

# *Tekniske meddelelser*

# NSB



NSB

## INNHOLD

NR. 3 · 8. ÅRGANG · SEPT. 1960

Sporstrømmer og impedanser  
for strekninger uten sugetransformatorer

Diesel-hydrauliske lokomotiver til prøve  
på Bergensbanen

Tatt av vinden

Vurdering av maling og lakker

Linjens drenering

Togruter

DK 621.332.2=396

STURE, Per: Sporstrømmer og impedanser for strekninger uten sugetransformatorer. (Track current and impedances on electric AC-operated railways without booster transformers.) Tekn.medd.-NSB, 8 (1960), no. 3, pp. 65—72.

The transmission equations are developed with a correction factor for circuits with earth-return. These equations are also used to find formulas for track current and impedances on electric AC-operated railways without booster transformers.

DK 625.282-82(481)=396

BENNECHE, H.: Diesel-hydrauliske lokomotiver til prøve på Bergensbanen. (The testing of diesel-hydraulic locomotives on the Bergen railway.) Tekn.medd.-NSB, 8 (1960), no. 3, pp. 73—77.

This illustrated article deals with the testing of two 2000 HP diesel-hydraulic locomotives on the Bergen line, the most difficult mountain railway in Norway. The locomotives, being of different construction (MaK and Deutz) are briefly described and the experiences gained are summed up.

DK 621.332.3:543(481)=396

SAXEGAARD, Leif: Tatt av vinden. (Gone with the wind.) Tekn.medd.-NSB, 8 (1960), no. 3, pp. 77—80.

The author gives some non-theoretical considerations on vibrations due to the wind in telephone and power lines, and describes a very special case of slow vibration in the Norwegian catenary system.

**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

## SPORSTRØMMER OG IMPEDANSER FOR STREKNINGER UTEN SUGETRANSFORMATORER

Av avdelingsingeniør Per Sture

DK 621.332.2=396

### I. Innledning

Det etterfølgende er ment som en sammenstilling av de formler en har behov for ved beregning av sporstrømmen og impedanser. Jeg har forsøkt å gi en teoretisk bakgrunn for disse.

Det er nyttet følgende betegnelser:

- $Z = R + j\omega L$  langsimpedansen i ohm pr. km.
- $Y = A + j\omega C$  komplekse avledning i Siemens pr. km.
- $J_{kl}$  kontaktledningsstrøm i Ampere.
- $\gamma = \beta + ja = \sqrt{Z \cdot Y}$  det påvirkede ledningssetts (hos oss sporets) gangkonstant
- $M$  gjensidig induktivitet i Henry pr. km.
- $z = \sqrt{\frac{Z}{Y}}$  bølgeomstand i ohm.
- $k = \frac{j\omega M}{Z_s}$  forholdet mellom den induserede og den induserende strøm.

Videre nyttes indeksene:

- Kl — kontaktledningen.
- Kt — kontakttråden.
- Bli — bærelinen.
- S — spor.

### II. Transmisjonsligningene når det betraktete ledningssett blir påvirket av et annet ledningssett.

Da det påvirkende ledningssett hos oss er kontaktledning-jord, nyttes betegnelsen  $J_{kl}$  for den påvirkende strøm. Det påvirkede ledningssett er sporet.

Av fig. 1 ser vi:

$$du = -iZ_s dx - J_{kl} j\omega M dx$$

$$di = -u \cdot Y dx$$

eller:

$$\frac{du}{dx} = -iZ_s - J_{kl} \cdot j\omega M \tag{1a}$$

$$\frac{di}{dx} = -uY \tag{1b}$$

Vi setter følgende antagelse:

$$u = U_1 e^{\gamma x} + U_2 e^{-\gamma x} \tag{2a}$$

$$i = J_1 e^{\gamma x} + J_2 e^{-\gamma x} + C J_{kl} \tag{2b}$$

hvor  $C = f(j\omega M, Z_s)$

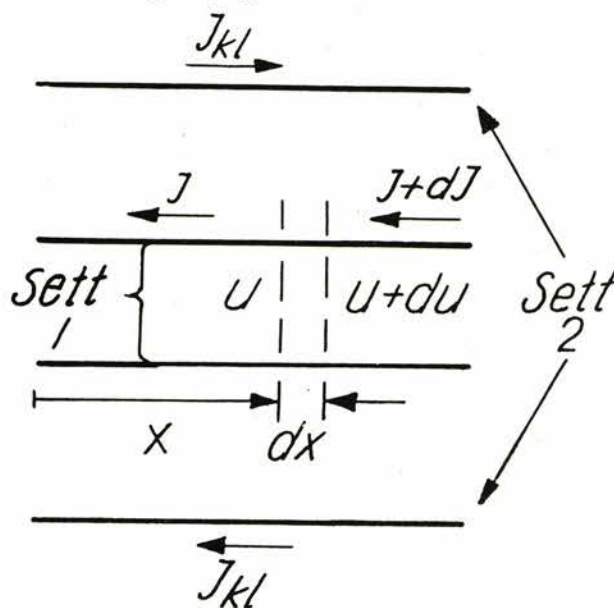


Fig. 1.

Vi setter nå den antatte verdi av strømstyrken (ligning 2 b) inn i ligning 1 a. Deriverer vi deretter ligning 2 a, så får vi når vi tar hensyn til at den er identisk lik ligning 1 a:

$$C = -\frac{j\omega M}{Z_s} = -k$$

$$U_1 = -zJ_1 \text{ og } U_2 = +zJ_2$$

Settes videre spenningen for  $x = 0$  lik  $u_a$  og strømstyrken lik  $i_a$  får en:

$$J_1 = -\frac{1}{2z}(u_a - zi_a - zkJ_{Kl})$$

$$J_2 = \frac{1}{2z}(u_a + zi_a + zkJ_{Kl})$$

Settes disse verdier for  $C$ ,  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $J_1$  og  $J_2$  inn i ligningssett 2 og ordnes, så fåes de søkte transmisjonsligninger:

$$u = u_a \cos h\gamma x - i_a \cdot z \cdot \sin h\gamma x - kJ_{Kl}z \sin h\gamma x \quad (3)$$

$$i = i_a \cos h\gamma x - \frac{u_a}{z} \sin h\gamma x - kJ_{Kl}(1 - \cos h\gamma x)$$

### III. Sporstrøm

#### 1. Generelt

I fig. 2 er grunnkoblingsbildet vist. I en avstand  $L$  fra matestasjonen er det en belastning  $J_{Kl}$ . Det er forutsatt at skinner og kontaktledning fortsetter i det uendelige utover A og B og at Kl er strømløst utenfor A og B.

I kontaktledningen flyter den samlede strøm (jeg har forutsatt at det ikke finnes forsterkningsledning), returstrømmen flyter dels i sporet og dels i jorden. Sporet og jorden danner herved en kjedeleder. I denne kjedelederen flyter ved normal drift strømmer som har to forskjellige årsaker:

a) Den innmatede strøm. Denne blir drevet fra B til A bare av spenningsforskjellen mellom disse to punkter. Kontaktledningen blir i dette tilfelle

tenkt i en uendelig avstand fra sporet, slik at den ikke kan virke induserende.

b) Den induserte strøm. Denne er forårsaket av den elektromagnetiske kobling mellom kontaktledning og returledningen spor-jord. Den flyter romlig omvendt av kontaktledningsstrømmen.

Den totale strøm i returlederen er summen av den innmatede strøm og den induserte strøm.

#### 2. Den innmatede strøm

Her er den gjensidige induksjonskoeffisient mellom kontaktledning og spor null, derved blir  $k = 0$ .

Transmisjonsligningene funnet i avsnitt II får herved følgende form:

$$u = u_a \cos h\gamma x - i_a z \sin h\gamma x \quad (4a)$$

$$i = i_a \cos h\gamma x - \frac{u_a}{z} \sin h\gamma x \quad (4b)$$

når vi tar hensyn til at impedansen som blir målt i A og B (se fig. 2) i fortsettelsen av sporet mellom spor og jord er lik sporets bølgemotstand.

Som kjent er det tomgangsimpedansen  $z \cot h\gamma l$  som blir målt hvor  $l$  er lengden av sporet utover A og B. Men da vi har antatt at  $l$  er uendelig stor, blir tomgangsimpedansen lik bølgemotstanden.

Når vi husker at strømmen  $i_a$  er den strøm som flyter i sporet mot A, så kan vi sette:

$$i_A = -\frac{1}{2}J_{Kl} \text{ og } u_B = i_B \cdot z$$

Derved blir:  $i_{SA} = -\frac{1}{2}J_{Kl}e^{-\gamma x}$   
( $x = 0$  ved A).

Videre settes:  $i_B = -\frac{1}{2}J_{Kl}$  og  $u_A = -i_A \cdot z$

Altså:  $i_{SB} = -\frac{1}{2}J_{Kl}e^{-\gamma(l-x)}$

Den totale innmatede strøm blir da:

$$i_{S(A+B)} = -\frac{1}{2}J_{Kl}(e^{-\gamma x} + e^{-\gamma(l+x)}) \quad (5)$$

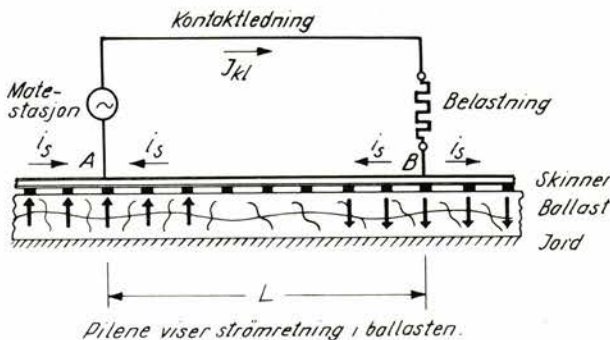


Fig. 2.

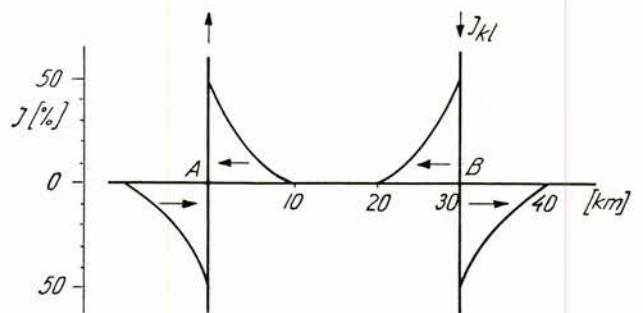


Fig. 3.

Pilene viser strømretning i ballasten.

I fig. 3 er den innmatede strøm opptegnet for  $l = 30$  km. Pilen angir strømretningen. Denne andel av sporstrømmen forårsaker ingen induksjon i parallellførte ledninger.

3. Den induserte strøm

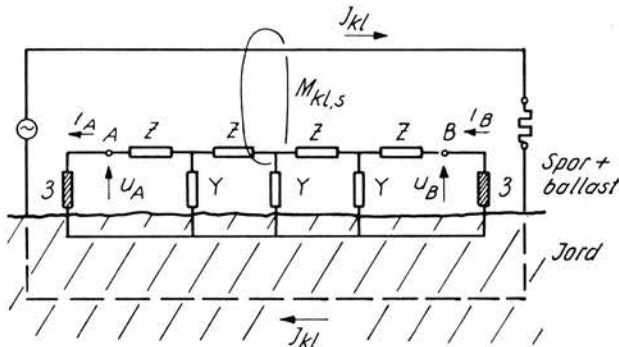
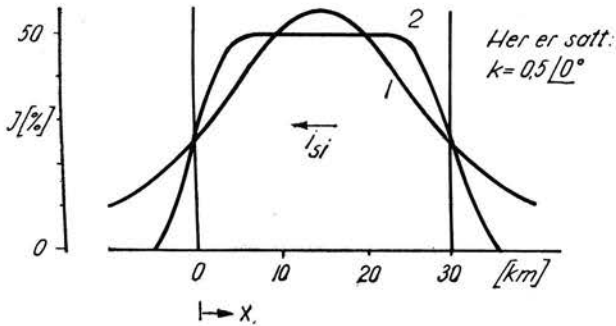


Fig. 4.

Innføres i ligning (3) grensene  $u_A = -i_A \cdot z$  for  $x = 0$  og  $u_B = i_B \cdot z$  for  $x = l$  får vi for den induserte strøm:

$$i_{si} = -\frac{1}{2} J_{kl} \cdot k [2 - e^{-\gamma x} - e^{-\gamma(l-x)}] \quad (6)$$



Kurve 1:  $\gamma = 0,215 [37,5^\circ]$  eller  $\sigma = 0,174 [S/km]$   
 --- 2:  $\gamma = 0,086 [37,5^\circ]$  eller  $\sigma = 2,8 [S/km]$

Fig. 5.

I fig. 5 er den induserte strøm etter ligning (6) vist. På strekningen Hokksund—Hønefoss ble det målt en gjennomsnittlig avledning på  $\sigma = 0,214 [S/km]$ .

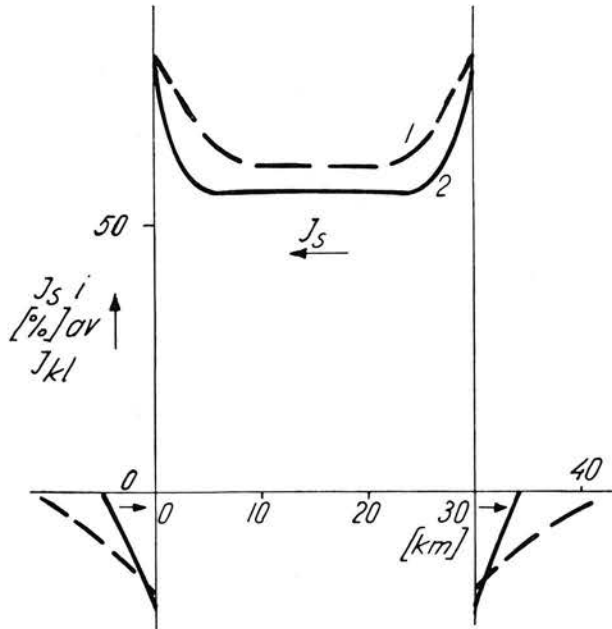
4. Den totale sporstrøm.

Av ligning (5) og (6) får vi den totale strømstyrke

$$\begin{aligned} i_s &= i_{s(A+B)} + i_{si} \\ &= -\frac{1}{2} k J_{kl} - \frac{1}{2} (1 - k) J_{kl} [e^{-\gamma x} + e^{-\gamma(l-x)}] \\ &= i_s' + i_s'' \end{aligned} \quad (7)$$

Fig. 6 viser «sporstrømprofilen» eller den totale sporstrøm etter ligning (7).

Ligning (7) faller naturlig i to deler:



Kurve 1:  $\sigma = 0,2 [S/km]$  og  $k = 0,615 [6,1^\circ]$   
 --- 2:  $\sigma = 1 [S/km]$  og  $k = 0,567 [6,3^\circ]$

„Sporstrømprofil“

Fig. 6.

- a) En konstant del:  $i_s' = -k J_{kl}$  som vi fra nå av definerer som den induserte strøm. Denne flyter bare mellom belastningspunkt og matestasjon.
- b) En variabel del:

$$i_s'' = -\frac{1}{2} (1 - k) J_{kl} [e^{-\gamma x} + e^{-\gamma(l-x)}]$$

Denne flyter fra belastningspunkt og ut i begge retninger og mot tilkoblingspunkt til matestasjon fra begge sider.

På grunnlag av foranstående ser vi at den sistnevnte andel av sporstrømmen ikke forårsaker induksjon i parallellførte ledninger. Det er bare den konstante andel som er bestemmende for induksjonen.

IV. Impedans

1. Spenningsfall i kontaktledningsstrømkretsen

Spenningsfallet  $U$  setter seg sammen av tre komponenter:

- a) Spenningsfall i fremleder (kontaktledning) med jordretur:  $U_1 = Z_{kl} \cdot J_{kl}$ .
- b) Spenningsfall i sporet:  $U_2 = -Z_s \cdot J_s''$ .

Her er  $J_s''$  den romlige middelverdi av  $i_s''$  i ligning (7) mellom  $x = 0$  og  $x = l$ .

$$J_s'' = -\frac{1}{2}(1-k)J_{K1} \cdot \frac{1}{l} \int_0^l (e^{-\gamma x} + e^{-\gamma(l-x)}) dx.$$

Herved blir:  $J_s'' = -J_{K1}(1-k)K$

hvor  $K = \frac{1 - e^{-\gamma l}}{\gamma l}$

og:  $U_2 = J_{K1}(1-k)K \cdot Z_S$

c) Det induktive spenningsfall på grunn av den elektromagnetiske kobling mellom kontaktledning og spor:  $U_3 = j\omega M_{K1,S} \cdot J_S$

Det er den romlige middelverdi av den totale sporstrøm som er bestemmende for dette spenningsfall.

$$J_S = J_S' + J_S'' = -kJ_{K1} - (1-k)KJ_{K1}$$

Altså:  $J_S = -J_{K1}[k + (1-k)K]$

og:  $U_3 = -J_{K1}[k + (1-k)K]j\omega M_{K1,S}$

Derved får vi:  $U = U_1 + U_2 + U_3$

$$U = J_{K1}[Z_{K1} - kj\omega M_{K1,S} + (1-k)K(Z_S - j\omega M_{K1,S})] \quad (8)$$

2. Strekningsimpedans og kilometerimpedans.

På grunnlag av ligning (8) finner vi nå strekningsimpedansen:

$$Z = \frac{U}{J_{K1}}$$

$$Z = Z_{K1} - kj\omega M_{K1,S} + (1-k)K(Z_S - j\omega M_{K1,S}) \quad (9)$$

Videre er kilometerimpedansen:

$$Z = \frac{\text{strekningsimpedans}}{\text{matelengde}} \quad \underline{Z = \frac{Z}{l} \text{ ohm/km}}$$

For kilometerimpedansen har vi følgende grenser:

a)  $\gamma l \rightarrow 0$  dvs.  $K \rightarrow 1$

Herved blir strømmen i sporet lik kontaktledningsstrømmen, og kilometerimpedansen blir:

$$Z_0 = Z_{K1} + Z_S - 2j\omega M_{K1,S} \quad (9a)$$

Denne verdi kan uten større feil nyttes for tunneler, undergrunnsbaner og korte «overjordiske» bybanestrekninger.

b)  $\gamma l \rightarrow \infty$  dvs.  $K \rightarrow 0$

Her er strømmen i sporet lik den induserte sporstrøm ( $k \cdot J_{K1}$ ), og kilometerimpedansen blir:

$$Z_\infty = Z_{K1} - kj\omega M_{K1,S} \quad (9b)$$

Ligning (9 b) gir med tilstrekkelig nøyaktighet kilometerimpedansen ved lengre «overjordiske» strekninger.

3. Kontaktledningsimpedansen

Denne beregnes enklest etter tolederformelen:

$$Z_{K1} = \frac{Z_{Kt} \cdot Z_{Bli} - (j\omega M_{Kt, Bli})^2}{Z_{Kt} + Z_{Bli} - 2j\omega M_{Kt, Bli}} \quad (10)$$

hvor  $Kt$  — kontakttråd og  $Bli$  — bæreline.

Her er:

$$\begin{aligned} Z_{Kt} &= R_{Kt} + j\omega(L_{Kti} + L_{Kty}) \\ Z_{Bli} &= R_{Bli} + j\omega(L_{Blii} + L_{Bliy}) \end{aligned} \quad (11)$$

$j\omega L_{Kti}$  og  $j\omega L_{Blii}$  den indre induktans

$j\omega L_{Kty}$  og  $j\omega L_{Bliy}$  den ytre induktans

$j\omega M_{Kt, Bli}$  den gjensidige induktans mellom kontakttråd og bæreline.

For jernfrie ledere er den indre induktans:

$$j\omega L_{Kti} = j\omega L_{Blii} = j\frac{\omega}{2} \cdot 10^{-4} [\Omega/\text{km}] \quad (12)$$

Etter Pollaczek er den ytre induktans og den gjensidige induktans for ledere med jordretur:

$$j\omega L_y = j\omega \left( 1 + 2 \ln \frac{2}{1,78r \sqrt{4\pi\sigma\omega}} - j\frac{\pi}{2} \right) \cdot 10^{-4} \quad (13)$$

$$j\omega M = j\omega \left( 1 + 2 \ln \frac{2}{1,78a \sqrt{4\pi\sigma\omega}} - j\frac{\pi}{2} \right) \cdot 10^{-4} \quad (14)$$

Her er:

$\sigma$  = grunnens ledningsevne i elektromagnetiske egsenheter.

$r$  = lederradius i cm.

$a$  = avstand mellom lederne i cm.

4. Sporimpedans

Sporimpedans setter seg sammen av skinnenes vekselstrømmotstand, den indre induktans, den ytre induktans og den gjensidige induktans mellom skinnene.

a) Vekselstrømmotstanden

Ved vekselstrøm foregår den hovedsaklige del av strømtransporten i skinnenes «ytre» lag. Årsaken er som kjent strømfortrengningen på grunn av den høye permeabilitet. Skinnenes vekselstrømmotstand er altså så å si bare avhengig av skinnenes omkrets i motsetning til en kobberleder hvor det ved lave frekvenser er tverrsnittet som er avgjørende.

På grunnlag av foranstående kan vi for beregning av skinnenes vekselstrømmotstand erstatte skinnene med en sylindrisk leder som har samme omkrets som skinnen.

Altså:  $p = 2\pi r_0$

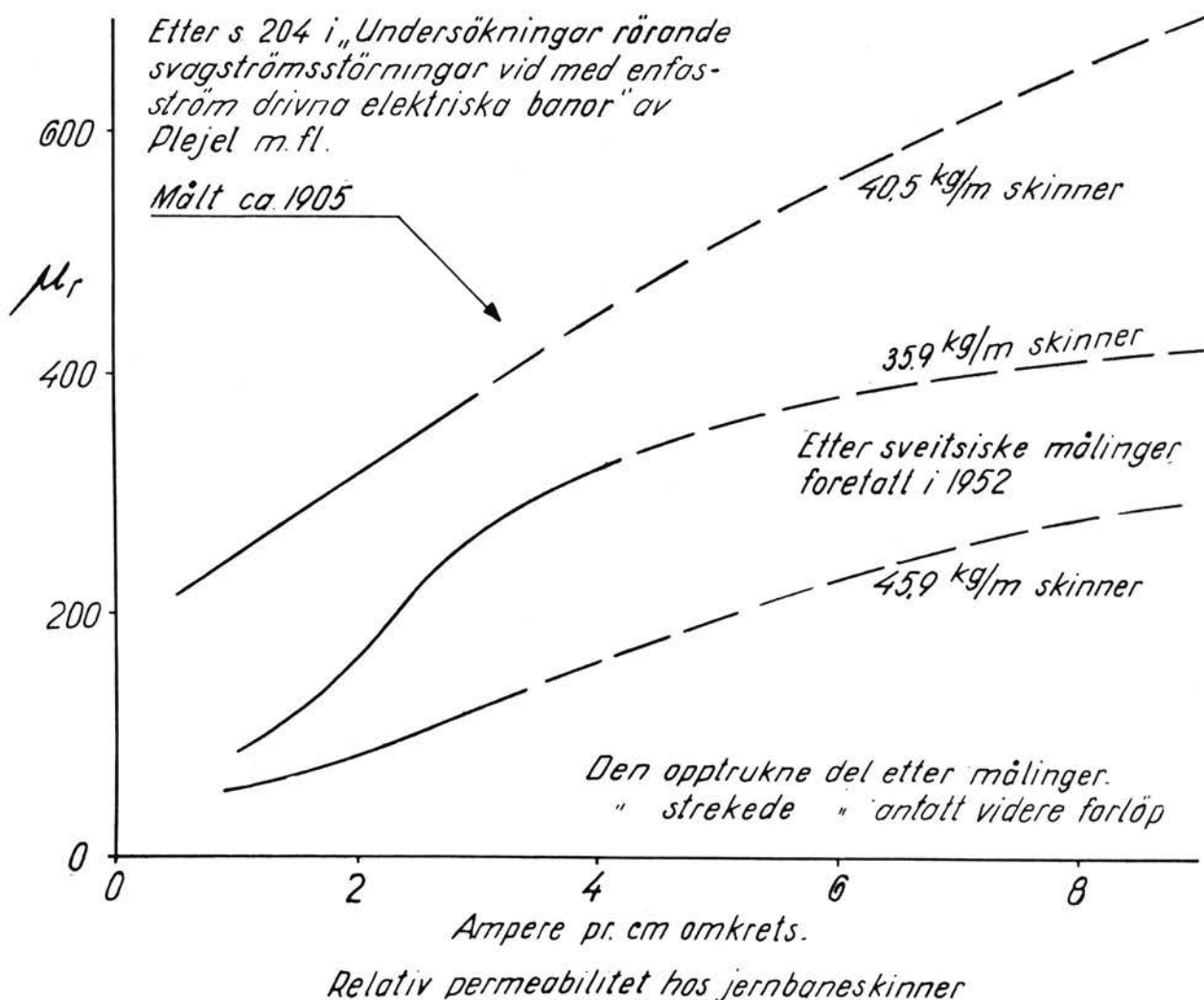


Fig. 7.

Forholdet mellom skinnens vekselstrømmotstand (eller rettere sagt sylindersens vekselstrømmotstand) og sylindersens likestrømmotstand er:

$$K_v = \frac{R_v}{R_o} = f(x) \quad (15)$$

hvor:  $x = \frac{r_o}{2} \sqrt{\pi \cdot f \cdot \sigma \cdot \mu}$

Her er:

$\mu = \mu_o \cdot \mu_r$  skinnenes permeabilitet

$$\mu_o = 1,256 \cdot 10^{-8} \left[ \frac{H}{cm} \right]$$

Verdiene for den relative permeabilitet  $\mu_r$  kan tas fra fig. 7.

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \text{ skinnens spesifikke ledningsevne i (S/cm).}$$

I Sveits er det funnet for 45.9 kg's skinner

$$\rho = 0,272 \left[ \text{ohm} \frac{mm^2}{m} \right]$$

eller:  $\sigma = 3,68 \cdot 10^4$  (S/cm)

Herdningen av stålet kan føre til store svingninger i denne verdi.

I ligning 15 er  $K_v = f(x)$  en Bessel funksjon som for  $x > 1$  kan settes slik:

$$K_v = f(x) = x + \frac{1}{4} + \frac{3}{64x} \quad (16)$$

I tillegg til den angitte vekselstrømmotstand må det tas med den ohmske motstand for en skjøt med skinnforbindelser. Denne er for 70 mm<sup>2</sup> Cu 920 mm lange skinnforbindere målt på Elektroavdelingens laboratorium til 0,33 milliohm pr. skjøt.

b) Den indre induktans

Denne kan på grunn av strømfortrengningen finnes av:

$$K_i = \frac{j\omega L_i}{R_o} = f_1(x) \quad (17)$$

Hvor x er angitt under foregående avsnitt. Videre er  $K_i$  en Bessel funksjon som for  $x > 1$  kan settes til

$$K_i = x - \frac{3}{64x} \quad (18)$$

c) Den ytre induktans og den gjensidige induktans mellom skinnene

Disse finner av ligning (13) og (14), idet det i ligning (13) for r settes radius til den forannevnte sylinder.

V. Beregningseksempel

Vi vil her først beregne impedansen og deretter sporstrømmen.

1. Impedans

For 49 kg's skinner finner vi vekselstrømmotstanden:  $R_v = 0,037$  [ohm/km].

Herved har vi antatt at sporstrømmen er 200 ampere. Videre får vi sporets indre reaktans:  $j\omega L_i = j 0,036$  [ohm/km].

Av ligning (13) og (14) får vi sporets ytre reaktans og den gjensidige induktans mellom skinnene:

$$\frac{1}{2} j\omega(M + L_y) = \left[ \frac{\omega\pi}{2} + j\omega(1 + 2 \ln \frac{2}{1,78 \sqrt{4\pi\omega\sigma}} - \ln r \cdot a) \right] \cdot 10^{-4} \text{ [ohm/km]}$$

Tabell 1.

	Avledning		
	1 (S/km)	0,2 (S/km)	0,05 (S/km)
Sporimpedansen: $Z_s$ [ohm/km]	0,054 + j0,226 = 0,232 /76,55°	0,054 + j0,253 = 0,259 /77,95°	0,054 + j0,268 = 0,274 /78,65°
Gjensidig induktans mellom kontaktledning og spor $j\omega M_{kl,s}$ (Etter ligning 14) [ohm/km]	0,0165 + j0,131 = 0,132 /82,85°	0,0165 + j0,158 = 0,159 /84,05°	0,0165 + j0,173 = 0,174 /84,55°
Forholdet mellom den induserte og den induserende strøm: $k = \frac{j\omega M_{kl,s}}{Z_s}$	0,564 + j0,064 = 0,567 /6,3°	0,610 + j0,066 = 0,615 /6,1°	0,630 + j0,065 = 0,635 /5,9°
Kontaktledningsimpedans $Z_{kl}$ (Etter ligning 10) [ohm/km]	0,133 + j0,232 = 0,267 /60°	0,135 + j0,257 = 0,292 /62,4°	0,137 + j0,274 = 0,306 /63,4°
Kilometerimpedansen: $Z_\infty$ (Etter ligning 9b) [ohm/km]	0,133 + j0,157 = 0,206 /49,7°	0,135 + j0,159 = 0,209 /49,7°	0,137 + j0,163 = 0,213 /49,95°
Kilometerimpedansen: $Z_0$ (Etter ligning 9a) [ohm/km]	0,154 + j0,196 = 0,249 /51,85°	0,156 + j0,194 = 0,249 /51,2°	0,158 + j0,196 = 0,251 /51,1°
Kilometerimpedansen: $Z$ (Etter ligning 9) [ohm/km]	0,136 + j0,159 = 0,210 /49,5°	0,140 + j0,163 = 0,215 /49,35°	0,146 + j0,169 = 0,224 /49,25°

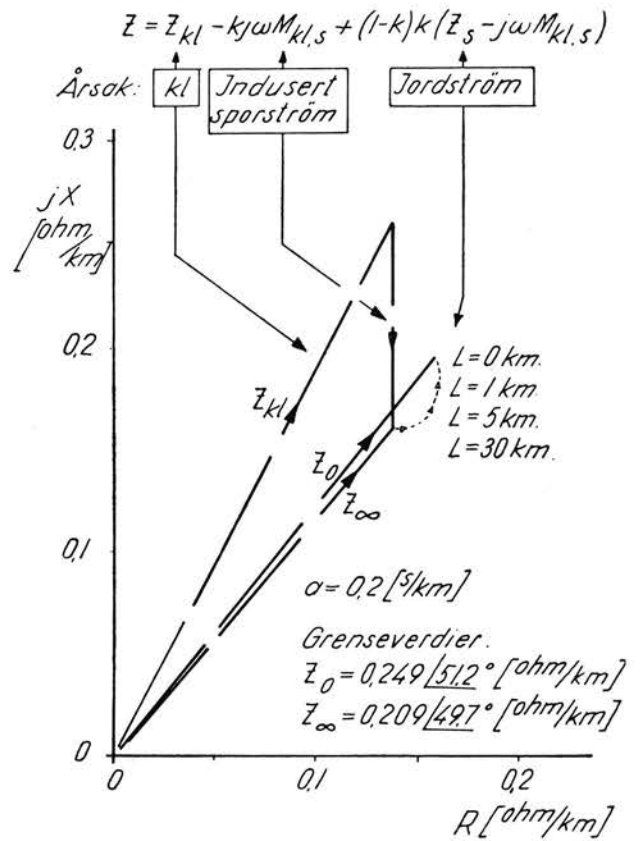


Fig. 8.



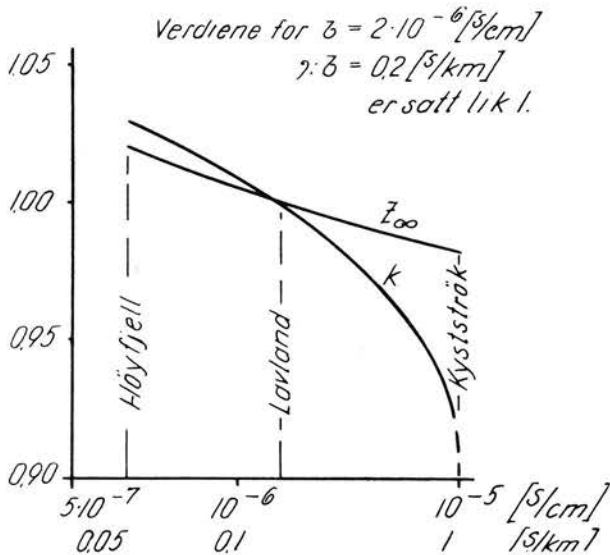


Fig. 9.

I tabell I er de forskjellige impedansverdier angitt.

Av fig. 8 ser vi at når  $L \geq 30$  km kan en når  $a = 0,2$  [S/km] med tilstrekkelig nøyaktighet sette  $Z = Z_{\infty}$ .

Av fig. 9 ser vi at  $Z_{\infty}$  varierer lite med grunnens ledningsevne. Settes  $Z_{\infty}$  for  $\sigma_1 = 0,2$  [S/km] lik 100 %, øker den med 2 % når ledningsevnen avtar til  $0,25 \sigma_1 = 0,05$  [S/km]. Videre avtar  $Z_{\infty}$  med ca. 2 % når ledningsevnen øker til  $5 \sigma_1 = 1$  [S/km]. Variasjonene i  $Z_{\infty}$  er minimale når en tenker på svingningene i andre innflytelsesstørrelser som er vanskelig å få angitt, f. eks. variasjonene i grunnens ledningsevne. For beregning av kilometerimpedansen kan en altså enhetlig legge til grunn en midlere ledningsevne, f. eks.  $0,2$  [S/km].

Ser en derimot på  $k$  så varierer den fra 103 % til 92 % når ledningsevnen øker fra  $0,05$  [S/km] til  $1$  [S/km]. For denne konstant må en ta hensyn til grunnens ledningsevne.

2. Sporstrømmen

Her beregnes den innmatede strøm etter ligning (5):

$$i_{S(A+B)} = -\frac{1}{2} J_{Kl} [e^{-\gamma x} + e^{-\gamma(1-x)}]$$

Når  $\gamma l > 3$ , dvs. når  $l \geq 15$  km og  $\gamma \geq 0,2$ , kan vi sette  $e^{-\gamma l} = 0$ . Dette tilsvarer en verdi på  $0,1$  [S/km] for avledningen.

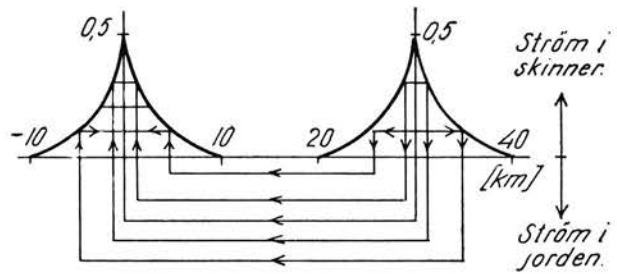
Under denne forutsetning ( $e^{-\gamma l} = 0$ ) får ligning (5) følgende form:

$$i_{S(A+B)} = -\frac{1}{2} J_{Kl} \cdot e^{-\gamma x}$$

$$= -\frac{1}{2} J_{Kl} (\cos h\gamma x - \sin h\gamma x) \quad (19)$$

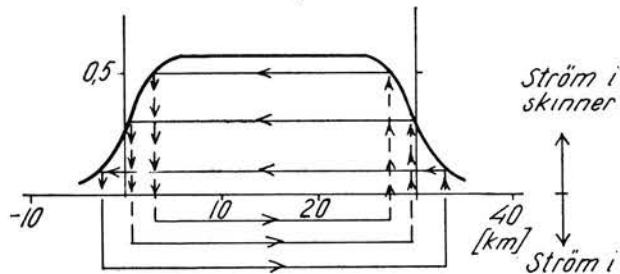
I tabell 2 er den innmatede sporstrøm, den induerte sporstrøm og den totale sporstrøm angitt i forhold til kontaktledningstrømmen og for avledningene  $a = 1$  [S/km],  $a = 0,2$  [S/km] og  $a = 0,05$  [S/km]. For den sistnevnte avledningsverdi ( $a = 0,05$  [S/km]) har en nyttet ligning (5) ved beregning av den innmatede sporstrøm.

I fig. 10 a, b og c er de i tabell 2 angitte størrelser vist grafisk. Det er forsøkt vist strømfordeling mellom skinner og jord ved hjelp av strømpiler som hver angir  $0,2 \cdot J_{Kl}$ . I fig. 10 a er det mellom A og B 5 strømpiler à  $0,2 \cdot J_{Kl} = 1 \cdot J_{Kl}$  i jorden. I fig. 10 b ser vi at den induerte strøm går frem i skinnene og tilbake i jorden. Den totale strøm finnes ved å summere geometrisk den innmatede strøm og den induerte strøm. Se fig. 10 c. Derved vil ca.  $2 \cdot 0,2 \cdot J_{Kl} = 0,4 J_{Kl}$  flyte i jorden og ca.  $0,6 \cdot J_{Kl}$  i skinnene.



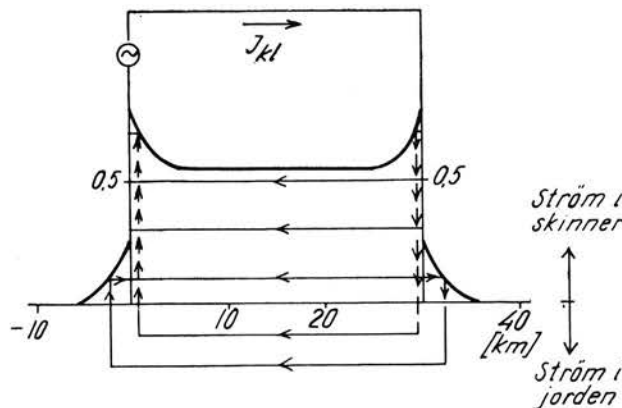
Den innmatede strøm,  $a = 1$  (S/km)

Fig. 10 a.



Den induerte strøm,  $a = 1$  (S/km)

Fig. 10 b.



Den totale strøm eller «sporströmprofil»,  $a = 1$  (S/km)

Fig. 10 c.

Tabell 2 a. Den totale sporstrøm.

x (km)	a = 1 (S/km)	a = 0,2 (S/km)	a = 0,05 (S/km)
— 10	0	$0,001 - j0,028 = 0,028 \angle -90^\circ$	$0,056 - j0,125 = 0,137 \angle -65^\circ$
— 5	$-0,008 - j0,0575 = -0,06 \angle -90^\circ$	$0,049 - j0,069 = 0,0846 \angle -54,5^\circ$	$0,126 - j0,115 = 0,171 \angle -42,5^\circ$
— 2,5	$0,056 - j0,0715 = 0,091 \angle -52^\circ$	-	-
0	$0,22 \angle -8^\circ$	$0,198 \angle -10^\circ$	$0,195 \angle 6^\circ$
	$0,782 + j0,031 = 0,782 \angle 0^\circ$	$0,806 + j0,033 = 0,806 \angle 0^\circ$	$0,816 + j0,0324 = 0,816 \angle 0^\circ$
2,5	$0,62 - j0,009 = 0,62 \angle 0^\circ$	-	-
5	$0,556 + j0,005 = 0,556 \angle 0^\circ$	$0,66 - j0,003 = 0,66 \angle 0^\circ$	$0,748 + j0,01 = 0,748 \angle 0^\circ$
10	$0,564 + j0,0625 = 0,567 \angle 6,3^\circ$	$0,61 + j0,038 = 0,611 \angle 3^\circ$	$0,678 - j0,083 = 0,684 \angle -7^\circ$
15	-	$0,611 + j0,066 = 0,615 \angle 6,1^\circ$	$0,615 - j0,097 = 0,623 \angle -9^\circ$

72

Tabell 2 b. Den induuerte sporstrøm.

x (km)	a = 1 (S/km)	a = 0,2 (S/km)	a = 0,05 (S/km)
— 10	0	$0,014 - j0,057 = 0,0586 \angle -76^\circ$	$0,094 - j0,01 = 0,0946 \angle -7^\circ$
— 5	$0,008 - j0,053 = 0,055 \angle -90^\circ$	$0,106 - j0,081 = 0,133 \angle -37^\circ$	$0,169 - j \cdot 0 = 0,169 \angle 0^\circ$
— 2,5	$0,09 - j0,059 = 0,1075 \angle -33^\circ$	-	-
0	$0,282 + j0,031 = 0,284 \angle 6,3^\circ$	$0,306 + j0,033 = 0,308 \angle 6,1^\circ$	$0,316 + j0,0324 = 0,318 \angle 5,9^\circ$
2,5	$0,475 + j0,121 = 0,49 \angle 14,3^\circ$	-	-
5	$0,556 + j0,115 = 0,57 \angle 11,8^\circ$	$0,505 + j0,147 = 0,526 \angle 16,1^\circ$	$0,453 + j0,125 = 0,47 \angle 15,4^\circ$
10	$0,564 + j0,0625 = 0,567 \angle 6,3^\circ$	$0,595 + j0,123 = 0,609 \angle 11,6^\circ$	$0,528 + j0,135 = 0,546 \angle 14,4^\circ$
15	-	$0,611 + j0,066 = 0,615 \angle 6,1^\circ$	$0,61 + j0,123 = 0,622 \angle 11,4^\circ$

Tabell 2 c. Den innmatede sporstrøm.

x (km)	a = 1 (S/km)	a = 0,2 (S/km)	a = 0,05 (S/km)
— 10	0	$0,015 - j0,084 = 0,085 \angle -90^\circ$	$0,15 - j \cdot 0,135 = 0,202 \angle -42^\circ$
— 5	$0 - j \cdot 0,11 = 0,11 \angle -90^\circ$	$0,155 - j0,15 = 0,216 \angle -44^\circ$	$0,3 - j0,115 = 0,32 \angle -21,5^\circ$
— 2,5	$0,145 - j0,13 = 0,195 \angle -41,8^\circ$	-	-
0	$0,5 \angle 0^\circ$	$0,5 \angle 0^\circ$	$0,5 \angle 0^\circ$
2,5	$0,145 - j0,13 = 0,195 \angle -41,8^\circ$	-	-
5	$0 - j0,11 = 0,11 \angle -90^\circ$	$0,155 - j0,15 = 0,216 \angle -44^\circ$	$0,3 - j0,115 = 0,32 \angle -21,5^\circ$
10	0	$0,015 - j0,084 = 0,085 \angle -90^\circ$	$0,15 - j0,218 = 0,268 \angle -48,9^\circ$
15	0	0	$0,05 - j0,22 = 0,225 \angle -77,5^\circ$

### VI. Resymé

Transmisjonsligningene er utviklet med et korreksjonsledd hvorved de kan nyttes på kretser med jordretur. Disse er så brukt for å finne formler for sporstrømmen, strekningsimpedansen og kilometer-

impedansen for strekninger uten sugetransformatorer.

For avledningene  $a = 0,05$  [S/km],  $a = 0,2$  [S/km] og  $a = 1$  [S/km] er et eksempel gjennomregnet.

## DIESEL-HYDRAULISKE LOKOMOTIVER TIL PRØVE PÅ BERGENSBANEN

Av overingeniør H. Benneche

DK 625.282-82(481)—396

30. april 1960 gikk prøvelokomotivet fra Deutz tilbake til leverandøren etter leietidens utløp ved NSB, etter 353 000 km på Bergensbanen. Da prøvene med diesel-hydrauliske toglokomotiver hermed er avsluttet, synes det å være på sin plass å ta et overblikk over de erfaringer som er høstet under prøvedriften.

Som et ledd i bestrebelsene på å finne frem til egnede diesellokomotivtyper for norske forhold, ble det i 1955 henholdsvis 1956 inngått avtale med to større tyske lokomotivleverandører, MaK og Deutz, om tidsbegrenset leie av et 2000 HK diesellokomotiv fra hver for utprøving.

Diesellokomotiver med elektrisk transmisjon hadde allerede i en årrekke avvirket storparten av jernbanetrafikken i USA. Barnesykdommene var stort sett eliminert, og lokene ble ansett som utprøvede og driftssikre. Men lokomotivene var relativt kostbare i anskaffelse, og fremfor alt tunge med forholdsvis liten ytelse pr. vektenhet. Hydraulisk transmisjon muliggjorde billigere og lettere lokomotiver enn elektrisk kraftoverføring for samme ytelse. Dette kraftoverføringsprinsipp var imidlertid av ny dato for de store ytelser det her var tale om og med meget sparsomme erfaringer fra den praktiske drift. — For Nordlandsbanen med sin relativt kraftige skinnegang var derfor diesel-elektriske lokomotiver valgt, og lok.type Di 3 var allerede i drift henholdsvis i ordre i et mindre antall.

På en rekke av Statsbanenes sidelinjer var det tillatte akseltrykk så lavt at det vanskelig lot seg gjøre å bygge et egnet lokomotiv med elektrisk

transmisjon uten samtidig å foreta forsterkning av banelegemet. Da det bl. a. av bevilgningsmessige grunner heller ikke var aktuelt med øyeblikkelig anskaffelse av diesellok. for sidebanene, ble det ansett for hensiktsmessig å foreta en teknisk utprøving av diesel-hydrauliske toglokomotiver på egne baner før det ble tatt noen bestemmelse med hensyn på typevalg. Det ble oppnådd leiebetingelser som også gjorde sådanne prøver lønnsomme for NSB i forhold til drift med damplokomotiver, uansett hvilket resultat prøvene kom til å gi.

Bergensbanen ble ansett som den linje som stilte de største krav til trekkraftmateriellet, og som derfor raskest ville avsløre de svakheter som de leide lokomotiver måtte være beheftet med. Det som man for drift på norske baner var spesielt engstelig for, var tannhjulene i lokomotivenes akseldrifter, samt stabiliteten av de hydrauliske vekslere og av kardangakslene.

For å imøtekomme kravene om maksimalt tillatt akseltrykk måtte lokomotivene av ytelses- og adhesjonsmessige grunner bygges som C'C-maskiner. MaK hadde et disponibelt lokomotiv med 2-akslede boggier. Dette ble utrustet med 3-akslede boggier og kunne dermed leveres relativt fort. Deutz måtte først bygge det komplette lokomotiv. Begge prøvelokomotiver var utrustet med 2 atskilte motoranlegg som drev hver sin 3-akslede boggi. Ett eller begge anlegg kunne anvendes etter behov. For øvrig adskilte lokomotivene seg i en rekke konstruktive detaljer som i store trekk fremgår av fig. 1—6.

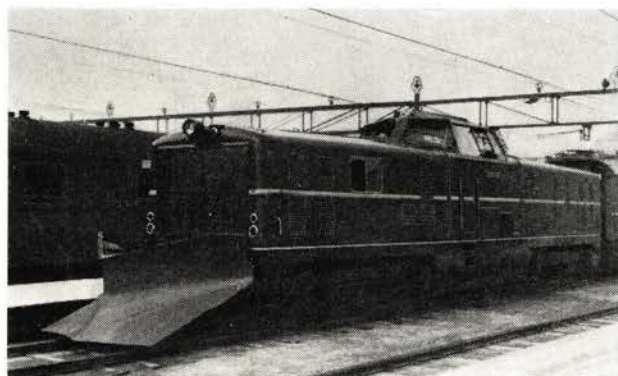


Fig. 1. Prøvelok fra MaK.

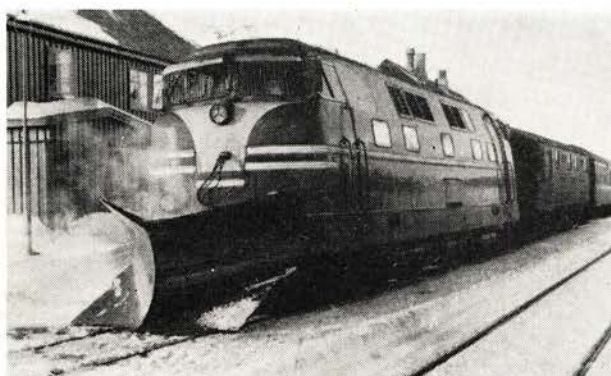


Fig. 2. Prøvelok fra Deutz.

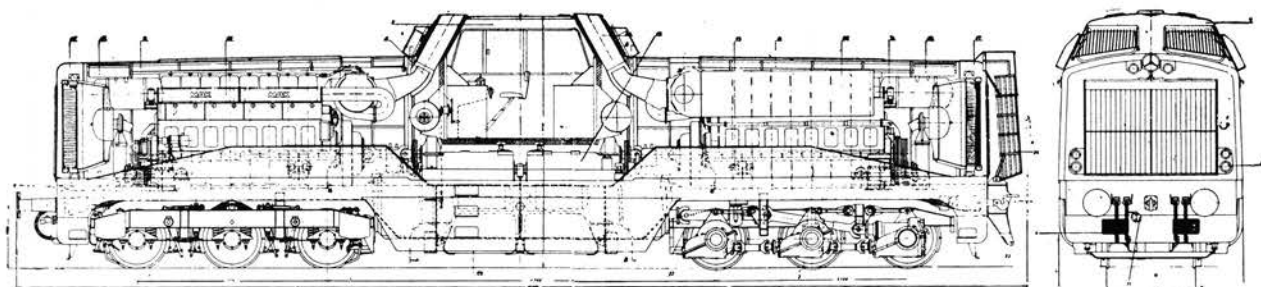


Fig. 3.

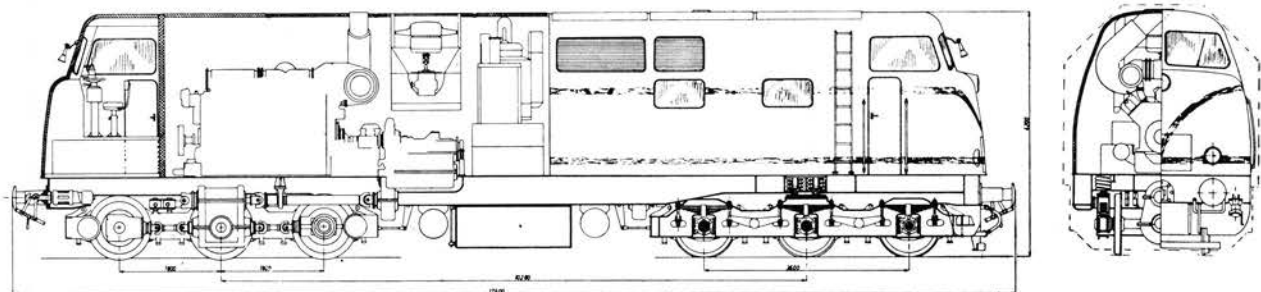


Fig. 4.

Spesifikasjoner MaK prøvelok.:

- Tjenestevekt med fulle beholdninger 84 t
- Akseltrykk 14 t
- Maks hastighet 140 km/t
- Hjuldiameter 950 mm
- Minste kurveradius 100 m
- Starttrekkraft 17 300 kg
- Brennoljebeholdning 2750 l
- Togoppvarming: Ingen
- Dieselmotor: 2 stk. 4-takt type MA 301 CK,  
hver 1000 HK ved 750 o/min.
- Hydraulisk veksel: 2 stk. Voith L 37 ZU spes.
- Mekanisk etterveksel m/vendedrift fabrikkat MaK.

Spesifikasjoner Deutz prøvelok.:

- Tjenestevekt med fulle beholdninger 92 t
- Akseltrykk 15 1/3 t
- Maks hastighet 110 km/t
- Hjuldiameter 1050 mm
- Minste kurveradius 80 m
- Starttrekkraft 28 700 kg
- Brennoljebeholdning 3600 l
- Togoppvarming: Vapor varmekjel type OK-4616
- Vann for togoppvarming 3000 l
- Dieselmotor: 2 stk. Deutz 2-takt BT 12 M 625,  
hver 1000 HK ved 750 o/min.
- Hydraulisk veksel: 2 stk. Voith L 306 r
- Vendedrift innbygget i Voith veksel.

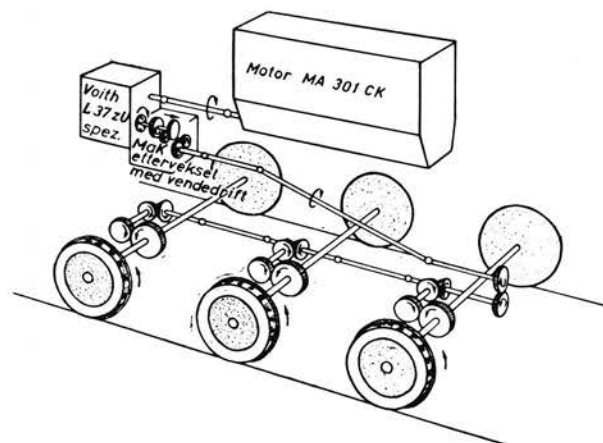


Fig. 5. Skjema for kraftoverføringen i MaK-lokomotivet.

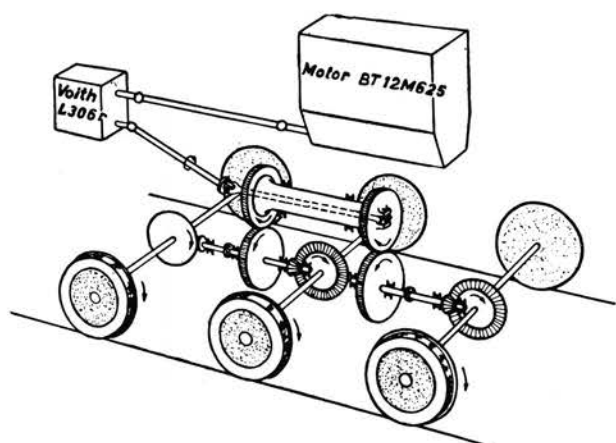


Fig. 6. Skjema for kraftoverføringen i Deutz-lokomotivet.

Prøvelokomotivet fra MaK ble etter en kortere tid for opplæring av personalet, satt i drift på Bergensbanen 12. desember 1956. Det var oversiktlig og lett å betjene, hadde gode løpeegenskaper, og førerhuset på midten var bygget med god utsikt til alle kanter. Dieselmotorene og Voith-vekslene arbeidet meget tilfredsstillende. Allikevel ble det en meget smertefull tid fremover for lokomotivet. Det som man mest av alt hadde fryktet skjedde — og det hendte fort i den krevende vinterdrift på Bergensbanen. Allerede etter 6500 km fikk man tannbrudd i et av de sylindriske tannhjul i akseldriften. Ved en påfølgende grundig inspeksjon ble det også konstatert synbare herdesprekker ved tannroten på flere tenner i andre tannhjul. Samtlige sylindriske tannhjul i akseldriftene var i flammeherdet utførelse. Dessuten var tannformen uheldig. Lokomotivet ble returnert til leverandøren og kom tilbake i juli måned med nye settherdete og slipte sylindriske tannhjul i alle akseldrifter.

Etter nye 1600 km fikk lokomotivet skader i rullelager på den ene mekaniske etterveksel. Denne skade ble relativt fort reparert.

Ved 31 000 km fikk man tannhjulbrudd i den ene mekaniske etterveksel. Begge etterveksler ble straks demontert for grundig inspeksjon. Det ble konstatert sprekker i tannhjulene også her. Det ble videre konstatert at samtlige tannhjul også i ettervekslene var levert i flammeherdet utførelse. Leverandøren besluttet seg nå til utbytting av samtlige tannhjul i begge etterveksler med settherdete og slipte — og lokomotivet ble midlertidig hensatt i påvente av disse. Etter ca. 2½ måned ute av drift begynte lokomotivet sin tjeneste igjen i februar 1958. Man mente nå å ha et berettiget håp om at den verste trengselens tid for lokomotivet var over, og så nokså optimistisk frem til den fortsatte prøvedrift. Men kort tid etter kom et nytt tilbakeslag, og denne gang på et helt uventet område.

Lokomotivet var utstyrt med skive-hjulsentre med pålagte hjulringer. Etter totalt 46 000 km på Bergensbanen (pluss 14 000 km i Tyskland) oppsto det brudd i hjulskiven på venstre førende hjul i boggi I idet lokomotivet med tog kjørte gjennom en sporveksel på Myrdal. Fotografi gjengitt på fig. 7 ble tatt umiddelbart etter uhellet, og viser bedre enn ord det som hendte.

For å få loket til verksted, måtte provisorisk sveising foretas på stedet. Da det ved inngående inspeksjon også ble konstatert begynnende sprekke i høyre hjulskive på samme aksel, ble man enig med leverandøren om at lokomotivet skulle returneres

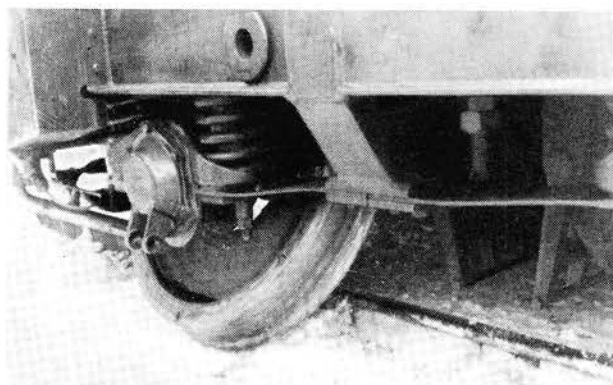


Fig. 7. Brudd i skivehjul.

og prøvene avsluttes. Loket fikk nye hjul ved verkstedet Grorud og forlot landet 28. mars 1958. Lokomotivet hadde ikke vist seg tilstrekkelig robust for å møte de krav en norsk høyfjellsbane stiller.

Det kan i parentes bemerkes at samme lokomotiv på grunnlag av erfaringene i Norge, siden fikk en rekke forandringer og ble leiet ut til de Finske Statsbaner til prøve. Der skal det nå ha gått tilfredsstillende i over et år.

Mens bekymringene med det første prøvelokomotiv var på det høyeste, kom leielokomotivet fra Deutz til landet 3. desember 1957, og ble omgående satt i drift. Lokomotivet hadde da under forutgående prøver i Tyskland gjennomløpt 17 000 km.

Lokomotivet fikk en uheldig start ved NSB idet det i løpet av de første 14 dagene oppsto skjæring av et stempel — først i motor II og så i motor I. Etter smøreoljebytte og justering av smøring til sylindreforinger har slike skader ikke gjentatt seg. En del uskyldige barnesykdommer som ikke forårsaket driftsavbrudd ble etter hvert eliminert, og lokomotivet arbeidet tilfredsstillende. Førerrommene var meget godt lydisolert, sikten utmerket og betjeningen grei. Tendens til vann i akseldriftens smøreolje grunnet snø og is ble eliminert ved å sette disse under svakt overtrykk med luft fra hovedluftbeholder. Brenneljeforbruket ved dette lokomotiv var bemerkelsesverdig gunstig.

Det viste seg imidlertid etter 4 måneders drift at de sveiste boggier mekanisk var for svake til å tåle de påkjenninger togkjøring vintersdag på Bergensbanen med stor frontplog krever. Det oppsto etter hvert sprekker i boggirammenes sideplater som ikke lot seg utbedre tilfredsstillende ved reparasjonsveis. Leverandøren foreslo derfor å bygge nye og bedre boggirammer, og lokomotivkassen ble hensatt på Grorud 18. april 1958, etter vel 55 000 km på Bergensbanen, mens boggiene ble sendt leverandøren.



Fig. 8 a.



Fig. 8 b.

18. juni ble lokomotivet igjen satt i drift med nye boggirammer, og lokomotivet gikk nå prikkfritt til det gikk inn for hjuldreining i oktober måned etter vel 128 000 km i Norge eller totalt 145 500 km. Ved hjuldreiningen viste det seg sprekk i hjulskiven på hjul nr. 3 på høyre side — for så vidt analogt med hva som oppsto på MaK lokomotivet — bare oppdaget på et tidligere tidspunkt.

De komplette hjul på begge boggienes ytteraksler ble nå utbyttet av leverandøren. Midtsatsene var utstyrt med gummiavfjærete SAB hjul og således ikke i faresonen. Da det tok noen tid å få de nye hjul, kom loket først i drift igjen etter en måned. Nå gikk lokomotivet igjen prikkfritt inntil neste hjuldreining, som ble foretatt ved verkstedet Grorud i februar måned 1959. Samtidig ble varmekjelen tatt ut for revisjon og erstattet med revidert reservekjel. Lokomotivet hadde da gjennomløpt ca. 190 000 km på Bergensbanen eller tilsammen ca. 207 000 km.

Det nye lok. med nye hjulringer gikk som nevnt 128 000 km inntil første hjuldreining ble nødvendig på grunn av skarpe flenser. Kilometerløpet mellom hjuldreiningene minket imidlertid sterkt etter hvert som man ved nye kutt kom inn i materialet — man kom helt ned til 60 000 km som minste løp mellom dreiningene. Ut fra tidligere erfaringer på NOHAB lokomotivene (type Di 3) ble derfor leverandøren anmodet om å utstyre loket med ringer av hardere kvalitet enn hva som er vanlig ved NSB. Da hjuldreining neste gang ble påkrevet i juni måned ble det foretatt hjulringbytte. På den ene boggi ble det lagt på ringer av normal kvalitet med strekkfasthet  $82 \text{ kg/mm}^2$  mens det på den annen boggi ble pålagt

ringer av seigherdet spesialkvalitet med strekkfasthet  $98 \text{ kg/mm}^2$ .

Man hadde sørget for at lokomotivet gikk like meget med boggi I som boggi II foran, slik at ringene på begge boggi slitasjemessig var like sterkt utsatt. Etter nye 55 000 km var de bløte hjulringer på boggi I modne for dreining, mens de hardere ringer på boggi II praktisk talt ikke oppviste slitasje (se fig. 8 a). Man la derfor på ringer av spesialkvalitet også på boggi I uten at hjulringene på boggi II overhodet ble rørt.

Da loket forlot landet i april måned 1960 ble det igjen tatt hjulringprofiler. Ringene på boggi II hadde da gått 97 000 km og på boggi I 43 000 km. Etter slitasjen å dømme skulle lokomotivet med denne kvalitet i hjulringene kunne ha gått ca. 200 000 km før hjuldreining (se fig. 8 b).

Sommeren og høsten 1959 viste det seg etter hvert noen svakheter med dieselmotoren. I 12-sylindret utførelse for 1000 HK er jo denne overladede ventilløse 2-takts motor av temmelig ny dato og for så vidt under utvikling. Brudd i brennoljerørene hadde allerede forekommet en rekke ganger, og nye typer ble forsøkt. Aksel for brennoljepumpe var røket et par ganger, og ny og kraftigere utførelse innbygget. Nå oppsto det tannhjulbrudd i den ene motors registerdrev, og en del tannhjul måtte utbyttes. Motorens registerside er nå blitt forandret og vesentlig forsterket.

Av øvrige svakheter på lokomotivet, men mer betydningsløse for de prinsippmessige prøver ved NSB kan nevnes brudd i fjærer og fjærstopper.

Kort før lokomotivet etter kontrakten skulle føres tilbake til leverandøren, ble det konstatert sirkulære sprekker i hjulskive på 1. og 3. høyre hjul, vist på fig. 9. Disse gjentatte sprekkdannelser i hjulskivene er bemerkelsesverdige og gir atskillig grunn til refleksjoner over de brutale driftsforhold som hersker på Bergensbanen, idet samme type hjul med større



Fig. 9. Sprekk i hjulskive.

akseltrykk i hundretall har gjennomløpt millioner av km på tyske baner uten skader av noen art. Skadene ble utbedret provisorisk ved oppmeisling og sveising, og lokomotivet, som i mellomtiden var solgt til en privatbane i Tyskland, returnerte til leverandøren.

#### Vurdering

Kan nå, ut fra de erfaringer som er høstet under prøvedriften på Bergensbanen, et diesel-hydraulisk lokomotiv for store ytelser bygges tilstrekkelig stabilt og driftssikkert for norske forhold?

Før spørsmålet besvares må visse forutsetninger klargjøres. Ved sammenligning av lokomotiver med ulike transmisjonstyper må de komponenter holdes utenfor som prinsipielt er de samme for lokomotivene. Det hydrauliske transmisjonsprinsipp kan således ikke belastes med de svakheter som eventuelt viser seg på ramverk, fjæranordning, hjul, dieselmotor, kompressor osv. Viser svakhetene seg derimot i den hydrauliske veksler, mekaniske etterveksler, kardanger, akseldrifter eller vekseloljekjølere, er dette ting som må debiteres transmisjonen.

Grunnet flammeherdete tannhjul og uheldig tannform i etterveksler og akseldrifter måtte MaK prøve-lokomotivet gi tapt på Bergensbanen. Den hydrauliske veksler oppviste ingen feil eller mangler.

Når det gjelder Deutz prøvelokomotiv forekom det på de 353 000 km lokomotivet trafikerte Ber-

gensbanen overhodet ikke feil eller skader i hele transmisjonssystemet. Etter 273 000 km drift ble samtlige akseldrifter åpnet for inspeksjon. Alle tannhjul var i førsteklasses stand og uten slitasje. Det samme var tilfellet med alle opplagringer og likeledes med kardangakslene. De hydrauliske veksler ble overhodet ikke åpnet under prøvedriften. Samtlige uregelmessigheter og skader som oppsto på Deutz prøvelokomotiv refererte seg til komponenter som er uavhengig av transmisjonssystemet. Nå er selvfølgelig 370 000 km for kort kjørt distanse til å trekke noen absolutt konklusjon. Men ut fra prøvene med sistnevnte lokomotiv er det imidlertid intet som tyder på at man ikke skulle kunne bygge et helt ut driftssikkert toglokomotiv med hydraulisk transmisjon også for forholdene på norske baner. Og hvorledes den videre utvikling av trekkraftspørsmålet ved NSB enn måtte komme til å arte seg, så har man ved den nu avsluttede prøvedrift høstet erfaringer som vil være av stor verdi for framtidige konstruksjoner — dette gjelder så vel for NSB som for de to lokomotivleverandører.

Det synes i dag å være hevet over tvil at det dieselhydrauliske prinsipp kommer til å slå igjennom også for toglokomotiver (som det tidligere har gjort for skiftmaskiner). Det som det i første rekke gjelder, er å få samstemt alle de komponenter et lokomotiv består av, og i så henseende har prøvene på Bergensbanen gitt verdifulle bidrag til utviklingen fremover.

## TATT AV VINDEN

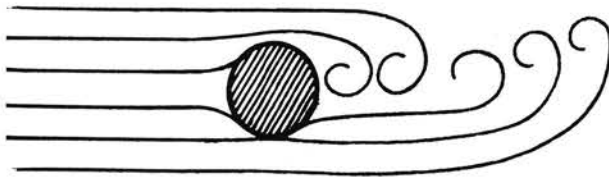
Av overingeniør L. Saxegaard

DK 621.332.3:543(481)—396

De har sikkert en eller annen gang lagt øret inn til en telefonstolpe for å høre på «sangen» fra telefontrådene. Og så har De kanskje også hørt noen si at «nå blir det værforandring, det blir det bestandig når trådene synger slik». Denne sangen av spesielt telefontråder var nemlig lenge litt av en gåte. Den ble løst i en annen forbindelse, nemlig ved at kraftledningsfolk for ca. 25 år siden opplevet svingninger i kraftledningstrådene som ytret seg ved at aluminiumstrådene i en stål-aluminiumskabel ble brutt i stykker like ved opphengningsklemmene, brudd som liknet svært på de brudd som oppstår når man bøyer en tråd frem og tilbake til den ryker av. Det var da tydelig at man også her hadde å gjøre med vibrasjoner av tråden, selv om en ikke kunne høre noe ved å lytte med øret inntil kraftledningsmasten.

Etter disse opplevelser med høyspente kraftledninger ble fenomenet nøyse studert rundt omkring i verden, og det ble konstatert at metalltråder som er hengt opp vannrett, kommer i svingninger når en temmelig svak vind (omtrent 3—5 meter i sekundet) blåser på tvers av ledningen.

Når De tenker Dem om, har det vel hendt at De har moret Dem med å «slå i løse luften» med en lang, myk kjepp og hørt den hvinende lyden som da oppstår, eller De har kanskje dradd enden av kjeppen gjennom vann og har oppdaget hvordan kjeppen dirrer i hånden. Alt sammen er vibrasjoner som skyldes at vann eller luft strømmes forbi en gjenstand som er sylindrisk. De vil nok være enig i at forsøkene med kjeppen skjedde i stillestående vann og luft. Men til gjengjeld har De jo beveget kjepp-



Hvirvler omkring en tråd

Fig. 1.

78

pen, og det går ut på det samme som at kjeppen holdes i ro mens vannet eller luften strømmer forbi. Alt er jo relativt i denne verden, som bekjent. Det var altså forholdsvis nye opplevelser med kraftledninger som ga støtet til at disse vibrasjoner ble virkelig studert for å finne forklaringen på dem og ikke minst for å eliminere virkningen av dem på kraftledninger med stål-aluminiums faseledninger. En ungarsk fysiker, Kármán, beviste at vibrasjonene skyldtes at det dannet seg hvirvler i luften bak en rund tråd som treffes av en luftstrøm loddrett på tråden. Disse hvirvler veksler stadig i omdreiningretning i en takt (frekv.) som er gitt av vindhastigheten, og tråddiameteren slik:

$$\text{frekvens} = \text{takt} = \frac{\text{vindhast. i cm pr. sek.}}{\text{tråddiam. i cm}} \cdot 0,19$$

(eller begge deler i meter).

Dette kalles Kármáns formel. Hvis da denne takt er nøyaktig i overensstemmelse med trådens naturlige svingetall — enhver ledningstråd er jo som en streng i en fiolin for eks. — ja, da kommer tråden i svingninger.

Når tråden er tynn, slik som telefontråd, blir det et høyt, hørbart svingetall som forplanter seg til stolpen.

Erfaringene har vist at ved større vindstyrker enn 3—5 sekundmeter opphører vibrasjonene. Undersøkelser viser at ved større vindstyrker river hvirvlene seg løs fra tråden, så denne «faller ut av synkronisme». De har ganske sikkert selv konstatert løsrevne hvirvler bak en stein i en stri bekk. Dette at vindstyrken må være forholdsvis lav er forklaringen på at telefontråder ikke alltid «synger» om det blåser. Det er ikke engang alltid sikkert at en svak vind merkes nede på bakken. Da forstår vi at det ofte blir sagt at når telefontrådene synger, så blir det værforandring. Ved værforandring er det ofte ganske svak vind etter en vindstille periode.

Denne telefontrådens konsert er ikke, så vidt jeg vet, noen gang blitt beskyldt for å lage tretthetsbrudd i trådene. De er helkjernet og av sterkt materiale, nemlig jerntråd eller kobbertråd med stor bruddstyrke.

Svingetallet av hvirvlene omkring en 3 mm telefontråd er, ved 4 meters vind

$$f = 0,19 \cdot \frac{400 \text{ cm/s}}{0,3 \text{ cm}} = 253 \text{ Hz.}$$

Dette er en lett hørbar tone.

Nå er grunnsvingningen av en 3 mm telefontråd i et 40 meters spenn ikke på langt nær så høy, den er bare  $1\frac{1}{3}$  Hz (4 svingninger pr. 3 sek.). Men 253 Hz er 190 ganger grunn-tonen som svarer til en streng med samme stramming men av lengde  $\frac{40 \text{ m}}{190} = 21 \text{ cm}$ .

Og enhver streng kan svinge med et svingetall som er lik grunnsvingningen multiplisert med et helt tall. Derfor svinger en lang telefontråd med mange toner, og derfor kan den synge ved mange slags vindhastigheter. Disse hurtige vibrasjoner av telefontråder skjer ved meget små svingningsutslag, og da trådmaterialet er seigt, har man som nevnt aldri opplevd tretthetsbrudd i en telefontråd. Annerledes er det med kraftledninger av stål-aluminium. Her er det aluminiumstrådene som ryker av på grunn av tretthetsbrudd, for de er ikke sterke overfor gjentatte bøyninger. Egensvingningen av en slik ledning i et 150 meter spenn bestemmes vesentlig av stål-kjernen. I en 80 mm<sup>2</sup> stål-aluminiumskabel er stål-kjernen 13,25 mm<sup>2</sup> og strekket i den f. eks. 415 kg slik at egensvingetallet, idet den samlede trådvekt er 0,33 kg pr. meter, blir  $f_0 = 0,369 \text{ Hz}$ . Da linens diameter (utenpå aluminiumstrådene) er 12,33 mm, blir derimot hvirvelfrekvensen ved 4 m/sek. vindhastighet:  $f_{hv} = 0,19 \cdot \frac{4,0}{0,01233} = 61,6 \text{ Hz}$ .

Dette er meget nær 168 • grunnsvingningen.

Stål-aluminiumskabelen vil svinge ved å dele seg inn i like store stykker på 150 m : 168 = 0,89 meter. I litteratur om stål-aluminiumskabler sies at disse kan komme i svingninger ved ned til 1—1,5 m vind. Det er disse hurtige vibrasjoner som tar knekken på aluminiumstrådene i en slik stål-aluminiumskabel. Det oppstår tretthetsbrudd (fig. 2), som er meget forskjellig fra et avslitningsbrudd (fig. 3).



Tretthetsbrudd

Fig. 2.



Avslitningsbrudd

Fig. 3.



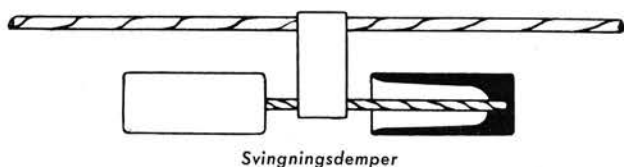
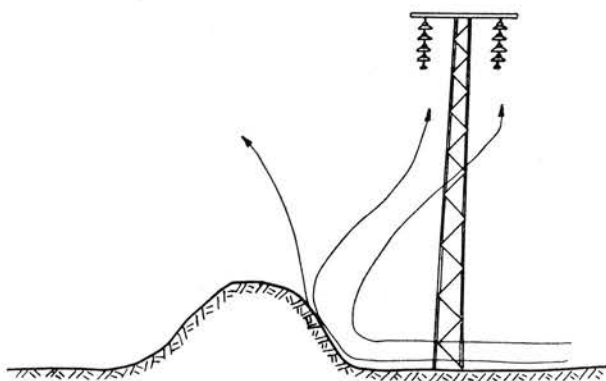


Fig. 4.

For å redusere bruddene har det vært brukt å «armere» kablen utenpå aluminiumstrådene med aluminiumstråd på det parti som skal inn i opphengningsklemmen, og da et godt stykke utenfor klemmen til begge sider. Dette er en god hjelp til så å si å skape mindre brå overgang fra fri kabel til fastklemt kabel, men er selvsagt besværlig å bruke fordi påviklingen av ståltrådarmeringen må skje oppe i mastene. Derfor brukes nå meget såkalte svingningsdempere som festes på ledningen et lite stykke fra opphengningspunktene.

Svingningsdempere består av et stykke stålwire med to litt tunge endestykker, som festes på stålaluminiumsledningen nær opphengningsklemmen (fig. 4). Den demper ved at den søkes satt i svingninger av kablen; wirestykket og endestykkene vibrerer da med og hindrer at virkningene forplanter seg til kabelklemmen, og samtidig bremses svingningene ved at wiretrådene gnisser mot hverandre.

Ved kraftledninger med lange spenn opplever man undertiden også såkalt «ledningsdans». Dette ytrer seg ved meget langsomme svingninger idet hele spennet svinger som en meget lang streng, og da med svingeutslag på flere meter. Dette fenomen, som sjelden er langvarig, skyldes at hele spennet er blitt løftet av en kraftig vindhvirvel fra bakken, og det inntreffer ved større vindstyrker (fig. 5). Mot denne form for ledningssvingning finnes det, såvidt jeg vet, intet annet middel enn å «berolige» ledningen med lange trestenger. Som oftest er det et meget sjeldent fenomen.



Ledning løftet av vind.

Fig. 5.

Til slutt må nevnes et ganske særskilt tilfelle av «ledningsdans» som vi hadde på kontaktledningen på Alnabru stasjon 26. og 27. desember 1930. Vindhastigheten var bare 3—5 meter pr. sekund ifølge Meteorologiske Institutt. Alle kontaktledninger på Alnabru svingte voldsomt opp og ned i en meget langsom takt, som dog var raskere enn strømvatagerne på lokene greide å følge med i, så det ble store forstyrrelser i toggangen. Det ble forsøkt å slå av spenningen og henge på jordingsstenger, men det hjalp bare en liten stund, svingningene kom stadig igjen. Heller ikke lot det seg gjøre å kjøre uavladelig frem og tilbake på Alnabru med et lok. i langsom fart; på grunn av liten eller ingen godstrafikk i romhelgen var nemlig ikke alle veksler i funksjon. Fenomenet varte et par dager. Det lot til å skrive seg fra en strekning på frilinj ovenfor Alnabru mot Grorud, samtidig som svingninger ble konstatert i nærheten av Haugenstua.

Etterpå ble saken nærmere undersøkt av et nedsett utvalg under ledelse av inspektør Helsing. Den tidligere nevnte formel for ledningers vibrasjoner i vind ga ingen forklaring, fordi hvirvelfrekvensen er meget høyere enn den langsomme «ledningsdans»,

$$\text{nemlig for } 50 \text{ mm}^2 \text{ bæreline} = 0,19 \frac{4}{0,009} = 84,5 \text{ Hz}$$

$$\text{og for } 80 \text{ mm}^2 \text{ kontaktledning} = 0,19 \frac{4}{0,07} = 76,0 \text{ Hz}$$

Selv om det ved Haugenstua var et terreng som kanskje kunne forklare «ledningsdansen» der, slik som nevnt om vanlige kraftledningers ledningsdans, så kunne dette ikke sies å være tilfelle ved Alnabru. Dessuten var det ikke meldt om «ledningsdans» på noen av de mange kraftledninger i denne egn. Det måtte finnes en annen forklaring.

Arbeidsutvalget tok fatt på å studere ledningers vibrasjon i sin alminnelighet, og da spesielt med ledninger som hadde den litt eiendommelige 8-talls fasong som kontaktledningen hadde i de dagene. Det ble laget korte (ca. 15 cm lange) modeller av tre, og disse ble festet til myke bladfjærer hvis lengde kunne varieres slik at disse «svingere» fikk forskjellig eget svingetall. Fra orgelfabrikken her i byen fikk man lånt en orgelventilator, en magasinbelg og diverse store papprør, slik at det i ledningsmesterens lager på Alnabru kunne bygges opp en primitiv «vindtunnel».

Ved tallrike forsøk, som var meget tidkrevende, ble det konstatert at Kármáns formel nok er riktig for runde «tråder», men for «kontaktledningsfasong» er vindhastigheten ikke så kritisk, idet vindhastig-

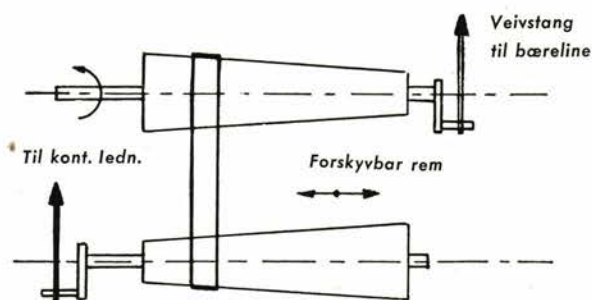


Fig. 6.

heten kunne variere atskillig uten at «kontaktledningen» falt ut av synkronisme med lufthvirvlene.

Men ved forsøkene kunne man ikke finne noen forklaring på den langsomme «ledningsdans» på Alnabru. Man kom da på den tanken at man her hadde å gjøre med det vi kaller differenster, et uttrykk hentet fra musikken, nemlig at når to toner er forskjellige, og de lyder samtidig, så høres på visse betingelser ikke de to toner hver for seg alene, men det høres en tredje tone hvis svingetall er lik differansen av de to opprinnelige toners. I dette tilfelle hadde vi teoretisk en svingningsfrekvens av lufthvirvlene på kontaktledningen av 76 Hz og på bæreline av 84,5 Hz. Forskjellen mellom disse to er 8,5 Hz.

På den andre siden er egetsvingetallet av kontaktledningen 0,966 Hz for et 40 meters spenn og av bærelinen 1,181 Hz. Differansen mellom svingetallene for kontaktledningen og bærelinen er altså 0,215. Dette er meget nær 1/40 av forskjellen mellom hvirvelfrekvensene for bærelinen og for kontaktledningen.

Nå er ikke saken så enkel som dette. De svingninger vi hadde den gang på Alnabru, var raskere enn denne differans på ikke fullt  $\frac{1}{4}$  svingning i sekundet. Frekvensdifferensen for lufthvirvelsvingningene var 8,5 Hz teoretisk. Det er dog sannsynlig at den er lavere. For det første er bærelinen ikke glatt sylindrisk, men riflet. For det annet er kontaktledningen av tverrsnittfasong som et 8-tall. For å få bevis for at den langsomme svingningsbevegelse på Alnabru virkelig var et svevningsfenomen, ble det bygget et prøvespenn på 40 meter, men i meget lav høyde over bakken. Trådene var strukket helt normalt og med normale hengetråder. Så ble bæreline og kontaktledning samtidig satt i hurtige svingninger med små utslag, slik som vindhvirvler ville gi, men i raskere takt for bærelinen enn for kontakttråden. Dette skjedde ved hjelp av en motordrevet utveksling fra en gammel lyskopimaskin (fig. 6), og ved en ganske bestemt hastighet på bærelinen og en litt lavere på kontaktledningen begynte hele opphengningen å svinge med en langsom takt slik som i virkeligheten på Alnabru. Betingelsene for at dette skulle skje, var at kontaktledningen og bærelinen var «sterkt mekanisk sammenkoblet», nemlig ved at hengetrådene er stramme under hele svingningstiden. Dette betyr at kontaktledningen må ha et visst oppstrekk.

Og nå viste det seg ved undersøkelse av kontaktledningen ovenfor Alnabru og ved Haugenstua at her hadde kontaktledningen faktisk oppstrekk.

Dette ble rettet på, og så vidt jeg vet har dette generende fenomen med langsom «kontaktledningsdans» bare forekommet noen få ganger i de senere 30 år, og da meget kortvarig.

## VURDERING AV MALING OG LAKKER

### Hva betyr dette for NSB?

Av avdelingsingeniør Olav T. Sæbø, Statsbanenes kjemiske laboratorium

DK 667.6/8:385=396

De siste ti-femten årene har det vært en rivende utvikling innen maling- og lakkindustrien, og hvert år er nye produkter blitt markedsført. Dette er selvsagt en gledelig utvikling som gir forbrukerne et stort utvalg å velge i, og ved riktige valg kan en få den varen som passer akkurat til det spesielle formål.

Det viser seg imidlertid at kvaliteten er meget varierende til tross for stor konkurranse, og det ville være meget dårlig politikk slavisk å følge prislistene ved innkjøp av malerverer. For en stor

forbruker som Norges Statsbaner er det derfor viktig å gjøre et riktig utvalg ved innkjøp, og når det gjelder varer som det er et forholdsvis stort forbruk av, foretas innkjøpene på anbud. Statsbanene har satt opp spesielle spesifikasjoner for de forskjellige varer, og fig. 1 viser eksempelvis de tekniske betingelser for leveranse av «Grunnmaling for ståldeler på jernbanevogner». Alle de tilbud som faller innenfor rammen av de oppsatte spesifikasjoner, blir godkjent til bruk ved NSB, og de andre

19	<b>Norges Statsbaner</b>	TEKNISKE BETINGELSER Modifisert O.R.E. spesifikasjon nr. 3 N.S.B. spesifikasjon nr.	
Rev.			Utgave: 1
Nr. Dato			Side 1
		Grunnmaling for ståldeler på jernbanevogner	
		1. Bruksområde: Alle ståldeler på jernbanevogner.	
		2. Ferdig maling:	
		2.1. Skal ha konsistens for strykning med pensel og må ikke sige på vertikal flate.	
		2.2. Sammensetning:	
		x) Alkydharpiks ..... 14 - 18 deler	
		Röd jernoksyd (syntetisk) ..... 25 - 31 "	
		Sinkoksyd ..... 8 - 10 "	
		Basisk sinkkromat ..... 14 - 18 "	
		Rest: Törremiddel, tynner og dispersjonsmiddel.	
		3. Fordringer:	
		3.1. Bindemiddel:	
		x) Alkyd skal være blanding av glyserin og pentaerythritol og inneholde 23 - 26 % phtalsyreanhydrid. Andre naturlige eller syntetiske harpikser godtas ikke.	
		3.2. Pigmenter:	
		Syntetisk jernoksyd skal inneholde minst ..... 85 % $Fe_2O_3$	
		Sinkoksyd (fri for arsén) ..... 98 % ZnO	
		Basisk sinkkromat etter A.S.T.M. D 478 - 49 type 1.	
		3.3. Törremidler:	
		Skal være naftenater eller lineolater.	
		3.4. Tynningsmidler:	
		White spirit eller terpentin, eller blanding av disse.	
		Anmerkning:	
		Løsnings- og tynningsmidler må ikke inneholde bensol, klorerte kullvannstoffer eller andre med høy giftighet.	
		3.5. Dispersjonsmiddel:	
		Skal være Al-stearat eller mikrotalkum.	
		Det kjem.lab.      27 - 2 - 1959      Godkj.      / /	

Fig. 1.

82

19	<b>Norges Statsbaner</b>	TEKNISKE BETINGELSER Modifisert O.R.E. spesifikasjon nr. 3 N.S.B. spesifikasjon nr.	
Rev.		Utgave: 1	
Nr.	Dato		Side 2
		Grunnmaling for ståldeler på jernbanevogner.	
		<p>4. Lagring:</p> <p>Den ferdige maling skal kunne lagres i fabrikantens uåpnede emballasje ved en temperatur av + 5 til + 35°C i 6 måneder uten synlig forandring i den egenskaper og uten hård bunnsetning.</p>	
		<p>5. Kvalitetskontroll:</p> <p>5.1. Innen den av Statsbanene satte frist skal det innleveres til Forrådsavdelingens innkjøpskontor minst 1 liter av fargen. Denne skal tjene som norm for eventuelle senere leveranser. Innleveres ikke prøve eller for liten prøve, blir anbudet forkastet. Man forbeholder seg rett til å forkaste anbud hvis prøven kommer etter fastsatt innleveringsfrist.</p>	
		<p>5.2. Merking:</p> <p>Prøven skal være uten firma- eller varemerke. Den skal kun merkes med bokstav eller det nr. som det vises til i anbudet.</p>	
		<p>5.3. Innlevering av prøver:</p> <p>Alle prøver skal innleveres på Forrådsavdelingens kontor, Storgt. 33, rom .....</p>	
		Det kjen.lab.	27 - 2 - 1959
			Godkj. <i>Wald</i>

Fig. 2  
 Anbud på dekkmalning 1. strøk. Hurtigtørrende  
 Desember 1958

Ankomst nr.	4316	4317	4318	4319	4320	4321	4322	4323	4324
Prøve nr.	3	9	19	24	29	34	39	44	55
Farge	Normal	Normal	Litt mørk	Litt mørk	Litt mørk	Normal	Normal	Normal	Normal
Utseende	Tilfr.	Tilfr.	Tilfr.	Tilfr.	Tilfr.		Tilfr.	Tilfr.	Tilfr.
Opprøring	Lett	Litt sen	Lett	Lett	Lett		Lett	Lett	Lett
Konsistens, Krebs units	100	86	102	102	92		86	92	86
Egenvekt i kg/l	2,14	1,90	1,94	1,85	1,91		1,87	1,97	1,92
Utstrykning	Lett	Lett	Middels	Lett	Lett		Lett	Lett	Lett
Forbruk g/m <sup>2</sup>	130	87	113	128	121		79	112	109
Dekkevne	God	God	God	God	God		God	God	God
Tørreegenskaper	< 20 t.	< 20 t.	< 20 t.	6 t.	< 20 t.		2 t.	< 20 t.	2 t.
Flyktige bestanddeler i prosent	5,2	5,1	4,7	7,3	6,0		8,0	4,8	9,0
Olje i prosent	34,7	39,5	38,8	38,3	36,4		38,7	35,4	36,3
Olje, minus flyktige bestanddeler, i prosent	29,5	34,4	34,1	31,0	30,4		30,7	30,6	27,3
Refraksjon olje v/ 20°C	1,4851	1,4820	1,4862	1,4856	1,4890	1,4660	1,4851	1,4885	1,4826
Pigment i prosent	65,3	60,5	61,2	61,7	63,6		61,3	64,6	63,7
Blyhvitt i prosent	22,2	21,3	20,5	22,75	21,7		22,3	22,31	22,7
Al i prosent	4,96	4,87	4,89	5,14	6,0		4,25	6,4	4,24
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> i prosent	63,93	65,8	65,3	63,8	61,2		62,9	61,8	62,0
SiO <sub>2</sub> i prosent	2,02	2,2	2,5	2,03	3,52		2,77	2,44	2,8

Fast bunnsatt - utgår



Fig. 3.

forkastes. «Strykprosenten» varierer fra 20—80 pst., og det er ikke alltid at dårlig kvalitet følges av lav pris. Fig. 2 viser et ferdig undersøkt anbud på dekkmaling, og som vi ser er det mange faktorer som teller med i avgjørelsen.

På fig. 3 ser vi alt gjøres klart til å begynne undersøkelsene på syntetisk fargelakk — sølvgrå. Som det fremgår av bildet er prøvene uten firma- eller varemerke og kun merket med bokstav eller nummer som det vises til i anbudet (pkt. 5.2. fig. 1). Fig. 4 viser oppstrøk til måling av forbruk, og på fig. 5 måles fargen med fotovoltmeter. Det understrekes at en vurdering av fargen med det blotte øye er helt verdiløs, da en slik subjektiv vurdering er lite å stole på. Det legges i det hele tatt stor vekt på å bygge avgjørelsene på et så objektivt grunnlag som mulig, og det er derfor viktig å ha reproduerbare måleresultater å vise til. På fig. 6 måles hårdheten, som gjøres ved å måle dempningen til en pendel som hviler på to kuler oppå malingsfilmen. Det vil føre for langt å gå inn på alle undersøkelsene i detalj, og vi skal derfor først bare ta for oss



Fig. 4.

et par punkter der de senere årene har medført en stor utvikling: Malingens viskositet.

Tidligere besto alle malinger av tørrende oljer som var tilsatt pigmenter, harpikser og lett flyktige løsningsmidler som f. eks. terpentin. De tørrende oljer som danner den endelige filmen er triglycerider av umettede fettsyrer som inneholder to eller flere dobbeltbindinger pr. radikal. Den viktigste oljen, linoljen, inneholder linolsyre  $C_{18}H_{32}O_2$ , og linolensyre  $C_{18}H_{30}O_2$ , som har henholdsvis to og tre dobbeltbindinger pr. molekyl. Linoljens tørring skyldes den oksyderende virkning av luftens surstoff som den opptar opp til 20 % av sin vekt av og danner en elastisk film.

I den senere tid er linoljen mer og mer blitt foretrengt som bindemiddel av syntetiske stoffer, og en del av disse moderne malinger har typisk strukturviskøse egenskaper, dvs. tixotropiske karakter. At en maling er tixotropisk vil si at den ved henstand i beholder får en gelé-lignende struktur, og at den ved omrøring blir flytende. Når så omrøringen slutter vil det tixotropiske system ved henstand

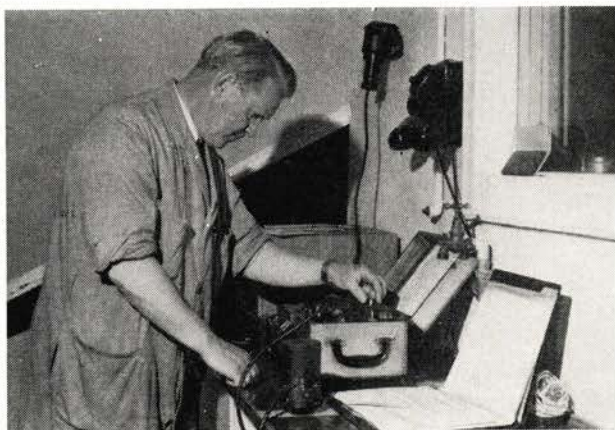


Fig. 5.



Fig. 6.

igjen danne en gelé-lignende struktur. De strukturviskøse egenskaper er mest fremtredende der en har store, flate eller lange molekyler i malingen. Vi skjønner derfor at syntetiske bindemidler som alkyder, polyvinyler, polystyrenere osv. vil understøtte den tixotropiske karakter. Når vi ved tilsetning av andre stoffer til malingen kan påvirke dens tixotropi, skjønner en at fabrikkene kan variere malingsviskøse egenskaper. Det har vært prøvd mange tilsetningsmidler som en mente skulle ha den ønskede strukturviskøse virkning på malingen — uten at en ennå er kommet frem til noen bestemte stoffer. Ved tilsetning av f. eks. aluminium-alkoholat til en alkydmaling skulle en vente intermolekylære hydrogenbindinger som ville øke malingsviskøse karakter. Et lite bidrag får vi — men det er skuffende lite. Behandles malingen med polyamid skulle en også vente intermolekylære hydrogenbindinger som ville gi samme virkning; det viser seg å være tilfelle — men ikke på grunn av hydrogenbindinger — for undersøkelser av det infrarøde spektrum røper ingen slike bindinger.

Ved tilsetning av talkum og andre fyll-stoffer og pigmenter har det vist seg at virkningen har vært betinget av en rekke faktorer som gjør det meget vanskelig å behandle problemet teoretisk.

Når det gjelder en malings viskositet er det tre ønsker som primært melder seg: 1) Malingen bør være lett å stryke. 2) Den bør ikke sige på vertikale flater. 3) Den bør gi en glatt flate. Ønske nr. 1 betinger en lav viskositet, ønske nr. 2 en høyere viskositet, og ønske nr. 3 en passende økning av viskositeten som funksjon av løsningsmiddel-tapet i filmen. Hva 1 og 2 angår blir spørsmålet: Kan vi lage en maling hvis viskositet er liten når den strykes, men større når den er påsmurt? Selvfølgelig vil viskositeten vokse når malingen tørker; men det har liten hensikt å lage hurtigtørrende malinger med henblikk på viskositeten — fordi det vil gå ut over ønske nr. 3 (snurping etc.).

Vi har en maling hvis viskøse egenskaper vi ønsker å måle, og vi konsentrerer oss om de tre ovenfor nevnte punkter, 1: Strykbarhet, 2: Siging på vertikale flater, 3: Utflytning. Vi ser straks at vi står overfor et helt lite problemkompleks, og før vi går videre må vi få en liten teoretisk utredning. Med viskositeten  $\eta$  (målt i poise) i et medium menes den tangentielle kraft (dynes) pr. flateenhet ( $\text{cm}^2$ ) som skal til for å gi en forskjell i hastighet på 1 cm/sek. mellom to parallelle plan i mediet i en avstand 1 cm fra hverandre:

$K = \eta \frac{dv}{dx}$ ; friksjonskraften  $K$  mellom to parallelle plan i mediet er altså proporsjonal med viskositeten  $\eta$  og hastighetsgradienten  $\frac{dv}{dx}$ . I en tixotropisk maling er ikke  $\eta$  konstant, men varierer med hastighetsgradienten. Når malingen strykes med kost i en hastighet  $V$  (f. eks. 1 m/sek.) på en glatt flate i en tykkelse  $X$  (f. eks.  $50 \mu$ ,  $1 \mu = 0,001 \text{ mm}$ ) er hastighetsgradienten lik  $\frac{V}{X}$ . (I dette tilfelle  $20\,000 \text{ sek.}^{-1}$ ).

Ved å variere strykehastighet og filmtykkelse vil vi få et utvalg av hastighetsgradienter (også kalt flyte-hast.), og amerikanske forskere er kommet frem til at området  $10\,000$ — $35\,000 \text{ sek.}^{-1}$  dekker alle de aktuelle hastighetsgradienter. — Det er imidlertid praktisk ugjennomførbart å få målt viskositeten ved så høye flyte-hastigheter, og vi må gå en liten omvei. Det viser seg nemlig at ligningen

$$\eta^* = \eta_\infty \cdot e^{\frac{S}{D}}$$

$\eta^*$ : målt visk.,  $\eta_\infty$ : visk. ved uend. flyte-hastighet,  $D$ : flyte-hastighet,  $S$ : konstant

har tilfredsstillende gyldighet til vårt bruk. Fig. 7 og 8 viser viskosimeteret som består av to konsentriske sylindere, der den innerste roterer (fig. 8) drevet av en bestemt vekt. Hvis rotorens radius er  $r$  og statorens  $R$ , har vi hastighetsgradienten  $D$  av ligningen

$$D = \frac{2 \cdot 2\pi \cdot h}{1 - \left(\frac{r}{R}\right)^2}$$

Når diff. ( $R - r$ ) er liten (som tilfelle her), får vi tilnærmet

$$D = \frac{2\pi r \cdot h}{x}, \text{ der } X = R - r.$$

$h$  er rotorens omdreiningshastighet (omdr./sek.).

Vi kan så måle visk. ved flere forskjellige flyte-hastigheter og avsette  $\eta^*$  (logaritmisk ordinat) som funksjon av  $\frac{100}{\sqrt{D}}$ . Vi får da en rett linje (fig. 9) som vi forlenger mot høyere flyte-hastigheter og finner den aktuelle viskositeten i område A på fig. 9, mens de vi målte ligger i område B. Vi ser at prøve I som gir høyeste målte viskositeter egentlig er den letteste å stryke. Dernest kommer prøve II som har mindre tixotropisk karakter (og kurven mindre vinkelkoeffisient) og til sist prøve III som har konstant viskositet (ingen tixotropi, dvs. vinkelkoeffisient lik null). Erfaringene viser også at dette er riktig.

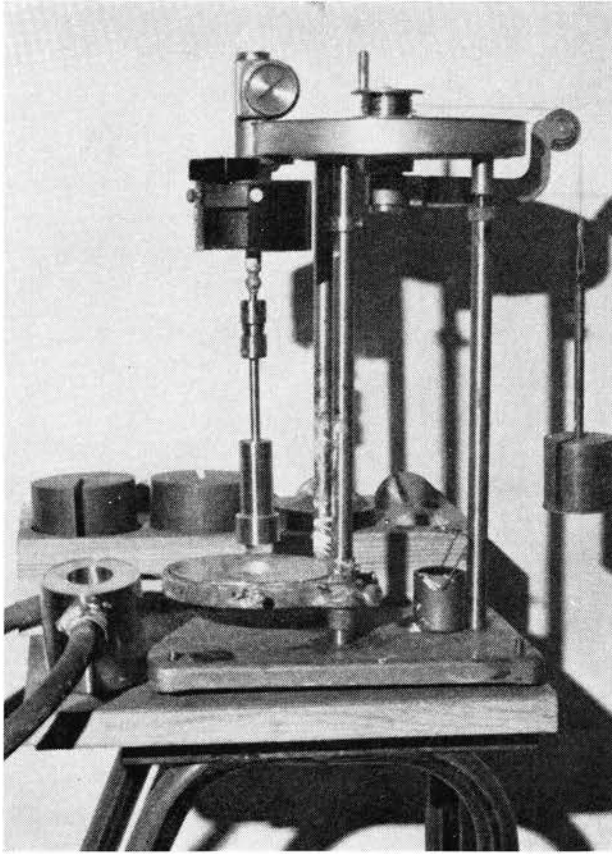


Fig. 7.

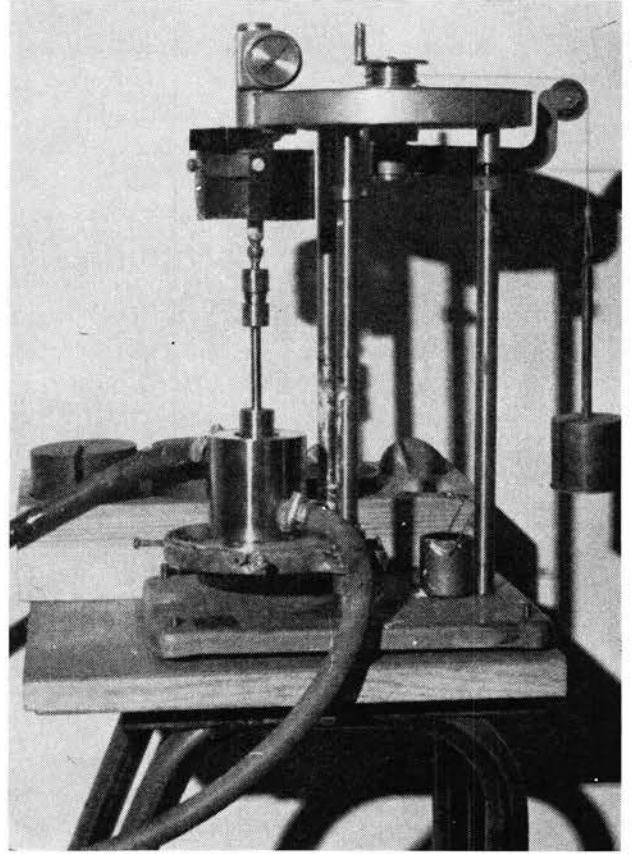


Fig. 8.

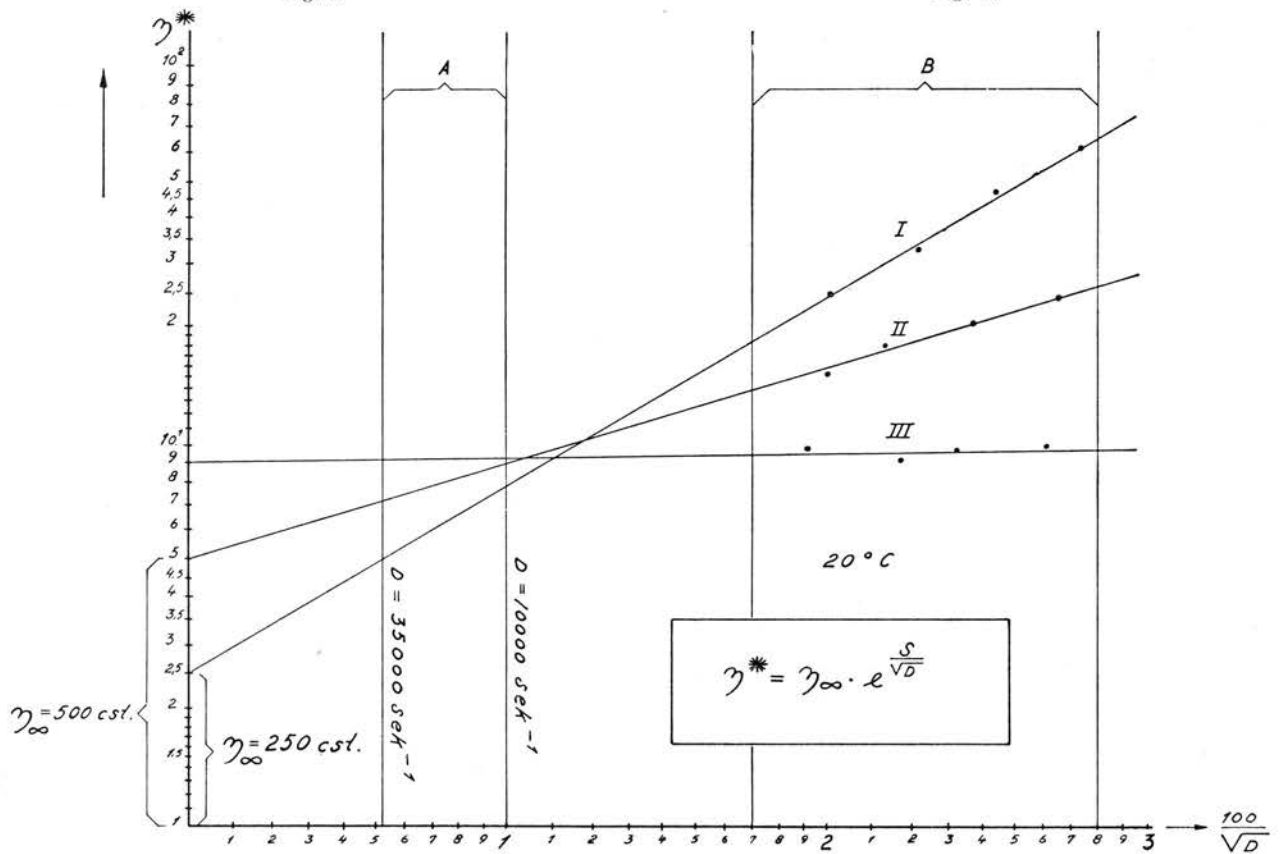


Fig. 9.



Når malingen er påført en loddrett vegg bør viskositetsøkningen  $\Delta\eta$  i filmen vokse etter kurve II på fig. 10 som funksjon av løsningsmiddeltapet, fordi: Et forløp etter kurve I gir for stor viskositetsøkning på kort tid og malingen flyter ikke ut, dvs. vi får striper i filmen. Et forløp etter kurve III gir for liten viskositetsøkning på kort tid og malingen siger. Tixotropiske malinger har også den fordel at de kan lages uten sjenerende bunnsetting. Dette er en stor fordel når en f. eks. i mønje har med tunge pigmenter å gjøre. Men her må en være på vakt: En mønje hvis tixotropiske karakter vesentlig dannes av blysåpen er *ubrukelig*. Det er derfor viktig at bindemiddelet i mønjen har et lavt syretall og at pigmentet er førsteklases.

For å hindre bunnsetting i olje-maling tilsettes gjerne (meta-) silikater (aluminium- og jernforbindelser blir bl. a. også nyttet). Det er imidlertid en annen faktor som også synes å spille en viss rolle når det gjelder bunnsetting av maling. Ved gjennomgåing av anbud på dekkmalning (til NSB) blir bl. a. oljens refraksjon (brytningsindeks) målt (ved 20°C). De ikke bunnsatte prøvene har alle en større brytningsindeks enn de bunnsatte:

Tabell I.

Tilstand i boks	Brytningsindeks n	n <sup>2</sup>	Godkjent
1. Ikke bunnsatt	1,4890	2,2171	Godkjent
2. Ikke bunnsatt	1,4885	2,2156	Godkjent
3. Ikke bunnsatt	1,4862	2,2088	Godkjent
4. Ikke bunnsatt	1,4856	2,2070	Godkjent
5. Ikke bunnsatt	1,4851	2,2055	Godkjent
6. Ikke bunnsatt	1,4851	2,2055	Godkjent
7. Ikke bunnsatt	1,4826	2,1981	Godkjent
8. Ikke bunnsatt	1,4820	2,1936	Godkjent
9. Lett bunnsatt	1,4770	2,1815	Godkjent
10. Lett bunnsatt	1,4760	2,1786	Godkjent
11. Lett bunnsatt	1,4740	2,1727	Godkjent
12. Lett bunnsatt	1,4731	2,1700	Godkjent
13. Lett bunnsatt	1,4721	2,1671	Godkjent
14. Lett bunnsatt	1,4712	2,1644	Godkjent
15. Lett bunnsatt	1,4704	2,1621	Godkjent
16. Bunnsatt	1,4678	2,1544	Ikke godkj.
17. Bunnsatt	1,4660	2,1492	Ikke godkj.
18. Bunnsatt	1,4647	2,1453	Ikke godkj.
19. Bunnsatt	1,4627	2,1395	Ikke godkj.
20. Bunnsatt	1,4620	2,1374	Ikke godkj.
21. Fast bunnsatt	1,4594	2,1298	Ikke godkj.

Lyskilde: alm. lyspære.

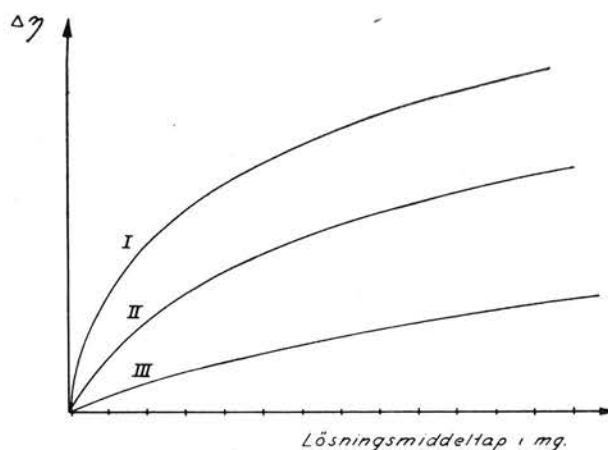


Fig. 10.

Tabellen viser hvordan brytningsindeksen antyder tendensen. Det understrekes at de forskjellige malingerne i tabellen ikke avviker vesentlig i pigment-sammensetning, viskositet, spesifikk vekt osv. Kjennelsene godkjent, ikke godkjent i tabellen bygger kun på den målte tilstand i boks. Ved NSB kan en få forholdsvis lange lagringstider på maling, og en vil være lite tjent med varer som det er tungt, for ikke å si umulig, å røre opp — spesielt i større beholdere.

Brytningsindeksen  $n$  gir oss dielektrisitetskonstanten  $\epsilon = n_{\infty}^2$  (langbølget lys).

Dielektrisitetskonstanten er et mål for polariserbarheten i et medium. Tabellen antyder derfor at pigmentpartiklene holdes lettere svevende i mer polariserbare media, en antydning som helt er i overensstemmelse med eldre teorier.

Dielektriske målinger begrenser seg med hensyn til anvendelsesmulighetene i det vesentlige på ikke-elektrolytter. De søkte størrelsene, dielektrisitetskonstanten  $\epsilon$  og den dielektriske «tapsfaktor»  $\text{tg } \delta$  er frekvensavhengige. I området av de såkalte kvastatiske frekvenser inneholder dielektrisitetskonstanten bidrag fra forskyvnings- og orienteringspolarisasjonen, og målinger utført med elektrisk apparatur gir bedre og mer entydige opplysninger om stoffet som undersøkes — enn målingen av brytningsindeksen ville gjøre.

Slike mer inngående opplysninger er vi imidlertid ikke primært interessert i ved gjennomgåelse av et malingsanbud. Måling av brytningsindeksen er forholdsvis hurtig og grei å gjennomføre, og data egner seg bl. a. godt til bruk ved senere anbuds kontroll.

Mange hurtigtørrende malinger, lakker og emaljer er laget ved å løse lineære polymere i et løsningsmiddel med passende pigmenter. En maling eller lakk av denne typen danner ved fordampning en

overflatefilm av sammenflokke lineære kjeder. Tilstedeværende pigmentpartikler kan være knyttet til kjeden og danne forbindelsespunkt for flere forskjellige kjeder, og vi får en krosslinjestruktur. En slik struktur er ikke så varig som en kjemisk krosslinjestruktur, men bindingen er sterkere, jo lettere polariserbart molekylet er.

Når det gjelder moderne malermaterialer har interessen for hvilke løsnings- og tynningsmidler som bør anvendes gjort seg mer og mer gjeldende. Mange av de løsningsmidlene som brukes i våre dager virker bedøvende og er helsefarlige, og dette ved siden av brann- og eksplosjonsfaren nødvendiggjør en *meget streng kontroll*. På det internordiske malermestermøtet (som ble arrangert i Oslo den 10. og 11. juni 1960) ble det lagt stor vekt på helsefaren ved bruk av løsnings- og tynningsmidler: «I sterk konsentrasjon virker de bedøvende, og foruten å irritere både øyne og respirasjonsorganer er besvimelser og andre tilfeller av illebefinnende ikke ukjent på arbeidsplassen,» het det bl. a.

For å antyde mangfoldigheten av løsningsmidler vises til tabell II, som er et utvalg av de løsningsmidler som brukes i dag.

Tabell II.

Etyl eter	Dietylkarbonat
Metylen klorid	Isopropanol
Aceton	Isobutanol
Metyl acetat	Butanol
Benzen	Metylglykol
Etylen klorid	Metylglykolacetat
Isopropylacetat	Etylglykol
Toluen	Etylglykolacetat
Propylacetat	Diklorbenzen
Metanol	Amyl alkohol
Etanol	Etyl laktat
Propanol	Butylglykol
Butylacetat	Benzylacetat
Monoklorbenzen	Butyl-laktat
Amylacetat	Glykol
Xylen	osv.

Denne listen er av eldre dato og er derfor langt fra representativ for de løsningsmidler som nå er i bruk. (Det kan i denne forbindelse nevnes at mange av vår tids kjemiske landevinninger bygger på funnet av et nytt løsningsmiddel. Orlon f. eks. var lenge betraktet ubrukelig som fiberråstoff på grunn av mangel på brukbart løsningsmiddel. Så viste det seg at dimetylformamid  $\text{HCON}(\text{CH}_3)_2$  kunne brukes, og dermed lå verden åpen for orlon-industrien.)

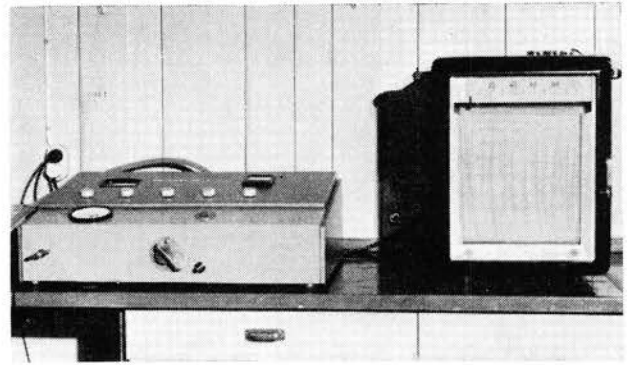


Fig. 11.

Til analyse av løsnings- og tynningsmidler brukes en gass-kromatograf (fig. 11). Den får en liten «innsprøyting» (fig. 12) og skriver ut en kurve (fig. 13) som forteller oss hvilke stoffer som er til stede — og flateinnholdet under hver topp hvor mye av stoffet. Dette apparatet kan også brukes til analyse av vann, oljer, bensiner, vaskemidler osv.

I det foregående har vi kikket litt på hva som gjemmer seg bak punktene konsistens (viskositet), flyktige bestanddeler (tynningsmidler) og refraksjon (brytningsindeks) på fig. 2 side 83. En skjønner at skjemaet (fig. 2) representerer en ganske grundig anbudsundersøkelse, og når alle andre tilbud på gulvlakk, gulvolje, fargelakker, godsvognmalinger osv. underkastes tilsvarende grundige undersøkelser, er det naturlig at spørsmålet om lønnsomheten av et slikt opplegg melder seg. En kan igjen eksempelvis vise til skjemaet (fig. 2), som omhandler tilbud på dekkmalning mot rust. Norges Statsbaner bruker årlig for ca. 600 000 kroner i maling og lakk til korrosjonshindrende formål. Inkludert påføring og forarbeid vil de totale utgifter ligge på ca. 1,5 mill. kroner. Disse tall gjelder bare maling og lakk og malerarbeider, og korrosjonsskader og korrosjonshindrende tiltak av annen art kommer i tillegg

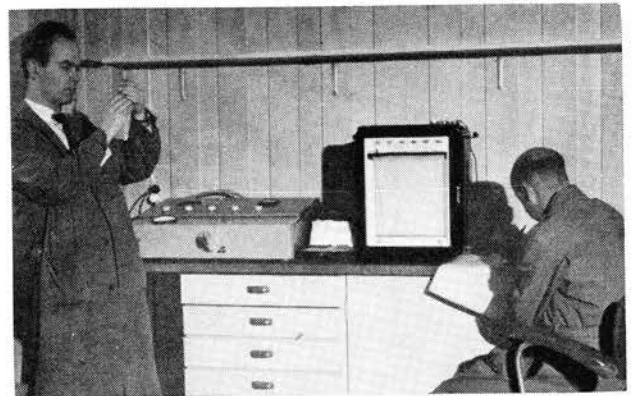


Fig. 12.

Diagram av celluloselakktynner

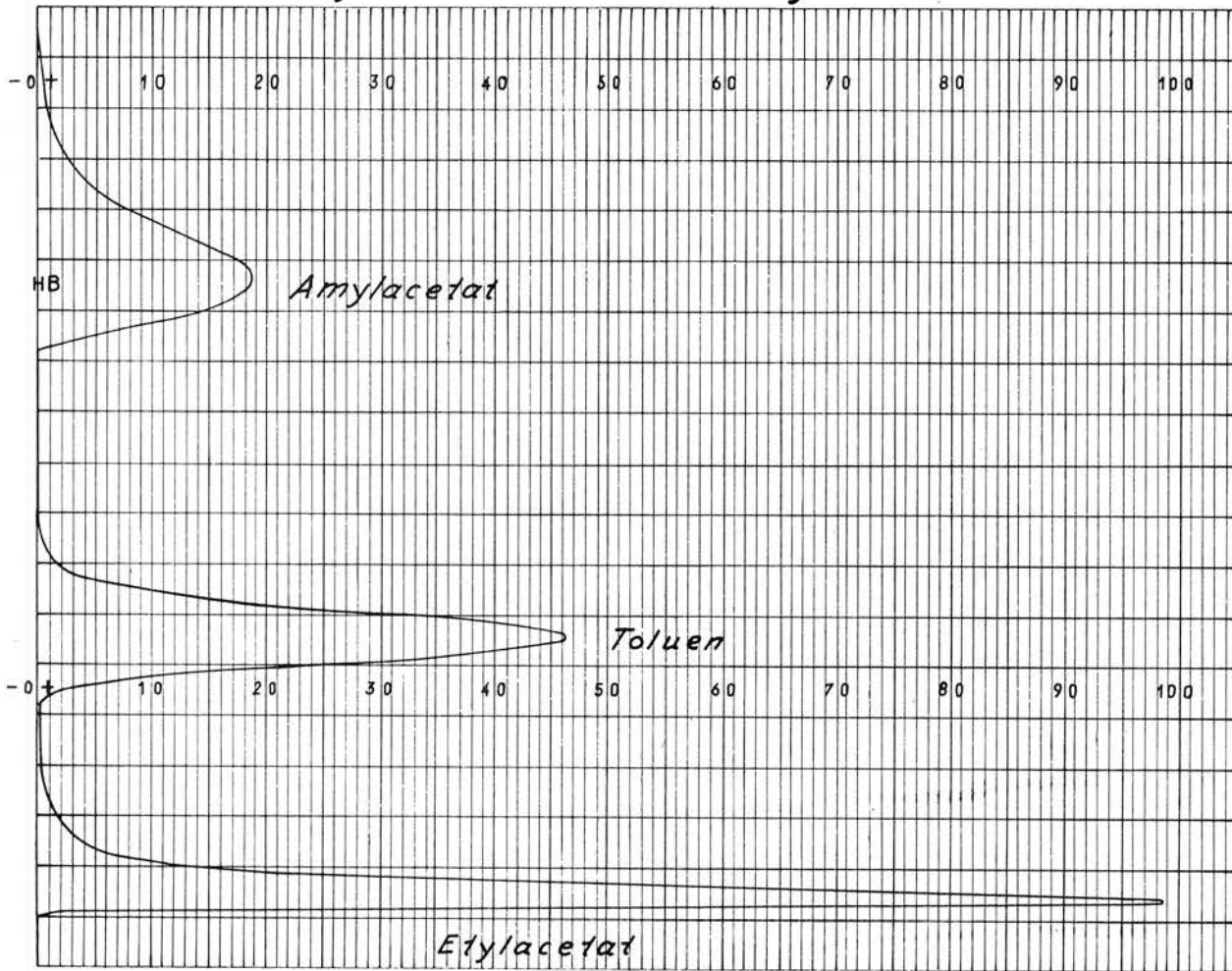


Fig. 13.

Tabell III. Oversikt over omkostninger ved korrosjonsbekjempelse og korrosjonstap i USA 1949—50.

Tabellarisk sammensatt etter H. H. Uhlig.	Millioner dollar	% av totalskader
1. Maling- og lakkprodukter til beskyttelse av metaller:		
a) Materialer .....	585,0	10,77
b) Arbeidslønn (= materialer x 2,5) .....	1400,0	26,87
2. Fosfatovertrekk (inkl. arbeidsomkostninger) .....	20,0	0,38
3. Galvaniske belegg .....	136,5	2,52
4. Tinn og tinnblikk .....	316,0	5,82
5. Elektro-kadmiering .....	20,1	0,39
6. Nikkel og Ni-legeringer inkl. plettering, unntatt rustfrie stål	182,0	3,36
7. Kobber og kobberlegeringer .....	50,0	0,93
8. Rustfrie stål (kromstål og kromnikkel-stål) .....	620,4	11,43
9. Vannbehandling i kjeler og aggregater .....	66,0	1,22
10. Rørledninger (gass-, vann-, olje-), vedlikehold og fornyelse	600,0	11,05
11. Oljeraffinerier, vedlikehold .....	50,0	0,93
12. Varmtvannsbeholdere i husholdninger, 10 % årl. fornyelser	225,0	4,15
13. Forbrenningsmaskiner, indre korrosjon .....	1030,0	18,95
Utskiftede deler .....	66,0	1,23
Sum .....	5367,0	100,00

(tabell III). Brukes Uhligs forholdstall (tabell III) ved en beregning av de årlige totale korrosjonsomkostninger for NSB vil disse ligge på minimum 4 mill. kroner.

Disse interessante opplysninger ble gitt av laboratoriefjef Løkke i et foredrag ved et kurs som «Norsk Korrosjonsteknisk Forening» arrangerte i Trondheim i tiden 6.—9. januar 1958 over temaet «Maling som vern mot korrosjon». Løkke understreket videre utviklingen som har gjort de moderne syntetiske lakkers og malingers teknologi og kjemi til en komplisert vitenskap, og fremhevet situasjonen i dag med et marked oversvømmet av et stort antall

malingstyper med all verdens fantasnavn og ofte nesten utrolige påstander om malingens gode egenskaper i de tilhørende brosjyrer. Dermed går det ofte rundt for forbrukeren, og behovet for en nøktern orientering bygd på inngående undersøkelser må absolutt sies å være til stede.

#### LITTERATUR:

«Maling mot korrosjon», utgitt av «Norsk Korrosjonsteknisk Forening». Kan lånes ved NSB's bibliotek.

Tabell III bygger på en rapport fremlagt på «United Nations Scientific Conference on the Conservation and Utilization of Resources» i 1949 av H. H. Uhlig ved Massachusetts Institute of Technology (Corrosion Laboratory, Department of Metallurgy) i samarbeid med en rekke andre ledende institusjoner.

## LINJENS DRENERING

Av overingeniør Sv. Skaven-Haug

DK 624.138.3(481)=396

Den 21.12.59, sent om kvelden og midt i den verste juletrafikken, rapporterte togpersonalet en ujevnhet i skinnegangen i et punkt noen kilometer øst for Kongsberg. Da banevokteren straks etter kom til stedet, var pukkbballasten sunket 0,7 m, slik at svillene i en lengde av 8 m hang i luften. Etter 3 døgn regnvær og snøsmelting var det fremdeles henimot 1 m snø på stedet. Man ble fort klar over at vann, som kom fra en fjellskjæring, i stedet for å gå til stikkrenne, hadde tatt snarveien under den 2 m høye fyllingen. Materialet under steinfyllingen, hovedsakelig mosand, var blitt vasket ut og fyllingen hadde sunket tilsvarende. I løpet av natten ble vannet søkt ledet til stikkrenne ved å lage tetttest mulig snøgrøft samtidig som pukke ble tilført og skinnegangen pakket opp. Etter 4 timers linjebrudd og intenst arbeid var juletrafikken igjen i gang. Juleaftens formiddag ble det gravet og sprengt et pålitelig løp frem til stikkrenne.

Episoden kunne lett ha fått katastrofale følger, og la oss se litt nærmere på tilfellet, fig. 1. Det skal tidligere, for mange år siden, ha vært små uregel-

messigheter på dette stedet, men dette var nå nærmest glemt. Overvannet, som kommer ut fra fjellskjæringen, stammer fra en smeltevannsbekk, som har øret seg opp og tatt veien inn i fjellskjæringen i stedet for å gå til stikkrenne i den dalen som den egentlig hører hjemme i. Det skulle for øvrig bare noen få spadestikk til for å lede bekken til riktig stikkrenne. Ved nærmere undersøkelse våren 1960 viste det seg at denne stikkrennen var i dårlig forfatning, og dette er formodentlig årsaken til at man har tillatt å la bekken gå inn i fjellskjæringen. Forholdet har bestått i så mange år at nåværende banebetjening ikke hadde nærmere rede på saken.

Dette i og for seg enkle eksemplet er tatt med som en innledning, og kan tjene til å belyse hvor alvorlige skader som kan oppstå av små vannmengder, og hvor uberegnelig tidspunktet kan være. Vi vet at vannet har hatt dette løpet kanskje i en menneskealder, skaden inntraff midtvinters, og stedet ligger i et innlandsstrøk 163 m o. h.

#### Generelle drengforanstaltninger

Normalprofilen for planering i jord bygger på lang tids erfaring. Skjæringsskråningene skal ha en helingsvinkel som er avpasset etter jordart og vannføring og skal være forsynt med overvannsgrøft, som hindrer vann fra å renne ut over skrånningen. I halvskjæring skal det på linjens innside være tett linjegrøft med et visst minimumsfall til stikkrenne. Når jordarten er vannførende, har erfaringen vist at det er nødvendig å ta drenggrøfter, først og fremst i skjæringsskråninger, men også i fyllingsskråninger. Videre vet vi at innplantning av trær eller annen

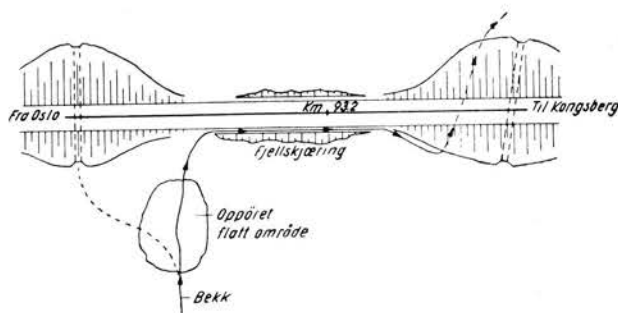


Fig. 1. Smeltevannsbekk på gale veier den 21. desember 1959.

vegetasjon med kraftig rotvekst gjør overflaten seig og motvirker erosjon og overflateras. Det skal være tilstrekkelig mange og store gjennomløp for vannet, og disse stikkrennene må spesielt i hellende terreng og erosjonsfarlig jord ha en meget solid fundamentering. Viktig er det at det foran stikkrenne-innløpene er romslig, slik at ikke snø eller nedsegne jordmasser tetter innløpene.

Alle disse generelle foranstaltninger for å sikre vannet et ufarlig løp har det til felles at de ikke er evigvarende. De trenger tilsyn og reparasjoner, og det hviler et stort ansvar på dem som er satt til å vokte på linjens sikkerhet.

Det står ikke til å nekte at dette vedlikeholdsarbeidet har vært mindre enn ønskelig i en etterkrigstid med så mange andre krav til fornyelser og utbedringer. Det kan også diskuteres om de sikrings tiltak som er blitt gjort, er blitt utført på en riktig måte, og spesielt om de uten merutgift kunne ha fått en mer varig utførelse.

#### Åpne og lukkede grøfter

Først noen ord om planeringsarbeidet. Vi har i norsk vei- og jernbanebygging ikke vært kresne når det gjelder valg av jordmasse til jordfyllinger. Vi har vanligvis tatt massen i nærmeste skjæring, selv om massen var mo og mjæle, det som hos oss går under navn av kvabbmasser. Det var stabilitetsmessig en fordel at anlegget tok lang tid, slik at skråninger fikk tid til å avvannes. Det har imidlertid vist seg at mange skjærings- og fyllingsskråninger har behov for kunstig drenering. Og her kommer vi frem til temaet åpne og lukkede dreneringsgrøfter.

La oss se på et normalt profil, fig. 2, og la oss begynne med overvannsgrøften. Overvannsgrøften har som oppgave å hindre overflatevann fra å renne ut over skjæringsskråningen. Hos oss er det først og fremst i snøsmeltingsperioden at de funksjonerer og gjør nytte. Det er en betingelse at de er relativt tette i bunnen og at de har godt fall. Grøften må derfor enten være så dyp at den når ned i finkornige og tette jordlag, eller den må forsynes med et kunstig tetningslag i bunnregionen. En overvannsgrøft som ikke er tett i bunnen og som kanskje også har dårlig fall, er direkte farlig for skjæringsskråningen, og det hadde vært bedre om man ikke hadde hatt grøften. Overvannsgrøften trenger oppsyn og utbedringer, men dessverre blir det undertiden glemt fordi den ligger langt fra skinnegangen.

Drensgrøften i skråningen skal ikke ligge på skrå, men normalt på linjeretningen. Hos oss er stein blitt brukt som grøftefyll, fordi stein er lett tilgjengelig

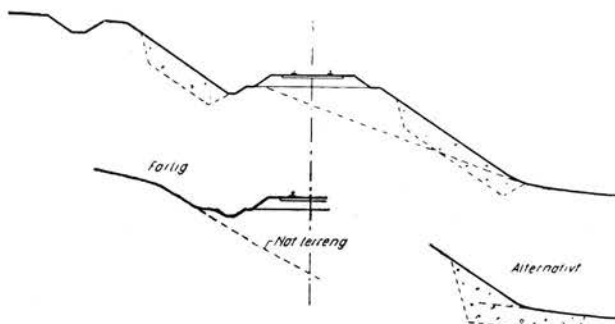


Fig. 2. Overvannsgrøft, linjegrøft og grusfylte grøfter i skråninger.

og fordi man har hatt tro på de store hulrommene mellom steinene. Erfaringen viser at i mo- og mjælejordartene, de jordarter som har størst behov for tørrlegging, der blir bunnen utsatt for erosjon og steinfyllen går tett. Ifyllingsmaterialet skal være tilpasset den omgivende jord, slik at det blir en varig filtervirkning. Filtermaterialet vil bli behandlet senere.

Lukkede dreneringsgrøfter i skjæringskråninger kan etter min mening munne ut i linjegrøften (fig. 2). De må da gis en god fot. Hvis linjepartiet av en eller annen grunn har lukket, langsgående og avskjærende dreneringsgrøft, er det naturlig å la skråningsgrøftene munne ut der, forutsatt at den langsgående grøften tåler merbelastninger.

Linjegrøftene, så enkle som de er, er slett ikke uten problemer hos oss. Hvis de har dimensjoner og fall som angitt i normalene og grøftebunnen er tett, så er alt i orden. Men hvor ofte er det tilfelle? Vi plages ennå på gamle driftsbaner med for grunne linjegrøfter, og vanligvis får nedsegne skjæringskråninger skylden. Skjæringen er blitt for trang i bunnen. I noen tilfelle er dette riktig, men like ofte skyldes det at skinnegangen ligger for lavt, lavere enn den opprinnelige beliggenhet. Synkningen kan skyldes deformasjoner i undergrunnen som følge av togveksten — og da særlig i finkornige sand- og mjælejordarter i våte perioder. Undergrunnen trykkes til siden og løfter bunnen i linjegrøften. Baneavdelingens folk utfører nødtørftig fordypning av linjegrøften og gir dermed anledning til fortsatt synkning. Vi har i en rekke tilfelle hatt anledning til å konstatere at linjen ligger 2—5 desimeter for lavt.

I slike tilfelle valgte man hos oss tidligere å skifte ut massen under linjen med stein, grus eller lokomotivslag i en bredde av 3—4 m, og oppnådde dermed både å få en drenering av ballasten og et noenlunde frostsikkert fundament. Det ble så som så med vedlikehold av linjegrøften. Fra denne tiden

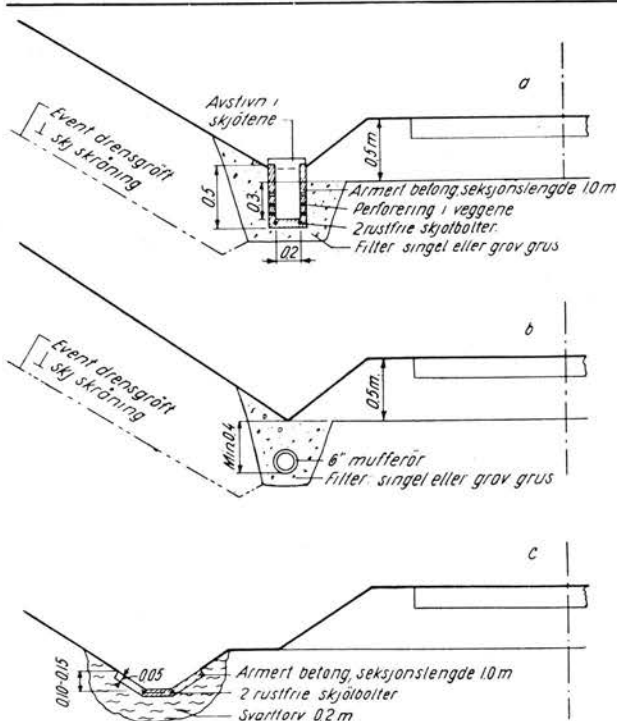


Fig. 3. Nødsforanstaltninger i trange skjæringer, fig. a og b. Løfting av linjen hadde vært en bedre løsning. Utføring av bunn i vanngjennomslippelig linjegrøft, fig. c.

stammer betegnelsen *drenstrauet*, en betegnelse som ennå henger igjen, og som ikke må brukes om den moderne frostisolering, fordi den forvirrer begrepene. Den effektive frostisolering skal som beskjent bestå av mest mulig fuktig bunnlag og tørrest mulig bærelag. Det er et beklagelig faktum at drenstrauet har vært en halvforanstaltning og en lite varig foranstaltning. Det førte også med seg at respekten for linjegrøftene forfalt.

Det er viktig av hensyn til frostisoleringen å ha et tørt ballastlag, men det er minst like viktig for å kunne opprettholde en justert skinnegang. En fuktig eller til og med dykket ballast er direkte årsak til stort vedlikeholdsarbeid. Jeg vet at dette er gamle sannheter, men det er fremdeles nødvendig å propagandere for tørrelegging av ballasten — vi må opp av sumpen.

Hvis skjæringen av en eller annen grunn er blitt for trang i bunnen slik at det ikke er plass for normale linjegrøfter, er det en utvei å gå på skjæringsskråningene. Det kvier en seg for å gjøre i en vegetasjonsdekket høy skjæring. En kunstig utforming av linjegrøften ved betongutføring, som vist på fig. 3 a, kan anses som en brukbar løsning i spesielle tilfelle. Tildekket rørgrøft er en annen nødutvei, fig. 3 b. Den generelle løsning i trange skjæringer må være løfting av linjen.

I denne forbindelse må nevnes linjegrøften som

ikke er tett i bunnen. Her blir det lett en forsinking i grøftebunnen, ofte kjennetegnet ved stillestående vann, og tilsvarende stigning i linjen. Under ekstraordinære nedbørsforhold kan dette, spesielt i halvskjæring, føre til linjebrudd. Den tidligere brukte metoden med å fore bunn og sider med tette masser som leire eller formuldet torv krevde særlig omhyggelig utførelse, og er vel ikke i pakt med tiden. Vi har på en del steder utført betongutføring av linjegrøften, fig. 3 c. Utføringen består av nettingarmert 5 cm tykk betong i 1 m prefabrikerte lengder. Skjøtene er buttskjøter uten fortanning, og de enkelte lengder låses fast til hverandre ved hjelp av 2 rustfrie stålpinne. De fundamenteres i svarttorv, som hindrer lekkasje av vann gjennom skjøtene og som også minsker og jevner ut telehivingen.

I andre tilfelle må en gripe til en langsgående lukket og dyp drensrøft for å få avskåret vannførende jordlag.

#### Filtermateriale

Grøftefyllen skal være en pålitelig *filtermasse*. Lokomotivslag har vist seg å ha fortrinlige egenskaper, men vi har dessverre ikke dette stoffet lengre. Vi kommer til å savne lokomotivslaget både til filtermasse, til lett fyllmateriale og til frostisolasjon. Som filtermateriale er imidlertid grus med passende fraksjonering fullt brukbar. Grus med tilnærmet samme fraksjonering som den som kreves etter ballastnormen, er vanligvis brukbar. I særlig fuktige skrånninger har man med hell dekket hele skrånningen med f. eks. 1 m tykt gruslag. Vi har erfaring for at sand-gruslaget har vært for finkornig og derfor glidd og vasket seg. Dette skjedde i den 30 m høye og våte skjæringsskrånningen med helling 1 : 1,5 i Gullsmedvikskjæringen nord for Mo i Rana. Siktekurven for denne sanden er fremstilt på fig. 4 sammen med normkurvene for norsk ballastgrus.

La oss prøve *filterregelen*. Gruskurven som skiller mellom god og meget god ballastgrus, er tilstrekkelig som filter for alle moderjordarter med siktekurver mellom punkt 1 og 2. Kornstørrelsen 1 og 2 er femteparten av 15 % størrelsen for filtermaterialet. Punktene 3 og 4 er tilsvarende grensetall for gruskurven som skiller mellom ubrukbar og brukbar ballastgrus. De aller fleste kvabbjordarter har i praksis siktekurver som ligger under punktene 1 og 3 og over punktene 2 og 4.

På fig. 5 er vist et praktisk eksempel. En sandig ballastgrus har i mer enn 80 år stått sin prøve like overfor en finkornig og ondartet kvabbjord. Under teleløsning og trafikk er kvabbjorden flytende, og

### Kornfordelingskurver.

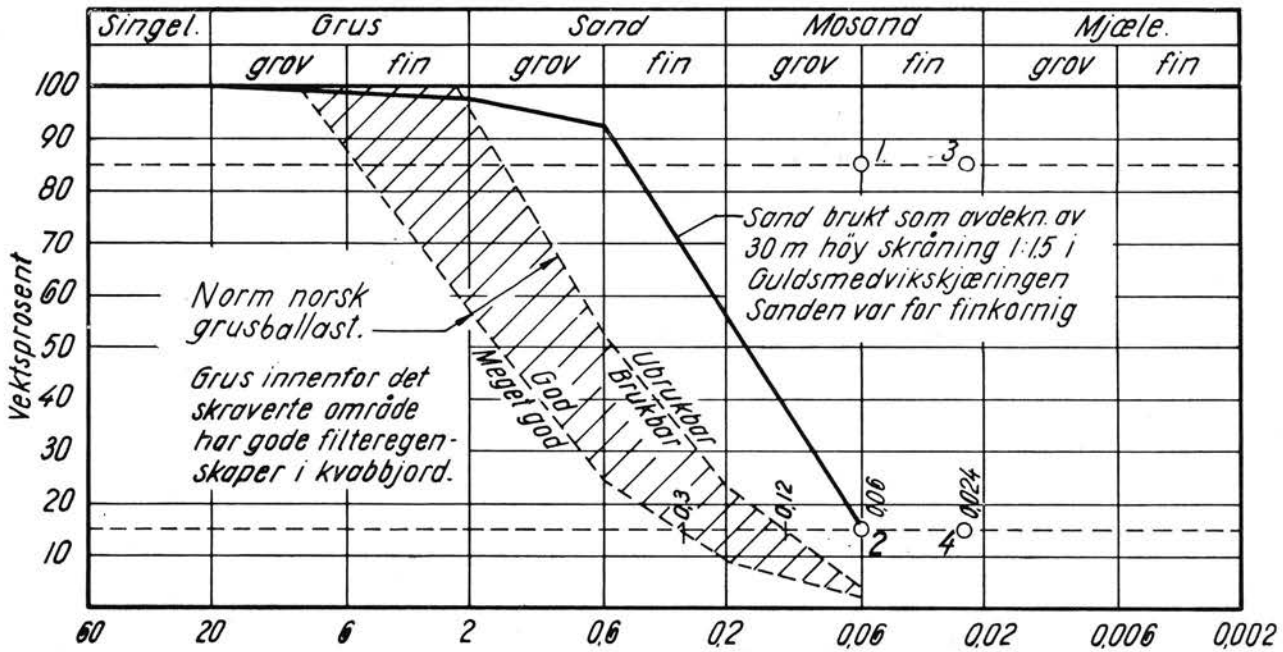


Fig. 4. Grus til avdekning og stabilisering av våte skrånninger bør være like grov som normen for grusballast. Denne grus har også tilfredsstillende filteregenskaper i drengrofter.

påkjenningen på filtermassen må ha vært like stor som i en drengroft. Etter 80 år var grensen mellom grus og kvabbjord helt skarp. Etter filterregelen er denne grusen tilstrekkelig som filter for alle kvab-

kurver mellom punktene 1 og 2. Eksemplet bekrefter påstanden om at naturgrus, av samme kvalitet som vi i Norge bruker som ballastgrus, er et utmerket filtermateriale.

### Kornfordelingskurve.

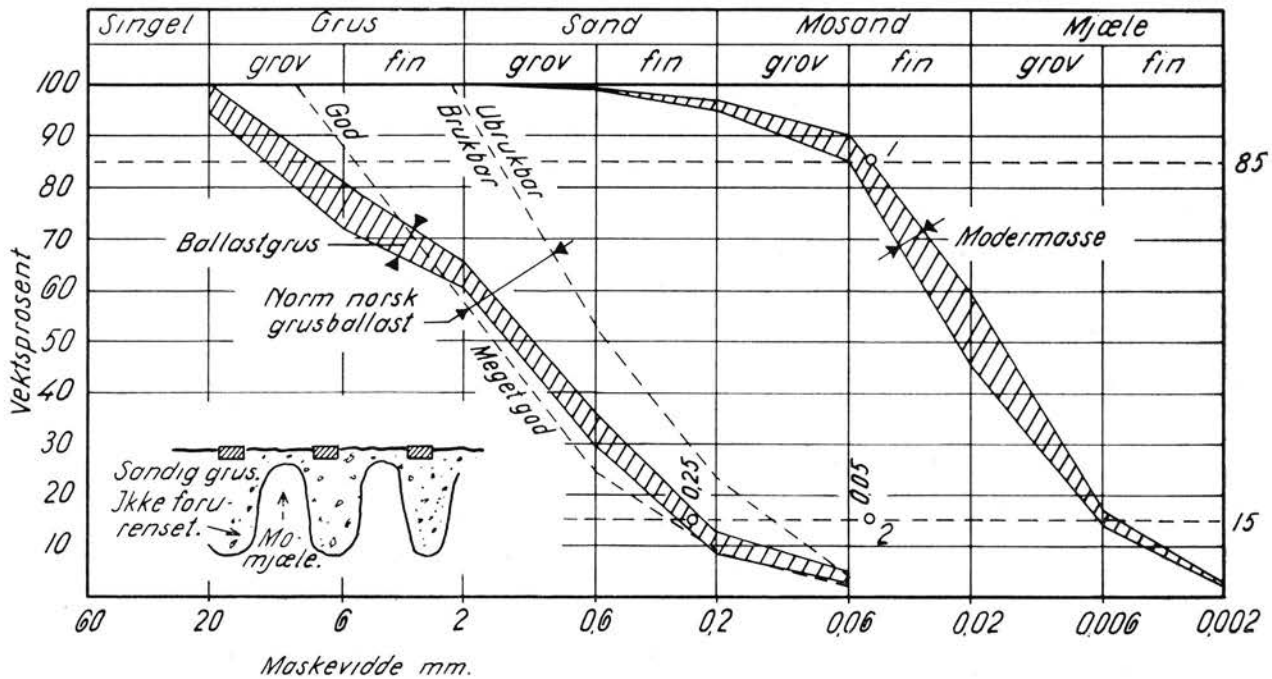


Fig. 5. Sandig ballastgrus på Rørosbanen km 311,66, som har stått sin prøve som filtermateriale. Undergrunnen har valket seg opp mellom svillene under teleløsning, men etter 80 år var grense mellom grus og kvabbnivskarp.

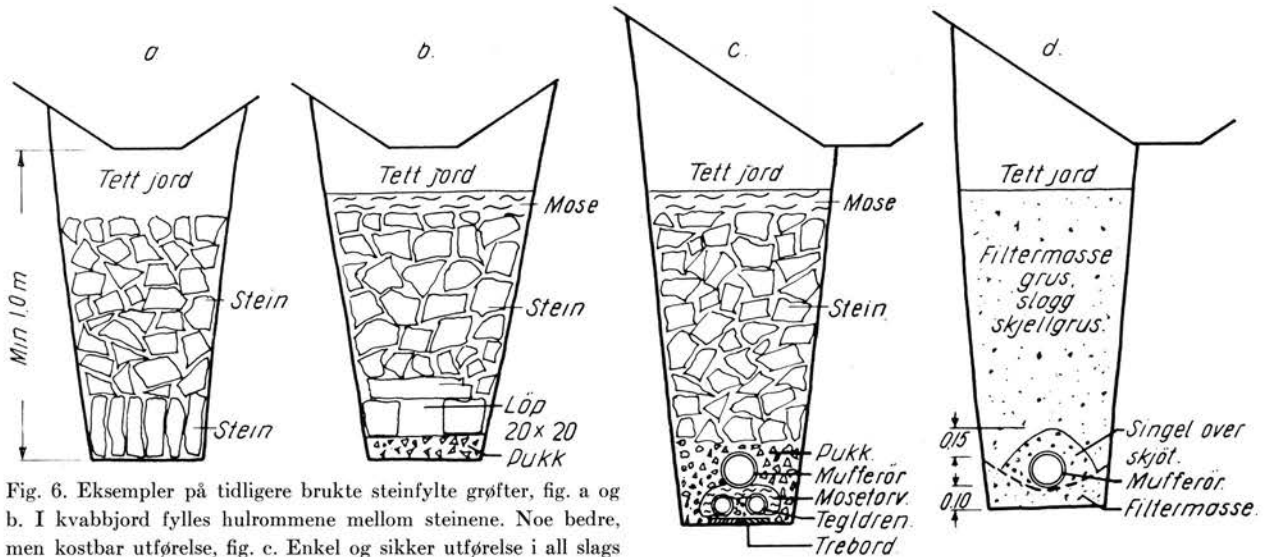


Fig. 6. Eksempler på tidligere brukte steinfylte grøfter, fig. a og b. I kvabbjord fylles hulrommene mellom steinene. Noe bedre, men kostbar utførelse, fig. c. Enkel og sikker utførelse i all slags grunn, fig. d.

**Lukket drengroft med rør**

Den lukkede avskjærende drengroften trenger et eget kapittel. Den skal føres ned til tilstrekkelig stort dyp, helst ned i tett jord. Den skal ha evnen til å føre og lede bort det vannet som avskjæres. Ifyllingsmateriale og rør skal være av en slik art at drengvirkningen er varig. En lukket drengroft som etter få år går tett, er sløseri med penger, men langt verre er det at den er direkte farlig. Er først vannet blitt ledet inn i en kunstig bane, og dette løpet så tilstoppes, er det også stor mulighet for at oppsamlede mengder med vann baner seg vei gjennom linjen på et lokalt sted.

Det er sikkert delte meninger om hvor den langsående grøften skal plasseres. Den kan legges et lite stykke opp i skjæringsskråningen for å hindre vann fra linjegrøften fra å trenge ned i grøften. Den kan legges under linjegrøften, hvor det unektelig er den beste arbeidsplassen, og endelig kan den tenkes plassert mellom linjegrøft og svillende hvis formålet er å senke grunnvannstanden under formasjonsplanet. Riktigst er det vel å si at plasseringen kan bli noe avhengig av formålet.

Den mest alminnelige utførelse hos oss har vært steinfylt grøft med oppbygget steinløp i bunnen. Oventil avdekning med grøftejord eller tilført tett jord, fig. 6 a og b. Standardgrøften fra den siste store anleggsperiode i jernbanen er steinfylt grøft med to rader drengrør av tegl og overliggende mufferør, fig. 6 c. Inspeksjons- og renseskummer er lagt inn med ca. 50 m mellomrom, og mufferøret fører vannet fra kum til kum. Når denne grøfteutførelsen stort sett har vist varig drengvirkning, skyldes det i vesentlig grad at mufferøret er intakt.

Det har vært god tilgang på stein ved norske anlegg, og man har nok også ment at stein med store hulrom ledet vannet godt. Erfaringen viser at i vannførende mo- og mjølejordarter, nettopp de jordarter som har størst behov for drenering, fylles hulrommene mellom steinene etter kort tid, og steinfyllingen blir ineffektiv.

Som drengrør brukes hos oss de konvensjonelle muffeløse teglsteinsrør som legges butt i butt. De brukes overalt i landbruket, i drenggrøfter for kjellermurer og til dels også i viktige tekniske grøfter. I beste fall legges teglrørene ut på et treunderlag, og skjøtene dekkes med mose, treull eller liknende. Derover stein, og til slutt jord. Vi vet av smertelig erfaring at de muffeløse teglsteinsrørene lett forskyves ved overfylling og etter kort tid sandes igjen. Videre at overfylt stein og tilbakefylt jord etter få år blir tett, slik at den kostbare grøften i hele sin høyde blir ineffektiv. Det undrer meg at denne slendrianen og dette pengesløseriet får lov til å fortsette.

Den enkle og sikre løsningen er mufferør som ikke kan forskyves og som er helt omhyllet av filtermasse, fig. 6 d. Ett stort rør er bedre enn to små. Med kummer for hver 40—50 m kan disse drengrørene om ønskelig spyles. Grøftebunnen avdekkes med minimum 10 cm filtermasse og mufferørene legges ut tettest mulig. For å være helt på den sikre siden dekkes skjøtene med singel. Og selvfølgelig skal grøften fylles opp så høyt som mulig med filtermasse. Grøftebredden skal være minst mulig, men bred nok til at mufferøret får 15 cm omhylling av filtermasse. Mufferørene skal som nevnt legges tettest mulig, det blir allikevel i kraksis rikelig åpning for vann.



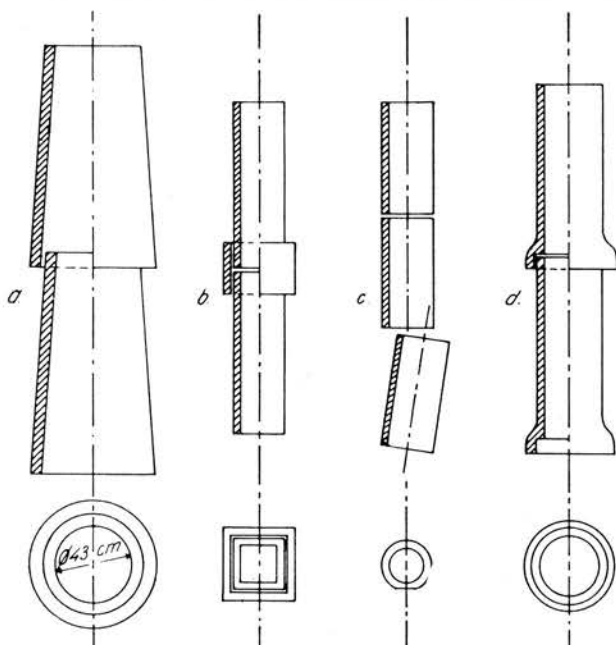


Fig. 7. Drensrør av tegl i de pontiske myrer syd for Rom, ca. 160 år f. Kr., fig. a. Firkantet teglrør med løs muffe gjenfunnet i kjellerdrenering for bygning fra 1700-tallet i Trondheim, fig. b. Konvensjonelle muffeløse teglrør, som lett forskyves, fig. c. Kloakkrør med åpne skjøter er et godt drensrør, fig. d.

**Drensrørets utforming**

Drensrør med muffevirkning er ikke noen ny idé, men bruken av slike rør synes å ha gått i glemmeboken. Fig. 7 a viser koniske drensrør av tegl brukt ca. 160 år f. Kr. til tørrlegging av de pontiske myrer syd for Rom. Rørene er gjengitt etter beskrivelse i Aschehougs konversasjonsleksikon, Oslo 1957, og ble skjøtt ved at rørene skyves litt inn i hverandre. Diameteren var angivelig 43 cm. Fig. 7 b viser firkantede drensrør av tegl med løs muffe. Rørene ble gjenfunnet da man tok ut en jernbaneskjæring for Stamne—Leangenlinjen i Trondheim, og drensledningen kom fra kjellerdreneringen fra et hus fra 1700-års tallet. Drensrørene er blitt beskrevet av avdelingsingeniør H. Hartmark, som var assistentingeniør ved anlegget. Til sammenlikning er på samme figur tatt med det konvensjonelle muffeløse drensrøret og et vanlig kloakkrør med muffe. Det kan vel ikke være tvil om at det konvensjonelle og det fremdeles mest brukte drensrøret uten muffe, er den dårligste løsning hva utformingen angår.

Man har hatt en del dårlige erfaringer med betongrør i surt og aggressivt grunnvann. Betongen i dag er imidlertid vesentlig bedre og dertil frostsikker.

Teglverkene bør ta opp konkurransen og finne frem til en mer hensiktsmessig skjøt for teglrørene. Vil man til enkelte formål fortsatt holde på de

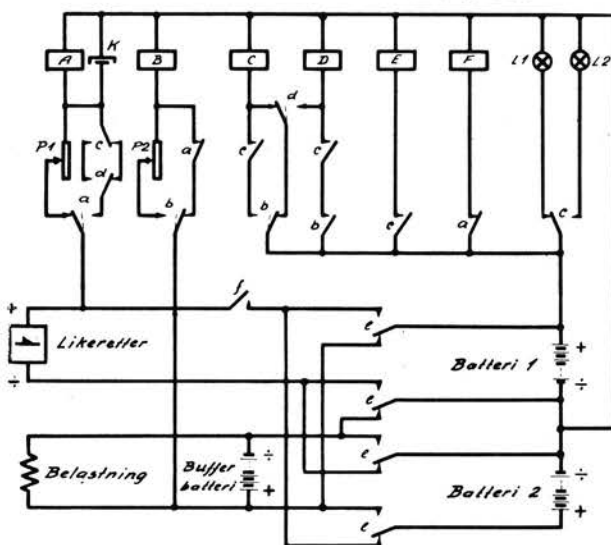
muffeløse teglrørene, må de hindres i å forskyves. En mansjett av perforert plast skulle være en brukbar løsning. Mansjetten kunne bestå av plastbånd 100 × 1 mm. Knaster som hindrer tett omslutning av rørene kan kombineres med lettvt påknepningsanordning. Denne mansjetten skulle kunne løse tre oppgaver: 1. hindre sideforskyvning, 2. sikre mot inntrengning av filtermateriale, hvorved singeloverdekning kan spares, 3. ha en viss filtervirkning, f. eks. i landbruksgrøfter, hvor man hittil ikke har satt store krav til fyllmassen i grøftene.

**Sluttbemerkning**

I de nærmeste år skal rasjonaliseringsarbeidet ved NSB intensiveres. Hva linjen angår, skal det på eldre baner legges inn tyngre skinner, det skal pukkballasteres, og telehivningen og skoringen skal elimineres. Disse tre arbeidene, som for øvrig bør utføres i den omvendte rekkefølge, er meget omtalte og høyst påkrevde arbeider. Linjens tørrlegging er kanskje ikke glemt, men dette arbeidet er ikke blitt fremhevet på en slik måte som det fortjener.

Målet er en sikker linje som krever et minimum av vedlikeholdsarbeid. En god og varig drenering av linjen, som gir oss rolige jordskrånninger og tørrlagt ballastlag, er en vesentlig betingelse for at dette målet kan bli nådd.

**AUTOMATISK BATTERIVAKT**



I nr. 2 for 1960, side 62, hadde det dessverre inn-sneket seg en feil ved tegningen til avd.ingeniør T. Madssveens artikkel «Automatisk batterivakt». Vi bringer her den riktige tegning.

## TOGRUTER

Av overinspektør Trygve Meinstad

DK 656.222.5(481)=396

96

Det er meget nølende jeg følger oppfordringen fra redaktøren om å skrive om ruter, og med en kort tidsfrist. På den annen side er det nettopp tidsfristen som er det karakteristiske for ruten; man skal være fremme til bestemt tid, som regel på kortest mulig tid. Det gir jo en viss impuls.

Ruten er ved jernbanedrift en ordre om fremføring av tog. Etter tjenestereglementets bestemmelser er et tog «enten et eller flere lokomotiver med en eller flere vogner, løsløkomotiv (løsløkomotiver), motorvogn eller tung motortralle...»

Togene inndeles i ordinære tog, som er gitt nummer i gjeldende Rutebok for jernbanens tjenestemenn, og som kjøres uten særskilt ordre. Ekstratog er tog som alltid kjøres etter særskilt ordre og som betegnes med nummer eller bokstav.

Rutene deles inn i forskjellige kategorier. Vi har togrutene i Rutebok for jernbanens tjenestemenn, vi har trykte eller mangfoldiggjorte ekstratogruter, og vi har telegrafiske ruter. Det er faste regler og bestemmelser for hvorledes disse rutene skal formes og hva de skal inneholde. — Refereres skal bare her at rutene i tjenesteruteboken skal ha togets nummer eller bokstav, angivelse av togslag, hvilke dager og over hvilke strekninger toget kjøres, hvilke vognklasser det har, største tillatte akseltall, avstand i kilometer mellom stasjoner, stoppesteder og holdeplasser og hvorvidt noen del av banestrekningen er dobbeltsporet og i tilfelle hvilken. Ennvidere skal anføres utgangs-, ende- og mellomstasjoner, hvilke stoppesteder og holdeplasser toget skal stoppe ved, og ordinær kjøretid mellom stasjonene. Signalbildene fra faste signalapparater for inn- og utkjøring og nummerne på de spor som det kjøres inn på skal angis. Endelig har vi selvsagt tiden for togets ankomst, opphold og avgang, om det er signalstopp ved stasjon, stoppested og holdeplass eller om det er gjennomkjør uten stopp ved stasjon. Rutene skal dessuten inneholde de viktige opplysninger om hvor toget på enkeltsporet bane skal krysse andre tog og ved enkeltsporet og dobbeltsporet bane hvor toget skal kjøre forbi eller kjøres forbi av andre tog. Det er gitt nærmere regler for hva kryssing og forbikjøring er. Disse regler kan for utenforstående i enkelte tilfelle synes pussige, men er i virkeligheten helt logisk oppbygget.

## «Ruteboka»

Når vi her i dagligtale sier «Ruteboka», er det Rutebok for jernbanens tjenestemenn man har i tankene, ikke Rutebok for Norge. Denne siste er beregnet på offentligheten og inneholder også ruter for rutebiler, ferjer, skip og fly. «Ruteboka» deles ut til jernbanens tjenestemenn etter fastsatte regler. Som en alminnelig regel kan man si at alle hvis tjeneste berøres av toggangen, får den. Den trykkes for tiden ny for hvert år, så vidt vites er det etter krigen bare Stavanger distrikt som et år har vært i den heldige situasjon at man har sluppet ny trykking. Den er i Drammen distrikt forsøksvis sendt ut i løsbldsystem for at man lettere skal kunne rette og føye til ruter, og fordi den da er greiere å montere for lesing på lok. o. lign.

Ved siden av Tr og Sr er Ruteboka driftspersonalets viktigste ordrebok. Den må alltid holdes å jour.

Dette gjelder de tabellariske ruter.

## Grafiske ruter

Ved siden av dette har man det geometriske hjelpemiddel, den grafiske rute, som vel alle kjenner, i alle fall av utseende. Her fremstilles toggangen ved å sette ut tiden som abcisse og strekningen som ordinat — i enkelte land, som Danmark, omvendt. Man forbinder de utsatte punkter med streker; for det øvede øye får man da et meget klart bilde av togenes gang. Den grafiske rute er uten sammenligning det viktigste hjelpemiddel man har i ruteleggingen.

Man kan lese alt av en grafisk rute: stasjonenes beliggenhet, antall spor og sporengder, avstigning, påstigning, togopphold, kryssninger, forbikjøring, korrespondanser.

Som regel må man tegne opp det grafiske bilde før man skriver ruten, i alle fall ved enkeltsporet drift.

Togets art fremgår på den grafiske rute av den måte streken er tegnet på. De tykkeste strekene angir for eksempel ekspressstogene, strekede tynne linjer angir godstog på hverdager etc. Det er egne tegn for hvorvidt de stasjoner som fins på strekningen, er betjente eller ikke, for passering eller stopp osv. Likesom en øvet kartleser straks ser om stien eller veien ligger godt i terrenget, ser

Norsk Hoved-Jernbane.

Passageer- og Gods-Trainenes Time-Seddel paa og efter den 1ste August 1854.

Afgaae fra.	Op.						Afgaae fra.	Ned.					
	Paa Sogndage.					Paa Søndage.		Paa Sogndage.					Paa Søndage.
	Nr 1.	Nr 2.	Nr 3.	Nr 4.	Nr 5.	Nr 1.		Nr 1.	Nr 2.	Nr 3.	Nr 4.	Nr 5.	Nr 1.
Christiana	5.15. F. M.	7.30. F. M.	8. 0. F. M.	12.45 F. M.	5. 0. E. M.	7.30. F. M.	Eidsvold til Christiania	Strømmen til Christiania	Eidsvold til Christiania	Strømmen til Christiania	Eidsvold til Christiania	Strømmen til Christiania	Eidsvold til Christiania
Byen	—	—	—	—	—	—	Gods	Gods	Gods	Gods	Gods	Gods	Gods
Grovdal	5.45.	7.50.	8.30.	1.15.	5.20.	7.50.	Passageer.	Passageer.	Passageer.	Passageer.	Passageer.	Passageer.	Passageer.
Strømmen	6.15.	8.15.	8.55.	1.40.	5.45.	8.15.	—	—	—	—	—	—	—
Jernbros Sidebane	—	—	9. 5.	1.50.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Frogner	6.50.	8.45.	—	—	6.15.	8.45.	—	—	—	—	—	—	—
Kloften	7.20.	—	—	—	6.30.	9. 5.	—	—	—	—	—	—	—
Trøgstad	ankommer 7.45. afgaar 8.32.	9.30.	—	—	ank 6.50. afg 7. 5.	9.30.	—	—	—	—	—	—	—
Dahl	9. 0.	10. 0.	—	—	1.30.	10. 0.	—	—	—	—	—	—	—
Eidsvold	9.10.	10.30.	—	—	8. 0.	10.50.	—	—	—	—	—	—	—

Kun til Brug for Controlret og de ved Jernbanens ansatte Betjente.

Anmærkninger.

- a) Godstrinet Nr 1 fra Christiania skal gaae i Sidebanen ved Trøgstad Station, indtil Passageertrainet Nr 1 fra Eidsvold har passeret.
- b) Passageertrainet Nr 1 fra Eidsvold skal gaae i Sidebanen ved Kloften Station, indtil Passageertrainet fra Christiania har passeret.
- c) Passageertrainet Nr 3 fra Eidsvold maa stande 900 Alen nordfor Jernbroens Sidebane, og først da det kan passere videre, maa Godstrinet Nr 3 fra Christiania blive bragt ind paa denne Sidebane.
- d) Godstrinet Nr 3 fra Eidsvold maa stande 900 Alen nordfor Jernbroens Sidebane, og først da det kan passere videre maa Godstrinet Nr 4 fra Christiania blive bragt ind paa denne Sidebane, og sjaald det ansees nødvendigt, vil Locomotoren til Godstrinet Nr 4 hjelpe det op ad Skråningen.
- e) Passageertrainet Nr 5 fra Christiania maa gaae i Sidebanen ved Trøgstad Station for at tillade Passageertrainet Nr 5 fra Eidsvold at passere.

Remarks.

- a) Down Goods Train from Christiania must shunt in to the Siding at Trøgstad until Nr 1 Passenger Train from Eidsvold has passed.
- b) Down Passenger Train from Eidsvold must shunt in to the Siding at Kloften Station until Nr 2 Passenger Train from Christiania has passed.
- c) Down Passenger Train must come to a stand 600 yards north of the Iron Bridge Siding, as Nr 3 Up Goods Train from Christiania must be shunted in to that Siding before it can pass.
- d) Down Goods Train must come to a stand 600 yards north of the Iron Bridge Siding as Nr 4 Up Goods Train from Christiania must be shunted in to that Siding before it can pass, and it will be assisted up the Incline by the Engine of Nr 4 Up Goods Train if necessary.
- e) Up Passenger Train must shunt in to the Siding at Trøgstad to allow Nr 5 Down Passenger Train to pass.

Christiania, den 1ste August 1854.

S. B. Shaw.

en øvet rutelegger om et tog ligger godt i terrenget, om det er lett å fremføre eller om ruten ligner et hinderløp med kryssing på mange og dårlig utstyrte stasjoner. Ruten ligger «fritt» når det er få og sikre kryssninger.

Som tidligere nevnt, er det fastsatt at alle tog skal benevnes med nummer eller bokstav. Nummereringen skjer etter bestemte normer. Nevnes skal at ekspressstogene er gitt tallene under 100 og første siffer følger hovedpersontogenes siffer. Eksempelvis heter dagtoget Oslo Ø—Trondheim tog nr. 401, ekspressstog nr. 41. Togene Oslo V—Stavanger går på 700-tallet hva gjelder persontog, og på 5800-tallet når det gjelder godstogene. Rørosbanen har 300-tallet, godstogene der 5250-tallet. Bergensbanens dagtogs nummer kjenner vel alle fra filmen «602 skal frem». Lokaltogene har egne serier. Odde tall betegner tog fra Oslo, like tall tog til Oslo. Det er bare mellom Eidanger og Skien at det forekommer odde og like tall på tog som kjører i samme retning.

Dubleringstogene får egne nummerserier, derfor heter dubleringen for tog 701 Oslo V—Kristiansand tog nr. 2213. Kipper som går fast, gis ofte bare bokstavbetegnelse.

Rutenes betydning

Rutene har meget stor betydning for jernbandedriften. De er ofte helt avgjørende for banens økonomi, idet ikke bare inntektene følger dem, men også utgiftene. De følges nøye av publikum og av våre egne, undergis kritisk gransking både innen etaten og utenfor. Og som regel med rette, de er faktisk den vesentligste del av jernbanens ansikt utad, eller i alle fall det viktigste trekk av ansiktet utad.

Jernbanens tekniske standard gir seg også som regel klart uttrykk i rutene, for en driftsmann gir sammenligningen mellom for eksempel strekningen Amsterdam—Utrecht og Kongsberg—Rødberg et pregnant uttrykk for forskjellen mellom tettbebyggelsen i førstnevnte land og de spredte enkeltgårder i sistnevnte dalføre. På begge steder er fremdeles jernbanen en livsnerve man ikke uten store skadevirkninger kan kutte over.

På den annen side gir ikke illustrasjonen over Hovedbanens ruter i dag og for 75 år siden noe fullverdig uttrykk for utviklingen. Man må jo i dag addere til den voldsomme biltrafikk (og nå endog traktortrafikk) for å få et riktig bilde av denne.

**TOGTABEL**  
For  
Christiania-Drammen og Drammen-Randsfjord Jernbanerne  
Gjælder fra 12<sup>de</sup> Mai 1873.

Mile fra Christiania	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mile fra Randsfjord
Christiania	0,0																								12,7
Tyskestranden	0,3																								12,4
Lysaker	0,5																								12,2
Sandviken	1,2																								11,5
Hvalstad	1,7																								11,0
Asker	2,0																								10,7
Røken	3,0																								9,7
Lier	4,0																								8,7
Bragerøen	4,5																								8,2
Drammen	6,7																								8,0
Gulskogen	4,9																								7,8
Mjøndalen	5,7																								7,0
Hougsrud	6,2																								6,5

Hvorvidt det kan tas bare som uttrykk for høy økonomisk levestandard eller for at vi er kommet svært mange skritt nærmere maurtuetilværelsen er vel en mentalitetssak.

**Rutearbeidets gang**

Som nevnt trykkes nye rutebøker hvert år — det er «Rute-endringen». Den foregår som oftest i månedsskiftet mai/juni over nesten hele Europa. Hvor rutearbeidet starter, kan vanskelig angis. Det hele har jo nå vært et sammenhengende hele i svært mange år, begynnelse og slutt går inn i ringen uten ende.

Man kan dog si at våre store hovedforbindelser er avhengige av utenlandsforbindelsene. Disse siste fastsettes på den store europeiske konferansen, som regel i september/oktober måned. Den holdes i år i Leningrad. Det er landene i Sentral-Europa som har de avgjørende lodd å kaste i vektskålen på denne konferansen. Man må dog si at det vises stor evne til å ta hensyn til hverandre, og at viljen til samarbeid er det fremtredende på disse konferanser.

Våre utenlandsforbindelser har ligget ganske faste i en del år nå, slik at det vel neppe er disse som skaper de bevegelsene i rutene som gir sitt utslag i ny rutebok hvert år. Det er imidlertid en rekke faktorer som er medvirkende og bestemmende ved ruteleggingen. Man er svært bundet ved kjøringen på skinnene, men i de senere årene har man vel også fått øynene opp for at man står meget fritt i forhold til veitrafikken på andre måter. Det synes som om tiden arbeider til gunst for oss på dette området.

Innen 1. desember skal distriktene ha sendt sine forslag til kommende års ruter til Hovedstyret. I Hovedstyret undergis de en første behandling og

sendes deretter ut til Tilsynskommisjonene, som i møte med Hovedstyrets representanter og distrikts-sjefen kommer med sine bemerkninger. Ofte er disse bemerkninger vanskelig å imøtekomme, men der det overhodet kan gjøres, tøyser man seg lengst mulig. Legmannsskjønnet er ofte verdifullt.

Ruteforslagene blir så videre bearbeidet i Hovedstyret og distriktene før de endelig godkjennes av Hovedstyret. Selvsagt kan det mange ganger komme endringer til siste dag — og etter den tid også. Det er særlig godstogene man ofte bearbeider lengst mulig for å gi dem eller andre tog en friere gang og heldigere beliggenhet.

Rutene tegnes så opp i distriktene. De grafiske ruter sendes inn til Hovedstyret, i hvis regi de blir trykt. Tjenesteruteboka trykkes ute i distriktene. Som en kuriositet kan fortelles om den gode forbindelse mellom trykkeri og rutekontorene at det hender setteren er så godt kjent med stoffet at han har rettet feil for eksempel i sporbruk og signalbilder, feil som rutekontorene i første omgang har oversett.

Stasjonsmestrene har også fått gitt uttrykk for hva de mener, og sender inn oppgave over ønsket sporbruk mv. Det holdes i enkelte distrikter dertil møter med representanter for det kjørende personale om høsten for å drøfte sommerens erfaringer.

Ruteboka leses i korrektur tre-fire ganger. Alt granskes på det nøyeste, men det er klart at alle feil kan ikke unngås eller hindres; man får da rettel-sene til ruteboka som del av Tillegg I idet boka sendes ut til personalet. Dette skal være i god tid før ruteendringen.

Rutebok for Norge skal også ha sine manuskrip-ter, alle oppslag på stasjoner og holdeplasser, i ho-teller, butikker, alle lommeruter, ruteannonser mv.

skal bringes helt à jour før den store dag for ruteendringen inntrer.

Svenskene har ny ruteendring bare annet hvert år. Det er selvsagt at hvis slikt kunne gjennomføres også her, ville man spare mange penger. Man ville også få mer ro over rutearbeidet, samlet flere erfaringer før endring ble foretatt. Man burde søke å komme over til en slik ordning i de distrikter som er full-elektrifisert eller full-dieselisert.

Jeg nevnte tidligere at utenlandstogene har ligget faste en del år. Det er en sannhet med modifikasjoner, idet sommertiden, som ble innført — dessverre bare i Norge — har ført til en del ulemper. Delvis har man mistet viktige forbindelser, for eksempel fra Sverige/Danmark til Sørlandsbanen, og delvis har Oslo distrikt fått ulempene ved å måtte ha to ruteordninger og tre ruteendringer hvert år på Østfoldbanen og Kongsvingerbanen.

Alle kjenner togenes mer eller mindre sikre gang og kan kommentere denne ut fra sine erfaringer og forutsetninger. Det er imidlertid *toglederen* som virkelig kjenner toggangen i sitt distrikt, kjenner det til dels på kroppen. Det er han som får første hånds kjennskap til ruteordningens svake og sterke sider. Det er derfor man i det lengste søker å holde den faste forbindelse mellom rutekontor og togleder. Det er han som «skisserer» opp en rute i en fei når det trenges, og han bør ikke være skjelven på hånden i kritiske situasjoner. Han sender ut de telegrafiske ruter, enkelte ganger diktert rett til stasjonene, så å si på stående fot. Han har oversikten over hele toggangen, og setter derfor den som savner dette, i undring enkelte ganger ved sine disposisjoner.

#### Momenter ved rutelegging

Det skal her nevnes en del av de forhold som spiller inn ved ruteoppsetningen. Utgangspunktet for hovedtogenes kjøring er selvsagt det behov man i over hundre år har registrert og delvis opparbeidet.

Over de lengre strekninger har man dagtogene som kjøres ut fra hver ende om morgenen, ønsket tid mellom kl. 8.00 og 9.00, og tidligst mulig frem om ettermiddagen. Disse tog pleier gjerne i begge ender å henge sammen med nattog på andre strekninger. Nattogene bør føre mest mulig sovevogner og kjøres fra utgangsstasjon kl. 21.00—22.30 og være ved endestasjon kl. 7.45—8.30. Eventuelt må sovevognene kunne skiftes ut og henstilles på stasjonen slik at de reisende kan forbli i vognene til de anførte klokkesett. Avgangen bør ikke være så tidlig at at de reisende blir stående å henge i oppredde

sovevogner før de kan gå til sengs. Oppredning underveis som i «gamle dager» finner man nå for kostbart.

Dagtogene kan som i Stavanger ha forbindelse med bl. a. nattrutetåter, og det er meget om å gjøre at disse heller ikke går for sent. Underveis er det som regel et nettverk av tilstøtende bilruter, og man kan si at i store deler av Norge bestemmes rutene for de fleste rutegående kommunikasjoner ut fra hovedtogenes beliggenhet. Det skal ikke store forskyvninger til før det hele kommer i ulage.

For å tilfredsstille kravet om å la det meste av arbeidsdagen ubeskåret, men samtidig la de reisende komme frem på dagen, har man nå fått ekspresstog på de fleste hovedstrekninger. Disse bør starte i 14—17-tiden og være tidligst mulig fremme om kvelden.

I tillegg til de nevnte ordinære tog har vi dubleringer av disse i stortrafikken.

Over forholdsvis korte strekninger, slik som Lillehammer—Oslo, Skien—Oslo o. lign. er behovet å komme ut fra de større byer ikke altfor tidlig om morgenen og samtidig inn til de samme til en rimelig morgen- eller formiddagstid. For å holde seg til den mest markant logisk oppbygde ruteordning vises til togene 501 og 504 i Drammen distrikt. Lignende tog er da også ønsket om kvelden, togene 503 og 502. Siden er ønsket om middagsforbindelser kommet til, togene 507/508. Og nå i den hurtigere sirkulasjons tid har vi en rekke suppleringsstog av mer eller mindre hurtig karakter. De nevnte tog er av den art at man ønsker en hurtig fremføring kombinert med flest mulig stopp, en sammenblanding som lett fører til forsinkelser.

Som det siste nye må nevnes at man har begynt å kjøre egne tog fredager etter arbeidstidens slutt, med retur inn til hovedstaden i 22—23-tiden søndag. Dette har man funnet lønnsomt på grunn av den stadig mer omsegripende lørdagsfri. Samtidig har man dog ennå ikke kunnet innstille lokaltog av samme grunn.

I kategorien lokaltog har man mange varianter, idet arbeidstiden er meget vekslende, likeså er det en del variasjoner i skolenes ønsker. Som et av de største utslag kan nevnes kelnerne som ønsker tog ca. kl. 1.30. om natten. Skiftarbeidet skaper i det hele tatt problemer for trafikkelskapene.

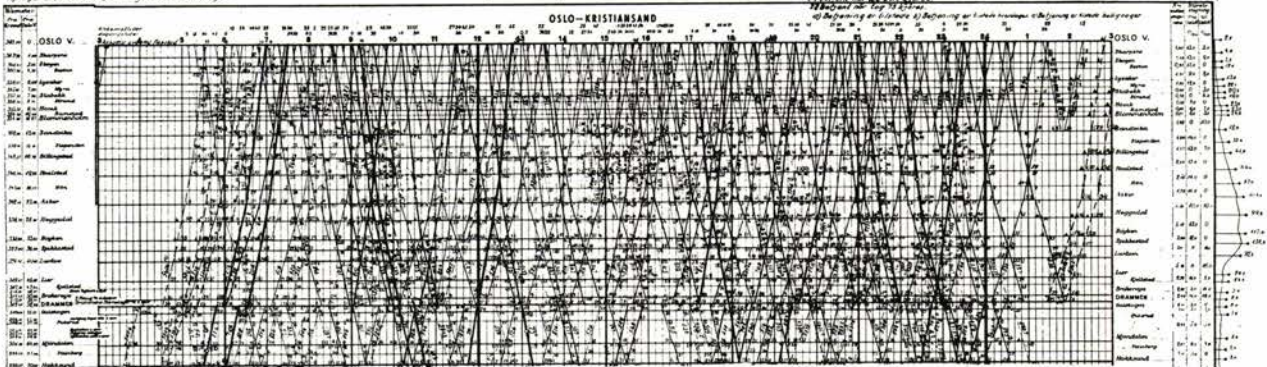
På de mer trafikerte strekninger har man lokaltogene på faste minuttall. Det er en fordel med faste minutter både for de reisende og for stasjonene, men en slik stiv toggang hindrer ofte en god beliggenhet for de andre tog. Nevnes kan at man på strekningen Oslo V—Sandvika nå har måttet endre

MERKNADER DRAMMEN DISTRIKT:

1) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 10  
 2) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 11  
 3) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 12  
 4) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 13  
 5) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 14  
 6) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 15  
 7) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 16  
 8) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 17  
 9) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 18  
 10) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 19  
 11) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 20  
 12) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 21  
 13) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 22  
 14) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 23  
 15) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 24  
 16) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 25  
 17) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 26  
 18) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 27  
 19) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 28  
 20) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 29  
 21) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 30  
 22) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 31  
 23) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 32  
 24) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 33  
 25) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 34  
 26) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 35  
 27) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 36  
 28) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 37  
 29) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 38  
 30) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 39  
 31) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 40  
 32) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 41  
 33) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 42  
 34) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 43  
 35) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 44  
 36) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 45  
 37) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 46  
 38) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 47  
 39) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 48  
 40) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 49  
 41) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 50  
 42) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 51  
 43) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 52  
 44) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 53  
 45) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 54  
 46) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 55  
 47) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 56  
 48) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 57  
 49) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 58  
 50) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 59  
 51) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 60  
 52) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 61  
 53) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 62  
 54) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 63  
 55) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 64  
 56) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 65  
 57) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 66  
 58) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 67  
 59) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 68  
 60) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 69  
 61) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 70  
 62) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 71  
 63) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 72  
 64) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 73  
 65) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 74  
 66) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 75  
 67) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 76  
 68) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 77  
 69) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 78  
 70) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 79  
 71) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 80  
 72) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 81  
 73) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 82  
 74) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 83  
 75) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 84  
 76) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 85  
 77) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 86  
 78) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 87  
 79) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 88  
 80) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 89  
 81) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 90  
 82) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 91  
 83) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 92  
 84) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 93  
 85) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 94  
 86) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 95  
 87) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 96  
 88) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 97  
 89) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 98  
 90) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 99  
 91) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 100

NORGES STATSBANER  
 Stasjonerte fra og med 29. Mai 1960.

1) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 10  
 2) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 11  
 3) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 12  
 4) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 13  
 5) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 14  
 6) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 15  
 7) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 16  
 8) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 17  
 9) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 18  
 10) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 19  
 11) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 20  
 12) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 21  
 13) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 22  
 14) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 23  
 15) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 24  
 16) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 25  
 17) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 26  
 18) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 27  
 19) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 28  
 20) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 29  
 21) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 30  
 22) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 31  
 23) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 32  
 24) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 33  
 25) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 34  
 26) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 35  
 27) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 36  
 28) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 37  
 29) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 38  
 30) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 39  
 31) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 40  
 32) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 41  
 33) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 42  
 34) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 43  
 35) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 44  
 36) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 45  
 37) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 46  
 38) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 47  
 39) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 48  
 40) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 49  
 41) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 50  
 42) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 51  
 43) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 52  
 44) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 53  
 45) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 54  
 46) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 55  
 47) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 56  
 48) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 57  
 49) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 58  
 50) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 59  
 51) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 60  
 52) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 61  
 53) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 62  
 54) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 63  
 55) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 64  
 56) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 65  
 57) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 66  
 58) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 67  
 59) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 68  
 60) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 69  
 61) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 70  
 62) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 71  
 63) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 72  
 64) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 73  
 65) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 74  
 66) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 75  
 67) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 76  
 68) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 77  
 69) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 78  
 70) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 79  
 71) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 80  
 72) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 81  
 73) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 82  
 74) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 83  
 75) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 84  
 76) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 85  
 77) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 86  
 78) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 87  
 79) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 88  
 80) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 89  
 81) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 90  
 82) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 91  
 83) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 92  
 84) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 93  
 85) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 94  
 86) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 95  
 87) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 96  
 88) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 97  
 89) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 98  
 90) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 99  
 91) Nytt 12-aksers tog og buss-tog Nr. 100



100

lokaltogetenes minuttall av hensyn til de andre tog. — Lokaltogene er for øvrig stadig utsatt for kritikk. Det er ikke underlig, idet det jo er faste reisende som lett irriterer seg over gjentatte forsinkelser eller andre uregelmessigheter, selv om disse er små.

Det er ikke bare avgangs- og ankomsttid ved endestasjoner som bestemmer rutene. En rekke forhold underveis binder også ruteleggeren. Det er kryssninger, hensynet til en økonomisk forbindelse med sidelinjer, overføring av restaurantvogner, forbindelser med andre kommunikasjoner. Det er hensyn til etterfølgende og foranliggende tog. Man sitter og filer og pusser på de grafiske rutene, tar et minutt her og gir et minutt der. Man må til og med ofte sette opp teoretiske ruter man vet ikke holder i praksis, men som man vet ordner seg i marsjen, bare for å følge spillets regler. Man må kjenne i detalj det arbeid som må gjøres på de forskjellige stasjoner og den tid det trenger.

Man kan ikke alltid kjøre for fullt selv etter de regler man har i dag — det er ikke morsomt at glassene faller av bordet og suppen havner i fanget på den reisende i restaurantvognen. Det er ikke mulig å gjøre som en Sandefjordsavis gjorde: da man hørte om det nye trykk nr. 402 og 105 km i timen, regnet man raskt ut med denne hastighet som fast for hele veien hvor meget man sparte i tid til Oslo. Vestfoldbanens muligheter når det gjelder hastighet er fullt utnyttet, selv etter de nye bestemmelser.

Når man først er inne på Vestfoldbanen, som dessverre ble bygget om etter klasse 2, kan nevnes at lok.type El 8 er bannlyst på denne bane — de farer for hardt frem med skinnegangen. Vi må med alle midler holde lok.type El 11 i «rundkjørings-

togene», og dette binder oss selvsagt i lok.-disposisjonen. Heldigvis ligger det godt til rette.

Vi har som annet eksempel fått lov til å bruke lok.type El 13 med max. hast. 60 km pr. time over linjen mellom Oslo V og Lunde. Følgen er at loket er ubrukelig til vårt formål — hverken godstog eller persontog tåler så lav hastighet hvis man skal kunne fremføre dem uten større vansker.

Vi har også hensynet til personaldisponeringen. Det er blitt dyrere enn noensinne å bruke personalet på nattid og på søn-, hellig- og høytidsdager. Det er en naturlig utvikling som neppe har nådd veis ende. For å nevne en liten detalj i dette spill om best mulig økonomi i ruteleggingen, kan fortelles at det koster 2½ timer ekstra pr. dagsverk å måtte purre en av konduktørpersonalet ut før kl. 3.00 om morgenen. Vi må inn på helt nye veier, teknikken må for alvor tas i vår tjeneste skal vi kunne kutte ut en for menneskene og økonomien uønsket arbeidstid.

Godstogrutene har gjennomgått en rivende utvikling i de senere år. Det er for det meste slutt med den tid da godstogene ble fremført etter meget langsomme ruter og på tider da de var til minst gene for andre tog. Konkurransen på fraktmarkedet er meget hard, godstogmateriellet kostbart, trekkraften knapp, slik at det gjelder å få vognene frem hurtigst mulig og til riktig tid.

Riktig avgangstid for gjennomgående godstog er snarest mulig etter godsekspedisjonenes stengetid, ca. kl. 17.00, og ankomst tidligst mulig til endestasjon, ved de større stasjoner ikke etter kl. 5.30—6.00.

Ved de kortere strekninger står man friere, idet kjøretiden er forholdsvis kort, man kan variere mer på avgangen, lempe seg mer etter annen toggang og etter hensynet til færrest mulig betjente stasjoner om natten.

Man sier tidligst mulig etter godsekspedisjonens stengetid. Man bør imidlertid ha tid til å skifte sammen toget på en sømmelig måte. De lange regninger på ødelagt gods er avskrekkende. Forskyvninger av last er dessuten ofte meget farlig.

Den knappe tid vi har fått alle vegne gjør det mer nødvendig enn før med et eksakt og nøyaktig planleggingsarbeid. Godsekspedisjonenes sporanlegg, godshusenes utstyr, skiftesporenes sammensetning og de tusen detaljer betyr i dag svært meget. Samtidig har vi fått mindre tid til planlegging, apparatet er vokst, mens antall spesialutdannet personale er sunket. En større del av investeringene bør legges i utdanning av virkelige spesialister som kan betales slik at de blir i sine stillinger når de er opplært — deres avansement må legges på en annen måte enn i dag.

Fortsatt må man regne med at det på de fleste strekninger vil måtte gå et skiftende stykkgods-behandelnde godstog på dagstid. Etterhvert vil nok på flere og flere strekninger de mindre mellomsta-

sjoner bli betjent med godsbilruter, såkalt knutepunkttrafikk. Manglende betjening om natten vil imidlertid hindre de skiftende tog å kunne bringe sine vognlaster til mindre stasjoner på denne tid. Et lettere system for bruk av disses sporveksler etc. må finnes.

Kan det tenkes at man får en nøkkel som passer i alle veksel-låser, sporsperrelåser etc. etter system hovednøkkel på leiegårder? I samme forbindelse bør vel nevnes at man om forholdsvis kort tid vel blir nødsaget til å bytte tegnet på grafisk rute for betjent og ubetjent stasjon. Man må da snarere angi at stasjonen er betjent ved eget tegn, ikke det omvendte.

Lokalgodstog vil etter hvert som knutepunkttrafikk blir innført, måtte settes opp med en buffertid på de større stasjoner. Denne buffertid vil kunne brukes på de mellomliggende stasjoner for ut- eller innsetting av vogner hvor det er behov. Å sette opp fast opphold på en stasjon hvor det foregår skifting bare hver annen dag eller sjeldnere, er uøkonomisk.

Noe annet er det selvsagt med de gjennomgående godstog. Vi har nå dekket også alle de lange strekninger med godstog om natten. Først kom streknin-gen mellom Oslo V og Stavanger, den lengste, senere er Bergensbanen og Dovrebanen kommet til. Slike hurtige godstog er det beste middel i trafikkvervingen. Vogner kan lastes i Stavanger den ene dagen og losses i Oslo dagen etter og omvendt, dog ennå ikke stykkgodsvognene i Oslo. Dette siste er dog ikke av første grads viktighet.

Hastigheten på disse godstog er ikke mer enn max. 70 km, men man har kunnet korte inn på opphold på mellomstasjoner og det kjøres jevnt, slik at reisehastigheten selv etter europeiske forhold er god. Det er imidlertid klart at hastigheten ennå er altfor lav. Godsvogner bør kunne fremføres med minst inntil 100 km pr. time.

Denne kjøring av vogner på natten er tatt opp i mange forbindelser. Det gjelder å bringe frem vognene i løpet av natt-timene, de skal losses og losses om dagen. Vi har dog en del hindrende flaskehals, bl. a. forbindelsen Oslo Ø—Oslo V. Hertil kommer at trekraftenhetene er for lette og svake, våre kryssningsspor for korte, færre og færre stasjoner er betjente om natten av økonomiske grunner. CTC-anlegg sprenger på også hos oss.

**Teknisk standard**

Det er for øvrig en del rent tekniske bestemmelser og forhold som er avgjørende for rutelegging. De viktigste skal kort nevnes her.

Et. 73. Lørdager. Oslo V.—Lunde.  
Kjøres bare fra og med 4. juni til og med 1. okt.  
2. kl. Aks. 24. Sth. 100.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Avst.	Stasjoner m. v.	Inn	Spor	Til	Opphold	Fra	Ut	Krysser	Kjøres(-es) forbi
	Oslo V.*		6			12.10	⊙		
1.90	Skarpsno	⊙	—			12	⊙		
1.48	Skøyen*	⊙	—			13½	⊙		
2.64	Lysaker*	⊙	4			15½	⊙		
1.94	Stabekk*	⊙	2			17	⊙		
1.78	Høvik*	⊙	1			18½	⊙		
1.53	Blommenholm		—			20	⊙		
1.92	Sandvika*	⊙	5			21½	⊙		
3.53	Billingsstad*	⊙	1			24½	⊙		
2.53	Hvalstad*	⊙	2			26½	⊙		
3.91	Asker*	⊙	3		● <sup>1)</sup>	30	⊙	72	
5.35	Heggedal*	⊙	2		● <sup>1)</sup>	34	⊙	5354	
5.12	Røyken*	⊙	2			38	⊙	574 <sup>2)</sup>	
3.06	Spikkestad*	⊙	2			41.	⊙		5353
3.77	Lieråsen*	⊙	1			44	⊙		
5.16	Lier	⊙	2			49	⊙		
5.24	Brakerøya*	⊙	2		● <sup>1)</sup>	53	⊙		
2.00	Drammen*	⊙	4	12.55	3	12.58	⊙	526	525

<sup>1)</sup> For mulig kryssing.  
<sup>2)</sup> Tog 574 holdes tilbake når tog 73 kjøres.

En side i Rutebok for jernbanens tjenestemenn.

Tegnforklaring på side 24 Merk! Direkte vogner, se side 86. 87 Jernbane 51. 51C

(Fortz. fra siden foran)

Km.	Stasjoner	o		p		g		f		h		k		m		n	
		Ht. 2216	Ht. 704	Pt. 2140	Pt. 2154	Pt. 2168	Pt. 2182	Pt. 2196	Pt. 2210	Pt. 2224	Pt. 2238	Pt. 2252	Pt. 2266	Pt. 2280	Pt. 2294	Pt. 2308	Pt. 2322
	Fra Stavanger	20.30	20.30														13.10
	- Flekkefjord	22.05	22.05														15.25
	- Kristiansand	0.20	0.35														18.10
	Fra Grimstad		19.10														16.35
	- Arendal		0.45														17.35
	- Treungen		19.35														18.00
	Fra Nelaug		2.15														19.21
326	Sellsvato		2.36														19.39
3301	Y Espelandsmyr		2.36														18.30
3371	Til Vegårshel		2.36														19.39
	Til Tvedestrand		3.25														18.30
	Fra Tvedestrand		0.45														19.39
362	Fra Vegårshel		2.38														19.57
	ITil Gjerstad		3.01														20.55
	Til Riser		0.00														18.30
	Fra Riser		0.00														19.57
	Fra Gjerstad		3.03														20.55
374	Y Brøsjø		3.14														19.30
3781	Til Neslandsvatn		3.21														20.09
404	Til Krogene		8.20														20.50
	Fra Krogene		6.8														19.30
	Fra Neslandsvatn		2.42														20.10
3901	Eggevgå		3.23														19.32
394	Drangedal		3.23														16.36
399	Y Kjosjen		3.23														19.46
4061	Nakksjø		3.22														20.00
4221	Til Lunde		4.08														20.07
	Fra Lunde		3.25														20.48
426	Svenseld		4.10														20.50
4321	Tjønås		4.10														20.33
436	Bo		4.10														20.39
4431	Gvarv		4.10														20.46
447	Y Akkerhaugen		4.10														20.55
453	ITil Nordagutu		3.57														21.01
487	Til Skien N.		6.25														21.10
497	- Porsgrunn		6.49														21.55
509	- Brevik		7.35														22.21
	Fra Brevik		7.35														22.50
	Fra Nordagutu		4.02														19.15
458	Y Holtås		4.42														17.24
463	ITil Hjukebo		6.00														17.45
472	Til Notodden		6.25														20.00
	Fra Notodden		6.25														20.30
	Fra Hjukebo		8.57														19.15
474	Øysteinstul		9.09														18.57
4861	Mehela		9.20														19.09
4931	Y Saggrenda		9.20														19.20
5001	Til Kongsberg		4.47														19.26
593	Til Radberg		12.15														19.33
	Fra Kongsberg		4.51														22.15
529	ITil Hokksund		5.21														22.15
583	Til Hønefoss		6.41														22.36
985	- Bergen		18.55														8.30
	Fra Hokksund		5.26														22.24
5461	Til Drammen		5.45														22.39
600	Til Horten		10.33														22.45
609	- Tønsberg		10.34														22.27
652	- Larvik		11.25														23.05
599	Fra Drammen		5.55														22.42
	ITil Oslo V.		6.55														23.30

102

Fra en side i Rutebok for Norge.

Først og fremst er det linjens standard. Med dette mener jeg skinnegangens godhet, dens vekt, kurvatur, stigningsforhold, ballast og vedlikehold. Avgjørende for fremføringen er videre hvorvidt det er enkelt eller dobbelt spor, standarden av sikringsanlegg, avstanden mellom stasjoner eller blokkposter, antall betjente stasjoner, bevoktning av planoverganger etc.

Ennvidere er bestemmende for ruteleggingen antall stopp, antall kryssninger og forbi kjøring og hvilke oppdrag toget har. Dessverre har man hos oss til dels så få tog at samme tog må ta reisende, post, ilgods og til dels alminnelig stykk gods.

Nevnes må også togenes utstyr. De vogner vi har, er svært meget trevogner med dårlige bogger, iblandet enda dårligere konduktør- og postvogner, uten belger. Vi har jo enda gamle «billigbogger» som duver som småbåt i åpent hav så snart man kom-

mer opp i 60 km pr. time. Riktignok brukes kanskje disse nå mest i sommerens og påskens topptrafikk, men hvor mange får ikke nettopp sine inntrykk fra våre baner i denne trafikk? Og er det ikke da vi må kjøre hurtig for å kunne bruke linjen mest mulig?

**Traksjonsmateriellet**

Dette er vanligvis meget uensartet, og man må ofte sette opp togene etter dårligste enheter.

Det er selvsagt helt avgjørende om man har dampdrift eller dieseldrift, eller det beste av alt: elektrisk drift. Enhver kjenner vel til hvilke ruter man har kunnet oppnå til Stavanger med elektrisk drift eller til Bergen med dieselektrisk drift. Vi har tross alt tatt noen kjempeskritt de siste år. Som en mellomting har vi forbrenningsmotor-vognene, som var en meget stor vinning i sin tid, og er det fremdeles på mange baner.



Som nevnt har man ofte blandet trekkraftmateriell også på elektriske baner. El 1 går ofte sammen ruter som El 8 og El 11. Vi må sette inn lok. i tog vi ellers har motorvogn type 68 i, ja, endog der man har motorvogn type 66 («ekspresstogsett»), man må kjøre med damp der man vanligvis har dieselmotorvogn type 86. Vi er for eksempel begrenset av togvekt 410 tonn over Meheia, 310 tonn fra Kristiansand til Stavanger. Alt dette vanskeliggjør ruteleggingen og skaper forsinkelser.

For å holde noenlunde ensartede trekkraftenheter setter man ofte opp meget snaue turnuser, eller man tvinges til å legge tog på tider som ikke er ideelle inntektsmessig sett. De få ordentlige vogner man har, må nyttes til siste trevl, dette går ut over turunsen, muligheter for rengjøring, stell og puss. Hvem tenker på at det mellom Drammen og Asker er en rekke kurver under 300 m, at Vestfoldbanen har kurver ned til 180 m? Våre driftsbaner trenger fornyelser.

Kryssningsmulighetene binder oss sterkt. Enda verre er det der alle kryssningsmulighetene er oppbrukt — kast et blikk på strekningen Drammen—Hokksund!

Dette ble en klagesang, men det er klart at slik er det ved enhver bedrift, svært få kan få idealtilstander. Bare krig og alvorlige ulykker synes å kunne gi ensartet og helt moderne materiell. Eksempler er de hollandske baner og det vest-tyske industri-utstyr. Det man har, må man imidlertid gjøre det beste ut av.

Og det tror jeg gjøres rundt om ved landets rutekontorer og de samarbeidende trekkraft- og materiellkontorer. De ønsker man har: linje med 49 kg skinner, med min. kurveradius 500 m med rimelige stigningsforhold og i pukk, dobbeltspor mellom Oslo og Moss, Oslo og Eidsvoll, Oslo og Hakadal, Oslo og Hokksund, Ringerikslinjen og Ulrikenlinjen ferdig-



103

bygget m. v. synes ennå langt borte. Sentralstilte sporveksler, blokksignaler, CTC-anlegg i alle fall på alle faste kryssningsstasjoner og nabostasjoner, automatisk betjente planoverganger er jo også ennå for en stor del bare ønsker. Videre er ønsket elektrisk drift, lok med 16 t akseltrykk og med adhesjonsvekt min. 96 tonn, ny type ekspresstogsett med max. hastighet 140 km pr. time, ny type mellomdistansesett med belger, kortkoblet, med gode inn- og utstigningsmuligheter, wc i alle vogner, samt behagelige seter og store, duggfrie vindusruter, enten som 2- eller 4-vognsett. Ny type lokaltogsett med alle aksler drevet slik at man hurtig kan komme opp i hastigheter som ligger betydelig over det man har i dag. De nye personvogner, konduktør- og postvogner må selvsagt være av stål og tillate 120 km pr. time.

Godsvognene må minst kunne kjøres med 100 km pr. time og gis mer hensiktsmessig utstyr for lessing og lasting. Jeg nevner bare vognførere for lukkede vogner og staker for de åpne vogners vedkommende, ting som straks setter fantasien i sving for de innviede, som straks ser for seg kortere stasjonsopphold. Alt materiell sentralkoblet, det er et felles europeisk ønske.

Denne listen inneholder det meste av det de tekniske og merkantile avdelinger ønsker seg. Det er da også som tidligere sagt slik at nettopp i rutene kommer alle svakheter frem, nettopp i rutene vil også alle forbedringer vise seg.



**Fremtiden**

Det kan kanskje også sies at man her har over-drevet vanskene ved å legge ruter, det gjøres da ganske bra arbeid med det vi har i dag. Det er ikke vanskeligere å legge ruter enn annet arbeid ved jernbanen, men jeg tror det å legge gode, tidsmessige ruter i de 25 år som kommer, nettopp vil bli så vanskelig som det er angitt, og kreve det som MR-planen ønsker og meget mer.

Det er skipserskjønnet som for en stor del har hersket over ruteleggingen her tidligere. Man har erfaringer fra generasjoners drift og rutelegging. Men erfaringene peker sjelden fremover i tide; det må til et ganske annet effektivt planleggingsarbeid fra et sentralt kontor skal man kunne bli up to date, kunne øke trafikken og bringe balanse i regnskapet. Med andre ord: betjene publikum på best mulig måte.

Skipperskjønnet har ikke vært dårlig ved selve ruteleggingen. Særlig i forbindelse med overgang til elektrisk drift og dieseldrift har vi nå fått teoretisk beregnede kjøretider mellom stasjoner under forskjellige forhold, de såkalte kjøretidsberegninger. Disse har, hvor man har hatt muligheter for sammenligning, vist seg å stemme forbausende godt med de praktiske erfaringer. Skal et særskilt eksempel nevnes, må det være togparet 71/72 mellom Oslo V og Kristiansand, som viste seg å ligge så tett opp til grensen av det teoretisk mulige som det går an å komme på den største del av strekningen — en erfaring man hadde også tidligere.

Mange som leser ovenstående, vil vel riste på hodet og tro at dette med antagelige ruter er et eventyr for snille barn, deres erfaringer er ofte slette, forsinkelser og venting er forholdsvis dagligdags. Men de bør huske på at ved enkeltsporte baner med enten stor togtetthet eller stor avstand mellom betjente stasjoner, slik som hos oss, der slår enhver uregelmessighet ved fremføringen av tog, enten det gjelder lokaltog, hurtigtog, ekspressstog, godstog av enhver art, kipper på linjen, linje-arbeider, kjøreledningsarbeider og annet sterkt ut og berører

en rekke tog. Hele toggangen kommer lett i svingninger.

Vel kan man høre at mange av de nevnte vansker bør man ta hensyn til, rutene bør bl. a. legges opp etter de arbeider som foregår og forestår. Dette er imidlertid svært vanskelig. Man måtte faktisk legge opp en helt ny ruteordning flere ganger i året — en umulig tanke. Bare når det er dobbeltspor eller når det er dobbeltspor i større lengder på en eller helst begge ender av et ikke for langt enkeltspor, kan slike justeringer foretas uten uoverkommelige vansker.

Jeg nevnte det gledelige ved kjøretidsberegninger, et helt utmerket hjelpemiddel for ruteleggingen. Man bør imidlertid også i større utstrekning gå til prøvekjøringer utenom de ordinære ruter. Dette er kanskje gjort i for liten utstrekning hos oss. Det er bare godstogene man har kunnet prøvekjøre en del, og et hurtigtog mellom Oslo V og Stavanger ble prøvekjørt. Slike prøvekjøringer kan ofte få lange drøftelser og meget arbeid over i det virkelige plan eller stoppe dem.

**Kontroll**

Kanskje er jeg kommet for meget inn på manges kjepphest: forsinkelser. Forsinkelser er det muligens største av alle onder ved jernbanedrift. Alle midler bør brukes i kampen mot dem, men man mangler etter min mening det mest effektive middel: den nøyaktige driftsovervåking ved sentralledelsen.

I Utrecht har man såvidt vites ennå et sentralt kontor hvor alle togs bevegelser kommer inn pr. telefon. Grafiske ruter inntegnes etter disse meldinger på gjennomsiktig papir. Ved å legge disse over originalene ser man avvikelser, og disse skal ikke være store før meget nøye granskinger etter årsaken følger.

Et slikt kontors erfaringer må komme ruteleggerne og de tekniske avdelinger til gode, og på et tidlig tidspunkt og kontinuerlig.

I neste omgang vil dette komme hele jernbanen til gode. Og vi får større oppgaver å løse i fremtiden enn noensinne.

## SAMLEPERMER

Det finnes et mindre antall samlepermer for Tekniske Meddelelser-NSB på lager. Permene far 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 667.6/ 8:385=396

SÆBØ, O. T.: Vurdering av maling og lakker. Hva betyr dette for NSB? (Paints and lacquers and the estimation of their properties. What this means to the NSB.) Tekn.medd.-NSB, 8 (1960), no. 3, pp. 80—89.

The last years' development in the paint and lacquer industry has made the technology and chemistry of these products a complicated science. The situation to-day is a flooded market with numerous types with fancy names. Instead of objective information, the advertisers often claim fantastic properties of these articles, and the purchaser is often more confused than guided. NSB is a large consumer of paints and lacquers for protection purposes, and it is necessary to make the right choice. The article gives a short outlook of the examinations and tests necessary to give a real guidance for the purchasing office.

DK 624.138.3(481)=396

SKAVEN-HAUG, Sv.: Linjens drenering. (Drainage of the line.) Tekn.medd.-NSB, 8 (1960), no. 3, pp. 90—95.

Old railway lines are often imperfectly drained. An effective drainage in slopes is a necessary safety measure, and draining of the ballast is essential for a reduced adjustment work. The closed drain is thoroughly described.

DK 656.222.5(481)=396

MEINSTAD, Trygve: Togruter. (Train schedules.) Tekn.medd.-NSB, 8 (1960), no. 3, pp. 96—104.

This is a survey of the problems met with during the preparation and the performance of railway timetables, and some remedies to minimize the difficulties are mentioned.

