

NSB

Tekniske meddelelser



NSB

INNHOOLD

NR. 1 · 2. ÅRGANG · FEBR. 1954

Dyp drenering mot televanser
på vei og jernbane

Langlinjeteleferi —
Telefonlinjen og dens teori

Tyholt jordtunnel

Elektrisk måling av grunnvannstand

Snørydding ved NSB



Redaksjonskomité: *Johs. B. Hegna, form., Leif Saxegaard, Olav Strøno, Nils Eckhoff, Einar Havig, Arne Rom*
 Utgiver: Norges Statsbaner. Redaksjonens adresse: Storgaten 33, Oslo. Telefon 42 68 80

DYP DRENERING MOT TELEVANSKER PÅ VEI OG JERNBANE

Av overingeniør Sv. Skaven-Haug

DK 656.86(481)=396

Det er helt på det rene at om vi evnet å tørrlegge grunnen under et tilfredsstillende bærelag for veier og jernbaner, fikk vi også reduserte teleulemper. Når det her brukes uttrykket teleulemper omfatter det både skadelig telehiving og oppbløtt sviktende grunn etter teleløsning.

Teleproblemen på veier (flyplasser) og jernbaner er noe forskjellige. På veiene kan det tåles en del ujevn telehiving uten at dekkene brister eller at det er skadelig for trafikken. Det kan vel også sies på den måten at man på veiene må finne seg i en moderat hiving så lenge den ikke direkte er skadelig, fordi det synes økonomisk uoverkommelig å kvitte seg helt med den. Det er teleløsningen og alt ondt som følger med den som for veiene er erkefienden som først og fremst skal overvinnnes. For jernbanen er tverrsvillene sammen med det normalt 0.50 m tykke ballastlaget vanligvis en tilstrekkelig god trykkfordelende overbygning selv over teleløst grunn, og telesår i egentlig forstand er et fortidsfenomen. Det er den ujevne hivingen og skoringen som følger med den som vi nå er nødt til å kvitte oss med både av økonomiske og tekniske grunner.

I denne forbindelse kan det pekes på at jernbanen har hatt visse fordeler fremfor veiene, idet jernbanens overbygning er justerbar, men med stadig økende krav til en jevn skinnegang blir skoringarbeidet snart uoverkommelig. Det må også nevnes at det nå er overbyggingssystemer på trappene hvor skoringmuligheten blir meget liten.

Ved *nyanlegg* av baner er *full teleisolering* en selvfølge, og det er også helt på det rene at man på de sterkest telehivende strekninger på eldre baner må gå til full teleisolering. Dette siste arbeide er i god, men litt for langsom gjenge. Men samtidig er det på driftsbanene lange strekninger hvor hivingen er såpass moderat at det skulle være håp om at en billigere metode enn teleisolering under drift kunne føre frem. En av de metoder det kan bli tale om her, er tørrlegging av undergrunnen, og dermed er vi også kommet tilbake til utgangspunktet.

Vi kan vel med en gang slå fast at resultatene av våre bestrebelses med å drenere grunnen under vei- og jernbanepaneringen har vært ujevne. I noen tilfelle har det lyktes, i andre tilfelle har dreneringen ikke vært av varig virkning, og svært ofte synes det som drensforanstaltningene har vært nytteløse. Årsaken til dårlige resultater kan være så mange, men som oftest får jordarten med rette eller urette skylden, idet våre finkornige jordarter holder for sterkt på vann eller kapillært tilføres meget vann. Men har vi ikke også gjort *feil* når det gjelder drensgrøftenes utførelse og plasing, og er det ikke ennå muligheter for å oppnå *en bedre og mere varig drens virkning?*

Det er her nødvendig å skyte inn et kapittel om bærelaget og muligheten for å holde det tørrlagt. Den første betingelse for at en drenering på dypet skal lykkes, er at overflatevannet ledes raskt og effektivt bort uten å få anledning til å trenge inn i

2

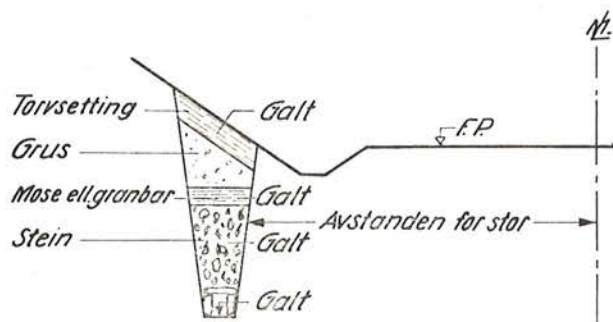


Fig. 1. Når det gjelder tørrlegging av planeringens midtparti, er den konvensjonelle drengrøften u hensiktsmessig plasert og feilaktig utført.

bærelag eller drengrøfter. Dette er en oppgave for seg som må løses ved at overvannet gis klart avløp i overflaten. Her har både jernbanen og vegvesenet svin på skogen. På eldre driftsbaner har skjærings-skråningene i tidens løp seget ned slik at linje-grøftene har grodd igjen og vannet trenger inn i ballastlaget. For en tilskuer synes de gjenfylte vei-grøftene å bli en analogi, og man spør seg selv om det er syndet mot hovedregler. Fyller man grøftene med et så lite egnet materiale som stein, og er det utilstrekkelig fall i lengde- og tverretningen? Stillestående vann i høyde med veidekket synes å tyde på det. Har man i iveren for å skaffe seg en bredere vei glemt å ta varige forholdsregler for å få et tørt bærelag og dermed ufrivillig gitt telen og dens vesen fritt spillerom? Videre gjelder det for veier (flyplasser) og for jernbanen at bærelaget skal ha varige filteregenskaper avpasset etter undergrunnen slik at finmateriale hindres fra å trenge opp fra undergrunnen under trafikkens innflytelse.

La oss så se på den konvensjonelle utførelse for langsgående lukkede drengrøfter slik som den har vært praktisert både for vei og jernbane, og det vises til skisse fra siste utgave av *Heje*: «Vei- og jernbanebygging» gjengitt i fig. 1.

Det er i og for seg en god og anerkjent regel at overvann ikke skal slippe direkte ned i en fylt drengrøft, idet overvannet med sitt finmateriale før eller senere vil tette filtermassen og eventuelle rør i grøften. Derfor har det vært en regel at øvre 0.3—0.5 m eller til og med mere av ifyllingsmassen skal være tette materialer. Som en ytterligere forholdsregel har man forskjøvet den lukkede grøften som vanligvis ble lagt under linje- eller veigrøften — hvor den unektelig er lettest å utføre — et stykke opp i skråningen. I bunnen av drengrøften er det bygget løp av stein eller lagt drengrør, og som ifyllingsmasse er det brukt stein eller grus som igjen er blitt dekket av tett masse øverst.

Stein er vanligvis lett tilgjengelig og nemt å gripe til ved norske anlegg, men som filtermateriale er den *tarvelig*. I en vannførende moig, sandig eller mjælig grunn, dvs. i kvabbjord hvor en har sterkest behov for drenering, kommer jorden lett i oppløsningsstilstand og tyter inn i eller avleires inne i hullrommene mellom steinene. Er det ikke nå på tide at vi tar konsekvensen av våre erfaringer om gjen-grodd steinmasser både i grøfter og i bærelag og rett og slett forbyr bruk av stein hvor vi trenger et varig filtermateriale? I andre land, og til og med i land hvor man ikke har våre teleløsningsvansker, legger man så stor vekt på dette at det kreves gradert filtermasse (sand og grus av bestemt kornstørrelse) avpasset etter den omgivende jord. Vi kan her nøye oss med å slå fast at vår *naturgrus*, av den kornsammensetning som jernbanen betegner som god ballastgrus, har *utmerkede filteregenskaper*, og det samme kan sies om sams masse fra lokomotivfyring (lok.slag). Det skulle bare være i fast leire eller i relativt tørr sandgrunn at man kan tillate seg å bruke et så slett filtermateriale som stein, men også da med et gruslag i bunnen.

Det er også nødvendig å si et Pauli ord om vannløpet i bunnen av grøften. Steinløp kan under ingen omstendighet forsvares i en kvabbgrunn, og da steinløpet nå må sies å være utkonkurrert av *drengrøret*, kan vi holde oss til dette. Det er et beklagelig faktum at en uhyggelig stor prosent av de drengledninger som avdekkes viser seg å ha gått tett, og en kan treffe erfarne folk som mener at den gjennomsnittlige levealder for en drengledning ligger et sted mellom 2 og 10 år — sterkt avhengig av utførelsesmåte og jordart. Men det viser seg også i praksis at selv om en har vært så forsiktig å legge drengrøret på en tereppe og dekke over med mosetorv, så er det i en kvabbgrunn allikevel stor mulighet for gjensanding. Det må være lekkasje i tereppens skjøter eller mindre god utførelse av tereppen som har skylden. Hvorfor ikke velge en sikker beskyttelse som til og med er enklere og billigere å utføre, nemlig å plasere drengrøret litt over grøftebunnen og sørge for at det er helt *omhyllet* av grøftens filtermasse.

En annen innvending mot den konvensjonelle langsgående grøften som botemiddel mot televansker er de såkalte tette topplagene og mellomlagene. Det hjelper lite om grøften trekker vann nederst når topplag og mellomlag er aquadukter hvor vannet føres kapillært eller på annen måte inn under planeringens midtparti, for ikke å nevne et eventuelt telefarlig bærelag, slik som det er vist i prinsipp på fig. 2.

Grøften ligger jo på et sted hvor den om vinteren er dekket av brøytekanter, og topplaget fryser ofte først sent på vinteren eller kanskje ikke i det hele tatt.

Når drengrøften var plasert et stykke oppe i skråningsfoten (fig. 1) og også når den er plasert under linjegrøften, vil avstanden til grøften på den andre siden av planeringen bli så stor i forhold til grøftedybden at det er liten mulighet for å få tørrlagt jorden under planeringens midtparti. Ved enkeltsporet jernbane blir pallen som man ønsker å tørrlegge 6-8 m bred og ved veier ofte enda bredere. Vi kan vel derfor gå ut fra at det med denne grøfteplasingen sjelden har lyktes å få tørrlagt planeringens midtparti.

Mange vil nok hevde at hensikten med å plasere den langsgående drengrøften et lite stykke oppe i skråningen er at den skal drenere både skråningen og jorden under planeringen, dvs. å slå 2 fluer med ett smekk. Meningen er unektelig god, men det har vist seg at denne plasingen er lite effektiv når det gjelder å tørrlegge planeringen. La oss stoppe opp litt ved skråningers drenering. Alle er vel nå enige om at drengrøfter i skjæringskråninger skal legges mest mulig vinkelrett på linjeretningen. Men er det fornuftig å føre oppsamlet overvann fra store skråningsarealer og fra mange skråningsgrøfter ned i et trangt rør kanskje både 100 og 200 m før det igjen slippes ut i det fri? Det må da være mere logisk å la vann fra skråninger, dvs. alt vann som kommer fra partier høyere enn planeringen, slippe ut i vei- eller linjegrøften og dermed være ferdig med det. Den eventuelle langsgående drengrøften får da som hovedoppgave å trekke vann fra partier lavere enn planeringen, og dette er vel oppgave stor nok.

Tar man hensyn til disse ankene, kommer man for veier frem til en utførelse og plasing som i prinsipp er vist på fig. 3. Grøften er her plasert et stykke innenfor bærelagets kant og med tett masse mellom overvannsløp og drengrøft. Vi overholder da regelen om at overvann ikke skal slippes inn i drengrøften.

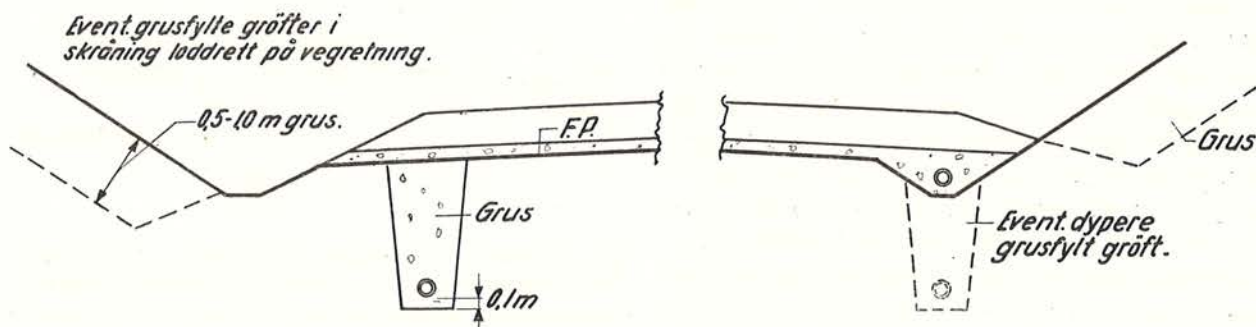


Fig. 3. Prinsipielt forslag til drengrøfter for veier.

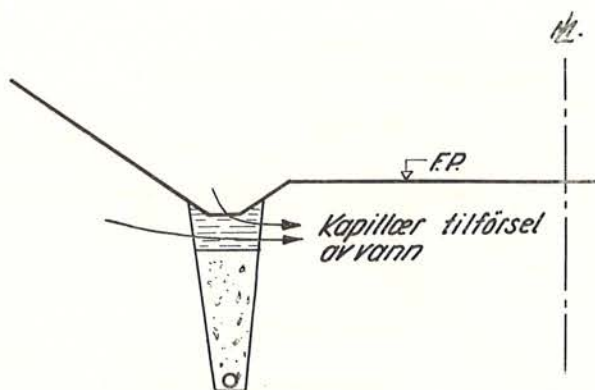


Fig. 2. Selv om drengrøften ellers er innvendingsfri, vil topplaget av såkalte tette masser føre vannet kapillært eller på annen måte inn under planeringen.

Både gjenfylt veigrøft og selvstendig drengrøft er fylt med grus som har varige filteregenskaper, og bærelaget har direkte kontakt med filtermassen. Drengrøret er på alle kanter omgitt av filtermasse og bør i praksis legges på et 0.1 m tykt og avrettet gruslag hvoretter øvre halvpart av rørets skjøter dekkes av langfibret torv eller annet passende materiale. Eventuelle skråningsgrøfter — helst fylt med grus, men i alle fall med gruslag i bunnen — er gitt god fot og munn direkte ut i overvannsgrøften.

For jernbanen er i fig. 4 tatt de samme forholdsregler. Ved å grave grøftene helt inn til svilleendene — og dette lar seg gjøre både i skjæring og på fylling på baner under drift når graving og gjenfylling går hakk i hel — blir pallen mellom de 2 langsgående grøfter bare ca. 3 m. Ifyllingsmassen skal være grus (god ballastgrus) eller lok.slagg som står i direkte forbindelse med ballastlaget. De konvensjonelle 2 stk. 3" drengrør er erstattet med 1 stk. 4" eller 1 stk. 5" (eventuelt kloakkrør) fordi det er bedre og fordi utførelsen blir enklere. Grøftedybden under F. P. bør neppe være mindre enn 2.0 m. Tverrløp mellom de 2 langsgående grøfter og ut i terrengoverflaten tas så ofte det er anledning.

Hvis grøftene tas med maskin og grunnen er steinet, vil grøfteprofilen få et utseende som vist på

4

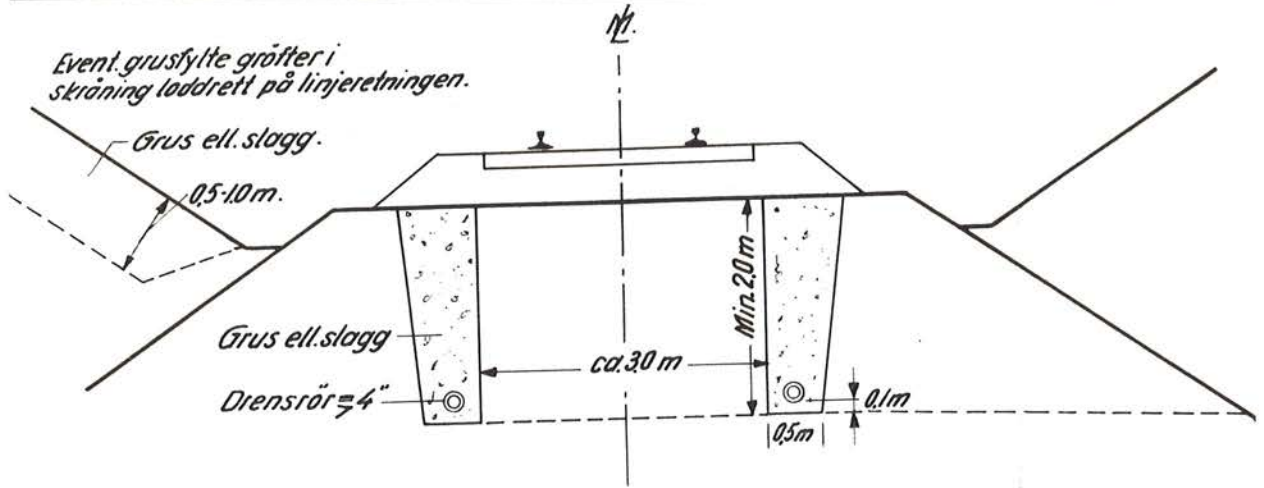


Fig. 4. Drensrør som nå prøves ved NSB på driftsbaner mot skadelig telehiving og fuktig ballastlag.

fig. 5. Både for å få den påkrevde tetning mellom linjegrøft og drensrør som for å spare på filtermateriale forutsettes brukt opptrekkbart skjold, idet det fylles tett jord på utsiden og filtermasse på innsiden av skjoldet. Minste bredde på filteret bør være 0.5 m for å sikre seg mot kapillær vanntransport i horisontalretningen.

Det er denne plasering og utførelse av drensrør som vist i fig. 4 og 5 som nå forsøksvis prøves på driftsbaner i håp om at de i alle fall på visse strekninger og under visse forhold skal gi en skoringsfri linje. Forholdene ligger godt til rette for bruk av gravemaskin med smal bakgraver. Det er et ærlig forsøk på å minske den erfaringsmessig sikre, men langt dyrere telesisolering. Samtidig oppnår man en effektiv tørrelgging av ballastlaget som, når det gjelder naturgrusen på eldre driftsbaner, er for fin-kornig og vannholdig. En tørrelgging av ballastlaget vil i høy grad bidra til å minske vedlikeholdsarbeidet samtidig som et tørrlagt ballastlag gir et bidrag til å minske teledybden. Som en tilleggsforanstaltning har man den utvei å forsøke løfting av linjen.

For til slutt å gi et resymé er forfatteren av den mening at om drenering av grunnen skal bli et varig botemiddel mot televansker så skal overvannet ledes bort i egne grøfter eller løp helt adskilt fra den dype dreneringen. Drensrøftene skal fylles til topps med et pålitelig filtermateriale og stå i direkte forbindelse med og være beskyttet av bærelaget. Drensrøret i bunnen av grøften skal være omhyllt av pålitelig filtermateriale, og begynnelsesåpning skal enten være lukket eller beskyttet av filtermasse.

Så lenge som man på nyanlegg ser slike uhyrligheter som stor stein direkte på kvabbgrunn eller på kvikkleire, er det også nødvendig å si en så selv-

følgelig ting som at bærelag som blir utsatt for trafikkrytelsler, skal være utformet som et filter eller i seg selv være et filter mot kvabben.

Vi har mil etter mil med jernbane og vei hvor telen er sjenerende, men ikke verre enn at vi kvier oss ved tanken på en så kostbar foranstaltning som telesisolering under trafikk. Forfatteren er av den mening at en dyp drenering som vist i prinsipp på fig. 3 og 4, har gode muligheter for å eliminere televansker under lempelige forhold. For jernbanen, som ofte må skore for telekuler av størrelse 10-20 mm og som har som mål en skoringsfri linje, er sjansene minst. Skulle forsøkene som nå er satt i verk, ikke føre til målet kan man ved de norske jernbaner avskrive dyp drenering som botemiddel mot skadelig telehiving. Hva nå enn utfallet blir, kan ikke forsøkene bli forgjeves: under alle omstendigheter vil en høste lærdom og få klarere retningslinjer.

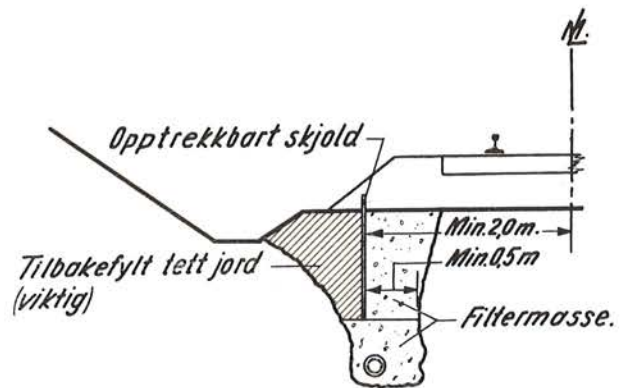


Fig. 5. Ved bruk av gravemaskin (smal bakgraver) i steinet grunn vil grøfteprofilen ofte få dette utseendet. Både for å få nødvendig tetting mot linjegrøften som for å spare på filtermateriale skal jord fylles tilbake mot opptrekkbare skjold.

LANGLINJETELEFONI — TELEFONLINJEN OG DENS TEORI

Av avdelingsingeniør T. Madssveen

DK 621.395.5=396
DK 656.254.15(481)=396

Telefontransmisjon er en form for elektisk kraftoverføring. De energimengder som overføres har effekter av størrelsesorden milliwatt og mikrowatt og er fordelt over et frekvensområde som ved vanlig høretelefoner ligger mellom ca. 300 og 3000 perioder pr. sekund.

De problemer som melder seg i forbindelse med telefonering over store avstander, er først og fremst hvordan en telefonlinje oppfører seg i elektrisk henseende overfor telefonstrømmene og hva som eventuelt kan foretas for å gjøre linjen bedre skikket for sin oppgave.

Hensikten med denne artikkel er å gi en oversikt over de typer av telefonlinjer som for tiden er i bruk ved Norges Statsbaner, og vise hvordan man ved hjelp av generell teoretisk analyse av telefonlinjen kan beregne de forskjellige linjetypers transmisjonsegenskaper.

Linjetyper og deres konstruksjon

a) Luftlinjer.

Luftlinjen er den enkleste type av telefonlinjer. Ledningene (av kobber, bronse eller jern) legges opp på isolatorer på telefonstolper. Da det behøves både «fram- og tilbakeledning» for strømmen, består en linje av to ledninger. Disse har vanligvis en diameter på 3–3.5 mm (jernlinjer 4–5 mm) og den innbyrdes avstand mellom dem er normalt 40 til 60 cm.

På grunn av det lave effektnivå på telefonlinjen er den meget kjenslig overfor elektriske forstyrrelser, især fra kraftledninger i nabolaget, som induserer støyspenninger i telefonledningene. Men også mellom telefonlinjer innbyrdes på samme stolpekurs kan det forekomme elektriske forstyrrelser som da ytrer seg som krysstale, dvs. at man kan høre på den ene linjen hva det sies på de andre.

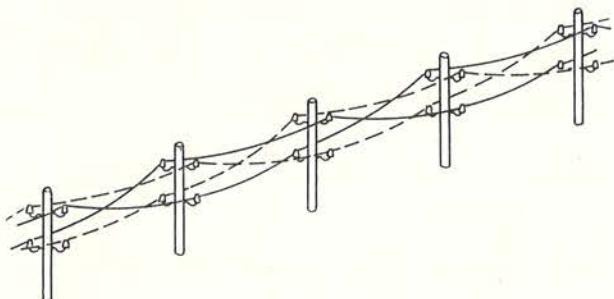


Fig. 1

For å redusere forstyrrelser fra f. eks. kraftledninger må det sørges for at ledningene i telefonlinjen blir liggende mest mulig symmetrisk i forhold til støykilden, og den beste måten å få til dette på er at ledningene krysses, transponeres, regelmessig. Ved samtidig å krysse de forskjellige linjer på samme stolpekurs etter forskjellige skjemaer, blir også linjene balansert innbyrdes og faren for krysstale reduseres.

Ofte ligger to og to linjer gruppevis slik at de fire ledningene danner hjørnene i et kvadrat. Motstående hjørner i kvadratet er ledninger tilhørende samme linje. Man sier at linjene er montert i kvadrat eller firer. Da vil alltid de to linjer ligge symmetrisk til hverandre. Det sørges så for symmetri utad ved å revolvere kvadratet, dvs. sno det i skruelinje langs stolperekken. Dette kan man legge merke til på stolperekkene langs våre dampdrevne baner (se fig. 1). Er det flere firere på samme stolpe- rekke, snos de med forskjellige stigninger.

Fireropplegget har den fordel at det kan benyttes til å lage en kunstig linje (fantom- eller trippel- linje) som også blir symmetrisk såvel utad som overfor de to linjene i fireren (stamlinjene). Fig. 2 viser hvordan man danner en fantomlinje ved hjelp av deleruller. Figuren antyder også strømfordelingen i ledningen når det tales over fantomlinjen. Det er viktig at de to viklingshalvdeler av delerullen er helt like. Da vil telefonstrømmene ikke ha noen virkning på stamlinjene. På den annen side vil heller ikke telefonering på stamlinjene kunne høres på fantomlinjen.

b) Kabler.

Under spesielle forhold blir det nødvendig å legge telefonlinjene i kabel. Ved NSB er slike forhold til stede langs elektrifiserte baner hvor induk-



Fig 2

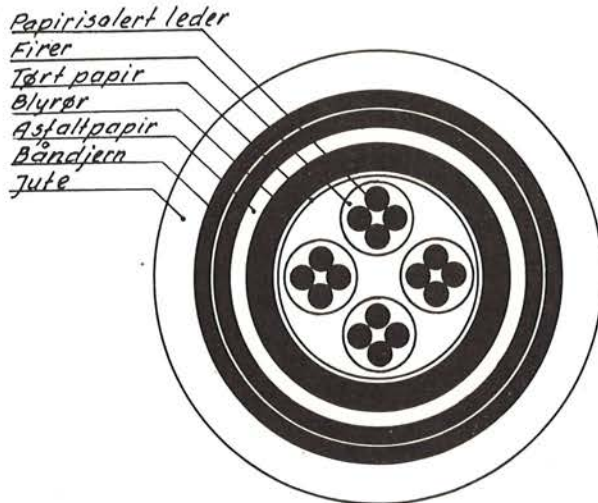


Fig 3

sjon fra kontaktledningen ville umuliggjøre all telefonering på jernbanens linjer dersom ikke stolpekursen ble flyttet ut i betryggende avstand fra banen.

Telefonkabler lages for linjetall fra et par og opp til flere hundre. Også i kabelen snos ledningene for å oppnå symmetri. Det benyttes for telefonkabler to prinsipper for revolvering. Den ene, stjerne- eller diagonalrevolvering, utføres nøyaktig som for en luftlinje. Denne revolvering gir imidlertid dårlige transmisjonsforhold for fantomlinjen. Derfor brukes det en annen revolvering, Diselhorst-Martin (D-M) revolvering, på kabler hvor fantomlinjen skal benyttes.

Ved D-M revolveringen snos først linjene parvis med forskjellige stigninger. De to linjer snos så innbyrdes med en stigning som er forskjellig fra de to første og fra stigningen for de øvrige firere i kabelen. I D-M revolverte kabler tar ledningene større plass enn i stjernerevolverte kabler. D-M kabelen blir derfor tykkere og således kostbarere å framstille. På den annen side gir den mulighet for 50 pst. flere samband.

I kabler brukes tynnere ledninger enn på luftlinjer, fra ca. 1 til ca. 1.5 mm diameter i langlinjekabler. Hver leder er omviklet med en papirhyssing (kordel) i åpen spiral, og utenpå er det viklet papirbånd som danner isolasjon mellom lederne. Når firerne er snodd innbyrdes, snos firerne sammen lagvis til en kjerne. Etter et par lag papir får kjernen beskyttelse mot fuktighet av et massivt blyrør. Derpå følger et par lag asfaltet papir, 2 lag båndjernsarmering og endelig et asfaltimpregnert jutelag.

Foruten å gi den nødvendige mekaniske beskyt-

telse av kabelkjernen, tjener armeringen som skjerm for denne overfor elektriske forstyrrelser utenfra. Armeringen er derfor laget av spesielle legeringer som yter best mulig beskyttelse. Fig.3 viser en 8 pars kabel i tverrsnitt.

Forat kabelen skal ha god isolasjon, er det nødvendig at all fuktighet omhyggelig fjernes fra kabelkjernen, og blyrøret loddes igjen i begge ender før kabelen sendes fra fabrikken. Det må vises den største forsiktighet under kabelmontasjen så ikke fuktighet trenger inn.

Kabelfabrikasjon krever et meget nøyaktig arbeid for å få tilstrekkelig symmetri i kjernen. Den lille avstand mellom lederne gjør at den minste variasjon i denne avstand forårsaker store prosentuale usymmetrier som fører til støy og krysstale. På tross av den meget omhyggelige fremstillingsprosess er det nødvendig å utbalansere kabelen under monteringen med hensyn til usymmetrier såvel mot jord som mellom lederne innbyrdes. Utbalanseringen foregår på den måte at usymmetriene måles for hver kabellengde, og på grunnlag av disse målingene krysskoples forskjellige firere, par i samme firer eller ledere i samme par etter bestemte regler slik at usymmetriene opphever hverandre mest mulig. Kabelmontasje er et arbeide som krever både dyktighet, nøyaktighet og kombinasjonsevne.

Telefoniens prinsipp

Prinsippet for telefonien er skjematisk vist i fig. 4 a for en enveis telefonforbindelse.

Mikrofonen består av en metallkapsel delvis fylt med kullkorn, og en kullmembran som, elektrisk isolert fra kapselen, trykkes mot kullkornene.

Telefonen består av en elektromagnet med kjerne av bløtt jern og en tynn membran av jernblykk som kan svinge under innflytelse av magneten.

Når det ikke tales i mikrofonen, flyter det en konstant likestrøm fra batteriet gjennom mikrofon,

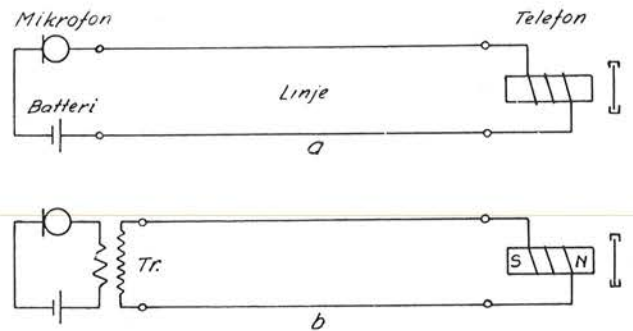


Fig 4

linje og telefonens magnetvikling. Strømmens størrelse er bestemt av batterispenningen og strømkretsens motstand hvor motstanden mellom kullkornene i mikrofonen inngår. På grunn av denne likestrøm har telefonmagneten et konstant magnetfelt som gir telefonmembranen en viss «forspenning».

Når det tales i mikrofonen, vil kullmembranens trykk mot kullkornene variere i takt med det lydtrykk luften utøver mot den. Det innbyrdes trykk mellom kullkornene og dermed mikromotstanden varierer i samme grad. Resultatet er at likestrømmen vil pulsere i takt med lydtrykket. I telefonen vil den pulserende likestrøm bevirke tilsvarende pulsasjoner i magnetfeltet. Telefonmembranen settes i svingninger om sin hvilestilling og gjengir den lyd som opprinnelig påvirket mikrofonmembranen.

Ved langlinjeforbindelser er det ikke praktisk å overføre likestrømmen på telefonlinjen. Lange linjer har stor motstand og vil kreve en høybatterispenning for å få en rimelig strøm. Dessuten vil mikrofonmotstanden utgjøre en forholdsvis liten del av totalmotstanden. Variasjonene i mikrofonmotstanden vil gjøre seg lite gjeldende og effektiviteten blir dårlig.

En pulserende likestrøm kan betraktes som sammensatt av en konstant likestrøm og en ren vekselstrøm.

Ved å skille mikrofonen fra telefonlinjen ved hjelp av en transformator T_r (fig. 4 b) unngås de ovennevnte ulemper idet likestrømkretsen begrenses til å omfatte bare mikrofonen og transformatorens primærvikling som gis liten motstand i forhold til mikrofonen. Bare vekselstrømmen transformeres til linjen. Ved å velge et hensiktsmessig oversetningsforhold for transformatoren, kan man sørge for en best mulig utnyttelse av mikrofonens effekt.

Ved denne kopling mister imidlertid telefonens magnetvikling sin likestrømskomponent. Da det er meget viktig at denne er til stede, erstattes kjernen av bløttjern med en permanentmagnet NS. Dersom et permanent magnetfelt ikke var til stede, ville vekselstrømmen forårsake et vekselfelt som ville tiltrekke membranen såvel ved positiv som ved negativ retning. Membranen ville da svinge med dobbelt svingetall og gjengivelsen ville bli forvansket.

Telefonstrømmens kurveform

Den vekselstrøm som via mikrofontransformatoren induseres over i telefonlinjen har en meget komplisert og variabel kurveform. Det kan imidler-

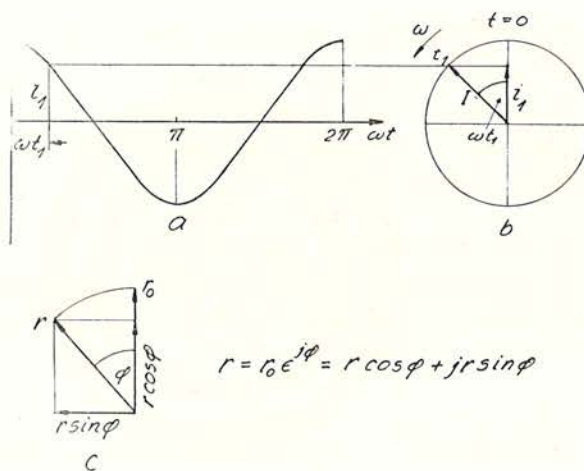


Fig 5

tid vises at en vekselstrøm av vilkårlig kurveform alltid kan spaltes opp i elementærstrømmer som kan skrives på formen

$$i = I \cos \omega t$$

hvor i = strømmens momentanverdi ved tiden t .

I = strømmens maksimalverdi (amplitude)

$$\omega = 2 \pi f$$

hvor f = svingetallet (frekvensen).

Det grafiske bilde av denne strømmen er vist i fig. 5 a.

En slik strøm kan imidlertid også framstilles som vist i fig. 5 b. En vektor I tenktes å rotere om sitt ene endepunkt med en vinkelhastighet ω tilsvarende f rotasjoner pr. sekund. Etter tiden t_1 har vektoren dreiet seg vinkelen ωt_1 og dens projeksjon på den vertikale akse angir strømmens momentanverdi på dette tidspunkt.

En roterende vektor uttrykkes i det komplekse plan som en eksponentialfunksjon

$$r = r_0 \varepsilon^{j\varphi} = r_0 \cos \varphi + jr_0 \sin \varphi$$

hvor ε = grunntallet i det naturlige logaritmesystem (= 2.718 . . .)

j = den imaginære enhet $\sqrt{-1}$

φ = den vinkel vektoren har dreiet seg i forhold til en gitt utgangsstilling r_0 (se fig. 5 c).

Sammenholdes dette med fig. 6 b, har vi

$$i = I \varepsilon^{j\omega t} \dots \dots \dots 1$$

hvor vi da underforstått skal mene den *reelle* komponent ($I \cos \omega t$) av vektoren.

På samme måte kan vi for spenningen skrive

$$e = E \varepsilon^{j\omega t} \dots \dots \dots 2$$

Å framstille strøm og spenning på denne form viser seg ofte å være fordelaktig i vekselstrømteknikken.

Telefonlinjens primære konstanter

På en telefonlinje vil man alltid ha et spenningsfall (e_R) langs linjen som er proporsjonalt med strømmen (i). Markerer dette spenningsfall med negativt fortegn, har vi:

$$e_R = -R \cdot i \dots \dots \dots 3$$

hvor R er telefonlinjens *motstand*.

På samme måte har linjen på grunn av ufullkommen isolasjon en strømløstasje (i_G) som er proporsjonal med spenningen (e) slik at

$$i_G = -G \cdot e \dots \dots \dots 4$$

G kalles telefonlinjens *avledning*.

En telefonlinje som fører en strøm, omgir seg med et magnetfelt Φ hvis størrelse er proporsjonal med strømmen: $\Phi = L \cdot i$

hvor L er linjens *induktivitet*.

Ved enhver forandring (di) av strømmen, og dermed feltet, vil dette indusere en spenning (e_L) i linjen med en slik retning og størrelse at den opprinnelige strøm søkes opprettholdt. Den induserte spenning er lik feltets variasjonshastighet

$$e_L = - \frac{d\Phi}{dt} = -L \cdot \frac{di}{dt} \dots \dots \dots 5$$

Det magnetiske felt inneholder en magnetisk energi

$$A_L = \frac{1}{2} L i^2$$

Induktiviteten representerer telefonlinjens «treghet» overfor strømvariasjoner og karakteriserer dens evne til å magasinere magnetisk energi.

Den elektriske spenning (e) som påtrykkes telefonlinjen, holdes til enhver tid likevekt av et elektrisk felt fra linjens ladning Q , som følgelig er proporsjonal med spenningen:

$$Q = -C \cdot e$$

hvor C kalles linjens *kapasitet*.

Ved enhver forandring (de) av spenningen vil det flyte en kapasitiv lade strøm (i_C), og foregår forandringen i tidsrommet dt , blir denne strømmen:

$$i_C = \frac{dQ}{dt} = -C \cdot \frac{de}{dt} \dots \dots \dots 6$$

Det elektriske felt inneholder en elektrostatiske energi

$$A_C = \frac{1}{2} C e^2$$

Kapasiteten representerer telefonlinjens «elastisitet» overfor spenningsvariasjoner og karakteriserer dens evne til å magasinere elektrostatiske energi.

Benevnes spenningen i volt og strømmen i ampère, så har vi for de *primære konstanter*:

Betegnelsen	Benevning	Betydning
Motstand R	ohm	Volt/ampère
Avledning G	siemens	ampère/volt
Induktivitet L	henry	volt . sek/ampère
Kapasitet C	farad	ampère . sek/volt

Da alle disse elementene kan betraktes som jevnt fordelt langs telefonlinjen, angis de som regel pr. 1 km linjelengde.

Dersom strømmen i telefonlinjen er

$$i = I \epsilon^{j\omega t}$$

vil den induserte spenning bli

$$e_L = -L \frac{di}{dt} = -j\omega L I \epsilon^{j\omega t} = -j\omega L i$$

Den induserte spenning er 90° faseforskjøvet i forhold til strømmen (se fig. 6) og forholdet mellom spenning og strøm er i tallverdi $= \omega L$. Denne størrelsen kalles ledningens induktive motstand.

Det samlede spenningsfall i linjen blir:

$$e_Z = e_R + e_L = -(R + j\omega L)i = -Zi$$

hvor $Z = R + j\omega L$

og kalles linjens *serieimpedans*. Den har tallverdien

$$|Z| = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$$

og fasevinkelen $\varphi = \arctg \frac{\omega L}{R}$

Er videre linjespenningen

$$e = E \epsilon^{j\omega t}$$

så er det kapasitive strømtap

$$i_C = -C \frac{de}{dt} = -j\omega C \cdot E \epsilon^{j\omega t} = -j\omega C e$$

Denne strømmen er 90° faseforskjøvet i forhold til spenningen (se fig. 6), og forholdet mellom strøm og spenning er i tallverdi $= \omega C$ som kalles telefonledningens kapasitive avledning.

Linjens samlede avledning blir

$$i_Y = i_G + i_C = -(G + j\omega C)e = -Ye$$

hvor $Y = G + j\omega C$

og kalles linjens *parallelladmittans*. Denne har tallverdien

$$|Y| = \sqrt{G^2 + (\omega C)^2}$$

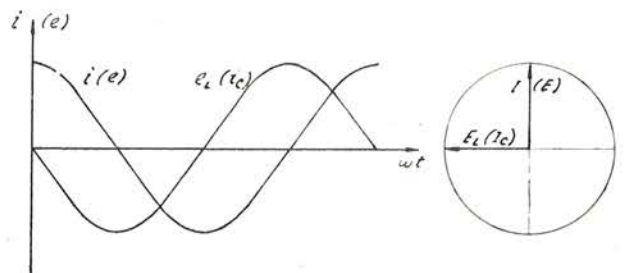


Fig 6

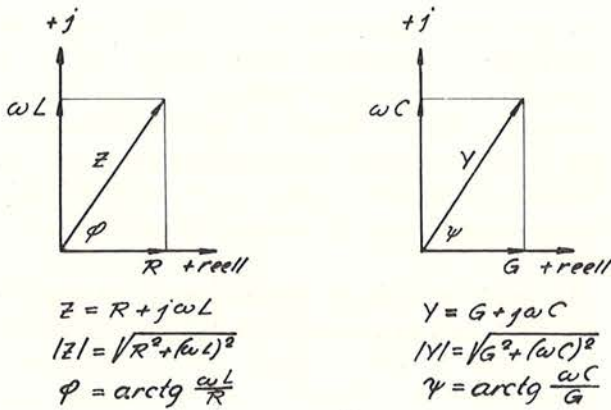


Fig 7

og fasevinkelen $\psi = \text{arctg} \frac{\omega C}{G}$

Fig.7 viser vektordiagrammene for impedans og admittans.

Telefonlinjens sekundære konstanter

Vi skal nå betrakte en telefonlinje med de primære konstanter:

- motstand = R ohm pr. km
- avledning = G siemens pr. km
- induktivitet = L henry pr. km
- kapasitet = C farad pr. km

Ved linjens begynnelse har vi

en spenning $e_0 = E_0 e^{j\omega t}$
 og strøm $i_0 = I_0 e^{j\omega t}$ 7

Vi tar så for oss et utsnitt av linjen av lengde = dx hvor spenningsfall de og strømtap di kan betraktes som uendelig små. Da er (fig. 8)

$de = -(R + j\omega L) i dx = -Z \cdot i \cdot dx$ 8

$di = -(G + j\omega C) e dx = -Y \cdot e \cdot dx$ 9

Divideres ligningene 8 og 9 med hverandre får vi:

$\frac{de}{di} = \frac{Z}{Y} \cdot \frac{i}{e} = \zeta^2 \cdot \frac{i}{e}$

hvor

$\zeta = \sqrt{\frac{Z}{Y}}$

Dette gir $e \cdot de = \zeta^2 \cdot i \cdot di$

og ved integrasjon $e^2 = \zeta^2 \cdot i^2$

som gir to løsninger

$e_1 = +\zeta \cdot i_1$ og $e_2 = -\zeta \cdot i_2$.. 10

eller $i_1 = +\frac{e_1}{\zeta}$ og $i_2 = -\frac{e_2}{\zeta}$ 11

Ligningene 8 og 11 gir

$de_1 = -\gamma e_1 dx$, $de_2 = +\gamma e_2 dx$

hvor

$\gamma = \sqrt{ZY}$

herav $\frac{de_1}{e_1} = -\gamma dx$, $\frac{de_2}{e_2} = +\gamma dx$

som ved integresjon gir

$I_n e_1 = -\gamma x + \text{konst.}$, $I_n e_2 = +\gamma x + \text{konst.}$

eller $e_1 = A_1 e^{-\gamma x}$, $e_2 = A_2 e^{+\gamma x}$ 12

Linjespenningen kan betraktes som summen av disse to spenningene:

$e = e_1 + e_2 = A_1 e^{-\gamma x} + A_2 e^{+\gamma x}$... 13

Av ligningene 11 og 13 finner vi for strømmen

$i = i_1 + i_2 = \frac{1}{\zeta} (A_1 e^{-\gamma x} - A_2 e^{+\gamma x})$... 14

Både spenning og strøm er sammensatt av to komponenter hvorav den ene avtar og den andre vokser eksponentielt med x (dvs. mot høyre i fig. 8). Av ligning 14 ser vi at den voksende komponent av strømmen har negativt fortegn, hvilket i henhold til den forutsatte positive strømrretning, vil si at denne strøm går mot venstre. Den betraktes derfor som en strøm reflektert fra linjens høyre endepunkt og som avtar mot venstre. Spenningen har en tilsvarende reflektert komponent e_2 .

Vi skal nu forutsette at vi ikke har noen reflektert strøm, dvs. at linjen er uendelig lang. Vi kan derfor se bort fra komponentene e_2 og i_2 og skriver:

$$\left. \begin{aligned} e &= A e^{-\gamma x} \\ i &= \frac{A}{\zeta} e^{-\gamma x} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots 15$$

Konstanten A finner vi ved å sette x = 0 hvilket gir spenningen ved linjens begynnelse

$A = e_0 = E_0 e^{j\omega t}$

Spenning og strøm i avstanden x fra linjens begynnelse blir

$$\left. \begin{aligned} e &= E_0 e^{j\omega t} \cdot e^{-\gamma x} = E_0 e^{j\omega t - \gamma x} \\ i &= \frac{e}{\zeta} = \frac{E_0}{\zeta} e^{j\omega t - \gamma x} = I_0 e^{j\omega t - \gamma x} \end{aligned} \right\} \dots\dots 16$$

størrelsene $\zeta = \sqrt{\frac{Z}{Y}} = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}}$ 17

som er telefonlinjens karakteristiske impedans eller «karakteristikken».

og $\gamma = \sqrt{ZY} = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)}$.. 18

telefonlinjens gangkonstant, kalles de sekundære konstanter.

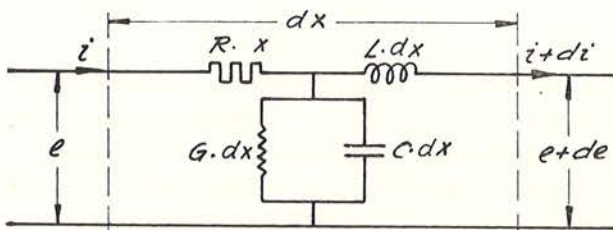
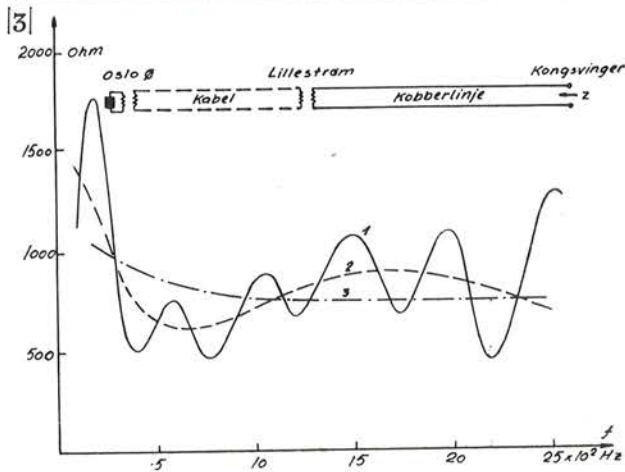


Fig 8



Kurve 1: Karakteristikk av telefonlinje Oslo-Kongsvinger, målt fra Kongsvinger. Kurven viser tydelige refleksjoner p.g.a. gal avslutning i Oslo.
 " 2: Middeltkurve som viser refleksjoner p.g.a. ukorrekt tilpasning mellom luftlinje og kabel i Lillestrøm.
 " 3: Ideell karakteristikk.

Fig. 9

Karakteristikken

Karakteristikken er i alminnelighet en kompleks størrelse. For en uendelig lang, ensartet telefonlinje er alltid forholdet mellom spenning og strøm lik karakteristikken. En telefonlinje er imidlertid aldri uendelig lang, men den vil oppføre seg som en sådan dersom den avsluttes med en belastningsimpedans som identisk med karakteristikken.

Ved en refleksjonsfri avslutning av linjen med en slik impedans, vil all effekt overføres til belastningen.

Ved sammenkopling av linjer med forskjellige karakteristikk benyttes tilpasningstransformatorer som sørger for maksimal energioverføring mellom linjene. Dersom n_1 og n_2 betegner transformatorens vindingstall, må vi ha

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{e_1}{e_2} = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}$$

Da er nemlig effektene på begge sider av transformatoren

$$P_1 = \frac{e_1^2}{Z_1} = \frac{e_2^2}{Z_2} = P_2$$

Likewise benyttes tilpasningstransformatorer for å tilpasse telefonapparater, måleinstrumenter eller annet utstyr som måtte avslutte en telefonlinje.

Dersom man ikke har refleksjonsfri sammenkopling (tilpasning) mellom to telefonlinjer eller mellom telefonlinje og belastning, vil endel av energien reflekteres. Refleksjonen ytrer seg som uregel-

messigheter i karakteristikken som ikke lenger blir uavhengig av linjelengden. Dette innser man ved å danne forholdet mellom ligningene 13 og 14. Da konstanten A_2 er avhengig av impedansforholdene ved refleksjonsstedet, vil linjeimpedansen bli en temmelig komplisert funksjon av karakteristik, belastningsimpedans og avstand til refleksjonsstedet.

Av særlig interesse er impedansen av en telefonlinje målt med den annen linjeende åpen og kortsluttet. Ved å måle tomgangs- og kortslutningsimpedansen ved en frekvens, kan man beregne linjens primære konstanter.

Innen telefonforsterkertechnikken, som kommer til anvendelse ved telefonering over store avstander, spiller karakteristikken en viktig rolle for forsterkerens balansering. Man stilles her overfor den oppgave å framstille en kunstig linje som bygges opp av motstander, spoler og kondensatorer og måler den samme impedans som telefonlinjen innen det frekvensbånd som skal forsterkes. En refleksjonsfri telefonlinje er som regel lett å kopiere på denne måte, mens en linje med refleksjoner vil være meget vanskelig om ikke umulig å etterligne. Av hensyn til stabil forsterkerdrift er det derfor meget viktig å sørge for god tilpasning såvel ved sammenkopling som avslutning av telefonlinjer.

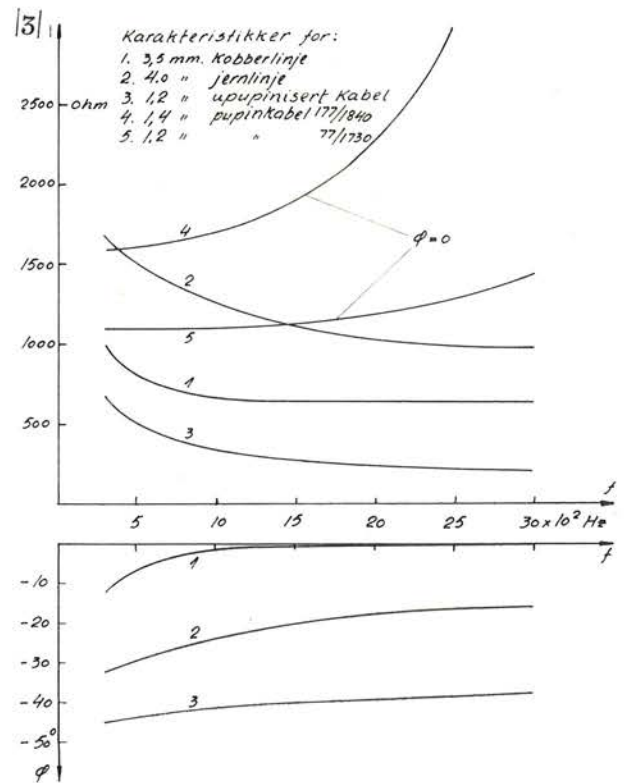


Fig. 10

Fig. 9 viser et illustrerende eksempel på refleksjoner. Den framstilte karakteristikken av en telefonlinje Oslo Ø—Kongsvinger fra tiden før det ble lagt kabel på strekningen Lillestrøm—Kongsvinger. Linjen gikk på kabel fra Oslo til Lillestrøm og fortsatte på luftlinje av kobber til Kongsvinger. Karakteristikken er målt fra Kongsvinger. De fullt opptrukne bølger skyldes refleksjoner på grunn av gal avslutning i Oslo. Disse bølger svinger omkring en langstrakt bølgelinje (streket i figuren) som skyldes refleksjoner fra sammenkoplingen mellom kabel og luftlinje i Lillestrøm. Endelig er strek-punkttert vist den ideelle karakteristik for den kobberlinjen det ble målt på.

Karakteristikken av forskjellige linjetyper er vist i fig. 10 med tallverdi og fasevinkel.

Gangkonstanten

Mens karakteristikken gir opplysning om telefonlinjens driftstilstand, er gangkonstanten et uttrykk for linjens transmisjonsegenskaper. Den er en kompleks størrelse og skrives $\gamma = \beta + ja \dots\dots$ 19 hvor $\beta =$ dempning i neper pr. km

$a =$ fasevinkel i radianer pr. km

I henhold til ligning 16 kan da spenning og strøm skrives på formen

$$\begin{aligned} e &= E_0 e^{j\omega t - (\beta + ja)x} = E_0 e^{-\beta x + j(\omega t - ax)} \\ &= E_0 e^{-\beta x} \cos(\omega t - ax) \left\{ \dots\dots\dots 20 \right. \\ i &= I_0 e^{-\beta x} \cos(\omega t - ax) \left\{ \dots\dots\dots \right. \end{aligned}$$

Spenning og strøm varierer både med tid og sted men for å se hvordan de varierer, skal vi først betrakte spenningen på linjen i et øyeblikk bestemt ved $t = t_1$.

$$e_{t_1} = f(x) = E_0 e^{-\beta x} \cos(\omega t_1 - ax)$$

Spenningen varierer langs linjen etter en sinuskurve hvis amplitude avtar eksponensielt med x (fig. 11 a).

En linjelengde tilsvarende en periode av spenningskurven kalles bølgelengden λ . Denne finner vi ved å sette $ax = a\lambda = 2\pi$

som gir
$$\lambda = \frac{2\pi}{a}$$

Derpå betrakter vi spenningen som funksjon av tiden på et sted på linjen bestemt ved $x = x_1$.

$$e_{x_1} = f(t) = E_0 e^{-\beta x_1} \cos(\omega t - ax_1) = E_{x_1} \cos(\omega t - ax_1)$$

Spenningen har følgelig samme kurveform som ved begynnelsen av linjen, men har en amplitude som er minsket i forholdet $1 : e^{\beta x_1}$ og er fasefor-

skjøvet en vinkel ax_1 (fig. 11 b). Tenker man seg nu at x og t varierer samtidig, vil man finne at spenning og strøm forplanter seg som en bølge utover langs linjen. Dette er illustrert i fig. 11 c som viser en bølge ved 5 forskjellige tidspunkter som er valgt slik at bølgen i hvert tidsintervall har forplantet seg $\frac{1}{8}$ bølgelengde.

Den hastighet bølgen forplanter seg med, fasehastigheten, finnes ved å følge en faee av bølgen, f. eks. en bølgetopp P i fig. 11 c. Dette betyr i henhold til ligning 20 at

$$\omega t - ax = \text{konstant}$$

Deriveres dette uttrykket med hensyn på tiden finner man

$$\omega - a \frac{dx}{dt} = 0$$

hvorav fasehastigheten beregnes til

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{\omega}{a} \dots\dots\dots 21$$

Denne hastigheten må ikke forveksles med den hastighet elektronene beveger seg med. Under innflytelse av vekselspenningen beveger elektronene seg fram og tilbake i ledningen over en begrenset strekning avhengig av frekvensen og med en hastighet som bl. a. avhenger av friksjonen i ledningen, dvs. dens motstand.

Disse elektronbevegelsene lager imidlertid fortetninger og fortynninger i elektronmengden eller ladingen, som forplanter seg langs linjen. Det er det

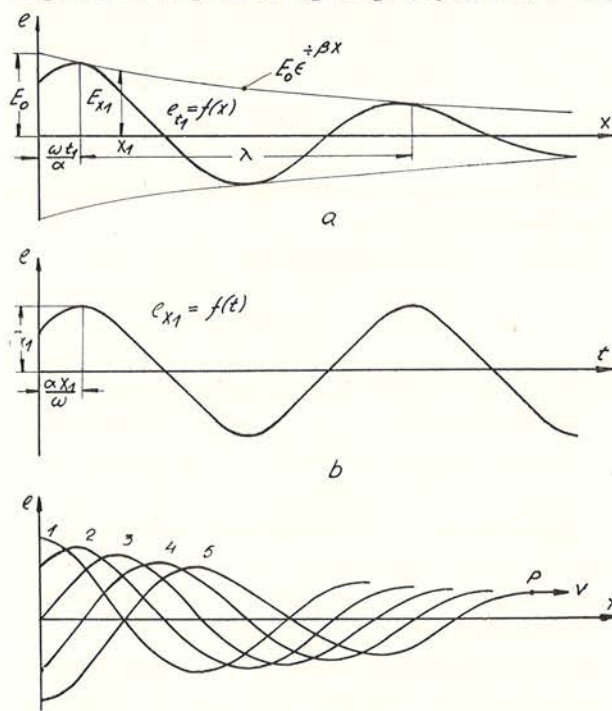


Fig. 11 a, b og c.

elektriske og magnetiske felt, forårsaket av ladingen og dens bevegelse, tillikemed deres innhold av elektromagnetisk energi som forplanter seg langs linjen med hastigheten v .

Mens spenning og strøm er knyttet til elektronene i ledningene er energien knyttet til det elektromagnetiske felt omkring dem.

12

Dempning og forvrengning

Vi fant at spenning og strøm synker langs linjen etter en eksponensialkurve slik at forholdet mellom amplitudene ved begynnelsen av linjen og i avstanden x er

$$\frac{E_0}{E_x} = \frac{I_0}{I_x} = e^{\beta x}$$

Man definerer da linjens dempning b som den naturlige logaritme til dette forhold:

$$b = \ln \frac{E_0}{E_x} = \ln \frac{I_0}{I_x} = \beta x \quad \dots \dots \dots 22$$

og størrelsen β angir således linjens dempning i neper pr. km.

Dempningen er proporsjonal med linjelengden. Dette kan synes misvisende når spenning og strøm avtar etter en eksponensialkurve. Øret reagerer imidlertid logaritmisk på lydinntrykk, dvs. at det subjektive lydinntrykk er tilnærmet proporsjonalt med logaritmen til lydtrykkets amplitude. Størrelsen βx gir således et uttrykk for linjedempningen som stemmer bra med ørets vurdering av den. Da effekten på linjen uttrykkes ved produktet av spenning og strøm, vil altså denne være dempet i forholdet

$$\ln \frac{P_0}{P_x} = \ln \frac{E_0 I_0}{E_x I_x} = 2\beta x$$

Effektdempningen er den dobbelte av spennings- eller strømdempningen.

Vi skal se på hva dempningen betyr i tall.

Effekten som sendes ut på en telefonlinje, er vanligvis av størrelsesorden i milliwatt. For de alminnelig anvendte linjetyper varierer karakteristikken mellom ca. 600 og 1600 ohm (se fig. 10). Setter vi derfor karakteristikken i vårt eksempel til 1000 ohm, blir følgelig linjespenningen 1 volt og strømstyrken 1 milliamper. En alminnelig god telefonlinje har en dempning på ca. 2 neper. Dette betyr at spenning og strøm synker til ca. $e^{-2} = \text{ca. } 1/7$ av sin opprinnelige størrelse og bare ca. $1/50$ av den opprinnelige effekt avgis i mottagerenden.

Man vil imidlertid kunne føre en fullt brukbar telefonsamtale på en linje med 4 neper dempning dersom man ikke sjeneres av linjestøy. Spenning

og strøm vil her synke til ca. $1/50$ og virkningsgraden blir 0.4 promille.

Dempningen kan også uttrykkes som den briggiske logaritme til effektforholdet. Man skriver da:

$$\log \frac{P_0}{P_x} = b \text{ bel}$$

I stedet for enheten «bel» brukes vanligvis enheten «desibel» (db) som er $1/10$ bel.

Vi finner

$$\begin{aligned} b_{bd} &= 10 \log \frac{P_0}{P_x} = 10 \log \frac{E_0^2}{E_x^2} = 20 \log \frac{E_0}{E_x} \\ &= 8,7 \ln \frac{E_0}{E_x} = 8,7 b_{\text{neper}} \end{aligned}$$

Dempning som er angitt i neper, kan derfor regnes om til desibel ved å multiplisere dempningstallet med 8.7.

Dekomponeringen av rotuttrykket i ligning 18 vil føre til forholdsvis kompliserte uttrykk for β og a . For de forskjellige linjetyper kan man som regel gjøre visse forenklinger i formlene og bringe dem på en mer oversiktlig form. Imidlertid vil man i alminnelighet finne at såvel dempning som fasevinkel er frekvensavhengige. For at talegjengivelsen skal være korrekt, må alle frekvenser som overføres gjengis med riktig styrkeforhold. Dersom dempningen er frekvensavhengig, vil ikke denne betingelsen være oppfylt og man får en forvanskning av talen som kalles *amplitudeforvrengning*. Da de høye frekvenser dempes mer enn de lave, vil gjengivelsen få et underskudd av høye frekvenser. Den blir mørk i klangen og mer eller mindre ukjennelig på grunn av manglende overtoner. Det er nemlig overtonene som gir de forskjellige stemmer sin spesielle klangfarge.

Da bølgene trenger en viss tid til å forplante seg fra sender til mottaker, vil videre talen forsinkes, og en slik forsinkelse vil kunne virke sjenerende og i ekstreme tilfelle føre til forvirring av samtalen. Tar det nemlig unormal lang tid før den ene av de telefonerende f. eks. får svar på en forespørsel, vil han gjenta denne. Mens han holder på med dette, ankommer svaret, og de to kommer til å snakke i munnen på hverandre. Av ligning 21 framgår at dersom alle frekvenser skal forplante seg med samme hastighet, må fasevinkelen være proporsjonal med frekvensen. I motsatt fall opptrer *faseforvrengning*. Denne ytrer seg slik at de forskjellige elementær-svingningene som en spennings- eller strømbølge er sammensatt av, vil skille lag etter hvert slik at bølgen deformeres. En viss faseforvrengning kan tolereres da øret ikke er følsomt overfor variasjoner, innen rimelige grenser, i det

innbyrdes faseforhold mellom de enkelte svingninger som en lyd er sammensatt av. Dette skyldes ørets tregghet, dvs. at det bevarer et lydinntrykk et kort øyeblikk etterat lydtrykket som forårsaker det, er opphørt. Talen består imidlertid av en kontinuerlig rekke av stadig varierende svingningsgrupper, og dersom forskjellen i forplantningstid for de forskjellige elementærsvingninger innen hver enkelt gruppe blir for stor, vil de enkelte grupper oppløses og blande seg med nabogrupper og gjengivelsen blir mer eller mindre uforståelig.

Hvordan forskjellige linjetyper egner seg for langlinjetelefon, belyses best ved et par talleksempler:

Kobberlinjen.

For en luftlinje av kobber med ledningsdiameter = 3.5 mm og ledningsavstand = 40 cm er:

- R = 3.6 ohm pr. km
- L = 2.3 · 10⁻³ henry pr. km
- C = 5.5 · 10⁻⁹ farad pr. km

Vi antar G = ca. 10⁻⁶ siemens pr. km

Allerede ved den laveste frekvens vi er interessert i (300 hertz), er ωL større enn R, og ωC er innen hele frekvensbåndet 300-3000 hertz betraktelig større enn G. Setter vi derfor i første tilnærming R og G ut av betraktning i ligning 18 så blir:

$$\gamma = \beta + ja = \sqrt{-\omega^2 LC} = j\omega \sqrt{LC}$$

som gir $\beta = 0$ og $a = \omega \sqrt{LC}$

Ved å kvadrere ligning 18 får vi videre:

$$\gamma^2 = \beta^2 - a^2 + 2ja\beta = RG - \omega^2 LC + j\omega(RC + LG)$$

Setter vi her $\beta^2 \ll a^2$ og $RG \ll \omega^2 LC$ blir $2ja\beta - a^2 = j\omega(RC + LG) - \omega^2 LC$

som gir $a = \omega \sqrt{LC}$ 23

$$\beta = \frac{1}{2\sqrt{LC}}(RC + LG) = \frac{R}{2}\sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2}\sqrt{\frac{L}{C}} \quad 24$$

Dempningen er for kobberlinjen uavhengig av frekvensen og er sammensatt av to ledd hvorav det ene skyldes motstanden og det andre avledningen. Innsettes de oppgitte tallverdier finner vi:

motstandsdempningen:

$$\frac{R}{2}\sqrt{\frac{C}{L}} = \frac{3,6}{2}\sqrt{\frac{5,5 \cdot 10^{-9}}{2,3 \cdot 10^{-3}}} = 0,003 \text{ neper/km}$$

avledningsdempningen:

$$\frac{G}{2}\sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{10^{-6}}{2}\sqrt{\frac{2,3 \cdot 10^{-3}}{5,5 \cdot 10^{-9}}} = 0,0003 \text{ »}$$

Totaldempningen $\beta = 0,0033 \text{ neper/km}$

Avledningsdempningen er normalt liten i forhold til motstandsdempningen.

I virkeligheten vil dempningen øke noe med frekvensen. Dette skyldes at motstanden ikke er uavhengig av frekvensen. På grunn av et indre magnetfelt i ledningene vil strømmen ved økende frekvens fortenges ut mot overflaten slik at ledningens effektive tverrsnitt avtar og motstanden øker. Dette fenomen er kjent under betegnelsen «skineffekt».

Ved lavere frekvenser (under ca. 800 hertz) vil dempningen avta mot likestrømverdien

$$\beta' = \sqrt{RG} = \sqrt{3,6 \cdot 10^{-6}} = 0,0019 \text{ neper/km}$$

som finnes ved å sette ω = 0 i ligning 18. Dempningen for en kobberlinje er vist i fig. 12 kurve 1.

Fasevinkelen er proporsjonal med frekvensen hvilket var betingelsen for en linje uten faseforvrengning. Alle frekvenser forplanter seg med hastigheten

$$v = \frac{\omega}{a} = \frac{\omega}{\omega \sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad \dots\dots 25$$

som med tallverdien innsatt gir

$$v = \frac{1}{\sqrt{2,3 \cdot 10^{-3} \cdot 5,5 \cdot 10^{-9}}} = 280 \text{ 000 km/sekund}$$

eller meget nær lyshastigheten.

Endelig finner vi så karakteristikken av ligning 17 ved å sette R og G ut av betraktning i forhold til ωL og ωC:

$$z = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad \dots\dots\dots 26$$

som gir: $z = \sqrt{\frac{2,3 \cdot 10^{-3}}{5,5 \cdot 10^{-9}}} = 650 \text{ ohm}$

Over ca. 800 hertz er følgende karakteristikken en konstant ohmsk motstand. Under denne frekvens

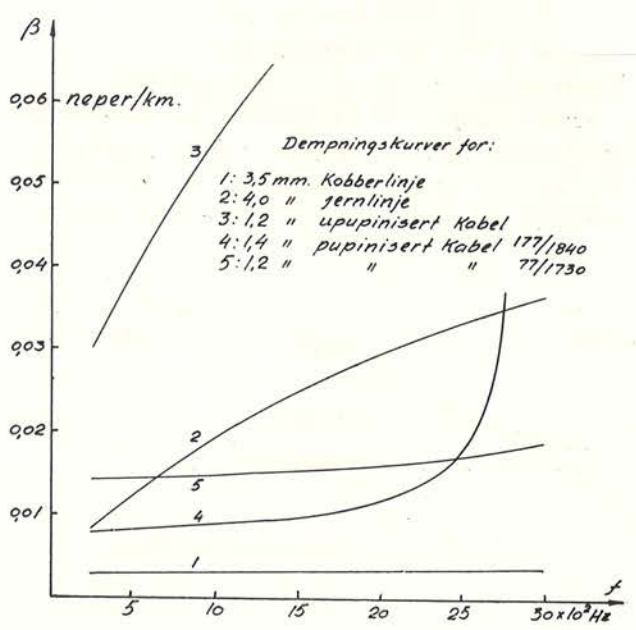


Fig. 12

vil den stige mot likestrømsverdien som i det valgte eksempel blir

$$Z' = \sqrt{\frac{R}{G}} = \sqrt{\frac{3,6}{10^{-6}}} = 1900 \text{ ohm}$$

I området 0-800 hertz er karakteristikken en kompleks impedans med kapasitiv fasevinkel. Kobberlinjens karakteristik er vist i fig. 10 kurve 1.

Kobberlinjen er den ideelle telefonlinje. Den er praktisk talt forvrengningsfri og tidsforsinkelsen er minimal.

Jernlinjen.

På grunn av ledningsmaterialets magnetiske egenskaper har jernlinjen en betydelig høyere induktivitet enn kobberlinjen. Av samme grunn vil strømfortrengning gjøre seg meget sterkere gjeldende med stigende frekvens enn ved kobberlinjen. Hertil kommer tilleggslag i form av magnetisk hysteres. Endelig er jernlinjens motstand ca. 8 ganger så høy som for kobberlinjer med samme ledningstverrsnitt. Selvom den høye induktiviteten i følge ligning 24 vil virke gunstig på dempningen, vil denne fordel mer enn oppveies av motstanden. Dempningsforløpet framgår av fig. 12 kurve 2 og viser jernlinjens underlegenhet i forhold til kobberlinjen. Den blir derfor vesentlig brukt bare for telefonlinjer av mer lokal art. Karakteristikken er vist i fig. 10 kurve 2.

Kabelen.

Vi skal så undersøke en kabel med lederdiameter 1.2 mm. Dens primære konstanter er:

- R = 30 ohm pr. km
- L = 0.6 · 10⁻³ henry pr. km
- C = 36 · 10⁻⁹ farad pr. km

Videre antas G = 0.5 · 10⁻⁶ simens pr. km

Sammenlignet med kobberlinjen har kabelen lav induktivitet og høy kapasitet hvilket skyldes den lille avstand mellom ledningene. Da motstanden samtidig er høy, ser vi at vi kan se bort fra ωL i

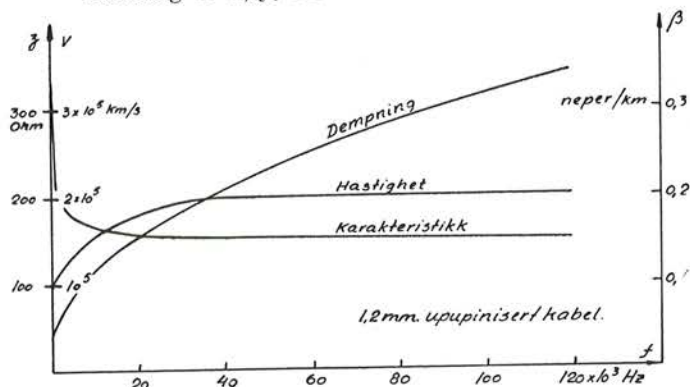


Fig. 13

forhold til R praktisk talt helt opp til f = 3000 hertz. Likeså kan avledningen settes ut av betraktning i forhold til ωC.

Ligning 18 reduseres da til

$$\gamma = \beta + j\alpha = \sqrt{j\omega RC}$$

eller: $\beta^2 - \alpha^2 + 2j\alpha\beta = j\omega RC$

Dette gir: $\beta^2 - \alpha^2 = 0$

$$2\alpha\beta = \omega RC$$

hvorav: $\alpha = \beta = \sqrt{\frac{\omega RC}{2}}$ 27

Hastigheten blir $v = \frac{\omega}{\alpha} = \sqrt{\frac{2\omega}{RC}}$ 28

og for karakteristikken finner vi

$$Z = \sqrt{\frac{R}{j\omega C}} = \sqrt{\frac{R}{\omega C}} e^{-j\pi/4} \dots\dots\dots 29$$

Både dempning, hastighet og karakteristik varierer med kvadratroten av frekvensen over hele talefrekvensområdet, hvilket gir dårlig transmissjonsforhold. Ved 800 hertz har dempningen for den valgte kabel en størrelse på

$$\beta = \sqrt{\frac{2\pi \cdot 800 \cdot 30 \cdot 36 \cdot 10^{-9}}{2}} = \text{ca } 0,05 \text{ neper/km}$$

Dempningsforløpet er vist i fig. 12 kurve 3.

Karakteristikken er vist fig. 10 kurve 3.

Den beregnes ved 800 hertz til

$$Z = \sqrt{\frac{30}{2\pi \cdot 800 \cdot 36 \cdot 10^{-9}}} \cdot e^{-j\pi/4} = \text{ca } 400 e^{-j\pi/4} \text{ ohm}$$

Hastigheten vil ved denne frekvens være

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 2\pi \cdot 800}{30 \cdot 36 \cdot 10^{-9}}} = \text{ca } 100000 \text{ km/sekund}$$

Når frekvensene blir så høye at ωL dominerer i forhold til R, vil formlene for dempning, fasehastighet og karakteristik kunne skrives på samme form som vist for kobberlinjen.

Karakteristikken nærmer seg en konstant verdi på ca. 150 ohm og hastigheten ca. 200 000 km/sek. Dempningen vil på tross av den tilsynelatende frekvensuavhengighet fremdeles øke på grunn av strømfortrengning og hvirvelstrømtap i ledningene. Fig. 13 viser kurver for kabelens dempning, karakteristik og hastighet utenfor talefrekvensbandet.

Pupinisering

Av de linjetyper vi hittil har studert, ligger kabelen dårligst an. Når kabelen allikevel har fått slik utstrakt anvendelse i langlinjetransmisjonen, skyldes det pupineringen. Ved å øke kabelens in-

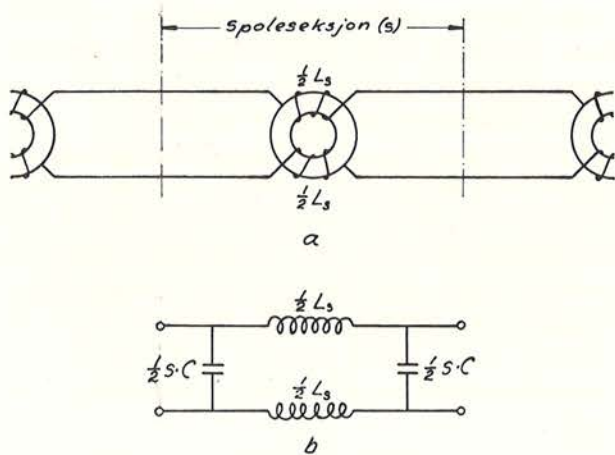


Fig. 14

duktivitet, vil man nemlig også ved de lave frekvenser kunne oppnå en lignende frekvensuavhengighet som ved kobberlinjen.

Pupiniseringen består i å innkoble induksjons-spoler (pupinspoler) med jevne mellomrom i linjen tilsvarende spoleseksjonslengden *s* (se fig. 14 a).

Selve spolen har en ringformet kjerne av magnetisk materiale med to viklinger, og koples som vist i figuren.

I henhold til de uttrykk som er utledet for kobberlinjen, blir dempningen, idet avledningsdempningen settes ut av betraktning:

$$\beta_0 = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C \cdot s}{L_s}}$$

Videre blir karakteristikken

$$\zeta_0 = \sqrt{\frac{L_s}{C \cdot s}}$$

og hastigheten
$$v_0 = \sqrt{\frac{s}{L_s \cdot C}}$$

Imidlertid er ikke forholdene fullt så ideelle som det synes å framgå av disse uttrykkene som vi kaller kabelens nominelle konstanter. Pupinlinjen kan nemlig betraktes som sammensatt av en rekke ledd, hvert bestående av en spole og den tilstøtende halvseksjon av kabelen til hver side (fig. 14 b). Kapasiteten av halvseksjonene er representert av to kondensatorer hver med en kapasitet på $0.5C \cdot s$.

Når frekvensen nærmer seg verdien

$$f_\infty = \frac{\omega_\infty}{2\pi} = \frac{1}{\pi \sqrt{L_s \cdot C \cdot s}} \dots\dots 30$$

vokser impedansen av et slikt ledd mot uendelig og strømmen avtar mot 0. Denne frekvensen kalles kabelens grensefrekvens og angir den øvre grense for det frekvensbånd kabelen kan overføre.

Innfører vi størrelsen

$$\eta = \frac{\omega}{\omega_\infty}$$

så kan vi innføre for dempning og karakteristik en korreksjonsfaktor =

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \eta^2}} \quad \text{og}$$

finder for disse to størrelser henholdsvis:

$$\beta = \frac{\beta_0}{\sqrt{1 - \eta^2}} = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C \cdot s}{L_s}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \eta^2}} \dots 31$$

$$\zeta = \frac{\zeta_0}{\sqrt{1 - \eta^2}} = \sqrt{\frac{L_s}{C \cdot s}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \eta^2}} \dots\dots 32$$

Både dempning og karakteristik vokser altså mot uendelig når frekvensen nærmer seg grensefrekvensen.

For hastighet gjelder formelen

$$v = v_0 \cdot \frac{\eta}{\arcsin \eta} = \sqrt{\frac{s}{L_s \cdot C}} \frac{\eta}{\arcsin \eta} \dots 33$$

Hastigheten avtar følgelig med frekvensen i samme grad som sinus avtar i forhold til vinkelen, og er ved grensefrekvensen

$$v_\infty = v_0 \frac{1}{\arcsin 1} = v_0 \frac{1}{\pi/2} = \frac{2v_0}{\pi}$$

Skal man oppnå liten amplitude- og faseforvrengning, må grensefrekvensen legges en god del høyere enn det aktuelle frekvensbånd. Av formlene framgår nå at dempningen kan gjøres liten med bibehold av tilstrekkelig høy grensefrekvens ved å velge L_s stor og s liten. Imidlertid avtar hastigheten i samme grad som dempningen i avhengighet av L_s og s , og det er hensynet til hastighet og grensefrekvens som er bestemmende for pupiniseringsgraden. Det blir derfor nødvendig å renonsere endel på kravet om lav dempning til fordel for en større hastighet.

Av hensyn til de internasjonale telefonsamband er minimumsverdiene for grensefrekvens og hastighet foreskrevet av CCIF. I henhold til tidligere forskrifter har Statsbanenes kabelanlegg inntil 1950 vært utført, med få unntagelser, med en grensefrekvens på ca. 2800 hertz og en hastighet på ca. 16 000 km/sek. Etter 1950 har NSB imidlertid hatt flere kabelanlegg felles med Telegrafverket som i henhold til nye forskrifter av 1938 har øket grensefrekvensen til ca. 4600 hertz og hastigheten til ca. 25 000 km/sek.

Følgende data er typiske for anlegg i tiden 1930-1953.

	1930-1950	1950-1953
Lederdiameter	0.9 og 1.4 mm	1.2 mm
Spoleinduktiviteten	0.177 henry	0.077 henry
Spoleavstand	1840 m	1730 m
Grensefrekvens	2800 hertz	4600 hertz
Nominell karakteristikk	1600 ohm	1100 ohm
Nominell fasehastighet	16000 km/sek	25000 km/sek
Nominell dempning for		
a) 0.9 mm diameter (177/1840)	0.0185 neper/km	
b) 1.4 mm diameter (177/1840)	0.0085 neper/km	
c) 1.2 mm diameter (77/1730)		0.015 neper/km

Demningsforløpet for et par av disse kabeltypene er vist i fig. 12, kurvene 4 og 5. Karakteristikkene for disse er vist i fig. 10, kurvene 4 og 5.

Sluttbemerkninger

Av det foregående framgår at telefonlinjens naturlige rekkevidde er begrenset. På en god kobberlinje kan man føre samtaler over avstander på ca. 800 km dersom man tolererer en total dempning på 2.5 neper. På en pupinisert kabel blir rekkevidden adskillig kortere.

Man begynte derfor tidlig å interessere seg for å finne midler til å øke telefoneringsavstandene, og dette resulterte i utviklingen av *telefonforsterkeren* hvorav NSB har en del i drift i sine linjer.

Kobberlinjens ypperlige transmissjonsegenskaper gjelder også for frekvenser utenfor det hørbare frekvensområde. Av kurvene i fig. 13 framgår at den upupiniserte kabel, spesielt hva hastighet og karakteristikk angår, også forbedrer sine transmissjonsegenskaper betraktelig ved høye frekvenser, og dette benytter man seg av i *bærefrekvenstelefonien* hvor telefonstrømmene overføres som høyfrekvente svingninger.

Den stadig økende telefontrafikk krever flere linjer. Linjebygging er en kostbar affære og når linjene blir over en viss lengde, lønner det seg å opprette bærefrekvenssamband på de eksisterende linjer. Statsbanene har i flere tilfelle måttet ty til denne utvei for å avhjelpe linjemangelen. Det vil her føre for langt å komme nærmere inn på forsterkertelefonikk og bærefrekvenstelefonie som imidlertid er meget vesentlige områder innen transmisjonsteknikken.

TYHOLT JORDTUNNEL

Av avdelingsingeniør H. Tyldum

DK 624.191.2(481)=396

Jernbanelinjen Stamne—Leangen, som for tiden er under bygging, forbinder Dovrebanen med Nordlandsbanen ved omkjøring av Trondheim by. Linjens lengde er 6 km; den grener ut fra Dovrebanen ved Stavne, eller rettere sagt Marienborg skifte-stasjon, krysser Nidelva, går i en bue syd og øst for Trondheim gjennom Tyholt tunnel og kommer inn på Nordlandsbanen ved Leangen stasjon.

Tyholt tunnel er tilsammen 2785 m, hvorav 2517 meter går gjennom fjell og 268 m gjennom jord. Fjelltunnelen er ført gjennom grønnstein og grønnsteinskifer med enkelte lag av kvartsitt, og har ikke frambygd arbeider av noen større vanskelighet. Derimot har linjens framføring ved tunnelens søndre innslag bygd på arbeider av mer spesiell art, idet linjen her måtte føres fram gjennom et mektig leiområde.

For å få linjen sydfra sluttet til fjelltunnelen måtte den enten føres gjennom en lang og dyp jordskjæring eller gjennom en kort jordskjæring kombinert med jordtunnel. For å kunne vurdere den fordelaktigste tilslutning foretok Geoteknisk kontor en meget omfattende grunnundersøkelse.

Grunnen bestod av leire, hvorav store uregelmessige partier var kvikkleire. Av tre undersøkte alternativer valgtes det hvor en mest unngikk kvikkleiren. Men lang og dyp skjæring inn til fjell lot seg ikke gjennomføre, og kombinasjonen skjæring med jordtunnel var ikke til å komme forbi.

For det valgte alternativ hadde man i skjæringsområdet kvikkleire oventil og vanlig leire nedentil nemlig fra noen meter over skjæringsbunnen og videre mot dypet. Den første omkring middels, den siste vanligvis meget fast. Forutsatt en største skjæringsdybde på 10 til 12 m og dosering 1:2 ansåes skjæringssskråningene å være stabile. En gikk ut fra at massene ble gravet ut i avsatter som vanlig ved Statsbanene for dype skjæringer i leire.

For jordtunnelens vedkommende som måtte drives fram med skjold, viste grunnundersøkelsen at tunnelen på den første ca. $\frac{3}{5}$ -part av lengden kom til å gå gjennom solide leirmasser, men siden gjennom leire med betydelig lavere fasthet og til dels gjennom løs leire (kvikkleire). På de siste $\frac{2}{5}$ av jordtunnelen ville det derfor bli nødvendig å bruke trykkluft i forbindelse med skjolddriften.

Arbeidet med utgraving av skjæringen ble utført under krigen av tyskerne. I den utgravde skjæring støpte de til slutt en 70 m lang betongtunnel som senere ble fylt over med jordmasser. Tyskernes forsøk med elektrisk drenering av skjæringen er et interessant teknisk kapittel for seg. For nærmere studium av metoden henvises til avd.ing. K. Hesselroth's artikkel i Tekniske Meddelelser nr. 4/53.

Den egentlige jordtunnel (fig. 1) som er drevet med skjold, utgjør 198 m og ble påbegynt høsten 1946. Arbeidet var i det vesentlige ferdig våren 1950. 3½ år synes å være lang arbeidsdrift for en tunnel på knapt 200 m lengde. Det hadde vært teknisk mulig å drive tunnelen på vesentlig kortere tid, men de knappe årlige bevilgninger til anlegget har vært bestemmende for byggetiden.

Drift av tunnel gjennom jord er i og for seg ikke noe nytt og heller ikke skjolddrift. To tunneler ved Statsbanene har tidligere vært drevet med det samme utstyr som ble benyttet ved Tyholt. Skjolddrift er imidlertid så vidt sjelden at nærmere omtale av driftsmåten kan være av interesse. Spesiell interesse har Tyholt jordtunnel da den delvis går gjennom kvikkaktig leire og kvikkleire.

Skjoldet er i prinsippet et stålrør med diameter ca. 8 m og lengde ca. 5 m som skyves fram i tunnelretningen 0.75 m ad gangen (fig. 2). Under framskyvingen trenger jordmasser inn foran i skjoldet. Inntrengt jordmasse graves ut, og samtidig blir i rørets bakkant og i ly av dette lagt opp en utforingsring satt sammen av ferdigstøpte betonglameller. En utforingsring utgjør 0.75 m i tunnelretningen og tilsvarer altså den lengde skjoldet blir skjøvet fram. På denne måte foregår framdriften etappevis ved framskyving av skjoldet eller stålrøret som vi har sammenlignet det med, deretter utgraving av jord og opplegging av en utforingsring eller såkalt ytre ring. På et senere tidspunkt følger så en solidere betongutstøpning, indre ring. Mellom indre og ytre ring blir lagt et isolasjonsjikt.

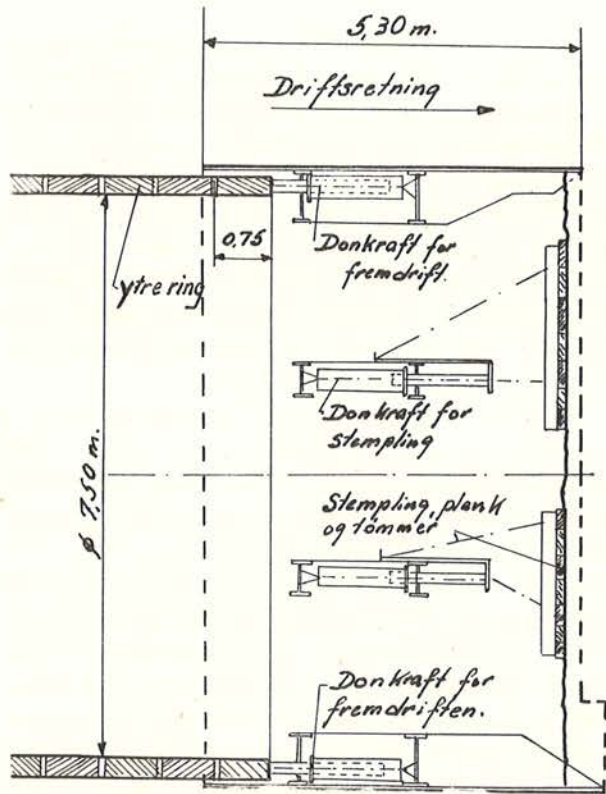


Fig. 2. Skjold. Klart for framskyving.

Framskyvingen av skjoldet skjer ved hjelp av 20 stk. hydrauliske donkrefter som er jevnt fordelt langs innsiden av skjoldmantelen. Trykkolje til donkreftene skaffes fra oljepumpe montert utenfor tunnelen. Ved å regulere oljetilførselen til de forskjellige donkrefter oppnåes nødvendig styring av skjoldet. Ved framskyving spenner donkreftene mot ferdig opplagt ytre ring.

For montering av ytre ring er skjoldet utstyrt med en monteringsarm som på en lettvinnt måte plasserer de ca. 700 kg tunge betonglameller. I fugene mellom lamellene presses inn mørtel av hurtigbindende sement.

For å hindre at jordmassen raser ut på stuffen, kan den avstemples. Stempingen støttes mot skjoldets to bevegelige plattformer som muliggjør at

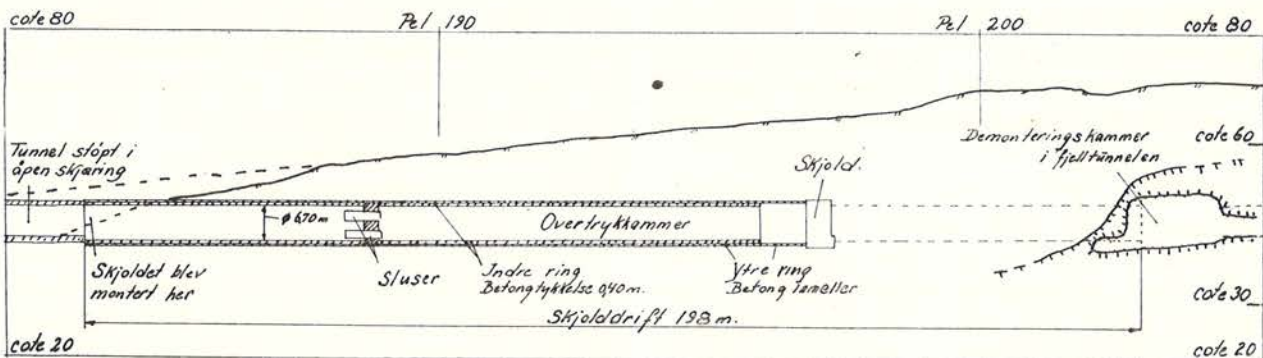


Fig. 1. Tyholt jordtunnel. Lengdeprofil.

stemplingen blir stående i ro når skjoldet skyves fram. Ved utgraving åpnes stemplingen seksjonsvis.

Den redskap som blir å benytte for utgraving av jordmassen, vil selvsagt være avhengig av jordarten. I Tyholt jordtunnel, hvor man til å begynne med hadde meget fast leire, ble anvendt trykkluft-spader. Senere, da leiren ble løsere, gikk man over til å ta ut massen ved hjelp av en halvsirkelformet kniv trukket av elektrisk drevet vinsj. Kniven skar leiren ut i strimler, som så manuelt ble lastet opp eller i renner ført i transportvagg.

En opplastingsmetode som ble forsøkt uten å komme til praktisk anvendelse, skal nevnes fordi den gir et begrep om leirens konsistens i kvikkleire-området. Metoden forutsatte opplasting av kvikkleire i overtrykkskammer, og gikk ut på å utnytte det undertrykk man fikk i en lukket stålbeholder når denne ble satt i forbindelse med fri luft. Lufttrykket i beholderen ble altså atmosfærisk trykk, mens lufttrykket ellers i tunnelen var 2.8 atmosfærer. Ved rørforbindelse mellom kvikkleiren og beholderen ble leiren suget inn i beholderen. Ved et forsøk ble en 600 l beholder fylt i løpet av 1 min. Tømming av beholderen foregikk ved å tilføre luft av 6 atmosfærers trykk, og leiren strømmet ut og opp i transportvagg som flytende masse.

De første 90 m av tunnelen ble drevet fram uten anvendelse av overtrykk. Opprinnelig var forutsatt å drive lengre på denne måte; men da man her fikk et leirras, idet oppbløtt leire trengte inn i skjoldet, måtte man for den videre drift gå over til å anvende overtrykk. De oppbløtte leirmasser på dette parti hadde sin årsak i et brudd på en 7" vannledning som krysset over tunnelen.

Tunnelen ble avstengt ved å støpe en 3 m tykk betongvegg ca. 30 m bak skjoldet. I betongveggen ble innstøpt en materialsluse og 2 personsluser. For å skaffe nødvendig overtrykk ble det utenfor tunnelen montert 3 stk. kompressorer, hver med en ytelse av ca. 8 m³ luft pr. min. To var drevet elektrisk og en med diselmotor som reserve ved strømbrydd. Likeså var i tunnelen installert nødbelysning med batteridrift. Lufttrykket i tunnelen ble regulert fra kompressorstasjonen som var under stadig betjening.

Da driften fortsatte etterat overtrykksanlegget var montert, ble til å begynne med anvendt et overtrykk av 0.9 kg/cm². Etter hvert som man trengte fram og leiren ble løsere og jordlaget over tunnelen høyere, øket man overtrykket. Ved passering av kvikkleireområdet og fram til overgangen til fjelltunnelen hvor jordlaget over tunneltaket er

ca. 20 m, ble anvendt 1.8 kg/cm² overtrykk, hvilket var det størst anvendte.

Utstøping av indre ring foregikk etappevis og med avbrudd i gravningsarbeidet når støpingen pågikk. I forbindelse med støping av indre ring ble anvendt betongpumpe og 7" rørledning for transport av betongen fra blandemaskin og fram til forskalingsformen. Metoden ble brukt for støpearbeidene fram til sluseveggen. Senere når støpingen måtte foregå under overtrykk, ble anvendt vagger for transport av betong fram til støpedet hvor betongen ble tippet i en trykktank og ved hjelp av trykkluft av 6-7 atm. presset opp i forskalingsformen (fig. 3). Metoden forutsatte flytende betong og følge herav stort sementforbruk. Trykktanken var enkel å betjene og tømte seg raskt. Forstoppelse i røret forekom, men forholdsvis sjelden.

Av spesielle erfaringer som kan ha interesse for senere skjolddrift, skal nevnes de ulemper som oppsto på grunn av at masser klabbet seg på skjoldets utside og fulgte med under framføringen (fig. 4). Dette lag av fastklebet leire hadde opptil en meters tykkelse.

Fastklebet masse på utsiden av skjoldet virker som en forøkelse av tverrsnittet som igjen bevirker økning av inntrengende masser på stuff under framdriften, dvs. økning av nødvendig antall m³ som må utgraves. Likeså vil fastklebet masse på skjoldet under framdriften etterlate seg hulrom bak ytre ring som selvsagt senere må fylles så godt det lar seg gjøre. Som fyllingsmasse ble anvendt flytende, mager mørtel.

Nevnte ulempe gjorde seg særlig gjeldende i kvikkleireområdet. Hvor kvikkleiren forekom vesentlig i bunnen, oppstod under framdriften større hulrom bak ytre ring i bunnsektoren, men disse var forholdsvis enkle å fylle. Verre ble det der kvikkleiren forekom høyere opp i tunneltverrsnittet. På begge sider klabbet det seg masser på skjoldet, slik at det under framkjøringen oppstod opptil en meter dype hulrom bak ytre ring. Disse rom opp langs sidene var vanskelige å få fylt tilfredsstillende, og hva som verre var, de fylte seg selv med omørt kvikkleire under framkjøringen. Slik masse bak ytre ring gav selvsagt lite mothold for utføringen. Resultatet var langsgående og tverrgående sprekker og forskyvninger av ytre ring.

De ulemper som oppstod og som hadde sin årsak i de fastklebede masser, utgjorde adskillige ekstra arbeidstimer og medførte forsinkelse i arbeidsdriften. For å motvirke denne ulempe er skjoldet utstyrt med håndpumpe for innpressing av olje til

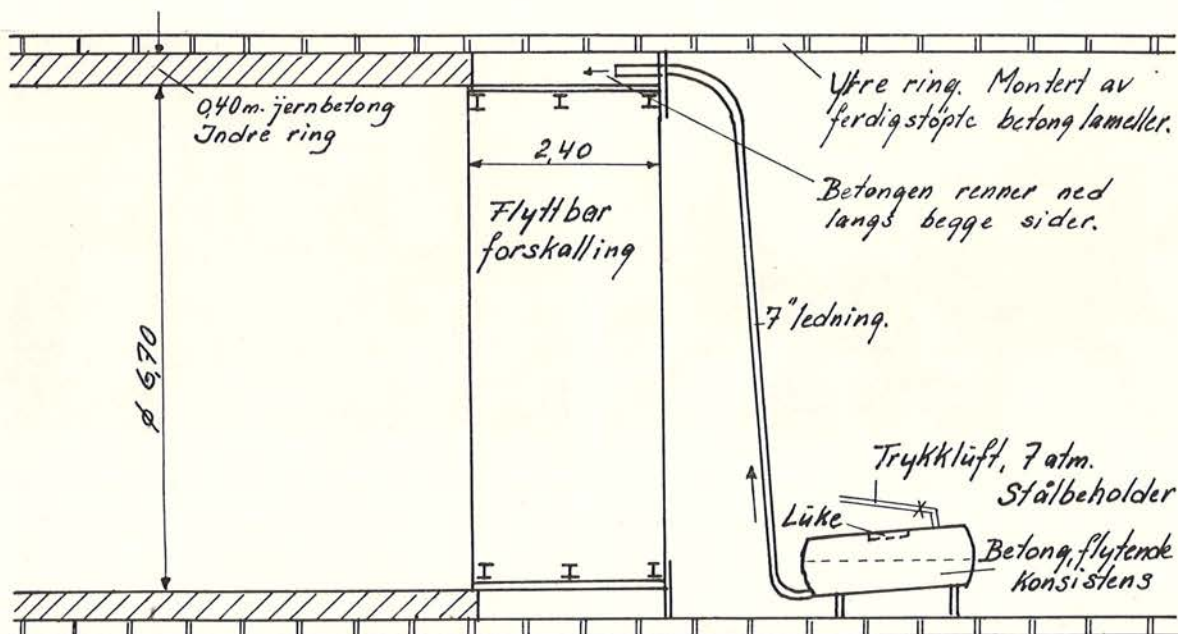


Fig. 3. Støping av indre ring. Trykktank for betongtransport

skjoldets overflate. Man oppnådde dog ikke det for-
ønske resultat. Det ble også forsøkt å løsne de fast-
klebede masser ved å banke skjoldets innside med
trykklufthammer, men tilsynelatende uten resultat.
Noen tilfredsstillende metode for å unngå eller
fjerne disse masser på skjoldets utside kom man
dessverre ikke fram til.

Innføringen av jordtunnelen i fjellet medførte
spesielle problemer, både med hensyn til planløs-
ningen og arbeidsdriften.

Når det gjaldt planløsningen, var det spørsmål
om hvorvidt indre ring kunne støpes i sammen-
heng inn i fjellet så man fikk fast innspenning, eller
om et eller to ledd i indre ring var nødvendig for å
eliminere de spenninger som ville oppstå ved even-
tuelle setninger av tunnelen. Det ble valgt å an-
vende en leddforbindelse ved overgangen jord-fjell.
Leddet er utformet som en 5 cm gjennomgående
fuge i indre ring, tett mot vanngjennomgang med
en innstøpt bølget kobberplate.

Framføringen av skjoldet i overgangen jord-fjell
gikk uten større vanskelighet. For å få hensikts-
messig arbeidsdrift i overgangssonen ble skjoldets
form noe endret. Det hadde under framføringen i
det bløte leiområdet tidligere blitt forlenget i fron-
ten med en framskutt bunnsektor. Dette var gjort
for å få større bæreflate. Ved overgangen til fjell ble
skjoldets front skåret av i bunnsektoren og senere
under den videre framdrift også langs begge sider.
Med den form skjoldet dermed fikk, altså fram-
skutt taksektor, dannet det beskyttelse for grav-
nings- og sprengningsarbeidet på stoff. Det dårlige

og oppsprukne fjell i overgangssonen forårsaket
nemlig stadig steinras. Vanskeligheten besto vesent-
lig i å få skjoldet ført inn i fjellet uten at taket i
fjelltunnelens påhugg raste sammen.

Allerede på et tidligere tidspunkt var fra fjell-
tunnelen drevet inn en stoll fram mot jordtunnelen
og utsprengt et kammer stort nok til å kunne
rumme skjoldet for demontering. Gjenstående fjell
mot jordtunnelen hadde tykkelse fra 0.5 m til 4 m.
Dette demonteringskammer ble allerede da skjoldet

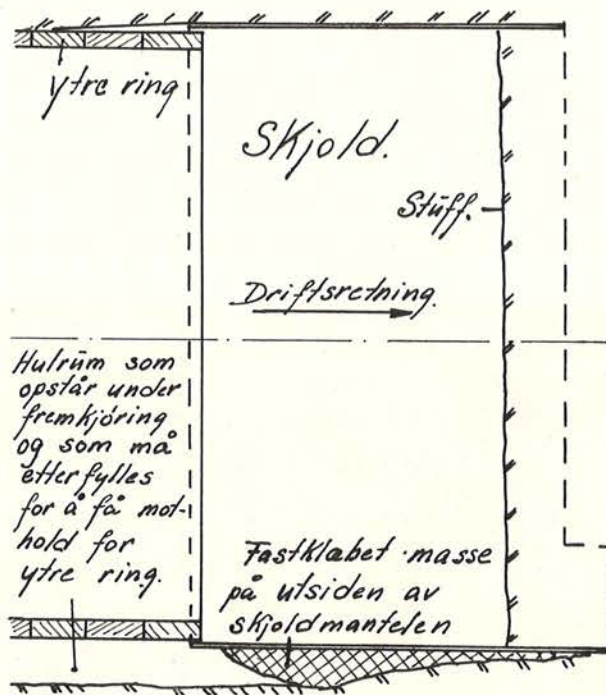


Fig. 4.



Fig. 5. I personsluse.

var drevet fram til ca. 10 m fra overgangen jordfjell, satt under samme overtrykk som benyttet i jordtunnelen.

For tunneldriften ble anvendt en arbeidsstyrke på 30–36 mann fordelt på 2 skift. Under arbeide i overtrykk var tid for inn- og utslusing inkludert i arbeidstiden. 8 timers arbeidsdag var fordelt på to økter à 4 timer med 1 times hvilepause i fri luft. Effektiv arbeidsdag i overtrykk ble dermed 8 timer minus tid for 2 innslusinger og 2 utslusinger. Følgende tider var oppsatt for inn- og utslusing:

Overtrykk kg/cm ²	Inn min.	Ut min.
0.00—0.75	7	8
0.75—1.00	9	11
1.00—1.30	12	13
1.30—1.50	15	25
1.50—2.00	22	35

Alle som arbeidet i overtrykkskammeret, ble på forhånd legeundersøkt. En gang hvert halvår var arbeidsstyrken til lege for kontroll. Den mest alminnelige sykdom som forekom under arbeidet, var

Fig. 7. Gjennombrudd til fjelltunnelen. Tømmerstokkene satt opp for sikring mot steinras.



Fig. 6. Kvikkleire i stoffen. Øverste del uomrørt leire, nederste er den falt sammen og renner utover. 2-øren angir målestokken.

den såkalte dykkersyke. Den artet seg som smerter og stivhet i arm- og benledd en tid etter at vedkommende hadde kommet ut av trykkammeret. Pasienten ble kurert ved igjen å gå inn i overtrykkskammeret. Derpå følgende utslusing måtte foregå særlig langsomt. I alt forekom 23 registrerte tilfelle av denne art. Det regnes med at minst like mange ikke registrerte tilfelle har forekommet. Tilfellene av dykkersyke medførte i alminnelighet ikke noe arbeidsfravær. Et mere alvorlig sykdomstilfelle artet seg som delvis lammelse av ben og armer og medførte sykefravær i ca. 1 måned. Vedkommende fikk selvsagt ikke gjenoppta arbeidet i trykkammeret. 2 mann mistet delvis balanse-evnen under opphold i overtrykk. Etter ca. 14 dagers sykefravær var de igjen normale.

Kostnaden for den 198 m lange jordtunnelen drevet med skjold og delvis overtrykk beløper seg til kr. 2 920 000, det vil si en gjennomsnittspris av kr. 14 750 pr. løpende meter tunnel. Utlegging av ballast og skinnegang er da ikke tatt med, heller ikke administrasjons- og sosiale utgifter.

Fig. 8. Fra skjoldets øvre sektor. Utgraving med leirkniv.



ELEKTRISK MÅLING AV GRUNNVANNSTAND

Av overingeniørene Sv. Skaven-Haug og L. Saxegaard

DK 624.131.6:621.3.083(481)—396

Beliggenheten av grunnvannsnivået og eventuelle fluktasjoner i løpet av en tidsperiode har betydning ved de fleste bygge- eller gravearbeider og også når det gjelder vannforsyning. Ofte påtreffes grunnvannet et par meter under terreng, men i mange tilfelle må en vesentlig lenger ned, og da er det mest hensiktsmessig å føre ned trange rør for å få det peilet inn.

Under grunnvannsnivået skulle en tro at vanntrykket vokste lineært med dybden, men på grunn av jordartenes lagdeling og forskjellige permeabilitet er det ikke alltid slik. La oss tenke på et enkelt tilfelle hvor fjelloverflaten er dekket av et tynt sandlag og at det over sandlaget ligger en tykk og tett leireavsetning med hellende overflate. Dette sandlaget kan langs en stigende fjelloverflate nå opp i dagen, kanskje flere kilometer borte og der få tilførsel av overflatevann. Dermed er det store muligheter for et overtrykk i sandlaget slik at om vi et eller annet sted stikker hull på det tilnærmet tette leirelaget, så vil vannet sprute opp over terrengoverflaten (artesiske vann). Overtrykket i sandlagets porevann reduserer leiravsetningens trykk på sandlaget, samtidig som skjærfastheten i sandlaget reduseres tilsvarende. Hvis overtrykket er like stort som vekten av den overliggende leiren — og dette er den største verdi overtrykket kan ha — blir skjærfastheten i sandlaget lik null (nullfriksjon). Sterkt porevannsovertrykk i hellende sandlag kan bevirke at sandlagene blir farlige glideflater, og det antas at en stor del av leirskredene utløses på denne måten (Surteskredet).

Reduseres vanntrykket i sandlaget, kan det bli kalamiteter av en annen art. La oss også her ta for oss et praktisk eksempel. Da Holmenkollbanetunnelen i sin tid ble sprengt i fjell, begynte den å tappe vann gjennom sprekker i fjellet fra sandlaget som lå over fjellet. Dermed mistet den overliggende leiren en del av oppdriften — den ble faktisk tyngre — og ble utsatt for en langsom vannutpressing og sammenpressing, og følgen ble at bygårder i stor avstand fra tunneltraseen fikk synkninger og skader.

Det vil av dette fremgå at vanntrykket i jordlag og ikke minst variasjoner i vanntrykket er av fundamental betydning for en rekke problemer innenfor geoteknikken. Det er da også i den seneste tid

utviklet spesiell apparatur til måling av vanntrykk i jordlag — det såkalte *piezometer* — og for raskest mulig å få observert variasjoner i vanntrykket måles vannstanden i *meget* trange rør.

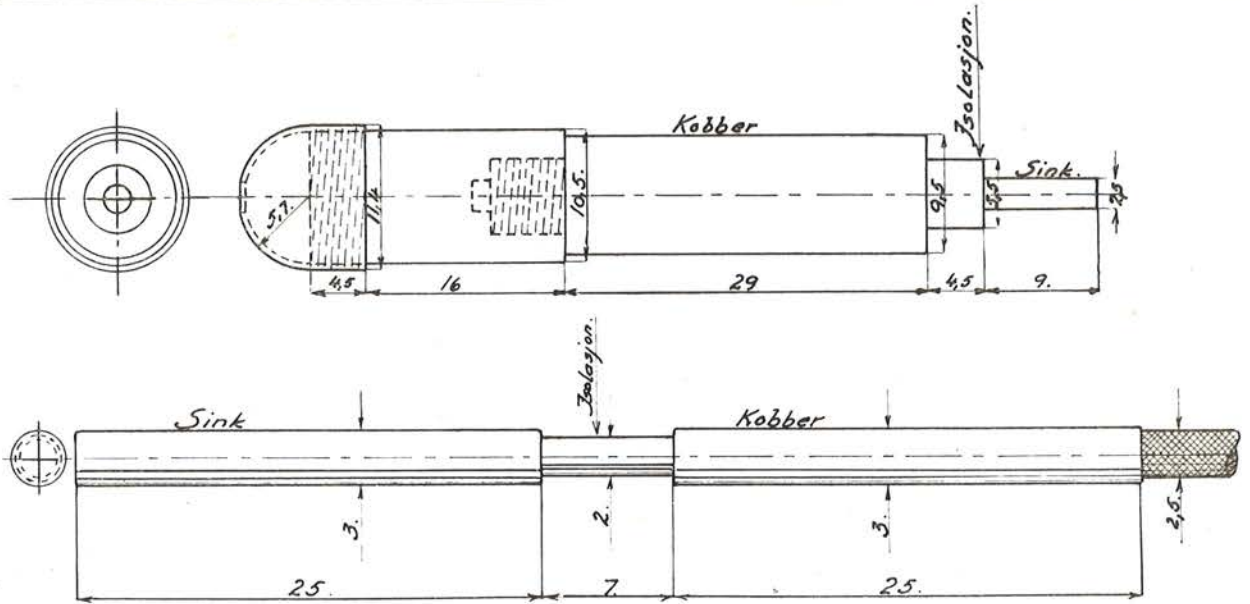
Dette var bakgrunnen for geoteknikerens ønske om et utstyr til å peile inn vannstanden i en 5 mm trang og en opp til 20 m lang plastikkslange, som til og med kan være litt krokete. Og så skal vi høre hvorledes elektroteknikeren løste oppgaven.

For å løse den oppgaven å måle vannstanden i relativt trange rør var det tale om å bruke ved NSB en metode som Norges geotekniske institutt har prøvet, nemlig at man senker ned to elektroder forbundet med et instrument oppe i dagen gjennom en isolert dobbeltledning samtidig som et elektrisk batteri i serie med instrumentet brukes som strømkilde. Når elektrodene når vannflaten, sluttes strømkretsen og instrumentet gjør da et visst utslag.

Imidlertid var det svært nærliggende å la elektrodene utføre av sink henholdsvis kobber slik at man fikk en elementvirkning i seg selv når elektrodene kommer i vann. Spørsmålet var bare om den galvaniske spenning var stor nok til at man kunne bruke et robust instrument som tåler å transporteres og derfor må bli av en forholdsvis lite følsom type.

Det ble derfor først gjort forsøk med et kobberlodd med en isolert, fremstikkende kjerne av sink. Loddet ble anbrakt i vann fra springen, og som instrument ble prøvet et vanlig milliamperemeter med ca. 40 ohm indre motstand og fullt utslag ved 1 mA. Anordningen virket tilfredsstillende og overbevisende, og det ble derfor på Elektroavdelingens verksted laget en utførelse som kunne anvendes i praksis. I grunnvannet er det oftest en viss elektrolyttgehalt såfremt det skriver seg fra leirholdig jordlag. Utslaget kan forbedres meget betydelig når man først heller litt koksalt i målerøret, men det er som regel helt unødvendig å gjøre dette.

Det første apparat ble kontrollert i målerør på Stortorget i Oslo og andre steder idet man sammenliknet med måling utført på den hittil anvendte måte, nemlig med flottørlodd med kjede. Overensstemmelsen var meget god. Dette apparat har lodd av diameter ca. 10 mm og lengde 45 mm med sinkkjerne 2.5 mm diameter og fremstikkende lengde



9.0 mm. Det hele er anbrakt i en transportkasse hvor kabelen er kveilet opp på en kabelholder og instrumentet er festet til bunnplaten.

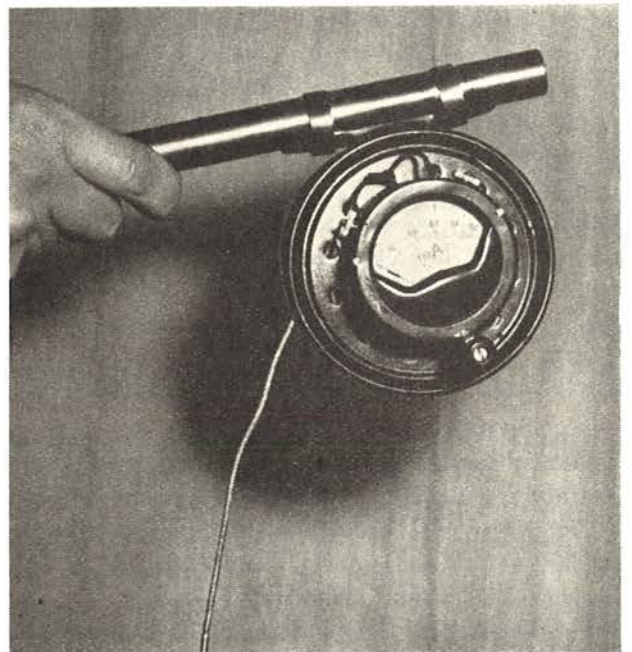
Kabelen for dette måleutstyr er noe svak mekanisk sett, så det var ønskelig å finne en bedre utførelse, gjerne en kabel med solid ytre metallkappe som samtidig kunne tjene som strømløder. En slik «kabel» er for eksempel en vanlig «gardinspiral» i hvis indre det trekkes inn en isolert ledning som den andre tråden i kabelen. Ved å ta en nå vanlig gardinspiral med plastikk-belegg utenpå kan man samtidig meget enkelt merke opp lengden, idet små åpninger skjæres i plastikk-belegget for hver meter.

Man laget en utførelse på dette grunnlag. En flat skive av isolerstoff ble utført med et spor i kanten, så dypt at man kunne kveile opp 12 meter gardinspiral. Den indre, isolerte ledning ble forankret til skiven med sin indre ende slik at den kunne «vandre» endel, og ved «loddet» ble det montert en spiralfjær som holdt den indre ledning stram her. Det var nemlig klart at den indre ledning vil bevege seg i forhold til gardinspiralen når «kabelen» vikles av, respektive spoles opp. Det gjorde den da også til gangs, slik at forbindelsen ved loddet ble slitt av etter kort tids bruk. Denne utførelse måtte derfor forlattes. Men en ny praktisk detalj var samtidig oppdaget, nemlig at måleinstrumentet skal sitte på skiven (kabelspolen) og rotere med denne. Dette letter bruken av apparatet meget betydelig. Elektroavdelingens verksted gikk med stor iver inn for løsning av kabelproblemet, og man fant til slutt en spesiell kabel (såkalt screen-wire) som var av så rimelig diameter og var så bøyelig at den kan vikles

opp på en lakse-snelle. Kabelen har en indre kjerne med god isolasjon som deretter er omflettet med metalltråd. Utenpå denne kommer igjen en isolerende omfletning, men denne er hverken ønskelig eller nødvendig for vårt spesielle øyemed så man har fått kabelen levert uten denne isolasjon.

Videre lyktes det å få tak i et 0.5 mA instrument som lar seg feste på laksesnellen «rotor» på en rimelig måte.

Det dukket nå imidlertid opp et nytt problem idet Norges geotekniske institutt var blitt sterkt interessert i denne måleanordning, men da for rør med så liten lysåpning som 5 à 6 mm. «Loddet»



måtte da omkonstrueres fullstendig, og ble nå av så liten vekt at det ikke lenger tjener som lodd i det hele tatt. I og med at kabelen (screen-wiren) er forholdsvis stiv, voller det ingen vanskelighet å skyve kabelen ned i røret uten at den setter seg fast og stukes på noen måte. Det nye «lodd» er rett og slett to hylser, den ene av sink, den annen av kobber, og deres ytre diameter er 3,0 mm. Deres lengde er 25 mm for hver, og avstanden mellom denne er 7 til 10 mm. Det er festet utenpå kabelen på følgende måte:

Nederst sinkhylsen, som passer akkurat utenpå isolasjonen av den indre ledning og er loddet til denne ved sin nedre ende.

Dernest kobberhylsen som passer tett om den ytre omfletning og er loddet til denne. Det hele er altså en ubetydelig fortykkelse av selve kabelen, som

måler 2.3 mm utenpå metallomfletningen. Det «element» man får frem på denne måten gir, når det senkes ned i rent vann fra springen, en elektromotorisk kraft på 0,25 volt (målt med et voltmeter med indre motstand 110 000 ohm) og dets indre motstand er 16 000 ohm.

Når det derfor blir koplet til en ledning og et måleinstrument med relativt meget liten motstand (noen få 100 ohm), er dette den rene kortslutning, og strømstyrken bestemmes alene av elementets «indre motstand», altså de nevnte 16 000 ohm. Ved 0.25 volt får man da en strøm på 0.016 milliampère, hvilket svarer til 1.6° utslag på det påmonterte instrument.

Tegningen side 22 viser det gamle, og det nye «lodd», og fotografiet er av det komplette, nye måleapparat.

SNØRYDDING VED NSB

Av overingeniør R. Lorange

DK 625.174(481)=396

I en artikkel med ovenstående tittel i T.M. nr. 4/53 hevder inspektør T. Meinstad at det er et misbruk å lå de rutegående tog utføre snørydding ved hjelp av stor frontplog, da disse togs trekraft som regel er utnyttet fullt ut og vel så det. Prinsipielt er dette utvilsomt riktig, særlig når det er tale om rydding under vanskelige sneforhold. Imidlertid er det å holde en banestrekning så godt ryddet at man ikke får noen slags hindringer av sneen en mangeartet oppgave som byr på mange grader av vanskelighet, og blant midlene til å løse denne oppgave er frontplogen et viktig og meget effektivt redskap, på de fleste av våre banestrekninger det eneste utenom sporrenseren.

I den følgende utvikling tenker jeg ikke bare på Bergensbanen hvor snevanskelighetene er størst og forholdene mest outrert — prinsippene vil være gjeldende også på andre banestrekninger.

Under og nærmest etter en snestorm vil det være en stor og kanhende skjebnesvanger forsømmelse å vente for lenge med å rykke ut med det kraftigste redskap man rår over og isteden overlate til trafikk-togene med sin frontplog å forsere sneen. Kommer stormen og snefokket så brått på at det ikke blir tid for roterende før rutemessig togtid, så vil under ikke helt ekstreme forhold et kraftig løsløk med frontplog, kjørt med god fart, som regel klare den nødvendige rydding for det nærmeste tog. Men like så sikkert er det at det vil være en like stor for-

sømmelse å kjøre et trafikk-tog over fjellet om vinteren uten frontplog. Det mangler ikke på tilfelle på Bergensbanen hvor dette har ført til fastkjøring og avsporing selv under moderate værforhold. På Sørlandsbanen hvor man som regel lar trafikk-togene kjøre uten frontplog — også før elektrifiseringen — foreligger det jo tallrike eksempler på fastkjøring med tildels langvarig trafikkstans tilfølg.

Man må her gjøre seg rede for hva det er som foregår når et tog kjører seg fast i sneen. Sålenge et tog med plog er istand til å holde god kjørehastighet, kaster plogen sneen langt til siden (forutsatt at sneskjæringen ikke er for høy og trang), men når farten minsker ruller sneen tilbake bak plogen og pakker seg omkring hjulene. Derved øker togmotstanden raskt, farten minsker ytterligere, og hvis snefonnen er lang kan fastkjøring bli følgen. Kjører toget uten plog vil dette desto snarere inntrede. Selv om et tog under disse forhold har klart å kjøre gjennom snefonnen uten å bli sittende fast, så vil det herunder i mange tilfelle ha pakket sneen så fast omkring skinnene at det neste tog over samme strekning vil ha desto vanskeligere for å overvinne motstanden og kjører seg fast. Det er under disse forhold at lok er utsatt for beskadigelse på grunn av overbelastning, hjulslag og skinnesår.

Forat disse calamiteter skal kunne inntrede, er det ikke en nødvendig betingelse at snemassene er særlig store eller at høyfjellsforhold er til stede. Også

med moderate snedybder vil togtrafikk uten frontplog pakke sneen og gjøre føret så tungt, at forsinkelser og eventuelt fastkjøring vil inntrede, og desto tidligere jo gunstigere sneens konsistens er. Våt sne vil lett pakke seg i tunge skavler, men kanskje vel så farlig er den tørre finkornede fokksne som på fjellet ved lav temperatur og sterk vind bygger opp så hårde skavler at spade ikke biter på dem. Å kjøre uten frontplog under slike forhold vil være ganske uvetting.

Det her anførte viser også hvor viktig det er i god tid under og etter snefall å rydde skinnegangen ved kjøring av sporrenser (eventuelt etter først å ha ryddet med roter og skraper).

Når inspektør Meinstad uttaler: «Jeg tror jeg har de fleste driftsfolk med meg når jeg hevder, at sne-ryddingen skal foregå med egen apparatur, løslok med stor frontplog, roter, skraper, sporrenser osv. Og redskapen må brukes i god tid og ofte,» så er jeg i hovedsaken enig med ham — men vel å merke med det bestemte forbehold, at også trafikktogene må ha frontplog for å kunne utføre den mindre rydding under lettere forhold og for å sette toget i stand til å ta seg fram gjennom de sneskavler som har lagt seg opp i de nærmeste timer etter at den større redskap har kjørt. Man må her være oppmerksom på at et rotertog er dyrt å kjøre, tar lang tid for klargjøring og har liten kjørehastighet så det ofte er ugjørlig å skaffe det rute uten å måtte forsinke trafikktog betydelig. For sporrenser og løslok med frontplog, som prinsipielt er hurtiggående, spiller disse hensyn ikke så stor rolle, og dog viser erfaringen at togledelsen — særlig i lavlandet — nødvendig går til å oppholde et trafikktog for å skaffe rute for en sporrenser, selv om føret er så tungt at togene må bli forsinket.

Ikke bare på fjellet men også i dalene og i lavlandet er det under større snefall ugjørlig å holde linjen så godt ryddet bare med spesialredskap at togene kan kjøre uten frontplog og dog uten forsinkelser. Det ville kreve en så intens kjøring av sporrenser m. v. at det nærsagt ikke ble større plass for trafikktog.

At frontplogen på trafikktogene medfører mange vesentlige ulemper er alle på det rene med, men disse er man nødt til å finne seg i — alternativet er stadige forsinkelser av trafikktogene, i værste fall fastkjøring og trafikkblokade. Skal trafikken

kunne opprettholdes under vanskelige sneforhold så må man benytte de rydningsmidler man har, og blant dem er frontplogen et av de viktigste.

R. Lorange.

I diskusjonen om «snørydding ved NSB», er det et moment som også bør nevnes nemlig de ganske overordentlig store muligheter og fordeler som skovler i mange tilfelle har fremfor «stor frontplog». Som overingeniør R. Lorange ovenfor peker på, medfører frontplogen på trafikktog mange vesentlige ulemper, som alle er på det rene med. Endel av disse ulempene er:

1. Frontplogen tar stor plass, den volder derfor ulemper i lokomotivstallene. Ofte er det slik at lokomotivet simpelthen ikke kan komme inn i stallen med stor frontplog på.

2. Lokomotiv med stor frontplog kan ikke kobles i forenden. Det kan derfor ikke kjøres som forspannlokomotiv nr. 2.

3. På dobbeltsporet bane kaster den store frontplogen sneen mot møtende tog. Vi har hatt eksempler på at hele vindusrekker i møtende tog på denne måten er slått inn.

4. Elektriske lokomotiver er basert på å kunne gå begge veier (to førrom osv.) og svingskivene blir etterhvert tatt opp flere steder (Filipstad, Brevik). Å bruke frontplog er da umulig.

5. Den store frontplog er på grunn av sin vekt og sin lange arm på første lokaksel tilbøyelig til å overlaste denne (varmgang).

6. Den store frontplogen skaper et kraftig vakuuum bak seg og er derfor tilbøyelig til å trekke sne, sand og støv inn i lokomotivets edlere deler.

Skovlene har ikke disse ulemper. Det er klart at skovlene ikke tar så mye av sneen mellom sporene som frontplogen, men det er forbausende hvor meget de tar og hvor lite de merbelaster lokomotivet i forhold til frontplogen. Dette spiller en stor rolle når trafikktogene på forhånd er belastet til lokomotivets ytegrense, hvilket som oftest nu er tilfelle i de gjennomgående tog, særlig på elektriske strekninger.

Hvorvidt skovler vil kunne brukes på f. eks. Bergensbanen ved elektrisk drift, er det vanskelig å svare på i dag. Det får tiden vise, men som ovenfor nevnt, har de store fordeler fremfor frontplogen hvis det er mulig å bruke dem. Johs. B. Hegna.

BIBLIOTEKET

Classified summary

DK 656.86(481)=396
SKAVEN-HAUG, S.: Dyp drenering mot televansker på vei og jernbane. (Deep drainage against frost difficulties on roads and railways.) Tekniske medd.-NSB, 2 (1954), no. 1, pp. 1—4.

The effect of the drainage system on roads and railways is dependent on the situation and construction of the drainage trenches, and the filter material being used. Drainage may be an effective measure against frost heaving in certain cases.

DK 621.395.5=396
DK 656.254.15(481)=396
MADSSVEEN, T.: Langlinjetelefon. Telefonlinjen og dens teori. (Long distance telephony. The telephone line and its theory.) Tekniske medd.-NSB, 2(1954), no. 1, pp. 5—16.

A short description of the types of telephone lines used by the NSR, and of their construction. The fundamentals of the theory of telephonic transmission are described.

DK 624.191.2(481)=396
TYLDUM, H.: Tyholt jordtunnel. (Tyholt earth tunnel.) Tekniske medd.-NSB, 2(1954), no. 1, pp. 16—20.

A description of earth tunneling at the Stamne-Leang Railway near Trondheim. By means of steel shield and compressed air working chamber the tunnel was driven through a clay layer,

partly consisting of very soft so-called Norwegian quick-clay. Tools for excavating the clay and also methods of tunnel-lining by concrete are described.

A short report of the physical consequences of working in air above atmospheric pressure is included.

DK 624.131.6:621 3.083(481)=396
SKAVEN-HAUG, S. og SAXEGAARD, L.: Elektrisk måling av grunnvannstand. (Electric measurement of groundwater level.) Tekniske medd.-NSB, 2(1954), no. 1, pp. 21—23.

The authors mention the necessity of using narrow pipes for the control of groundwater level, and describe an electrically operated instrument for depth measurements in such pipes.

DK 625.174(481)=396
Snørydding ved NSB. (Snow clearance at the NSR.) Tekniske medd.-NSB, 2(1954), no. 1, pp. 23—24.

With reference to the article in Tekniske medd. 1(1953) pp. 115-116 on this subject Mr. R. Lorange maintains the necessity of having equipment for snow clearance on the train locomotives. Mr. Johs. B. Hegna gives a survey of the outstanding advantages of the locomotive rail shovels being used on Norwegian electric locomotives.

Adresseendringer bes meldt snarest til Presse- og opplysningskontoret, Hst.

BIDRAG TIL TEKNISKE MEDDELELSER

Tekniske Meddelelser går med dette nummer inn i sin 2. årgang. Vi håper at denne skal bli interessant og givende for alle våre lesere. Som komiteen tidligere har pekt på, vil vi særlig gjerne ha avhandlinger av vitenskapelig og teknisk art, studie-rapporter og reiserapporter. Dessuten vil bladet også behandle tekniske rapporter fra de forskjellige avdelinger. Redaksjonskomiteen vil sette pris på å motta bidrag når det gjelder stoff av teknisk karakter som nevnt foran, og vi ber alle eventuelle bidragsyttere vende seg til det komitemedlem som stoffet sorterer under. De vil da få svar på alle

spørsmål om emnevalg, manuskript, tegninger osv. Manuskriptene til bladet bør maskinskrives på et dertil innrettet skjema som fåes hos de samme komitemedlemmer.

Alle bidrag som har medført arbeide utover det pliktmessige, blir honoreret.

I redaksjonskomiteen:

Johs. B. Hegna (Drifts- og Trafikkavdelingene).
Olav Strøno (Baneavdelingen).
Leif Saxegaard (Elekroavdelingen).
Nils Eckhoff (Maskinavdelingen).
E. Havig (Forråds- og Økonomiavdelingen).

Arne Rom (Presse- og Opplysning).