontaktledning = 200 A.
5. Strøm i sporet =  $p \cdot 200$  A ( $p < 1,00$ ).

Da får vi følgende regnestykke:

$$\text{Indusert fra } 200 \text{ A i kontaktledning} = 200 \cdot 105 \cdot 9,64 \cdot 10^{-3} \cdot 1,485 = 300,5 \text{ volt.}$$

$$\text{Indusert fra } p \cdot 200 \text{ A i sporet} = p \cdot 200 \cdot 105 \cdot 9,64 \cdot 10^{-3} \cdot 1,690 = p \cdot 341,5 \text{ volt.}$$

Altså:

$$35 = 300,5 - p \cdot 341,5$$

$$p = 300,5 - 35/341,5 = 265,5/341,5 = 0,778$$

eller en sporstrøm på 77,8 %.

Dette stemmer ikke med den direkte sporstrømmåling.

Derfor er det av interesse å undersøke hvilke verdier det må være for gjensidig induktivitet i Kvinesheia tunnel så fremt sporstrømmen er 85,5 %. Da må vår venn Pollaczek til pers igjen. Nå får vi bruk for den effektive avstand  $X_k$  mellom kontaktledning og kabel, den er 5,64 meter (induktivitet =  $m_k$ ) og mellom spor og kabel, den er 2,05 meter (induktivitet =  $m_s$ ), og Pollaczeks formel må skrives:

$$m_k = 0,46 (\log 86,8 + \frac{1}{2} \log \varrho - \log 5,64) + 0,123 - j 0,157$$

$$m_s = 0,46 (\log 86,8 + \frac{1}{2} \log \varrho - \log 2,05) + 0,123 - j 0,157$$

Dette gir:

$$m_s - m_k = 0,46 \cdot (-\log 2,05 + \log 5,64) = 0,46 (-0,312 + 0,752)$$

$$m_s - m_k = 0,202 \tag{1}$$

Her er den ukjente  $\varrho$  forsvunnet. Det skal vi dog ikke ta så tungt, vi skal snart trylle den frem igjen. Men først benytter vi oss av følgende nye sammenheng mellom  $m_s$  og  $m_k$  under henvisning til foran nevnte ligning for den induserte spenning på 35 V når faktoren  $p$  settes = 0,855.

$$200 \cdot 105 \cdot 9,64 \cdot 10^{-3} \cdot m_k - 200 \cdot 105 \cdot 9,64 \cdot 10^{-3} \cdot 0,855 \cdot m_s = 35 \text{ V,}$$

hvorav:

$$m_k - 0,855 \cdot m_s = 35/202,5 = 0,173 \tag{2}$$

Av ligningene (1) og (2) fås da:

$$m_s = 2,59 \text{ mH/km}$$

$$m_k = 2,388 \text{ mH/km}$$

Disse verdier er 50—60 % høyere enn Skillingaryd-verdiene 1,69 resp. 1,485.

Man kan ikke uten videre slå seg til tåls med å konstatere dette. Det må nå undersøkes om de høye verdier for de gjensidige induktiviteter er sannsynlige eller «naturlige». Vi lar Pollaczek avgjøre saken.

For induktiviteten  $m_k$  har vi da:

$$m_k = 2,388 = 0,46 \cdot (\log 86,8 + \frac{1}{2} \log \varrho - \log 5,64) + 0,123 - j 0,157$$



Det imaginære ledd kan neglisjeres, da det er lite i forhold til  $m_k$ . Derfor kan vi skrive:

$$(2,388 - 0,123)/0,46 = \log 86,8 - \log 5,64 + \frac{1}{2} \log \rho = 4,93$$

$$\frac{1}{2} \log \rho = 4,93 - 1,930 + 0,752 = 3,742$$

$$\log \rho = 7,484$$

$$\text{og } \log \rho = 3,045 \cdot 10^7 \text{ ohm} = 30,45 \text{ megohm}$$

Dette er litt over titusen ganger Skillingaryd-motstanden 2270 ohm.

Er så denne høye «jordmotstand» eller også denne uvanlig dårlige ledningsevne «naturlig»?

Vi tilkaller geologen. I henhold til forskjellige moderne kilder er ledningsevnen  $\delta$  for forskjellige bergarter med lavt innhold av fuktighet:

For granitt =  $6 \cdot 10^{-6} - 5 \cdot 10^{-7}$ .

For gneis =  $7 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-8}$ .

For kvarts, feltspat og

kalkspat =  $1 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-14}$ .

For kvartsitt =  $5 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-8}$ .

Den beregnede verdi for fjellet i Kvinesheia er  $1 : 3,045 \cdot 10^7 = 3,28 \cdot 10^{-8}$ .

Dette tall faller bra inn i ovenstående tabell for ledningsevnen av gneis.

Og stemmer med opplysningen om at fjellet hvor Kvinesheia og Hægebostad tunneler er boret ut, vesentlig består av de to bergarter granitt og gneis.

Det er første gang vi har foretatt en så lokal måling i en lang tunnel, og resultatet må sies å være litt av en overraskelse.

## KAFETERIAVOGNER STATSBANENES NYESTE VOGNTYPE

Av overingeniør Nils G. Eckhoff

DK 625.232.3(481)=396

I Statsbanenes spisevogner har de reisende hittil, i hvert fall i høysesongen, bare kunnet få de faste måltider. Men mange har sikkert ønsket seg at de, både av hensyn til maven og av hensyn til pengepungen, heller hadde kunnet få en enkel liten rett, eller kanskje en kopp kaffe eller en flaske Solo.

Dette ønske har Statsbanene og Spisevognselskapet nå søkt å etterkomme ved at det nylig er satt en ny type spisevogner — «kafeteriavogner» — inn i trafikk, foreløbig forsøksvis på Vestfoldbanen.

Da dette var en ny form for publikumsservice som man hittil ikke hadde erfaringer med i Norge, ble det foretatt undersøkelser i utlandet, og man kom frem til en restaurantvogn etter engelsk mønster med kafeteria i den ene enden, kjøkken i midten og vanlig spiseavdeling i den andre enden.

I første omgang ble det foretrukket å gjøre et forsøk med ombygging av to tidligere personvogner

av tre, og valget falt på vogn nr. 644 og 646, litra Bo3a, type 1. Fig. 1 viser grunnplan av den ferdig ombygde vogn.

På grunn av kjøkkenets plassering, som gir en konsentert belastning på vognens midtparti, måtte understillingen forsterkes. Denne ble først grundig rustbanket og rengjort og deretter påklinket flattstål på over- og undersiden av partiet mellom boggi-sentrene. Stagene som opprinnelig var av 42 mm diameter, ble skiftet ut med nye 50 mm diameter. Samtidig ble understillingen også forlenget for påsetting av overgangsbelg og boggiene forsynt med rullelager.

For vognkassens vedkommende var det nødvendig å fjerne all gammel innredning, også skillevegger, mens stenderverket ble beholdt uforandret, bortsett fra 3 vinduer som måtte gjøres smalere. Dessuten måtte to vinduer blindes, og disse veggfelter ble i

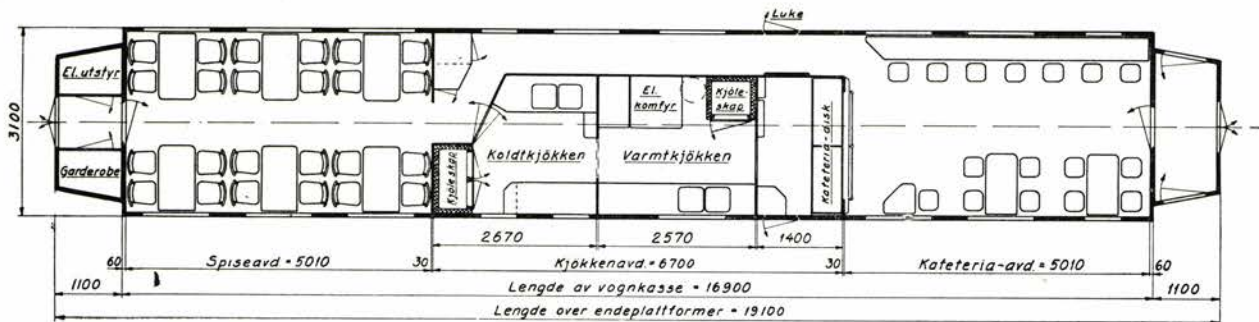


Fig. 1. Grunnriss av kafeteriavogn.





Fig. 2.

stedet utstyrt med luker ved gulvet for inntak av varer direkte til kjøkkenet. På den ene av plattformene ble sideutgangsdørene sløyfet og plassen benyttet til henholdsvis garderobe for betjeningen og skap for elektrisk utstyr. For øvrig er vognene innredet slik:

Spiseavdelingen har 6 vanlige bord med stålrørstoler og gir plass til 24 personer, se fig. 2. Her skal det nå serveres retter «à la carte» i stedet for den tradisjonelle middag.

I kafeteria-avdelingen, fig. 3, kan de reisende kjøpe smørbrød, kaffe, mineralvann etc. ved disken, som med sin glassmonter for smørbrød, kaker osv. danner et nytt og tiltalende trekk i interiøret. Avdelingen er videre utstyrt med 1 langbord og 3 småbord. Publikum sitter på lave barkrakker, som er fast montert på en sentrumsokkel og uten ryggstøtte. Det siste dels av plasshensyn og dels fordi publikum ikke skal bli fristet til å sitte altfor lenge. I denne kafeteria er det plass til 16 personer, og den er forbundet med spiseavdelingen ved en sidegang forbi kjøkkenet.

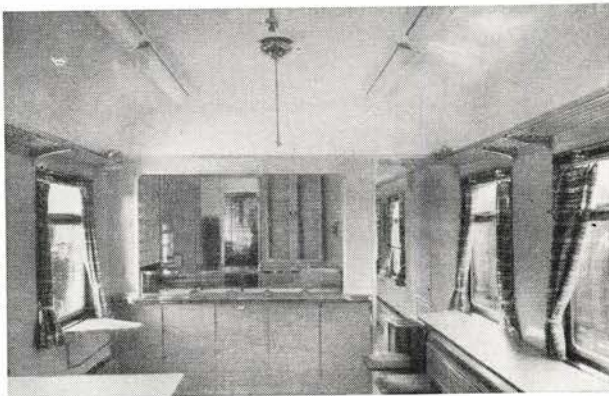


Fig. 3.



Fig. 4.

Som veggkledning er det både i personavdelingene og i sidegangen brukt plast-belagte trefiberplater, «Plastic-panel», i en kjølig luftblå farge. Listverket er av aluminium eloksert i naturfargen, og utstyr som gardinstenger, beslag etc. er mest mulig utført i rustfritt stål — alt basert på minst mulig vedlikehold. I spiseavdelingen dekkes bordene med vanlige hvite duker, og stålrørstolene er trukket med blått kunstlær. I kafeteria-avdelingen derimot er bordene og diskens front belagt med blå linoleum og krakene trukket med rødt kunstlær.

Alle vinduer er faste med lufteklaff øverst, og i personavdelingene er disse forsynt med duggfritt «Thermopane»-glass og har foretrekksgardiner av rødt og grått stripet husflidstoff.

Gulvet er belagt med grå, marmorert linoleum, som forsøksvis skal bones.

Man har således forsøkt å gi vognene et tiltalende interiør med vakre farger, noe man allerede under prøveturen fikk inntrykk av at publikum satte pris på.

Kjøkkenavdelingen har av koldtkjøkken, varmtkjøkken og ekspedisjonsrom i kafeteria. — Fig. 4 viser en del av kjøkkeninnredningen. Utstyret er moderne, og det er særlig lagt vekt på rikelige muligheter for kjøling. Benkebeslag, oppvaskkummer, front og innvendig kledning i kjøleskap etc. er alt utført i rustfritt stål. Det samme gjelder kaldtvannstanken på ca. 1100 liter, som er plasert i taket over ekspedisjonsrommet. Veggene er belagt med oljeherdede plater, som er malt hvite, mens skuffer og skapdører har fått lys gul farge. Gulvet i kjøkkenavdelingen er av hard eikeparkett og lakkert med plastlakk.

Da vognene er forutsatt benyttet bare på elektrifiserte banestrekninger (Vestfoldbanen), har kjøkk-



kenet fått helelektrisk utstyr, og vognen har ren elektrisk oppvarming. Dampoppvarmingsutstyret og den remdrevne lysgenerator er fjernet.

Strømtilførselen til vognen skjer som vanlig fra 1000 volts gjennomgående togvarmekabel. For kjøkenutstyret er montert en 20 kVA transformator 1000/220 volt, og for lysanlegget en 1000 volts like- retter for lysforbruk og automatisk batteriladning. Begge serveringsrom er utstyrt med lysrørlegg. Batterispenningen — 32 volt likestrøm — omformes til 220 volt, 100 Hz vekselstrøm til lysrørene, som er av vanlig type.

I alle armaturer er innebygd nøddlyslamper som i påkommende tilfelle gir ganglys fra vognbatteriet.

Vognene har som nevnt et helelektrisk kjøkken. Her er installert en 4 platers elektrisk komfyr med stekeovn, samlet forbruk 10,4 kW, en 60 liters vannvarmer av rustfritt stål med 3 kW 1000 volts varme- element, 2 store kjøleskap med tilsammen 9 rom for matvarer og flasker, samt kjøledisk med 4 skap for øl og mineralvann i kafeteria-avdelingen. Bak kjøledisken finnes en varmeplate for kaffetrakter. I kjøkkenet er oppsatt avtrekksvifte over komfyren,

og i hver av serveringsavdelingene finnes 4 vifter for luftsirkulasjon.

Det elektriske kjøkken med sitt moderne utstyr er blitt en lettvent og behagelig arbeidsplass for personalet, sammenlignet med de gamle spisevogner, der komfyren fremdeles må fyres med kull og fryse- skapene fylles med is.

Ombyggingsarbeidet på de to vogner er utført i Verkstedet, Bispegaten 12. Det tok ca. 6 måneder og foregikk parallelt i begge vogner. Ferdig om- bygget veide hver vogn 34,8 tonn mot før ca. 32 t. Som rimelig kan være ble de ferdig ombygde vogner med alt sitt spesialutstyr ikke billige, idet arbeidet kom på vel kr. 200 000 pr. vogn.

Spisevognselskapet har foreslått anskaffet et større antall slike vogner, dels til innsetting på baner som tidligere ikke har hatt spisevogner, dels til erstat- ning for vanlige spisevogner i den stille tid og dels til supplering av spisevognene i høysesongen. Om det vil være riktig av Statsbanene å satse ytter- ligere i denne retning, vil da resultatet av prøve- driften sommeren 1959 med de to allerede ombygde vogner avgjøre.

## BANDASJERING AV SVILLER

Av jernbanefullmektig Eyvind Wilse

DK 625-142.2(481)=396

Jernbanesviller som ligger i spor, påføres i tidens løp forskjellige skader som bevirker at svillene før eller senere blir så defekte at det av sikkerhetshensyn ikke er forsvarlig å la dem ligge lenger. Så må de skiftes ut. De skader med påfølgende destruksjon som svillene er gjenstand for, og som gjør utskifting nødvendig, kan sammenfattes i 3 kategorier:

1. Råte eller annen ødeleggelse på grunn av vær og væte.

2. Nedsliting i sville av underlagsplate eller skinne.

3. Brudd, sprekk, oppspikring o. l.

Prosentvis fordeler utskiftingen seg i dag slik på de tre årsaker til ødeleggelse: Årsak 1 66,8 %, årsak 2 20,4 % og årsak 3 12,8 %.

Når det gjelder råte m. v., har man gjennom en årrekke formådd å forlenge svillenes levealder ved hjelp av impregnering. Og likedan har man når det gjelder nedsliting, til en viss grad kunnet bøte på denne skaden ved hjelp av skoring. Men når det gjelder sprekkdannelse — enten det nå er lagrings- sprekk eller sprekk som følge av oppspikring — sto man lenge temmelig oppradd.

I slutten av 20-årene begynte man imidlertid — etter utenlandsk mønster — å bandasjere sprukne sviller. Det vil si at sville-endene blir klemt sammen ved hjelp av en såkalt svilleklemme, og så blir det ved hjelp av en båndstrammer lagt en enkel surring eller «bandasje» av 1" x 1/16" båndjern nær svil-

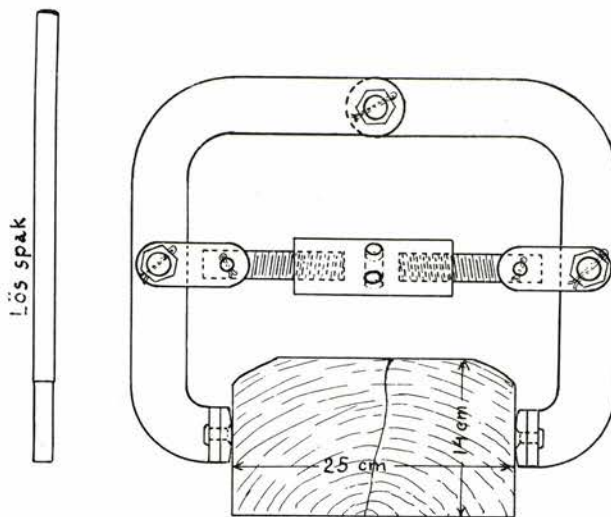


Fig. 1.



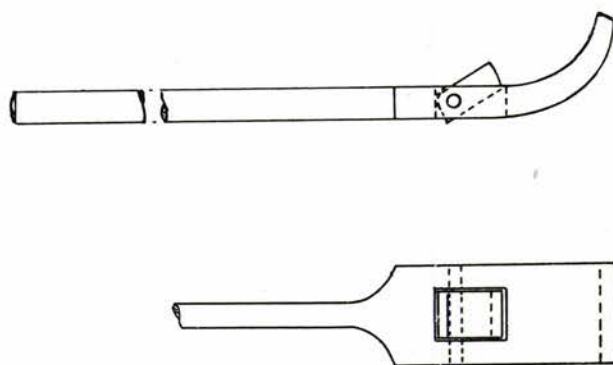


Fig. 2.

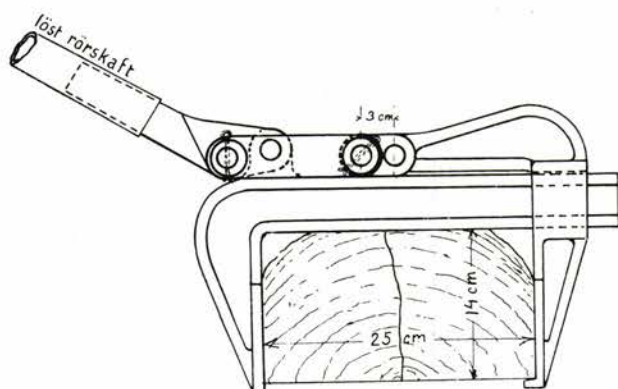


Fig. 3.

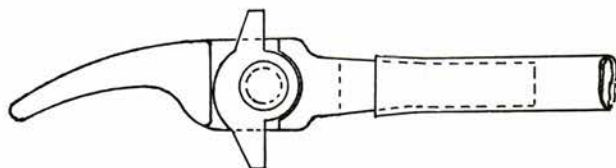
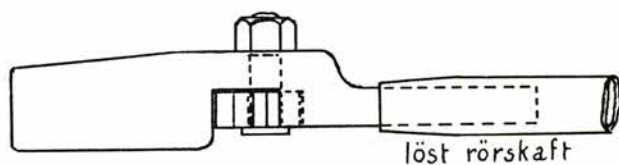


Fig. 4.

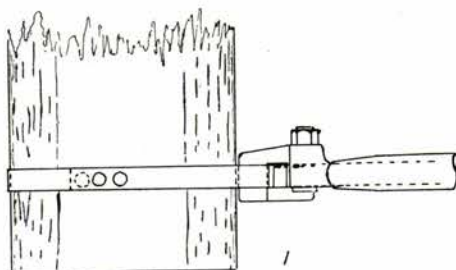
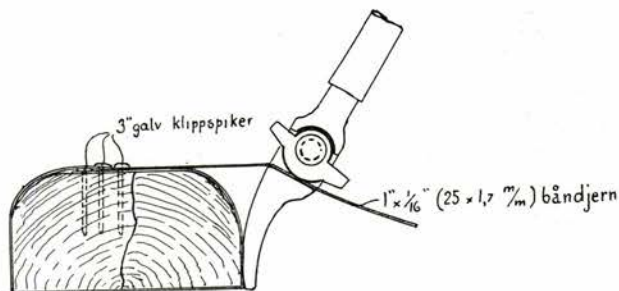


Fig. 5.

lens ender. Båndjernet blir festet med 3 stk. 3" galvanisert klippspiker. Bandasjeringen utføres på sviller som ligger i sporet uten å ta dem ut. Det blir fjernet så meget av ballasten at man kan komme til med svilleklemmen og båndstrammeren og få smøget båndjernet om svillen.

En del sviller ble i sin tid bandasjert ved Brakerøya Impregneringsverk før utsendelsen, men nå foregår all bandasjering ved baneavdelingene enten ved opplag før nedleggelsen eller i spor.

De bandasjeringsapparater som først ble brukt, var av tysk fabrikat. Svilleklemmen var her en skrueklemme, fig. 1, og båndstrammerens konstruksjon fremgår av fig. 2.

Senere gikk man over til andre apparater (system Broch). Svilleklemmen var her en smekk-klemme med enkelt slag av håndtaket, fig. 3. Båndstrammeren, fig. 4, var utformet således at båndjernet ukappet kunne legges inn fra siden, mens det ved den tyske strammer måtte tres inn fra enden. Fig. 5 viser hvordan båndjernet («bandasjen») ble festet.

I dag er det også i bruk en del apparater som er forskjellig fra de foregående. Svilleklemmen er sløyfet, og i stedet for båndstrammer og låsing av jernet med spiker låser disse apparater jernet med en patentlås, fig. 6, 7 og 8.



Når det gjelder bandasjeringens berettigelse — både økonomisk og materielt — har det helt fra starten vært divergerende oppfatninger. For å få klarlagt hvordan oppfatningen er i dag, ble det fra Hovedstyret våren 1958, i forbindelse med drøftelse av overgang til bandasjering av sviller før utsendelse fra impregneringsverkene — sendt ut et spørreskjema til alle banemestere i samtlige distrikter. Med andre ord en slags Gallup. Spørsmålene var følgende:

1. Anslagsvis andel bandasjerte sviller i banemesterstrekningene.
2. Benyttet metode. (Vanlige båndstrammere og låsing med spiker eller bandasjeringsapparat med patentlås.)
3. Nytteten av foretatt bandasjering, om mulig spesifisert for forskjellige overbyggingssystemer og ballast.
4. Beste tidspunkt for bandasjering.
5. Nødvendig styrke av bandasje. Vanligvis benyttes galvanisert båndstål 1" nr. 16 (1,6 mm tykt), men ved en del bandasjeringsapparater blir det benyttet galvanisert båndstål 1" nr. 18 (1,2 mm tykt). Det vil være av interesse å få opplyst erfaringsmessig nødvendig tykkelse av bandasjeringsstål.
6. Mulige andre opplysninger som kan være av interesse for bedømmelse av spørsmålet angående svillbandasjering.



Fig. 6.

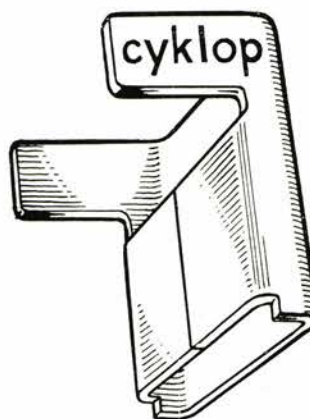


Fig. 7.



Fig. 8.

51 banemestere som har erfaring i bandasjering, ga mer eller mindre fyldestgjørende og til dels divergerende svar.

Om spørsmål 1 er det bare et fåtall som har gitt helt positive svar. Men etter de noe usikre opplysninger som foreligger, kan man imidlertid anta at ca. 14 % av de sviller som ligger i spor, er bandasjert. Det kan til orientering nevnes at Trondheim distrikt oppgir 40 %, mens f. eks. Stavanger og Drammen bare har mindre enn 1 %.

Når det gjelder spørsmål 2, benyttes det på 45 banemesterstrekninger båndstrammer med spikerbefestigelse og på 6 banemesterstrekninger bandasjeringsapparater med patentlås.

Hva spørsmål nr. 3 — nytten av bandasjering — angår, er det selvsagt dette som har den største interesse. Og på dette spørsmål har samtlige banemestere svart positivt og temmelig likelydende.

17 banemestere anbefaler bandasjering under alle forhold. 28 banemestere anbefaler bandasjering fortrinnsvis på strekninger hvor det brukes spikerplater og skoring, samt på strekninger hvor det er telehiving. De resterende 6 mener at bandasjeringen har sin største berettigelse på rettlinjler, i kurver med fjørplater og da særlig i grusballast.

10 banemestere mener at svillene bør bandasjeres ved impregneringsverkene før impregnering, og 10 banemestere mener at når bandasjering skjer ved baneavdelingene, bør det gjøres før nedleggelsen. De fremholder at når det gjelder å bandasjere sviller i spor — særlig i grusballast — har dette liten hensikt. Sprekkene er gjerne fulle av sand og grus, slik at svillene ikke lar seg klemme tilstrekkelig sammen av bandasjen.



Av dem som har uttalt seg om spørsmål 4, foretrekker 22 av dem våren og forsommeren og 3 høsten og vinterhalvåret, da det på den tid er lite av andre arbeider.

De uttalelser som kom inn om spørsmål 5, fordeler seg slik: 35 holder på 1" båndjern nr. 16 (1,6 mm), 14 holder på nr. 18 (1,2 mm), 2 på nr. 19 (1,05 mm).

Enkelte banemestere har gitt vidtgående uttalelser om bandasjering, og det kan i og for seg være interessant nok. Men i et tidsskrift med begrenset spalteplass ville det føre ut på viddene å gjengi alt dette. En har derfor måttet konsentrere seg om å gi et sammentrengt utdrag av de ting som direkte knytter seg til de spørsmål som er stillet.

134

## TIL VÅRE ÆREDE LESERE OG BIDRAGSYDERE

Tekniske Meddelelser-NSB er et seriøst tidsskrift som ikke kommer ut med spesielt julenummer.

Allikevel vil vi på denne side — den siste i det siste nummer for året 1959 — få ønske våre lesere og artikkelforfattere

### EN GLEDELIG JUL OG ET GODT NYTT ÅR

Vi går snart inn i året 1960 og inn i vår åttende årgang. Vi håper at Meddelelsene hittil har svart til hva våre lesere har ventet seg av dem. Hvis De har noe å bemerke til artikler i publikasjonen, ber vi om at De vil skrive til oss.

Hva vi kommer til å bringe av stoff i den kommende årgang, avhenger i høy grad av *Deres* bidrag til innholdet.

Med kollegial hilsen!

REDAKSJONSKOMITEEN



## SAMLEPERMER

Det finnes et mindre antall samlepermer for Tekniske Meddelelser-NSB på lager. Permene tar 2 årganger av bladet. Prisen blir kr. 4.30 pr. stk.

Bestilling kan eventuelt sendes til NSB, Hst., Presse- og opplysningskontoret, Storgata 33, Oslo.

DK 621.315.5(481) = 396

SAXEGAARD, L.: Kvinesheia tunnel, en elektroteknisk overraskelse. (Kvinesheia tunnel, electrically a surprise.) Tekn.medd.-NSB, 7 (1959), no. 4, pp. 126—129.

In connection with certain measurements of rail currents and induced voltages in the railway cable through the Kvinesheia tunnel, it was detected that the earth conductivity of the rock was extremely low.

DK 625.232.3(481) = 396

ECKHOFF, NIELS G.: Kafeteriavogner, Statsbanenes nyeste vogntype. (Cafeteria cars, a new type of cars at the NSB.) Tekn.medd.-NSB, 7 (1959), no. 4, pp. 129—131.

Two passenger coaches of old wooden construction have been converted into cafeteria cars to try out the suitability of such cars to the traffic requirements. The interior arrangement is described, with the electric kitchen placed in the middle and a dining saloon and a cafeteria compartment at the two ends of the cars.

DK 625.142.2(481) = 396

WILSE, E.: Bandasjering av sviller. (Bandaging of wooden sleepers against splitting.) Tekn.medd.-NSB, 7 (1959), no. 4, pp. 131—134.

In order to increase the life of wooden sleepers, the NSB have applied iron strips as anti-splitting device during a period of 30 years. The ends of the sleepers are bandaged with iron strips, fastened with spikes or patent lock. Details and illustrations of the procedure are given.



