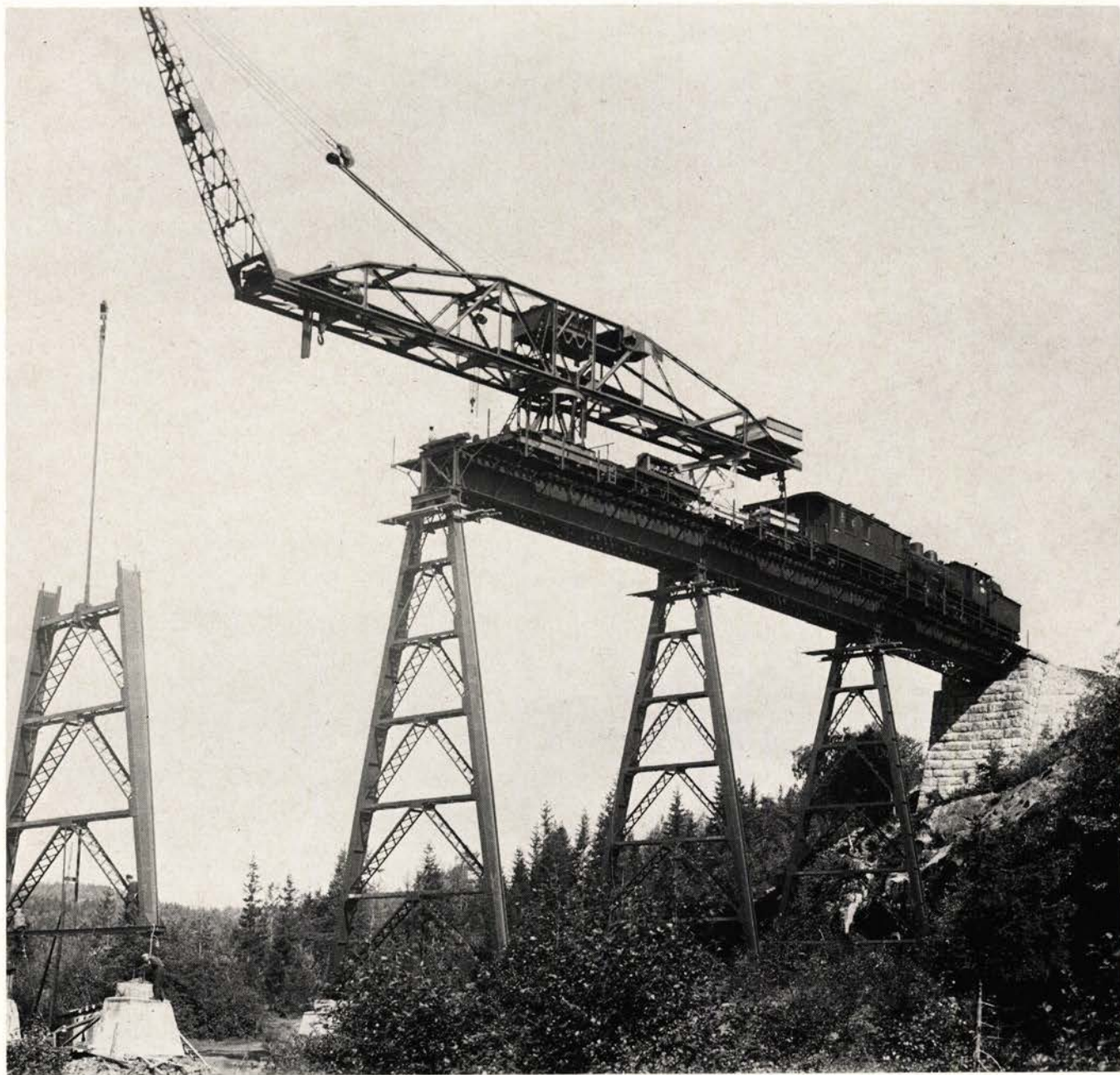


NSB- teknikk

1
1979

Teknisk informasjon fra Norges Statsbaner





Viadukter II

I NSB-teknikk nr. 3/1978 var vist bilde av en av våre lengste viadukter, Trollelven viadukt på Sørlandsbanen, som har 12 spenn à 16 m, altså en totallengde på 192 m. Den ble bygget i 1933.

2 Montering av Trollelven viadukt og mange andre viadukter, både på

Sørlandsbanen og på andre baner, ble gjort på en enkel og elegant måte, uten bruk av stillas, med en spesiallaget kran.

Bildet ovenfor viser monteringen. Kranen kjører frem og tilbake på den ferdigbygde del av brua. På bildet er den kjørt frem og setter på plass

nedre del av neste pendelpilar. Deretter kjører den tilbake og henter øvre del av pilaren, og på en tredje tur tar den med seg det ferdige sammenbygde spenn og setter det ned på pilarene. Og slik fortsetter den, spenn for spenn, inntil hele brua er på plass.

Informasjonsblad
for Norges Statsbaner

Årgang 5, 1979
Nr. 1

Utgiver:
Norges Statsbaner
Hovedadministrasjonen
Storgt. 33
Oslo 1

Telefon: (02) 20 95 50.



Redaksjonsutvalg:
P. Bøyum (formann)
O. Evenmo
K. Igelkjøn
H. Karlsson
I. Rustad
S. Tennebø.

Avdelingskontakter:
J. Svendsen, B.
H. Sekkesæter, E.
A. Enerud, M.
A. Nordby, M/Tekn. lab.
T. Vasset, D/Pla.
S. E. Grønland, S.org.
K. Mathisen, Plak.
T. Hannisdahl, OSA.

Distriktkontakt:
J. N. Ly, Oslo d.

Sats, repro og trykk:
Grøndahl & Søn Trykkeri

Opplag: 3 000
Ettertrykk tillatt når kilde opp-
gis.

Omslagsbilde:
Lieråsen tunnelport.

Innhold

- Svennar, Odd: Hovedoppgaver i jernbaneteknikk ved NTH 1972–1978** s. 4
- Nordby, Arild: Oljekontroll som et ledd i preventivt vedlikehold** s. 6
UDK 624.195 (481)
- Hartmark, H. og Vinogg, L.: Lieråsen tunnel. Frostsikring med tunnelport. (Lieråsen tunnelgate for safeguard against frost weathering)** s. 9
- Lieråsen tunnel, a 10700 meter long double track railway tunnel between Oslo and Drammen has been exposed to frost weathering. The difference in level between the two tunnel mouths causes a strong upward current of air, which in wintertime allows frost to penetrate several kilometers into the tunnel. The conventional methods of safeguards, as grouting, bolting, injection and insulation have been tried without satisfaction. The article describes the construction and operation of an automatic gate, that closes the lower entrance of the tunnel when no trains are passing and controls the climate conditions of the tunnel.
- Sætre, Knut: Frostsikring med isolasjonsmaterialer i tunneler** s. 14
- Nytt fra ORE, UIC m.v.** s. 17
- Nye dieselelektriske toglokomotiver for NSB (Lok type Di4)** s. 18
- Knudsmoen, Morten: Stikningsplan for Oslo-tunnelen** s. 20

Bruserien. Ved P. Hektoen
UIC/ORE-spalten. Ved T. Eriksen (M), J. Meulman (B) og I. Pedersen (E).
Lokserien. Ved A.-M. Waaler

Hovedoppgaver i jernbaneteknikk ved NTH 1972–1978

Av professor Odd Svernar

Jernbanefaget inntok en bred plass i undervisningsplanen for bygningsingeniøravdelingen ved Norges tekniske høgskole frem til den annen verdenskrig. I årene etter 1945 ble undervisningen gradvis redusert og deretter helt innstilt. På initiativ av professor R.S. Nordal ble faget tatt opp igjen i 1971 som et mindre delkurs og fra 1972 som et ordinært særkurs.

Med den nå gjeldende ordning velger studentene i siste semester 3 særkurs som kan sammensettes forholdsvis fritt innenfor visse rammer. Etter avgangseksamen skal studentene i løpet av 3 måneder levere en hovedoppgave i et av særkursfagene.

Faget jernbaneteknikk hører inn under Institutt for veg- og jernbanebygging. I perioden 1971–1975 ble undervisningen drevet av timelærere, fra 1.1.1976 er det opprettet et professorat II i faget. Foruten ordinære studenter har det deltatt en rekke yngre sivilingeniører som hospitanter. I de siste år har også 3 sivilingeniører ansatt ved NSB gjennomgått kurset. Deltakerne har fordelt seg som vist i tabell 1, hvor også rekrutteringen fra kurset til NSB er angitt.

Den første hovedfagkandidat var Finn Holom, som i 1972 bearbeidet planer for et nytt sporarrangement på Bestun. I tillegg til de aktuelle jernbaneplaner, som omfatter en snustasjon for nærtrafikk og et nytt godstogs spor til Filipstad, var det lagt inn i oppgaven flere andre prosjekter som til sammen representerte et betydelig sporteknikk problem. Foruten et tredje spor vestover var det fortsatt tilknytning til Grefsen-Bestunbanen og en dobbeltsporet avgrensning til Ringeriksbanen.

I 1973 fikk Ivar Lygren som oppgave å studere *kapasitetsforholdene på jernbanens stykkgodsterminal i Stavanger*. Han skulle søke å verifisere foreliggende dimensjoneringsnormer, spesielt de normer som var utarbeidet ved Plankontoret for Oslo Sentralstasjon til bruk ved dimensjonering av godsterminalen på Alnabru/Alfaset. Kandidaten registrerte ekspedisjonsforholdene og godsmengdene på en oversiktlig måte, og besvarelsen ga et klart bilde av behovet for til dels store korreksjoner i

de foreliggende normer. Men det fremgikk også at lokale forhold spiller en betydelig rolle ved dimensjoneringen.

Helge Holte utarbeidet i 1975 en plan for *utvidelse av sporveisnettet i Trondheim* østover til det nye universitetsområdet på Dragvoll/Stokkan. Det var forutsatt at planen skulle holdes innenfor realistiske rammer og at en trinnsvis utbygging sannsynligvis ville være aktuell.

Besvarelsen omfattet en tunnel fra Bakke bro i stigning gjennom fjellmassivet under Tyholt opp til området ved Skipsmodelltanken, hvorefter banen fortsatte østover med holdeplasser i de nye boligområder. Endestasjon med vendesløyfe ble lagt inne i selve universitetsområdet. Traséen var planlagt enkeltsporet med nødvendige kryssingsspor og med mulighet for senere utvidelse til dobbeltspor.

I 1976 meldte det seg tre kandidater som alle var interessert i *EDB-behandling av stikningsdata*. Ved Institutt for veg- og jernbanebygging har man i flere år gitt studentene en innføring i amerikanske EDB-program for hovedpunktsberegning, masseberegning etc. Etter hvert er disse program kommet i alminnelig bruk i Statens vegvesen.

Ved NSB er det også interesse for å forberede overgangen til stikningsberegning ved hjelp av EDB. De foreliggende program for hovedpunktsberegning forutsetter at overgangskurvene utformes som klotoider istedenfor 3dje grads parabel, men klotoiden har også tidligere vært benyttet for jernbaner og betyr prinsipielt ikke noe nytt. Den eneste forskjell av betydning er at det tradisjonelle kurvepunkt forsvinner. Dersom det viser seg praktisk å opprettholde kurvepunktet som tidligere – og flere hensyn taler for det – vil de nødvendige data kunne fastlegges gjennom en enkel tilleggsberegning.

De tre kandidater fikk i oppdrag å studere hvordan de nevnte dataprogram vil egne seg for jernbaneformål. De skulle også se nærmere på et EDB-program som Plankontoret for Oslo Sentralstasjon har utarbeidet for stikningsberegning av tunnelen øst-vest gjennom Oslo.

Besvarelsene viste at Vegvesenets

program også vil egne seg utmerket for jernbanestikning. Derimot viste det seg at Plankontorets program var for spesielt knyttet til den aktuelle oppgave, og derfor ikke generelt anvendelig uten omarbeidelse.

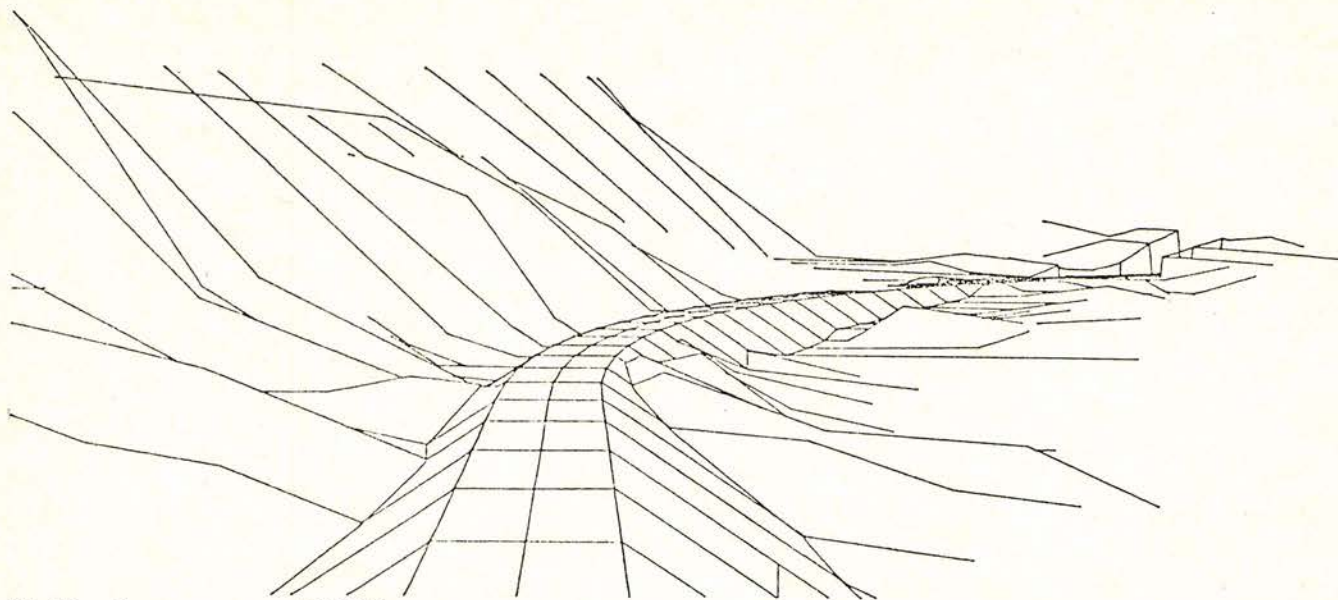
Arne Svensøys oppgave var konkretisert til en aktuell *omlegging av traséen ved Norddalsenden bro på Ofotbanen*. Han bearbeidet to av de alternativer som tidligere er trukket opp ved NSB. Etter at de tekniske data for de nye traséer var fastlagt, ble det gjennomført en beregning av hovedpunkter og utsettingsdata fra et valgt polygondrag. Dernest ble det utført masseberegning og opptegning av tverrprofiler og perspektiver, alt basert på foreliggende EDB-program.

Totalinntrykket av besvarelsen var at alle de undersøkte EDB-operasjoner er vel egnet for jernbaneformål. Baneavdelingen i Hovedadministrasjonen har senere bearbeidet traséomleggingene etter samme metode og har sammen med Narvik distrikt gjennomført en utstikning av begge alternativer i terrenget.

Erik Isachsens trasé- og stikningsproblem var knyttet til *Dovrebanen mellom Rosten og Dombås*. Deler av den eksisterende trasé er ikke god, men i det sterkt skrånende terrenget er det vanskelig å anvisne effektive utrettinger innenfor en økonomisk realistisk ramme. Det lyktes kandidaten å gi anvisning på enkelte gunstige kurveutrettinger, men han påviste samtidig ved hjelp av kjøretidsberegninger at tidsgevinsten blir liten. Behandlingen av stikningsdata, masseberegning og tverrprofiler på EDB, som var hovedsaken i oppgaven, viste seg å svare til forventningene.

Den tredje EDB-oppgave var særlig problematisk. Den gjaldt spørsmålet om de foreliggende dataprogram også kunne egne seg for *stikningsberegning av et større sporanlegg*. Som undersøkelsesobjekt ble valgt Oslo Sentralstasjon.

Georg Heggelund viste at oppgaven lar seg løse ved å dele sporplanen inn i sammenhengende linjer som kan beregnes hver for seg. Først bestemmes enkelte valgte gjennomgående linjer, som deretter danner utgangspunkt for beregning av de øvrige spor. De valgte linjer løper



ALT. 1 37120 -

Fig. 1 Perspektivskisse fra ny trasé på Ofotbanen. Utført på tegnemaskin styrt av EDB-programmert hullbånd.

sammenhengende gjennom vanlige kurver og vekselskurver, som innføres i beregningen med sine repsektive radier.

Det lyktes kandidaten ved et nitid og systematisk arbeid å gjennomføre beregningen fullt ut. Løsningen viste imidlertid at en slik beregningsgang neppe er hensiktsmessig for arbeider av denne art. Prosedyren blir meget omstendelig og det trekkes inn en rekke overflødige data. Det må antas at det for praktisk stikning av større sporplaner vil være mulig å bygge opp betydelig enklere dataprogram.

Kristiansand distrikt formulerte i 1977 en hovedoppgave vedrørende ombygging av jernbanens personstasjon i Kristiansand. En rekke godsaktiviteter vil i de nærmeste år flytte ut av stasjonsområdet, og det er derfor ønskelig å studere nærmere hvordan forholdene kan legges til rette for en mer fremtidsrettet personstasjon.

Tor Marius Dahl arbeidet med oppgaven på stedet, og det lyktes ham å lage en detaljert registrering av de nåværende tekniske og trafikk-messige forhold. Han forsøkte også å gi en oversikt over den forventede trafikk, slik den foreligger i jernbanens planer og prognoser og i de lokale planer for byens og havnens utvikling. På grunnlag herav fremla han et utkast til ny sporplan og antydte videre hvordan han kunne tenke seg de forskjellige bygninger disponert.

Anders Aaram prosjekterte samme år en ny forbindelse Larvik-Eidanger beregnet for høy kjørehastighet. Dette er ingen aktuell jernbanesak, men som øvingsoppgave var den lærerik. Et summarisk overslag og en

kjøretidsberegning hørte med til oppgaven.

Besvarelsen viste som ventet at en trasé som tillater fremføring med hastigheter 120–160 km/h gjennom det vanskelige terrenget, blir meget kostbar. Den nye trasé ville bety en innkorting på 11,6 km. Kjøretidsberegningene viste en tidsbesparelse på 18 og 20 min. om en bruker henholdsvis 140 og 160 km/h som maksimal hastighet.

I høstsemesteret 1978 har tre kandidater valgt jernbaneteknikk. Bjørn Tore Wiik arbeider med en detaljering av de foreløpige planer som er trukket opp ved NSB for en fremtidig vognlastterminal i Arnadalen, Bergen. Løsningen skal konsentreres om de anleggsmessige og sportekniske problem. Oppgaven er utformet i samråd med Bergen distrikt og Baneavdelingen i Hovedadministrasjonen.

Knut Næss og Odd-Einar Støver er i gang med prosjektering av dobbeltspor Trondheim–Heimdal. Trondheim distrikt har stillet sine tidligere planer til disposisjon og har angitt hvilke nye forutsetninger som må legges til grunn for bygging av dobbeltsporet.

Institutt for veg- og jernbanebygging ønsker å utvikle et jernbanemiljø ved siden av sitt omfattende engasjement innen veifaget. Hovedoppgavene i jernbaneteknikk er et ledd i dette arbeid og et virkemiddel til å styrke instituttets tilknytning til jernbanefaget.

Innen NSB har hovedoppgavene vært møtt med interesse. Både ved utformingen og under gjennomføringen av oppgavene har det fra etatens

side vært ydet en verdifull assistanse og en personlig hjelpsomhet som har gjort det mulig å legge oppgavene opp på et høyt nivå. Studentene har gitt uttrykk for at samarbeidet med jernbanens tjenestemenn har vært meget inspirerende.

	Antall deltakere	Hersv hospitanter	Rekruttert til NSB
1971	7		1
1972	7	1	1
1973	5		
1974	9	4	2
1975	6	1	3
1976	5	1	2
1977	13	6	1
1978	9	3	?
Sum	61	16	10

Tabell 1:
Deltakere i jernbaneteknikk særkurs.

De innleverte besvarelser på hovedoppgavene fra og med 1976 vil bli å finne ved biblioteket i Hovedadministrasjonen. ●

Oljekontroll som et ledd i preventivt vedlikehold

Av o.ing. Arild Nordby



Fig. 1. Utstyr for uttak av oljeprove på NOHAB-lok.

Laboratorieundersøkelser av oljer har for lengst gått inn som et hjelpemiddel i vedlikeholdet av maskinteknisk utstyr i industrien. Metoder i feilsøkingen som oljeanalyser, vibrasjonsmålinger, ultralydkontroll, spenningsmålinger etc. erstatter gamle, omfattende og kostbare feilsøkningsmetoder basert på demontering. De nye kontrollmetodene gir også bedre muligheter for planlegging av vedlikeholdsarbeidet med optimal utnyttelse av produksjonsutstyr og arbeidstid.

Materiell som er underlagt preventivt vedlikehold bør nødvendigvis være av en viss størrelse og betydning. Særlig aktuelle er derfor maskiner som er i kontinuerlig drift og utstyr hvor en driftsstans eller et havari representerer store tap. Eksempelvis kan nevnes skipsmotorer, tyngre anleggsmaskiner, flymotorer, lokomotiver samt større prosessmaskiner.

Når det gjelder oljekontrollen, kan både motoroljer, giroljer, hydraulikkoljer, kompressoroljer og isoleroljer underkastes analyse. Under denne omtalen legges hovedvekten på motoroljer. Selve analysen må utføres på et laboratorium, og det kreves et relativt kostbart og komplisert utstyr.

Videre kreves et effektivt rapporteringssystem, samt rutiner for oppfølging, prøvetaking etc. Det som ligger i investeringer og arbeid bak en systematisk oljekontroll, er derfor av et slikt omfang at det bare er økonomisk forsvarlig når de aggregater som skal følges opp er tilstrekkelig viktige.

FORMÅL

En oljekontroll har et tosidig siktemål. For det første kan det fastslås om oljen fortsatt er brukbar, om den står foran en snarlig nedbryting, eller om den allerede burde vært skiftet. Ved en serie analyser er det på dette grunnlag mulig å fastsette den optimale termin for oljeskift. Analyser av denne type har vært utført de siste 20-30 årene og omfatter stort sett bestemmelse av oljens viskositet, flammepunkt og slaminnhold.

Ved å foreta en utvidet undersøkelse av motoroljen er det også mulig å få viktig informasjon om selve motoren. Den utvidete undersøkelse omfatter først og fremst en spektrografisk analyse med henblikk på en kvantitativ bestemmelse av slitasjeproduktene. Videre foretas en mer inngående analyse av slammene for å bestemme det prosentvise innhold av uorganisk slam (sand, additiver

og slitasjeprodukter) og organisk slam (oksydasjonsprodukter av baseoljen). Det bestemmes også innhold av sure bestanddeler i oljen, samt restinnhold av bufferstoffer (basiske tilsetninger). Ved eventuell drivstoffortynning bestemmes det prosentvise innhold av drivstoff og eventuelt vann og glycol fra frostvæsken.

Til den utvidede undersøkelse hører også en kontroll av de additivene i oljen som henholdsvis virker skumdempende og dispergerende på slam og slitasjeprodukter.

HVA ANALYSEN FORTELLER

Hver analyseparameter gir informasjon både om oljens tilstand og om egenskaper ved motoren. Dataene må sammenholdes for å gi et riktig bilde av tilstand i olje og motor. For de fleste analyser er det utarbeidet internasjonale standarder, som f.eks. ASTM. Følgende tester inngår i en full analyse:

1. Viskositet.

Viskositeten gir informasjon om en større brennstoffortynning eller en alvorlig oksydasjon av oljen. Det er relativt vide grenser for hver SAE-grad, og det er derfor bare større utslag på viskositeten som kan tillegges noen betydning.

Fig. 2. Uttak av oljeprove på NOHAB-loket



2. Flammepunkt

Reduksjon i flammepunkt viser brennstofffortynning av smøreoljen, enten som en følge av feiljusterte injektorer eller ufullstendig forbrenning. For bensinmotorer vil selv en minimal brennstofffortynning vise en drastisk reduksjon av flammepunkt, mens for en dieselmotor må brennstofffortynningen være over ca. 2% for at reduksjon i flammepunkt skal være merkbar.

3. Slam.

Slam representerer alle uoppløselige komponenter i oljen og består av organisk og uorganisk materiale. Den organiske delen av slammene består av høyere oksidasjonsprodukter av oljen, oftest i form av asfalt og koks. Ved hjelp av løsningsmiddel-separasjon og UV-spektroskopi bestemmes oksidasjonsgrad og mengdeforhold av det organiske slammene. I den uorganiske delen av slammene bestemmes innholdet av silikater (sand) enten instrumentelt eller ved avrykning med flussyre. Slaminneholdet og slammets sammensetning viser for det første om det benyttes en feil olje i motoren. Videre om motoren slites unormalt og om driftstemperaturen er tilfredsstillende.

Dersom det brukes en feil eller mindreverdige motorolje, vil det raskt dannes relativt store mengder organisk slam av lav oksidasjonsgrad. Ved en unormal høy driftstemperatur vil slammene som dannes raskt oksydes til asfalt og koks som lett lar seg bestemme i form av slam med høy oksidasjonsgrad.

4. Syre- og basetall

Ved en nedbrytning av oljen dannes som sluttprodukt ved oksidasjonsprosessen bl.a. en rekke syrer. Syrene katalyserer en videre nedbrytning av additivene i oljen foruten at de virker korroderende. Syreinnholdet i oljen, som forøvrig betegnes som TAN (total acid number), angis i mgKOH/g olje og bestemmes ved en titrimetrisk metode. Vanligvis oppgir oljeselskapene det maksimale tilrådelige syreinnhold.

For å motvirke de skadelige virkningene av syren som dannes, tilsettes basiske salter som additiver. Disse



Fig. 3. Kontroll av oljens viskositet.

virker som buffere som nøytraliserer syrene. Etter hvert som syrene nøytraliseres forbrukes bufferen, og basetallet som angir reserven av alkali i mg/g, synker. I likhet med syretallet er det en grense for hvor langt ned basetallet bør slippes før oljen må skiftes.

Syre- og basetallene samt forandringene av disse over tid (hastighetsforandringene av disse) indikerer om driftstemperaturen i motoren har vært for høy, da høye driftstemperaturer akselerer oksidasjonsprosessen. En gjennomblåsing av eksosgasser vises også ved et stigende syretall, idet eksosgassene er sterkt sure. Benyttes et drivstoff med høyt svovelinnhold, dvs. over 0,5%, vil dette også kunne fremgå av syre- og basetallundersøkelsen, idet svovelet oksydes til svoveloksyder og svovelsyre.

5. Drivstoff i smøreoljen

Dersom viskositet og flammepunkt begge viser lave verdier, tas en kvantitativ bestemmelse av drivstoffinnholdet. Det er imidlertid sjelden at oljen viser noen særlig drivstofffortynning. Spesielt på bensinmotorer vil drivstoffet lett dampe av når motoren kjøres noe lengre tid ved normal driftstemperatur. Innholdet av drivstoff i oljen vil derfor avhenge av temperatur og kjørelengde.

6. Vann og frostvæske

Funn av vann i motorolje er sjeldent. Dersom det er påvisbare mengder vann, kan det enten stamme fra kjølesystemet eller fra luftinntaket. Små mengder vann i oljen fører lett til en viskositetsøkning. Ved lekkasje fra kjølesystemet vil glycolene i frostvæsken undergå en forestringsreaksjon med oljen og oljen omdannes til en gel selv ved tilstedeværelsen av små glycolmengder. Ved enhver positiv vannreaksjon må det derfor søkes på eventuelt innhold av glycol.

7. Dispergerende additiver

Sot, asfalt og slitasjeprodukter som dannes, vil avsettes i motoren og lett kunne danne faste, harde belegg. For mest mulig å unngå slike avsetninger, tilsettes oljen dispersjonsmidler,

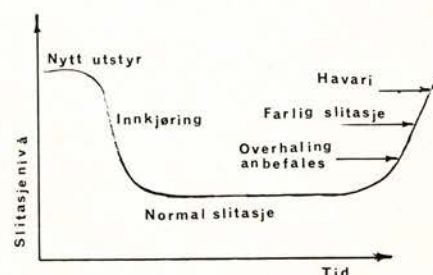


Fig. 4. Utviklingen av slitasjeprodukter i en smøreolje vist skjematisk.



Fig. 5. Analyse av slitasjeprodukter med atomabsorpsjon.

stoffer som i molekyltynne sjikt kleser seg til overflaten på faste partikler og bidrar til å holde disse svevende i oljen. Ved større slammengder eller ved lengre tids bruk av oljen forbrukes dispersjonsmidlene. Når disse ikke lenger er til stede, bør oljen skiftes.

8. Slitasjeprodukter

Slitasjeforløpet i maskinteknisk utstyr innledes generelt i nytt materiell med en relativt stor mengde slitasjeprodukter i oljen. Under innkjøringsperioden synker mengden av slitasjeprodukter, og slitasjen stabiliseres på et forholdsvis jevnt nivå. Dette nivå forblir uendret så lenge utstyret kjøres og slites normalt. Hver motor har sin normalforedling av slitasjeprodukter, dvs. at konsentrasjonen og fordelingen av slitasjeelementene er stabil. Dersom en komponent i motoren slites unormalt, vil dette straks kunne konstateres ved en avvikende fordeling av slitasjeprodukter. Skal et slikt forhold kunne oppdages, er det imidlertid en betingelse at oljen er fulgt med analyser gjennom en tid, slik at normalfordelingen av slitasjeprodukter er kjent på forhånd.

Under utvikling av en skade oppstår vanligvis en drastisk økning av de elementer som stammer fra den ødelagte komponent. Mest vanlig er fastbrente stempelringer som sliter på sylindreforingene, et forhold som vises ved et økende jern- og krominnhold i smøreoljen. Vanligvis foreligger slitasjeelementene i konsentrasjoner på 0–100 ppm (part pr. million), dvs. 0–0,01 %.

Ved regelmessig kontroll av oljen og analyse av slitasjeproduktene, er det fullt mulig på et tidlig tidspunkt å avsløre unormale tilstander i motoren slik at justeringer og utskiftninger kan foretas før det oppstår full driftstans.

Foruten å kjenne normalfordelingen av slitasjeproduktene, må en ha kjennskap til sammensetningen av de vitale komponentene i motoren, slik at den skadde del kan utpekes på grunnlag av analyseresultatet.

Selve analyseteknikken av slitasjeprodukter kalles populært for spektrofotografisk oljeanalyse. Det er imidlertid fullt mulig å utføre analysen på annet utstyr enn røntgenspektrograf. Ved Teknisk laboratorium benyttes et atomabsorpsjonsspektrofotometer som bestemmer elementene med 1 ppm nøyaktighet direkte i oljeprøvene. Nødvendig prøvemengde er 3–5 gram olje. Atomabsorpsjonsspektroskopi er en mer arbeidskrevende metode enn røntgenemisjon, men den gir en fullt tilfredsstillende grad av nøyaktighet. Se fig. 5. Vedlagte diagram viser utviklingen i motoroljen til et Di-3 lok.

Som det fremgår av kurvene har kobber, jern og til dels blyinnholdet øket sterkt de siste 60 000 km, mens slammethet har vist en normal økning. Basetallet er raskt synkende og er nær ved sin nedre grense på 2,8 mg/g. Denne oljen må skiftes. Fordelingen av slitasjeprodukter indikerer sterk slitasje av gearet.

ERFARINGER

Fullstendig oljeanalyser slik det her er omtalt, er blitt utført ved Teknisk laboratorium de siste 4–5 årene. Denne type undersøkelse er aktuell bare på motorer som det er spesiell interesse for å overvåke. Som eksempel kan nevnes NOHAB-lokene, Di 3, som følger et fast opplegg. I rutinen inngår full oljeanalyse ved hvert filterbytte, dvs. for hver 40–50 000 km. Dersom olje eller motor viser tegn på uregelmessigheter, intensiveres kontrollen inntil det er klarlagt om en skade er under utvikling eller om det er spesielle forhold ved motor eller olje som er årsaken. I de fleste tilfelle hvor unormale slitasjeforhold har blitt observert, har disse skrevet seg fra slitasje av sylind-

derforinger. Mer sjeldent forekommende er lagerslitasje.

Et viktig punkt i kontrollopplegget er uttaket av oljeprøver, og det er en betingelse at dette blir utført korrekt. Med egnet og rent prøvetakingsutstyr må oljeprøven tas umiddelbart etter motorstans. Det er også om å gjøre og få ut en oljeprøve som er representativ for de samlede oljevolum. I store aggregater er det ofte riktig å ta ut prøver på flere steder for så å blande de forskjellige uttakene før analyse. Egnede prøvemengder er ca. 500 ml.

Oljekontrollen slik den i dag utføres, anses å være et viktig bidrag til det preventive vedlikehold. Ved videre utvikling av metoder og utstyr er det rimelig å anta at selve analyseprosessen blir mer automatisert og sikrere. Dermed kan det utføres en utvidet kontroll på en større del av materiellet, og en oppnår en bedre styring og høyere grad av sikkerhet i arbeidet med vedlikehold av større aggregater, det være seg trekraftmateriell, arbeidsmaskiner eller stasjonære anlegg. ●

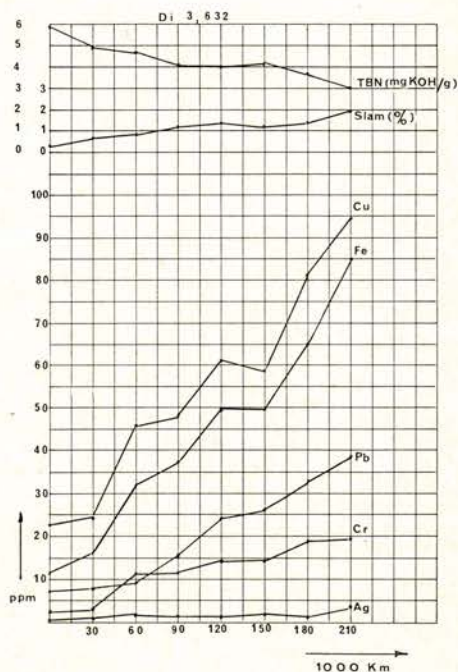


Fig. 6. Utviklingen i motoroljen på et Di-3 lok.

Lieråsen tunnel

Frostsikring med tunnelport

Av overingeniør Håkon Hartmark, NSB og sivilingeniør Leif Vinogg, Firma Siviling. Nybro Hansen



Fig. 1 Porten åpnet for tog retning Drammen. Spor retning Oslo lukket.

Lieråsen tunnel har vært sterkt utsatt for frostforvitring på grunn av oppsprukket fjell, stor vannføring og gjennomstrømmende luft på grunn av termisk oppdrift.

Etter å ha forsøkt de vanlige sikringsmetoder som sprøytebetong, bolting, injisering, isolasjon m.m. uten å kunne finne noen fullgod løsning som kunne aksepteres ut fra trafikkforhold og økonomi, ble det besluttet å bygge en automatisk virkende port for stenging av nedre portal for å hindre den kalde luftstrømmen fra å trenge inn i tunnelen.

Slike porter har tidligere vært anvendt i Albula-tunnelen, Rognox-tunnelen i Alpene og i tunnelen Puymorens i Pyreneene, men det er første gang systemet anvendes på en dobbelsporet elektrifisert jernbanelinje med en trafikkintensitet på over 100 tog pr. døgn.

Artikkelen gir en beskrivelse av

portens virkemåte og den automatiske styring for åpning og lukking.

Frostproblemer

Problemer i forbindelse med Lieråsen tunnel er omtalt i NSB-teknikk nr. 3-1976.

Tunnelen, som med sine 10,7 km er Nord-Europas lengste trafikkunnel, ble åpnet for jernbanetrafikk 1. juni 1973. Allerede første vinter oppstod det problemer med nedfall av stein som blokkerte skinnegangen og representerte fare for avsporing. Steinsprangene skyldtes frostsprengning.

Tunnelen, som ligger i stigning med 90 m høydeforskjell mellom vestre portal ved Lier og østre portal ved Asker, er om vinteren utsatt for en sterk kaldluftstrøm i retning fra nedre mot øvre portal. Luftstrømmen er en ren oppdriftstrøm forårsaket av

temperaturforskjellen inne i tunnelen og utenfor som vist på figur 1.

Vinteren 1977 trengte frosten 2500 m inn i tunnelen fra nedre ende. Frostinntrengningen i vegger og tak har vært betydelig og har ført til dannelse av islag på sleppene i det sterkt vannførende fjellet. Steinsprangene opptrer i mildværsperioder etter frost.

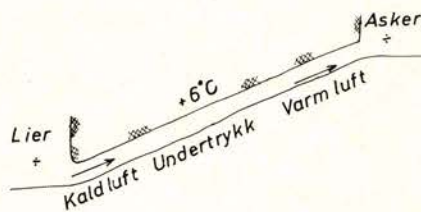


Fig. 2 Luftstrøm som følge av termisk oppdrift.

Fig. 3. Sikringsnett fyllt med nedfallen stein.



Sikringsarbeider

For å sikre jernbanetrafikken ble det vinteren 1974 igangsatt systematisk bolting av taket på hele det utsatte partiet. I boltene ble opphengt sikringsnett mot steinskred. Stein som løsner faller ned og blir liggende på nettet. Figur 2 viser en pose av nettet fyllt med nedfallen stein. Ved større nedfall må nettet klippes opp og steinen fjernes, hvorefter nettet sys sammen igjen.

Ved hjelp av denne metoden kombinert med en omhyggelig inspeksjon og kontroll utført av personale med stor erfaring i fjellarbeider, kunne tunnelen trafikkeres uten noen direkte risiko. Påkjeningen på bolter og nett var imidlertid stor og kunne med tiden føre til utmattingsbrudd. Videre begynte det etter hvert å oppstå problemer også med tunnelveggene, hvor det ikke var montert sikringsnett.

De andre problemer som fulgte med nedfrysningen av tunnelen var følgende:

1. Istapper fra taket la seg på kjøreledningen.
2. Issvuller i sporet medførte avsporingssfare.
3. Dannelse av issvuller (kjøving) på veggene reduserte det frie profilet.

For å sikre seg mot overledning og skade på kjøreledningen, måtte electropersonalet hugge ned is med få dagers mellomrom gjennom hele vinteren.

De ytterste 350 m av tunnelen var utstøpt, delvis med betonglameller og delvis med utstøpning på stedet. I begge tilfeller var det lekkasje og betydelig iskjøving gjennom skjøter og andre svakhetssoner i støpen.

En rekke forskjellige metoder til sikring av tunnelen ble vurdert, eller utprøvet og senere forkastet. Til slutt stod det igjen 2 metoder som under de rådende forhold lot seg gjennomføre med rimelige omkostninger og uten i vesentlig grad å hindre den regulære togtrafikk.

Fig. 4. Frostmengde 600 m inne i tunnelen som funksjon av frostmengde ute på Lier. 1976-77 uten luftgardin, 1975-76 med luftgardin.

Alternativ tunnelvifter

Et av de igangsatte forsøk var montering av en luftgardin, bestående av 12 stk. aksialvifter montert på begge sider av sporene i nedre ende av tunnelen.

Virkningene av luftgardinen har vært registrert ved kontinuerlige temperaturmålinger 600 m inne i tunnelen fra nedre ende. Som et mål på den totale frostpåkjenning et byggverk er utsatt for gjennom en vinter, opererer man med begrepet frostmengde, som er produkt av kuldegrader og tid summert gjennom en viss periode, vanligvis en vinter.

Fig. 3 viser at vinteren 1975-76 var frostmengden 600 m inne i tunnelen bare 20% av frostmengden ute i fri luft. Dette året var vifteanlegget i drift. Den følgende vinter 1976-77 var anlegget ikke i drift. Frostmengden på samme sted inne i tun-

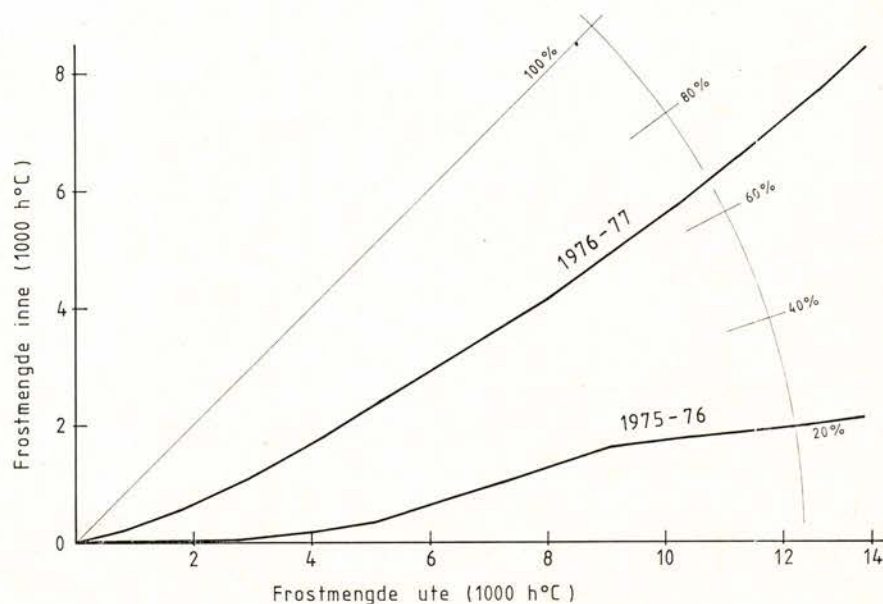
nelen var da hele 60% av den ytre frostmengde.

Selv om virkningen av luftgardinen således var tydelig registrerbar, var ikke anlegget tilstrekkelig dimensjonert og hensiktsmessig utformet til å balansere oppdriftsstrømmen ved lave utetemperaturer.

Resultatene ga imidlertid grunn til optimisme og et forslag til utførelse av mere effektivt vifteanlegg ble fremlagt.

Det foreslåtte system med en serie aksialvifter fordelt på en lengre tunnelstrekning er enklere strømningsmessig enn en konsentrert strålebarriere (luftgardin) og prinsippet er velkjent fra veitunneler, hvor slike vifter benyttes for det omvendte formål, nemlig utlufting av gasser.

Når en slik løsning ikke ble valgt, var det på grunn av støyproblemene og hensynet til arbeidsmiljøet i tun-



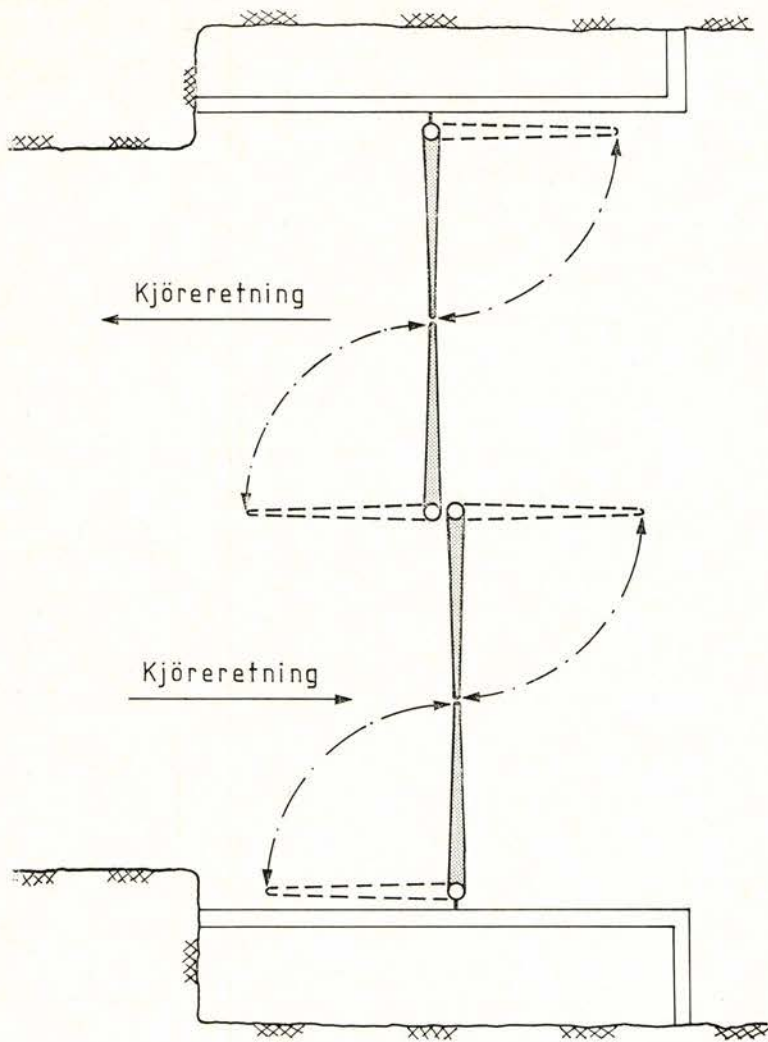


Fig. 5. Horisontalsnitt gjennom portbladene med angivelse av utslagsretning for åpning.

nelen. Et forventet støynivå på 80 dB kunne ikke aksepteres av hensyn til personalet.

Tunnelporter

Høsten 1974 ble det montert en todelt skyveport 50 m inne i tunnelen fra øvre ende ved Asker. Denne porten er avbildet og omtalt i NSB-teknikk nr. 3-1976. Porten viste seg imidlertid å være for lett bygget. Det store lufttrykket som oppstår med kjørende tog i tunnelen, «pumpestempel-virkningen», medførte vanskeligheter ved åpning og lukking av porten.

En ombygging av den automatiske manøvrering slik at porten alltid ville være åpen med kjørende tog i tunnelen, falt heller ikke heldig ut. Erfaringene tilsa at porten måtte deles opp i fire portblad, to for hvert spor og utføres betydelig stivere og med større maskineri for åpning og lukking.

Det ble valgt å bygge den nye porten ved nedre ende i Lier, vesentlig fordi det bare der var mulig å montere en midtstolpe mellom spo-

rene, slik at porten kunne konstrueres som en klappeport med fire atskilte portblad.

Det var stilt følgende krav til konstruksjonen:

Portbladene skulle være stive nok til holde mot oppdriftstrykket ved en utetemperatur på -35°C pluss trykket fra «stempelvirkningen» av tog i tunnelen med hastighet 130 km/h. Dimensjonerende trykk ble da $1,8 \text{ kN/m}^2$ (180 mm vannsøyle). Materialspenningene ville da bli så lave at faren for utmatting kunne elimineres. Portbladenes stivhet og vekt måtte dessuten tilfredsstillende det krav at de ikke skulle kunne settes i resonanssvingninger i åpen stilling når et passerende tog ga taktfaste lufttrykkpulser mot porten hver gang en vogn passerte. Portbladenes laveste tillatte egensvingefrekvens ble satt til 20 Hz.

Den ytre del av tunnelen var utstøpt og ga ikke plass for det nødvendige maskineri for manøvrering av porten. Det ble derfor valgt å montere porten utenfor tunnelportalen, hvor maskineriet kunne plasseres i en isolert og oppvarmet betongbygning, bygget

på en bru over sporene umiddelbart utenfor portalen. Maskineriet er derved godt beskyttet klimatisk sett, noe som byr på store fordeler både med tanke på drift og vedlikehold.

Arbeidet ble igangsatt i september 1977, og porten var ferdig montert og ble tatt i bruk i februar 1978.

Figur 1 viser den ferdige port åpen for passering av tog i spor retning Drammen og lukket port i motsatt retning.

Konstruksjon og virkemåte

Hvert av de to sporene har to sidehengslede klappeporter som slår i hver sin retning, figur 5. Derved gir lufttrykket mot stengte portblad dreiemomenter som motvirker hverandre gjennom den mekaniske kraftoverføringen oppe i maskinrommet. Drivmaskineriet får på denne måten mindre belastning og det er lettere å åpne portene manuelt ved eventuell driftsfeil.

Portbladene er av stål, utført som hulprofil med innvendige ribber. I bladet er utskjæring for kjøreledningen, slik at avstanden fra stålet i portbladet til ledning er 250 mm. Utskjæringen er tettet med plate av et materiale som ikke er elektrisk ledende.

Portbladene er fast montert til en stiv vertikal røraksel av stål med diameter 250 mm. Nederst har akselen en rustfri tapp for selvsjørende aksial- og radiallager som er innstøpt i betong. Over portbladet føres akselen gjennom maskinromgulvet hvor den styres av et radiallager forankret i maskinrommets betonggulv. På tappen over lageret er montert et tannsegment.

Hvert portpar er som nevnt mekanisk sammenkoplek. En solid tannstang står i fast inngrep med de to tannsegmentene til portparet. Fig. 6 viser tannsegmentet for et av de midtre portblad med sin tilhørende tannstang.

Det er to separate, helt uavhengige drivmaskiner til de to portparene. Til hver tannstang er det koplek en hydraulisk kraftsylinder, drevet av et hydraulisk trykkaggregat med elektrisk styringsenhet. Oljetrykket leveres fra en trykkakkumulator hvor trykket opprettholdes ved nitrogen-gass fra et batteri bestående av 15

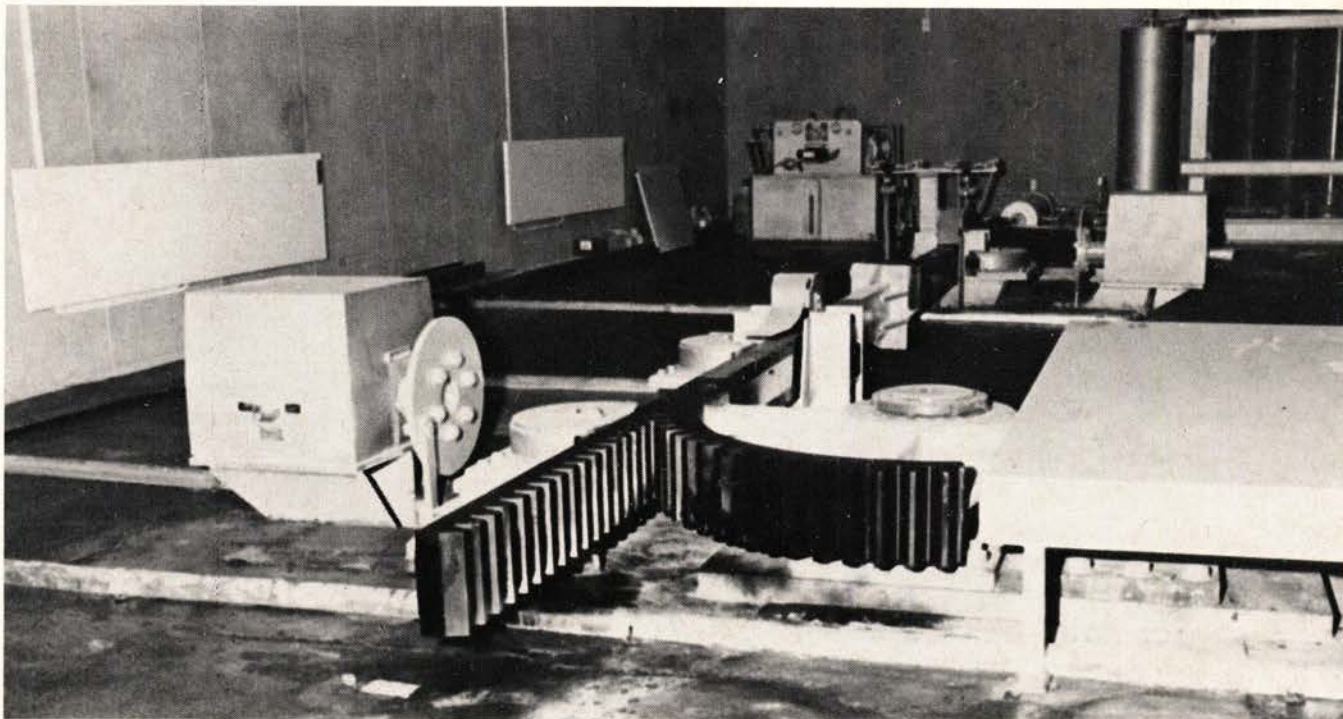


Fig. 6. Tannsegmenter og tannstenger montert i maskinhus.

stykker nitrogenflasker som vist på prinsippskisse figur 7.

Opplading av akkumulatoren foregår ved automatisk innkopling av en av aggregatets to elektriske oljepumper (hoved- og reservepumpe) slik at det til enhver tid er tilstrekkelig olje på akkumulatoren til manøvrering.

Akkumulatoren har kapasitet til to portmanøvreringer (lukke + åpne), samt en reservemanøvrering (kun åpne) ved full belastning på portbladene. Ved eventuelt strømbrudd vil portene åpne seg og bli stående i åpen stilling.

Portbladene er fastholdt i åpen stilling ved kraftige forriglingsbolter som går inn i hvert portblad. Signal for åpen port er avhengig av at forriglingsboltene er i posisjon.

Driften av portene er satt i avhengighet av den automatiske linjeblokk på strekningen Asker-Brakerøya. Porten åpnes når linjeblokken er retningsinnstilt, og et av sporfeltene mellom portstedet og nærmeste stasjon blir belagt.

Portenes stilling indikeres i panelet på fjernstyringsentralen. Hvis portene ikke åpnes automatisk, kan de åpnes av fjernstyringsoperatøren. Fjernstyringsentralen kan ikke lukke portene. Denne feil i automatikken som har vært årsak til inngrep i manøvreringen må da rettes av det ansvarlige personale ved signalavdelingen.

Hvis portene ikke lar seg åpne hverken automatisk eller ved inngrep

fra fjernstyringsentralen, kan betjening skje manuelt fra portstedet. Manuell åpning skal bare skje etter ordre fra fjernstyringsoperatøren og etter en instruks som er oppslått i betjeningskapene ved portene.

Foranstående blokksignal med forsignal står i avhengighet av portene. Dessuten viser eventuelt to røde blinklys foran portene signal om at det ikke er kontroll på portene i åpen stilling.

Virkning på klimaet i tunnelen

Det klimatiske forhold i tunnelen er tidligere redegjort for i NSB-teknikk nr. 3-1976.

På det tidspunkt portene ble satt i drift, 15. februar 1978, var det allerede akkumulert betydelig frostmengde i tunnelen. Tunnelveggene var nedkjølt og frosten hadde trengt langt inn i fjellmassivet langs tak og vegger. Det tok følgelig lang tid før tunnelveggene var opptint etter at porten var satt i drift. Virkningen av porten var imidlertid straks merkbar. Man var inne i en frostperiode med temperatur ned til -20°C . Normalt ville denne situasjon medført at frosten trengte lenger og lenger inn i tunnelen. I stedet inntraff en gradvis opptining av vegger og tak innenfra og utover, og ved frostperiodens slutt 10 dager senere var tunnelen opptint helt ut til det punkt hvor termograf var plassert, 600 m fra porten.

Det inntraff en ny kuldeperiode

senere på vinteren, i midten av mars måned. Man fikk da en prøve på portens virkning, som kan illustreres ved figur 8. Figur 8a viser perioden 9.-11. februar før porten var montert. Med utetemperaturer ned til nær -20°C er temperaturen 600 m inne i tunnelen ca. -10°C . Den sterke modulering av kurven for innnetemperaturen skyldes toggangen.

Figur 8b viser de tilsvarende temperaturkurver for dagene 16.-18. mars, etter at porten var satt i drift. Med temperaturer ned mot -20°C ligger tunneltemperaturen fortsatt i overkant av 0°C . Bare i noen få morgentimer, som faller sammen med et stort antall tog fra Drammen mot Oslo, kommer temperaturen så vidt under 0. Forholdene vil bli enda gunstigere når porten vinteren 1978/79 kommer i ordinær drift før vegger og tak er blitt nedkjølt.

Av figur 8 vil man se at det fortsatt er en viss modulering av kurven for innnetemperaturen selv om den er mindre enn tidligere. Dette henger sammen med luftstrømmen som er forårsaket av toggangen.

Uten porten vil luftstrømmen forårsaket av tog som kjører oppover tunnelen, fra Lier til Asker, summere seg til den konstante luftstrøm forårsaket av temperaturforskjellen og gi en stor lufthastighet som vist på figur 9. Ved det tilfelle målingene er foretatt er den klimabestemte lufthastighet ca. 1,5 m/s. Toggangen i luftstrømmens retning øker hastigheten til 3 m/s.

Tog som kjører nedover, d.v.s. mot oppdriftsstrømmen, vil først stoppe luftstrømmen, deretter vil det bygge seg opp en luftstrøm i motsatt retning på 1,3 m/s.

Målinger utført ved noenlunde tilsvarende temperaturforhold etter at portene er tatt i bruk, viser at luftstrømmen som forårsakes av tog i ugunstig retning (oppover tunnelen) er sterkt redusert både i størrelse og tid, mens luftstrømmen i gunstig retning, nedover tunnelen, er praktisk talt den samme.

Det foregår således en «filtrering» av klimapåvirkningen fra toggangen. Denne er tilsiktet og frembrakt ved følgende foranstaltning:

For tog som kjører nedover tunnelen, åpnes portene straks etter at toget er kommet inn i tunnelen og holdes åpne under hele togpasseringen. Derved bevirker toget at varm luft fra øvre del av tunnelen skyves nedover mot den kalde delen. Det går noen minutter fra toget har passert porten i nedre ende før denne lukkes, men tregheten i luftmassene gjør at luftstrømmen fortsetter til porten er lukket.

Åpning av porten ved tog oppover skjer i god tid før toget når tunnelen, men tregheten i luftmassene gjør seg også her gjeldende og det tar noen minutter før luftstrømmen i ugunstig retning settes igang. I praksis skjer dette først når toget passerer porten. Stempelvirkningen fra toget sammen med klimavirkningen medfører da en luftstrøm i ugunstig retning, men i meget kort tid, da porten lukkes straks etter at toget har passert. På en grafisk togtabell under figur 9 er med rastet felt angitt åpningstid for portene. Man vil se at luftstrømmen

Forts. s. 14.

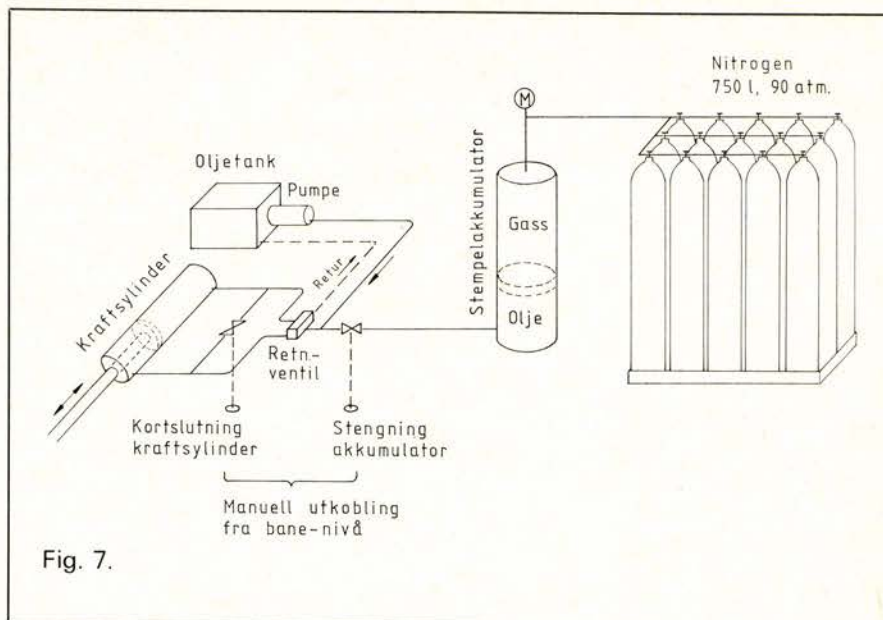


Fig. 7.

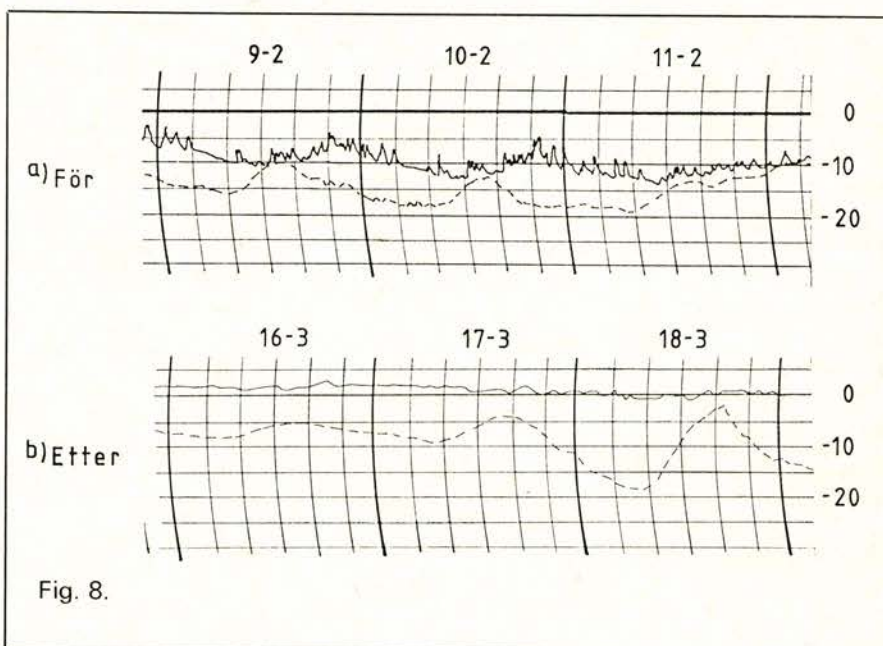


Fig. 8.

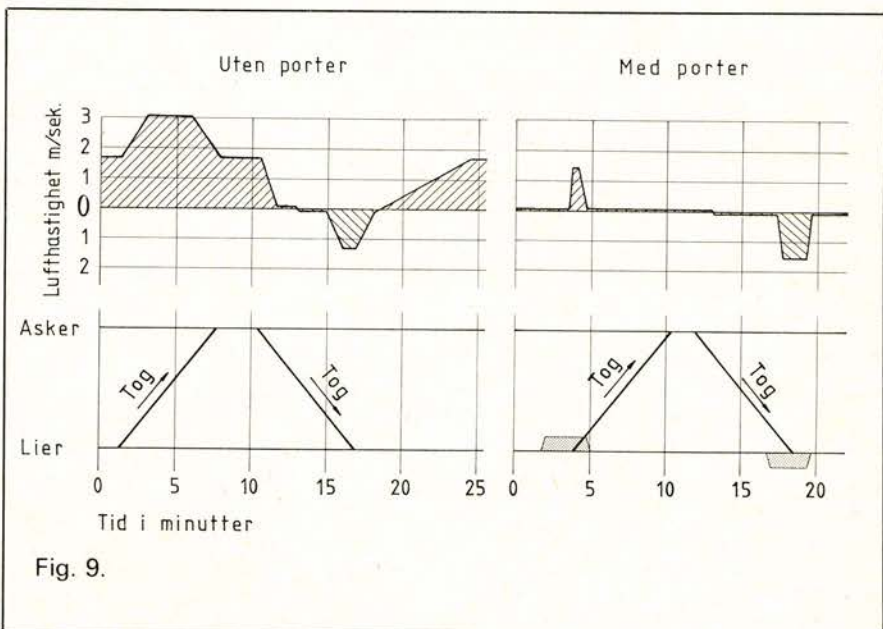


Fig. 9.

Fig. 7 Prinsippskisse for det oljehydrauliske drivverket.

Fig. 8 Temperaturen 600 m inne i tunnelen i to kalde perioder 1978, a) før og b) etter porten var tatt i bruk.

Fig. 9 Lufthastigheten i tunnelen i en kuldeperiode før og etter at porten ble tatt i bruk.

Nedenstående grafiske rutetabell angir passering av tog. Felt markert med raster angir tid for åpen port.

Forts. fra s. 13.

stopper praktisk talt momentant når portene lukkes.

Åpnings- og lukketider for portene er henholdsvis 20 og 17 sekunder. Den tid som er nødvendig å holde porten åpen for ordinær togpassering er ca. 3 minutter. Med 60 tog i ugunstig retning representerer dette en åpningstid av 3 timer pr. døgn. Forholdet er noe gunstigere i praksis, idet enkelte tog krysser tunnelen og stempelvirkningen av disse togene opphever hverandre og gir balanse i luftmassene. Videre er det av vesentlig betydning at toggangen på den kaldeste tiden av døgnet, mellom kl. 01 og 06, er minimal.

Bruken av port har et par uheldige bivirkninger som til slutt skal omtales. Det plutselige trykkfall som oppstår når porten lukker etter tog som kjører oppover tunnelen, medfører en viss tåkedannelse. Utluftingen etter denne tåkedannelse er hindret av at luftstrømmen stanses. Denne ulempe synes imidlertid spesielt å oppstå under fuktige værforhold sent på vinteren. Erfaringen vil vise om man av denne grunn kan innføre en rutine med åpning av portene ved kortvarige perioder med varmegrader i den siste del av vinteren, eller eventuelt innstille bruken av portene noe tidligere om våren når tåkedannelsen opptrer og er sjenerende.

Før portene ble tatt i bruk, forekom ingen isdannelse innenfor øvre portal ved Asker. Den kontinuerlige strøm av luft oppvarmet gjennom passering av den indre, varme del av tunnelen, hindret dette. Ved at denne luftstrøm stanses, vil det oppstå frost et stykke inn i tunnelen på denne siden. Bergarten som her er en hornfels, er mindre oppsprukket, mindre vannførende og brytes ikke ned etter horisontale sprekkeplan på samme måte som granitten på Liersiden. Noen isolerings- og drenstiltak må utføres for å hindre kjøving, men det antas ikke å oppstå større problemer enn i en vanlig fjelltunnel i godt fjell. ●

Frostsikring med isolasjonsmateriale i tunneler

Beskrivelse av forsøk utført på Valdresbanen.

Av avd.ing. Knut Sætre

Isdannelse eller kjøving i tunneler er et kjent problem innen jernbanen. Innsnevring av tverrsnittet på grunn av is-søyler på veggene og avsporingfare fordi is-svullene vokser over skinnene, skaper mye arbeid gjennom hele vinteren. Mange tonn salt strøs ut i tunnelene for å dempe isdannelsen. Ishogging er heller ikke særlig givende arbeid og når frosten setter inn, er det ikke noen forskjell på helg og hverdag.

Noen patentløsning på dette problemet fins ikke. Den løsningen med port som ble valgt i Lieråsen tunnel, er vanligvis ikke økonomisk og praktisk gjennomførbar. Jernbanen har forsøkt flere metoder for å stoppe isdannelse i tunneler. Det siste vi har prøvd er å bruke et materiale som kalles ETHAFOAM.

Ethafoam er et ekstrudert polyetylen-skum. De egenskapene som gjør materialet brukbart til dette formålet er at det har god isolasjonsevne, det er vanntett og det tar ikke opp vann som ødelegger isolasjonsevnen. I tillegg er det bøyelig slik at platene kan formes etter profilet og bøyes over fremspring i tunnelen.

Av karakteristiske egenskaper kan nevnes at romvekten er 35 kg/m^3 og varmeledningsevnen (λ) er 0.051 W/m.K . Strekkfastheten er oppgitt til 140 kN/m^2 . Fuktopptaket er målt i laboratoriet (etter ASTM C-272) til å være mindre enn 0,5 volumprosent.

Ethafoam leveres i 0,6 m. brede og 2,75 m lange plater. En plate dekker således bare $1,65 \text{ m}^2$. Når vannlekkasjene i tunneler kommer fra større felt, må en lime sammen til et

flak som dekker vannlekkasjen. Platte-tykkelsen kan velges til 30, 50 eller 70 mm.

Høgberget tunnel på Valdresbanen ble valgt til forsøkssted. Her er det lite trafikk, samtidig som klimabelastningen er stor med mye kulde og is.

Fig. 1. Platene spennes fast i en jigg under limingen.

Sammenliming

For å få stort nok flak ble platene limt sammen. Det ble brukt et såkalt HOT-MELT lim, dvs. limet er et termoplastisk materiale fast eller tyntflytende avhengig av temperaturen. Når limet påføres platene, er det + 170° C og tyntflytende og derfor benyttes en spesialpistol. Platene spennes opp i en jigg som holder dem med sidekanten horisontal, slik at limet ikke renner av når det sprøytes på. Fig. 1. Deretter presses den andre platen raskt mot endekanten og holdes der inntil limet har avkjølt seg. På de 5 cm tykke platene ble det lagt på 2 parallelle limstriper.

Først ble to og to plater limt langs endekanten til en 0,6 m bred og 5,5 m lang stripe. Deretter ble disse stripene limt sammen etter langsiden til den størrelsen vi ønsket. Det ferdiglimte flaket målte 76 m², og var laget av 46 enkeltplater. Total vekt av flaket var ca. 150 kg.

Feste av flaket

Boltene som flaket skulle henge i, ble satt inn på forhånd. Det ble brukt tilsammen 35 bolter av typen Farex GD-bolt med diameter 16 mm og lengde 500 mm. De ble satt noe tettere i kanten enn midt på flaket. Vognen som transporterte flaket ble kjørt nøyaktig til stedet, slik at flaket kunne monteres direkte uten noen forflytninger. Langs sålen i tunnelen ble flaket satt i en grøft og pukk fylt inntil. Her er det god drengroft og en regner at vannet på baksiden av isolasjonen vil gå ned i denne. Flaket ble presset inn på de utstikkende boltene med håndkraft. Når boltene presses gjennom, slutter materialet tett omkring boltene. Etter 4 mnd er det ikke oppdaget noen vannlekkasjer gjennom boltehullene. For å

Forts. s. 16.

Fig. 2. Etter at flaket var limt sammen i verkstedet på Dokka ble det transportert på en jernbanevogn frem til Høgberget tunnel. For å komme opp i taket på tunnelen, ble det laget et enkelt stillas som ble montert på en vogn. Flaket ble trukket opp på dette stillaset og festet med tau.

Fig. 3. Ferdig isolert felt 5,5 m høyt og 14 m langt.

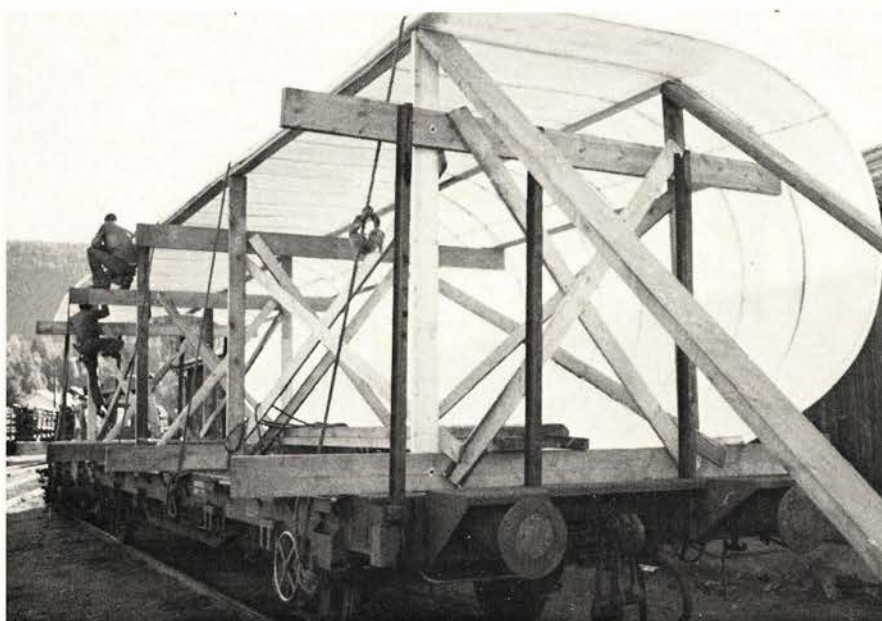




Fig. 4. 2 flak som hvert består av 45 enkeltplater isolerer 9 m av tunnelen.

Forts. fra s. 15.

hindre at kaldluft kommer på baksiden, ble det pakket glass-vatt langs hele periferien.

Flaket festes til bolten med en firkantet stålplate 6 x 6 cm og en mutter.

Erfaringer

Limingen er noe tidkrevende. Normalt er det herdetiden for HOT-MELT lim bare noen få sekunder, men da Ethafoam er et godt isolasjonsmateriale, tar avkjølingen lang tid og vi må regne med en herdetid for hver limfuge på ca. 10 min.

Hele flaket ble montert på en time. Da det var første gang at en slik montering ble gjort, kan en regne med en enda raskere montering senere. Dette er en stor fordel, da en i jernbanetunneler oftest har meget knapp tid.

Det første prøvelfeltet dekker bare 5,5 m oppover veggen. (Fig. 3). Senere har vi utført et forsøk til hvor hele profilet er isolert. Opphengingen av flaket ble gjort på nøyaktig samme måte, men det ble hengt opp et flak på hver side. Disse flakene var så

store at de gikk om hverandre midt i taket i tunnelen. (Fig. 4).

Temperaturen registreres kontinuerlig både inni og utenfor tunnelen. For å måle virkningen av isolasjonen, måles også temperaturen bak isolasjonen. Hittil (27.12.78) har den ikke vært lavere enn $+1,8^{\circ}\text{C}$ i luftrommet mellom isolasjonen og fjellet. På samme tidspunkt var lufttemperaturen midt i tunnelen $\div 3,5^{\circ}\text{C}$ (5 døgns middel-temperatur) og utenfor tunnelen $\div 11,6^{\circ}\text{C}$.

Disse prøvelfeltene ble montert i august og november 1978. Vi har da bare en måneds erfaring med frost.

Etter en vinters erfaring vil en bedre kunne bedømme isolasjonsevnen. Da får en også se om boltene og limet holder.

Ved NSB's Tekniske Laboratorium har vi utført tester av limet. Prøvestykker av ethafoam ble limt sammen og deretter strekkprøvd inntil brudd. Halvparten av testen ble utført ved romtemperatur ($+20^{\circ}\text{C}$) mens andre halvparten ble utført på prøver som var avkjølt i fryseboks ($\div 25^{\circ}\text{C}$).

Av de 12 prøvene som ble testet under romtemperatur, oppsto bruddet på 50% av prøvene i limet og 50%

i selve materialet. Konklusjonen er at når limet er påført hele kontaktflaten blir limfugen like sterk som materialet selv. Bruddstyrken lå på ca. 190 kN/m².

På de avkjølte prøvene oppsto alle bruddene i limfugen. Overraskende var det likevel at strekkstyrken nå var øket til ca. 230 kN/m². Under avkjøling blir altså både materialet og limet sterkere, noe som er gunstig da det kan bli størst påkjenning om vinteren.

Prisen på Ethafoam er for tiden kr. 935,00 pr. m³ materiale. Boltene koster ca. kr. 20,00 pr. stk. For hele profilet blir materialkostnadene ca. kr. 1 000,00 pr. løpemeter tunnel. Om en regner like stort utlegg for monteringen, får en likevel et sikringsalternativ som er konkurransedyktig fordi monteringen går så raskt og metoden bygger lite inn i profilet.

Avdelingsingeniør K. Sætre ved Geoteknisk kontor har utviklet metoden sammen med banepersonalet på Valdresbanen. ●

Nytt fra ORE, UIC m.v.

● For tiden er 72 forvaltninger medlemmer av eller tilsluttet den internasjonale jernbaneunion (UIC).

De 72 forvaltninger kommer fra

– Afrika	(16)
– Amerika	(6)
– Asia	(13)
– Australia	(2)
– Europa	(35)

og disponerer i alt

- 530.000 km linjenett
- 5,55 millioner ansatte.

UIC's studieorganer har derved tilgang til et verdensomspennende informasjons- og erfaringsgrunnlag for sine arbeidere som i alt vesentlig omfatter

- standardisering av det rullende materiell
- utgivelse av UIC blad av informerende, anbefalende eller bindende karakter for de ulike områder innen jernbanedriften
- statistikk.

UIC's kommisjoner møter årlig vekselvis i Paris og hos et av de europeiske medlemsforvaltninger.

UIC's 4. kommisjon (drift) og 5. kommisjon (maskin) skal i 1980 holde sitt møte i Oslo.

● I 1979 har ORE's medlemsforvaltninger godkjent at ORE kan nytte ca. kr. 25 mill. til sitt forsknings- og utviklingsarbeid. Av ORE's budsjett betaler NSB ca. 1%.

● NSB-teknikk 1977, nr. 3 inneholdt som egen artikkel nye revisjonsterminer for Os-/Kbps- og Kglps-vognene. Bakgrunnen for det nye vedlikeholdssopplegg var bl.a. UIC's

- omfattende informasjons- og erfaringsgrunnlag
- planer om at forvaltningene selv skal fastlegge revisjonsterminene.

NSB's Maskinavdeling/Verksteder har senere analysert NSB's øvrige godsvogner med sikte på nye revisjonsterminer.

Analysearbeidet vil bli omhandlet i egen artikkel i neste nummer av NSB-teknikk.

● ORE-komité B12 har nylig fremlagt en rapport RP28 som tar sikte på å finne frem til enhetlige betegnelser for stål og støpejern. Kjemisk sammensetning og fasthetsegenskaper er oppsatt i en tabellsamling over materialer brukt ved 8 europeiske jernbaner og med tilføyelse av den korresponderende ISO-norm. Likeverdige materialer er her gruppert for hver stålklasse. For en bestemt materialbetegnelse fremgår umiddelbart det tilsvarende materiale brukt ved de andre jernbaner.

● Elektroavdelingen blir f.eks. ofte spurt om hvor stor belastningen er i kontaktpunktet kontakttråd/strømvaktaker.

ORE-komité A 129, som studerer strømvaktaker ved høy hastighet og stor ytelse, har i rapport nr. 8 behandlet spørsmål om tillatt strømbelastning i kontaktpunktet kontakttråd/strømvaktaker i stillstand og ved igangsettelse.

Rapporten omhandler økende strømuttak fra kontaktledning på grunn av belastningsøkning ved elektriske lokomotiver ved store hastigheter. Dette gjelder spesielt ved kjøring på likestrømsystem.

Tillatt strømbelastning under statiske betingelser (lokomotiv/strømvaktaker stående i ro) går opp til 800 A.

Under kjøring med hastighet 1 m/sek. går den tillatte strømbelastning opp til minst 3500 A. Dette gjelder under forutsetning av at kontaktrykket er minst 80 N, bruk av dobbelt kontakttråd og strømvaktaker med vippe, slik at det blir 4 kontaktpunkter.

Disse belastningsstrømmer er i kontaktpunktet kontakttråd/strømvaktaker.

Dette er verdier som neppe noen gang blir aktuelle ved NSB, som arbeider ved vekselstrømsystem 16 2/3 Hz og 15 kV.

Togsett/motorvogntsett under oppvarming fra kontaktledning gjennom strømvaktaker (statistiske betingelser) vil normalt ikke trekke mer enn ca. 50 A.

Under kjøring med våre største lokomotiver, vil uttatt strøm gjennom strømvaktaker maksimalt kunne gå opp mot 550 A under spesielt gunstige spenningsforhold på kontaktledningen.

● ORE har nylig utarbeidet en omfattende katalog (AZ10) over standardiserte deler for det rullende materiell. UIC's 10. Kommisjon (Forsyning) arbeider med sikte på sentralisert (store) innkjøp av disse vognedeler, eventuelt ved å gjøre bruk av det europeiske jernbanefinansieringsinstitutt Eurofirma, hvor NSB også er med.

● Arbeidsteknikk på skiftestasjoner og metoder for øking av kapasiteten er temaet i UIC-Dokument nr. 19 som ble ajourført i 1976. Overfladisk betraktet er dette dokument – som behandler stasjoner med skifterygger – en oppsummering av selvfølgeligheter. Likevel kan dette være nyttig for dem som betrakter seg som «fagmenn» på området, blant annet for å sjekke hvorvidt egne fremgangsmåter er forskjellige fra dokumentets anbefalinger.

Av de mange momenter og anbefalinger nevnes følgende: Skifterygg kan komme i betraktning for skifteanlegg hvor det behandles opptil 300 vogner pr. døgn innenfor få timer, men anbefales generelt når skiftevolumet er på 1000 vogner pr. døgn i gjennomsnitt. Automatisk stillverk anbefales når det reglemessig over flere timer er behov for skifting av 80–100 vogner pr. time. En egen sporgruppe for avgående tog kan bli aktuell når skiftevolumet overskrider 1500 vogner pr. døgn og er nesten alltid nødvendig for anlegg som må behandle mer enn 3500 vogner

Forts. s. 18. 17

Nye dieselelektriske toglokomotiver for NSB (Lok Type Di4)

Det første dieselelektriske toglokomotivet ved NSB ble satt i drift i 1954, som starten på lok type Di3. Gjennom årene fram til 1969 ble det anskaffet i alt 35 lokomotiver av denne type som til i dag har gjennomløpt langt over 100 millioner kilometer.

Behovet for å styrke dieseltrekraften i Trondheim distrikt meldte seg for noen år siden. Etter inngående tekniske forarbeider gikk det den 31/10 i fjor ut bestilling på 5 diesel-elektriske toglokomotiver type Di4.

Ved denne bestilling har NSB satset på ny avansert teknikk, idet de nye lokomotiver vil bli bygget for asynkronmotordrift.

Hvert lokomotiv vil få 16-sylindret dieselmotor fra General Motors på hele 3300hk (mot 1950 hk på Di3) og en adhesjonsvekt på 111t (18,5t aksellast). Grunnet moderne boggier og små uavfjærende masser vil imidlertid påkjenningen på skinnegangen bli mindre enn for lok type Di3.

Fig. 1 (s. 19) viser den foreløpige hovedtegning av lokomotivet, men en rekke endringer er i de tekniske betingelser forutsatt under konstruksjonsarbeidet. De viktigste av disse er: Lokomotivet vil bli lengre enn vist på tegningen. Banemotorene vil bli fullt avfjærede (fjærende drivanordning) – ikke akseloppheget.

Loket vil få kloss- og elektrisk motstandsbremse, ikke skivebremse. Luftinntak og kjøleluftføring vil bli

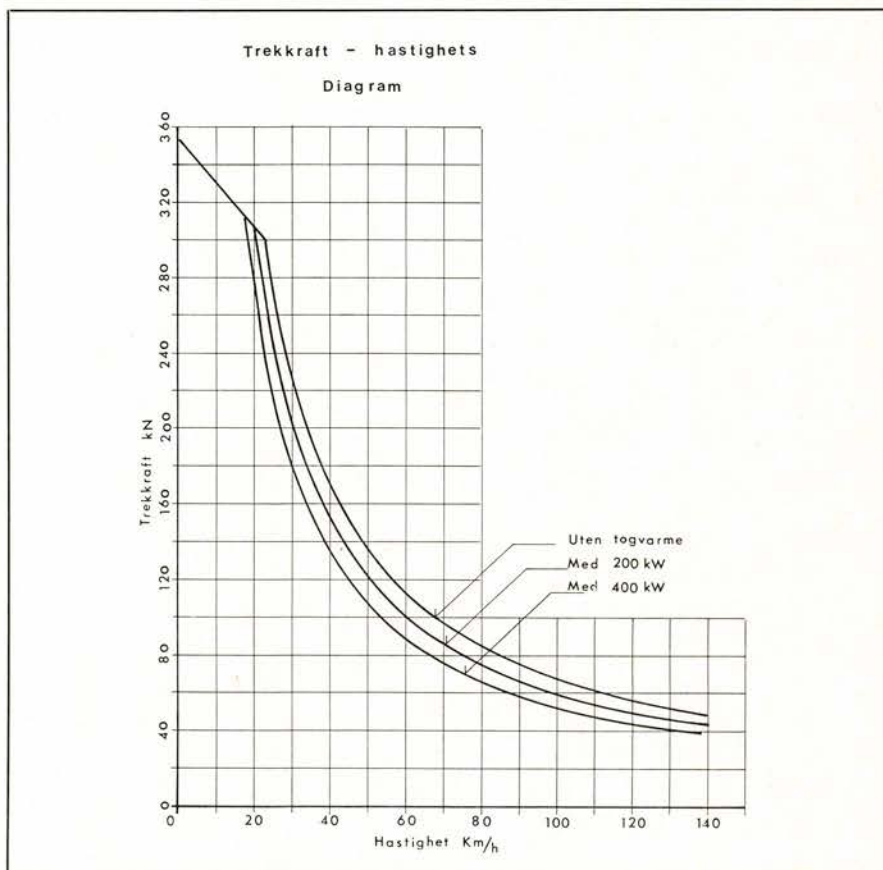


Fig. 2.

spesielt tilpasset norske vinterforhold.

Lokomotivene får en togvarmekapasitet på 400 kVA.

Fig. 2 viser lokets trekraftkurve.

Leveringstiden blir fra mai til august 1980.

En nærmere beskrivelse av lokene vil komme på et senere tidspunkt. ●

HBn

Forts. fra s. 17.

pr. døgn. Simultanskifting anbefales for de tilfeller hvor tog til alle retninger blir sammensatt nesten samtidig.

Driftens organisasjon blir omfattende behandlet. Den oppdeles i ledende, regulerende, anvisende og utførende virksomheter. Også togopptak, visitasjon, fraktbrevbehandling og forberedelse til togets avgang blir behandlet, fordi det her finnes mange organisasjonsmessige momenter som gjennom forandringer kan resultere i større kapasitetsøkninger. Det anbefales bl.a. å redusere

vognvisitasjonen i ankomstsporene mest mulig og å foreta bremseprøvene mens visitasjonen av de avgående tog foregår.

Det betraktes som en ubetinget nødvendighet at ekstra godstog får avgang før de normale rutegående tog.

Videre behandles forskjellige tekniske rasjonaliseringsmuligheter, bl.a. reduksjon av visitasjonstidene ved innføring av varmegangsdetektorer og hurtigere lufttømming av ankomende tog, begge saker som UIC studerer for tiden. For å opprettholde en god funksjon av automatiserte skifteanlegg, an-

befales at skifteryggen og retningssporenes forutsatte lengdeprofil regelmessig kontrolleres og holdes i stand.

I dokumentets bilag behandles de forskjellige systemer for en automatisering av arbeidet i retningssporene, d.v.s. å unngå bruk av bremseko. Men utviklingen på dette området har foregått så fort at dokumentet ikke er helt ajour. Utviklingen av de pneumatiske akselerasjonselementer (Dowty) og spiralbremsene fra ASEA blir ikke nevnt.

IP-Meu-Eri. ●

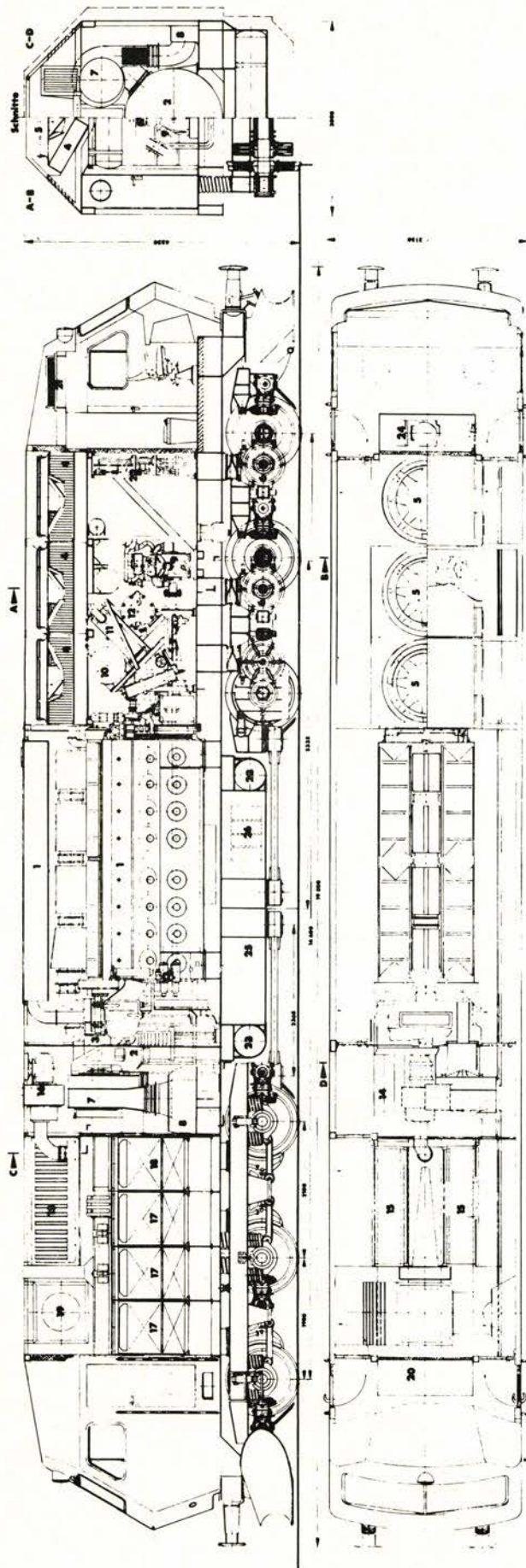


Fig. 1.

FORKLARING TIL FIGUREN

1. Dieselmotor GM 16-645 E 3 (3300 Hp) med avgassdemper.
2. Hovedgenerator GM AR 71D14.
3. Hjelpgenerator GM, 18 kW.
4. Kjølere for dieselmotor.
5. Kjølevifter.
6. Banemotorer.
7. Ventilator for hovedgenerator, banemotorventilasjon.
8. Luftkanal for banemotorventilasjon.
9. Kompressor Gardner-Denver WBO.
10. Kjølevannsekspansjonsbeholder.
11. Smøreoljekjøler.
12. Smøreoljefilter.
13. Startermotor.
14. Dynacell innsugningsluftfilter, dieselmotor.
15. Dynavanefilter for kjøleluften til hovedgenerator, banemotorer og veksellrettene.
16. Utblåsningsvifte for støvavsug.
17. Traksjonsvekselretter.
18. Vekselretter for togvarme.
19. Elektrisk motstandsbrems.
20. Skap med elektrisk utrustning.
21. Ventilasjons- og varmeaggregat.
22. Trykkluftstativ.
23. Hovedluftbeholder.
24. Rom forberedt for toalett. Garderobe.
25. Brennstofftank.
26. Batteri.

Stikningsplan for Oslo-tunnelen

Av avd.ing. Morten Knudsmoen

Før arbeidene med jernbanens tunnelforbindelse øst-vest gjennom Oslo ble igangsatt, måtte det utarbeides en sporplan som skulle danne grunnlaget for stikningen av tunnelen. Traséen som beskrives av denne stikningsplan, ble valgt ut fra hensyn til geologiske formasjoner og beliggenhet i forhold til eksisterende og prosjekterte bygningskonstruksjoner i byen. Etter trasévalget ble så stikningsplanen nøyaktig utformet i plan og i vertikaltrasé ut fra de sportekniske krav som stilles til en ny jernbanestrekning.

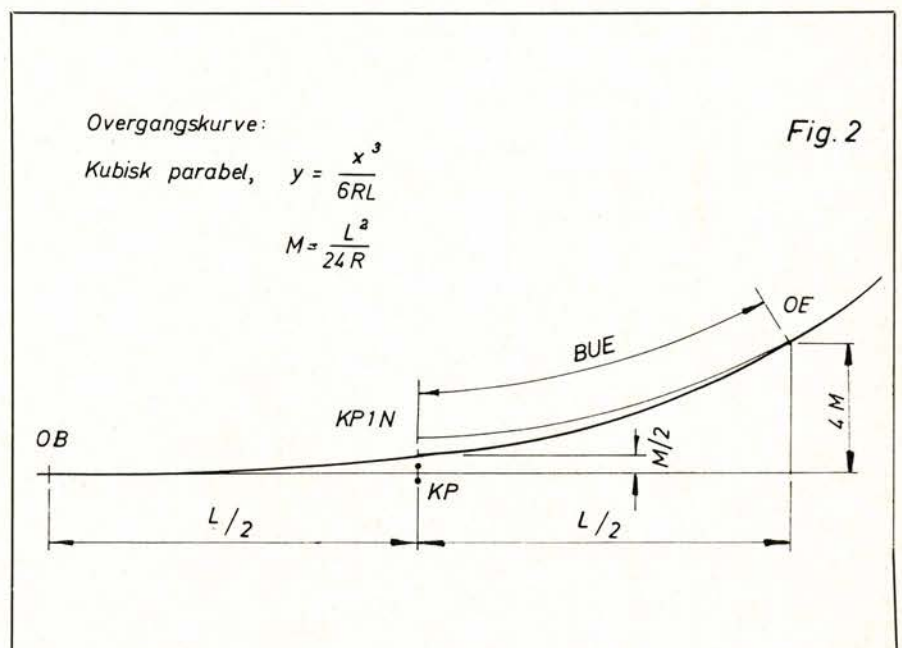
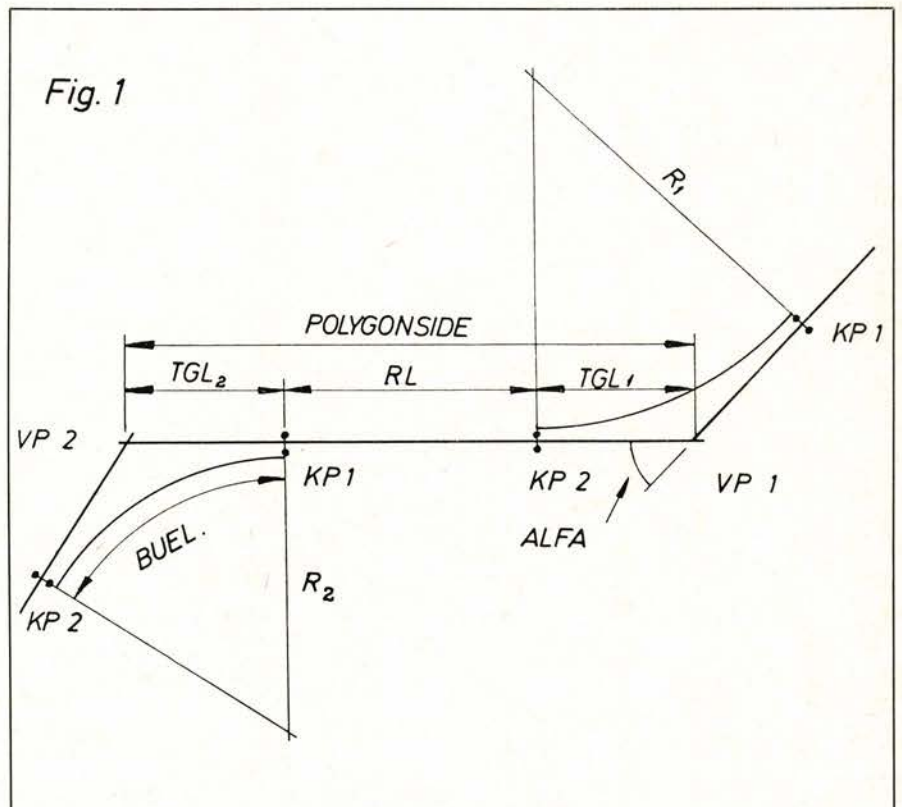
Traséen ligger i sin helhet innenfor Oslo kommune og dens entydige koordinatnett. Tunnelens beliggenhet er derfor nøyaktig definert i forhold til byens kartverk.

Stikningsplanen ble først utarbeidet manuelt, dvs. ved hjelp av trigonometriske tabeller. En slik manuell beregning er meget tidkrevende. Senere rettelser og justeringer av traséen medfører atskillig arbeide, idet hele traséen må gjennomregnes ved den minste korreksjon.

For kontroll av den manuelle beregning og for lettere å kunne finjustere sporplanen, ble det utarbeidet et datamaskinprogram for stikningsberegningene. Programmet LINJE – utviklet i samarbeid med Datasentralen – beregnet begge spor uavhengig av hverandre. Tidligere var beregningene gjennomført bare for det ene (høyre) sporet. Det venstre sporet har et noe annet forløp enn høyre spor fordi avstanden mellom sporene varierer ettersom traséen vekselvis går i dobbeltspørtunnel og to enkeltspørtunneler. Grunnen til dette er at tunnelstasjonene har midtplattform, og at det på strekningene på hver side av stasjonene skulle anordnes sporkryssingsmuligheter.

LINJE er en hovedpunktsberegning som i første rekke beregner koordinater for vinkelpunktene og kurvepunktene (se fig. 1) utfra oppgitte fikspunkter på hver rettløp, samt kurveradius og overgangskurvevelengde.

Traséen består av to slags hovedelementer – rettløp og sirkelkurve. Mellom disse legges det overgangskurve, som har til hensikt å formidle en jevn og behagelig overgang fra rettløp til sirkelkurve uten at sentri-



Tabell 1

TUNNEL ØST-VEST HØYRE SPOR

	VPX	VPY	RETN.V.	ALFA	POLYGON-SIDE	TGL	BUEL.	RL	OK	BUE	R	L	H
KM 0	-142.576	1905.561											
VP 0	-109.665	1811.132											
			321.3499		358.717			290.958	60.015	30.013			
KP 1A	-46.818	1630.812											
VP 1	-24.518	1566.828		-14.3122		67.759	134.890				600.000	60.000	0.250
KP 1B	-17.043	1499.483											
			307.0377		296.400			71.764	83.593	41.804			
KP 2A	-9.123	1428.135											
VP 2	8.182	1272.235		24.6410		156.858	309.648				800.000	83.570	0.364
KP 2B	83.054	1134.400											

Tabell 2

TUNNEL ØST-VEST HØYRE SPOR

	VPX	VPY	KPX	KPY	KPINX	KPINY	OBX	OBY	OEX	OEY
VP 1	-24.518	1566.828	-46.818	1630.812	-47.054	1630.729	-56.692	1659.140	-37.689	1602.124
VP 1	-24.518	1566.828	-17.043	1499.483	-17.279	1499.400	-13.733	1469.666	-21.343	1529.169
VP 2	8.182	1272.235	-9.123	1428.135	-8.762	1428.175	-13.733	1469.666	-3.087	1386.766
VP 2	8.182	1272.235	83.054	1134.400	83.416	1134.440	102.999	1097.682	64.318	1171.812
VP 3	246.706	833.126	194.488	929.256	194.064	929.026	173.008	968.799	214.273	888.793
VP 3	246.706	833.126	267.126	725.651	266.703	817.309	275.526	681.442	256.832	769.500

Tabell 3

TUNNEL ØST-VEST HØYRE SPOR

LENGDE MELLOM HVERT PUNKT ER 10.0 METER

X-KOORDINATENE	Y-KOORDINATENE	∠	AVSTAND FRA KMD I METER	*)
X(0) = -142.576	Y(0) = 1905.561	1	0	1 - Rettlinje
X(1) = -139.265	Y(1) = 1896.118	1	10.00	2 - Sirkelkurve
X(2) = -135.954	Y(2) = 1886.675	1	20.00	
X(3) = -132.703	Y(3) = 1877.232	1	30.00	
X(4) = -129.412	Y(4) = 1867.789	1	40.00	
X(5) = -126.121	Y(5) = 1858.347	1	50.00	
X(6) = -122.829	Y(6) = 1848.904	1	60.00	
X(7) = -119.538	Y(7) = 1839.461	1	70.00	

fugalkraften får overgangen til å kjennes som et sideveis rykk. Overgangskurven som benyttes av NSB er en kubisk parabel, vist på *fig 2*.

Fikspunktene kan være to vilkårlig valgte punkter på den rette linjen utenfor eller mellom vinkelpunktene, tatt ut fra kartet eller innmålt i marken. Punktene kan også være identiske med vinkelpunktene. Kurveradier og overgangskurvelengder bestemmes ut fra dimensjonerende kjørehastighet og traséens geometri for øvrig.

Tunnelen er sporteknisk dimensjonert for hastigheter inntil 120 km/h, som ifølge NSB-trykk 402 nå er største tillatte hastighet ved NSB. Kurveradier og overgangskurvelengder ble på dette grunnlag valgt i henhold til et foreliggende forslag til nye forskrifter om sporets form og trasé [1]. Sirkelkurveradiene som ble funnet mest hensiktsmessig ligger i området 650–900 m og de tilhørende overgangskurvelengder er 80–100 m. Ved innkjøringen til Oslo S er imidlertid hastigheten begrenset av stigningsforhold (25 ‰) og sporveksler i kurve uten overhøyde slik at kurveradius på denne delstrekning er 600 m og tilhørende overgangskurvelengde er 60 m.

Resultatene av hovedpunktsberegningen er utskrevet i tabellform, se *tabell 1*. Foruten koordinater for vinkelpunkter, VP og kurvepunkter, KP inneholder tabellen retningsvinkler, avstand mellom vinkelpunkter, rettlinje- og buelengde samt data for overgangskurver.

Senere ble programmet utvidet til også å gi utskrift av koordinatene for overgangskurvens begynnelse- og endepunkter, OB og OE, samt innflyttet kurvepunkt. Disse data er oppstilt i *tabell 2*. I utvidelsen av programmet er det også medtatt en beregning av koordinatene for punkter på senterlinje spor med 10 m mellomrom. *Tabell 3* viser utsnitt av utskriften for denne beregning.

Kilometer-angivelsen følger for enkelhets skyld rettlinjen frem til KP og deretter innflyttet sirkelkurve. Forskjellen mellom denne beregningsmåte og linjens sanne lengde dvs. gjennom overgangskurvene, er ubetydelig. For hele tunnel-lengden på 3,7 km er forskjellen i høyre spor

53 mm. I *tabell 3* skilles således bare mellom rettlinje og sirkelkurve slik at koordinatpunkter på overgangskurven ikke forefinnes.

Utvidelsen av programmet med *tabell 2* og *3* ble i første rekke utført for å lette detaljinn-tegning av tunnelen på byens kartgrunnlag. Bl.a. i forbindelse med stasjonenes oppgangspartier var det viktig at beliggenheten i forhold til eksisterende og planlagte konstruksjoner var nøye fastlagt på forhånd. Tunnelen er deretter inntegnet i målestokk 1 : 200 på oppfotograferte bykart til riktig målestokk på grunnlag av beregnede koordinatpunkter.

Selv om programmet LINJE ble laget spesielt for kontroll av den allerede utførte stikningsberegning for Oslo-tunnelen, ble det utformet så generelt som mulig med tanke på eventuell benyttelse ved fremtidige stikningsberegninger. Den delen av programmet som utfører hovedpunktsberegninger er da også bearbeidet videre for generell benyttelse og kalles LINJE 2.

I tre hovedfagsoppgaver i jernbaneteknikk ved NTH i 1976 [2], [3], [4], [5], er programmet benyttet og sammenlignet med hovedpunktsprogrammer som benyttes av Statens vegvesen. Det konkluderes her med at LINJE 2 på grunn av sin enkle oppbygning gjør at man vanskelig kan beregne mer innviklede kurvekombinasjoner på en sikker og effektiv måte. Programmene som Vegvesenet benytter, stammer fra Sverige. Erfaringer fra mange års bruk har medført en videreutvikling og forbedring av programmene tilpasset brukernes ønsker og behov. De er derfor atskillig mer omfattende og generelt mer anvendbare enn LINJE 2. De nevnte hovedfagsoppgaver viser at veiprogrammene i praksis også kan benyttes til beregning av jernbanetraséer.

Utviklingen av programmet LINJE har vært til stor nytte ved stikningsberegningen av Oslo-tunnelen. Utan omfattende videre-utvikling av programmet anses det imidlertid ikke å være av særlig verdi til fremtidige stikningsberegninger. Den raske utviklingen av elektronisk databehandling med et mangfoldig programtilbud ville nå forenkle arbeidet betrak-

telig ved å benytte et standardisert regnemaskinprogram til stikningsberegninger av nyanlegg og linjeomlegninger av noe omfang, eventuelt også til koordinatfesting av de eksisterende linjer.

Litteratur:

- [1] J.J.H. Meulman: Sporets form og trasé. Konsept feb. 1977.
- [2] Odd Svennar: Hovedoppgaver i jernbaneteknikk ved NTH 1972–1978. NSB-teknikk nr. 1, 1979.
- [3] Arne Svensøy: Omlegging av Ofotbanen ved Nordlandsenden. Hovedoppgave ved NTH 1976.
- [4] Erik Isachsen: Omlegging av Dovrebanen mellom Rosten og Dombås. Hovedoppgave ved NTH 1976.
- [5] Georg Heggelund: Stikningsberegning på EDB for større sporanlegg. Hovedoppgave ved NTH 1976.

BOKANMELDELSE:

«Norske lok- og motorvogner 1.1. 1978»

Norsk Jernbaneklubb har i høst utgitt en hendig liten bok som burde være av interesse for alle som har sitt virke med rullende materiell.

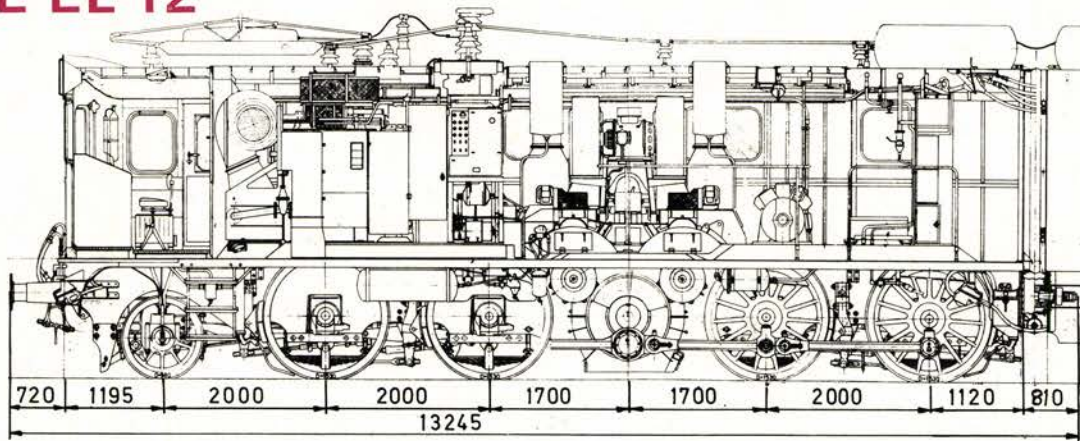
Boken inneholder foto og en kort teknisk beskrivelse av alle lokomotiver, skiftetraktorer, motorvogner og styre- og mellomvogner som var registrert i driften pr. 1. januar 1978. Dertil er det egne avsnitt om sporevogner og tunnelbanemateriell, samt lokomotivene ved A/S Rjukanbanen. Det er Norsk Jernbaneklubbs redaksjon for medlemsbladet «På Sporet» som med fotobidrag fra medlemmer i klubber har laget «NLM '78». Den synes å være et fint supplement til trykkene 750, 753 og 754, og det er forutsatt at den skal komme i åjourført utgave etter 3–4 år.

Norsk Jernbaneklubb blir av mange forbundet med museumsmateriell og jernbanenostalgi, men med denne boken skulle det være klart at interessen er like stor for det vi kjører med til daglig.

«NLM '78» er i formatet 11x15 cm, det er benyttet oransje plateomslag for de 175 siden, og det hele koster kr. 35.–,

AMW

TYPE EL 12



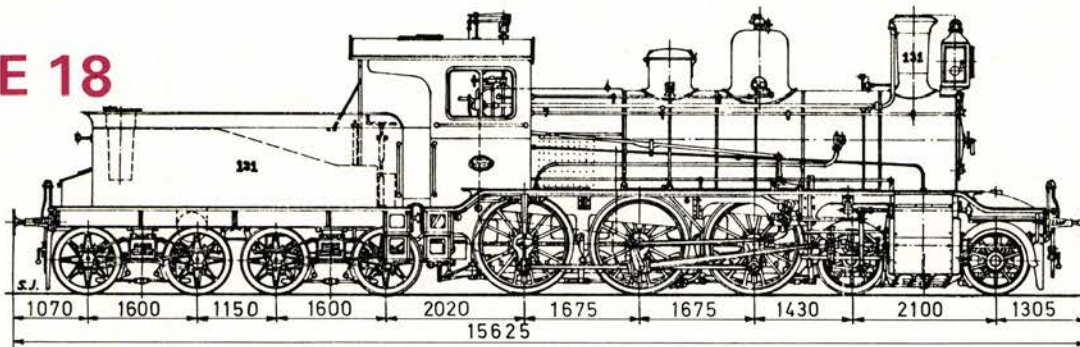
Antall ved NSB	:8 (Settes sammen og kjøres som 2- og 3-seksjonslok.)
Hjulanordning	:1'D
Byggeår	:2113 – 2120
Fabrikant	:1954 (2113–18), 1957 (2119 og -20)
Største hastighet	:ASEA og Motala mek. Verksted
Transformator	:75 km/h
Motorer	:Kont. ytelse 1840 kVA
Utvekslingsforhold	:2 stk på hver 1199 kW ved 51 km/h, sum 2398 kW.
Drivhjul diameter	:1 : 4,24
Totalvekt	:1530 mm
Adhesjonsvekt	:95 tonn
	:80 tonn

EL 12 er stasjonert i Narvik og benyttes til fremføring av malmotog på Ofotbanen.

RETTELSE:

I lok-serien i nr. 3/78 hadde transformatoren til EL 11 fått den beskjedne ytelse 10 kVA. Siden det ikke dreier seg om modelljernbane, skal ytelsen være 1800 kVA.

TYPE 18

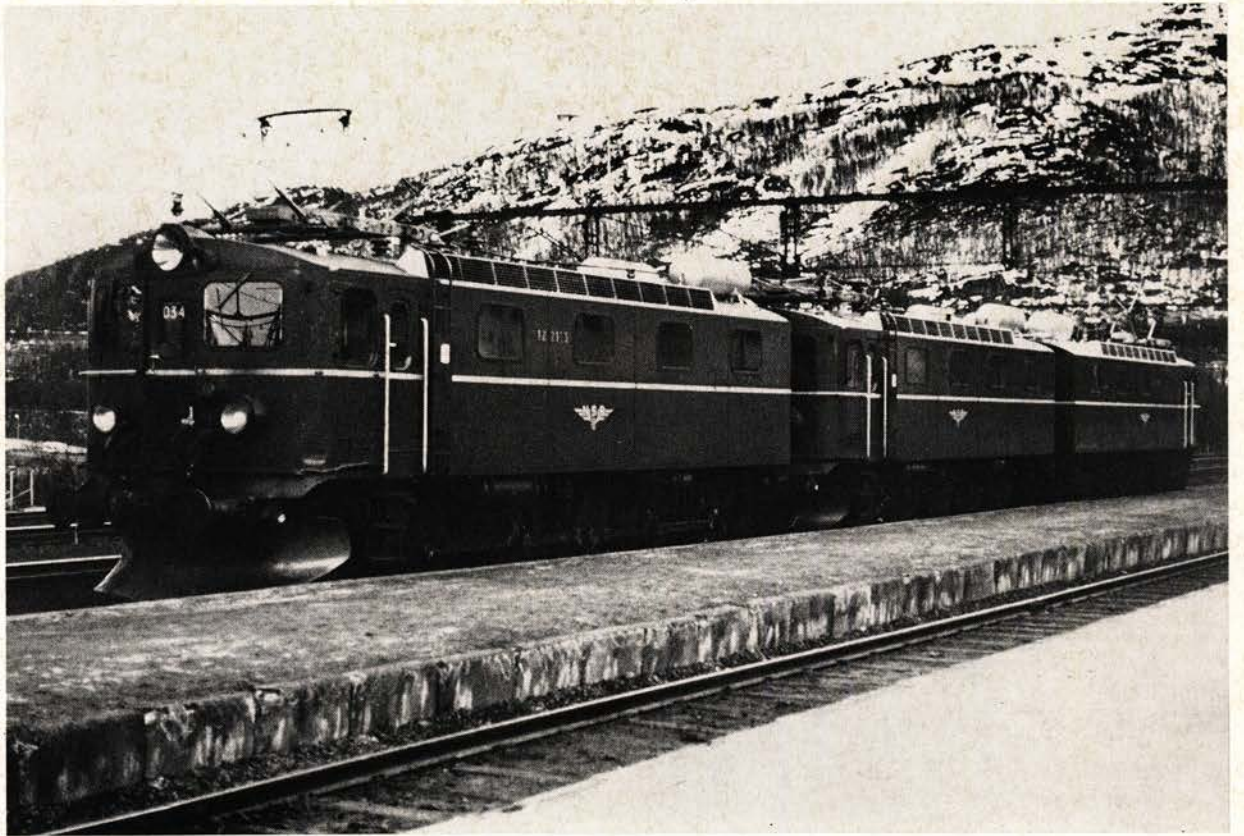


Antall ved NSB	:35
Hjulanordning	:2'C
Lokomotivnummer	:131–138, 157–158, 184–189, 211–214, 226, 231–233, 241–246, 255, 267, 298, 310–311.
Største hastighet	:65 km/h (18c)
Drivhjul diameter	:1445 mm
Kjeletrykk	:13 kp/cm ² (12,74 bar)
Fabrikant/byggeår:	
	18c 131–133 1900 Chemnitz
	18c 134 1901 Chemnitz
	18a 135 1901 Chemnitz
	18c 136–138 1901 Chemnitz
	18a 157 1903 Hamar jernstøberi & Mek. Verksted
	18c 158 1903 (Hamar leverte alle de øvrige lok av type 18)
	18c 184 1907,
	18b 185–187 1907
	18c 211–214 1910,
	18c 226, 231–233 1911,
	18c 241–246 1912,
	18c 255 1913,

	18c 267 1914,
	18c 298 1916,
	18c 310–311 1919.
Maskin	:18a og b 2-syl. compound Ø 450/670 x 650 mm
	18c 2-syl. tvilling Ø 480 x 650 mm
Totalvekt	:18c, materialvekt 61,5 tonn
Adhesjonsvekt	:36 tonn
Beholdning	:13,3 tonn vann, 3,5 tonn kull
Siste utrangert	:25.8.1969 (255)
Bevart	:18c 255

Type 18 ble tatt i bruk under byggingen av Bergensbanen og utgjorde trekkraften på høyfjellsbanen de første årene, senere sammen med type 21. Lok.typen er forøvrig blitt anvendt i gods- og persontog på alle strekninger, og 2 slike maskiner var populær trekkraft for tog med kongelige gjester. Lok. 131–189 var opprinnelig våtdampmaskiner med 2-sylindret compound, men de fleste av disse ble etterhvert bygget om til tvilling-sylindre og overheter.

TYPE EL 12



TYPE 18

