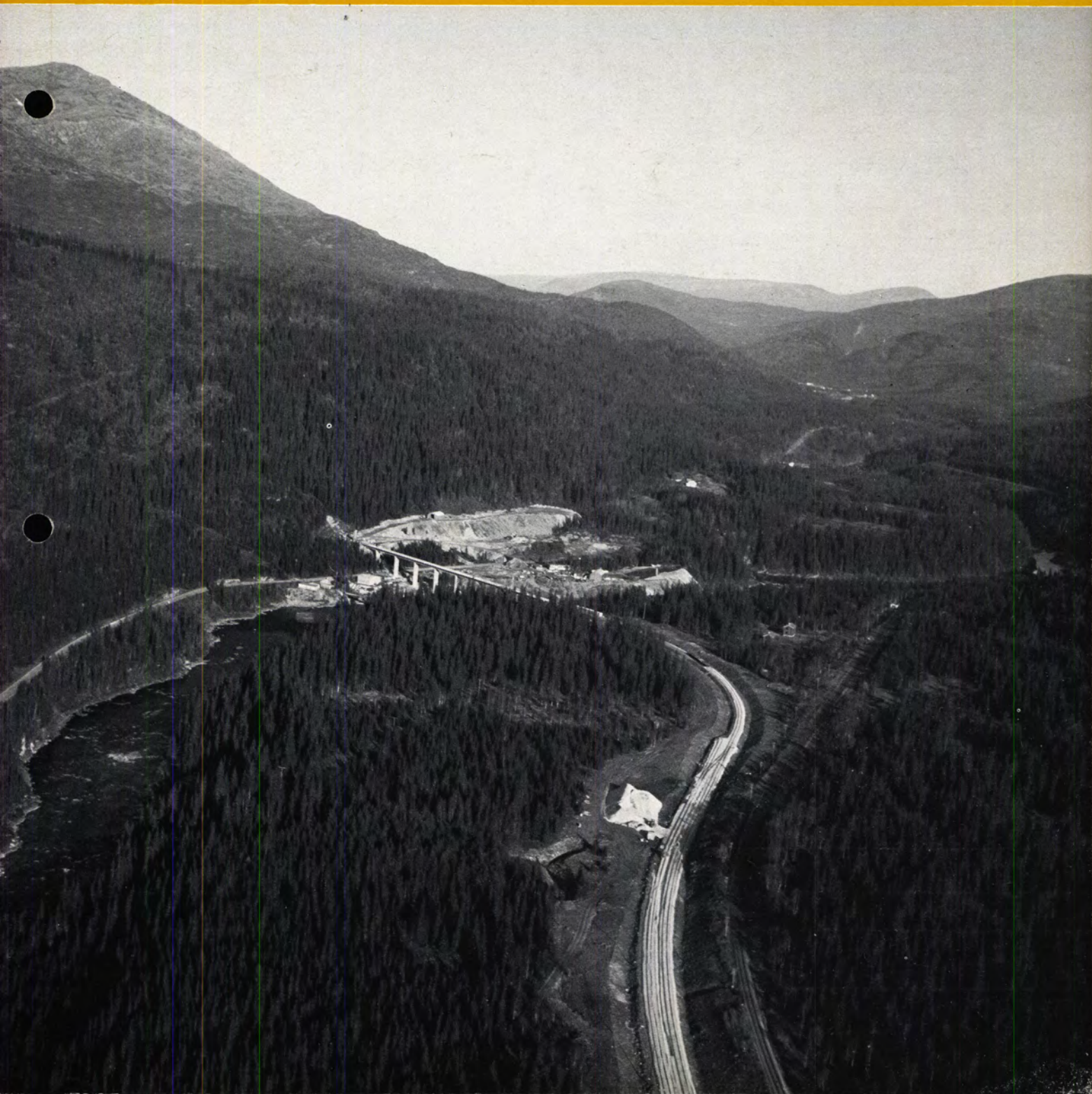


# NSB. teknikk

1  
1983  
(22)

Teknisk informasjon fra Norges Statsbaner



# Bruer på Nordlandsbanen (III)

## Sidelinjen Grong-Namsos

Etter at Nordlandsbanen var åpnet for trafikk til Grong i 1929, var Mosjøen det neste mål. Men først skulle det bygges en sidelinje fra Grong til Namsos.

Anleggsarbeidet på denne banen, som etter lang strid var vedtatt av Stortinget i 1913, ble påbegynt som nødsarbeid i 1922 og som ordinært anleggsarbeid i 1923. Banen kunne åpnes for ordinær drift i 1934.

Denne snaut 52 km lange bane har en rekke store bruer. Alle-

rede 900 m fra Grong stasjon går banen over Sanddøla ved Tømmeråsfoss på et 45 m langt fagverkspenn, og etter ytterligere 800 m over den 108 m lange Røttesdalen viadukt.

Brua over Sanddøla (bilde 1) ble montert på en spesiell måte. Av hensyn til faren for isgang våget man ikke å montere brua på vanlig måte på stillas. Det 45 m lange og 120 tonn tunge fagverkspenn ble bygget sammen på land i løpet av februar og mars

1931, og deretter ble hele brua kjørt ut på et stillas som var bygget ut fra begge landkar, men åpent i midten i 20 m lengde. Utkjøringen foregikk 1. april 1931 uten uhell av noen art (bilde 2).

Røttesdalen viadukt, som har 7 spenn à 15,5 m, ble montert på den vanlige måten for NSB's viadukter, med en spesialbygget kran som kjører frem og tilbake på den ferdige del av brua og setter ut pilar for pilar og spenn for spenn (bilde 3 og 4).



Informasjonsblad  
for Norges Statsbaner

Årgang 9, 1983  
Nummer 1 (22)

Utgiver:  
Norges Statsbaner  
Hovedadministrasjonen  
Storgt. 33  
Oslo 1

Telefon: (02) 20 95 50



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

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

Sats, repro og trykk:  
Grøndahl & Søn Trykkeri

Opplag: 3000  
Ettertrykk tillatt når kilde  
oppgis

ISSN 0333-0214

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

*Omslagsbildet:*

*Flyfoto av Ørtfjell sidespor  
med bro over Ranaelven.  
Nordlandsbanen ses til høyre.  
Foto: A/S Norsk Jernverk.*

## Innhold

	Side
<b>Bruer på Nordlandsbanen (III) .....</b>	<b>2</b>
<b>Aaberge, E.: Ørtfjell sidespor, Nordlandsbanen .....</b>	<b>4</b>
<b>Taugbøl, T. og T.R. Gjølme: Bruer over Beisfjord og Tjeldsund .....</b>	<b>10</b>
<b>Gunvaldsen, O.: Statens tilsyn med privatbaner og taubaner i etter- krigstiden .....</b>	<b>14</b>
<b>Løhren, A.H.: Linjeføring for Ringeriksbanen fra Lysaker til Lomme- dalen .....</b>	<b>17</b>
<b>Nytt fra ORE, UIC m.v. Ved J. Meulman, I. Pedersen og S. Tennebø .</b>	<b>19</b>
<b>Lokomotiv type EI 17 og type 23 .....</b>	<b>23</b>

*Bruserien. Ved Per Hektoen.  
Lokserien. Ved Arne-Magnus Waaler.*

# Ørtfjell sidespor, Nordlandsbanen

Av siv.ing. Eivind Aaberge, Sundsvaen og Melby A/S

## Innledning

Til sommeren vil Rana Grubers nye jernbaneanlegg, Ørtfjell sidespor, til ca. 50 millioner kr. stå ferdig til drift.

Ørtfjell sidespor grener av fra Nordlandsbanen på km 534,646 i Dunderlandsdalen, ca. 35 km nordøst for Mo i Rana.

Sidesporet er en del av Rana Grubers nye knuseranlegg til 150 millioner kr. for Ørtfjell dagbrudd. Fra bruddet går jernmalmen via en grovknuser og fjellsilo ned i malmvognene 1130 m inne i fjellet. Derfra fraktes malmen 37 km med jernbane til Rana Grubers oppredningsverk i Gullsmedvik i Mo i Rana.

I første omgang skal det kjøres 9 togsett pr. døgn oppsatt med 2 Di-3 lok og 33 malmvogner, med 63 tonn malm i hver vogn. Årlig transport blir 3—4 mill. tonn.

Ørtfjell sidespor er 3032 m, hvorav 1615 m går i tunnel, eller mer korrekt benevnt still. Dessuten krysses Ranaelva og E6 med en 260 m lang bro, Ørtfjell jernbanebro. I anlegget inngår også et kryssningsspor, to uttrekksspor og 5 sporveksler. Total sporengde er 3760 m. Sidesporet er dimensjonert for inntil 44 malmvogner pr. togsett.

Sporanleggene ved oppredningsverket i Gullsmedvik er foreløpig utvidet til å kunne ta imot 33 vogner. I dag går det inntil 24 vogner med inntil 12 daglige avganger fra Storforshei.

## Rana Gruber

Rana Gruber er en divisjon innenfor Norsk Jernverk og består av gruveavdeling på Storforshei og oppredningsverk i Gullsmedvik. Norsk Jernverks behov for sligkonsentrat dekkes i dag fullt ut av Rana Gruber.

Det brytes for tiden 3,3 millioner tonn malm pr. år. Etter oppredningen i Gullsmedvik gir dette 1,4 mill. tonn slig. I underkant av 1 mill. tonn av dette fraktes på

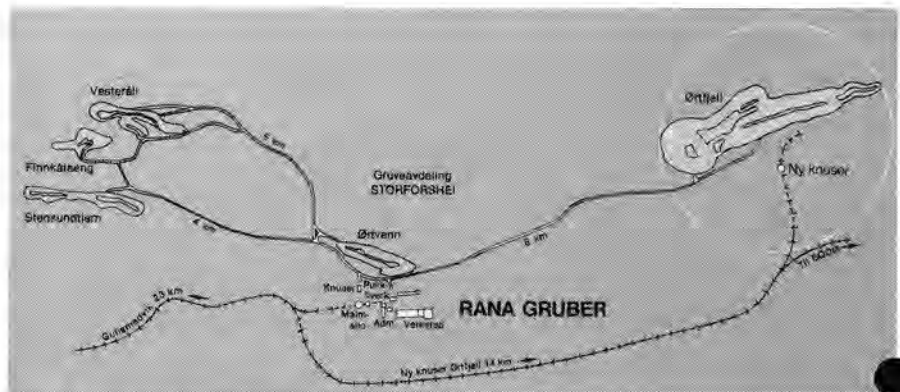


Fig. 1. Figuren viser de 4 gamle dagbruddene og det nye Ørtfjell dagbrudd. I dag kjøres malmen med inntil 170 tonns trucker til knuseren på Storforshei. Derfra går den grovknuste malmen på tog til Gullsmedvik.

transportbånd 3 km til Jernverket, mens resten går til eksport.

Gruveavdelingen omfatter dagbrudd ved Storforshei og Ørtfjell og knuseranlegg, verksteder og administrasjonsbygg på Storforshei. Nå bygges det altså knuseranlegg også ved Ørtfjell, beliggende 14 km fra Storforshei regnet langs jernbanen.

Samlede kjente malmreserver i Rana er 600 mill. tonn, hvorav 300 mill. tonn i Ørtfjell.

Ørtfjell malmfelt regnes for å være den største malmkonsentrasjon i Norge ved siden av Bjørnevatnforekomsten ved Kirkenes. Av de nevnte 300 mill. tonn regner man med å kunne ta ut inntil 200 mill. tonn i dagbrudd. Men med dagens priser på slig er den økonomisk brytbare tonnasje bare på 100 mill. tonn.

De økonomisk brytbare malmressurser i de gamle brudd er utdrevet. Produksjonen her vil bli avsluttet i løpet av neste år, men det vil fremdeles bli brutt kalkstein ved Storforshei.

Gruveanlegget på Storforshei kom i ordinær drift i 1964, mens åpningsarbeidene i Ørtfjell ble satt i gang i 1974. I dag fraktes rå-

malmen fra Ørtfjell til knuseranlegget på Storforshei i store trucker som kan ta inntil 170 tonn malm.

Transportlengden for truckene fra Ørtfjell er ca. 10 km, eller mer enn det dobbelte av den gjennomsnittlige transportlengde for bruddene ved Storforshei. I tillegg vil vinterproblemer umuliggjøre malmkjøring anslagsvis 14 uker hvert år, og dette vil kreve et stort kostbart mellomlager.

Ny knuser i Ørtfjell kombinert med jernbanetransport vil redusere transportkostnadene med ca. 5 kr. pr. tonn råmalm. I tillegg vil man få større driftssikkerhet. Kostnadsforskjellen truck/jernbane pr. tonn pr. km fremgår av følgende forholdstall:

Jernbanetransport	1,0
170 tonns truck	2,7
85 tonns truck	4,4

## Litt historie

Jernmalforekomstene i Rana har vært kjent og skjerpet fra 1600-tallet. Svenske interesser sto for skjerping og undersøkelse av de viktigste forekomstene i Dunderlandsdalen fra 1880.

Grunn ble ervervet til utskipningssted i Gullsmedvik og jernbane til malmfeltene ved Storforshei.

I 1899 ble samtlige malmrettigheter, eiendommer og utstyr solgt til Edison Ore Milling Syndicate, som var opprettet for å utnytte en oppfinnelse av Thomas

Alva Edison for anriking av jernmalm.

For å gjennomføre utbygging og drift av malmforekomstene, ble det engelske selskapet Dunderland Iron Ore Co. Ltd. (DIOC) stiftet i 1902. Selskapet bygde den ca. 25 km lange jernbanen mellom Mo og Storforshei.

Under krigen ble banen beslaglagt av tyskerne, den 1.1.1947 ble DIOC's aktiva og passiva, herunder jernbanen, hjemkjøpt av Staten.

Sammenknytningen av Nordlandsbanen med Dunderlandsbanen ble påbegynt i 1923 som nødsarbeid. Arbeidene ved utvidelsen av den store jordskjæringen, Gullsmedvikskjæringen, vil være kjent for mange NSB-ansatte.

Under anlegget gikk det den 19.7.1925 et stort ras. 28.1.1949

inntraff to nye store ras i Gullsmedvikskjæringen.

Etter en anleggsvirksomhet av store dimensjoner ble den første last jernmalm skipet fra Mo i Rana høsten 1906. Tekniske vanskeligheter og dårlige konjunkturer førte imidlertid til at driften ble uregelmessig og ubetydelig.

Rana Gruber ble stiftet i 1937 av A/S Sydvaranger, som hadde tysk aksjemajoritet.

I 1945 overtok Staten de tyske aksjer både i A/S Sydvaranger og Rana Gruber. Samtlige aksjer ble overtatt av Staten i 1951, og i 1961 gikk selskapet inn i Norsk Jernverk A/S.

Til nå er det brutt 47 mill. tonn malm, som er videreforedlet til 17 mill. tonn slig.

Allerede ved planleggingen av det nye gruveanlegget på slutten av 1950-tallet ble knuser- og jern-

baneanlegg ved Ørtfjell vurdert som alternativ til Storforshei. Selv om malmreservene ved Ørtfjell er meget større enn de var ved Storforshei, ble sistnevnte sted valgt. Det var lettere og billigere å bryte og opprede malmen fra Ørtvannsforkomsten ved Storforshei.

For anleggene ved Storforshei ble også flere alternativer vurdert. Siv.ing. Sundsvalen var med på å vurdere underjordsdrift og alternativ transport til jernbane.

Sidesporanlegget ved Storforshei inkl. 90 m bro over Ranaelva ble prosjektert av Sundsvaens firma. Sundsvaens tidligere kolleger ved NSB's brukontor var engasjert til detaljberegninger og tegninger.

### Ørtfjell knuseranlegg

Rana Gruber satte i gang åpningsarbeidene i Ørtfjell dagbrudd i 1974 med omfattende diamantboringer. Man innledet dessuten et samarbeid med Geologisk institutt ved NTH.

Høsten 1975 hadde Rana Gruber klar et utkast til forprosjekt for jernbaneanleggene. Dette ble bearbejdet videre av Sundsvalen og lagt frem for NSB, Trondheim distrikt.

Den byggetekniske detaljprosjekteringen av knuseranlegget inklusive jernbaneanleggene startet først våren 1980. Men før det var det altså gjort omfattende bergtekniske undersøkelser, både av dagbruddet og mulige plasseringer av den store malmsiloen i fjellet over jernbanestollen.

Knuseranlegget som helhet var selvfølgelig også vurdert og innarbeidet i den nye langtidsplanen til Jernverket.

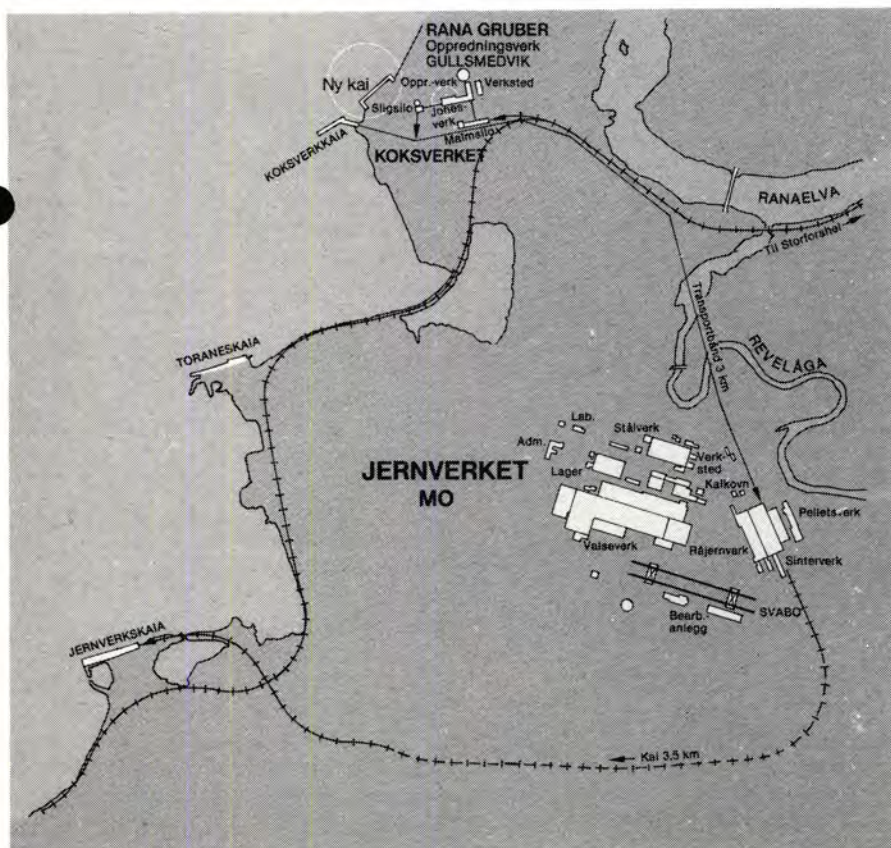


Fig. 2. Fra oppredningsverket i Gullsmedvik går den ferdige sligen på transportbånd til Jernverket. Fra Jernverket transporteres de ferdige stålproduktene med jernbane til Jernverkskaia.

Bevilgningene til Jernverket ble behandlet av Stortinget i juni 1980, og Ørtfjell knuseranlegg ble vedtatt utbygd av Jernverkets styre og bedriftsforsamling i november 1980.

Kostnadsrammen var på ca. 150 mill. kr. inkl. prisstigning frem til 1983. Herav utgjør byggetekniske arbeider ca. 110 mill. kr. Maskininstallasjoner i knuserbygning og silo, el-anlegg og VVS utgjør ca. 35 mill., mens konsulentonorarer, administrasjon og byggeledelse står for 6 mill.

Den nye grovknuseren har en inntaksåpning på 1,52 m og en årskapasitet på ca. 6 mill. tonn mot 3,5 mill. tonn for knuseren i Storforshei. Knuseranlegget er derfor ikke kapasitetsbegrensende ved en eventuell økning av råmalmproduksjonen til f.eks. 5 mill. tonn pr. år. Malmen knuses ned til stykkstørrelse under 250 mm.

Malmsiloen ble drevet i glimmerskifer med høyt bergtrykk. For å redusere kostbart sikringsarbeid i form av bolting og sprøytebetong, er det valgt et romboedrisk tverrsnitt mot vanligvis sirkulært. Som man vil se på perspektivtegningen av siloen, er dessuten hovedaksene dreid to ganger, ved kote 190 og 280. Geologisk konsulent for siloen er prof. Selmer-Olsen ved NTH.

Høyden fra jernbanespor til toppen av knuserbygningen er 217 m. Selve siloen er 140 m høy og har tverrsnitt på 16 x 22 m og et volum på ca. 50 000 m<sup>3</sup>. Dette tilsvarer 100 000 tonn malm, som vil holde for 1 ukes drift på oppredningsverket med en råmalmpåsetning 5 mill. tonn pr. år.

Jernbanestollen er drevet etter NSB's tunnelprofil med et tverrsnitt på 30 m<sup>2</sup>. Strekningen innenfor siloen har plass for 44 malmvogner.

NSB's generelle retningslinjer sier at i lange tunneler skal det anordnes personalnisjer med en maksimal innbyrdes avstand på 200 m.

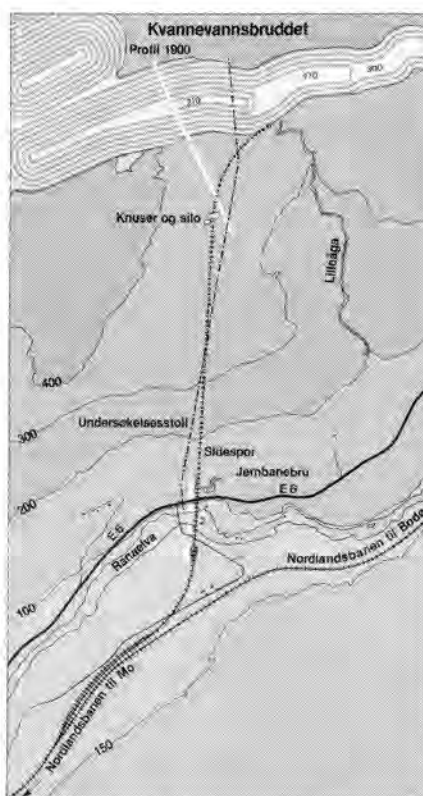


Fig. 3. Ørtfjell knuseranlegg. Oversiktskart med østre del av bruddet, knuser, silo og sidespor. Anlegget omfatter knuser, silo med uttappingsarrangement, jernbanestoll, bro over Ranaelva og E6 og stasjonsområdet.

Av driftsmessige grunner i anleggstiden har imidlertid utførende entreprenør valgt å plassere nisjene så tett som med 120 m avstand. De ble også gjort vesentlig større enn det NSB krever.

Broen omtales i eget avsnitt. Hovedentreprenør for alle byggetekniske arbeider med unntak av broens ståloverbygning og sporanleggenes overbygning er Ing. T. Furuholmen. Tilriggingen begynte i mars 1981.

#### Jernbaneanlegget

Som tidligere nevnt utgjør jernbaneanlegget ca. 50 mill. av de omtalte 110 mill. kr. i byggetekniske arbeider.

Disse 50 mill. fordeler seg således:

Jernbanestoll	ca. 25 mill.
Bro	ca. 11 mill.
Grunnarbeider for sporet	ca. 4 mill.
Sporoverbygning og jernbanetekniske installasjoner	ca. 10 mill.

Entreprenør for broens ståloverbygning er Alfr. Andersen Mek. Værksted og Støberi A/S. Arbeidene på anleggsstedet foregikk i tiden jan.—juli 1982.

Entreprenør for sporoverbygningen er svenske Persöner Spårteknik AB. Anbud ble også innhentet fra Swedish Rail System AB.

Skinneleggingen i fjellet utføres i april 1983, mens arbeidene i dagen ble utført 1. august—ca. 1. november 1982.

I sistnevnte arbeider inngår også 3 ukers arbeid med graving av 750 m kabelgrøfter.

Sporveksel nr. 1 er lagt inn av NSB.

Persöner var forøvrig også sporentreprenør for den tidligere nevnte sporutvidelsen ved oppredningsverket i Gullsmedvik. Her la de 70 m spor.

Konsulenter for de byggetekniske arbeider for jernbane- og knuseranlegg er Sundsvalen og Melby A/S.

Vi har hatt et godt samarbeid med NSB under planleggingen av jernbaneanlegget og fått verdifulle råd fra Prosjektkontoret og Brukontoret ved Hovedadministrasjonens Baneavdeling.

Siv.ing. O. Kummeneje har utført grunnundersøkelser og ytet geoteknisk bistand for sportraséen sør for Ranaelva. Rana Gruber har selv utført fjellkontrollboringer for profundamentene samt, som tidligere nevnt, omfattende bergtekniske undersøkelser.

Byggherren står forøvrig selv også som el-konsulent for hele anlegget. Dette inkluderer strømtilførselen til sørsiden av Ranaelva.

Planleggingen av kabelanlegget for sporvekslene, belysning og stasjon er imidlertid utført av sporentreprenøren i samråd med NSB, Trondheim distrikt og Rana Gruber.

«Stasjonsbygningen», som er enklest mulig, er ført opp av NSB. Den er en Moelvenbrakke med de nødvendige bekvemmeligheter og hjelpemidler. Signalanlegg og sikring av sporveksel 1 og 4 er tatt hånd om av NSB.

Skinnegangen er helseveist på spennbetongsviller i pukkballed. Overbygningsklasse er «Dunderlandsbanen, S49—600». Svillene, som altså har en senteravstand på 600 mm, har pandrolskinnefeste. Pukken er NSB-pukk fra Lønnsdal på Saltfjellet.

Sporet er bygd uten skinnisolasjon og isolerte skjøter, men en eventuell senere overgang til CTC (fjernstyring fra Mo stasjon) er forberedt ved at det er gravd ned trekkerør for kabler. Det er plassert i alt 7 stk. kabelbrønner med innbyrdes avstand ca. 150 m.

Sporvekslene er bygd uten drivmaskineri, men med sporvekselvarme (60 V anlegg). Manuell be-

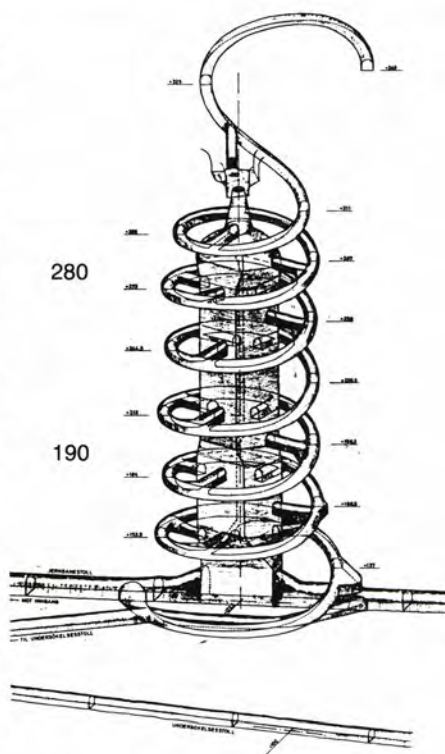
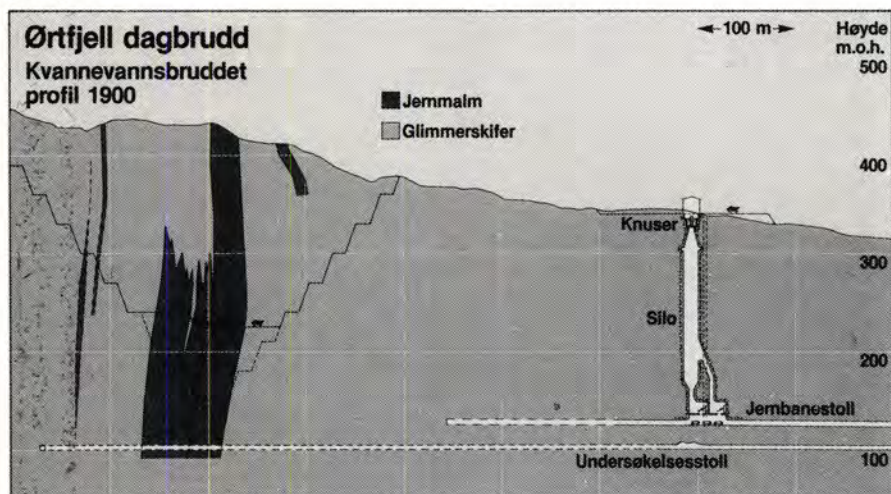


Fig. 5. Perspektivtegning av malmsiloen. Spiralveien rundt siloen tjener som atkomstvei fra knuser til lasteanlegget under siloen. I anleggsperioden er den i tillegg atkomstvei for driving av siloen. Dessuten funksjonerte den som spenningsutløser før driving av siloen.

tjening av sporveksel 1 og 4 utføres av stedlig stasjonsbetjening, øvrige sporveksler legges om av togpersonalet.

Det er anlagt et sikringsspor fra sporveksel 4. Herved kan skifting ved krysningssporet foregå uavhengig av toggangen på Nordlandsbanen uten å risikere utilsiktet utkjøring på hovedlinjen.

Fig. 4. Profil 1900. Beliggenheten er vist på fig. 3.



Det andre uttrekkssporet er et hensettingsspor for godsvogner. Ved alle tre sporender settes det opp friksjonsstoppbukker. For belysning nyttes som standard 8 m master og 250 W høytrykk NA lamper, styrt over fotocelle.

Ved lastning av vognene under siloen foretas veiing og kontroll i et automatisert anlegg.

Lastingen og veiingen skjer mens toget er i fart, inntil 10 km/h. Vekten betjenes fra eget kontrollrom.

Kontroll av toghastighet skjer ved fotocelleanlegg.

Sporendene mot vektgruppen er fastholdt av 5 stk. faststøpte Hey-Back plater. Fastholdingskraften pr. skinne er liten, da temperaturvariasjonene 1100 m inne i fjellet er små.

Skinnene er sveist med manuell buesveising med smeltende, dekket elektrode.

Ørtfjell stasjon skal ha betjening døgnet rundt. NSB har i den forbindelse pusset opp 2 gamle vokterboliger fra den opprinnelige Ørtfjell stasjon til høvelig husvære for dem som skal tjenestgjøre der.

### Sportrasé

Som vist på oversiktsplanen av sporet, går det parallelt med Nordlandsbanen ca. 700 m. På denne strekningen går det horisontalt og i en høyrekurve med radius 900 m. Her er også innlagt et krysningsspor med krysningsslengde 508 m.

Krysningssporet skal benyttes som omløpsspor for lokomotivene. Når det tomme vognsettet er

kommet innenfor middelmerkene ved omløpssporet, koples lokene fra. Deretter kjører lokene tilbake på omløpssporet og kommer inn bak malmvognene. Dermed vil lokene være i front av toget når det kjører ut av stollen med fulle malmvogner. Omløpssporet skal ikke benyttes til krysning av tog, da det ikke vil bli aktuelt å kjøre med mer enn ett togsett på sidesporet. Med 44 vogner à 10,6 m, total lengde 466,4 m, er det 41,6 m til overs for manøvrering og stopp, hvilket er rikelig.

Sporet fortsetter i 172 m rett strekning før en venstrekurve med radius lik 400 m. Kurven er lagt uten overhøyde p.g.a. de lave toghastighetene vi allikevel vil ha. Maks. hastighet i kurven vil være bestemt av andre forhold. Man kommer til å sette tillatt

hastighet gjennom hovedvekselen (sporveksel 1) forholdsvis lavt. Dermed vil en begrense slitasjen på denne sporveksel, hvor de full-lastede malmvogner kjører i avvik. Pr. i dag er det derfor realistisk å regne med at hastigheten gjennom kurven ikke vil bli høyere enn 30 km/h.

Maks. stigning for sporet i retning Mo er 4 ‰. Minste radius for vertikalkurvene er 1500 m. Man har imidlertid søkt å anvende vertikalkurveradius lik 2000 m og 5000 m der det enkelt har latt seg gjøre.

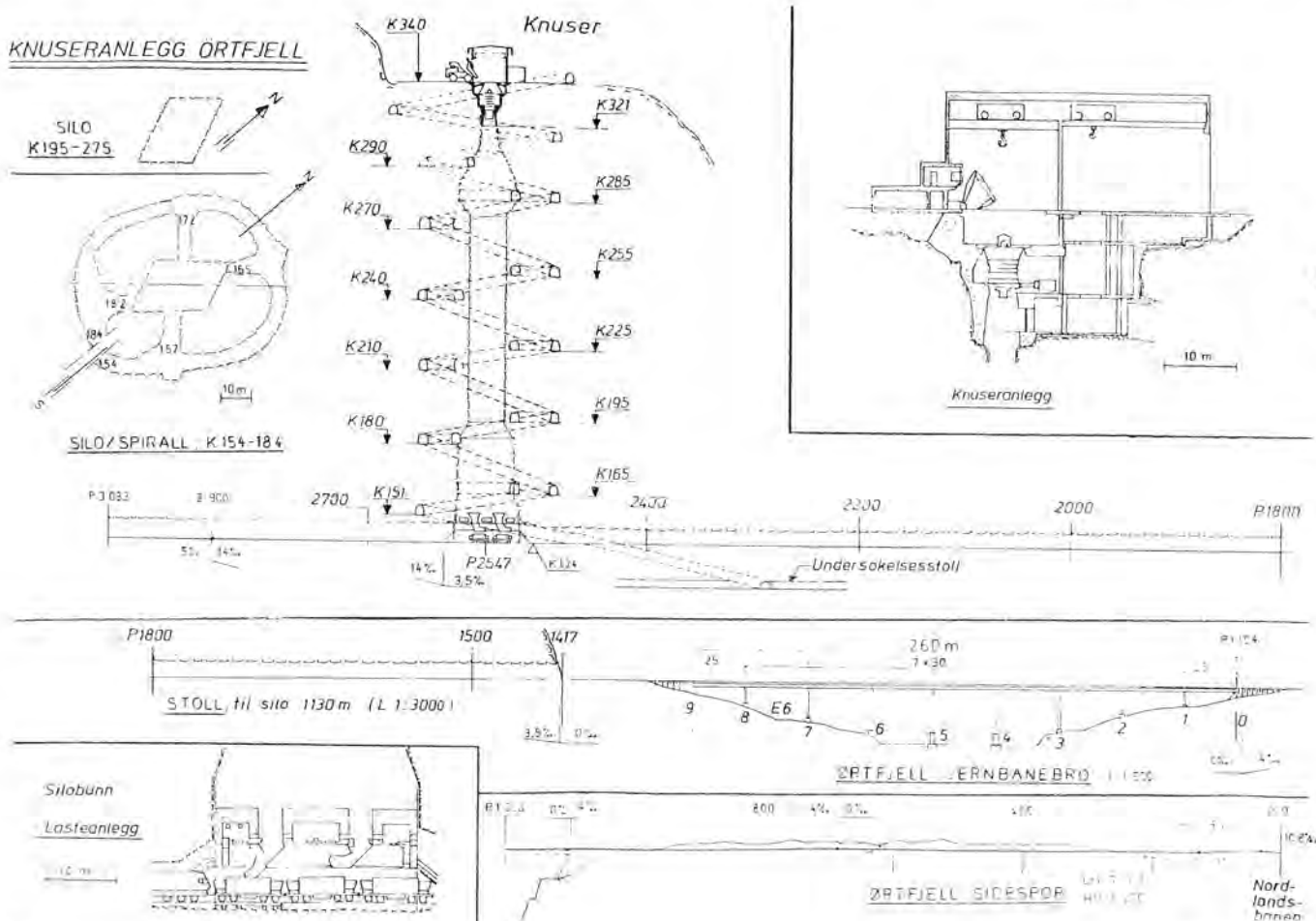
På sørsiden av Ranaelva går sporet i forholdsvis brukbar morenegrus. Man har dermed kunnet bruke de stedlige massene i fyllingene. Det har ikke vært behov for spesielle frostsikrende tiltak. Sporet går dessuten i en fjell-

skjæring over en strekning på 160 m. Massene herifra har en bl.a. anvendt i den høye landkarfyllingen for broen og ved stikkrennene.

### Jernbanebroen

Broen er 260 m lang med 7 spenn à 30 m og 2 endespenn à 25 m. Det er en kontinuerlig bjelkebro med ståloverbygning. Ståloverbygningen består av fire platebærere som er levert fra Jernverkets helautomatiske sveiseanlegg. Alt armeringsstål i broen og i anleggets øvrige betongkonstruksjoner er selvfølgelig også levert fra Jernverket.

Fig. 6. Tverrsnitt av knuseranlegg med lengdesnitt av sidesporet.





På stålbjelkene hviler et plassstøpt betongtrau for gjennomgående ballast. Søylene er høye (inntil 30 m) og slanke og følger med i temperaturbevegelsene. Alle fundamenter er ført til fjell. De beregningsmessige bremskrefter på 300 tonn føres gjennom betongtrauet i hele broens lengde inntil fast forankring ved det nordre landkaret.

Utmatting er dimensjonerende for stålbjelkene. Det er regnet med inntil 100 000 togpasseringer. Vanligvis skal det regnes 2 mill. lastsykler for jernbanebroer. For denne broen har man imidlertid kunnet fravike dette da maksimal levetid og maksimalt antall togpasseringer er kjent.

Da detaljprosjekteringen av broen startet, var det allerede fastlagt at overbygningen skulle være i stål. Ved utarbeidelsen av anbudet ble det imidlertid som kontroll medtatt et alternativ med tradisjonelt selvberende ballasttrau utført som en kontinuerlig spennbetongbjelke og meget likt f.eks. den nye jernbanebroen ved Jessheim.

Prisen for broen ligger i overkant av 40 000 kr/m. Dette kan synes noe høyt og skyldes flere forhold. Broen inngår som en del av det totale anlegg og utførende entreprenørs pris på broen sett isolert lå vesentlig over billigste anbud. Det bør også nevnes at landkarene måtte bli dyre både p.g.a. stor høyde og den tidligere nevnte forankring for bremskrefter.

#### Litteratur

1. Ryssdal, Ketil: Ny grovknuser til Ørtfjellmalmen med sidespor til Nordlandsbanen. (Jernverkets bedriftsblad) Vårt Verk 3-80.
2. Bergverk 1975, s. 86—95. Jubileumshefte for Bergingeniørforeningen og Bergindustriforeningen.
3. Stortingsproposisjon nr. 88-1979/80. Om A/S Norsk Jernverk.

4. Meddelelser fra NSB, des. 1929. Gullsmedvikskjæringen.
5. Grunnundersøkelser, Gk 2097. 1—3: Gullsmedvikskjæringen. NSB, Geoteknisk kontor 28.1.57.
6. NSB: Overbygningsnormaler.
7. NSB: Lærebok for linjepersonalet, del 1 og 2.
8. NSB: Arealplanlegging og industrispor. Sept. 1972.
9. NSB: Trykk 302. Banetekniske forutsetninger for togfremføringen.
10. NSB: Beregningsgrunnlag for nye jernbanebruer. Belastningstoget av 1977.

Flere av figurene er hentet fra Rana Gruber og Jernverket og gjengitt med tillatelse fra disse bedrifter.

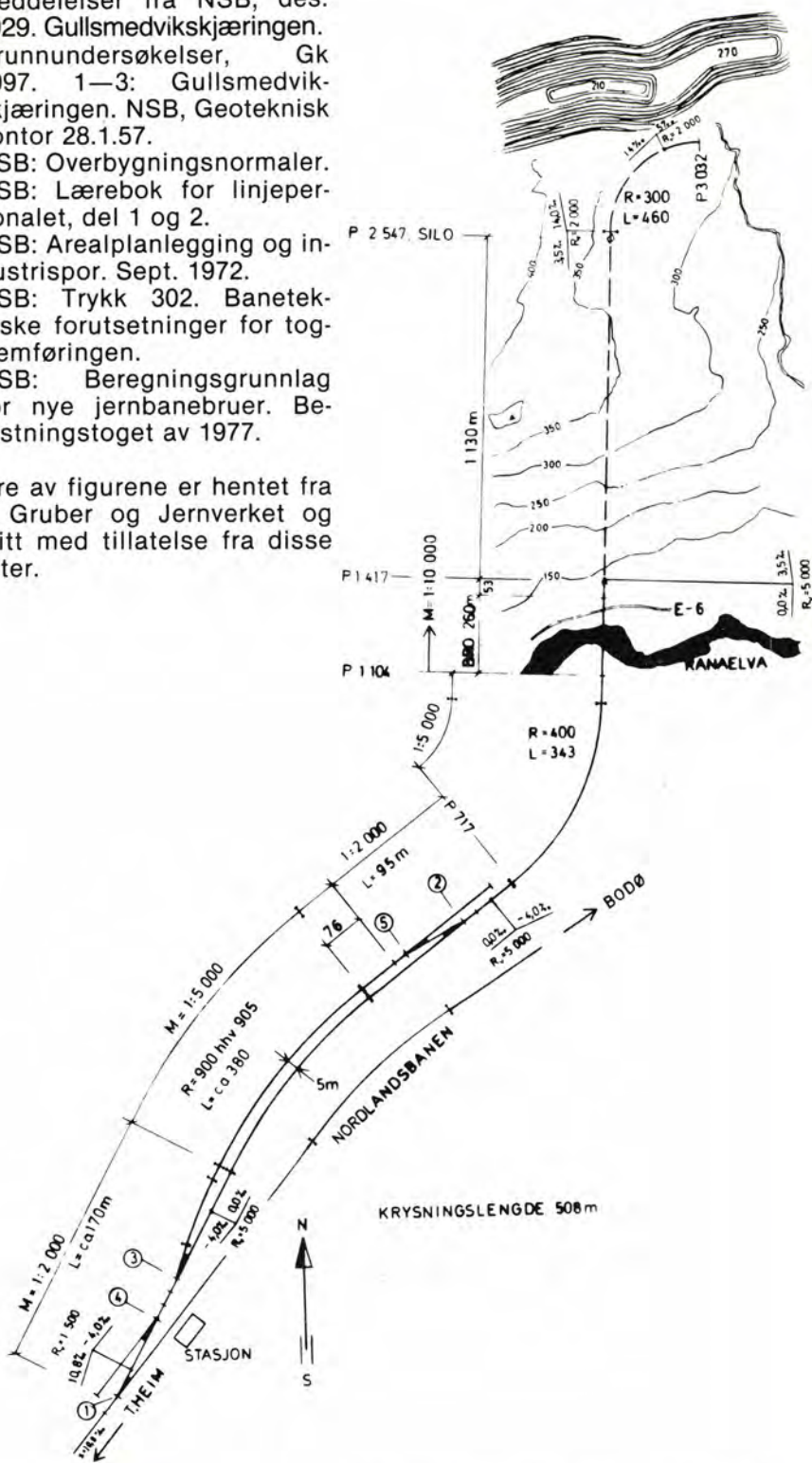


Fig. 7. Sportrasé. Oversiktsplan, ikke i målestokk.

# Bruer over Beisfjord og Tjeldsund

Av siv.ing. Thorbjørn Taugbøl og siv.ing. Tore R. Gjalme, Taugbøl og Øverland A/S

Høsten 1981 bevilget Stortinget 3 mill. kr. for en nærmere vurdering av de mest dominerende postene i kostnadsoverslaget for Nord-Norgebanen, bl.a. postene for bruene over Skjomen, Beisfjorden, Rombakstraumen og Tjeldsundet. I den forbindelse ble Konsulentfirmaet Taugbøl og Øverland A/S engasjert for å vurdere de mest hensiktsmessige løsninger og utarbeide foreløpige forprosjekter med tilhørende kostnadsoverslag for nevnte bru.

Nedenfor gis korte utdrag av konsulentfirmaets rapport vedrørende bruene over Beisfjorden og Tjeldsundet. Tilsvarende utdrag for bruene over Skjomen og Rombakstraumen blir gitt i et senere nummer av NSB-teknikk.

## Beisfjord jernbanebru

Den foreslåtte trasé for jernbanen Fauske—Narvik forutsettes å krysse Beisfjorden ved Millerjord—Fagernes syd for Narvik. Jernbanetraséen er ved brustedet parallell med E6, se fig. 1 og kart i NSB-teknikk nr. 1/1982 side 8.

Vegbrua for E6 består av i alt 18 spenn og er 375 m lang. Brua har et bevegelig spenn som kan åpnes for skipstrafikk til og fra Beisfjorden. Bredden på seilløpet er 11,0 m. Brua åpnes for skipsstrafikk et par ganger i året, vesentlig for lekertrafikk med sand og grus.

Beisfjord jernbanebru er forutsatt bygd som fast bru, uten bevegelig spenn. Den frie høyden over høyeste høyvann (HHV) er forutsatt 17,0 m.

Narvik kommune har i foreliggende forslag til reguleringsplan for Fagernes-siden (nordsiden) reservert en 20 m bred gate for Nord-Norgebanen. Tilstøtende arealer er regulert til industri. På Millerjord (sydsiden) er området rundt traséen allerede delvis utbygd med industri.

Med foreslått trasé og seilløp blir brua ca. 1238 m lang med bru-banen beliggende 23 m over sjøen og for en stor del ca. 20 m over tilstøtende områder på land. Brua vil derfor virke meget dominerende i et bebygd område.

Ved valg av brutype pekte bjelkebru med konstant konstruksjonshøyde seg ut av flere grunner, bl.a.:

- Bjelkebru med konstant høyde vil virke enkel og minst mulig dominerende i forhold til omgivelsene.
- Bygge- og anleggs-teknisk ligger forholdene godt til rette for en systematisk og rasjonell bygging av mange like bruspenn.

Stålbjelkebru kontra betongbjelkebru ble vurdert. Betongbru ble foreslått av flere årsaker, bl.a.:

- Betongbru ble ansett som billigst, forholdene tatt i betraktning.
- Bedre dempning av støy fra jernbanen.
- Forholdene ligger godt til rette for systematisk bygging/støping, f.eks. med skrittvis flyttbart stillas.

For å få et mest mulig åpent og fritt perspektiv under brua har en lagt vekt på å få relativt lange spenn, med andre ord: Unngå en skog av pilarer. Den økonomisk optimale spennvidde er imidlertid vurdert: Hvor brua er forutsatt fundamentert på peler ble ca. 60 m spenn funnet å være økonomisk optimalt. På Fagernessiden, hvor det er forutsatt sålefundamentering, ble den økonomisk optimale spennvidde beregnet til i underkant av 40 m. Som det fremgår av fig. 1 foreslås følgende spennvidder, i alt 26 spenn, regnet fra Millerjordsiden:

$$2 \times 37,0 \text{ m} + 11 \times 60,0 \text{ m} + 11 \times 40,0 \text{ m} + 2 \times 32,0 \text{ m} = 1238 \text{ m.}$$

Brubjelken er forutsatt utført med kassetversnitt og spennarmert (spennbetong).

Brubjelken er forutsatt oppdelt i seksjoner ved hjelp av dilatasjonsfuger i maksimalt 200 m avstand. Ved dilatasjonsfugene benyttes vanlig dilatasjonsanordninger for skinnene (glideskjøter) med tillatt bevegeslengde 200 mm.

Sporet er forutsatt lagt i gjennomgående ballast.

Det er forutsatt 2 forskjellige høyder på kassebjelken, 3,5 m i 60 m-spennene og 2,35 m i 40 m-spennene. Overgangen i bjelkehøyde ligger omtrent ved strandlinjen på Fagernessiden.

Det er foreløpig ikke utført grunnundersøkelser for jernbanebrua. Forsprosjektet bygger på de undersøkelser som tidligere er utført for vegbrua og for industriutbyggingen på Millerjord. Pilarer er delvis forutsatt fundamentert på 15 m lange betongpeler og delvis på såle på løsmasse eller fjell.

Kostnadsoverslaget er beregnet ekskl. kostnader til grunn, ballast, skinner og sviller, samt merverdiavgift:

	mill. kr.
A. Byggherrens prosjekt-administrasjon, grunnundersøkelser, prosjektering og byggeledelse	9,0
B. Byggekostnader	68,0
Sum	77,0

For A + B utgjør kostnaden kr. 62 197,— pr. m bru.

## Tjeldsundet jernbanebru

Den foreslåtte traséen for jernbanen Bjerkvik—Harstad krysser Tjeldsundet på bru mellom Fjeldal på fastlandet og Sandtorg på Hinnøya.

Tjeldsundet, som er en viktig del av kystleden, har stor skipsstrafikk med fartøyer inntil ca. 20 000 tonn deplasement.

Riksvei 19 krysser i dag Tjeldsundet lenger nord i sundet. Vegbrua, som er en hengebru med 290 m spennvidde, har en fri høyde over HHV på 41 m i 110 m bredde. Denne frie bredden og høyde på seilløpet er også lagt til grunn for forprosjektet for jernbanebrua.

Et godt planlagt seilløp kan imidlertid ikke forhindre at fartøyer kan komme ut av kurs og kollidere med viktige bruelementer. I de senere år har det rundt om i verden skjedd en rekke alvorlige ulykker fordi bruer er påseilt av fartøyer. De fleste av oss har Tjørn-ulykken i Sverige i 1980 i friskt minne.

Av aktuelle tiltak mot påseilingsrisiko nevnes:

- Tiltak som eliminerer risikoen: Lokalisere bruelementene slik at skip ikke kan seile på dem, f.eks. ved å sette pilarene tilstrekkelig langt inn på land (eks. den nye Tjørn-brua). For Tjeldsundet jernbanebru vil dette medføre urimelig store kostnader. Bygge tilstrekkelig store kunstige øyer rundt de utsatte pilarene. For Tjeldsundet jernbanebru er tiltaket vurdert som alternativ 3. Skal tiltaket fullt ut eliminere påseilingsrisikoen må øyene bygges meget store og kostbare. De vil også kunne medføre uakseptable endringer i miljøet, f.eks. økning av tidevannstrømmene m.m.

- Tiltak som reduserer påseilingsrisikoen:

Øke seilløpets størrelse.

Bedre navigasjonsforholdene for skipstrafikken.

Forsterke lostjenesten, legge restriksjoner på gjennomseiling i dårlig vær, påby slepebåt for fartøyer som medfører risiko.

- Tiltak som reduserer konsekvensene av påseiling:

Beskytte de utsatte bruelementene med fendere.

Montere signalanlegg som varsler trafikken på brua når påseiling/skade har inntruffet.

Dimensjonere de utsatte bruelementene for påseilingslast slik at de kan tåle påseiling av et dimensjonerende fartøy uten få brudd eller skadelige deformasjoner.

Forprosjektet for Tjeldsundet jernbanebru er beregnet for 3 alternative tiltak mot påseilingsrisiko:

Alt. 1. Pilarene dimensjoneres ikke for påseilingslast.

Alt. 2. Pilarene dimensjoneres for å kunne motstå last fra påseiling av et dimensjonerende fartøy. Størrelsen på dimensjonerende fartøy er vurdert for hver enkelt piler avhengig av tilgrensende vanddybder. Hovedpilarene, på begge sider av seilløpet, er beregnet for en påseilingslast langs seilløpet på 30 000 kN eller 25 000 kN vinkelrett seilløpet.

Alt. 3. Pilarene er ikke dimensjonert for påseilingslast. Hovedpilarene er imidlertid forutsatt beskyttet med steinfyllinger på begge sider av seilløpet.

Det foreslåtte forprosjekt for Tjeldsundet jernbanebru er vist på fig. 2. Brua blir stor og domine-

rende, 2250 m lang med brubanen inntil 52 m over sjøen. Norges lengste bru i dag, motorvegbrua for E18 gjennom Drammen, er 1890 m lang, så Tjeldsundet jernbanebru blir eventuelt ny Norgesrekord med god margin.

Som det fremgår av fig. 2 og 3 foreslås brua bygd som betongbjelkebru med spennarmert kassetvernsnitt. Sidespennene foreslås bygd med konstant høyde som for Beisfjord jernbanebru. Hovedspennene med tilhørende sidespenn, til sammen 500 m bru, foreslås med variabel høyde og bygd ved hjelp av den såkalte «fritt frembygg-metoden».

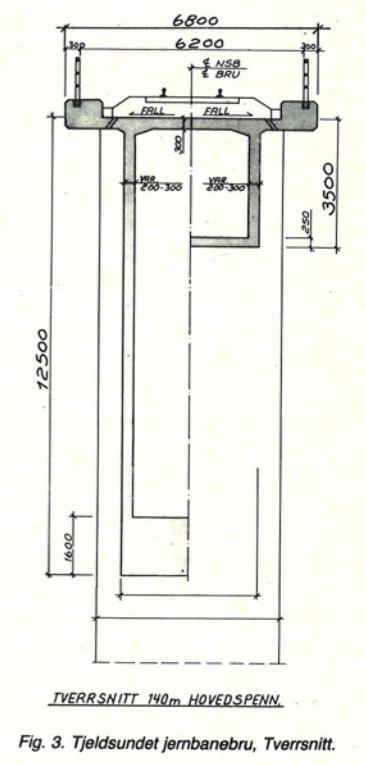
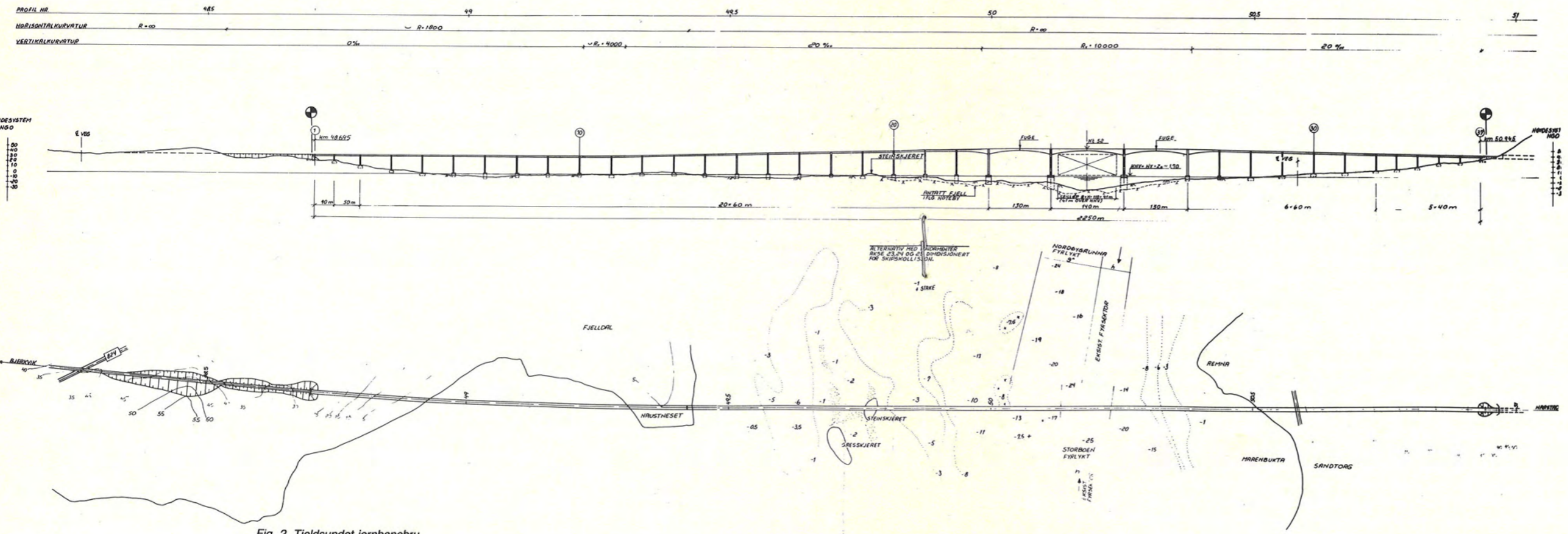
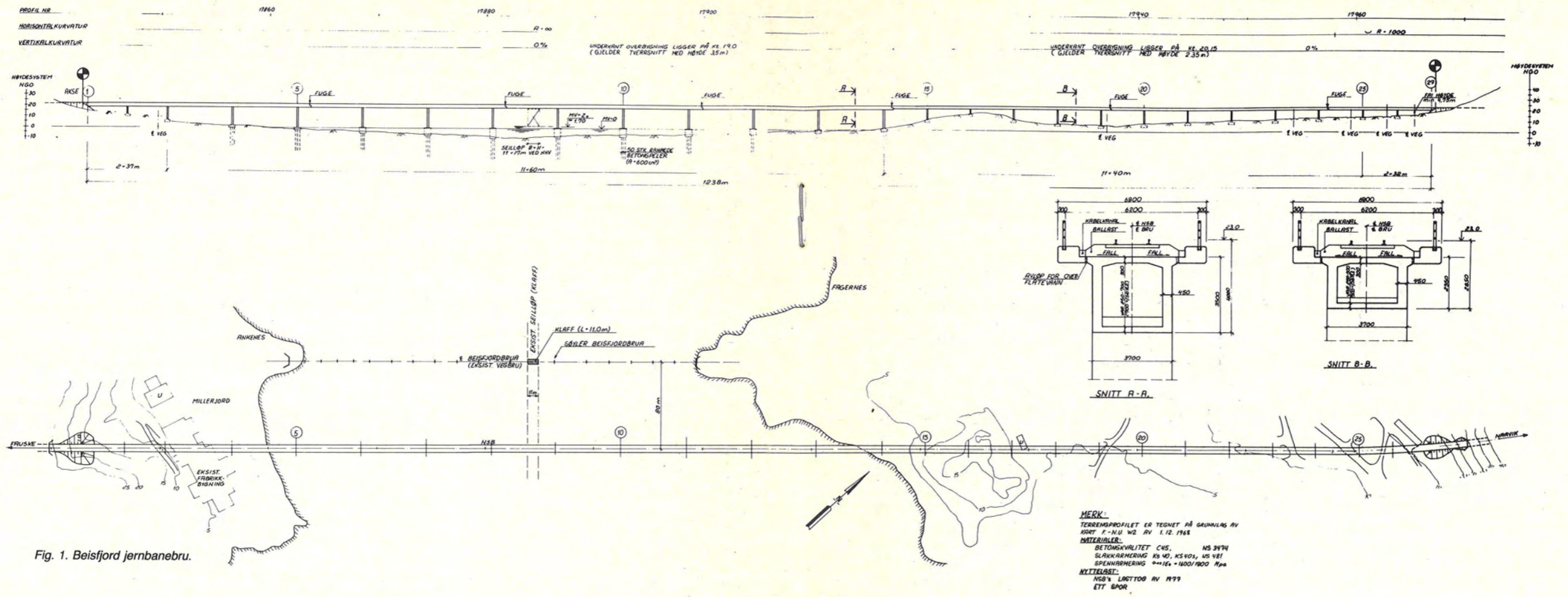
De argumenter som er nevnt foran vedrørende den foreslåtte brutype for Beisfjord jernbanebru gjelder også for Tjeldsundet jernbanebru. Gode grunnforhold og påseilingsrisiko av fartøyer tilsier dessuten at en kan (bør) velge en tung brutype (betong).

Regnet fra Fjelldal-siden mot Sandtorg foreslås brua bygd med følgende spennvidder:

$$40,0 \text{ m} + 50,0 \text{ m} + 20 \times 60,0 \text{ m} + 130,0 \text{ m} + 140,0 \text{ m} + 130 \text{ m} + 6 \times 60,0 \text{ m} + 5 \times 40,0 \text{ m} = 2250 \text{ m}.$$

Kostnadsoverslagene er beregnet ekskl. kostnader til grunn, ballast, skinner og sviller, samt merverdiavgift:

	Alt. 1	Alt. 2	Alt.3
A. Byggherrens prosjekt-administrasjon, grunnundersøkelser, prosjektering og byggeledelse	15,0 mill. kr.	17,0 mill. kr.	15,0 mill. kr.
3. Anleggskostnader — for bru — for steinfyllinger	140,0 mill. kr.	160,0 mill. kr.	140,0 mill.kr. 15,0 mill. kr.
<b>S u m</b>	<b>155,0 mill. kr.</b>	<b>177,0 mill. kr.</b>	<b>170,0 mill. kr.</b>
Enhetskostnad pr. m bru:	kr. 68 900,—	kr. 78 670,—	kr. 75 555,—



# Statens tilsyn med privatbaner og taubaner i etterkrigstiden

Av overing. Otto Gunvaldsen

*Redaksjonsutvalget i NSB-tek-nikk har bedt pensjonert overing. Otto Gunvaldsen — Tilsynshavende fra 1946 til 1980 — om å skrive litt om det grunnleggende arbeid med forskrifter for jernbaner, taubaner, kabelbaner og skitrek, som basis for tilsynsvirksomheten i NSB.*

I 1954 påla Samferdselsdepartementet Hovedstyret for NSB å utarbeide forskrifter for bygging av taubaner og skitrek. Det samme hovedstyre var tidligere ved kgl. res. av 18. nov. 1932 tillagt en tilsynsplikt for slike baner med autoritet etter jernbaneloven av 7. sept. 1854.

Statens tekniske kontroll med konsesjonerte private baner var tidligere ordnet, i eller utenfor departementet, hvor den nødvendige sakkyndighet måtte finnes. Man kan lese i gamle folianter at Styrelsens maskindirektør Oxaal takker for utnevnelsen som Tilsynshavende for private baner i et brev av 22.10.1897 til arbeidsministeren, statsråd Stang-Lund. Oxaal hadde jobben til 1908 da Chefen for Jernbaneundersøkelsen overtok som Tilsynshavende, først overing. Rostad til 1928, deretter overing. Nissen til 1928 da Jernbaneundersøkelsen opphørte etter sin 56-årige tilværelse.

I Hovedstyret — senere Hovedadministrasjonen — har Tilsynshavende vært innlemmet i Baneavdelingen og underlagt Bane-direktøren.

Like etter frigjøringen, med få private jernbaner og taubaner i virksomhet, var stillingen kombinert med andre gjøremål av teknisk-økonomisk art innen Baneavdelingens alminnelige kontor hvis sjef, overing. Falck-Ytter, utarbeidet den første instruks for tilsynet.

50-årene innledet en ny epoke i tilsynets historie da nye transportformer, særlig basert på bruk av ståltau og mindre på skinner, meldte seg. Vi fikk riktignok en

rekke nye konsesjoner på jernbaner, bl.a. i forbindelse med Oslos nye tunnelbaner og forstadsbaner, men i langt større grad konsesjoner på persontaubaner og skitrek.

Først i 1962 ble det etablert et selvstendig tilsynskontor innen Baneavdelingen, bl.a. med øket innsats på det beregningsmessige felt. EDB-programmer ble utarbeidet for analyse av kraftforløpet i statisk bestemte og ubestemte systemer ved hjelp av NSB's datamaskiner IBM 1401 og Univac 1107.

Hovedstyret hadde tidligere utarbeidet et forslag til foreløpige forskrifter for taubaner, kabelbaner og skitrek som ble godkjent av Samferdselsdepartementet 9.3.1951 — NSB trykk 398.

Forslaget bygget på de erfaringer man hadde høstet på eldre anlegg og delvis på mellomeuropeiske forbilder. Et engelsk forslag om å få i stand internasjonale forskrifter ble tatt opp og fremlagt for EEC's transportkomité i 1954 av Mr. Shields — som president i internasjonal forening av taubaneleverandører. Som er kuriosum kan nevnes at Mr. Shields' forslag var inspirert av et historisk dokument av jernbanepioneren George Stephenson i 1841 om sikkerheten ved jernbanetransport. Dokumentet ble presentert på 1. internasjonale taubanekongress som ble arrangert i Roma i 1957, og som førte til dannelsen av OITAF — en forening som omfatter alle interesser innen taubanetransport — med kollektive og individuelle medlemmer.

Imidlertid hadde statlige tilsynsorganer i Mellom-Europa i 1951 startet egne internasjonale tilsynsingeniør-møter for å utveksle erfaringer innen et fagområde under sterk utvikling.

Etter studiereise i Sveits ble Tilsynshavende invitert til å delta i disse møter av uformell karakter — første gang i Sveits i 1953. I møtene deltok også universitets- og høyskoleprofessorer.

På et møte i Milano tok Hovedstyrets representant i 1955 opp spørsmålet om internasjonale forskrifter. Forslaget falt i god jord, men spesielt fra fransk side ble det fremholdt at forskrifter på internasjonal basis nok ville kunne føre til diplomatiske forviklinger. Man ble derfor enig om å utarbeide internasjonale retningslinjer som senere ble akseptert av EEC's transportkomité i Genève i midten av 60-årene, etter at man på de årlige internasjonale tilsynsingeniørmøter var kommet frem til et forslag.

Av foranstående tør fremgå at byggeforskrifter ikke gjøres ferdig på dagen. En ulempe er også at så snart forskriftene er ferdige, er de også foreldet. Korreksjon og fornyelse må stadig skje i pakt med den tekniske utvikling.

Tilsynsingeniørens årlige møter (Internationale Tagung der Technischen Seilbahnaufsichtsbehörden, ITTAB) som gikk på omgang fra land til land, hadde derfor forskriftssaken på dagsordenen som fast post år etter år.

Basert på nevnte internasjonale retningslinjer og tilpasset norske forhold fremla Hovedstyret sitt forslag til norske byggeforskrifter som ble godkjent av Samferdselsdepartementet i mars 1966.

Antallet konsesjonerte baner var da kommet opp i 327 mot 18 i 1945.

Skitrek ble behandlet for seg og gitt visse spesialregler som ikke var tatt opp i de internasjonale retningslinjer.

Etter en 10-årig levetid ble forskriftene omarbeidet og fornyet med Samferdselsdepartementets godkjenning i februar 1976.

Avsnitt om stolheiser med faste klemmer og skitrek ble da også basert på anvisninger utarbeidet av Nordisk gruppe for løfteutstyr (fork. NGL) som innen taubanefaget etter finsk initiativ ble etablert i 1972 med det formål å samordne forskrifter i de nordiske land.

I forskriftsarbeidet må de en-



Narvik taubane, bygget av A/S Slepebaner, Oslo, i samarbeid med Müller, Sveits.

Kontroll av spenningen i tau ved å gi tauet et slag og registrere antall refleksjoner (stående svingninger) i et tidsrom.



kelte bestemmelser og utsagn, foruten å være presise, også bygge på en godtatt terminologi. Spørsmålet om taubaneterminologi ble tatt opp av Hovedstyrets representant på ITTAB-møtet i Nice i 1954, noe som førte til et omfattende arbeid med nasjonale betegnelser på enkelte konstruksjonsledd illustrert med system- og detaljtegninger etter østerriksk modell. Den Norske Ingeniørforenings Råd for teknisk terminologi ble engasjert i dette arbeid som ble avsluttet i 1970.

Spørsmål om risiko og sikkerhet sto naturligvis i forgrunnen på de årlige ITTAB-møter. I denne perioden intraff bl.a. følgende ulykker med katastrofal utgang:

I Mont d'Or 1965 og Valle Blanche 1966, Frankrike, i Betten 1972, Sveits, i Ulrikken 1974 og Honningsvåg 1974 hos oss og i Monte Cermis, Cavalese 1976, Italia. Alle ulykker og tekniske uhell, også uten personskader, ble drøftet med tanke på sikkerhetstiltak etter dokumentasjon fra de enkelte berørte land.

Hovedkonstruksjonselementet i taubaneteknikken — ståltauet — har vært spesielt i søkelyset etter at de moderne taukonstruksjoner kom på markedet i den tekniske ekspansjon i forrige århundre, særlig innen bergverksindustrien. Her i landet tok Bergverkenes Landssammenslutning opp spørsmålet om ståltauforskning på NTH i slutten av 50-årene. Materialprøvningsanstalten ved NTH (NTHM) og særlig den utpekte forsker, siv.ing. Joar Lyngstad gjorde et grunnleggende arbeid i forbindelse med utvikling av norsk utstyr for ikkedestruktiv prøving av ståltau (magnetinduktiv prøving).

I samarbeid med NTHM utarbeidet Hovedstyret bestemmelser om prøving av fabrikknye tau i de norske byggeforskrifter av 1966, herunder regler om magnetinduktiv prøving som senere ble utført av NTHM på alle større baner.

Feste av tau til kabin på pendeltaubaner har vært et særlig ømtålelig problem.

Etter ulykkene i Betten og Ulrikken som skyldtes innvendig korrosjon og utmatting i taufeste, kom de støpte skjøter i søkelyset. På det 26. ITTAB-møtet på Voss i 1976 demonstrerte dr. ing. Oplatka fra ETH i Zürich sin klemmeanordning, Klemmkopf, som senere ble valgt da Ulrikksbanen ble bygget opp igjen.

Et annet gammelt forskriftsproblem som henger sammen med taufeste, er fangbremsens være eller ikke være på pendeltaubaner — like aktuelt i 1953 som i 1983. I 1982-årgangen av Internationale Seilbahn Rundschau — ISR — kan man lese om forsøksvirksomhet i Frankrike i forbindelse med spørsmålet om å sløyfe fangbremse og øke sikkerheten ved å bruke to trekktau. Denne tekniske løsning er aktuell særlig ved store kabinbaner i tråd med tidens krav til effektivitet og kapasitetsøkning. Kabin størrelsen er nå begrenset til 126 passasjerer mot 50 i 1945.

ISR, det enerådende spesialtidsskrift for taubaner, teksten på

tysk, engelsk og fransk, kan forøvrig i år feire sitt 25-års jubileum. Leder av taubanetilsynet i det østerrikske samferdselsdepartement i en årrekke — nå pensjonert — prof. dr. Karl Bittner er teknisk redaktør.

Det stadig stigende antall anlegg skapte etter hvert behov for interessefellesskap med foreningsvirksomhet her i landet. Norske ski- og fjellheisers forening ble startet i slutten av 60-årene for å utveksle erfaringer på det driftstekniske og økonomiske felt.

Omtrent samtidig startet Luftforsvarets Forsyningskommando (LFK) informasjonsmøter for personalet på de anlegg som forsvaret hadde bygget på en rekke fjelltopper med kommunikasjonsutstyr, noe som beriket taubanemiljøet.

Spørsmål om krav til driftspersonale, teknisk utdanning og kursvirksomhet kom etter hvert i forgrunnen.

Til en viss grad var nok forskning på taubanefeltet noe stemoderlig behandlet hos oss. NTHM's innsats er nevnt. I slutten av 70-årene gikk Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd (NTNF) inn for å gi økonomisk støtte til et forsknings- og utviklingsprosjekt sammen med det aktive taubanefirma Hordaland Mek. Verkstad og det nyopnevnte tilsynsorgan Det norske Veritas etter initiativ fra siv.ing. Kåre Flatlandsmo. De forskere som har vært engasjert i NTNF-prosjektet har teoretisk og praktisk, særlig ved forsøk på HMV's prøvetaubane i Røyrlidi og på eksisterende og nybygde baner basert på risikoanalyser, skaffet verdifulle bidrag i bestrebelsene på å øke sikkerheten ved taubanetransport.

I forbindelse med OITAF's internasjonale taubanekongress i München 1981 — den 5. i rekken etter Roma 1957 — vakte et bidrag fra dette miljø berettiget oppmerksomhet.

Da NSB's ledelse ved en rekke

anledninger like fra 1948 hadde bedt seg fritatt for tilsynsarbeidet med taubaner, fant Samferdselsdepartementet i 1977 tiden inne til å treffe avtale med Det norske Veritas om å overta som tilsynsorgan. Parallellitet i lover og forordninger for jernbaner og taubaner, teknisk definert som «transportinnretning med kjøretøy som løper i faste føringer», hadde påført NSB dette ekstraarbeid.

Etter oppdrag fra Samferdselsdepartementet hadde Veritas vært engasjert sammen med NTH og NSB i et utvalg som etter Ulrikken-ulykken gjennomgikk forskrifter, sikkerhetstiltak m.v., og dette utvalg avga sin innstilling om sikring av taubanedrift i mai 1975.

Da taubanetilsynet gikk over til Veritas 1.6.1977 var antallet konsesjonerte og tilsynspliktige baner til sammen 536 taubaner, kabelbaner og skitrekk, mens NSB fortsatt ble pålagt tilsynet med 24 gods- og personførende privatbaner, sporveier og tunnelbaner.

Til slutt om NSB's virksomhet som tilsynsorgan for private jernbaner. Utviklingen i den senere tid i retning av tunnel- og forstadbanner, drift av hobby- og museumsjernbaner og økt interesse for risikoanalyser og harmonisering av forskrifter, særlig innen taubaneteknikken, gjorde at Tilsynskontoret ved NSB tok opp spørsmålet om egne forskrifter for private jernbaner i 1977. Hovedadministrasjonens forskjellige avdelinger ble engasjert i arbeidet, og resultatet: Bygge- og driftsforskrifter for jernbaner og sporveger, alminnelige bestemmelser, ble godkjent av Samferdselsdepartementet i mai 1978, som trykk 398.4. Forskriftene, med sveitsisk forblide, er gjort foreløpige og gjeldende fra 1.1.79. Det heter i punkt 8.2: «Tilsynsmyndighetene utferdiger etter hvert utfyllende og mer detaljerte forskrifter for spesielle forhold som nå er behandlet i sin

alminnelighet». Spørsmål innen feltene automatisering og elektronisk driftsovervåking er aktuelle.

I de senere decennier har det vært investert mye penger og krefter på å løse nærtrafikkproblemer på en rasjonell måte. Forskning innen transportteknikk har frembrakt nye spesialbaner som luftpute- eller magnetløftede baner og mange variasjoner av enskinne- og hengebaner med lineære motorer.

Fremtiden vil vise om de har noe for seg og kan gi NSB som tilsynsorgan nye oppgaver.

#### Litteraturhenvisninger

NSB trykk 398:

Tilsyn med privatbaner og taubaner. Instruks og forskrifter Oslo 1951, Oslo 1966 og Oslo 1976.

Eugen Czitary:

Seilschwebebahnen. 1. Aufl., Wien 1951. 2. Aufl., Wien 1962.

Eilif Brodtkorb:

Taubaneberegning ved hjelp av elektronisk regnemaskin. Tekn. Meddelelser NSB, nr. 3, 1964.

Otto Gunvaldsen:

Nye bygge- og driftsforskrifter for taubaner, kabelbaner og skitrekk. Teknikk, nr. 8, 1966. Fra taubanefronten. Vårt Yrke, nr. 4—5, 1967.

Torstein Fjeld:

Beregning av pendeltaubaner ved hjelp av elektronisk regnemaskin. Tekn. Meddelelser NSB, nr. 1, 1969.

Otto Gunvaldsen:

Über den Stand des Seilbahnwesens in Norwegen. Internationale Seilbahn Rundschau, nr. nr. 3, 1976.

NSB trykk 398:

Tilsyn med jernbaner og sporveger. Instruks og byggeforskrifter. Oslo 1978.

# Linjeføring for Ringeriksbanen fra Lysaker til Lommedalen

Av sivilingeniør Alf Helge Løhren

I 1975 la NSB, Baneavdelingen, frem en rapport om en forkortelse av Bergensbanen mellom Oslo og Hønefoss, benevnt Ringeriksbanen. Den tok for seg 3 alternativer og konkluderte med å holde fast på en linje gjennom Lommedalen med avgrening fra Drammenbanen ved Bestun. Det ble også antydnet skissemessig at en avgrening ved Lysaker var en mulighet.

Artikkelforfatterens hovedoppgave ved Institutt for veg- og jernbanebygging, NTH, høsten 1982, gikk ut på å prosjektere en ny avgrening for Ringeriksbanen ved Lysaker med tilknytning til Lommedalsalternativet i området Øverland-Steinsjøgda. Den åpne strekningen gjennom Lommedalen skulle også detaljeres nærmere, hvilket var av betydning i forbindelse med Bærum kommunes reguleringsplaner.

Oppgaven ble stilt av professor Odd Svennar og verdifull veiledning ble gitt av overingeniør Finn S. Holom som var kontaktperson. Samarbeidet med Reguleringskontoret i Bærum kommune var også med på å gjøre oppgaven interessant.

## Linjeføring Lysaker-Øverland

I tidligere planer for Ringeriksbanen var det foreslått å legge en holdeplass ved Øverland. På grunn av endringer i generalplanen for Bærum, var det nå av større interesse å få undersøkt mulighetene for en holdeplass i nærheten av Bekkestua. Det ble derfor sett på 3 alternative traséer mellom Lysaker og Øverland (fig. 2). Alternativ A hadde holdeplass i dagen på Gjønnesjordet. I alternativ B lå holdeplassen i tunnel under Bekkestua, og alternativ C

var uten noen holdeplass. Det siste alternativet ble foretrukket, fordi alternativene med holdeplass ville volde problemer rent teknisk sett og kreve store anleggskostnader. Dessuten var trafikkgrunnlaget for en holdeplass usikkert ut fra det foreliggende materialet.

Den valgte linjen går ut fra Lysaker stasjon parallelt med Drammenbanen i en kurve hvor  $R = 360$  m. Dette er minste kurvradius på hele den prosjekterte strekningen oppover Lommeda-

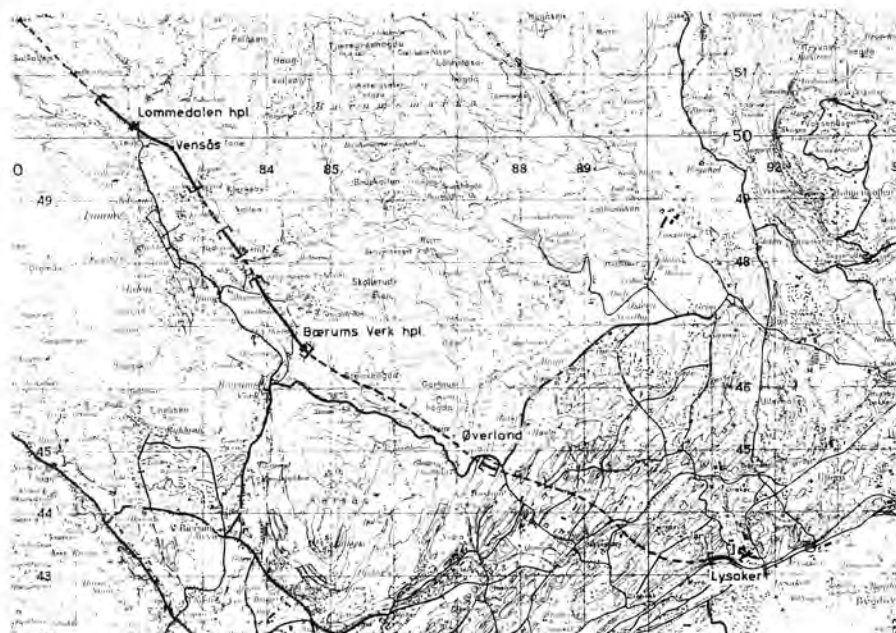


Fig. 1. Oversiktskart Lysaker—Lommedalen.

Fig. 2.





len. Radiene varierer ellers fra 950 m til 5000 m.

Traséen er lagt i tunnel fra Lysaker til Øverland. Lengden på tunnelen er 3850 m og går i en sving om Nadderud for å få tilstrekkelig overdekning hele tiden.

En del av linjen har en stigning på 19 %. Årsakene til dette er også problemer med overdekningen og at man bør unngå dyprenner med løsmasser. Disse går på tvers av jernbanen fra nordøst til sørvest.

### Linjeføring Øverland-Lommedalen

Videre fra Øverland og opp til innslaget på tunnelen under Kroksgogen øverst i Lommedalen følger linjen stort sett tidligere traséforslag med unntak av to steder — ved Bærums Verk og over Vensåsmyra (fig. 1).

Ringeriksbanen vil bare gå i dagen ca. 150 m ved Øverland før den på nytt kommer inn i en 3350 m lang tunnel gjennom Steinshøgda. Den munner ut på Helsetjordet hvor Bærums Verk holdeplass og krysningsspor er planlagt.

Nye forslag til reguleringsplaner for de sentrale deler av området ved Bærums Verk gjorde det vanskelig å tilpasse en jernbane

etter disse. Linjen ble derfor flyttet ca. 300 m mot nordøst til Helsetjordet.

Opp til Kroksgogtunnelen går linjen hele tiden på østsiden av Lommedalen. Både ved Burud og gjennom Stampeliberget blir det tunneler på henholdsvis 600 m og 700 m.

I 1981 ble Vensåsmyra fredet og gjort til naturreservat på grunn av sin karakter som rikmyr. Her måtte traséen legges om, fordi den etter tidligere planer gikk tvers over myra.

Siden Wensaasgårdene like ved også var bevaringsverdige, ble det ikke lett å få til en brukbar linjeføring. Men ved å legge linjen i tunnel gjennom Stampeliberget, vil den bare så vidt berøre naturreservatet og passere mellom øvre og nedre Wensaas uten at noen større bygninger må rives.

Vensåsmyra vil passeres ca. 15 m over terrengnivået, og her må det diskuteres om hva som er å foretrekke — enten en fylling eller en bro. Myras særegne karakter kan lett komme i fare hvis avrenningsforholdene blir for mye endret.

Også ved gården By rett før Kroksgogtunnelen, er det planlagt krysningsspor med holde-

plass som skal hete Lommedalen.

### Lysaker stasjon

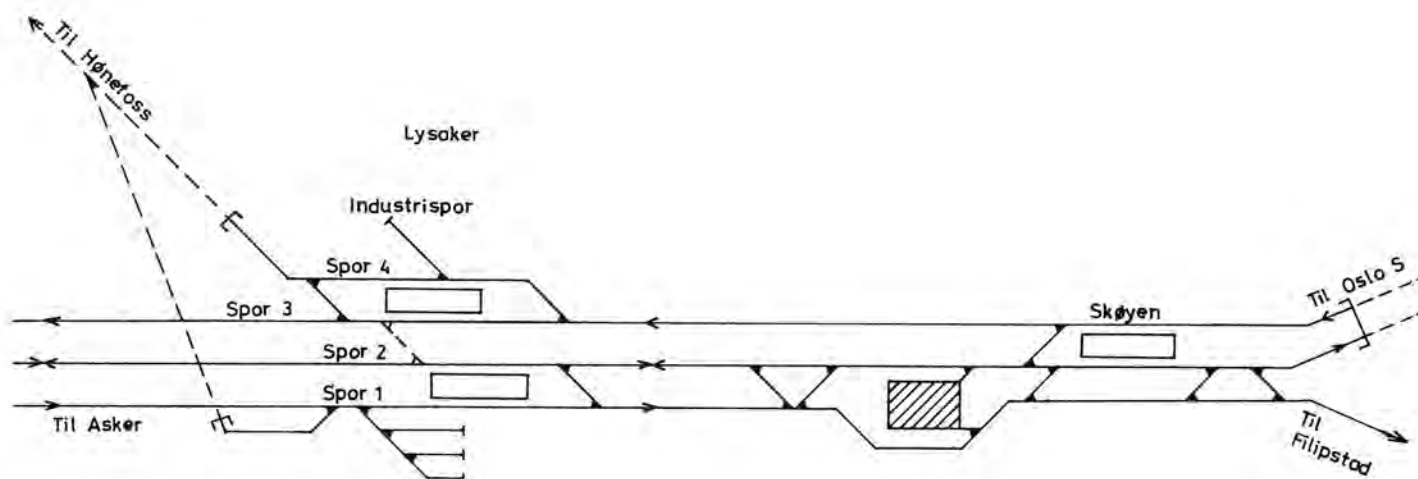
Den fullt utbygde avgreningsstasjonen på Lysaker forutsetter at det planlagte 3. spor på Drammenbanen er bygd. For tog mot Hønefoss er avgreningspunktet lagt før plattformen.

En mindre omfattende ikke-planfri løsning fremkommer ved å sløyfe underføringen under Drammenbanens spor. Tog fra Hønefoss mot Oslo må da krysse spor 3 for å komme over til plattformen ved spor 2 (stiplet på fig. 3). Dette fører til noe nedsatt kapasitet på Drammenbanen ut fra Oslo, og tog fra Hønefoss får en mindre gunstig togvei.

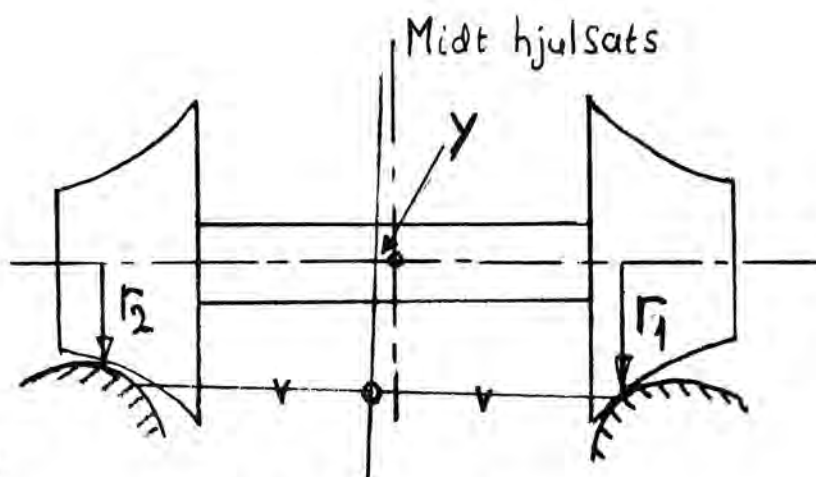
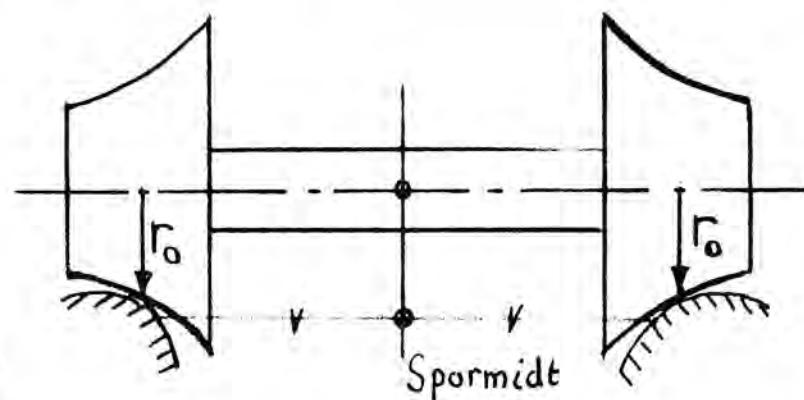
### Holdeplasser og krysningsspor

Det er planlagt to holdeplasser — Bærums Verk og Lommedalen — hvor det også skal være krysningsspor med effektiv lengde på 750 m. Holdeplassene ligger henholdsvis 15,2 og 19,7 km fra Oslo Sentralstasjon. Plattformene er lagt mellom sporene begge steder, og atkomstene er prosjektert uten planovergang.

Fig. 3. Skjematisk sporplan Lysaker—Skøyen.



# Nytt fra ORE, UIC m.v.



$$\operatorname{tg} \gamma_e = \frac{r_1 - r_2}{2y}$$

Fig. 1. Forklaring av begrepet «effektiv konusitet» =  $\operatorname{tg} \gamma_e$ .

## Skinnehelning, sporvidden og hjulprofil

ORE-komiteé C 116 behandler emnet «Vekselvirkning mellom det rullende materiell og skinnehelningen». Rapport nr. 10 har følgende tittel: «Den optimale skinnehelning og sporvidde i forbindelse med slitasje-tilpassede hjulprofiler». Rapporten som ble publisert i 1981 har stor aktualitet for NSB.

Hjulprofilen «ORE S 2002» er blitt foreskrevet av UIC for alt rullende materiell i internasjonal trafikk, jfr. UIC-fiche 510-2. Dette profilet er blitt prosjektert som «slitasje-tilpasset». Dette vil si at hovedegenskapene for et hjulprofil, størrelsen av den såkalte «ekvivalente konusitet», tilnærmet forblir uforandret ettersom slitasjen skrider frem.

Begrepet «ekvivalent konusitet» ( $\operatorname{tg} \gamma_e$ ) angir forholdet mellom differansen av radiene for de

momentane løpesirkelene av et hjulpar ( $r_1 - r_2$ ) til hjulsatsens dobbelte utslag fra midtstillingen i sporet ( $2 \cdot y$ ), jfr. fig. 1. For en ren konisk hjulsats som kjører på skinner med rundt skinnehode er  $\operatorname{tg} \gamma_e$  konstant og  $\gamma_e$  lik konusvinkelen.

Størrelsen av  $\operatorname{tg} \gamma_e$  har stor innflytelse på materiellens kjøreegenskaper. En vogn med et løpesystem som er basert på et ikke slitasje-tilpasset hjulprofil kan etterhvert få mindre gode gangegenskaper og trenger således oftere hjuldreining.

Størrelsen av  $\operatorname{tg} \gamma_e$  er tilnærmet konstant så lenge utslaget av hjulsatsen ( $+/- y$ ) er lite som ved sinusgang i rettlinjert spor med tilstrekkelig sporvidde. Så snart hulkilen for én av hjulene berører skinnen, øker differansen mellom  $r_1$  og  $r_2$  betraktelig og like så  $\operatorname{tg} \gamma_e$ , jfr. fig. 2. Denne figuren gjelder for sporvidden 1435 mm. Lages tilsvarende diagrammer for flere sporvidder, kan man fremstille  $\operatorname{tg} \gamma_e$  som funksjon av sporvidden for en bestemt verdi av de største utslagene som representerer amplityden for hjulsatsens sinusgang, jfr. fig. 3. Denne figuren viser følgende:

- Bortsett fra spor med skinnehelning 1:20 øker  $\operatorname{tg} \gamma_e$  når sporvidden og skinnehelningen avtar.
- Ved skinnehelning 1:20 er  $\operatorname{tg} \gamma_e$  meget liten og uavhengig av sporvidden inntil hulkilen for en av hjulene berører skinnen.

Forklaringen av det ovenstående er følgende: ved skinner med helning 1:30 eller mindre ligger berøringspunktene hjulskinne mellom punktet C og midten av avsnittet C-B, dvs. i området utenfor hulkilen hvor profilet fremdeles har en relativ stor krumning, jfr. fig. 4. Ved skinner med helning 1:20 skjer berøringen ved den ytre side av avsnittet C-B, i nærheten av punkt B hvor profilet har en konveks form og liten krumning.

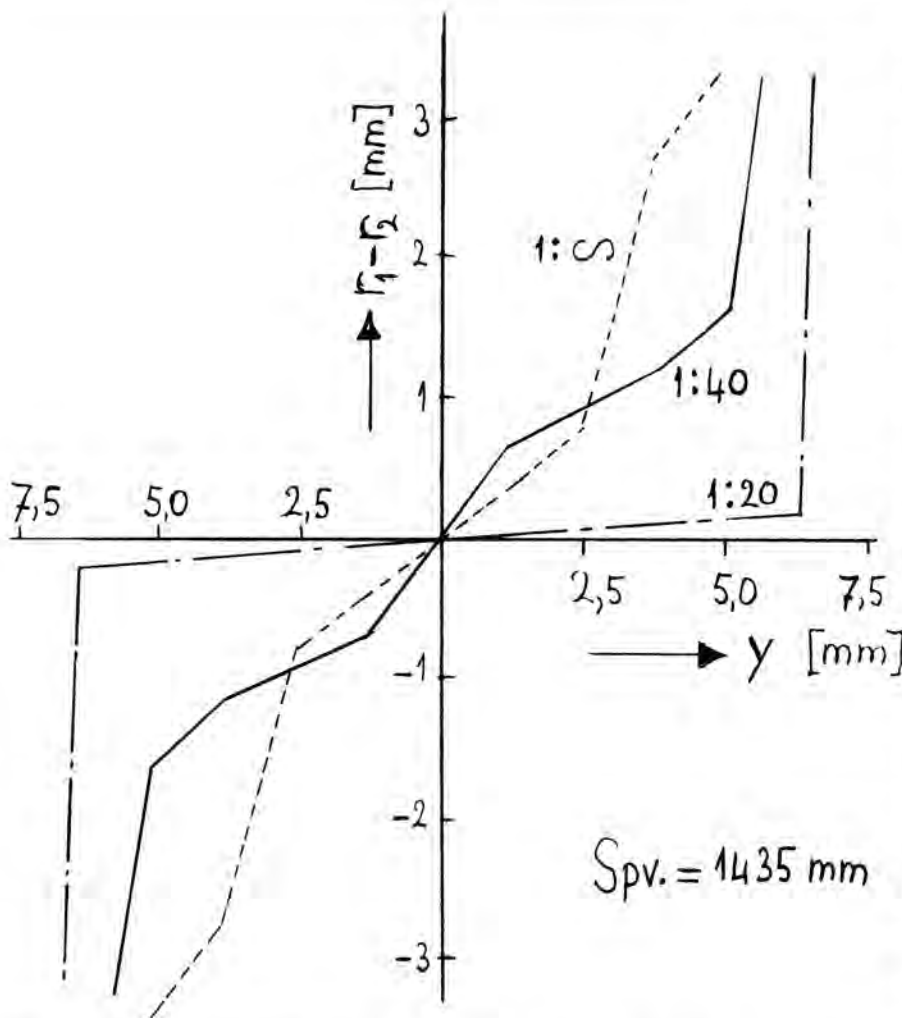


Fig. 2. Differansen mellom radiene av løpesirkelene for en hjulsats ( $r_1-r_2$ ) som funksjon av hjulsatsens utslag ( $y$ ), beregnet for spor med sporvidde 1435 mm og

uslittede skinner UIC 60, med forskjellige skinnehelninger og uten skinnehelning ( $1:\infty$ ).

Erfaringene har vist at et hjulprofil som ikke er slitasjetilpasset til banesystemet og som i begynnelsen har en stor effektiv konusitet, slites slik at  $\gamma_e$  etter hvert avtar. Omvendt vil et profil med liten verdi for  $\gamma_e$  etter hvert få en større effektiv konusitet. Etter stort kilometerløp, bl.a. avhengig av banesystemets kurvatur, smøring, bremseanordning og stålqualität, opptrer i begge tilfelle en stabilisering av  $\gamma_e$  i området 0,2—0,3.

Etter anmodning av komité C 116 har flere forvaltninger utarbeidet tekniske dokumenter angående erfaringene med profil S 2002: BR, DB, SJ, SNCF og PKP. Dessuten har SBB rapportert sine erfaringer.

Blant annet er følgende kommet fram:

Profil S 2002 er prosjektert som slitasjetilpasset for spor med skinnehelning 1:40. For DB (Tyskland) kan profilet betraktes som fullstendig slitasjetilpasset.

Imidlertid har det vist seg at profilet ikke er tilstrekkelig slitasjetilpasset for noen av de andre banesystemene med denne skinnehelning og selvfølgelig heller ikke for banesystemer med andre skinnehelninger, dvs. 1:20 og 1:30.

Ved SBB (Sveits), med skinnehelning 1:40, ble det observert en større slitasje i nærheten av hulkilen som bevirket en forminskning av  $\gamma_e$  etter rundt 20 000 km og deretter en stabilisering. Denne forskjellen med erfaringene ved DB blir forklart på grunn av den ugunstige kurvatur av det sveitsiske jernbanenettet. SBB besluttet å gjennomføre en mindre endring av profil S 2002, jfr. fig. 4. Overgangen til dette modifiserte profil var også ønskelig fordi den effektive konusiteten av profil S 2002 var for stor for noen typer lok og vogner som fikk mindre gode gangegenskaper. Etter regelmessige slitasjemålinger av det modifiserte hjulprofil på lok og personvogner med kilometerløp inntil 300 000, kunne man påvise at profilet kan betraktes som slitasjetilpasset for forholdene ved SBB.

Av banene med skinnehelning 1:20 — deriblant BR, SNCF og også NSB — har bare BR (Storbritannia) utviklet et profil som kan betraktes som slitasjetilpasset, profil «P 8», jfr. fig. 4. Ulempen av dette profilet er at flensykkelsen er blitt forminsknet. Men dette spiller en mindre rolle for BR som har meget gunstige kurveforhold. Størrelsesorden av  $\gamma_e$  for profil P8 er 0,2 for skinnehelning 1:20, tilsvarende profil S 2002 for skinnehelning 1:40.

En del forvaltninger har beregnet den effektive konusiteten på grunnlag av nye skinneprofiler. De fleste skinneprofiler — også S 49 og S 54 — har en hodeform som er prosjektert som slitasjetilpasset. Selv om beregningene begrenset seg til rettlinjet spor og spor i slake kurver, viste undersøkelser av SNCF at størrelsen av  $\gamma_e$  for profil S 2002 i

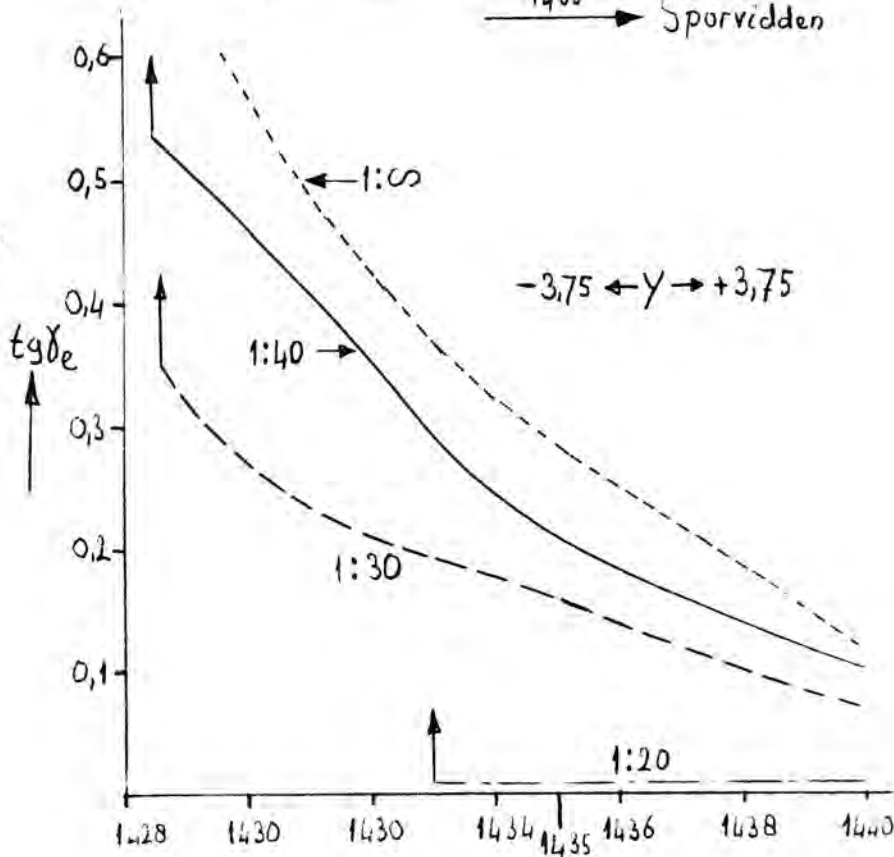
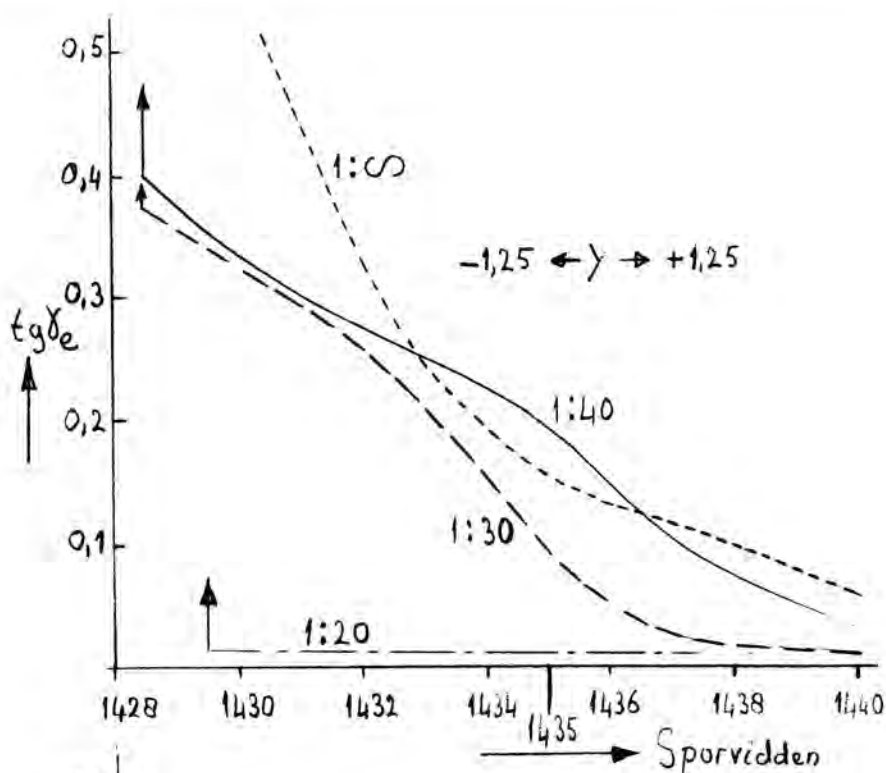


Fig. 3. Den effektive konusiteten som funksjon av sporvidden for spor med forskjellige skinnehelninger og uten skinnehelning (1:∞). Den øverste figur gjelder for utslag inntil 1,25 mm, den nederste for større utslag, inntil 7,5 mm.

stor grad innflueres av forskjellen mellom skinnenes opprinnelige profil og profilet etter slitasje, jfr. ORE-DT 132.

I teknisk dokument DT 54 fra BR, som ble publisert allerede i 1975, ble det varslet at profil S 2002 på baner med skinnehelning 1:20 vil medføre stor flensslitasje som følge av utilstrekkelig føring i kurvene.

I UIC-fiche 510-2 er det tatt hensyn til nødvendigheten av å kunne tillate avvikelser. Men dette gjelder bare for avsnittet C-B, jfr. fig. 4. Det modifiserte SBB-profil tilfredsstiller strengt tatt ikke bestemmelsene i Fiche 510-2 og profil «P 8» ikke i det hele tatt. BR prøver et profil for godsvogner som går i trafikk til kontinentet, jfr. fig. 4.

Det er lite sannsynlig at det kan finnes et profil for internasjonal trafikk som både er slitasjetilpasset og dessuten egner seg for skinnehelning 1:20 og 1:40.

Det kan ikke påstås at en bestemt skinnehelning — 1:20 eller 1:40 — bør foretrekkes når det kan påvises at man i begge tilfelle kan finne et slitasjetilpasset profil med ekvivalent konusitet av den samme størrelsesorden.

Det er ikke sikkert at et hjulprofil som er slitasjetilpasset for et bestemt banesystem også er slitasjetilpasset for et annet banesystem som har den samme skinnehelning (BR-profilen «P 8» passer sannsynligvis ikke for NSB-forhold).

For nyanlegg blir anbefalt sporvidden 1435 mm, uansett skinnehelningen.

Meu

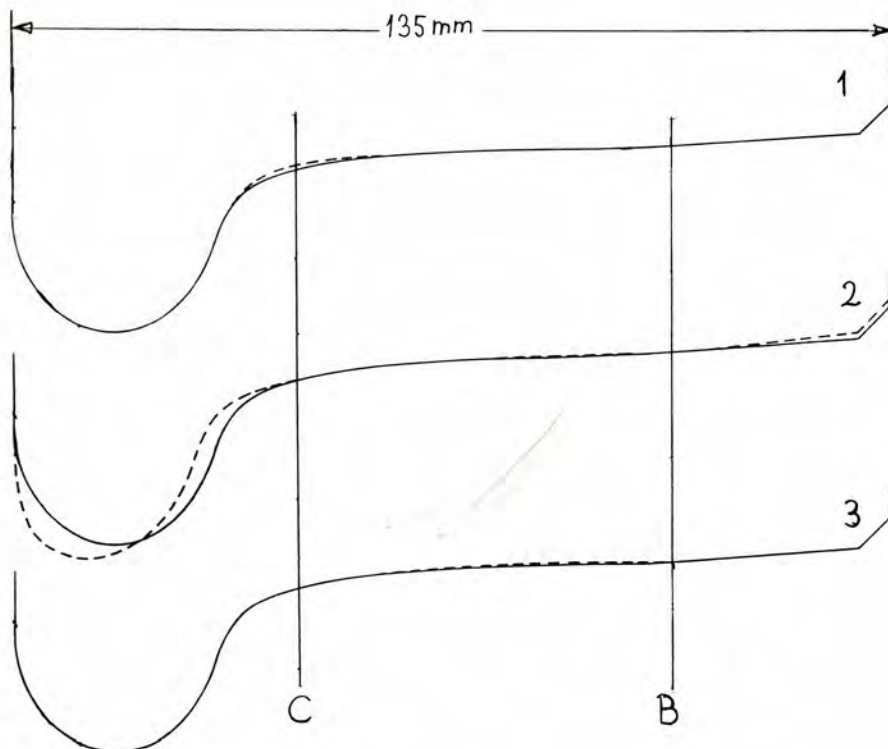


Fig. 4. Fulltrukket linje = profil ORE S 2002. Avsnittet C-B = området hvor det tillates avvikelser i henhold til UIC-fiche 510-2.

Stiplet linje = modifisering av profil ORE S 2002.

1 = Modifisert profil SBB.

2 = Profil «P 8», BR.

3 = Modifisert profil BR for godsvogner i internasjonal trafikk.

- UIC's underkomisjon «Elektrisk trekkraftmateriell» behandlet på sitt møte i Paris i januar d.å. en rekke saker hvorav følgende nevnes:

- Fiche 642: «Spesielle bestemmelser om brannvern og slukking i trekkraftmateriell og styrevogn i internasjonal trafikk» ble oversendt generalsekretariatet for utgivelse.
- Fiche 544-2's avsnitt om betingelser for at dynamiske bremsere i trekkraftmateriell skal kunne medregnes i bremset vekt ble også vedtatt utgitt.
- Fiche 737-3: «Utkast fra studiegruppe om «Anvendelse av

tyristorer i jernbaneteknikk» ble godkjent.

I tillegg kan nevnes at Fiche 610 om prøving av nytt trekkraftmateriell før idriftsetting forutsettes utgitt i 1984.

IP

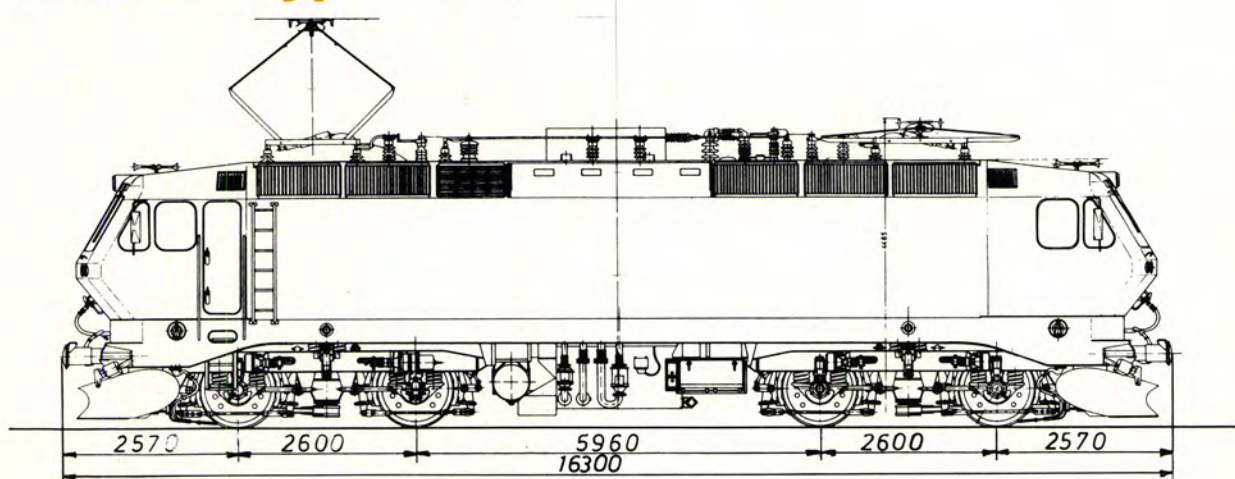
- UIC har invotert NSB i sin Komité for dokumentasjon (Comité technique de documentation, CTD) med hovedbibliotekar Sigrun Tennebø som representant. Komitéens oppgave er å organisere det omfattende internasjonale samarbeid på dokumentasjonsområdet. Den samordner f.eks. registreringen av litteratur

av interesse for jernbanen, idet hvert land har ansvar for overvåking av sin nasjonale litteratur, for senere publisering i de forskjellige referatorganer (Selection of international railway documentation, Information Eisenbahn, Monthly review of technical literature etc.).

Komitéen arbeider med opprettelsen av en database for denne litteraturen tilkopleet HERMES-nettet, den ajourholder det internasjonale klassifikasjonssystemet UDK på jernbaneområdet, den forestår utgivelsen av nye utgaver av UIC's flerspråklige ordbok, etc. Årets møte vil bli holdt i Madrid 25.—26. mai.

ST

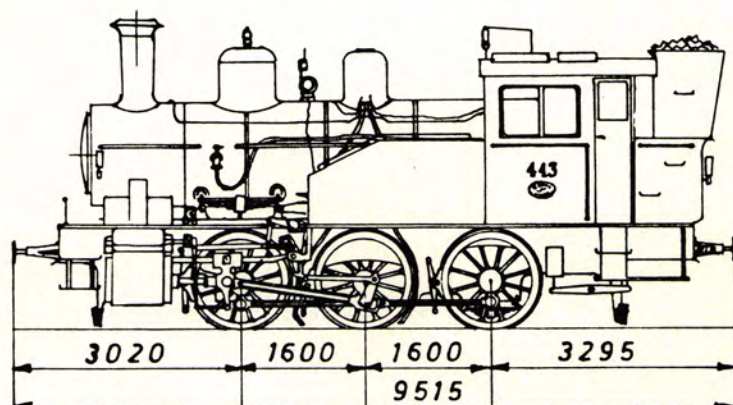
## Lokomotiv type E1 17



Antall bygget:	6
Hjulordening:	Bo'Bo'
Lokomotiv nummer:	2221 — 2226
Byggeår:	1982
Fabrikant:	Thyssen Henschel, BBC/NEBB
Største hastighet:	140 km/h
Transformator:	3060 kVA kontinuerlig ytelse
Motorer:	4 stk., asynkron, trefase vekselstrøm Klemmespenning 2200 V, Ytelse pr. motor 750 kW, totalt 3000 kW
Uttevslingsforhold:	4,57 : 1
Drivhjul diameter:	1100 mm
Totalvekt:	64 t (= adhesjonsvekten) Mek.del 30,4 t

E1 17 er sammen med Di 4 lokomotiver av en ny generasjon, der moderne elektronikk har gjort det mulig å benytte asynkronmotorer og trefase vekselstrøm med mating av enfase vekselstrøm. E1 17 benyttes fortrinnsvis til de nye tog med vogner av type 7, men lokomotivene gis også andre oppgaver, og det er tanken at flere kan komme etter hvert.

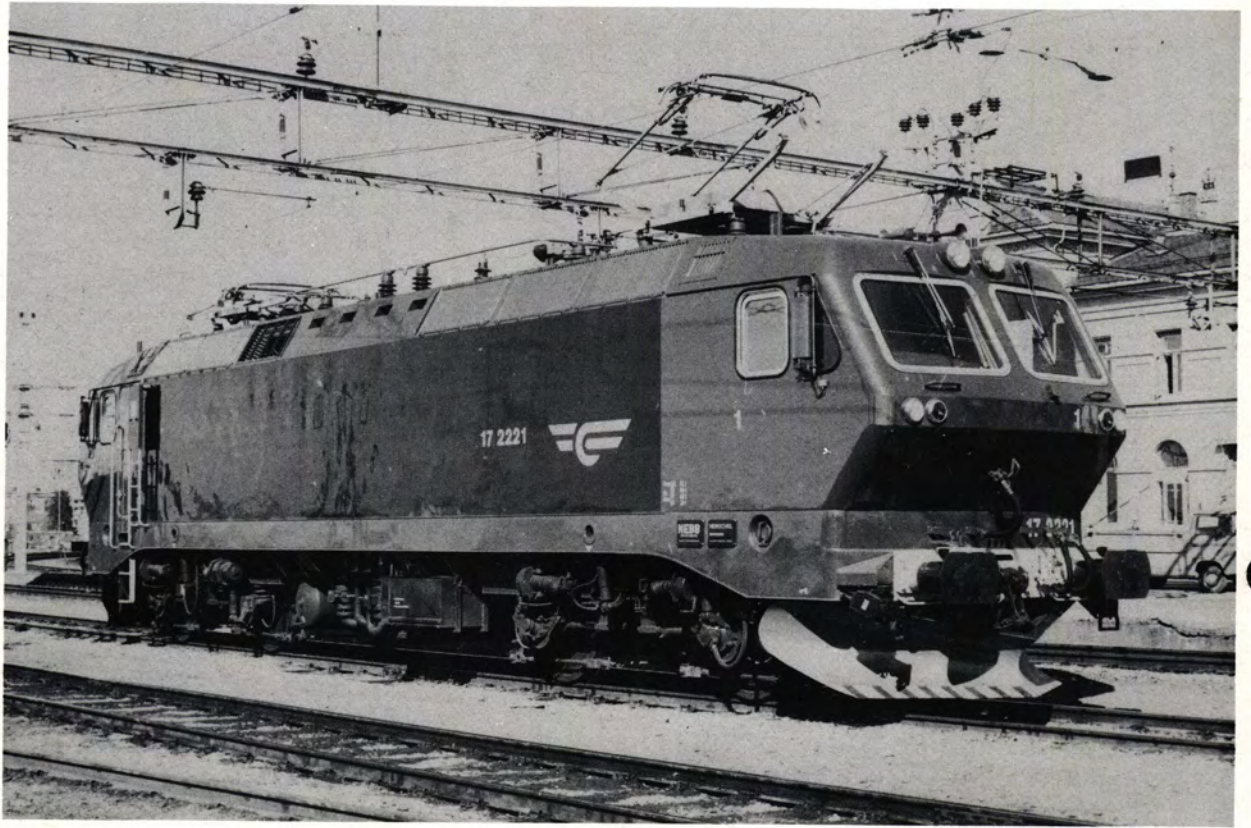
## Lokomotiv type 23



Antall bygget:	14 (hvorav de 2 første som 23a)
Hjulordening:	C
Lokomotiv nummer:	159, 165, 439 — 443, 454 — 460
Største hastighet:	40 km/h
Drivhjul diameter:	1250 mm
Kjeletrykk:	12 kg/cm <sup>2</sup>
Byggeår:	1907 — 1925
Fabrikanter:	159 og 165: Hamar Jernstøberi & Mek. Verksted 439 — 443: Thune's Mek Verksted 454 — 460: Hamar & Thune
Maskin:	2-sylindret tvilling, våtdamp, 400 x 550 mm (a) 410 x 550 mm (b)
Materialvekt:	30,8 t, 32,1 t (23b)
Adhesjonsvekt:	39,1 t, 42,2 t (23b)
Beholdning:	Vann: 4,0 t/5,5 t. Kull: 1,3 t/1,5 t
Siste utrangert:	9.11.1970: 442, 454 og 460
Bevart:	23a 159 i Narvik, av en interessegruppe 23b 442, Norsk Teknisk Museum 23b 443, Norsk Jernbaneklubb

Type 23 var et skiftelokomotiv av norsk konstruksjon. Det var noe større enn type 25, og dette ga en høyere aksellast som igjen begrenset bruken til stasjoner med god sporstandard. Typen er også anvendt til kiptogkjøring med gods og unntaksvis til mindre persontog.

**TYPE EL 17**



**TYPE 23**

