

NSB- teknikk

1

1986
(28)

Teknisk informasjon fra Norges Statsbaner



Bru over Vefsna ved Kvalfors

Bru over Vefsna ved Kvalfors, ca. 11 km sør for Mosjøen, ble bygd i 1936. Det er en fagverksbru med 3 spenn à 46 m og dessuten et 18 m platespenn i hver ende. Formasjonsplan ligger på kote 14,0, underkant stålkonstruksjon på kote ca. 7,0. Konstruksjonshøyden, altså den vertikale avstand fra underkant stålkonstruksjon til skinnetopp, synes unødig stor, men man har vel ment det var plass nok under brua. Normalt lavvann ligger på kote 0, tidevannet når altså opp til brustedet. På originaltegningene er høyeste flom angitt til kote 5,0, høyeste isgang til kote 6,0.

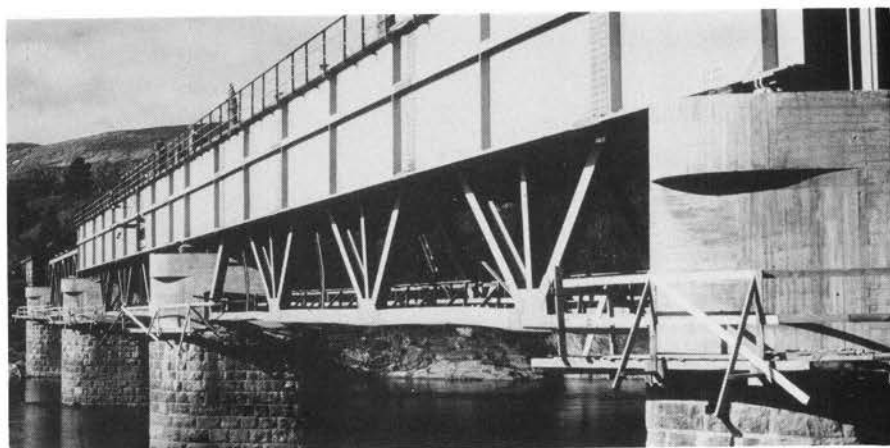
Erfaring senere har vist at Vefsna under ugunstige forhold kan svulme opp til voldsomme flommer og isganger. Den 26. mars 1982 kom en isgang så stor at isen la seg mot bruas stålkonstruksjon og påførte denne store skader. Det ble i løpet av 8–10 dager utført en provisorisk reparasjon (bilde nr. 1), slik at brua kunne åpnes for trafikk med redusert kjørehastighet. Man måtte se i øynene at en lignende isgang kunne inntreffe på ny, og en ombygning til ny bru med større fri høyde under brua var nødvendig.

Man hadde valget mellom en linjeomlegging til nytt brusted, eller ny bru på de eksisterende piler, som ikke var påført skader. Den siste fremgangsmåte ble valgt, da man fant å kunne spare tid og penger ved at man ikke behøvde bygge nye fundamenter og pilarer. En absolutt forutsetning var at trafikken skulle gå uhindret i byggetiden.

Ombyggingen ble gjort på den måten at det ble bygd nye bærevegger, utført som platebærere i stål, utenpå de eksisterende. Det eksisterende brubanesystem (langbærere og tverrbærere) ble beholdt og knyttet til de nye hovedbærere. Hovedbærerne i den eksisterende brua tjente samtidig som monteringsstillas for den nye brua og ble fjernet da de nye bærevegger var blitt selvberende.

De nye bærevegger ble utført med mindre konstruksjonshøyde, slik at underkant stålkonstruksjon nå ligger 3,5 m høyere enn tidligere (bilde nr. 2). Som bildet viser, er pilarene forhøyet tilsvarende med påstøp for å gi opplegg for den nye bru. Bilde nr. 3 er et oversiktsbilde av brua etter at to av de tre nye spenn er på plass. De nye

spenn ble levert i seksjoner på 10 til 13 m lengde fra verkstedet. Sammenbyggingen på stedet skjedde ved en arbeidsdeling mellom det leverende verksted, Hovedadministrasjonens brumonterslag og banemesterens mannskaper. Montering av de nye spenn pågikk fra midt i mai til ut i desember 1984.



Informasjonsblad
for Norges Statsbaner

Årgang 12, 1986
Nummer 1 (28)

Utgiver:
Norges Statsbaner
Hovedadministrasjonen
Storgt. 33
Postboks 9115 Vaterland
0134 Oslo 1

Telefon: (02) 20 95 50



Redaksjonsutvalg:
F. Holom (formann)
K. Igelkjøn
H. Karlsson
S. Kloster
I. Rustad
Tennebø

Avdelingskontakter:
Å. Dale, E.
A. Enerud, M.
A. Nordby, M/Tekn. lab.
T. Vasset, D/Pla.
K. Mathisen, Plak.

Sats, repro og trykk:
Grøndahl & Søn Trykkeri

Opplag: 3000
Ettertrykk tillatt når kilde
oppgis

ISSN 0333-0214

Artikler og innlegg i NSB-tek-
nikk uttrykker forfatterens
meninger. Disse representerer
ikke nødvendigvis NSB's offi-
sielle synspunkter.

Omslagsbildet:
I NSBs nyeste materiell befin-
ner seg styringssystemer med
mikrocomputere. Dette beskri-
ves i artikkelen på side 13.
Foto: Svein Sando.

Innhold

Bru over Vefsna ved Kvalfors	2
Ballastfritt spor. Av overing. K. Stjern	4
NSB's godstransportmateriell fornyes. Av overing. Tom Eriksen	7
«Stormobil» – Veg- og skinnegående revisjonsvogn for led- ningstjenesten. Av overing. O. Telle	11
Bruk av mikroprosessorer i traksjonsutstyr. Av overing. Winfried Unger	13
Elektroavdelingens verksted – et verksted preget av den nyeste utvikling innen NSB. Av avd.ing. Erik Myhre	18
Kjøp av brukte skiftelokomotiver fra DB. Av overing. Trygve Sunde	23

Bruserien: Ved Per Hektoen

Ballastfritt spor

Av overing. K. Stjern

1. Innledning

Karakteristisk for klassisk sporoverbygning er en «svømmende» opplagring av skinnestigen i pukk. Under gjentatt belastning oppstår det ujevne setninger, slik at sporfeil oppstår. Dette må rettes ved periodisk vedlikehold, dvs. pakking med jevne mellomrom avhengig av trafikkmengden på vedkommende strekning. Med tett toggang blir dette vedlikeholdet vanskeliggjort eller praktisk talt umulig i ekstreme tilfeller.

Dynamikken i spornedbrytingen er videre slik at jo større sporfeil desto større hjulkrefter oppstår det. Økte sporkrefter fører så til enda større sporfeil osv.

Målet med ballastfritt spor er å eliminere problemene nevnt ovenfor. Siktemålet er også førsteklassespor for høyhastighet. Etter flere tiår med FoU er det fortsatt bare JNR i Japan som anvender ballastfritt spor i større målestokk, men det ligger forsøksstrekninger over hele verden. Det foreligger nå så godt erfaringsmateriale at man forsåvidt kunne anvende ballastfritt spor i større omfang, i hvert fall sett fra et teknisk synspunkt. Ved siden av en viss tilbakeholdenhet og skepsis blant sporfolket, er det jo også et pris-spørsmål om man vil velge slike løsninger.

Bakgrunnstoff for denne artikkelen er anført under «litteratur» til slutt.

2. Konstruksjonsprinsipper

Som regel blir sporkreftene fordelt med en betongplate i stedet for ballast. En variant er asfalt i stedet for betong. Grovt sett kan man dele inn etter to hovedprinsipper:

- plass-støpt, gjennomgående armert plate
- prefabrikerte spennbetongplater.

På fri strekning (utenom tunneler og broer) legges platen på et hydraulisk bundet bærelag av grus, eventuelt med frostisolasjon i tillegg.

I tidens løp er mange forskjellige varianter av ballastfritt spor prøvd.

Innenfor det tysktalende området er system Rheda det mest kjente. En mer inngående presentasjon gjøres i neste kapittel. I prinsippet legges en skinnestige med betongsviller på en armert bæreplate og støpes fast.

Bæreplate støpes med to langsgående renner av en støpemaskin for vegbygging. Ferdigdelene støpes fast etterpå med mørtel i rennene.

Generelt kan man si at en konstruksjon med prefabrikerte plater inkl. befestigelse eller sviller er fordelaktig mht. nøyaktigheten for sporgeometrien, sporvidde og skinnehelning ved montering. Dette er meget viktig ved høye hastigheter. Videre gir svillekonseptet høyere redundans, dvs. følger «Fail Safe»-prinsippet. Rene plass-støpte konstruksjoner kan imidlertid produseres til noe lavere kostnader. Et aspekt er også i hvilken grad man kan skifte ut befestigelsesdeler.

Det kan forekomme problemer med setninger i sporet. Befestigelsen bør ha reguleringsmuligheter. Dette har både de japanske og tyske, men ikke de andre befestigelsene.

Som nevnt innledningsvis er Japan det eneste land som anvender ballastfritt spor i større omfang. Dette har sammenheng med den store togettettheten og at Japan er meget tettbefolket, slik at jernbanen stort sett ligger på broer eller i tunnel. Økonomisk har dette vært meget gunstig. Sporbyggingen ved JNR koster max. 1,5 ganger så mye som konvensjonelt spor, mens vedlikeholdet koster bare 1/5 ekskl. materialkostnader. Fremdriften ved sporlegging er 200 m pr. dag.

I Tyskland koster det ca. 1,7 ganger så mye for ballastfrie spor på fri strekning som for klassisk spor. I tunneler og på broer derimot blir kostnadene omtrent de samme.

JNR fortsetter med ballastfrie

spor også på de nye høyhastighetsbanene som bygges.

Først på 70-tallet da man diskuterte høyhastighetsprosjekter ved DB og SNCF, var man skeptisk til om den klassiske overbygning ville være egnet for de økte hastighetene. Senere har det vist seg at man kan kjøre 270 km/h i regulær drift (TGV) og sannsynligvis opp mot 300 km/h på klassisk spor. Dette har vel også bidratt til at interessen for ballastfrie spor ikke har vært større. Oppfatningen er tydeligvis at man greier seg med det man har.

Derimot synes det å være en allmenn oppfatning at ballastfrie spor kan være fordelaktig i tunneler og på broer. Trenden synes nå å være økende bruk i slike sammenhenger, f.eks. TGV Atlantique, bro/tunnelprosjekt i Portugal, Canadian Pacific i Rocky Mountains osv.

3. System Rheda

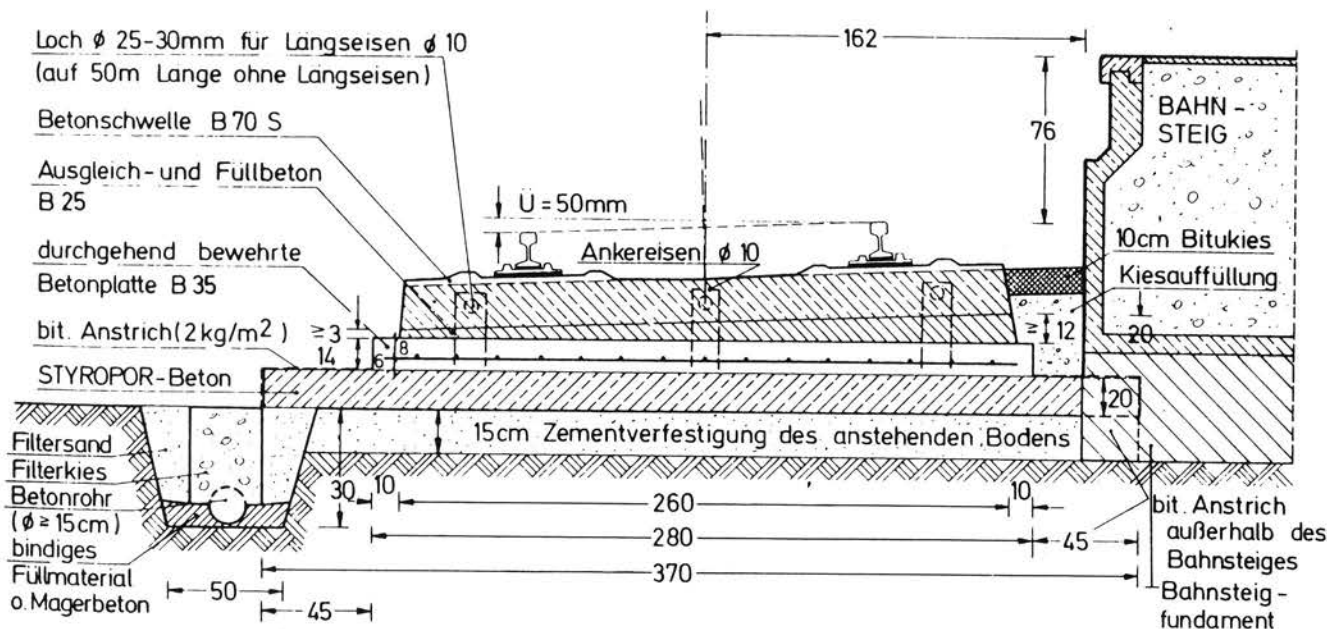
Ved Deutsche Bundesbahn har man forsøkt en rekke varianter. Selv om alle forsøksstrekninger fortsatt er intakt etter 8–13 år, synes system Rheda å være det mest fordelaktige. En nærmere presentasjon synes derfor å være på sin plass. Dette systemet er utviklet av TU München ved prof. Eisenmann.

3.1. Beskrivelse

Den første prøvestrekningen ble bygd i 1972 på Rheda stasjon i Nord-Tyskland. Dette er en stasjon hvor de fleste tog ikke stopper men passerer med høy hastighet. Det ble bygd 640 m prøvestrekning med $R = 5700$ m og 50 mm overhøyde. Som kompliserende faktorer er to fotgjengerunderganger under sporet.

Fig. 1 viser hvordan sporet ble oppbygd på Rheda st.

Den konstruktive oppbyggingen er basert på tidligere forsøk hos DB og BR med ballastfritt spor og på erfaringer fra veg og flyplassbygging i Tyskland. Oppbyggingen er utført slik at grunn-



Tiefenentwässerung
 Querentwässerung zur Dammseite
 in 40 bis 50m Abstand

Längsbewehrung : 15 Stück \varnothing 16mm, $a = 17.5\text{cm}$ St III $\cong 0.77\%$
 Querbewehrung : \varnothing 8mm ; $a = 50\text{cm}$, $L = 270\text{cm}$ St III
 Abstandhalter

Fig. 1. System Rheda.

spennspenninger samt spenninger i de enkelte sjikt ikke overskrider de tillatte verdier. Videre er det sørget for drenering og for å lede bort sjiktvann eller overflatevann.

Planum er sementforsterket. Som frostisolasjon brukes styroporbetong som også er en integrert del av banesystemet. Hovedkomponent i bæresystemet er likevel en gjennomgående armert betongplate som er støpt med vegmaskin. Etter at denne platen er herdet, legges så en skinnestige med en spesiell variant av den tyske B-70-svillen. Sporet bringes i riktig høyde (overhøyde inkl.) ved hjelp av monteringskruer og bakeses med pakkemaskin. Til slutt støpes svillene fast med armert betong.

Befestigelsen er justerbar både

i høyde og sideretning. En variant opp til 108 mm i høyde. I praksis har det vist seg at man ikke har hatt bruk for reguleringsmulighetene på de tyske forsøksstrekningene. Japanerne derimot hevder å ha bruk for det på sine strekninger.

Sporelastisiteten ble ivaretatt av en gummiplate mellom underlagsplate og sville. Gummiplaten skulle være slik at skinnens nedbøyning tilsvarte nedbøyning på god grunn for klassisk overbygning. Senere måtte man skifte ut gummi til fordel for polyuretanelplater som synes å være bedre egnet.

3.2. Målinger og erfaringer

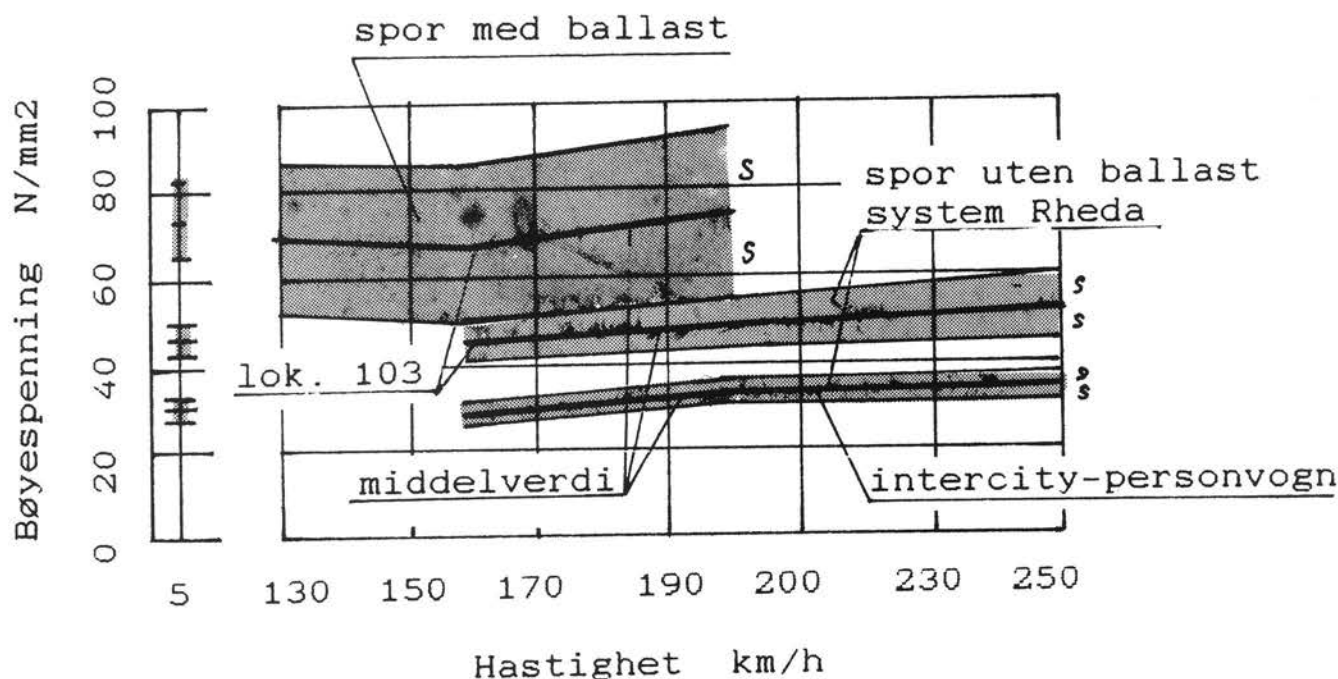
TU München har i årenes løp utført mange målinger på Rhedastrekningen. Allerede i 1972 ble

det utført prøver med hastigheter opp til 250 km/h.

Det er til nå registrert setninger på 3–5 mm, men setningene er så jevnt fordelt at høyderegulering av skinnene ikke har vært nødvendig. Det har til nå passert over 70 mill. bruttotonn uten at det har vært nødvendig med noe særlig vedlikehold. Tilgrensende spor med klassisk overbygning har man derimot vært nødt til å pakke flere ganger.

Skinnens nedbøyning er omtrent den samme som for klassisk overbygning på god grunn. Det er altså samsvar mellom teori og praksis. Samlet nedbøyning har avtatt over tid. Dette skyldes at grunnen er konsolidert (drenering).

Fig. 2 viser målinger av bøyespenninger med middelverdier og



s = standardavvik

Fig. 2. Bøyespenninger i skinnefotmidt m.h.p. hastighet.

standardavvik, S. Det er helt åpenbart at ballastfritt spor gir langt mindre spenninger enn klassisk overbygning. Middelværdiene er lavere og spredningen er også langt gunstigere. Det foreligger med andre ord et visst utviklingspotensiale for økt aksellast og hastighet uten økt vedlikehold.

Det er også nærliggende å trekke den slutning at påkjenningen blir mindre på rullende materiell.

Økningen i spenningene med økende hastighet kan føres tilbake til økt hjullast pga. kjøring i kurve.

4. Avslutning

Erfaringene etter flere års prøve med ballastfritt spor over hele verden og ikke minst 25 års bruk på høyhastighetsbaner i Japan, viser at dette er et realistisk alternativ til klassisk overbygning. De økte investeringskostnadene vil kunne betales ved en drastisk nedgang i

vedlikeholdsbehovet. Man må likevel innrømme at en storstilt ombygging av eksisterende spor neppe er realistisk i de nordiske land. Det kreves et meget godt trafikkgrunnlag for å gjøre noe slikt. Derimot vil bruk av ballastfritt spor på broer og i tunneler være høyst aktuelt også for våre forhold.

Litteratur

Eisenmann, J. m. fl.: Entwicklung Bemessung und Erforschung des schotterlosen Oberbaues «Rheda». (Archiv für Eisenbahntechnik, Folge 34, Nov. 1974, s. 23–41.)

Siepmann, R. m. fl.: Schotterloser Oberbau System «Rheda» bei der Elektrifizierung der Siegstrecke. (Wix + Liesenhoff: Unser Betrieb nr. 33/1983; Tief Berufsgenossenschaft, 96 (1984), nr. 1, s. 33–37.)

Oberweiler, G.: Oberbau auf fe-

ster Fahrbahn. Internt notat Bundesbahn Zentralamt München. (Eisenbahningenieur, 29 (1978), nr. 3, s. 119–121.)

Eisenmann, J., Duwe, B.: Stand der technologischen Entwicklungen zu fester Fahrbahnen und deren Anwendung. (Eisenbahningenieur, 34 (1983), nr. 3, s. 97–104.)

Eisenmann, J., m. fl.: Dynamisches Verhalten der festen Fahrbahn—Beispiel Rheda-Oberbau. (Konferanse «Dynamik schneller Bahnsysteme Rad/Schiene und Magnetschwebetechnik.» Berlin mars 1984.)

Watanabe, K. m. fl.: Civil engineering maintenance of high speed railways. (Foredrag ved Track Technology Conference. Nottingham juli 1984.)

Slab track testing on CP. (Railway Track and Structures, 81 (1985), nr. 3, s. 30–32.) □

NSB's godstransportmateriell fornyes

Av overing. Tom Eriksen

Generelt

Den stadig større konkurranse i næringslivet gjenspeiles ikke minst på transportmarkedet, dvs. fra vareprodusent til varemottaker («fra dør til dør»). Sistnevnte transportkjede kan betraktes som produsentens siste produksjonsledd, og prisen, kvalitet/service og tid må tilfredsstillende kundens siste produksjonskrav.

Transportavtale om denne «dør til dør»-transport inngås med den transportbedrift som best imøtekommer disse krav, og i konkurranse med vei- og sjøtransport kjemper NSB om slike transportavtaler som regulerer gjensidig forpliktende forhold mellom kunde og transportør.

Transportnivå – konkurranseevne – økonomi

Det samlede innenlandske godstransportarbeidet gjenspeiler aktivitetsnivået i næringslivet og de fleste transportbedrifter tilstreber å beholde, og helst øke, sine markedsandeler. Markedstilpassningen og satsingen vil avgjøre hvorvidt transportørene lykkes.

NSB har økt sin markedsandel i et stadig økende samlet innenlandsk transportarbeid. NSB's godstransportarbeid (ekskl. Ofotbanen) var i 1. halvår 1986 på det høyeste nivå i NSB's historie, etter sammenhengende vekst siden 1983.

Manges innsats står bak denne positive utvikling i verkstedene og distriktene, som for øvrig disponerer lavere antall personer og mindre transportmateriell enn noen gang før, dvs. at transporten utføres på det hittil høyeste effektivitetsnivå. Dette har bidratt til økt konkurranseevne og bedre økonomisk resultat for NSB.

Hovedtrekkene i den påbegynte fornyelse av materiellparken omfatter:

1. Lukketvognparken

1.1. Produksjonsstopp for Hbikks-vognene

I juni 1986 ble den siste RIV-vogn type Hbikks (lastevolum 106 m³) levert fra A/S Strømmens Værksted.

Driften disponerer derved 232 Hbikks-vogner, hvorav de siste 80 vogner er tilpasset 22,5 t aksellast.

1.2. Bygging av 110 + 110 Hbbis-vogner (22,5 t aksellast)

Etter 1 års vellykket driftserfaring med pilotserien på 35 Hbbis-vogner for SJ/NSB-nettet påbegynner Strømmens Værksted i juli levering av 110 Hbbis-vogner (lastevolum 111 m³). Vognene utstyres hver med 2 skillevegger. De 110 Hbbis-tt vogner utstyres diagonalt på hver side med 3,12 m × 2,16 m reklamefelter som bl.a. skal nyttes til egen-reklame for NSB.

Vognene får for øvrig diverse detaljforbedringer, emksempelvis en ny type vedlikeholdsfri fjæring i draginnretningen fra USA-bedriften MINER (Chicago).

De 110 Hbbis-tt vognene sluttleveres i juni 1987.

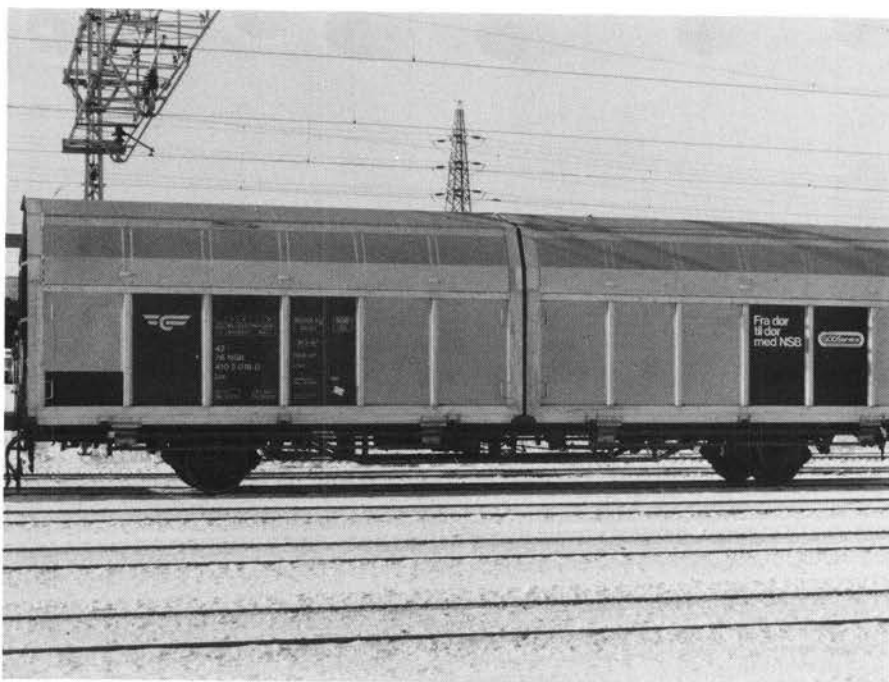
Ytterligere 110 Hbbis-tt planlegges bestilt i august i år for levering i perioden juni 87 – juni 88.

1.3. Pilotserie på 20 Jumbo-Hbbis-tt (lastevolum 125 m³)

20 Jumbo-utførelser av Hbbis-vogner settes i drift i juni 1986 med lastevolum 125 m³ som er det maksimale volum en 2-akslet lukketvogn kan få for SJ/NSB-nettet.

Jumbo pilotserien får samme reklamefelter som Hbbis-vognene. Driftserfaringer og senere markedsbehov vil avgjøre hvorvidt slike Jumbo-vogner settes i serieproduksjon.

Strømmens Værksted og Verkstedet Grorud har i mellomtiden forberedt seg på eventuell produksjon og vedlikehold av Jumbo-utgaven ved et grundig produksjonsstudium i mai 1986 hos lisensgiveren Talbot (Aachen/Vest-Tyskland).



Bilde 1.

NSB satte i desember 1985 i drift 20 «hettevogner» litra Lis hvor hver av vognhalvdelen (av vegger og tak) etter behov kan forskyves over den andre halvdel. Lis-vognene var de første NSB-vognene som foruten informasjonsflater (venstre side) også var utstyrt med reklame (høyre side).

2. Tømmer- og flistransporter

2.1. Tømmervogner

Ytterligere 80 tømmervogner (Lps) leveres i 1986 fra verkstedene Kronstad (30 vogner)

Marienburg (50 vogner)

Vognene leveres med 2,48 m høye tømmerklaver sammenlignet med 2,18 m på tidligere leverte 310 Lps, som også får forlenget klavene med 30 cm i år.

Den økte klavehøyden er muligjort ved hjelp av NSB's større konstruksjons- og lasteprofil og vil bedre kunne utnytte Lps-vognenes lasteevne (30 t). For å unngå problemer med utilstrekkelige fjærklaringer, vil de videreutviklede Lps-vogner etter behov få nye bærefjærer (parabelfjærer).

2.2. 250 fliskasser

Det ble i 1983 konstatert at NSB's flistransportmateriell var i en slik forfatning at den burde fornyes i løpet av 1980-årene. De første 150 nye fliskasser ble satt i drift i 1985.

150 kasser (46 m³) ble levert fra Finsam i 1. halvår 1986 mens ytterligere 100 leveres fra Verkstedet Grorud etter Finsams tegninger fra og med høsten 1986.

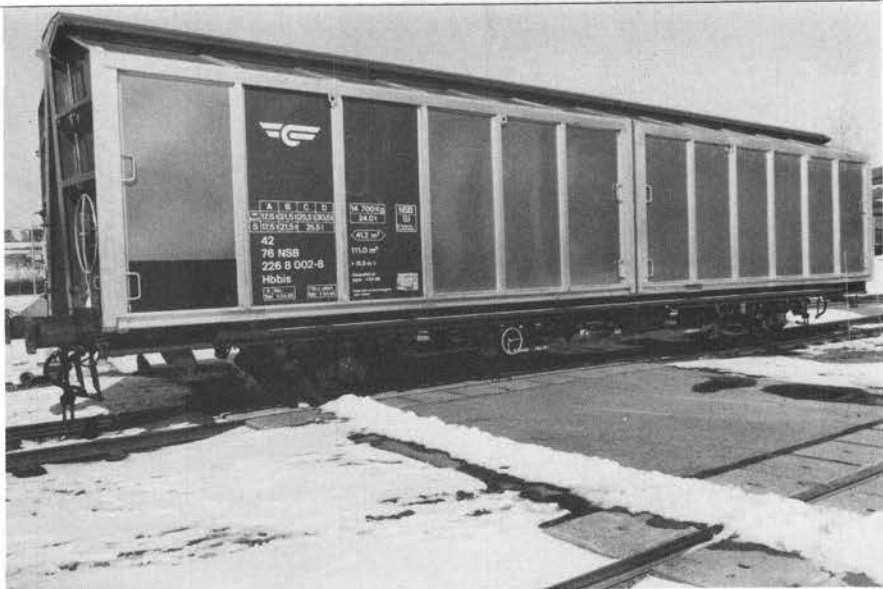
De 250 fliskassene er tilpasset tradisjonell lossing med skyvetruck og påmonteres 83 Rps som erstatning for nedslitte fliskasser/fliscontainere (lastevolum 34–43 m³) henholdsvis flisvogner litra Fb (67 m³). Med de i alt 400 fliskasser er tilnærmet 50% av NSB's flistransportmateriell blitt fornyet.

2.3. 30 lasteflak

Disse 30 lasteflak for treforedlingsindustrien ble levert punktlig og kvalitetsmessig i samsvar med kundens ønsker i 1. halvår 1986. Leverandør Verkstedet Kronstad.

3. 4 stk. 6-akslede spesialvogner for hustransport

Et utviklingsarbeid med Hamar distrikt og Moelven Brug ble avsluttet i mai 1986 med leveranse av 4 spesialkonstruerte 6-akslede vogner litra Uiks for transport av



Bilde 2, 3, 4.

F.o.m. august leveres såvel Hbbis-vognene (bilde 2), Thermobeholdere (bilde 3) og vekselsbeholdere (bilde 4) med reklamefelter på høyre langside. Reklamefeltene kan nyttes til såvel egen reklame som ekstern reklame.



Bilde 5.
I samarbeid med Kalmar industrier, Tollpost og Volvo utprøvde NSB i mars Carcontrain i praktisk drift på strekningen Oslo – Åndalsnes.

ferdighuselementer for Moelven Brug. Vognene er til minste detalj tilpasset kundens behov og ble presentert under et eget informasjonsopplegg 27. mai (Moelv) og 28. mai (Bergen).

4. Sterkt isolerte vekselbeholdere

Utviklingen av kombitransport på fastlandet har medført en økt anvendelse av vekselbeholdere på bekostning av containere.

Ved NSB er både antall containertransporter og enheter redusert med tilnærmet 40% siden

1980, mens antall transporterte vekselbeholdere er nesten 3-doblet. Leveransene i år omfatter 60 sterkt isolerte verkstedbeholdere hvorav:

4.1. 8 stk. ble satt i drift i april for transporter med hengende last (bl.a. fra Bøndenes Salgslag) og grønnsaker (fra Gartnerhallen). Beholderen har dieselaggregater type Termo-King for frys-, kjø- og varmetransporter.

4.2. 2 isolerte prototyper med robust stålkonstruksjon ble satt i drift i juni d.å.

4.3. 50 isolerte vekselbeholdere med stålkledning er bestilt for levering i år fra henholdsvis

– Finsam, Grimstad (20 stk i okt/nov)

– Schmitz Anhängler, Hamburg (30 stk. i sept/okt)

Samtlige 50 vekselbeholdere er tilpasset eventuell senere innmontering av aggregater for varme-, kjø- og frysetransporter.

Når de 60 vekselbeholdere er levert disponerer driften 150 vekselbeholdere samt 130 containere.

5. Private godsvogner

5.1. 10 stk. privateide 2-etasjes biltransportvogner leveres i juni 1986 fra Waggon-Union (Vest-Berlin) for

- Harald Møller (2 vogner)
- G. Mathisen Sped. (4 vogner)
- Motortransport (4 vogner)

Det planlegges egen vedlikeholdsavtale mellom transportørene og Verkstedet Sundland for ovennevnte 10 vogner. Også Scaniatransport (Sverige) får i juni levert 10 av de samme vogntyper som i alt vesentlig blir innleiet av Autotransport (Drammen).

5.2. 1 boggitankvogn fra NORGAS ble satt i drift som privatvogn i januar for transport av flytende sursstoff og kvelstoff.

6. Nytt omlastingssystem type Carcontrain

I samarbeid med oppfinneren og hans firma Selcon Innovation (Stockholm), Volvo, Gävle Vognverksted, Kalmar Industrier og Verkstedet Grorud var Tollpost Globe A/S og NSB de første som fikk utprøve Carcontrain i praktisk drift.

Prøvene fant sted på strekningen Oslo-Åndalsnes i mars 1986 og ble utført i samarbeid med NSB Biltransport i Oslo og Åndalsnes. Resultatene var lovende. Det er i flere land allerede vist stor interesse for Carcontrain-systemet som omlaster vekselholderen og containeren mellom bil og jernbanevogn uten bruk av annet utstyr enn det som fins på bilen, alt mens sjåføren sitter i førerhytten. Systemet er omtalt i NSB-Transport nr. 1/86 og i Samferdsel nr. 3/86.

7. Internt materiell

I desember 1985 mottok NSB fra DB 20 nedslitte boggiplattformvogner fra 40-tallet.

Vognene er senere blitt opprustet ved Verkstedet Grorud og utstyrt med kranbaner og tilpasset sporombyggingstoget ved Verkstedet Hamar, slik at svilleutskiftingen på Sørlandsbanen plan-

messig kunne igangsettes i mai d.å.

8. Økt maksimalhastighet for godstog

Forsert satsing på nytt materiell har muliggjort at overårig materiell (maks. hastighet 80 km/h) i hovedtrekkene utrangeres etter vedtatt plan. Den vesentlige del av driftsmateriellet er derved blitt egnet for fremføring i «S-regime», det vil si hastigheter inntil 100 km/h.

Av denne grunn og som følge av bedring av den banetekniske standard er det vedtatt å øke største tillatte hastighet for godstog til 90 km/h. på flere av NSBs strekninger. På grunn av strømforstyringssituasjonen vil man imidlertid for enkelte strekninger måtte vente med tilsvarende hastighetssøkning. I godstog som skal kjøres med større hastighet enn 80 km/h, skal alle vognene foruten å være S-merket, kjøres i bremsestilling P. For øvrig skal lokomotiv kjøres i bremsestilling G.

9. Videreutvikling

Som en relativt liten forvaltning er NSB avhengig av å hente idéer, kunnskap og erfaring til nyutvikling fra utenlandske jernbaner og industri.

Foran nevnte prosjekter (1-8) er således i stor grad basert på know-how vunnet på bred basis fra jernbaner/industri i Europa.

Parallelt med løpende prosjekter avklares nye satsingsområder, hvorav nevnes:

- Det er mulig å bygge Hbbis-vogner med aluminium nyttet i ca. 50% av den komplette vogn. Vognens taravekt vil da kunne reduseres med 1 tonn (dvs. 1 tonn større lasteevne). Merprisen tilsier imidlertid at aluminiumbygging blir uaktuelt for Hbbis-vognene.
- En lukket boggiplatformvogn vil kunne få et lastevolum tilnærmet 170 m³ og lasteevne inntil 60 tonn.
- Den optimale vekselbehold-

derstørrelse for NSB ved eventuell innføring av 22 m vogntog på vei i Norge vil bli fastlagt innen årets utløp.

Ønsket om økning av vogntoglengdene fra 18 m til 22 m er frem satt av Samferdselsmyndighetene (tømmerbilene er allerede 22 m lange).

- For å kunne møte den skjærpede konkurranse på transportmarkedet samt legge forholdene til rette for fortsatt økende godstransportarbeid ved NSB, synes påkrevet at fornyelsen av godstransportmateriellet utvides til å omfatte nytt moderne materiell for kombinerte bil/banetransporter (container- og piggybackvogner), en ny generasjon 2-akslet plattformvogn, isolert materiell såvel som andre spesialvogner. De nye satsingsområder bør påbegynnes i 2. kvartal 1986.
- Siktetpunktet er at det årlig anskaffes ca. 200 nye godsvogner hvorav ca. 110 Hbbis-vogner.

Fornylsestakten er påkrevet for å kunne opprettholde maks. 30 års levealder ved en konstant godsvognpark på ca. 6500 vogner.

□

«Stormobil» – Veg- og skinnegående revisjonsvogn for ledningstjenesten

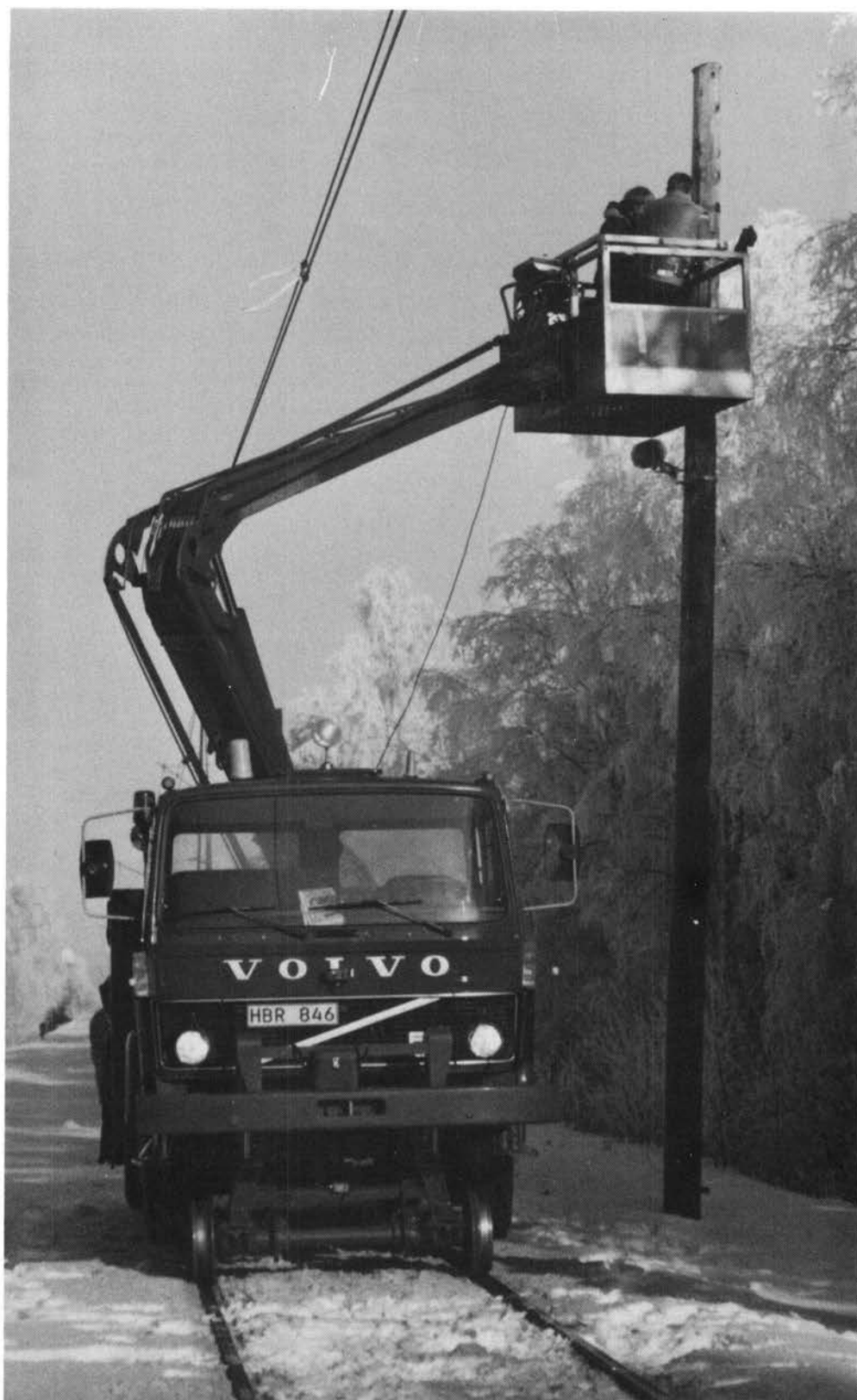
Av overing. O. Telle

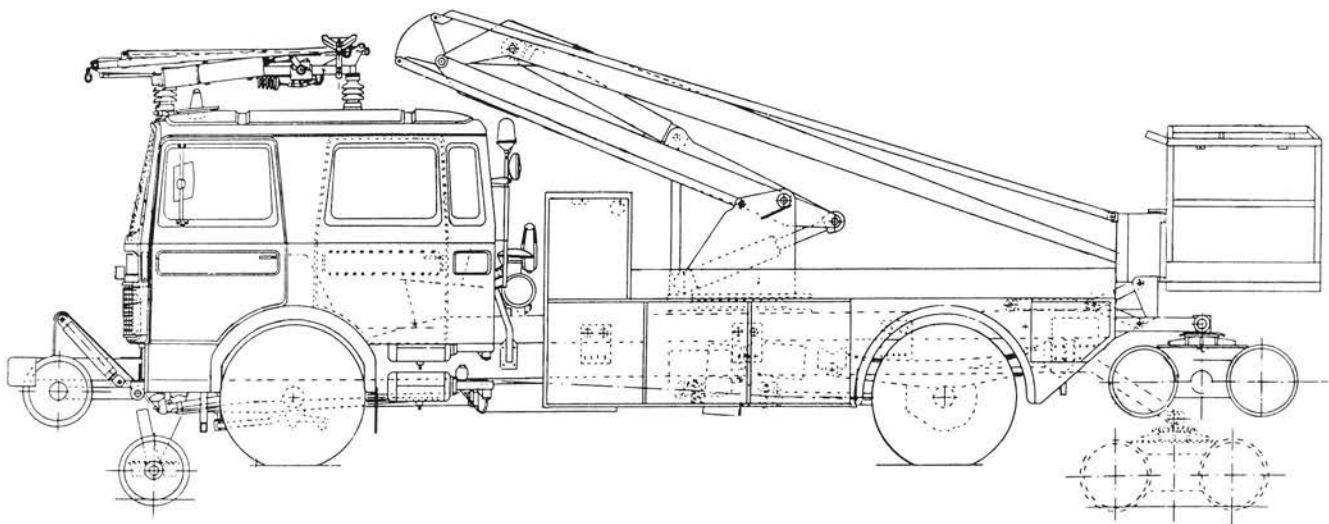
Revisjonsvogner er betegnelsen på de vogner som NSB's ledningstjeneste benytter ved kontroll, revisjon og reparasjon av kontaktledningsanleggene. De opprinnelige revisjonsvogner som fortsatt brukes må trekkes med skinnetraktor. Utstyret som etter hvert er blitt gammelt og nedslitt, er lite tilfredsstillende både når det gjelder selve arbeidsplassen og driftssikkerheten.

Som erstatning for dette gamle utstyret er det utviklet en ny selvgående, hurtig, revisjonsvogn med arbeidskurv på enden av en kranarm. Behovet for slike vogner på landsbasis er 17 stk. Av disse er 10 stk. levert og de 7 siste er i bestilling (Vognen som heter Lm2 er beskrevet i NSB-Teknikk nr. 2/78 og 3/78.

Det siste tilskuddet til revisjonsvognparken er den såkalte «Stormobilen». Navnet sier jo ingenting om hva bilen skal brukes til, men det forteller hva mannen heter som først utviklet ideen og fikk satt bilen i produksjon: Storm. Foreløpig er det ved NSB skaffet en Stormobil for utprøving.

Stormobilen er en Volvo lastebil, F612, som også er utstyrt med jernbanehjul slik at den kan kjøres både på skinnegang og veg. Bilen har dobbelt førerhytte med god plass til 3 personer utenom føreren. Bilen er spesialutstyrt for sin funksjon som revisjonsvogn. På enden av en kranarm har den en arbeidskurv av aluminium (1,1 x 2,0 m), med 1,0 m høye vegger. I transportstilling er høyden til overkant kurv 3,5 m over skinneoverkant (sok). I høyeste arbeidsstilling når kurvbunnen en høyde på 8,0 m over sok. og utsvingt til siden, loddrett spor, når kurven 5,0 m på rettløp og inntil 5,5 m mot innerside kurve på spor med overhøyde. Kurvens lasteevne er 350 kg som kan tilsvare 3 personer. Kurven er hydraulisk svingbar 45° på kranarmen. All manøvreringen av arbeidskurven foregår v.h.a. spaker plassert i kurven. Fra kurven kan også bilen kjøres frem eller tilbake med en hastighet på 5–





15 km/h. Lastepanet er laget av aluminiums dørkeplater og har mange større og mindre skap med låsbare dører beregnet for oppbevaring av arbeidstøy, redskap, reservedeler m.v. Det er også egen kasse med lokk som gir plass for jordingsstenger, reserverør o.l. Skapene er oppvarmet og ventilert v.h.a. termostatregulert radiator i stort skap samt elektriske vifter som blåser varmluft til de øvrige skap.

På taket av den dobbelte førerhytten er det montert en en-armet strømvaktaker. Den er forriglet til arbeidskurven slik at den går opp og gir kontakt mot kontakttråden når arbeidskurven skal brukes. Det er mulig å senke strømvaktakeren ved behov v.h.a. en fjærbelastet trykknapptrykker plassert i kurven. Når trykknappen slippes går strømvaktakeren igjen opp.

På taket er det også montert en antenne, og det er strukket ledninger inn i førerhytten for tilkoping til vedlikeholdsradio. Oppvarming av førerhytten skjer enten med en diesel eller elektrisk drevet kupévarmer. Det er montert 2 matboksvarmere og en kartleselampe, foruten et klaffebord hensiktsmessig plassert for personals bruk når de skal spise eller når planer/tabeller skal studeres.

Det som imidlertid er det spesielle med denne bilen er at den som nevnt kan kjøres på veg og skinnegang.

Bilen er foran utstyrt med et hydraulisk manøvrert jernbanehjulpar som løfter og styrer bilens fremende. Dette jernbanehjulparet manøvreres fra bakre enden av lastepanet.

Under lastepanet bakerst på bilen er det opphengt en drivboggi med jernbanehjul som er vridbare 100 grader. Boggien manøvreres opp og ned hydraulisk og manøvreringsutstyret er også plassert ved bakre ende av bilen ved siden av boggien. Det er drift på alle fire boggihjul og driften manøvreres fra førerhuset for kjøring fram eller tilbake fra 0 til 70 km/h. Fra arbeidskurven kan bilen manøvreres for kjøring fram eller tilbake fra 0 til 15 km/h. Alle jernbanehjul er utstyrt med bremses som kan manøvreres både fra førerhuset og arbeidskurven. På- og avbremses finnes i kurven og regulerbar fotbremses i førerhuset. Det finnes reguleringsventiler for innstilling av bremseeffekten.

Det anses som en spesiell fordel at bilen kan gå både på veg og skinnegang. Ved driftsuhell med ødeleggelse av kontaktledningsanlegget forekommer det ofte at tog blir stående på linjen mellom feilstedet og stasjonsingsstedet for revisjonsvognen. Det første som da vanligvis skjer er at togstammen må trekkes vekk før revisjonsvognen kan komme til for utbedringsarbeider. Dette tar ofte lang tid da toget oftest må deles opp og dras til nærmeste stasjon. Med en Stormobil regner man med at i mange tilfeller kan bilen kjøre forbi toget, på landevegen, for derpå å kjøre inn på skinnegangen nær feilstedet, for så å utbedre feilen provisorisk eller permanent slik at toget kan få igjen strømmen og komme seg videre med egen hjelp. Man tror at det blir mulig å korte ned på driftstansen på denne måten. Forutsetning

er da selvsagt at toget/loket fremdeles har strømvaktaker inntakt.

Når bilen skal fra veg inn på skinner, må det skje enten på en planovergang eller på et sted hvor terreng og skinnegang ligger i noenlunde samme høyde. Bilen rygges inn mot skinnegangen slik at boggihjulene henger rett over skinnene. Så senkes boggien ned og bilen løftes opp slik at gummi-hjulene ikke kommer i kontakt med bakken. Nå koples boggidriften inn og kjøres sakte langs skinnegangen samtidig som sjåføren styrer forhjulene slik at disse kommer inn over skinnene. Nå vil bilen stå langs skinnene med løftede bakhjul. Nå senkes de forreste jernbanehjulene og bilen heves opp foran. Nå er bilen klar til bruk på skinnegangen. Avkjøring fra skinner til veg skjer i motsatt rekkefølge.

Man mener at Stormobilen vil bli et hendig og nyttig redskap for vår ledningsavdeling.

Ved andre jernbaneforvaltninger har man gode erfaringer med Stormobilen. Ledningsavdelingen ved SJ har idag ca. 60 stk., danske statsbaner har 2 stk. i bruk og Holland og Canada har også anskaffet slike biler. Lengst erfaring med bruk av Stormobil har SJ. Den har vist seg meget vel egnet for både større og mindre kontaktledningsarbeider og stort sett er bemanningen på bilen 2 mann.

Under forutsetning av at prøvne med Stormobilen som NSB har anskaffet faller heldig ut, er planen at det på sikt skal anskaffes i alt 25 stk.

Bruk av mikroprosessorer i traksjonsutstyr

Av overing. Winfried Unger

Innledning

I de senere år har de elektriske utrustningene som er å finne i de fleste av våre mest benyttede bruksgjenstander gjennomgått en revolusjonerende utvikling. Kjøper man seg i dag et fjernsynsapparat, fotoapparat eller bare en kjøkkenmaskin, å finner vi, om ikke annet sted, i bruksanvisningen de «magiske ordene» – mikroprosessorstyrt. Ja, man vil allerede i dag kunne si at den fortsatt stormende utvikling av mikroprosessorer har gjort et triumferende inntog i elektronikkverdenen.

Følger man utviklingen av trekkraftmateriell fra rent mekaniske damplokomotiver til dagens for det meste elektriske komplekse anlegg, er det ingen grunn til å bli overrasket over at det i den elektriske del av vårt nyeste materiell (El 17, vogner type 7, BM 92), befinner seg styringssystemer med mikrocomputer.

Oppbyggingen av en mikrocomputer

Mikrocomputere som befinner seg i vårt materiell har lite til felles med de store databearbeidingsanlegg som finnes i større datasentraler. Det er mindre, oversiktlige logikk-elementer, som etter å ha blitt programmert kan utføre en mengde forskjellige oppgaver.

De vesentligste komponenter i microcomputeren er to høyintegreerte mikroelektronikk-elementer: Prosessor og lager. Fig. 1 viser disse deler i forhold til en fyrstikkeske. Prosessoren er et logikk-element som etter anvisning utfører forskjellige matematiske og logiske operasjoner. Det er ikke nødvendig å installere en egen prosessor for hver enkelt operasjon, en kan la en prosessor utføre de forskjellige operasjoner etter hverandre. I tillegg er det også ønskelig å gi prosessoren muligheten til å lagre mellomresultater og gi den anvisning for det arbeid

den skal utføre, dvs. den må programmeres. Vi skiller mellom typer av lager. Det såkalte arbeidslager er kun i bruk når mikrocomputeren arbeider. Det er i funksjon sammenlignbart med et reservedelslager. Mikrocomputeren legger under et bestemt identifikasjonsnummer en informasjon (Reservedel) i lageret og henter den igjen ved behov. I motsetning til dette interne lager, danner programlageret forbindelsen til «Oppdragsgiver». Her blir alle oppgavene til computeren og den tidsmessige fordelingen fastlagt. Når den først er programmert, holder dette lageret på sin informasjon også om forsyningsspenningen blir slått av. Den mister sin informasjon kun ved bestråling av ultrafiolett lys gjennom et lite vindu på elementoversiden. Deretter er lagret på ny programmerbart og oppgavene kan endres.

For å tilpasse mikrocomputeren til de harde betingelser som jernbanedrift setter, ble den laget i samme standard som den øvrige elektronikken. De vesentligste bestanddeler ble montert på bare tre elektronikkort som ikke skiller seg fra de vanlige. De resterende kortene til computeren tjener til korrespondanse med det øvrige anlegg i loket (signal inn- og utganger).

Virkemåte

Arbeidsmåten til mikrocomputeren kan sammenlignes med det å gjennomarbeide en bok som programmereren har forfattet (programmert) i sitt eget språk. Hver enkelt del av boken består av en kommando, som må utføres umiddelbart. Mange kommandoer som f.eks. «en side i boka» fører til løsningen av en deloppgave. Når computeren har lest ut «boka», gjør den en kort pause, før den etter en fastsatt tid begynner forfra igjen (syklisk bearbeidelse, se fig. 2). Satt inn i et anlegg, f.eks. El 17, kan et av kapitlene kalles «hastighetsautomatikk». Ved start blir hastigheten lokføreren har stilt inn

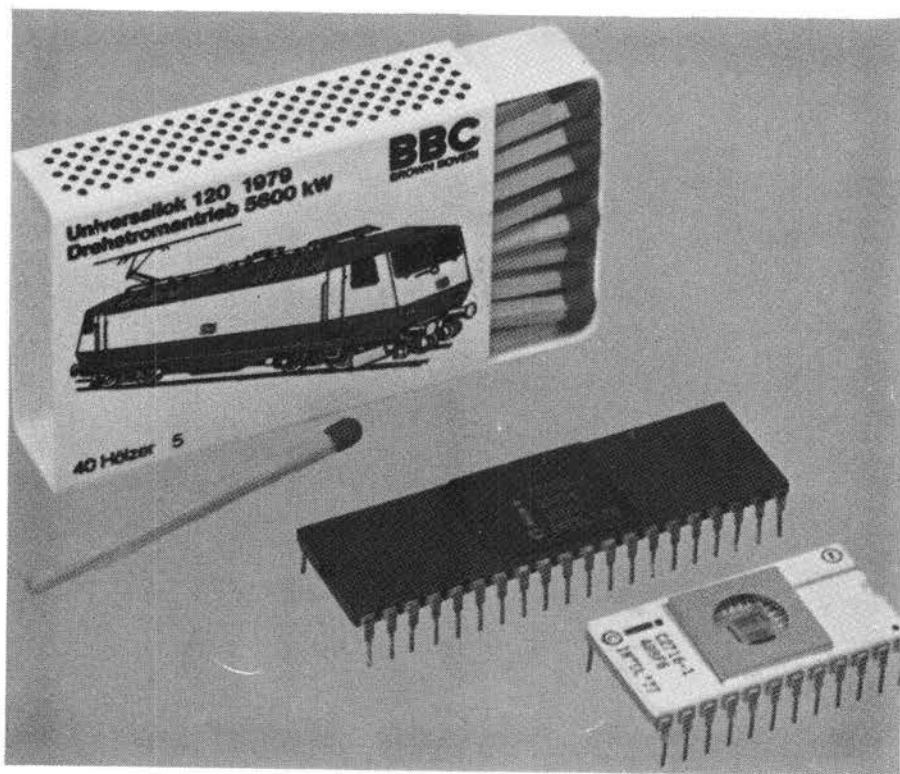


Fig. 1: Mikrocomputerelementene: Prosessor og lager (EPROM)

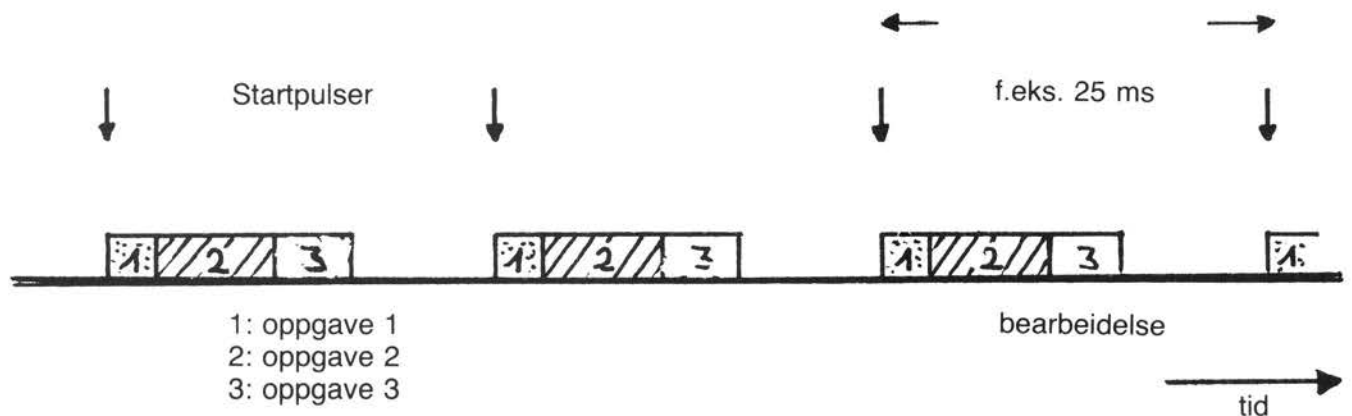


Fig. 2: Syklisk bearbeidelse i mikrocomputeren.

pluss lokomotivets statusverdier forespurt, videre blir de funksjonene som er fastlagt i «kapitlet» utført, og til slutt overføres resultatet av «kapitlet» – i dette tilfellet trekkraft skalverdien – til den øvrige elektronikken.

Mikrocomputeren arbeider altså, i motsetning til den øvrige elektronikk, serielt, dvs. funksjonene blir ikke utført samtidig, men etter hverandre. Men pga. den høye arbeidshastigheten, som ligger i millisekundområdet, virker det for det ytre anlegg praktisk talt som om funksjonene utføres samtidig. Man kan her sammenligne computeren med en stor sjakkmester som spiller «simultan» mot forskjellige partnere. Sjakkmesteren kan naturligvis på ett bestemt tidspunkt beskjefte seg med bare en partner. Men han er pga. sin overlegenhet så rask, at alle partnere tror de har en egen motspiller.

Egenskaper

Oppgaven til mikrocomputeren ligger, som beskrevet, fast i programlageret. Blir det satt inn flere mikrocomputere med forskjellige oppgaver på trekkraftmateriell eller ulike typer rullende materiell fra samme leverandør, så består forskjellen bare i disse lagerelementer. Dette fører til en standardisering av teknikken og elektronikkortene, som medfører et enklere lagerhold og ved feil en raskere feilsøking.

En vesentlig fordel er ste-

met er dets høye yteevne. For det første er det mulig å realisere komplekse funksjoner uten problemer, for det andre har mengden av funksjoner som skal utføres liten innvirkning på antallet av kort.

Mikrocomputeren er derfor spesielt egnet for komplekse og omfangsrike oppgaveløsninger. Elektronikkens plassbehov blir mindre, samtidig som mulighetene utvides. Den statistiske utfallsraten for mikroprosessor og lager er høyere enn for de øvrige elementer. Det at sikkerheten for hele anlegget likevel forbedres, skyldes elementenes flerdobbelte utnyttelse, som erstatter flere hundre elektroniske komponenter. I tillegg er alle innprogrammerte verdier og tider for hele anlegget nøye fastlagt. De vil ikke endre seg pga. elding av komponentene, slik som det er tilfelle med kondensatorer og motstander.

Man må imidlertid ikke glemme at ved en feil i mikrocomputeren, blir ikke bare en funksjon, men eventuelt alle funksjonene feilaktig utført. En slik feil vil kunne føre til et ukontrollerbart forhold hos kjøretøyet. Det må derfor installeres en overvåkning, som forhindrer feil oppstyring av lokomotivet ved å frakoble alle sikkerhetsrelevante signaler.

Programmering

En av de største fordelene ved mikrocomputere er den relativt enkle muligheten til å endre funksjo-

nene. I første rekke er det leverandøren som tjener på denne fordelene. Driften med EI 17 har likevel vist at vi som brukere også kan dra nytte av dette. På den ene side medførte leverandørens forandringer kun korte driftsstanser og med det små driftsforstyrrelser. På den andre side kom det nderveis fram ønsker om forandringer som kunne prøves og utføres uten store ombygginger.

Forandring av oppgavene til mikrocomputeren vil si at man omprogrammerer den. Vi vil nå rette blikket mot programmeringsmulighetene. For at prosessoren skal forstå programmet, må det skrives på en spesiell måte som er svært uoversiktlig, slik at bare eksperter vil kunne forstå det. Fig. 3 viser et typisk maskinspråkprogram for mikrocomputere. På små avgrensede bruksområder betyr det ikke så mye. Man kan betrakte computeren som en «Black box», som kun styrer utgangene etter gitte inngangssignaler (f.eks. dørstyring).

Når man skulle realisere en komplett lokomotivstyring med mikrocomputer, slik som i EI 17 og BM 92, var det nyttig å ha programmene i en form som var lett å forstå. Dette har man oppnådd ved et byggestenspråk (MICAS) som er fastlagt i systemet. Funksjonene, som f.eks. en adderer, subtraherer, regulator, begrenser osv., er beskrevet i en katalog. De kan bygges sammen (programmeres) etter meget enkle regler. Fig. 4 viser koblingsskjema og

program for to sammenkoblede funksjoner.

Forskjellen fra koblingsskjema for standard elektronikk består i at:

- nummeret på elektronikkortet blir erstattet av et fortløpende funksjonsnummer,
- korttypen med et funksjonstypenummer,
- og sammenkoblingsbetegnelsen med en lagerplassbetegnelse (Adresse).

Denne likhet hjelper vårt reparasjonspersonal til å se på mikrocomputeren som en normal bestanddel av den øvrige elektronikk. I tillegg er det mulig for oss, gjennom dette systemet, uten hjelp av leverandøren, å teste forskjellige varianter av en endring under en ekspresstogstur. Resultatet blir programmert og deretter kopiert over på de øvrige lokomotivene. Disse operasjonene, som utføres ved hjelp av en programmerenhet (se fig. 5) varer bare en time, og vi slipper å sette lokene ut av drift i dagevis for omkoblinger og ombestyring av elektronikken.

Anvendelse i kjøretøystyringen

Den første gang denne teknikken ble benyttet hos oss, var på E1 17. Her kan man si at mikrocomputeren er lokets hjerne. Lokførerens ønsker samt viktige tilstandsopplysninger blir ført inn i mikrocomputeren. Der blir de interpretet og omarbeidet til signaler for strømretter- og motorstyringene. Som eksempel kan vi bruke hastighetsautomatikken. Lokføreren stiller kun inn den ønskede hastighet. Den nødvendige trekraft eller bremsekraft blir beregnet av computeren og overført til motorstyringen. Ved siden av disse omfangsrike oppgaver, bearbeider også mikrocomputeren deler av slire/glidevernet og temperaturovervåkingen av sterkstrømslementene. Likeledes blir ventilatorene og oljepumpene styrt, avhengig av ønsket ytelse, tempera-

```

;COMPUTES TH ARCTANGENT OF X
;USES A SEVENTH DEGREE POLYNOMIAL APPROXIMATION
;
2ADF CDD918      CALL    FCHK    ;CHECK SIGN OF ARGUMENT
2AE2 F2EE2A      JF      ATN0    ;BRIF POSITIVE
2AE5 CD850C      CALL    NEGA    ;REVERSE SIGN
2AE8 CDEE0A      CALL    ATN0    ;GET POSITIVE ATN
2AEB C3850C      JMP     NEGA    ;MAKE NEG & RETURN
;
2AEE 211A1E      ATN0: LXI    H,ONE    ;POINT : 1
2AF1 CD4216      CALL    FADD    ;GO ADD
2AF4 212F26      LXI    H,TEMP1   ;POINT SAVE
2AF7 DF          RST     3        ;STORE
2AF8 21CA1D      LXI    H,TWO    ;POINT : 2
2AFB CD1717      CALL    FSUB    ;GO SUBTRACT
2AFE 212F26      LXI    H,TEMP1   ;POINT SAVED
2B01 CDA617      CALL    FDFIV   ;DIVIDE
2B04 213326      LXI    H,TEMP2   ;POINT SAVE
2B07 DF          RST     3        ;SAVE X'=(X-1)/(X+1)
2B08 21D61D      LXI    QTRPIX   ;X'+PI/4---TEMP1
2B0B CD4216      CALL    FADD    ;
2B0E 212F26      LXI    H,TEMP1   ;
2B11 DF          RST     3        ;
2B12 E5          PUSH   H          ;SAVE PTR TO TEMP2
2B13 EF          RST     5        ;LOAD IT
2B14 E1          POP    H          ;
2B15 CD2317      CALL    FMUL    ;FACC=X'*X'
2B18 21021E      LXI    H,ATNCX   ;POINT LIST COEFFICIENTS
2B1B C3343B      JMP     ETPX    ; GO COMPUTEE & RETURN

```

Fig 3: Programutlisting med maskinspråk, assembler og kommentarer.

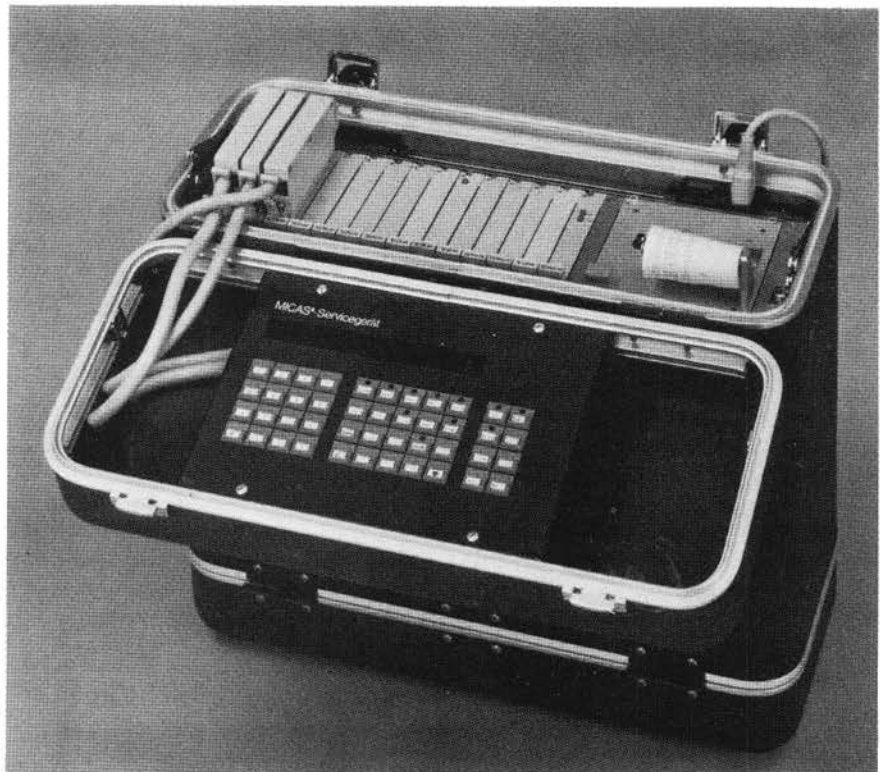
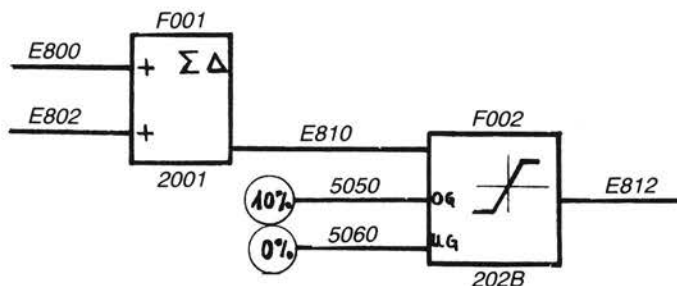


Fig. 5: Programmerenhet for systemet «MICAS».



Program	Forklaring
F001 2001 E800 E802 E810	Funksjon nr. 1 Type (odderer) Adresse inngang 1 Adresse inngang 2 Adresse utgang
F002 202B E810 5050 5060 E812	Funksjon nr. 2 Type (begrenser) Adresse inngang Konstant 10% (øvere begrensning) Konstant 0% (nedre begrensning) Adresse utgang

* samme adresse betyr en forbindelse.

Fig. 4: Eksempel på koblingskjema og tilhørende programlisting for systemet «MICAS».

turer i utrustningen, samt utetemperatur.

På EI 17 byggeserie 2 vil vi, ved siden av den ovennevnte, i tillegg finne enda to mikrocomputere. Fordelt på hver sin boggi, vil de bearbeide asynkronmotorregulering, styring av sterkstrømsbrytere samt strømretterfrigiving. Ved hjelp av disse mikrocomputere, vil det også være mulig å forbedre dagens slire/glidevern.

Oppgavene til mikrocomputeren på BM 92 kan sammenlignes med dem på EI 17. Her mangler hastighetsautomatikk, men mikrocomputeren foretar styringen av dieselmotoren og generatormagnetiseringen. For første gang ved NSB blir også hele varmeanlegget på disse settene styrt av en egen mikrocomputer.

Bruken av mikrocomputere sprer seg i alle mulige deler av kjøretøyene. Det finnes i dag knapt noe firma som ikke benytter seg av mikrocomputere ved utvikling. Som et siste eksempel kan

nevnes utprøving av nytt, forbedret glidevern i BM 69. Begge de involverte firmaene benytter seg av mikrocomputere for å realisere sine mål.

Anvendelse på diagnose

På grunn av den store andelen elektronikk i nytt rullende materiell, blir det stilt stadig mer nye endrede oppgaver til vedlikeholdspersonalet. Overgangen fra konvensjonell teknikk til avanserte styre- og reguleringssystemer går ikke helt uten problemer. Dertil kommer at verkstedene blir konfrontert med helt nye typer av feil som kan være vanskelige å finne. Det er feil i byggeelementene som kun oppstår kortvarig av og til, og som medfører driftsforstyrrelser.

På grunn av dette ble det testet et hjelpeutstyr på to lokomotiver EI 17. Det skal i fremtiden hjelpe vedlikeholdspersonalet til å løse problemer ved feilsøking. Systemet som er vist i fig. 6, baserer

seg på en mikrocomputer som ved feil registrerer alle feilmeldinger fra elektronikken. Samtidig blir lokomotivets tilstandsopplysninger, som f.eks. hastighet, trekkraft osv. og viktige reguleringsstørrelser innhentet. Den totale informasjon blir deretter, sammen med dato og klokkeslett, lagret i et minne som kan holde på et stort antall feil. Kommer det inn til driftsverkstedet et lokomotiv med feil, så er det mulig for personalet å hente ut informasjonen fra dette lageret, og overføre den til en «personal computer» (PC). Med denne PC, som blir installert i verkstedet, uttrykkes informasjonen i en alminnelig forståelig form. Det kan også gis ut en feilsøkningsanvisning, statistikk og meget mer. Mulighetene er nesten ubegrensede, og vil kunne utvikle seg med de voksende oppgavene i tiden fremover. Dette er en av hovedgrunnene til at programmeringen av PC'en fortrinnsvis vil bli foretatt i NSB's egen regi og ikke overlatt leverandøren. Det vil i fremtiden sikre oss den største fleksibilitet.

Fremtidsutsikter

Allerede i dag synes det klart at mikrocomputere vil bli en viktig bestanddel i fremtidens rullende materiell. Gjennom den fortsatt raske utvikling av mikrocomputere, er det bare et tidsspørsmål før den har fortrengt vanlig forbindelses-elektronikk. Ved et rent mikrocomputerstyrt system er det imidlertid betydelig enklere å forbedre diagnosesystemer, fordi man kan hente all informasjon uten store oppkoblingsarbeider.

Også på lokførers arbeids-plass vil en merke denne utviklingen. Et eksempel er en bilde-skjerm, som ved driftsforstyrrelser vil gi opplysning om feil-type og eventuelle tiltak for å rette opp feilen. Samtidig kan man ha en vidtgående kommunikasjon mellom lok og lokfører.

Må vi nå være redd for denne utviklingen? Jeg tror dette spørs-

mål kan besvares med et klart «nei».

Mikrocomputerens muligheter vil høyne komforten både for de reisende og for driftspersonalet. De komplekse elektriske styringer av trekkraftmateriell vil vise seg mer driftssikre, og samtidig vil diagnosehjelpen for vedlikeholdspersonalet nå en høyere standard.

Vi bør likevel ikke lukke øynene for at vi befinner oss i en tid med store tekniske forandringer. Både administrasjon og vedlikeholds-

personal må med utdanning og kvalifikasjoner ta hensyn til overgangen til elektroniske systemer, slik at en på sikt ikke er avhengig av leverandøren. Mikroprosessorstyringen som allerede i dag tilbys for de mest forskjellige oppgaver trenger koordinering. Man vil knapt kunne få noen innflytelse på de enkelte firmaers systemer. Men kommunikasjonen mellom mikrocomputere av forskjellige systemer, og ikke minst til verkstedets personalcomputer, kan eventuelt bli standardisert. Ved utvik-

ling av diagnosesystemer, bør det være et nært samarbeid til leverandøren for at vedlikeholdspersonalets arbeidsmetoder for ulike materielltyper kan bli så like som mulig.

De tyske statsbanenes høyhastighetstog (ICE) blir gjerne betegnet som morgendagens tog. Mange mikrocomputere står her for de forskjellige arbeidsoppgaver og kommuniserer seg i mellom over en lysleder. Vil dette vise oss veien å gå for trekkraftmateriell i år 2000? □

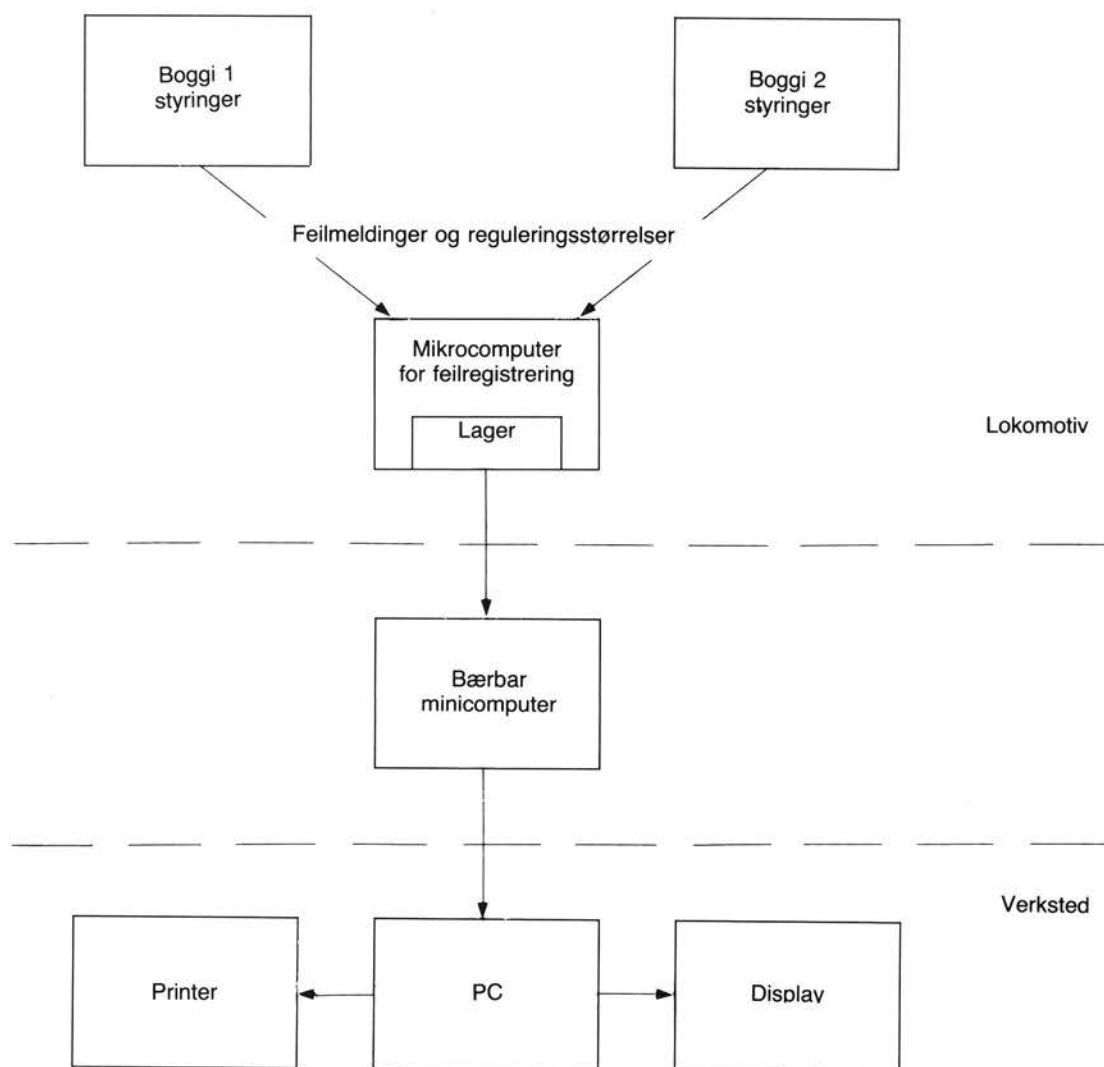


Fig. 6: Diagnosesystem på EL 17 fra 1987.

Elektroavdelingens verksted – et verksted preget av den nyeste utvikling innen NSB

Av Avd.ing. Erik Myhre

Uttrykket «nål i en høystakk» kan vel kanskje brukes for å gi et bilde av størrelsesforholdet når man nevner Elektroavdelingens Verksted – eller Evst, der det ligger plassert inne på Maskinavdelingens hovedverksted på Grorud.

Som navnet tilsier, hører verkstedet under Elektroavdelingen, og hovedoppgavene består i montasje, vedlikehold og reparasjon av avdelingens materiell.

I tillegg til tradisjonelle oppgaver som elektriske installasjoner, revisjon av hastighetsmålere og releer og tilvirkning av kontaktledningsmateriell har verkstedet i de senere år bygd opp en betydelig reparasjons- og servicekompetanse på elektronikkområdet. Videre har nye oppgaver kommet i tillegg, som utprøving og modifikasjon av nytt utstyr, teknisk assistanse av fagavdelingene, anskaffelse av komponenter og utstyr og utlån av måleutstyr.

Verkstedet har også i de senere år vært engasjert i forbindelse med bygging av sikringsanlegg. Relerammene for sikringsanleggene ved Koppang og Hjuksebø stasjoner er blitt montert ved verkstedet, men ved bruk av personell fra distriktene. Også deler av styreutrustningen for skiffestillverket Hamar er blitt bygd ved verkstedet. Dette er oppgaver som har gitt oss anledning til å utnytte kompetansen til forskjellige grupper og avdelinger.

Selv om vi, med vår bemanning på 24 personer, forsvinner i den store sammenhengen på Grorud, mener vi at verkstedet har en ideell beliggenhet for å utføre de oppdrag det er tiltenkt. Verkstedets beskjedne størrelse gir også mulighet for å drive fleksibelt, og vi kan relativt lett tilpasse oss oppdragsgivernes behov for assistanse. På grunn av nær beliggenhet og godt samarbeid med Hovedverkstedets avdelinger, er vi i stand til å løse oppgaver som vi totalt sett ikke har bemanning og utstyr for å løse. Etter hvert som avansert elektronikk er blitt tatt i bruk i lokomotiver og vogner har

Hovedverkstedets behov for assistanse på dette område økt i omfang. Med vår beliggenhet er vi blitt tatt med i et samarbeid som vi føler har vært utviklende både for oss og Maskinavdelingens personell.

Verkstedets beliggenhet er også av stor betydning når det gjelder elektronikkreparasjoner. Dette er et område som etter hvert har fått et betydelig omfang og ofte krever kort responstid. For å oppnå et godt resultat, har vi vært avhengig av Forsyningsavdelingen, som er vår nærmeste nabo, og som har forståelse for vårt behov for hurtig assistanse.

Ved enkelte typer feil ser vi det som en viktig oppgave å assistere pr. telefon. Dette sparer brukerne for forsendelser og eventuelt lengre driftsavbrudd, samtidig som det tilfører verkstedet nyttige opplysninger om systemene og brukeren ute. Men her må man i hvert enkelt tilfelle vurdere hva som er mest hensiktsmessig for NSB, reparasjon på stedet eller innsending av utstyret for reparasjon.

Innen elektronikk og finmekanikk er verkstedets primære oppgave å utføre service på defekt materiell. Men i den senere tid har vi, ut fra de erfaringer vi etter hvert har fått, forsøkt å gi informasjon ved nyinnkjøp slik at driftspåliteligheten kan økes. Og det kan vel

trygt sies at på dette område er mye gjort!

På grunn av den store utvikling som skjer innen elektronikk og finmekanikk er det meget viktig med videreutvikling av personellet. Som en følge av relativt knapp bemanning har vi satset på å holde grunnleggende kurser i egen regi. Disse kursene har primært vært avholdt for verkstedets eget personell, men også personell fra Had og distriktene har deltatt.

Inndeling av verkstedet

Verkstedet er inndelt i 4 grupper, og de kan kort beskrives slik:

Installasjonsgruppe

Personellet ved denne gruppa består av elektrikere Gruppe L og har som ansvarsområde installasjoner i Had's kontorer og reisebyråer i Oslo-området. Dette er en mobil gruppe som benyttes til varierte oppgaver, og de har i den senere tid utført installasjoner i forbindelse med undergulvsdreierbenk, ny vognvaskemaskin, vekselvarme og andre tekniske installasjoner i Lodalen.

Kontaktledningsverkstedet

Personellet ved dette verkstedet har sin bakgrunn i mekanisk arbeid, og arbeidet består hovedsakelig i tilvirkning og tilpassing av materiell for opphenging av kontaktledning. Også andre fagavde-



Tilvirkning av hengertråd for kjøreledning ved hjelp av egenutviklet verktøy.

linger innen elektro har etter hvert begynt å benytte dette verkstedet. Med sitt kjennskap til NSB's utstyr har personellet ved dette verkstedet den fordel at de ikke alltid trenger detaljerte tegninger og beskrivelser for å utføre et oppdrag. Dette sparer oppdragsgiver for mye arbeid.

Finmekanikkgruppa

Personellet ved denne gruppa har yrkesskolebakgrunn innen områdene finmekanikk, instrumentmekanikk, verktøymaker og svakstrøm. Som en følge av utviklingen ved at mye finmekanikk blir erstattet av elektronikk, har en del av personalet ved denne gruppa fått videreopplæring innen elektronikk. Men fortsatt er hovedoppgaven for denne gruppa revisjon og reparasjon av hastighetsmålerutstyr for lok og motorvogner og revisjon av sporfeltreoler.

Men også reparasjon av instrumenter, montering og tilvirkning av forskjellig type data-radio- og signalutrustning har økt i omfang, og det kan virke som om det bør ligge til rette for en ytterligere økning i oppdrag på disse områder.

Elektronikkgruppa

Personellet ved denne gruppa har som bakgrunn ingeniørutdannelse eller 3-årig yrkesskole. Som en følge av den store økningen i bruk av elektronikk på alle områder innen NSB, har denne gruppa i de siste 5 år vært inne i en rivende utvikling både med hensyn til antall reparasjoner og vanskelighetsgrad. Det siste har igjen medført mye kursvirksomhet ved skoler og hos leverandører, både innen- og utenlands.

Et slikt elektronikkverksted krever store investeringer både i personell og instrumentering, og svært ofte kreves det spesielle testinstrumenter for de enkelte produkter. For å oppnå en tilfredsstillende lønnsomhet ved egen service, har vi hovedsakelig konsentrert oss om produkter eller produktgrupper som finnes i betydelig mengde innen NSB, eller hvor helt



Overhaling av en hastighetsmåler.

spesielle grunner tilsier at NSB bør utføre servicen selv. Hovedoppgavene til denne gruppa er service og vedlikehold av data-radio- og signalutrustning, men i den senere tid har også mange oppdrag innen elektronikkutrustning på lok og vogner blitt tilført gruppa. For øvrig har vi etter hvert sett det som en viktig oppgave for denne gruppa å assistere brukerne ved elektronikkreparasjoner som NSB ikke selv utfører. Med den store mengde elektronikkutstyr som etter hvert tilføres brukerne, sier det seg selv at det ikke er enkelt for brukerne til enhver tid å holde rede på hvor utstyret skal sendes ved feil. Vi prøver etter hvert å innarbeide at hvis det ikke finnes helt klare bestemmelser for hvor defekt elektronikk-utstyr skal sendes, bør det hurtigst mulig sendes Elektronikkgruppa. Denne vil så sørge for videresending til rette serviceinstans.

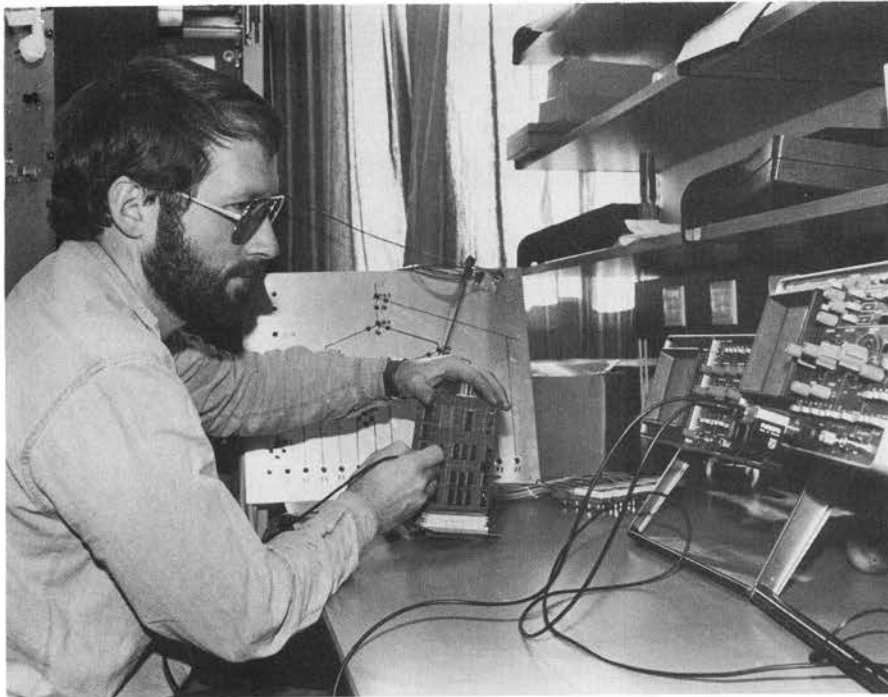
Elektronikkreparasjoner

For de 3 førstnevnte grupper må en vel kunne si at arbeidsoppdragene er tradisjonelle og relativt stabile, og gruppene må vel sies å være godt kjent blant oppdragsgiverne.

Elektronikkgruppa derimot, kan vel ikke sies å være like godt kjent blant potensielle oppdragsgivere. Den er ment å være et tilbud som på en enkel måte skal kunne benyttes av alle avdelinger ved NSB. Og etter som elektronikkutrustning dukker opp på stadig nye områder, mener vi det er viktig at brukere av slikt utstyr er kjent med at verkstedet eksisterer.

Vi utfører pr. i dag service på en relativt stor del av NSB's elektronikkutrustning, og ved bruk av 5½ årsverk ble det i 1985 utført reparasjoner på ca. 2500 enheter. I tillegg kommer mottaks kontroll, utføring av tester, vurdering av prototyper og konstruksjon av forskjellig type utstyr. Og oppdragsmengden bare øker. Oppgaver som tidligere ble løst av personell eller ved bruk av mekanisk utstyr, blir nå svært ofte løst vha. elektronikkutrustning eller ved kombinasjon mekanikk/elektronikk.

I 1979 var det radio og dataterminaler som ble ansett som hovedarbeidsoppgaver, og det må vel sies at dette fortsatt gjelder i dag. Men for å gi verkstedet litt flere ben å stå på, gikk vi i de første årene bevisst og ukritisk ut for å sikre oss nye arbeidsoppdrag. Et-



ter hvert har oppdragsmengden blitt så stor at vi er blitt mer kritisk til hvilke nye oppdrag vi bør påta oss. Vi prøver nå å benytte følgende håndregler før vi påtar oss nye oppdrag:

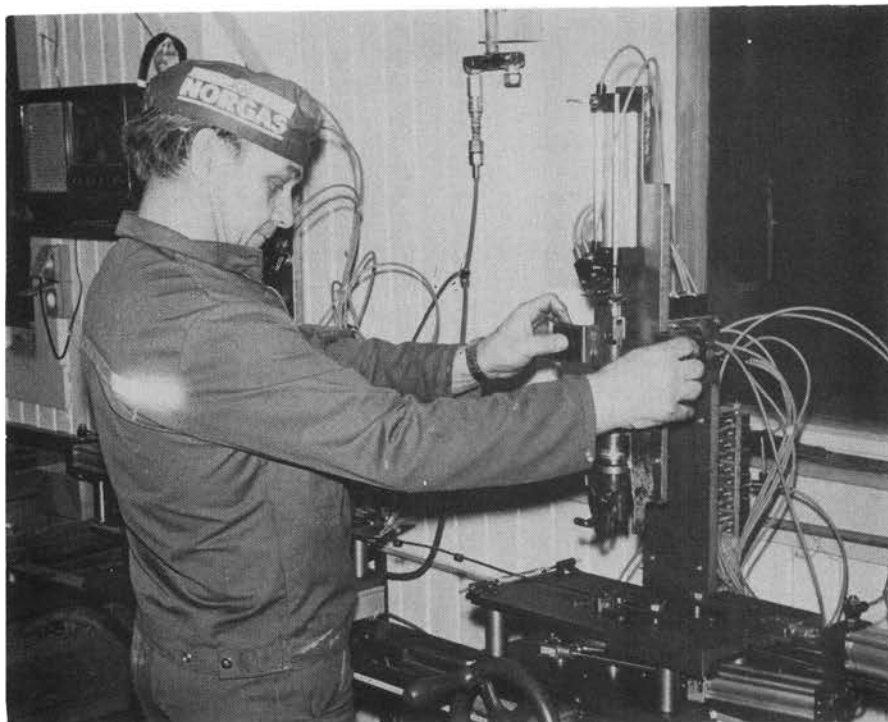
1. Oppdraget må være av en slik art at verkstedet kan utføre servicen vesentlig billigere enn private serviceverksteder.
2. Oppdraget er av en slik art at NSB krever kortere reparasjonstid enn det leverandør kan tilfredsstillere.
3. Oppdrag som fagavdelingene ønsker skal utføres internt. Dette av sikkerhetsmessige grunner, eller pga. at NSB ønsker å ha teknisk kompetanse på denne typer utstyr.

Ut over dette utfører verkstedet i dag såkalt utfyllende arbeid hvor det ikke er noe tidspress. Det forutsettes fortsatt at omkostningene ikke blir høyere enn ved alternative serviceverksteder.

Når det gjelder kravet om at vi må utføre oppdraget billigere enn andre serviceverksteder, så vil jeg anslå at ca. 50% av reparasjonene utføres for mindre enn hva NSB ville blitt påført av forsendelsesutgifter ved bruk av utenforstående serviceverksteder.

For å utføre en reparasjon tilfredsstillende og rimelig, er det for komplisert utstyrs vedkommende en forutsetning at produktet finnes i et relativt stort antall. Dette bør være et krav før vi starter utarbeiding av dokumentasjon og eventuell investering i spesiell instrumentering eller testoppstillinger. Antallet bør være så stort at vi får en forholdsvis stor reparasjonshyppighet slik at kompetansen hele tiden holdes ved like og reparasjonene nærmest fortoner seg som rutine reparasjoner.

Når det gjelder punktet om kort reparasjonstid, må det understrekes at dette er av stor betydning for enkelte avdelinger. Mye av NSB's elektronikkutrustning er dyr og kundespesifisert, og reservemateriell finnes i lite antall. Når leverandørene opererer med repa-



Kontroll av indikeringsutstyr for PLS.

rasjonstid på 3 mnd. eller mer, sier det seg selv at det ofte er tvingende nødvendig å utføre slike reparasjoner ved eget verksted. En del utstyr blir sendt til leverandør for reparasjon, men prosessen med purring for å få utstyret tilbake til rimelig tid er både dyr og tidkrevende.

Når det gjelder punktet om reparasjoner som fagavdelingene ønsker skal utføres internt, omfattes dette hovedsakelig av signalmaterieell som krever spesiell sikkerhetsmessig behandling.

Ut i fra verkstedets bemanning mener vi reparasjonsresultatene ligger på et akseptabelt nivå. Men selvfølgelig kan og bør de bli bedre. Det skal heller ikke underslås at det enkelte ganger oppstår problemer i forbindelse med reparasjonene. Men jeg er av den mening at vi ikke skal se alt for negativt på dette, hvis vi bare makter å holde problemene vekk i fra driften. Jeg tror at løsning av problemene virker utfordrende og utviklende, og en forutsetning for å arbeide med elektronikk i dag, er at man hele tiden er villig til å utvikle seg. For å beholde personalet er det meget viktig å skape så mye variasjon og utvikling som mulig i arbeidet, og vi er derfor hele tiden på jakt etter nye meningsfylte arbeidsoppgaver.

Innledningsvis nevnte jeg radio og data som de største arbeidsoppgaver. Der vil jeg legge til at på terminalsiden går verkstedet en dårlig tid i møte, da vi på nye terminaler kan registrere en vesentlig forbedring når det gjelder driftsikkerhet! Til gjengjeld har vi fått en markant økning i oppdrag når det gjelder vogn- og lok.-elektronikk. Dette ikke som følge av spesielt dårlig utstyr, men heller som følge av økning av utstyr som er i bruk og økt brukstid.

For øvrig ønsker vi å presisere at vi ikke ser det som et mål at vi skal utføre alle reparasjoner ved eget verksted. Selv om vi påtar oss servicen på en type utstyr, ønsker vi å stå fritt til å sende utstyret videre til andre verksteder

hvis vi anser dette kvalitetsmessig eller økonomisk hensiktsmessig. På denne måten mener vi også at verkstedet kan påvirke pris og servicetid, idet alternative verksteder blir gjort oppmerksom på at vi sitter inne med egen kompetanse. Dette gir oss også en form for sikkerhet, idet NSB stort sett forventer lenger levetid på utstyret enn det leverandører opererer med.

Ett av våre store problem er innsendt utstyr hvor vi ikke klarer å påvise feil. Vi vet at brukerne ofte har lite reservematerieell, og etter en viss testtid, avhengig av hvor materiellet skal benyttes, må vi ta en avgjørelse om hva som videre skal skje. Alternativene er da:

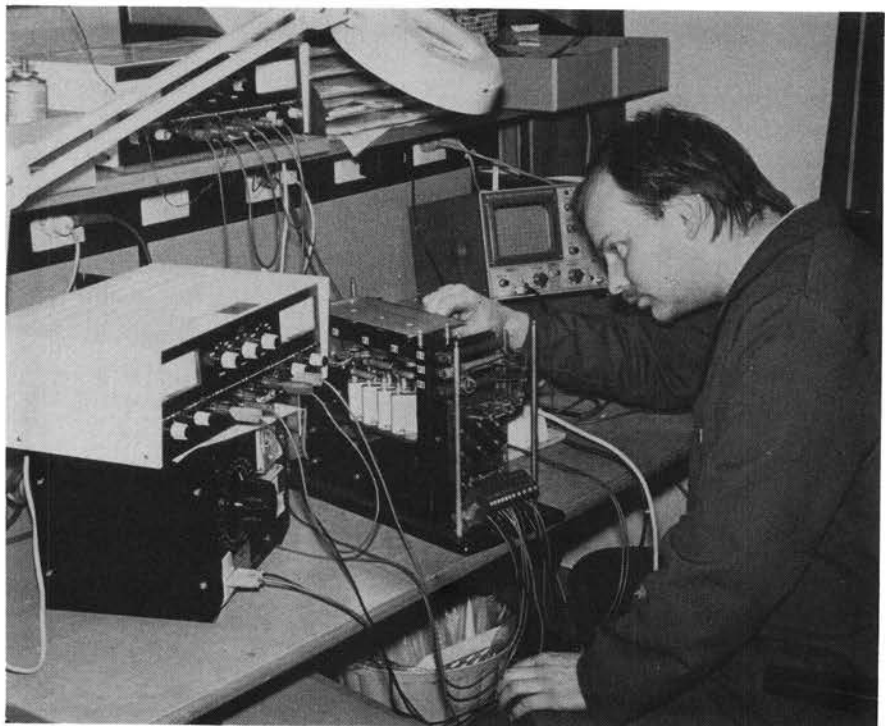
- Fortsette feilsøking etter samråd med bruker.
- Videresende til leverandør.
- Returnere til bruker.

Hvis det siste alternativet blir benyttet, kan det selvfølgelig hende at feilen dukker opp igjen etter en tid. Dette er meget beklagelig,

men vi prøver da i samråd med bruker å finne årsaken. Normalt skal også bruker varsles hvis vi returnerer utstyr som det ikke er funnet feil på.

En ting som det er viktig for bruker å vite, er hvor lang tid reparasjonen vil ta. Vår målsetting er at utstyret normalt bør returneres fra oss innen 3 dager etter mottagelse, hvis det vel å merke ikke er problemfeil eller delmangel. Pga. at verkstedet av spesielle grunner har vært underbemannet, har vi ligget langt etter denne målsettingen for en del typer utstyr. Vi har vært nødt til å vurdere behovet for de forskjellige typer, og prioriteringen har vel skjedd til fordel for data og vogn- og lok.-materieell. Det arbeides også med å få til en form for tilbakemelding til bruker hvis reparasjonen tar unormalt lang tid.

I det jeg til nå har nevnt har jeg prøvd å gi et lite inntrykk av vår retningslinje vedrørende reparasjoner.



Feilsøking på feltstrømregulator for togvarmegenerator i Di 3.

Hvilke erfaringer har reparasjonene gitt oss

Dette at elektronikkutrustning må repareres er noe vi bare må akseptere, og hvordan reparasjonene utføres er kanskje heller ikke så interessant. Men uansett kvaliteten på utstyret vil feil oppstå, og spesielt ved NSB hvor det utsettes for ekstremt harde påkjenninger. Det vi nå søker etter er høyere driftspålitelighet og derav lavere driftsomkostninger. Etter vår mening er det nå svært liten gevinst å hente i form av kortere reparasjonstid, det er som sagt driftspålitelighet som kan gi uttelling. Det vi nå bør gjøre er å følge nøyer med i hvordan feil oppstår og hva slags feil vi får. Med et godt samarbeid mener jeg at det er her vi kan utrette mest.

Ved stort sett alle grupper utstyr som kommer inn til reparasjon oppdager vi feiltyper som kanskje burde vært unngått. Men dette forutsetter en viss reparasjonserfaring. Vi har ikke hatt denne erfaringen, men jeg mener vi er på god vei til å få den på enkelte områder.

Ellers vil jeg gjerne få påpeke en del punkter som sett fra vårt synspunkt er viktig å få med i forbindelse med kjøp av nytt utstyr.

Leveransen skal innbefatte full dokumentasjon og koplings skjemaer ned på komponentnivå. Dette skal leveres selv om leverandør skal utføre servicen. (Leveringen skal ikke godkjennes som ferdig før dette foreligger.)

Avtale om kurs for servicepersonell.

Behov for spesiell måle- og te-

stutrustning og pris på dette. (Innkjøp av dette bør inngå som en del av investeringen.)

Avtale om pris og leveringstid på deler.

Hvis leverandør skal utføre servicen, bør servicetid være avtalt.

Utstyr med kundespesifiserte komponenter bør i størst mulig grad unngås.

Vi bør avholde oss fra å kjøpe inn utstyr som holder mye større nøyaktighet enn det er behov for. Dette gjør utstyret mer komplisert og øker muligheten for feil.

Hvis det er teknisk mulig, bør en prototyp lånes ut for test før avtale inngås.

Hva kan Evst stå til tjeneste med i tiden fremover

Installasjon, finmekanikk- og kontaktledningsgruppa vil fortsatt utføre tilsvarende oppdrag som i dag. Men vi ønsker også her å følge med utviklingen. Vi vil derfor se oss om etter oppgaver som spenner ut over dagens, vel å merke hvis de kan egne seg for verkstedet.

Som følge av den hurtige innføringen av elektronikkutrustning i de senere år har det dukket opp behov for nye tjenester. Vi mener at elektronikkgruppa kan være med å løse følgende:

1. Som nå vil vår hovedbeskjeftigelse være reparasjon på elektronikkutrustning. Etter hvert som utstyret blir mer komplekst har det en tendens til å kreve dyrere testutrustning, og dette vil etter hvert bli

en faktor som må regnes med når det skal vurderes hvor reparasjonene skal utføres.

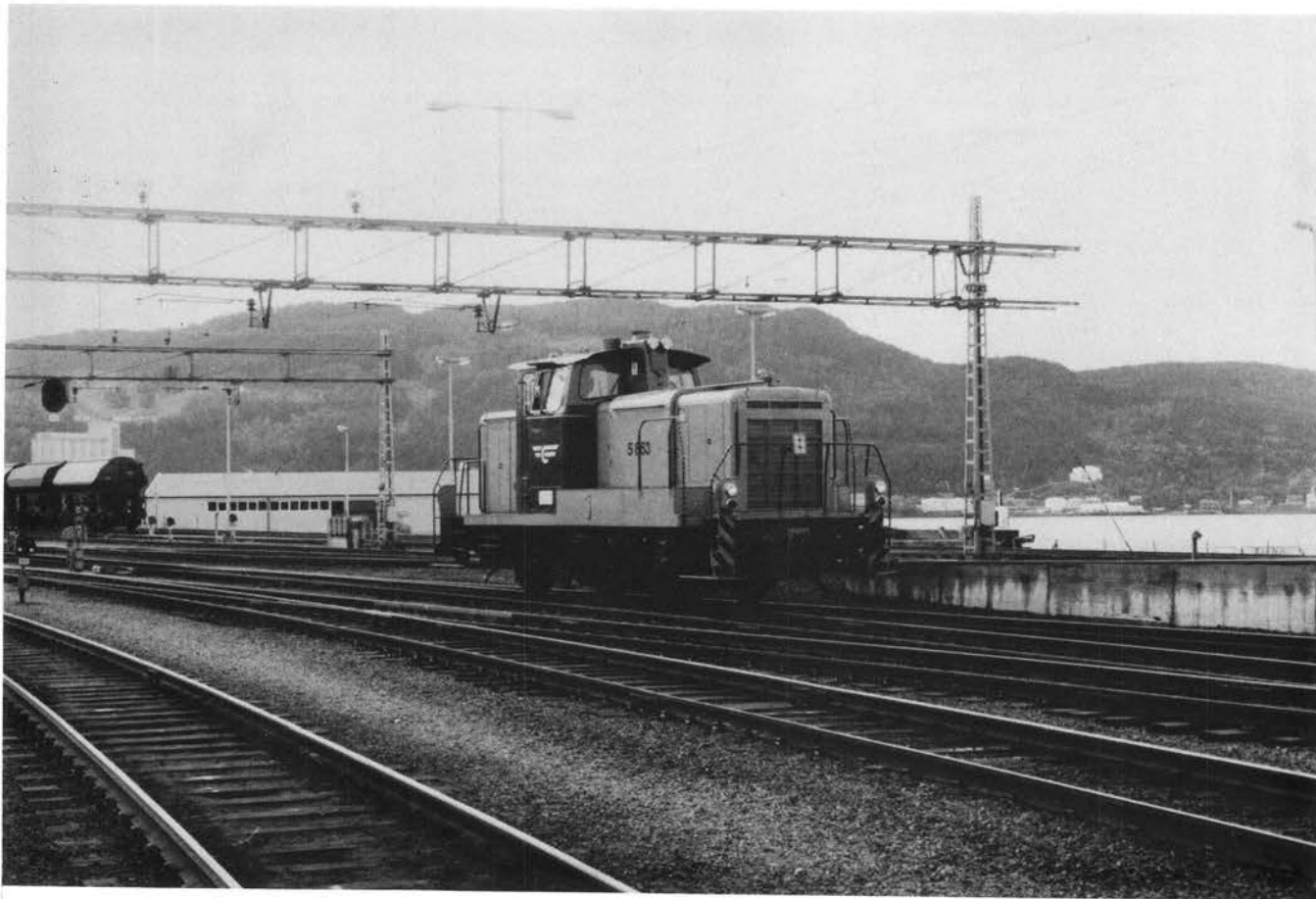
2. Ved å utnytte våre reparasjonserfaringer bør vi etter hvert bedre kunne assistere fagavdelingene med råd i forbindelse med innkjøp av nytt materiell.
3. Med bakgrunn i de samme erfaringer bør vi også kunne assistere i forbindelse med test av utstyr.

Med henblikk på de 2 siste punkter, må det poengteres at vår assistanse begrenser seg til krets- og kortnivå. Begge de 2 sistnevnte oppgaver er tidkrevende. Vår bemanning i dag gir ikke rom for noen stor deltagelse, så her må det vurderes om man vil satse på denne linjen. Målet må da være å tjene inn denne investering i form av større driftssikkerhet og dermed mindre reparasjoner.

4. Kortvarig utlån av spesielle instrumenter bør også være en aktuell oppgave for verkstedet.
5. Til slutt vil jeg nevne at vi fra 1. januar 1985 har registrert på data alle reparasjoner som er utført ved elektronikkgruppa. Dette gjør at vi til enhver tid kan gi opplysninger om feilhyppighet, feiltyper, systemfeil, reparasjonstid osv. Dette er opplysninger som i hvert fall avdelingene bør benytte seg av ved innkjøp av tilsvarende utstyr. □

Kjøp av brukte skiftelokomotiver fra DB

Av overing. Trygve Sunde



Til tross for stort behov for utskifting (erstatning) av de eldste store skiftelokomotiver Di 2 (kostnads-krevende og vanskelig vedlikehold) har NSB på grunn av budsjett-situasjonen stadig måttet skyve anskaffelse ut i tid.

Flere alternativer for å komme ut av denn prekære situasjon er blitt vurdert:

- Modernisering/ombygging av de eldste Di 2-lokomoivene (bl.a. ny dieselmotor).
- Leie av lokomotiver (nye eller brukte) inntil nye lokomotiver kan anskaffes.
- Kjøp av brukte lokomotiver.

Slik tilstanden er for de gamle lokomotivene, er det lite ønskelig å foreta større ombygningsarbeider på disse. Flere forvaltninger og leverandører ble derfor forespurt om leie eller kjøp. Det beste

og etter alle vurderinger, rimeligste tilbud kom fra Deutsche Bundesbahn om kjøp av brukte lokomotiver (DB type 261).

Etter å ha besiktiget lokomotivene ble det bestemt å kjøpe 7 av

disse i den stand de befant seg, men med hovedrevidert dieselmotor til avtalt tilleggpris.

De nyervervede lokomotivene, som har fått typebetegnelse Di 5, har følgende hoveddata:

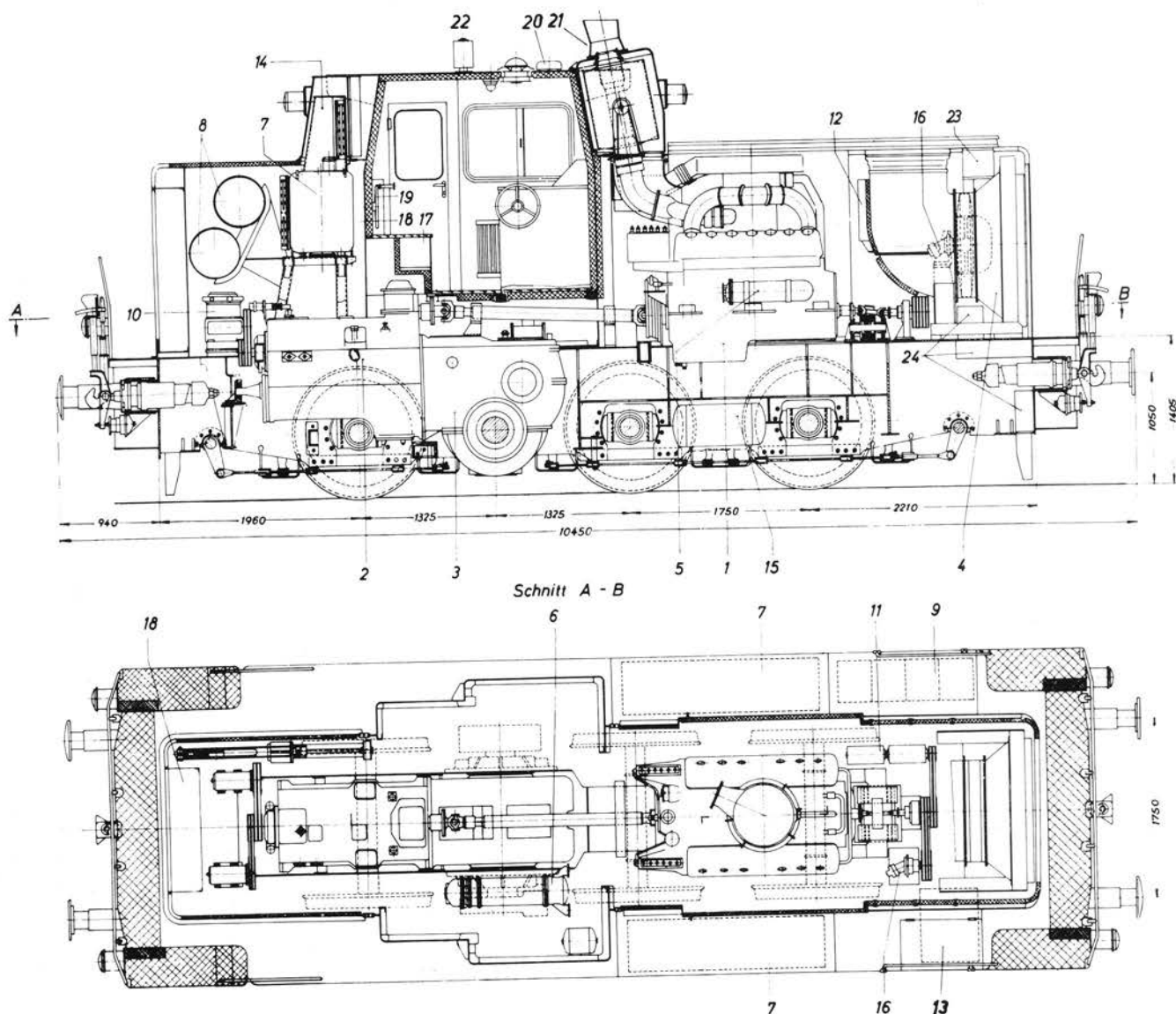
Tjenestevekt = adhesjonsvekt	54 tonn
Lengde over buffere	10 450 mm
Akselanordning	C
Maks. hastighet linjetjeneste	60 km/h
Maks. hastighet skiftetjeneste	30 km/h
Maks. hastighet etterhengt i tog	75 km/h
Motorytelse	35 km/h
	478 kW (650 Hk)

Ombygging av lokomotivet med anordning/plassering av hovedkomponenter og utstyr fremgår i grove trekk av figuren. Skulle noen være interessert i en mer detaljert beskrivelse av lokomotivene, kan det opplyses at det er ut-

arbeidet «Beskrivelse og betjeningsforskrift» for disse (trykk 715.06).

Samtlige lokomotiver ble levert i løpet av siste høst og vil bli stasjonert i Trondheim distrikt.

Straks de første lokomotivene



1. Motor: Maybach GTO6 m/turbolader.
2. Veksel: Voith L37zUB.
3. Etterveksel.
4. Kjøler: Behr.
5. Varmevexsler for motorsmørelje.

6. Varmevexsler for vekselolje.
7. Brennstofftank: ~ 3x500 l.
8. Hovedluftbeholder.
9. Batteri.
10. Luftkompressor.

11. Generator.
12. Sandkasse.
13. Oljefyrt varmekjele.
14. Brennstoff-reservetank.
15. Hjelpeluftbeholder.
16. Hydrostatisk drift for kjølevifte.

kom til Trondheim, ble de i samarbeid med lokomotivpersonalet og Verkstedet Marienborg på nytt gjennomgått for i detalj å klarlegge hva som skulle gjøres før de kunne settes i drift. Det kan i denne forbindelse nevnes følgende hovedpunkter:

- Montering av førerstol (klappsete på venstre side).
- Flytting av bremseventiler passende til førerstolens plassering.

- Oppussing av førerrom.
- Montering av sidespeil.
- Montering av signal- og frontlys etter NSB's standard.
- Montering av sklisikre rister på utvendige gangveier.
- Utvendig maling (fargesetting/merking).
- Bremserevisjon.

På grunn av vanskelige plassforhold i førerrommet var det problemer å finne frem til en egnet førerstol. Vi mener imidlertid at sluttløsningen er tilfredsstillende.

Fem lokomotiver er allerede satt i drift etter at de avtalte endringsarbeider er utført, og det 6. lokomotivet vil bli satt i drift innen kort tid. Det siste lokomotivet skal imidlertid gjennomgå en mer fullstendig revisjon før idriftsettelse. Erfaring fra denne revisjon skal så brukes til å fastlegge hva som bør gjøres med de øvrige 6 lokomotiver etter en tid i drift.

Erfaringene så langt og brukernes uttalelser tyder på at resultatet er blitt tilfredsstillende. □