

Denne fil er downloadet fra
Danmarks Tekniske Kulturarv
www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på
www.tekniskkulturarv.dk/about

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

OFOTBANEN

NARVIK—RIKSGRÆNSEN

14^{DE} JULI 1903



625.1(481)

625.1(481)

O f o t b a n e n .
Narvik—Riksgrænsen.

Foredrag af direktøren for statsbanernes baneafdeling, A. *Fleischer*, i N. I. A. F.'s møde den 6te marts 1903.

Foreningens formand har anmodet mig om at holde et foredrag om den i slutningen af forrige år for midlertidig trafik åbnede jernbane Narvik—Riksgrænsen. Banen har vistnok været trafikeret

nu kun fremlægge en oversigt over anlægget. På et senere tidspunkt vil der være anledning til en mere indgående behandling af de specielle arbejder, hvoraf Ofofbanen byder på meget af interesse. En



med rutegående tog fra 18de novbr. 1902 af, men anlægget vil først kunne afsluttes dette års sommer, og således kan der endnu ikke foreligge de endelige resultater fra anlægsvirksomheden. Jeg skal derfor

beretning om Ofothbanen allerede nu er forsaavidt
pa sin plads, som banen endnu har nyhedens
interesse. —

Oftobanen danner som bekjendt et led i den

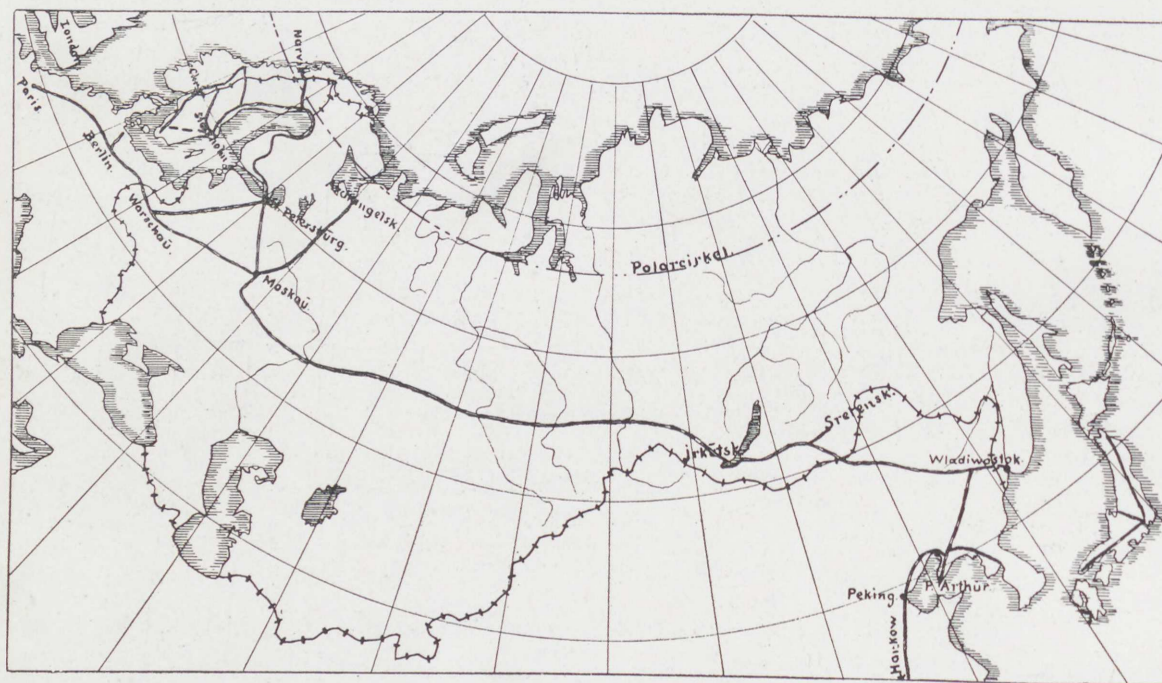
nordligste mellemrigsbane med endepunkterne Narvik ved Ofoten fjord og Luleå ved den botniske bugt. I Sverige krydser den «Norra Stambanan» ved stationen og fæstningen Boden og står her i forbindelse med det svenske jernbanenet og ved de tre sydligere mellemrigsbaner med det norske jernbanenet. Fra Boden er «Norra Stambanan» delvis bygget mod den finske grænse ved Torneå elv, og til denne er under fortsat bygning forbindelsen med det finske stambanenet; på finsk side vil banen være fuldført i indeværende år til Torneå elv. Sammenknytningen på svensk side er endnu ikke fastslået; der er nemlig spørgsmål om at føre banen til et ca. 20 km. fra elvens udløb nordligere beliggende punkt, Karungi, hvor elven danner grænsen mellem Sverige og Finland, mens ved udløbet elvens begge strandbredder er på finsk territorium. I tilfælde måtte da forbindelsen ske ved at føre

bane til *Wladiwostok* ved det japanske hav, med *Port Arthur* og med *Peking*. Man vil have jernbane-forbindelse mellem Narvik og det indiske ocean.

Ofofbanen som et led i den nordligste mellemrigsbane med sit endepunkt ved isfri havn må derfor kunne betegnes som en verdensbegivenhed, og den følges da også med interesse i udlandet; herom vidner beretningerne i de udenlandske tekniske tidsskrifter.

Den udvikling, der må kunne ventes som følge af banens vidtstrakte jernbaneforbindelser, tør give vore nordlige landsdele et fremstød i merkantil og industriel henseende af vidtrækkende betydning og gjøre Narvik med sin ypperlige isfrie havn til en havneby af rang.

Uanset den udvikling, som fremtiden kan føre med sig, har man imidlertid i nutiden allerede en



banen over Torneå elv ved Karungi og derfra sydover mod Torneå by på finsk side.

Et andet forhold, som kommer i betragtning ved sammenknytningen, er den forskellige sporvidde; på finsk side er denne 1.524 m. og på svensk, den normale, 1.435. Forskjellen 89 mm. er dog ikke større, end at man på hensigtsmæssig måde kan indrette sig uden omlastning af gods, nemlig ved sådan anordning på grænsestationen, at en godsvogns overstilling kan overføres fra den ene sporvidde til den andens aksler og hjul. Sådan anordning eksisterer på grænsestationen for jernbanen Danzig—Warschau og har vist sig så tilfredsstillende, at den samme er foreslået indført på flere af banerne mellem Tyskland og Rusland, ligesom man allerede har bestilt 400 godsvogne med aksler og hjul for overføring fra den ene sporvidde til den anden.

Når forbindelsen over Torneå elv er istandbragt, vil Ofofbanen stå i forbindelse med det store russiske jernbanenet, med den transsibiriske jern-

sikkerhed for banens økonomi gennem massetransport af jernmalm fra de svenske malmfelter Kiirunavaara og Luossavaara; man må også kunne påregne en betydelig trælasttransport fra skogtrakterne mod Luleå til det skogfattige Nordland; det viser sig allerede nu, at bygningsmaterialer erholdes fra Sverige til betydelig billigere priser end før banens åbning. Også i retning østover må man kunne påregne betydelige transporter for tilførsel til Sverige af sild, fisk, kul og andre varer fra den isfrie havn. Hertil kommer persontrafik og en ny postforbindelse, der må nævnes som en væsentlig fordel for Nordland og Finmarken og som en indtægtskilde for banen. — Her opgives nogle afstande:

Narvik havn—Kiirunavaara . . .	174 km.
« — Gellivara	286 «
« — Boden	447 «
« — Luleå	483 «
« — Stockholm	1587 «
« — Petersburg	1800 «
« — Wladiwostok	11900 «

Jernmalmtransporten er ved beslutning i begge riger indtil videre bestemt til 1 200 000 tons pr. år, men banen vil fuldt udnyttet kunne bestride en transport af 4 mill. tons på enkelt spor.

Angående jernmalmsforekomsterne Kiirunavaara—Luossavaara kan henvises til de nylig udkomne «Forhandlinger fra 2det norske landsmøde for teknik i Kr.a, 21de til 24de aug. 1901». I samme er indtaget et foredrag af professor *Vogt*: «Udblik over det nordlige Norges malmforekomster og bergverksdrift», hvor omhandles de nævnte svenske jernmalmleier m. v. Det vil være af interesse i uddrag af professor *Vogts* foredrag at nævne, at malmen for den væsentligere del er malm for Thomasprocessen, holdende med rundt tal 65 % jern og en meget høj fosforgehalt (1 à 2 %). Der findes dog også fosforfattig malm med ca. 68 % jern tjenlig til den sure Bessemerproces. Det samlede malmareal er ca. 425 000 m.² og malmforrådet over søen Luossajärvis' niveau efter minimumsberegning 233 mill. tons malm og efter sandsynlighedsberegning kanske 292 mill. Går man under søens niveau, vil feltet kunne levere ialt mindst 500 mill. ton og kanske 750 mill. og derover.

Omkring disse malmfelter og i samme socken, Jukkasjärvi, findes også andre jernmalmfelter i stor udstrækning; også disse vil antagelig foranledige transporter på Ofotbanen. En af grubefelternes eiere, Svappavara grubebolag, har således sikret sig tomter og vandfald ved Rombaksfjorden nærmest krydsningshorisontalen Sildvik på Ofotbanen. Jernmalmfelterne i Norrbotten omfattes med interesse i udlandet; således findes en beskrivelse af samtlige jernmalmfelter indtaget i det tyske tekniske tidsskrift «Stahl u. Eisen».

Ototbanens historie

er i korte træk følgende:

Ved kgl. resolution af 16de juni 1883 meddeltes en del svenske mænd, fuldmægtig i den svenske Riksbank *Arnberg*, fuldmægtig i Riksgjældkontoret kapt. *Hierta* og overlæge *Liunggren*, koncession på anlæg og drift af den norske del af en normalsporet jernbane fra Ofoten fjord til Luleå. Det til planens iverksættelse dannede aktieselskab «The Northern of Europe Railway Co., Limited» eller som det senere kaldtes «The Swedish and Norwegian Railway Co., Limited», formåede dog som bekendt ikke at gennemføre anlægget, idet arbeidet på dette indstilledes våren 1889, medens det efter koncessionsbetingelserne skulde have været fuldført inden udgangen af 1891. Efter at derpå den svenske stat havde erhvervet den svenske del af banen, der, når undtages ikke uvæsentlige efterarbejder, var færdigbygget mellem Gellivara og Luleå, blev ligeledes den inden Norges grænser beliggende bandedel ved kontrakt af 12te april 1892 indkjøbt af den norske stat for £ 10 000 eller kr. 180 000. For dette beløb erholdtes:

1. Den til jernbanen erhvervede grund med bygninger og andet tilbehør.
2. Alle udførte anlæg og arbejder samt nedlagte materialer og de i sælgerens besiddelse værende karter, profiler og tegninger, der vedkommer banen.

3. Alle bygninger opførte til brug for jernbanen med materialer og løsøre af ethvert slags.

De faste eiendomme var i sin tid betalt med kr. 24 030.00 og det udførte arbejde m. v. blev anslåede til en værdi af kr. 1 480 000. Tilsammen skulde således eiendelenes samlede værdi beløbe sig til omtr. kr. 1 500 000.

Ved den forandrede plan, som er kommen til udførelse, må imidlertid værdien af de indtil 1889 udførte anlægsarbejder væsentlig nedsættes, ligesom også må komme i betragtning, at anlægsarbejderne måtte henligge uden vedligehold i 9 år.

Indkjøbet må dog betegnes som særdeles gunstigt for den norske stat.

Syv år efter at det først påbegyndte anlæg var indstillet, indkom fra et konsortium af norske og svenske mænd et andragende om koncession på anlæg og drift af Ofotbanen, dat. 31te juli 1896 samtidig med, at der af samme konsortium i Sverige søgtes om koncession på banens fortsættelse fra Riksgrænsen til Gellivara, alternativt kun til Luossavaara.

I Sverige blev imidlertid Riksdagens beslutning den, at banen på grund af dens internationale karakter og af strategiske hensyn burde bygges og drives som statsbane, og der bevilgedes til fornyede undersøgelser vedkommende den svenske del af banen kr. 40 000.00.

Ved beslutning af 5te aug. 1897 bevilgede stortinget til undersøgelse af Ofotbanen og til kartlægning af terrainet i Narvik kr. 10 000, kr. 5000 til hver af disse foranstaltninger.

Disse bevilgninger var kun tilstrækkelige til en generel undersøgelse med de foreliggende data fra det tidligere anlæg som grundlag, mens til en detaljeret undersøgelse, som her viste sig påkrævet, som bekendt i vanskeligt terrain og under ugunstige forhold tiltrænges det mangedobbelte beløb.

Den svenske stat havde ladet jernmalmfeltet Kiirunavaara—Luossavaara undersøge af statsgeolog *Lundbohm* og for Norges vedkommende forelå udtalelser fra professorerne *Vogt*, *Helland* og *Brøgger* om disse malmfelter, og om hvorledes det vilde stille sig med eksport over Narvik, når hensyn toges til jernmalmens kvalitet i forbindelse med den øvrige verdensproduktion og forbrug af jernmalm. Man antog efter disse undersøgelser og udtalelser, at banen vilde blive et lønnende foretagende, der i en ikke fjern fremtid vilde skaffe statskassen betydelige direkte indtægter. Ligesom i Sverige fandt man også i Norge, at banen burde anlægges og drives af staten, og at derfor koncession, således som i andragendet forudsat, ikke burde gives. Ligesom man i Sverige havde begrænset, hvad der skulde blive at overtage af koncessionsansøgerne til arbejder og foranstaltninger på jernmalmfeltet, begrænsedes anlæg og drift i Norge til hvad der krævedes for eksport over malmkaierne med sporanordninger og tilbehør i Narvik. Forhandlingerne med koncessionsansøgerne foregik om trent samtidig fra den norske og svenske stats side og førte til en overenskomst, der var væsentlig overensstemmende for den norske og den svenske del af banen. Den 15de juni 1898 fattede stortinget beslutning om Ofotbanens bygning under

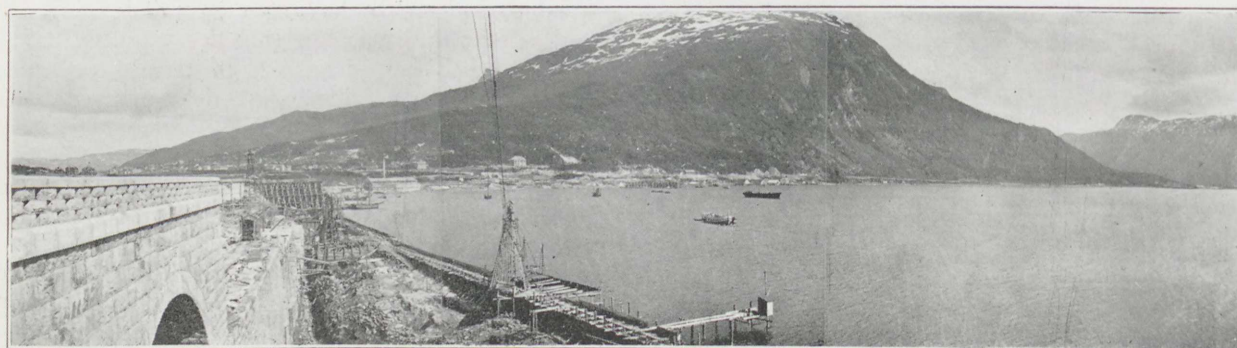
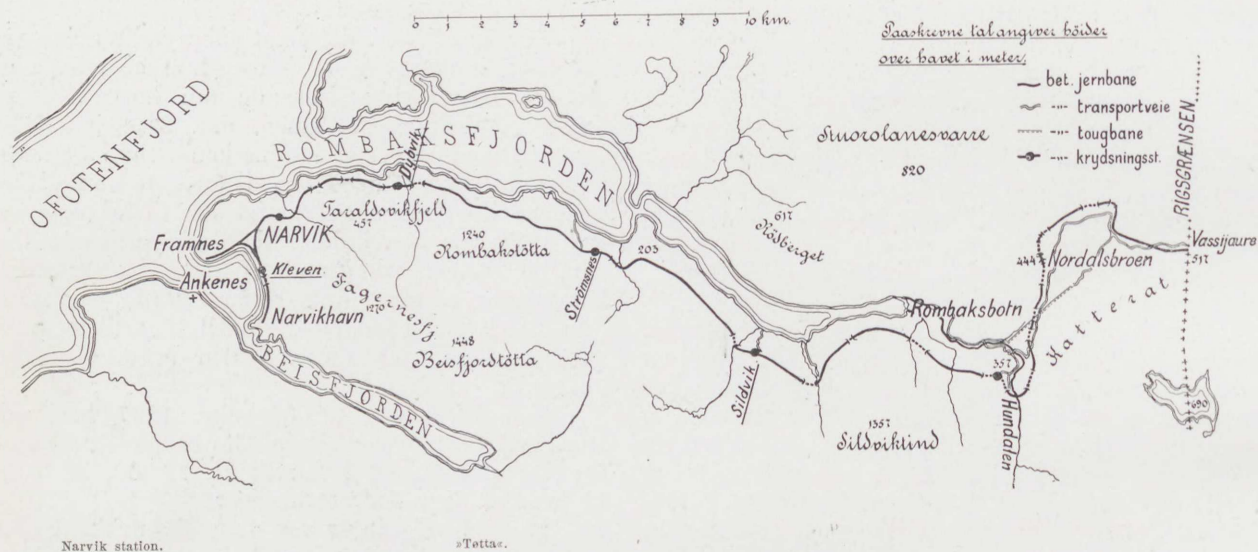
forudsætning af, at banens fortsættelse på svensk side blev færdig samtidig med banen i Norge, og at transportmængden af jernmalm i kontrakten sættes til 1 200 000 ton (i kontraktudkastet var forudsat 1.5 mill. ton).

Af kontraktens 23 § er hidsættes i uddrag som væsentlig bestemmende for banens økonomi:

1. Den af staten i anlægget nedlagte kapital, fremtidige udvidelser og forbedringer indbefattet, forrentes og amortiseres af grubeselskabet med 3.8 %.

side og gjælder indtil samtlige omkostninger ved banens anlæg og senere forandringer m. v. er fuldt amortiserede, med mindre den forinden opsiges fra statens side. Dette kan dog ikke ske i de første 20 år fra banens åbning for drift. Opsigelsesfristen er derefter 3 år.

Staten vil således inden overenskomstens rækkevidde være bunden i de første 23 år af banens drift. Kontrakten er indtaget i st. prp. nr. 42 for 1898.



Malmstektei.

Jernbanens
administrationsbolig.

Kleven.

Narvikhavn
(Fagernes).

NARVIKBUGTEN JULI 1902.

2. Udgifter til drift og vedligehold af jernbanen med tilbehør for den trafik, staten har overtaget for selskabet, nemlig for transport af 1 200 000 ton jernmalm eller tilsvarende kvantum jern og for transport af brændsel og bygningsmaterialer fra Narvik til gruberne, betales af grubeselskabet.
3. Nettoudbyttet af anden trafik end den under 2 nævnte tilfalder staten, hvorimod tab af denne trafik erstattes af grubeselskabet.
4. Nettoudbyttet af den malmtransport, som måtte finde sted for grubeselskabets regning udover de omkontraherede 1 200 000 ton, tilfalder staten til yderligere amortisering af banens kapital.
5. Overenskomsten er uopsigelig fra selskabets

Forudsætninger for arbejdsdriften.

Som anført faldt stortingets beslutning om Ofotbanens bygning den 15de juni 1898, og efter kontrakten med grubeselskabet skulde banen åbnes for drift i begyndelsen af 1903, hvad der var ensbetydende med, at banen måtte kunne benyttes til malmtransport inden vinteren 1902, idet adskilligt arbejde, navnlig overbygningsarbejde, af hensyn til forholdene ved en jernbanes bygning nordenfor polarcirkelen, beliggende indtil 522 m. o. h., som efter breddegraden er høifjeld, ikke kan påregnes udført senere på høsten end i september og under gunstige omstændigheder i oktober.

Skjønt en del arbejder var udført under den første anlægsperiode, og man i hovedtrækkene havde

linjens tracé angivet de første 23 km. fra Narvik, krævedes dog detaljerede undersøgelser med planlægning og overslagsberegning også for denne strækning og hel ny undersøgelse på strækningen mellem Hundalen og Riksgrænsen, idet på denne strækning den oprindelige tracé helt måtte forlades. Af hensyn bl. a. til forskellige forandringer under detaljbehandlingen også på strækningen mellem Narvik og Hundalen, krævedes således i det hele en detaljeret planlægning som ved et nyt anlæg.

Der valgtes således en minimums-kurveradius af 300 m. mod tidligere 260 m. og rummeligere normalprofiler; man undgik for banens transportveie ugunstig modstigning i retning mod Narvik, foretog tracéforandringer efter militære krav og af hensyn til banens sikkerhed mod stensprang og sneskred ved indlægning i tunneler, og som en af de væsentligere forandringer må nævnes en helt ny anordning af stationsanlægget i Narvik med forgrening til Narvik havn (Fagernes), idet der anordnedes særskilte anlæg for banens trafik udenfor malmtrafikken.

Detaljundersøgelser med planlægning og overslagsberegning var derfor nødvendig, før noget forslag til arbejdsdrift i større udstrækning kunde fremlægges for statsmyndighederne.

Såvel 1898 som 1899 medgik derfor til undersøgelser og forberedende arbejder, og først våren 1900 kunde endelig plan forelægges statsmyndighederne.

Man havde imidlertid tidligere erholdt tilladelse til påbegyndelse af arbeidet på strækningen nærmest Narvik, ca. 8 km., hvor planeringen fra den første anlægsperiode for en større del var fuldført, og ligeledes fik man tidligere påbegyndt nogen arbejdsdrift i partiet ved Hundalselven.

Arbejdsdrift over hele linjen og navnlig på høifjeldet kunde først påbegyndes sommeren 1900; man havde da også ordnet sig med transportveie og arbejderbarakker, der måtte bygges for en arbejdsstyrke af ca. 1600 mand; man havde herved væsentlig nytte af de under den tidligere arbejdsperiode opførte jordhytter og transportveie, der navnlig var til stor hjælp under planlægningen og arbejdsdriften i sin første begyndelse, idet Ofotbanen fører gennem helt ubeboede fjeldtrakter.

Banens beliggenhed, tracé og bebyggelse.

Bestemmende for banens endepunkt har været de gunstige havneforhold i Narvikbugten, ligesom også terrainforholdene omkring denne byder på gunstige betingelser for de forskellige anordninger til malmudskibningen, som er det oprindelige grundlag for banens anlæg.

Ved siden heraf har man på den 1½ km. søndenfor beliggende Fagernesodde ved indløbet til Beisfjorden gunstige betingelser for anlæg for al anden trafik; såvel havne- som terrainforhold er også her vel skikket for en større udvikling.

Stationen hvorfra udgår forgreninger til sporanordningerne m. v. såvel for malmtrafikken ved Narvikbugten, som for anden trafik på Fagernesodden, har fået navnet Narvik efter selve byen mellem stationen og Narvikbugten, der er opbygget under den sidste arbejdsperiode. Anlægget

Narvik st. t. h.

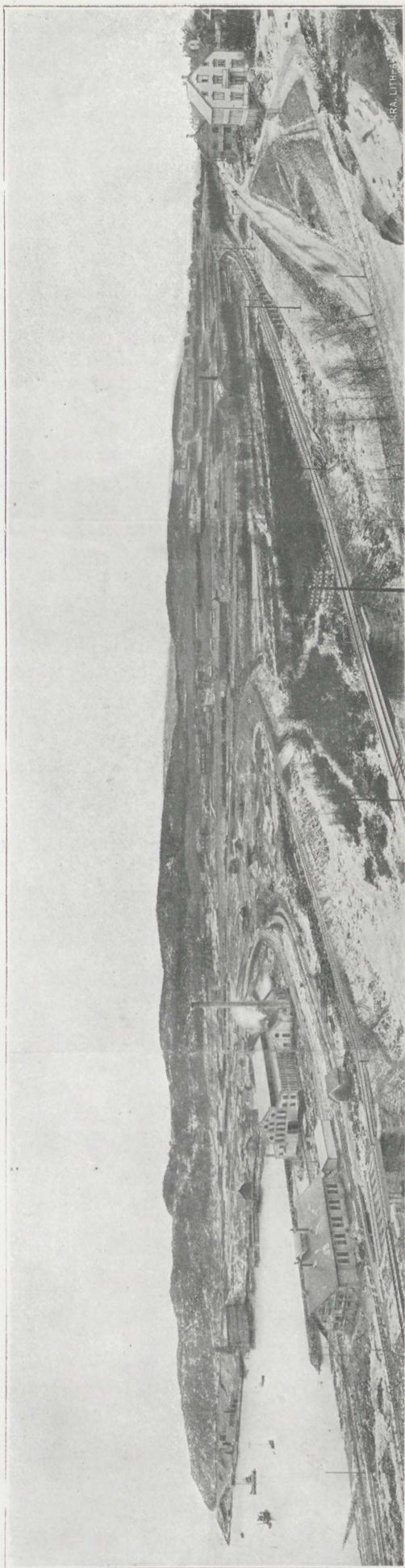
Statens maskinverksted.

Statens lokomotivhus.

Viadukt og malmoplag.

Rangerstation.

Malmindustri.



Narvik by.

Hovedspor til Fagernes.

Grubebelagets maskinverksted.

Forbindelsespor mellem rangerstationen og Klevu.

Spør til kulkal.

NARVIKBUGTEN NOVBR. 1902
(set fra jernbanens administrationsbolig).

på Fagernesodden, i en afstand af 3.5 km. fra Narvik station, kaldes Narvik havn.

Narvik station, der har skinnehøiden 26.63, er foruden station for persontrafikken til byen en fordelingsstation, hvorfra udgår:

1. Sporet til grubeselskabets rangerstation; til denne føres malmtogene ved toglokomotivet og fra denne hentes igjen tomvognene ved samme til Narvik station. På rangerstationen udføres fornøden rangering af grubeselskabets skiftelokomotiver til fordeling af de lastede vogne efter kvalitet af malm og skiftning til og fra malmlastekaierne. Rangerstationen har for de fleste spors vedkommende ligesom malmlastekaierne skinnehøiden 22.13. Fra rangerstationen fører spor til selskabets kulkai og kullager, skinnehøiden 5.63, samt til verksted og lokomotivhus.

Videre har man fra rangerstationen spor til statens kuloplag, verksted og lokomotivhuse og spor til Kleven horizontal, beliggende på sporforbindelsen mellem Narvik station og Narvik havn.

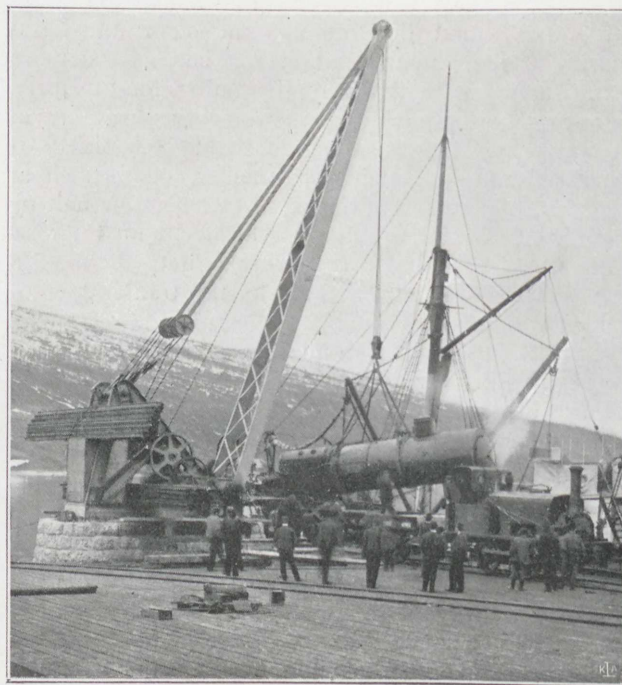
2. Spor til grubeselskabets viadukt, skinnehøide 43.13, med malmoplugstomt. Oplaget skal tjene som reservebeholdning i tilfælde af, at uforudseede omstændigheder skulde i nogen tid hindre den regelmæssige transport fra gruberne. Viadukten er forsynet med såkaldte *pockets*, hvori vognene tømmer malmen fra bundluger; fyldkasserne er skråtliggende beholdere, som nederst stænges eller åbnes ved luger. Malmen tømmes videre i Decauvillevogne med sporforbindelse til oplagstomten. Fra oplagstomten læsses malmen i Decauvillevogne og kippes direkte i de almindelige godsvogne fra stillads over disse.

3. Sporet til Kleven krydsningshorizontal, skinnehøide 22.13, og Narvik havn, skinnehøide 5.83. Fra Kleven har man, som tidligere nævnt, sporforbindelse til grubeselskabets rangerstation med forbindelser til verksteder og lokomo-

tivhuse, hvorved Narvik havn kan kommunikere direkte med anordningerne omkring Narvikbugten, uden at Narvik station må passeres.

Fra Kleven horizontal har man adgang til anlæg af fremtidige malmlastekaier langs strandstrækningen mod Narvik havn.

Ved Narvik havn er foreløbig kun opført brygge med spor og en 20 tons kran samt en mindre sporanordning.



20 TONS KRAN I NARVIK HAVN.

Her haves betydelige tomter for trafikens udvikling og for anlæg af særskilt station for person- og godstrafik.

Af bebyggelse omkring anlæget i Narvik kan nævnes administrationsbygningen, en murbygning i 2 etager efter tegning af arkitekt Due, beliggende dominerende 37 m. o. h. med prægtig udsigt over omgivelserne og fjorden.

Endvidere kan nævnes to vandverk, det ene større, anlagt af Taraldsvik aktieselskab til byens vandforsyning og det andet, mindre, til vandforsyning for jernbanen, navnlig for lokomotiverne.

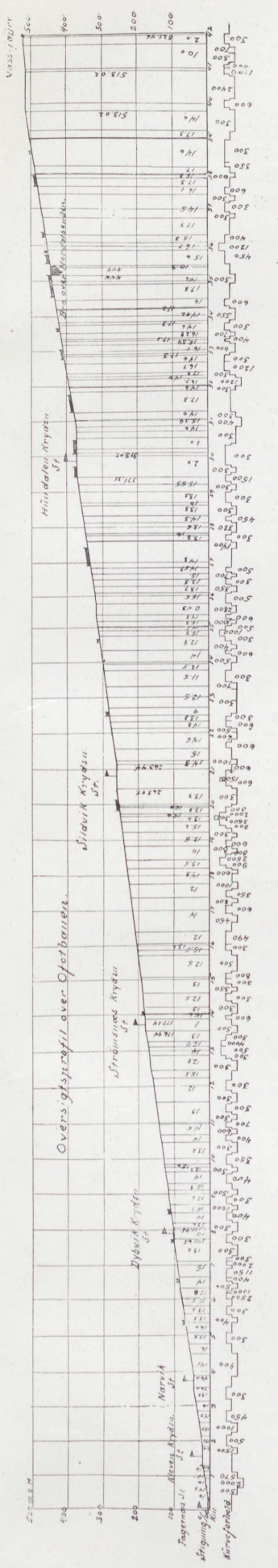
Sluttelig kan nævnes et veianlæg mellem Narvik station og en dampskibsbrygge for byen, der benyttes af de rutegående dampskibe. Videre er veiforbindelse til Narvik havn planlagt.

Foruden ved ekspropriation til jernbanen har staten ved indkøb af arealer og ved regulering sikret sig mod bebyggelse, der kunde blive uheldig for den fremtidige udvikling.

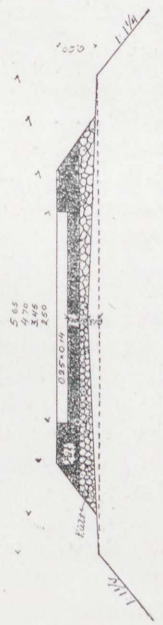


NARVIK STATION,
verdens nordligste.

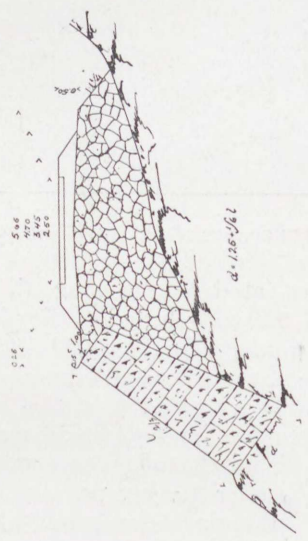
GODSLOKOMOTIV
106 tons tjenestevægt (provisorisk overdækket).



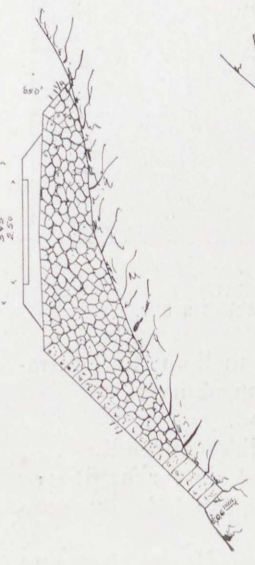
Normalprofiler for Narvik - Rignsgrændsen Jernbane
Ballastprofil i Fylting.



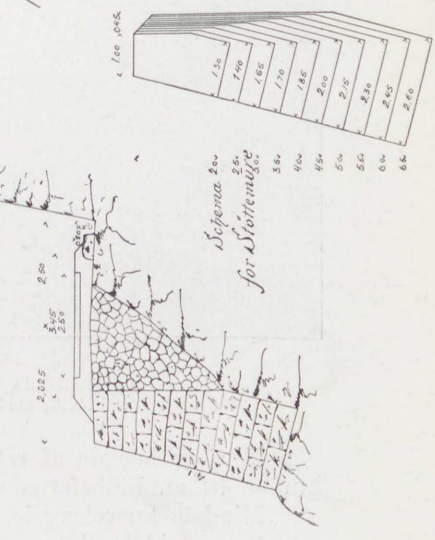
Fylting i Skraaning.



Fylting i Skraaning.

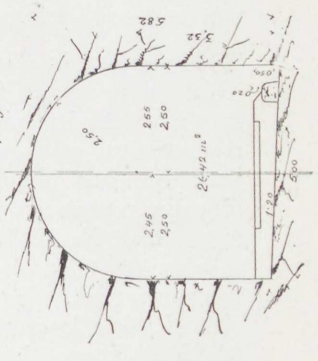


Støttemur

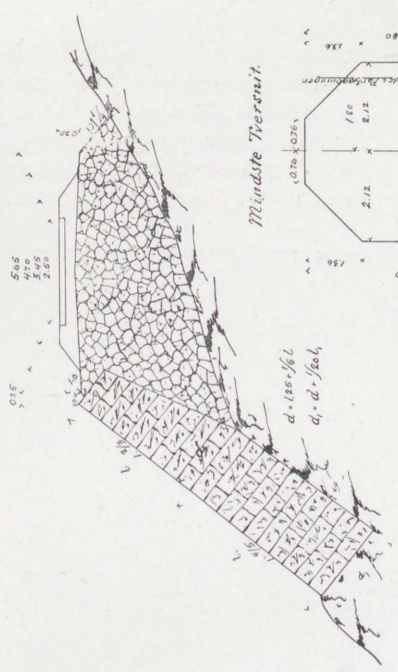


Skjema for Støttemur

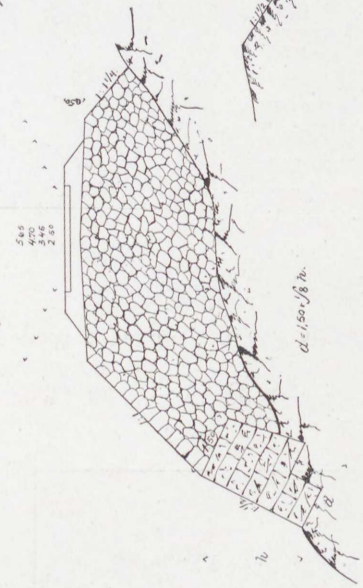
Tunnelprofil.



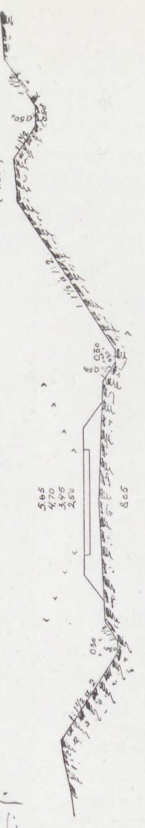
Fylting i Skraaning.



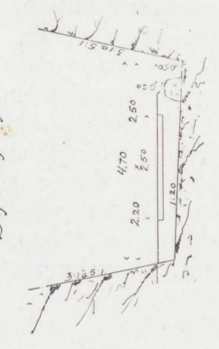
Fylting i Skraaning.



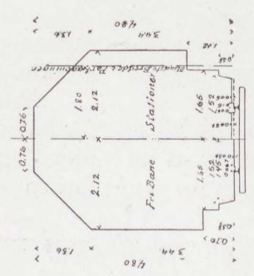
Skjæring i Jord



Skjæring i Fjeld



Mindste Tverrsnit



Den ledende ingeniør for grubeselskabets stor-
artede og interessante anlæg omkring Narvikbugten
er oberstløjtnant *O. W. Lund*.*

Fra Narvik station, skinnehøide 46.63, til Riks-
grænsens station, skinnehøide 522.00, en afstand af
ca. 38 km., er, når undtages horisontalerne for
togkrydsning og for en større bro,
opstigningen uden afbrydelse.

Maximumsstigningen er 17.3
‰ i retlinje med reduktion i
kurver; denne stigning er dog
kun anvendt på strækningen Hun-
dalen, km. 30.70, til Bjørnefjeld,
km. 39.79, hvor terrainforholdene
efter linjevalget med bro over
Norddalen, betinget af militære
hensyn, tilsiger anvendelsen af
denne stigning.

Forøvrigt er minimumsstig-
ningen 16 ‰ med reduktion for
kurvemodstanden. For reduktio-
nen er benyttet formelen $\frac{650}{R-60}$

‰, hvor R er kurvens radius i m.
Som før nævnt, har man und-
gået modtræk i retning til Narvik,
når undtages et ganske kort mod-
træk østenfor Hundalens kryds-
ningshorisontal, der har en stig-
ning mod Narvik af 2 ‰ og
således er uden indflydelse på
transportevnen.

Mindste kurveradius er 300 m., anvendt med
30 ‰ af banens længde. 41 ‰ af længden ligger
i retlinje eller kurver over 1000 m. og 59 ‰ i
skarpere kurver.



UDSIGT FRA FJELDHEIM
(vestenfor Sildvik) mod Rombakbotten t. v.

Mindste længde af retlinje mellem to kontra-
kurver 40 m. indbefattet overgangskurver.

Mindste kurvelængde 100 m.

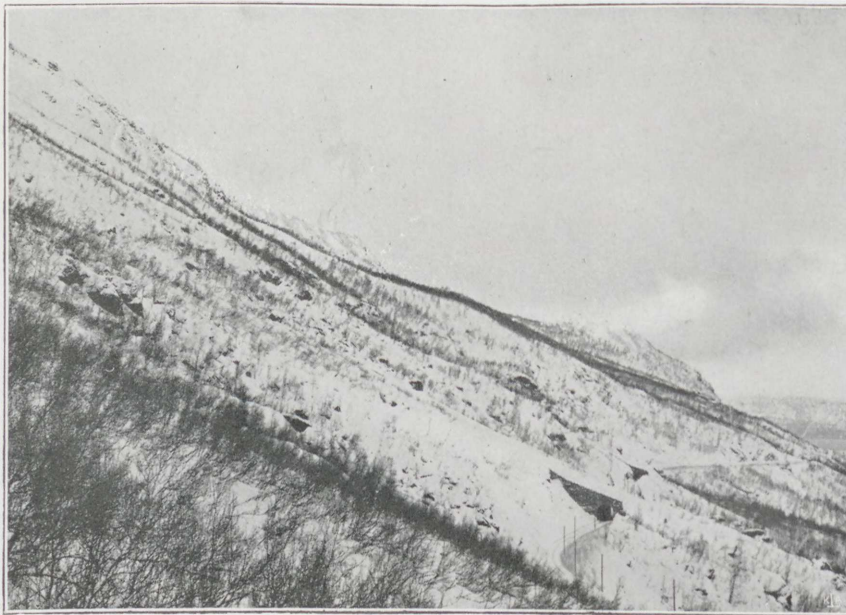
Sporudvidelse i kurver er ikke anvendt.

Normalprofilerne er nærmest de for bredt spor
kl. I gjældende, afpasset efter forholdene og rum-

* Der vil af hr. Lund antagelig til høsten blive givet
en del meddelelser om disse anlæg.

melige under hensyn til forbindelsen med det vidt-
strakte udenlandske jernbanenet.

Horisontalerne for togkrydsning er anordnet
for en effektiv krydsningslængde af fra 200—424 m.,
idet dog vedkommende sidespors horisontalplan er
forlænget til begge sider med anordning af butspor,



SKREDSPARTIET UNDER «TØTTA».

således at der er adgang til krydsning af tog på
indtil 350 m.'s længde. Krydsningssporene er dels
horizontale, dels med fald mod Narvik af fra 1—
2 ‰, hvor skarpere kurver er betinget af terrain-
forholdene; herved er opnået, at stignings- og kurve-
modstanden for de lastede malmtog ikke vil over-
stige en modstand, der svarer til en stigning af
1.5 ‰ eller 1.5 kg. pr. ton.

Ved horisontalerne for togkrydsning haves større
vogterboliger med telegraf og telefon.

Krydsningshorisontalerne er for tiden anordnet ved:

1.	Narvik havn	km. 0
2.	« station	« 3.68
3.	Dybvik	km. 7.91
4.	Strømsnes	« 13.73
5.	Sildvik	« 20.86
6.	Hundalen	« 29.78
7.	Riksgrænsen	« 42.55

Største afstand mellem krydsningshorisontalerne
er, efter de nu anordnede, 12.4 km.; denne vil efter
trafikens behov kunne reduceres ved at anordne
sidespor på horisontalen mellem km. 40.10 og 40.60
og på stigningen 0.43 ‰ mellem km. 25.50 og 25.80.
Endvidere er der adgang til ved omlægning af
banen at erholde en krydsningshorisontal mellem
km. 36.25 og 36.65. Ved disse anlæg vil største
afstand mellem krydsningsstationerne kunne redu-
ceres til 7.13 km. Banens transportevne vil da have
nået sit maximum for enkeltsporet bane.

Efter terrainforholdene har der ikke været
rimelig anledning til at tracere linjen med hensyn-
tagen til fremtidigt dobbelt spor; man vil i tilfælde

være henvist til delvis at følge en anden tracé med større maximumsstigning.

Opstigningen fra Narvik station fører gennem kuperet fjeldterrain i afhældet mod Rombaksfjorden, som danner hovedstrøget for opstigningen indtil fjordens bund, km. 26, og ca. 320 m. over denne. Terrainet dannes sågodtsom udelukkende af bratte fjeldsider og steil ur. I partiet mellem km. 10.80 og 11.80 passeres foden af «Tøtta», og på denne strækning ligger linjen udsat for sneskred fra de steile styrtninger under denne eiendommelige og mægtige fjeldformation.

Fra angivne nøide stiger linjen fremdeles i bratte fjeldsider mod Hundalselven og østenfor Middagselven, km. 26.80, i et særdeles steilt og utilgængeligt parti med løs ur og overhængende fjeld, der har nødvendiggjort indlægning i en 520 m. lang tunnel. Terrainet er herfra trygt, men sterkt kuperet til Kalveholsfjeldet, en bastionlignende forhøining i fjeldpartiet, som det i sin tid var spørgsmål om at benytte til fæstningsanlæg. Her er Hundalens krydsningshorizontal anlagt. For fra Kalveholsfjeldet at kunne passere Hundalen med rimelige arbejder, er linjen ført i en større bue t. h. gennem en 385 m. lang tunnel, hvorefter Hundalen passerer i høi fyldning med underføring af Hundalselven på nordsiden af dalen i en vandtunnel af 27.5 m.² tværsnit.

Linjen svinger nu mod nord under Katteratfjeldet og gennemskjærer dette med en 507 m. lang tunnel, ved hvis østre ende linjen er nået ind i Norddalen, der fra sammenstødet med Hundalen som en mægtig revne kiler sig østover i det omliggende høifjeld i en længde af 4 km.

Ved Kalveholsfjeldet ligger udgangspunktet for det ydre linjealternativ i Hundalen, der betinger et så stort broanlæg over dalen, at alternativet i teknisk henseende var uantageligt, men som af de militære autoriteter blev foretrukket, indtil der ved Norddalsenden påvistes et linjealternativ, der i militær henseende frembød betryggende forhold.

Gennem Norddalen stiger linjen under høie, sonderrevne fjeldvægge, der gør strækningen utryg for sten- og sneskred, hvorfor linjen frem til Norddalsenden gennem de utrygge partier dels er lagt i tunnel, dels er overhælvbet og overbygget og dels beskyttet ved større udgravninger ovenfor linjen til optagelse og afledning af skredene.

Ved Norddalsenden er af de militære hensyn linjen ført over på nordsiden af dalen, som passerer i en 180 m. lang viadukt med høide over dalbunden af indtil ca. 40 m.

Linjen er nu kommet op på det fjeldplateau, der fra Norddalsenden strækker sig østover mod Riksgrænsen, og som efter breddegraden må betegnes som høifjeld. Omtrent 3.5 km. østenfor viadukten nåes det bestemmende punkt for banens opstigning fra Hundalen, km. 39.40 ved Bjørnfjeldbukken.

Linjen svinger derpå mod øst og når op på de fjeldkoller, der danner vandskillet mellem Nygaardselven og den svenske elv Torneåens nedslagsdistrikter; man berører således her Torneå elv i sit udspring, 513.14 m. o. h., og vil, som tidligere nævnt, igjen nå denne under Norra stambanens fortsættelse ved udlobet i den botniske bugt.

Fra angivne vandskille er linjen horizontal i noget over 1 km.s længde og fortsætter herfra med gunstige stigningsforhold i skråterrainet til Riksgrænsen, der passerer ved km. 41.99. Grænsestationen nær søen Vassijaure ligger udelukkende på svensk grund med første sporveksel lige i grænsen, 521.64 m. o. h.

Planeringsarbejderne

har været forholdsvis betydelige; nedenfor angives de under den sidste anlægsperiode udførte masser af jord, ur, fjeld og l. m. tunnel med sine enhedspriser efter fuldført arbejde:

197 000 m. ³ jord (væsentlig omkr. Narvik)	à	kr. 1.24
83 000 « ur	«	« « 1.80
306 000 « fjeld	«	« « 3.50
3181 l. m. tunnel med håndboring	à	kr. 261.00
1114 « « maskinboring	«	« 354.00*



UNDER KATTERATFJELDET.

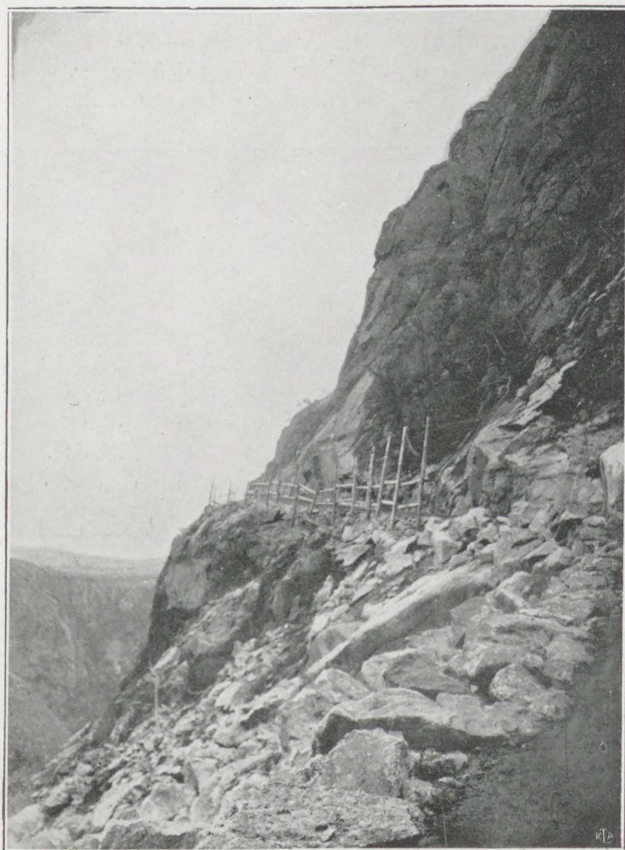
De to længste tunneler, Katterattunnelen, 507 l. m., og Norddalstunnelen, 607 l. m., er udført med maskinboring, idet det var ugjorligt at få disse færdig med håndboring til kontraktmæssig fastsat tid.

Som kraftkilde anvendtes et vandfald i Hundalselven, hvorfra kraften elektrisk overførtes til sekundære stationer ved arbejdsstederne. Boremaskinerne drevs med komprimeret luft fra luftkompressor.

* Med afskrivning på maskinanlægget omtr. kr. 406 pr. l. m.

Maskinanlæggets hoveddele er følgende:

1. Indtagsdam med vandrende.
2. Rørledning, 390 m. lang af 450 mm. diameter, sammenklinket af $\frac{3}{16}$ " og $\frac{1}{4}$ " Siemens-Martin stålplader.
3. Radial Gérard turbine på horizontal aksel, konstrueret for 110 m. effekt. faldhøide, 150 m. effekt. hk. og 600 omdreininger pr. minut.
4. Trefaset vekselstrømmaskine, koblet direkte til turbinen.
5. 2 fjernledninger, tils. 3807 m. af 3 kobbertråde à 4.5 mm. diameter.
6. 2 sekundærstationer, hver med en trefaset vekselstrømmotor.



TRANSPORTVEI GJENNEM NORDDALEN.

7. En luftkompressor i hver sekundærstation med 300 mm. cylinderdiameter og 300 mm. slag, med luftreservoir.
8. Trykluftledningsrør 2000 m. af 64 mm. indvendig diameter, sammensveiset af 3 mm. smedejernsplader.
9. 12 stk. stødboremaskiner med 80 mm. cylinderdiameter og 220 mm. slag, vekt 130 kg., med 6 hydrauliske søiler og 6 skruesøiler samt 10 stk. trykluftslanger.

Montering af anlægget blev udført månederne okt.—febr., en særdeles ugunstig årstid.

Maskinanlæggets samlede kostende er kr. 127 761.39.

Turbinanlægget med tilbehør udførtes af Myrens mek. verksted, det elektriske anlæg af Elektrisk bureau og kompressoranlægget med boremaskiner

og rørledning af firmaet Frølich & Klüpfel. Alt har fungeret meget tilfredsstillende.

Der anvendtes som regel 3 boremaskiner i hver af tunnelerne og delvis 4.

Maskinboringen udførtes således, at bundstol dreves foran, 3 m. bred og 2.3 m. høi anordnet i den ene side. Udvidelsen foregik først med fuld bredde i bunden, og derefter toges hvælvet, det sidste delvis med håndboring.

Udførelsen blev, som det vil sees, ulige kostbare end med håndboring. Årsagen hertil må væsentlig tilskrives en særdeles forceret arbejdsdrift og et uforholdsmæssig stort dynamitforbrug i hensigt at lette transporten. Den forcerede arbejdsdrift nødvendiggjorde anvendelsen af et større mandskab, navnlig for at transporten kunde holde nogenlunde skridt med udspængningen.

Angående dynamitforbruget kan anføres, at dette for håndboring har været 18 kg. pr. l. m. tunnel og for maskinboring 67.7 kg. Dynamitforbrug for bundstol var ved håndboring 9.5 kg. pr. l. m., ved maskinboring 28.7 kg. l. m.

Fremdriften var for maskinboring gennemsnitlig 35 l. m. stol pr. måned. Fjeldarten er hovedsagelig hård syenit og gneis; enkeltvis forekommer glimmerskifer og lerglimmerskifer og i en af fjeldskjæringerne marmor.

Arbejdsforholdene

må karakteriseres som meget vanskelige. Konkurrencen om at erholde fornøden arbejdshjælp var stor, idet det nærliggende svenske distrikt benyttede en arbejdsstyrke af ca. 2000 mand, grubeselskabet i Narvik 6 à 700 mand og det norske jernbaneanlæg indtil 1600 mand. Under disse omstændigheder at skaffe boliger og sørge for proviantering frembød sine vanskeligheder.

Tilgangen på øvede arbejdere var liden i forhold til, hvad der tiltrængtes, navnlig det første år. Ustadigheden blandt arbejderne var almindelig. Således kan anføres, at hver arbejder gennemsnitlig kun har arbejdet 180 dage om året; ved 1ste afdeling, hvor arbejdsforholdene frembød de største vanskeligheder, har man, for under arbejdsvirksomheden at holde en styrke af 400 mand, indtaget i det hele 4240 mand.

Arbejdsfortjenesten har som følge af angivne forhold været uforholdsmæssig høi, for det hele anlæg fra kr. 4.24—kr. 4.57 for akkordarbejde pr. 10 timers dag.

Broen over Norddalsenden.

Broen overspænder et 4300 m.² stort profil; dens samlede længde ekskl. landkarrene er 180 m. fordelt på 10 spænd à 18 m.

Den er konstrueret som kontinuerlig pladejernsbro på charnierpillarer.

Arbejdet med fundamenter og murverk påbegyndtes juli 1900 og fuldførtes i det væsentligste for pillarsoklernes og søndre landkars vedkommende høsten 1901, medens nordre landkar blev færdigt juli 1902. Den del af monteringsstilladset, der kunde udføres på forhånd, byggedes vinteren 1901—02, og monteringen af jernverket påbegyndtes i april og afsluttedes 30te august 1902.

Broens kostende efter nuværende oversigt er omtrentlig for:

Underbygning	kr. 105 200.00
Stilladser	« 37 000.00
Transport af jernverk	« 12 150.00
Leverance af jernverk i monteret stand 577 tons	« 156 550.00
Maling	« 8 400.00
Brobanen	« 2 700.00

Kr. 322 000.00

pr. m.² kr. 75.

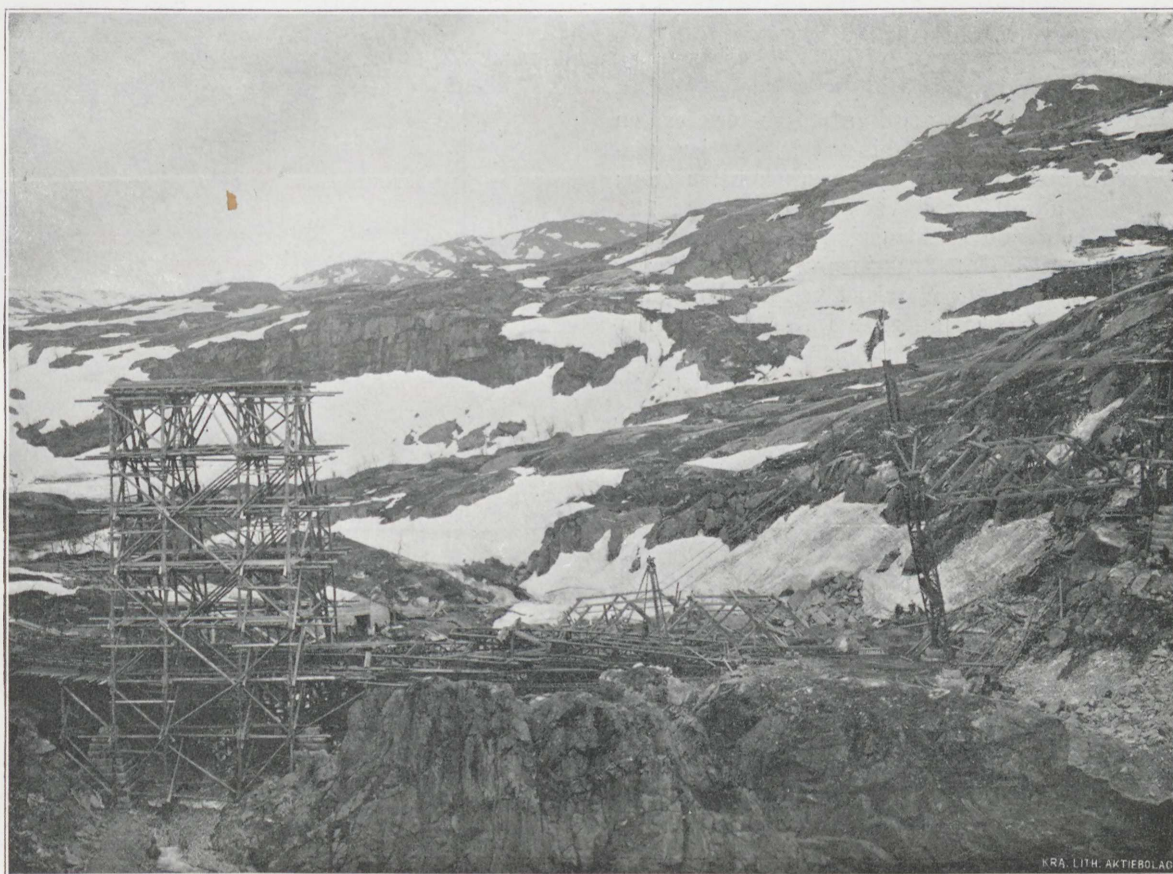
Jernverket leveredes i monteret stand fra Gustavburg Brückenbananstalt. Verket havde sin egen

Overbygning mod stensprang og sneras.

Overbygningen er enten udført som hvælv af brudsten, hvis den skal beskytte mod stensprang og sneras eller som træoverbygning, hvis den skal beskytte mod snefok.

Overhvælving er udført på partiet under «Tøtta» på to steder i forbindelse med sneskjærme af sten, som anbringes fra hvælvet på begge sider langs skredløbet for at lede og begrænse sneraset eller sneskredet.

Skredet opstår under lindveir, idet en udoverhængende skavl fra de høie, bratte fjeldhammer, løsner for nogen del, og ved faldet i skredløbet



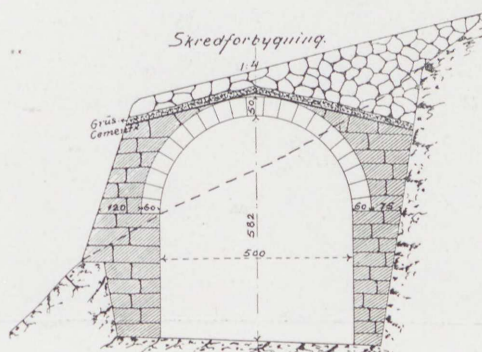
BRO OVER NORDDALSENDEN UNDER MONTERING.

ingeniør til ledelse af monteringen, ingeniør Spiess, der på en udmerket måde ledede arbeidet, og som har den væsentligste del af æren for, at broens montering udførtes på kortere tid end omkontraheret, hvilket var til stor hjælp for Ofofbanens fuldførelse efter planen.

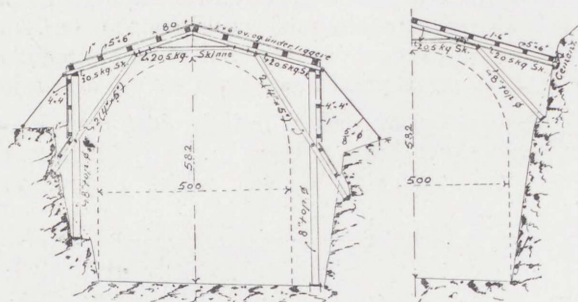
Broens konstruktion udførtes af statsbanernes brokontor under ledelsen af chefen for dette kontor, ingeniør S. A. Lund, der i forening med ingeniør Spiess vil levere en indgående meddelelse om broanlægget i «Tekn. ugebl.»* og i et tyskt tidsskrift, «Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure».

* I denne artikel om «Ofofbanens broer» vil de øvrige under foredraget meddelte tekniske data efter foredragsholderens bestemmelse blive indtaget.

fører med sig den i dette lagrede sne og under løbet tiltager i masse og voldsomhed.

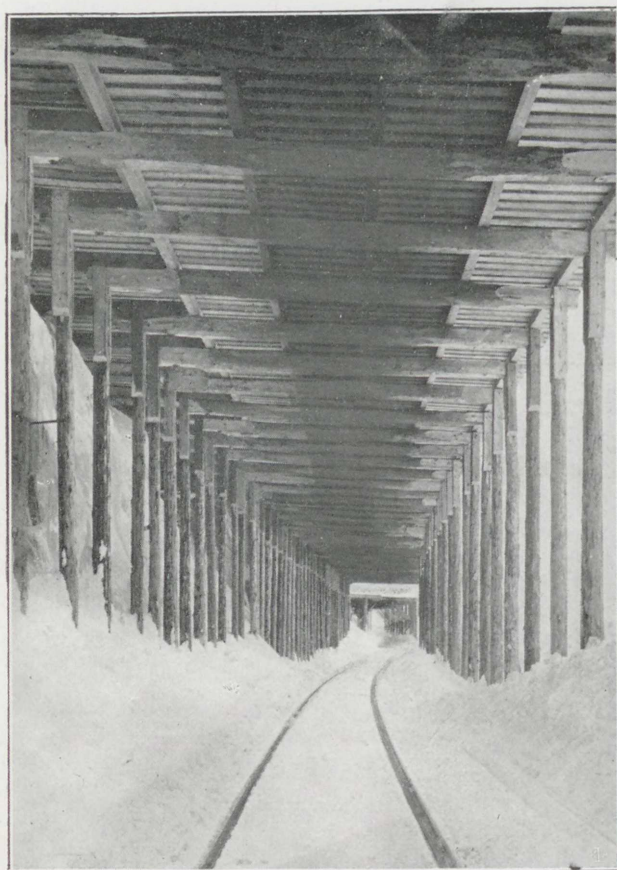


Hvælvene under «Tøtta» er bygget i 60 m.'s længde for en enhedspris af kr. 79.50 pr. l. m. og ledningsskjærmene af sten udgjør 4711 m.³, udført for kr. 1.75 pr. m.³. Foruden under «Tøtta» er delvis udført overhvælvning, som vil blive fuldført til sommeren på et par steder i Norddalen, navnlig til beskyttelse mod stensprang.



Overbygningen mod snefok er for en mindre del udført som kombineret træ- og jernkonstruktion (skinner) som sprængverkskonstruktion; heraf er kun udført forsøgsvis 48 l. m. for kr. 121 pr. l. m. Da denne konstruktion blev for kostbar, gik man over til trækonstruktioner efter amerikansk mønster. Overingeniør Skavland ved Bergensbanen medbragte fra sin stipendiereise i Amerika schemategninger for disse. De er udførte efter omstående snittegninger type 1—3 i en længde af i det hele 1675 l. m. for en enhedspris af kr. 45 pr. l. m.

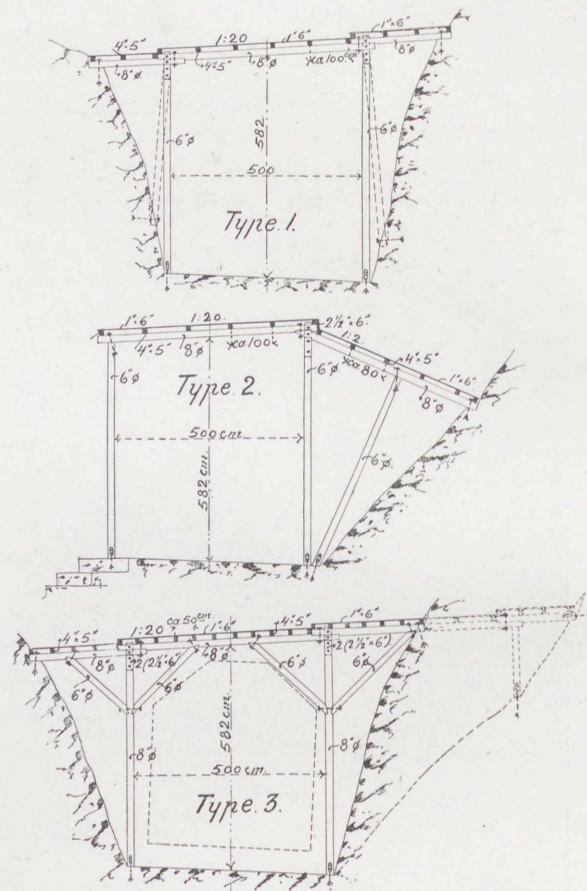
Stabilitet i tverretningen opnåes ved forankring i fjeldet, og hvis de må optage snebelastning er



SNEINDBYGNING I NORDDALEN KM. 33.80.

der adgang til forsterkning af tagverket i stor udstrækning ved sprængverk.

Som det vil sees, tjener overbygningen for enkelte typers vedkommende kun til at føre snefoket over fjeldskjæringerne. Stolper med bind er anbragte i kun 2 m.'s afstand fra hinanden.



Alle Bolte 2 cm ϕ .
Underlagsplader 8·8·1 cm.
Tverbjælkeafstand 2 m.

Sneskjærme, gennemsnitlig 4 m. høje og i 2.4 m.'s afstand mellem bukkene, er opført i en længde af ca. 14.3 km. for en enhedspris af kr. 6.50 pr. l. m. De er enten samleskjærme eller ledeskjærme eftersom sneen kan lagres, forinden den når linjen eller kan bortledes til lagring på hensigtsmæssige oplagspladse, f. eks. i terrainfor-sænkninger.

De sidstnævnte virker, når vindretningen er retvinklet på skjærmen, de sidste, når vindretningen er skjæv på skjærmen.

Et indgående studium af terrain- og vindforholde under vintertiden gik forud for opførelsen. Distriktsingeniør Paus i 4de distrikt bistod en vår med befaring sammen med foredragsholderen og overingeniøren, og man havde under opførelsen ligeledes bistand af en med sneskjærmes virkninger kjendt formand fra 4de distrikt (Meraker- og Røros-banen).

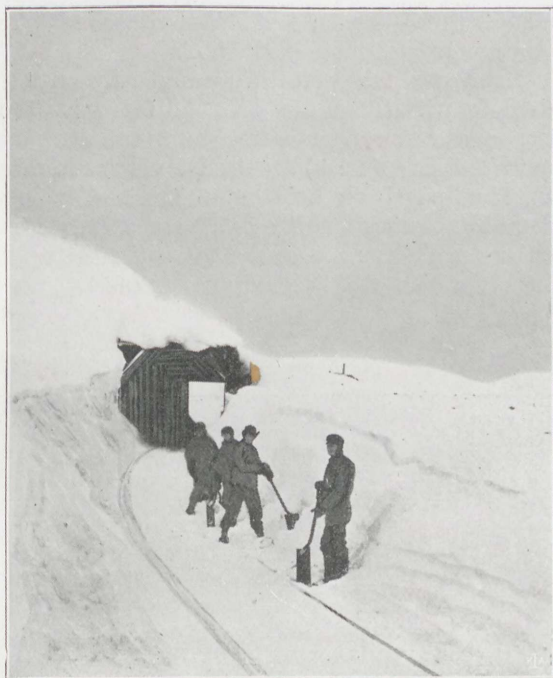
Resultatet viser sig at være tilfredsstillende; kun undtagelsesvis må nogen forandringer foretages.

Videregående opførelse af overbygninger og sneskjærme viser sig imidlertid påkrævet efter denne vinters erfaringer.

Senere vil kunne udarbejdes og fremlægges en indgående beskrivelse af sneforholde og sneforbygningsarbejder ved Ofotbanen.

Skinneoverbygning.

Skinnerne er af stål, vægtig 40 kg. pr. l. m. Svilledimensioner 2.5 m. $\times$ 0.25 m. $\times$ 0.14 m. For 10 m. og 9.5 m.'s skinner anvendes 14 og for 9 m.'s skinner 13 sviller.



SNEINDBYGNING VED KM. 41

Skjødsvillerne anbringes i 0.25 m.'s afstand fra skinnernes ender, regnet til svillernes midte, de øvrige fordeles med lige store afstande mellem svillerne.

Der anvendes kileformige underlagsplader.

Skinnerne fæstes til svillerne ved hagebolte med 3-kantede muttere på undersiden. Disse er opadbøiet i hjørnerne, så at de ved tilskruingen sætter sig fast i veden. På de to midtre sviller er kortlasker fastskruet til skinnestilken; disse lasker holdes ved indhak fast til underlagsplade og sville, således at skinnerne på midten ikke kan forskyves i længderetningen. Herved opnåes, at forlængelse eller forkortelse ved temperaturforandringer må fordeles på nærmestliggende skjoder. Desuden hindres skinnvandring ved anordningen.

Der er som regel anvendt svævende skjød mellem skjødsvillerne. På en strækning af 1 km. er svævende skjød anordnet på 1 sville gennem en forsækning i underlagspladen; man opnår her ved en særdeles solid skjød i længde- og tverretning med nogen elasticitet over skjøden.

Det er for tidlig allerede nu at udtale sig erfaringsmæssig om systemet.

Der er som regel anvendt pukballast af håndslået sten, kult, til 0.23 m. over formationsplanet og forøvrigt maskinpukket sten af indtil 6 cm.'s tvermål. Omkostningerne ved maskinpukning andrager til kr. 3.00 pr. m.³

Stenknuserne er således indrettet, at dampmaskinen trækker stenmaterialet, der skal pukkes, efter et skråplan til knusetrakten.

Den færdige puksten tømmes fra stenknuseren i under denne stående Decauvillevogne af særskilt konstruktion. Disse vogne, der har skråtliggende bund, fremkøres på det permanente skinnespor, og idet stængselet foran den lavere del åbnes, forskyves vognen på sporet og tømmes efterhånden.

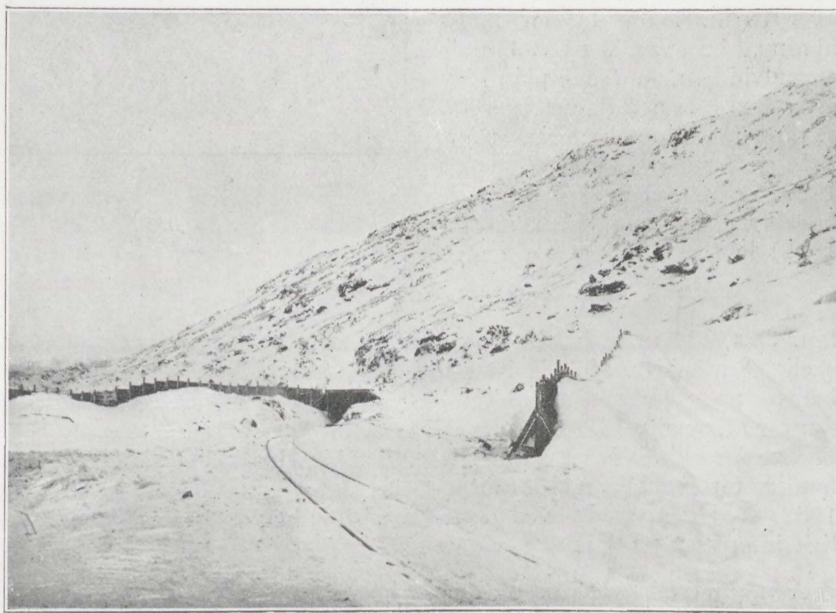
Anordningen har vist sig særdeles hensigtsmæssig, men man må have god tid til ballasteringen.

De regnskabsmæssige resultater for Ofotbanens anlæg vil kunne foreligge i løbet af indeværende år.

Forinden jeg slutter foredraget vil jeg udtale en tak til den række ingeniører, som under vanskelige forholde har bragt Ofotbanen til fuldførelse i kontraktmæssig tid; navnlig skal jeg nævne den ledende ingeniør for anlægget, overingeniør Wiull, som på en udmerket måde har fremmet arbejderne.

Som motto til foredraget om Ofotbanens bygning vil jeg vælge:

Med forenede kræfter!



SNESKJERME VED GRÆNSEN.

Ofothbanens broer.

Bro over Norddalsenden (Verdens nordligste jernbanebro, $68\frac{1}{2}^{\circ}$ n. b.).

Af chefen for statsbanernes brokontor, ingeniør S. A. Lund.

Mellem Narvik og Rigsgrænsen passerer intet større vasdrag. Mindre tverelve er ført under banen ved små hvælvbroer af naturlig sten eller gennem bækketunneler, hvoraf den største for Hundalselven har 27.5 m.^2 tværsnit. I Narvik er bygget en enkeltsporet og en dobbeltsporet bro over veien, der fører fra Kleven til Narvik, den første i hovedlinjen, den sidste i forbindelsessporet mellem Kleven og malm-lastepladsen. De er begge på grund af den ringe konstruktionshøide anordnede som bjelkebroer (kontinuerlige tvillingbærere) — hvilende på smedejernsoiler anbragt mellem kjørebanen og trottoirerne — og har en samlet længde mellem oplagerne på murverket af resp. 11.6 og 13.6 m. th. Desuden findes i Narvik to gadebroer over jernbanesporene udført som almindelige bjelkebroer på jernpillarer og med brodække af zoresjern og puk; længde mellem oplagere på murverk er resp. 25.0 og 34.4 m. Samtlige disse er leverede af verkstedet Vulkan, Kristiania, veibroerne for kr. 290.00 pr. ton, leveret i Narvik uden montering, og undergangsbroerne for kr. 292.00 pr. ton færdig opsat.

Oprindelig var projekteret en større viadukt over Hundalen med over 70 m. høide og en midtåbning, buespænd, på 93 m.'s spændvidde, men denne plan blev efter langvarige forhandlinger bl. a. med de militære autoriteter forladt, og der blev istedet (25de okt. 1899, mens anlægget allerede havde været igang siden høsten 1898) bestemt bygget en større

Bro over Norddalsenden,

km. 35.3, 444 m. o. h., der blev et af anlæggets vanskeligste arbejder, af hvis istandbringelse i rette tid banens programæssige fuldførelse videre til grænsen var afhængig. Da staten under erstatningsansvar ligeoverfor malmbolaget var forpligtet til at have banen færdig for regulær malmtransport fra 1ste januar 1903, stod der således ved dette broarbejde betydelige interesser på spil.

Almindelige forudsætninger for broens anordning.

Efter vestenfra at have passeret gennem den 607 m. lange Norddalstunnel — banens længste — ligger linjen frit på en strækning af ca. 300 m. og i en høide af indtil ca. 40 m. over Norddalen, med den lille Norddalselv midt i, for atter at forsvinde i en ny tunnel.

Efter den for selve baneanlægget lagte arbejdsplan kunde Norddalstunnelen først ventes gennembrudt og skinnegangen ført gennem denne og frem til broen omkring 1ste juli 1902.

Hvad der før dette tidspunkt tiltrængtes af materialier til stillads og jerndeile for selve broen, måtte derfor transporteres 10 km. op den bratte (maximalstigning 1 : 5) og dårlige vei fra Rombaksbotn, først op til en høide af 520 m. o. h. og så ned til Norddalens bund ca. 410 m. o. h., en transport, der både var meget dyr og resikabel og ikke tillod større læs end i maximum 1300 kg., undta-

Norddalstunnelens
nordre indtag.

Hunddalen.



NORDDALSENDE BROSTED.
Sommeren 1900.

gelsesvis ca. 1700 kg. Også af hensyn til, at brostedet og særlig fundamentene var vanskelig tilgængelig fra veien, måtte stykkevegten ikke overskride dette maximum. Af økonomiske grunde gjaldt det derfor at indskrænke denne transport til et minimum og transportere mest mulig og særlig de tyngre dele med lokomotiv fra Narvik, mens man på den anden side af hensyn til arbejdets fuldførelse i rette tid før dette tidspunkt måtte have så meget udført af de vanskeligste og mest resikable arbejder, at arbeidet efter 1ste juli med en til vished grænsende sandsynlighed kunde tilendebringes i løbet af høist 2 måneder, altså inden udgangen af august, hvorefter man påregnede at have 1 à $1\frac{1}{2}$ måned igjen, før frosten kom, til at udføre de resterende fyldings- og skinnelægningsarbejder mellem broen og grænsen, hvilke måtte udføres med lokomotivdrift og med fri passage over broen.

For monteringsarbejderne før 1ste juli kunde man således tage rummelig tid, men var begrænset med hensyn til de enkelte transportstykkers størrelse; for monteringsarbejderne efter nævnte dato måtte arbeidet udføres efter programmet og om muligt 2-månedsterminen søges reduceret af hensyn til linjearbeidet ovenfor, mens man på den anden side, som nævnt, havde den fordel at være temmelig ubunden med hensyn til de enkelte monteringsstykkers størrelse og vegt, da man for disse kun havde jernbanetransport fra Narvik og frem til brostedet.

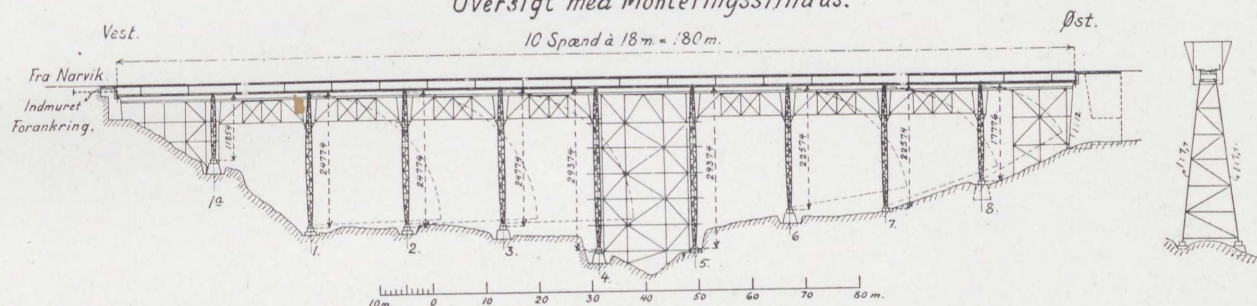
Da alle træmaterialier der nord er kostbare, og da ligeledes transporten fra Rombaksbotn til brostedet vilde falde dyr og besværlig, var det også af væsentlig økonomisk betydning at indskrænke stilladset til et minimum, særlig for de arbejder, der skulde foregå før 1ste juli, mens monterings-

er ved denne spændvidde og de daværende lave jernpriser pladebæreren den billigste. For at lette monteringen og forenkle detaljeanordningerne ved oplagringen af broen på pendelpillarerne og særlig for at erholde en bro med små side-svingninger under trafikeringen, blev pladebærerne anordnet kontinuerlige fra det ene landkar til det andet. Grundens beskaffenhed, der efter de foreliggende data skulde være fast fjeld over det hele profil, ledede også til valget af en sådan konstruktion. Systemet er altså en kontinuerlig pladebro på 10 spænd à 18 m. oplagt på 2 landkar og 9 pendelpillarar af jern. I længderetningen fastholdes broen ved en forankring ved vestre landkar.

Pillarerne.

Hver jernpillar hviler på 2 stensokler, som er fundamenterede direkte på fjeld, og hvis toppe altså kan betragtes som faste punkter. Soklerne er

Oversigt med Monteringsstillads.



arbejderne efter 1ste juli på den anden side måtte søges lettet gennem et så godt og sikkert stillads som muligt.

Disse forhold var af særdeles stor betydning for valg af broens hovedanordning.

Da murfundamentene i det væsentlige måtte være færdige ved monteringsbegyndelse, og tiden var knap, antoges flere og mindre fundamenter med mere arbejdsplads at være fordelagtigere end større samlede.

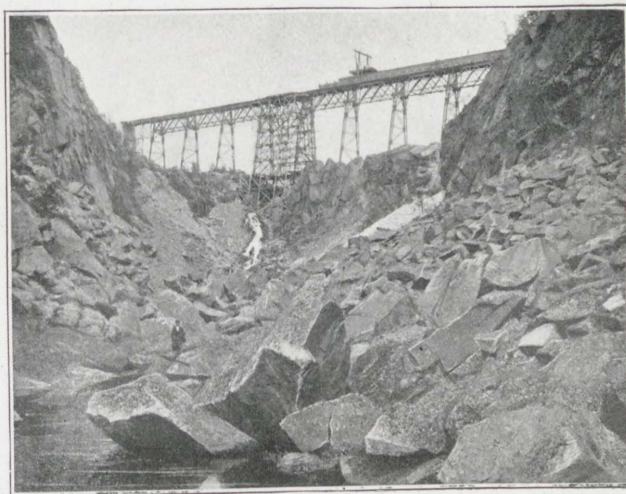
Videre havde man at tage hensyn til, at broens jerndelev, hvis vegt anslagsvis antoges at ville dreie sig om 6 à 700 ton, skulde kunne udføres af indenlandsk verksted, hvorfor konstruktionens hoveddimensioner og detaljer såvidt gjørligt måtte vælges således, at indenlandsk verksted med sine havende hjælpemidler kunde udføre arbeidet, og arbejdsplanen lægges således, at verkstederne fik den længst mulige tid til sit arbejde.

Endelig måtte der selvfølgelig stræbes efter at erholde en muligst billig konstruktion, idet bygningsomkostningerne i og for sig og særlig på grund af broens beliggenhed vilde bli store, foreløbig anslået til 300 à 350 tusinde kroner.

Disposition.

Med den forholdsvis konstante høide, som brostedets længdeprofil har, fandtes en bjelkebro på pendelpillarar at være den billigste konstruktion, hvorhos spændinddelingen også kunde gjøres jevn for hele længden. De økonomiske spændvidder fandtes beregningsmæssig (minimum for de samlede bygningsudgifter) at være ca. 18 meter, hvilket også passede meget godt til profilet. Som hovedbærere

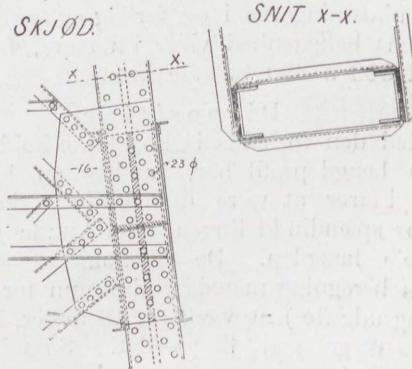
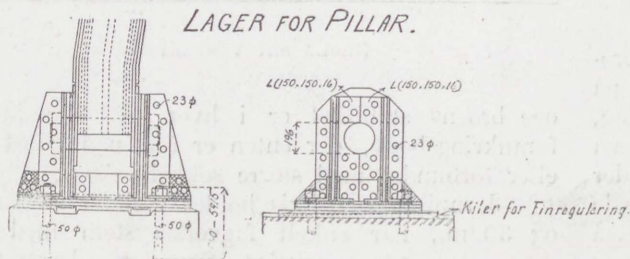
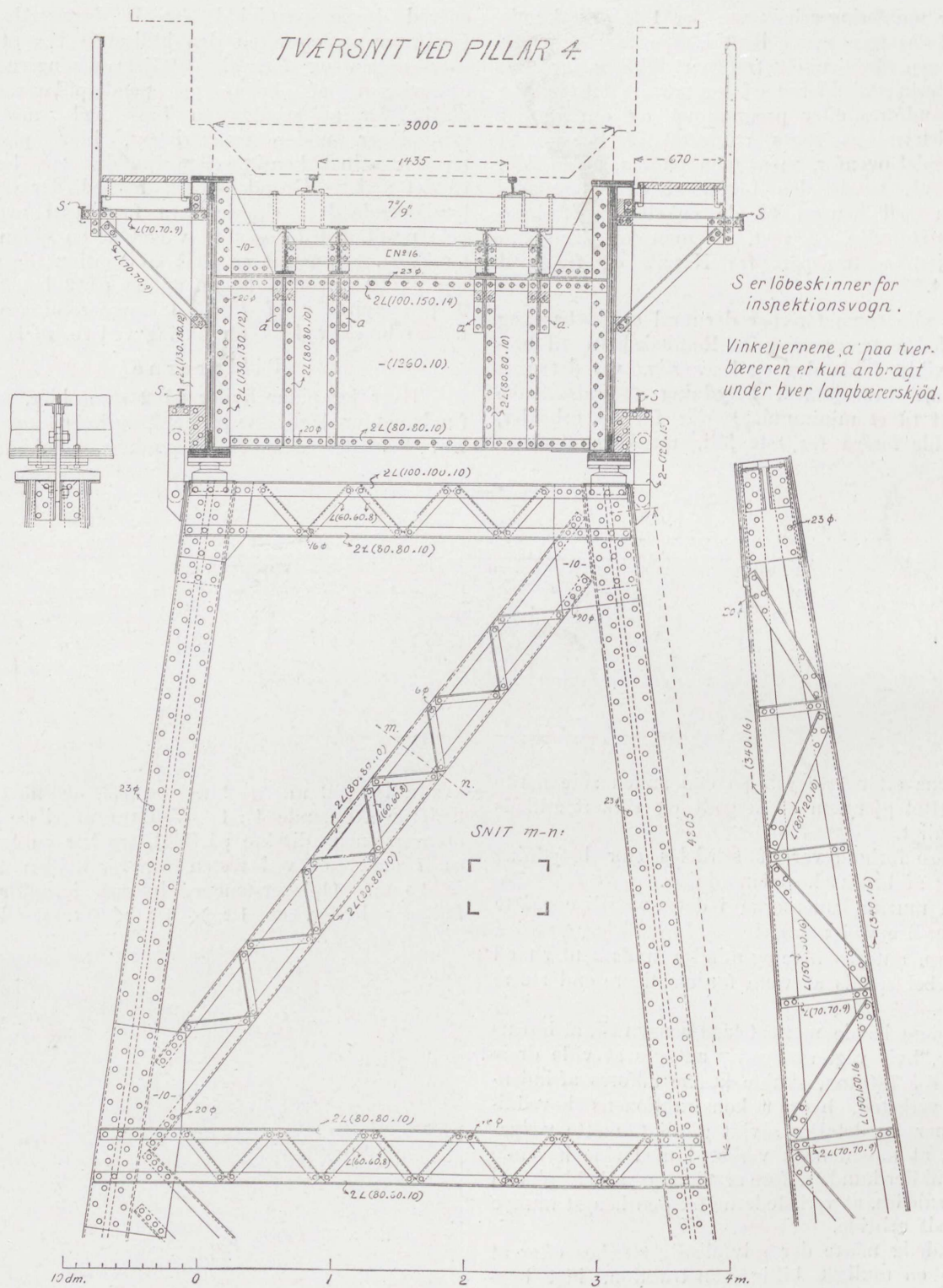
kvadratiske, 2 m. $\times$ 2 m. ovenfor og med sidefladerne skrånende 4 : 1. Ved tre af disse ligger oplagerstenene direkte på fjeld, tre har en høide af ca. 7 meter og ved resten varierer høiden fra 1.5 til 4.5 m. Oplagerstenene, hvorpå jernpillarernes fodlager hviler, er 1.2 $\times$ 1.2 $\times$ 0.7 m. For at



BROEN SET VESTENFRA.

øge broens stabilitet er i hver sokkel anbragt 4 forankringsbolte, der enten er fort ned i fast fjeld eller forbundet med større sokkelmasser.

Jernpillarerne, hvis høider varierer mellem 12 og 30 m., har enkelt fagverkssystem med stive diagonaler og transversaler. Stænderne dosserer med

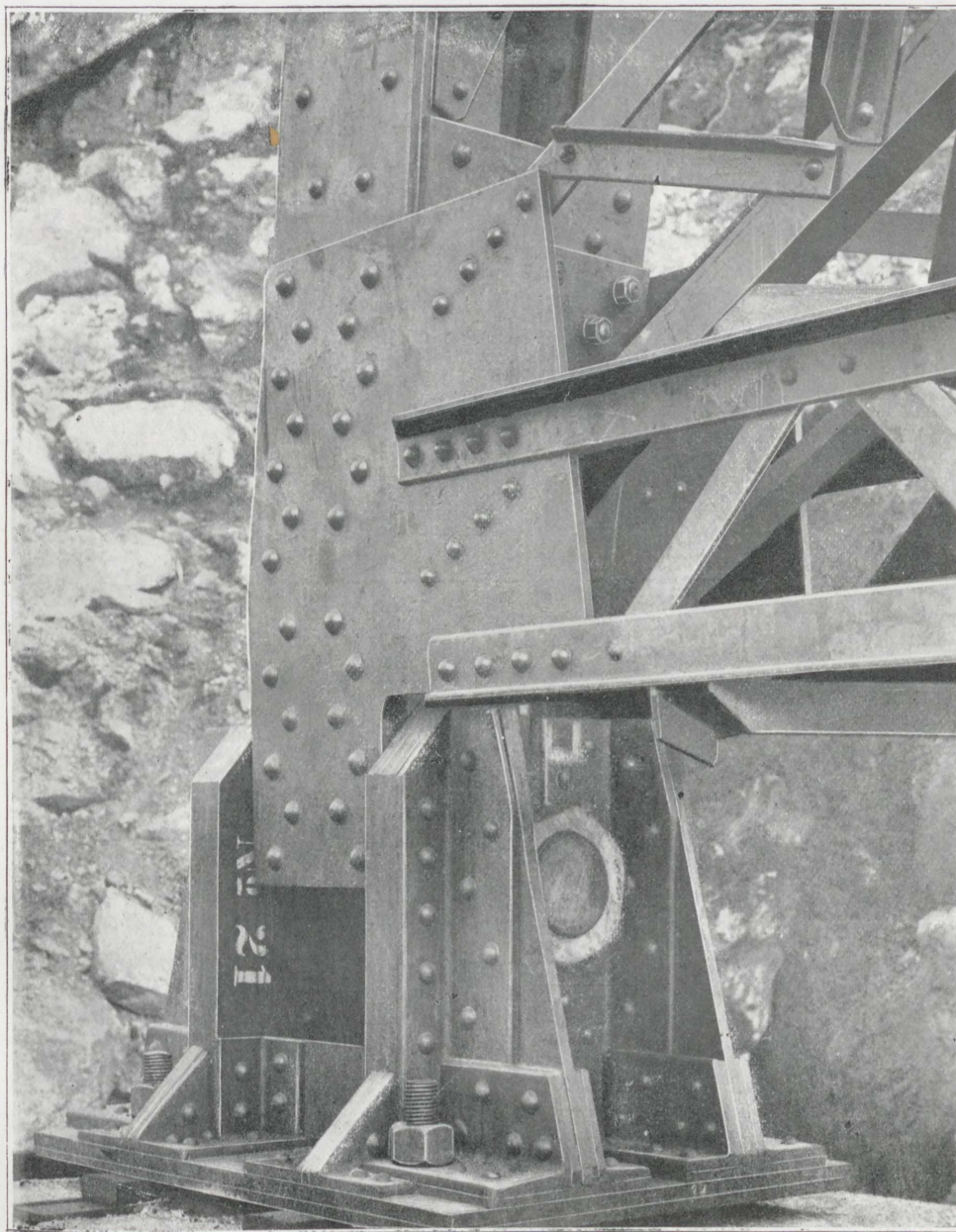


ca. 1 : 8, og er dannet af 2 -formedede dele, sammenklinkede af plader og vinkeljern og forbundne til hinanden ved vinkeljernsgitter; af hensyn til den store knækningslængde er delene bøiede udad. Mellemlæddene har 4 vinkeljern, forbundne ved vinkeljernsgitter. Anslutningerne mellem stændere og mellemlædd dannes af knudeplader.

Pillarfoden er af hensyn til overbygningens bevægelse ved temperaturforandringer og til monteringsmåden konstruerede som hængsel med bevægelse ca. 180° om en bolt; denne hviler på et lager, sammenklinket af vinkeljern og plader.

Mellem lagerne og sokkelstenene anbragtes kiler for den endelige, nøiagtige indstilling af pillarerne.

Pillartoppen dannes af et støbestålsstykke med kugleformet oplagerflade, hvorpå overbygningens bærevægge direkte er oplagrede.



PILLARFOD MED LAGER OG CHARNIERBOLT.

Landkarrene.

Nordre (østre) landkar har den forholdsvis betydelige højde af 16.6 meter og er anordnet med tilbagespringende vingemure. Den tilstødende høje fyldning afsluttes ved landkarret med stenkegler. Søndre (vestre) landkar var oprindeligt projekteret med omtrent samme højde som nordre og med front, der hvor pillar 1 a nu står, men på grund af, at tiden viste sig knap for muraarbeidets udførelse, blev det rykket 18 m. tilbage og fik derved kun små dimensioner.

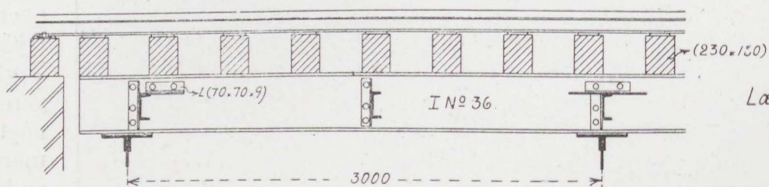
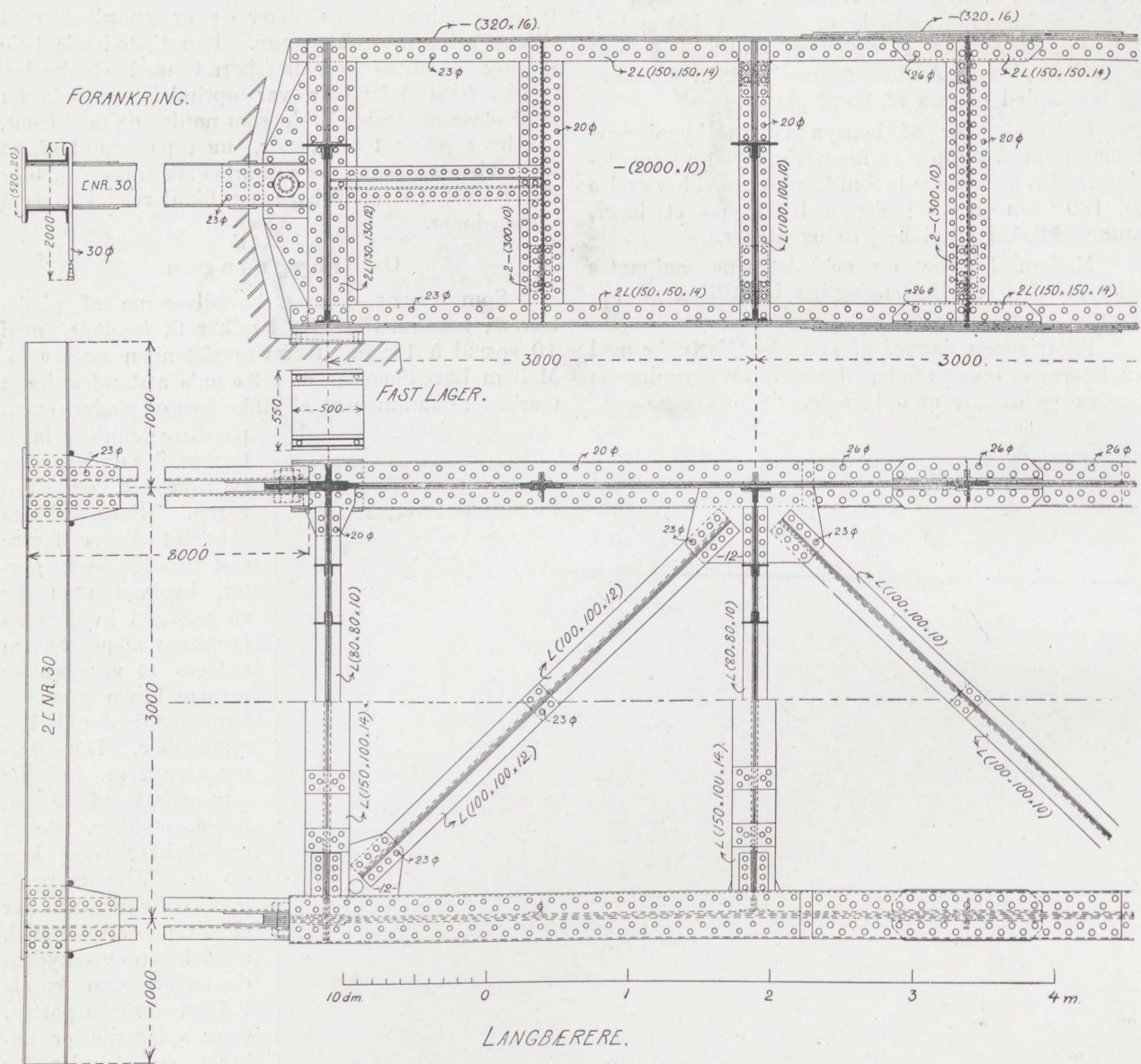
Overbygningen.

Som nævnt dannes hovedbærerne af pladebærere, kontinuerlige fra landkar til landkar, med 10 spænd à 18 m. Bærevægsafstanden er 3.0 m. Mellem hovedbærerne er i 3.0 m.'s afstand anbragt tverbærere sammensat af vinkeljern og plader; oven-

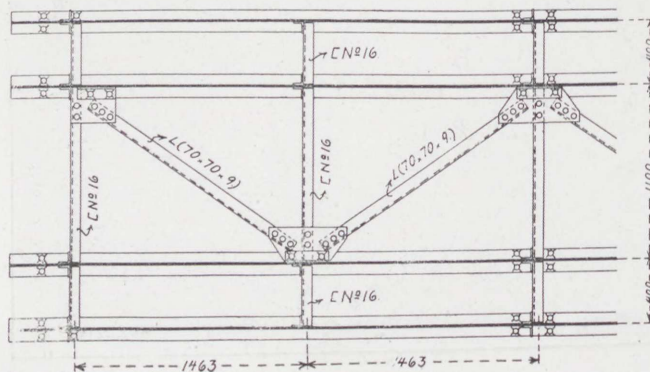
på disse kommer langbærere, der understøtter svilledækket og skinnerne. Svilledækkets overkant ligger lavere end hovedbærernes gurer, hvorved man får en rende, i hvilken en eventuelt afsporet vogn antages at ville kunne passere broen uden at komme udenfor de bærende dele. Hovedbærerne er 2 m. høje og sammensat af 9 m. lange stykker, de 2 endestykker dog kun 4.5 m. Alle tværsnittets enkelte dele er skjoldt på samme sted, altså ingen overskydende ender, som kunde bøies under transporten. Over oplagerne er anbragt en stænder for overførelse af oplagertrykket til ståpladen. Trykoverføringen fra lageret er direkte og opnået ved nøiagtig sammenarbejdning af nedre ender af vinkeljern i stænderen og nedre gurte af pladebæreren.

Tverbærernes overgurter er udført under hensyn til horizontal kræfter fra bremsning. Ståpladen er forsynet med afstivningsvinkeljern for optagelse af de koncentrerede tryk fra langbærerne. Langbærerne er dannede som tvillingbærere af helvalsede bjelker og kon-

HOVEDBÆREVÆG.



Længde af langbærere = 9 m



tinuerlige over 3 felter (9 m. længde). Hver langbærerlængde er anordnet helt uafhængig af den påfølgende for ikke at indføre i konstruktionen betydelige ekstraspændinger ved ujævn opvarmning.

Vindforband er anordnet mellem hovedbærerens nedre gurter; det har enkle diagonaler med korsformet tværsnit og forbindes til gurterne ved knudeplader. Overførselen af sidekræfter ved øvre gurter til vindforbandet sker gennem hjørneplader og de høje tverrbæreståplader.

Mellem langbærerne findes et sekundært vindforband med enkle diagonaler af vinkeljern. Oplagerne på landkarrene fastholder broen kun i siderektningen og er konstruerede som glidelagere. Ved den fast forankrede vestre ende vil der ikke bli nogen bevægelse, hvorimod den østre ende af broen vil kunne bevæge sig indtil 200 mm.; af den grund er undre lagerplader her gjort tilsvarende længere

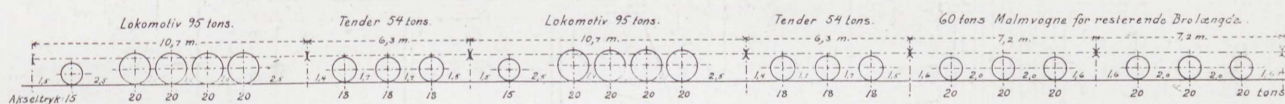
Monteringsplanen

var oppgjort på forhånd og forelå som anbudsdokument (jfr. oversiktstegning pag. 15 og detaljer neste pag).

På grund af de forholdsvis betydelige stilladskonstruktioner, der er nødvendige for at sammenbygge en pendelpillar i vertikalstilling og for mest mulig at undgå klinkningsarbejde i hoiden ved dette for hårdt veir særlig udsatte brosted, valgtes at sammenbygge flest mulig af pillarerne liggende, derpå reise dem og så lade dem indgå som bærende åg for fagverks-stilladsbærerne, hvorpå overbygningen skulde monteres.

I første spænd fra syd, hvor høiden er liden, blev der for overbygningens montering forudsat almindeligt stænderstillads, og dette tillige benyttet for montering af pillar 1 a stående, hvad også det stærkt affaldende terrain gjorde ønskeligt.

Belastningstog.



end ved den vestre ende af broen. For centrisk overføring af oplagertryk er øvre lagerplade fortynnet mod enderne (afrundet).

Broen er forsynet med 2 gangbaner af træ og rækverk af jern, hvilende på jernkonsoler. To revisionsvogne er anordnet, en på hver side af broen, løbende hver på to skinner i broens hele længde, og således indrettet, at de kan forbindes til én vogn ved to klaffer, der fra begge sider slås mod hinanden og forbindes midt under brospændet.

På østre landkar er der indlagt dilatations-skjød i skinnegangen for 200 mm. bevægelse.

Statisk beregning.

Til grund for beregning af såvel denne bro, som de tidligere to nævnte, er lagt ovenstående belastningstog og et vindtryk af 250 kg. pr. m.² for ubelastet og 150 kg. pr. m.² for belastet bro.

Ingen europæisk banes broer er konstrueret for et så svært belastningstog, men i Amerika benyttes tildels ikke lidet tyngre tog. I sammenligning med f. eks. Smaalensbanens broer gir Ofotbanens belastningstog omtrent 80 % større vegter.

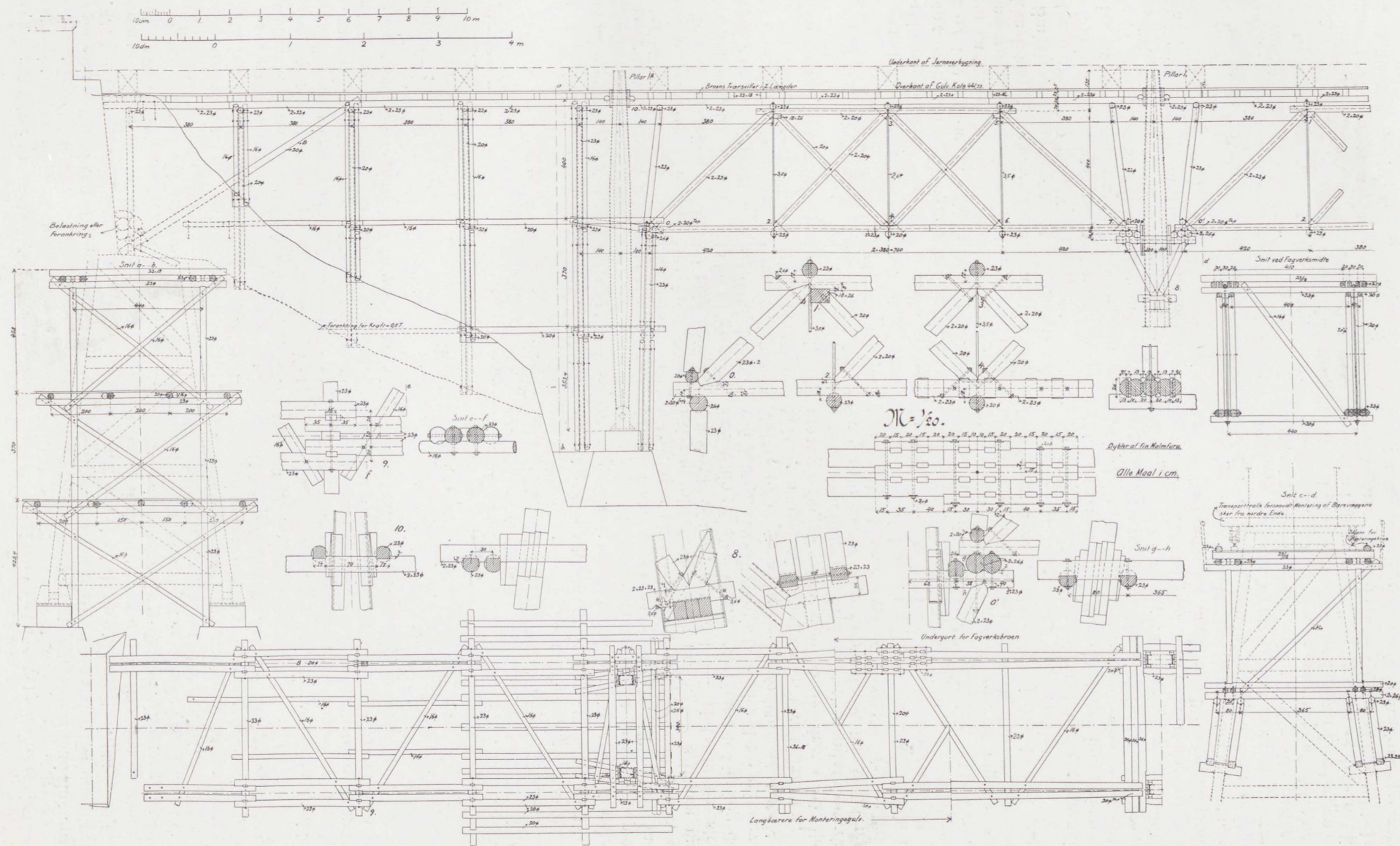
Det kontinuerlige bærersystem, der blir nido-belt statisk ubestemt på grund af oplagringen på 9 pillarer (elastiske), er beregnet under anvendelse af influenslinjer, konstruerede efter satsen om den gjensidige forskyvning og med udgang fra oplager på landkar samt top af pillarsokler som faste punkter.

Den beregnede maksimale påkjending (stræk eller tryk) fra vertikalbelastning alene overskrider beregningsmæssig ikke 750 kg./cm.² Samtlige tegninger for broens udførelse, hvoriblandt detaljetegninger til stillads og verkstedstegninger i målestok 1 : 10 til jernkonstruktionerne er udarbejdet ved statsbanernes brokontor og udgjør det ret betydelige antal af 39 store placher.

For de på begge sider af Norddalselve stående høieste pillarer og dermed også for den mellem disse faldende overbygning valgte man at opføre fast stillads af følgende grunde: Terrainet mod øst og nær pillarfoden ligger høiere end denne, således at pillarerne, særlig nr. 5, — selv om man sprængte væk en del fjeld — vilde få en sterk skråstilling under sammenbygningsarbeidet og derved ikke ubetydelig stillads under dette udkræves. Videre tillod en opførelse på forhånd af dette stillads, som også af forannævnte for pillar 1 a, at monteringen af pillarerne kunne drives på flere steder samtidig og med større mandskabsstyrke, hvad man måtte være forberedt på kunde bli nødvendigt, ifald leverancen af jerndelene fra vedkommende verksted af en eller anden årsag skulde bli forsinket. — Da man endvidere forudsatte, at et indenlandsk broverksted, hvoraf intet hidtil havde udført en såvidt vanskelig montering, vilde komme til at overtage arbeidet, antog man, at mulige vanskeligheder ved den forudsatte rejsning af pillarerne i særlig grad vilde gjøre sig gjældende ved disse to nær 30 m. høie og 32 ton tunge pillarer, og at også fast stillads af denne grund her var ønskelig. Forudsætningen for denne stilladsanordning var også, at monteringen af pillarerne og opførelse af overbygningstillads skulde foregå i to afdelinger, nemlig pillar nr. 1 a—3 høsten 1901 og pillar nr. 4—8 forsommeren 1902, en plan, som man af forsigtighedshensyn ligeoverfor en mulig mindre øvet leverandør fandt at måtte forudsætte i anbudsyndbydelsen. — At det senere viste sig unødvendigt at befølge denne plan, men at man kunde udføre monteringen sammenhængende, var blot en fordel for alle parter.

For sammenbygning og klinkning af pillar nr. 1 til 3 og 6 til 8 liggende, blev der kun forudsat anordnet almindelige kubbelaag fra terrainen og flytbare klinkplatformer, og for de øvrige 8 spænd blev stilladset konstrueret som fagværk af træ med hængestænger

Monteringsstillads, detaljer.



af jern og anbragt på trækonsoler fæstede til pillarerne. Til tverbærere og oplag for plankegulvet forudsattes benyttet svillerne for den permanente bro, anskaffet i dobbelt længde.

For overgurtdelesens løftning fra jernbanevogn, fremtransport og nedfiring på plads blev konstrueret en galgeformet vandrekrant løbende på skinnegang på stilladset i hele broens længde. For pillarenes opreisning mod vest var forudsat, at broens permanente forankring skulde være anbragt og faststøbt ved monteringsbegyndelse, og som strækled mellem forankringen og pillartoppene under rejsningen var forudsat anvendt broens vinddiagonaler. Ligeledes var forankringsboltene for pillarenes lagere forudsat anbragt på forhånd.

Stilladsets fagverksspænd forudsattes færdig sammenbyggede på bakken og derefter opheist med taljer og anbragt på de til jernpillarerne før disses rejsning fæstede konsoler. Monteringsplanen, der ialt væsentligt blev befulgt, vil forøvrigt fremgå af efterfølgende beskrivelse af selve monterings udførelse.

Fundamenternes og murarbejdernes udførelse.*

I februar 1900 påbegyndtes undersøgelser efter mursten. Tilgangen til sådan var ved søndre del af bostedet indskrænket, og adkomsten for transport andetstedsfra uforholdsmæssig tung og kostbar. På dalens nordside fandtes et tjenligt stenbrud, hvorfra der byggedes en 150 m. lang transportbane frem til nordre landkar således, at de lastede stentraller trak de tomme tilbage og op til bruddet, hvor lastningen foregik ved hjælp af 4 tons svingkranter. Fra dette brud toges ca. 1100 m.³ mursten til nordre landkar og en del pillarer.

I samtlige brud var stenen gneisgranit, syenit, men lagringen meget uensartet og ufuldstændig, og stenen tildels opfyldt af blindsletter, således at der ved udtagningen blev uforholdsmæssig megen affaldsten, ligesom det var meget vanskeligt at skaffe emner til de store sokkelstene. Stenen blev i de større brud udtat ved sprængning med krudt, i de mindre direkte ved kiling. Ved sprængningerne benyttedes elektrisk mineantændelse i salver på fra 6 til 12 skud. Stenen kostede i brudene inklusive disses oparbejdelse fra kr. 10.00 til 20.00 pr. m.³, sokkelstenene det flerdobbelte.

Mursand måtte i begyndelsen skaffes enten fra Hundalselven, km. 30.30, hvor den på lavvand måtte tages i elveleiet, eller fra Bjørnetjeld, km. 40.20, hvor der fandtes et mindre lag under et 1.0 til 1.5 m, tykt lerlag.

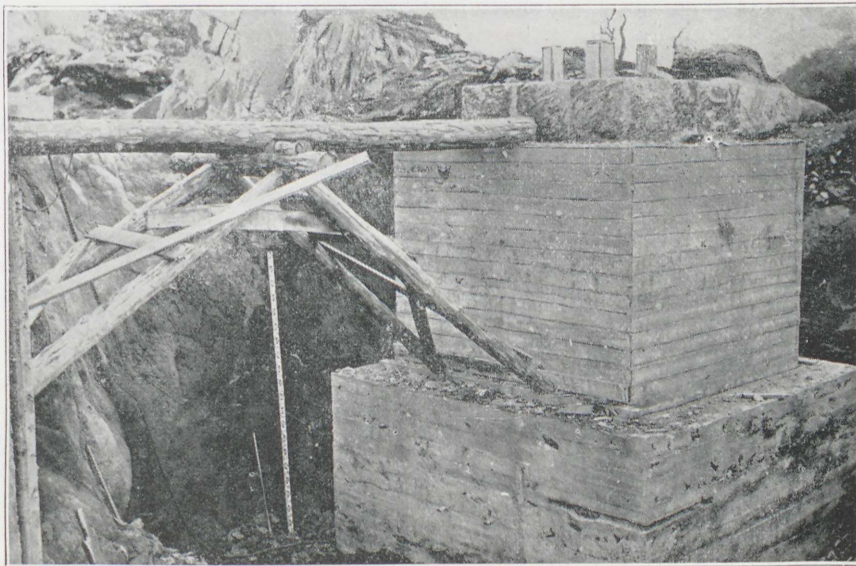
Cement transporteredes over Rombaksbotn dels

pr. hest, dels med hest og taugbane frem til brostedet.

Transportomkostningerne for mursand og cement var fra 1.5 til 2.0 øre pr. kg., og hvor disse ting måtte bæres eller fires ned som ved søndre landkar og pillar nr. 1 a, beløb omkostningerne sig til det dobbelte. Cement inkl. lagring i Rombaksbotn kostede således på byggestedet fra kr. 11.00 til 14.00 pr. foustage. God mursand inkl. udvinding og harpning fra 30.00 til 70.00 kr. pr. m.³

Efterat de fra anlægget høsten 1899 indsendte foreløbige alternative forslag for broens anordning vinteren 1899—1900 var yderligere bearbejdede og detaljeprofiler optat våren 1900, blev den endelige anordning approberet af departementet i juni 1900 og bemyndigelse straks givet til arbejds udførelse; sneen lå da endnu i brostedet, tilgangen på øvede stenarbejdere var liden eller ingen.

I slutten af juli 1900 tog arbejdet sin begyndelse, og det gjaldt da først at få færdig søndre



JETTEGRYDE, PILLARSOKKEL NR. 3 V.

landkar og pillarsoklerne nr. 1 a, 1, 2 og 3, hvilke skulde være fuldførte så betids, at monteringen af jernpillarerne kunde foregå høsten 1901.

Sprængnings- og gravningsarbejder for samtlige pillarer og landkar dreves sommeren og høsten 1900 med en arbejdsstyrke på 30—40 mand, men tog planering og afpuksning af pillarfundamenterne betydelig længere tid end forudsat, da det under arbejdet viste sig, at fjeldet tildels var løst og opfyldt af jordslepper til betydelig større dybde end påregnet. Pillarsokkel nr. 3 til venstre faldt i en jettegryde af 5 m. dybde; pillar nr. 5 til v. måtte på grund af meget dårligt fjeld føres ned under det gamle elveleie, der i tilsvarende grad måtte sænkes; ved pillarsokkel nr. 8 til v. faldt fjeldet så hurtig af, at man i det ene hjørne af fundamentet måtte ned til en dybde af 7 m. før fast fjeld nåedes; i det andet hjørne lå fjeldet i dagen.

På grund af de større fundamentdybder øgedes murmasserne for soklerne til omtrent det dobbelte af de beregnede — fra 245 til 440 m.³

* Væsentlig efter meddelelser fra anlæggets overingeniør Wiull og vedk. afdelingsingeniør Hoelfeldt-Lund.

Drainage fra de dybe pillarfundamenter, grøftning og sænkning af elveleiet mellem pillar nr. 4 og 5 sinkede arbeidet og kostede i direkte arbejdsudgifter kr. 2110.00.

Alt gravnings-, sprængnings- og draineringsarbejde udførtes på akkord med en dagsfortjeneste fra kr. 3.50 til kr. 6.00 pr. 10 timers dag.

Efterhvert som de respektive fundamenter var udsprængte, rengjordes og afplaneredes fjeldet med cementmørtel, blanding 1 cement og 3 sand, for at vandet ikke skulde bli stående i ujevnhederne under murverket; dette arbejde, der krævede særlig omhu, blev udført på dagarbejde under stadigt tilsyn, og betaltes arbejderne fra kr. 3.00 til 5.00 pr. 10 timers arbejdsdag resp. for håndlangere og øvede cementarbejdere.

Arbejdet med stenhugning og muring begyndte i midten af august og blev fremmet med de få øvede folk, der var at erholde.

Som følge af den ringe tilgang på øvet arbejdskraft særlig i sommermånederne, og da man ved byggestedet ikke turde gjøre regning på at kunne mure med cementmørtel under åben himmel mere end i høist 4 måneder af året, bestemte man sig for at indbygge de fleste sokkelfundamenter og fremme muringen ved kunstig opvarmning også i vintermånederne. Et særskilt skur for opvarmning af sten, sand og vand og et for stenhuggerne opførtes.

Ved udgravning af den nævnte jettegryde fandt man mursand, der ved vaskning blev meget god, og for at lette arbeidet bestemte man sig efter dette for at udføre det under terrainet liggende murverk for pillarsokkel nr. 3 og 8 (begge til venstre) af håndfalden brudsten i cementbrug, 3 sand 1 cement.

Det øvrige murverk i soklerne blev udført som kvadermur i cementbrug.

Senhøstes 1900 og foråret 1901 fuldførtes samtlige pillarsokler på søndre side af elven, og sommeren og høsten s. år dreves murarbeidet med ca. 40 mand. Søndre landkar fuldførtes til og med vederlagshøiden. De fleste pillarsokler gjordes færdige og ca. $\frac{1}{3}$ af nordre landkar blev opmuret denne høst.

Vinteren 1901—02 arbejdedes kun med 6 stenhuggere, der af sten, udtat i løbet af sommeren, tilhuggede sokkelstene, ballastskiftene for landkarrene samt den nødvendige gesimssten.

Sommeren 1902 fortsattes muringen af nordre landkar, og med en arbejdsstyrke på 30 mand opnåedes, at man blev færdig såvidt betids, at ikke monteringen led noget afbræk.

For muring i brudsten af pillar 3 og 8 v. betaltes i akkord kr. 10.00 pr. m.³ inkl. stenscaffelsen, — for muring med huggen sten betaltes kr. 50.00 pr. m.³ (cement og sand frit leveret på byggestedet).

Fortjenesten i akkord for murere og stenhuggere varierede i 1900 og 1901 fra kr. 4.00—6.00 pr. 10 timer. Indbygning, opvarmning af sand, sten og vand samt fyring under og 2 måneder, efterat murarbeidet på pillar nr. 3 og 4 var fuldført, kostede kr. 18.90 pr. m.³ murverk.

For al mur i nordre landkar, der indeholdt ca. 900 m.³, betaltes en akkordpris af kr. 30.00 pr. m.³,

fortjeneste kr. 7.00. Al landkarmur, 940 m.³, der er udført af huggen sten i cementbrug, 3 sand og 1 cement, koster inkl. gesims og oplagerstene samt materialafskrivning kr. 44.40 pr. m.³; de tilsvarende priser for 440 m.³ pillarmurverk er kr. 89.70 pr. m.³.

At skaffe de fornødne 18 stk. sokkelstene, hvis dimensioner i færdighugget stand var $1.2 \times 1.2 \times 0.7$ m, frembød mange vanskeligheder, og de måtte tildels udvindes i betydelig afstand fra brostedet i ulændt terrain. Disse stenes kostende blev derfor i huggen og oplagt stand kr. 341.00 pr. stk.

Varmning af sand, vand og sten foregik ved hjælp af store kokesgryder; passende temperatur i husene over soklerne erholdtes fra 2 magazinovne, der var opsat mellem de dobbelte vægge i hvert hjørne af huset.

På brostedet kostede birkeved kr. 30.00 pr. favn, kul kr. 4.00 og kokes, der for det meste blev brugt, kr. 3.00 pr. hk. — Temperaturen ude var om vinteren almindeligst $\div 20^0$, for det meste ledsaget af østenvind.

Jernarbeidets bortsættelse på anbud og arbejdets udførelse i verkstedet.*

Efterat detaljetegninger for jernkonstruktionerne i mai 1901 var færdige og approberede af departementet, udstedtes anbudsindbydelse på leverance og montering af pillarer og overbygning, tilsammen ca. 577 tons. Ved anbudenes åbning den 15de juni var der indkommet 7 anbud, hvoraf 2 fra norske, 4 fra tyske og et fra et belgisk firma.

Det billigste var fra «Vereinigte Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenengesellschaft Nürnberg A. G.», til hvem forarbejdelsen med montering blev overdraget, — jerndelene leveret over række i Rombaksbotn og Narvik. Transporten videre til brostedet forudsattes udført og bekostet af anlægget.

Firmaets brofabrik ligger i Gustavsborg b/Mainz og er en af Tysklands største og mest anseede, som gennem udførelsen af Tysklands høieste jernbanebro — Kaiser Wilhelms Brücke — mellem Remscheid og Solingen**, hængelbanen Elberfeld—Barmen m. v., samt gennem deltagelse i brokonkurrancer, f. eks. for hængelbroen ved Sidney, verdens største bro, hvor fabriken erholdt 1ste og 2den præmie, har vist, at den kan løse ganske betydelige opgaver.

Der blev git verkstedet adgang til at fremkomme med alternative forslag til monteringsudførelse for om muligt derigjennem at opnå besparelse i stilladsarbeidet, men verkstedet fandt, at man burde bli stående ved den af statsbanerne opgjorte plan.

Filialen i Gustavsborg beskæftiger sig med bygning af broer, høikonstruktioner og jernbanevogne og har ca. 2000 arbejdere, der for største delen bor i den nærliggende arbejderkoloni.

Fabrikerne står ved jernbanespor i direkte forbindelse såvel med statsbanenettet som med den nærliggende Rhinhavn.

* Væsentlig efter meddelelser fra statsbanernes kontrollerende ingeniør ved valseverk og brofabrik M. Funder.

** Beskrevet af nærværende forfatter i «Norsk tekn. tidsskrift» 1897, pag. 121.

Den 3-delte brobygningshal er tidsmæssig udstyret med løbekraner, der behersker det hele gulvareal inden de enkelte haller, og 4 trallespor med traverser, der formidler transporten fra den ene hal over i den anden. Drivkraften er elektrisk og leveres fra et dampkraftanlæg.

Verkstedet arbejder efter tre metoder, der anvendes alt efter konstruktionstyperne.

I. Er den almindelig kjendte arbejds metode efter opmerkede schabloner og anvendes fortrinsvis ved høikonstruktioner og andre jernkonstruktioner med forholdsvis store dimensioner i rummet.

II. Denne fremgangsmåde anvendes fortrinsvis ved broer med flere kongruente spænd og består i, at et spænd fortegnes, bores og bygges fuldstændig sammen, hvorpå dets enkelte dele senere benyttes som schabloner for de øvrige spænd. Boringen udføres på de langs søileraderne fast monterede boremaskiner, hvorved skjød- og anslutningsnaglerne huller blir boret med en noget mindre diameter end på tegningen angit, og blir først ved sammenbygningen udvidet til sin fulde størrelse ved hjælp af spiralbroscher.

III. Den tredje arbejds metode er særegen for dette verk og anvendes ved broer, der skal udføres særlig omhyggelig, såsom buebroer og andre broer med store spænd.

Bærevæggene blir i sin hele udstrækning sammenbygget efter det geometrisk opmerkede rod mål snit, idet de forskjellige dele sammenholdes ved skrueklammer. Derpå afmerkes borehullerne og der bores gennem de sammenlagte konstruktionsdele (gurtvinkler, ståplade etc.).

Den ene af de 3 haller er specielt indrettet for denne arbejds metode, idet de til boringen nødvendige 6 boremaskiner er ophængt i 3 løbekraner og kan elektrisk bevæges i alle retninger, således at de på kort tid kan stilles over hvilket som helst punkt af det på et podium sammenbyggede objekt. Alle huller bores herved til fuld størrelse. Dette «Zulageverfahren» letter en nøjagtig sammenpasning af borehullerne og byder en sikkerhed for, at alle dele af konstruktionen med statisk ubestemthed kan sammenføies spændingsløse.

Arbejdet på broen ved Norddalsenden foregik i broverkstedet fra 12te august 1901 til 25de febr. 1902 under stadig kontrol.

Broen byggedes af basisk Thomas-flussjern; til nagler anvendtes sveisjern. Flussjernet gennemsnitlige brudfasthed var 38—41 kg./m.² med en gennemsnitlig udvidelse = 24—32 % målt på 200 mm. oprindelig længde.

Arbejdet med pillarerne udførtes efter metode I, da deres forskjel i dimensioner udelukkede metode II, mens pillarbenenes krumme form såvelsom nødvendigheden af deres sammenbygning i rummet stillede vanskeligheder iveien for anvendelse af metode III.

For overbygningens vedkommende anvendtes metode II kun for tverbærerne, idet der sammenbyggedes og boredes 2 tverbærere som schabloner.

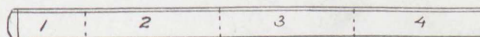
Hovedbærevæggene blev udført efter metode III.

Der blev hver gang udlagt en længde = 36 meter, bestående af ståpladerne for begge bærevægge og gurtvinkler for 1 bærevæg. For boringen af de vertikale huller i gurterne blev disse fjernet fra

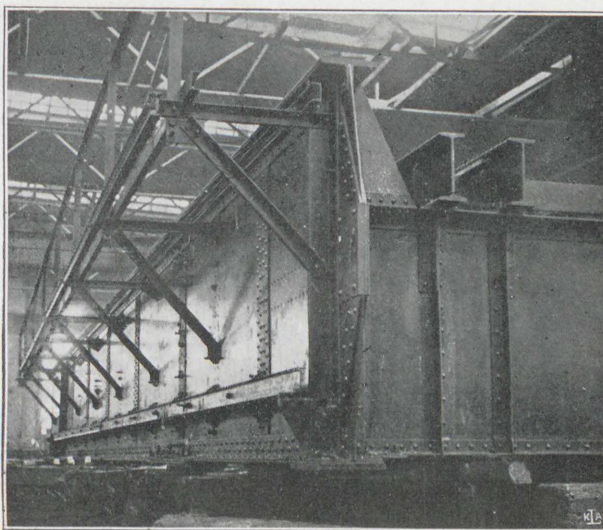
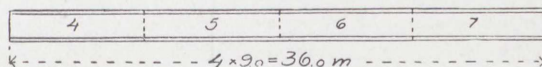
ståpladerne og oplagt som strenge for sig, idet der i mellemrummet mellem gurtvinklerne indsattes pakkeplader af ståpladens tykkelse, hvorefter boringen foregik. Disse gurter anvendtes derefter som model for gurterne til den anden bærevæg.

Hver ny udlægning af hovedbærevæggen (resp. gurterne) begyndte med sidste stykke af foregående af hensyn til sammenpasningen, således som nedenstående skisse antyder.

1^{ste} Udlægning.



2^{den} Udlægning



1½ spænd af overbygningen blev helt sammenbygget i verkstedet.

De forskjellige operationer med jerndelene foretoges i sådan rækkefølge:

1) retning; 2) høvling (fræsning) event. boining; 3) sammenbygning resp. merkning; 4) boring; 5) rensning, fjernelse af grad på naglehuller og kanter; 6) oljning; 7) sammenlægning; 8) forsækning af naglehuller; 9) klinkning og gradning; 10) Mønjeanstrog.

Maskinklinkning anvendtes næsten overalt og gav faste og pene nagler. Ved sammenbygning for klinkning fandtes naglehullerne altid at passe godt sammen.

Arbejdet på pillarerne påbegyndtes 12te aug. 1901 og afsluttedes 9de novbr., da de blev afsendt til Rombakstbotn for i overensstemmelse med de vedtagne betingelser at kunne opkjøres til brostedet på vinterføre. Dette modsvarte en produktion af 3 à 3.5 tons pr. arbejdsdag.

Arbejdet på overbygningen påbegyndtes straks derefter og afsluttedes den 25de februar (4 à 5 tons pr. arbejdsdag). Der var den hele tid flere andre store broer i arbejde i verkstedet.

Overbygningen med monteringsredskaber afsendtes fra Gustavsborg den 6te april 1902.

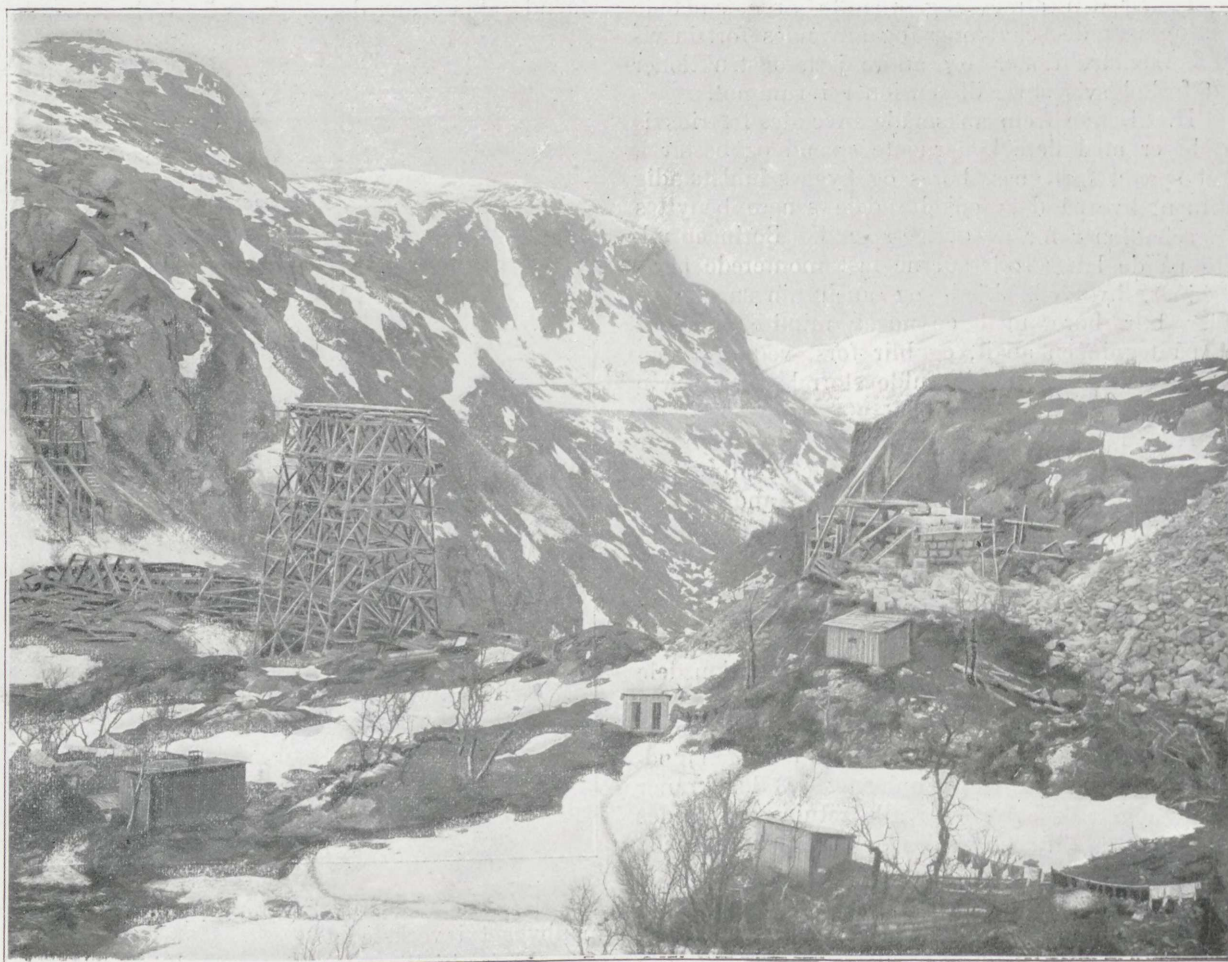
Stilladsernes og monterings- udførelse.*

Efter adskillige vanskeligheder lykkedes det at få anskaffet stilladstømmeret, der havde længder fra i almindelighed 9—12 m., undtagelsesvis 18 m. Transporten op til brostedet kostede mere end selve

hest og mand kr. 7.00—8.00, for smede kr. 6.00 og for tømmermænd fra kr. 3.50 til 7.00.

Til stilladserne medgik af materialer ca. 20 000 l. m. tømmer, 1500 l. m. planker, 20 tons jern og spiger samt til forankringen ca. 1000 l. m. 1 5/8" ○ ståltrådaug.

Som termin for påbegyndelse af monteringen

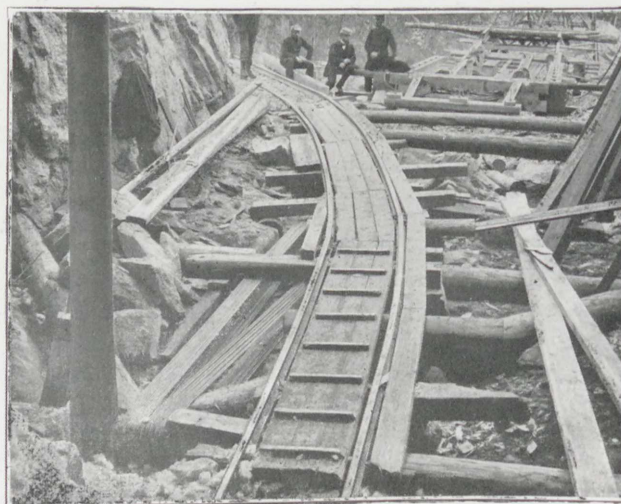


Set fra nordøst mod Hunddalen. 7/6 02. Pillar 1 a færdigklinket. Pillar 1 under sammenbygning. Stilladsspænd 1 a—1 og 1—2 færdig til opheisning.

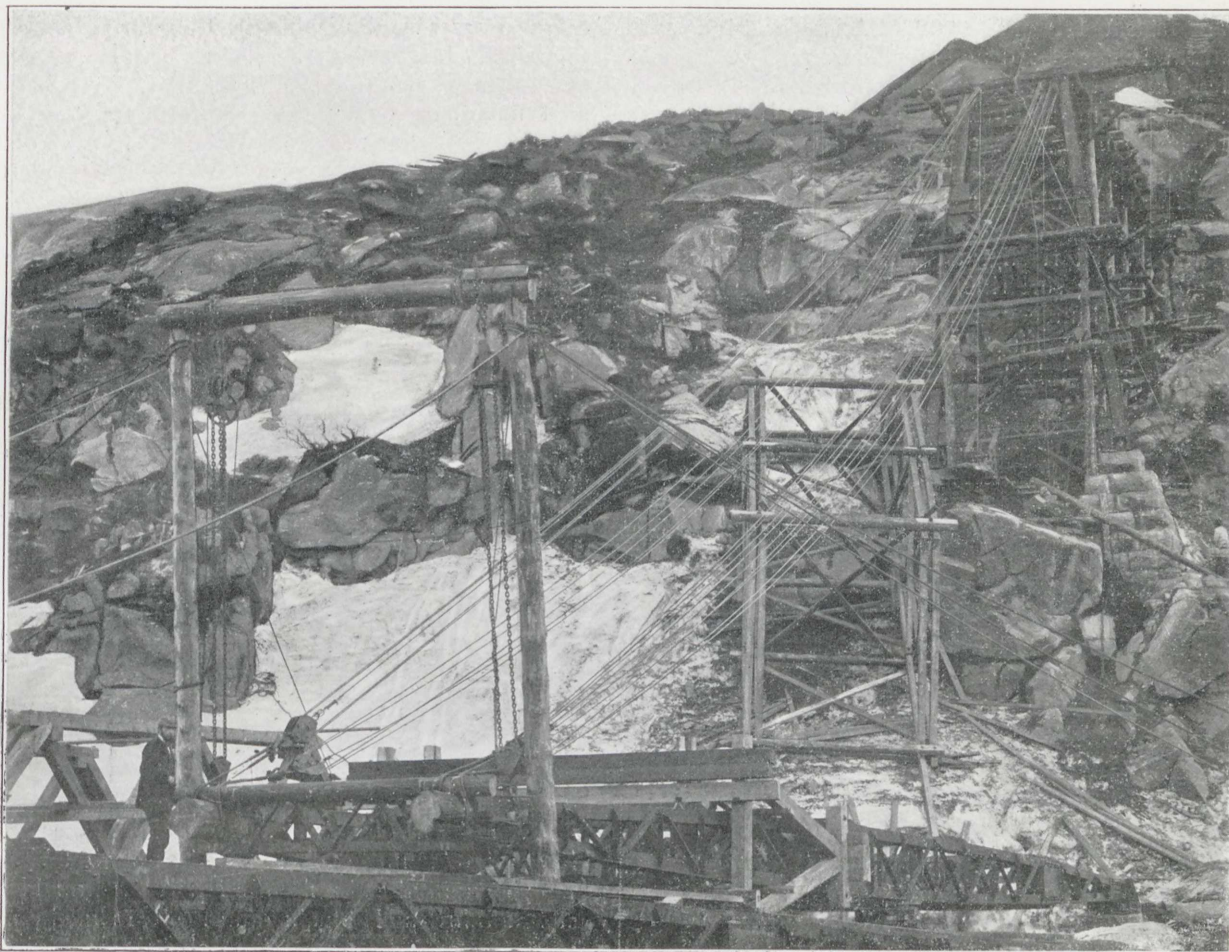
træmaterialerne leverede i Rombakbotn. Det faste stillads i sydligste spænd påbegyndtes i august 1901 og udførtes af 6 mand i løbet af 2 måneder, hvorefter fortsattes med det faste midtstillads, der blev færdig i mai 1902. Samtidig hermed blev fagverks-spændene færdig afbundet i hus i Rombakbotn, tat fra hinanden, optransporteret til brostedet og der atter sammenbygget og afleveret, efterhvert som pillarerne reistes, alt under én akkord. En del fremskaffelse af tømmer på selve brostedet og spændenes opheisning var ikke indbefattet i akkorden.

Der betaltes fra 1.5 til 2 øre pr. kg. for transporten, 10—20 øre pr. kg. jern for smedning og 50 øre pr. l. m. tømmerafbinding såvel for de faste stilladser som for fagverkskonsoler, heisebukke m. m. Fortjenesten var pr. 10 timers dag for

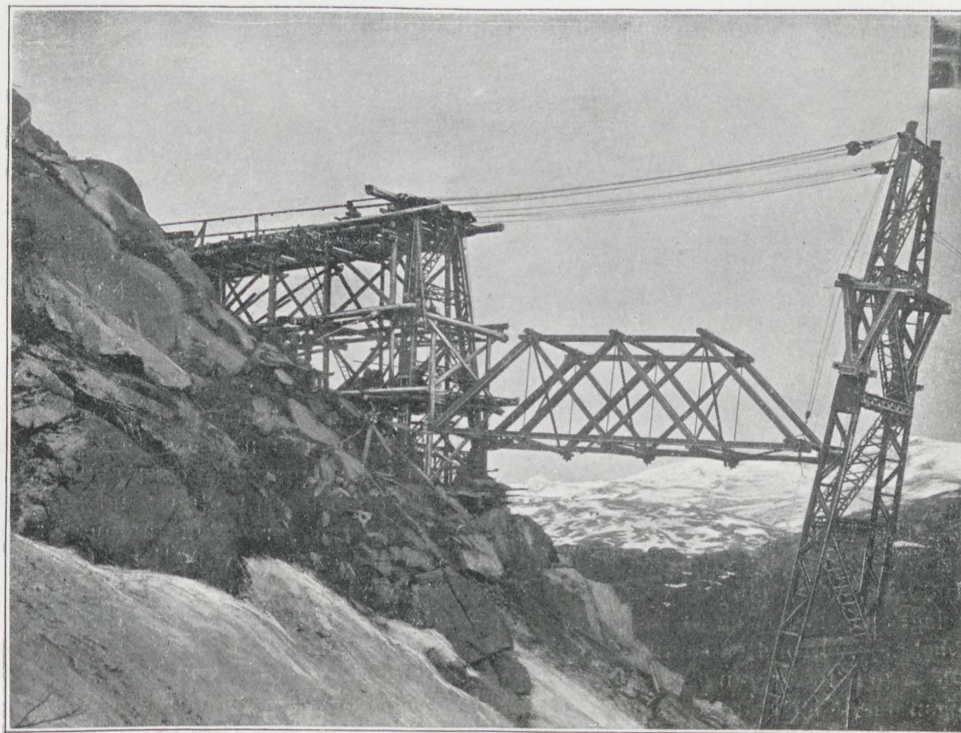
* Væsentlig efter meddelelser fra brofabrikens chef-montør, ingeniør *Otto Spiess* og statsbanernes kontrollerende ingeniør *G. Drøvdal*, hvilken sidste har udført størstedelen af arbeidet med broens beregning og konstruktion.



10/6 1902. FORANKRING I TUNNELEN VED SØNDRE LANDKAR.



12/6 1902. 2DEN PILLAR FRA SYD FÆRDIG TIL OPHEISNING.



16/6 1902. 18 M.S STILLADSSPÆND UNDER OPHEISNING.

blev fastsat 1ste mai 1902. Allerede 14de april indtraf verkets ledende ingeniør med 3 smede. Mens disse traf de nødvendige forberedelser til indredning af smedje, magazin etc., blev et lag lapper sat igang med at skuffe væk det et par meter tykke snelag, der endnu skjulte jerndelene.

Efterat der fra verket yderligere var kommen 8 mand, montør, smede og klinkere med værktøj af alle slags i rigeligt udvalg — lige til stiger medbragtes — og sortering og ordning af jerndelene var udført, kunde den 1ste nagle slæes 7de mai.

Sammenbygningen af de enkelte pillardele i og for sig frembød ingen vanskeligheder og gik

tunge pillarer med påtømrede konsoler for stilladsfagverkene, benyttedes 4 sterke krabbekrane, anbragte ved foden af den foranstående pillar, hver betjent af 4 mand, og som optog «løberne» fra 4 stykker 5-skårne jerntaljer med ståltrådaug af 16 mm. diam. — de 8 blokke anbragt parvis ved hver stændertop af den stående og liggende pillar.

Da anlægget på grund af frost endnu ikke havde kunnet anbringe og indbetonere den for broen forudsatte permanente forankring, blev der anordnet en provisorisk forankring til optagelse af den ikke ringe horizontalkomponent fra træktaljerne på den måde, at der i tunnelindtaget blev anbragt et liggende



BROEN SET FRA SØNDRE LANDKAR.

glat og raskt fra hånden, idet samtlige dele havde været sammenpassede i verkstedet. Den første vanskelighed opstod ved monteringen af pillar 1 a, hvis fod ligger ca. 15 meter over det egentlige arbeidsterrain. Her kom imidlertid det på fjeldskråningen liggende faste snelag til nytte, idet pillardelene med 1500 kg. vegt, efterat være sammenklinket, blev lagt på slæder og trukket op med taljer og krabbekrane, hvorefter sammenbygningen af hovedskjødene og indbygning af diagonalerne samt klinkningen fandt sted fra det faste stillads.

Monteringen af pillar 4 og 5, der foregik på vanlig måde, var færdig 4de juli.

For reisning af de øvrige ca. 25 tons

sprængverk af tømmer, der spændte mod tunnelvæggene og afstempledes med tømmer mod tunneltaget. Fra sprængverkets toppunkt førtes en virring af flerdobbelståltrådaug udover til den provisorisk oplagte forankringsramme for broen, hvorfra så videre førtes vinkeljern (vinddiagonalerne for overbygningen) udover til to jernrammer, der omsluttede en ved de stående pillarers top anbragt tømmerterkonstruktion, i hvilken anholdsstroppeerne for toptaljerne var befæstet. Af forsigtighedshensyn blev disse vinkeljernesforankringer sammenføjede med nagler, ikke med skruer, og ved benyttelse af de for den permanente konstruktion borede hul.

Sokkelstenene var under pillarernes montering

provisorisk oplagt på trækiler og forankringsboltene anbragt uden indstøbning på grund af, at kulden havde hindret cementeringen.

Under pillarernes opheisning var pillarsokler og fodlagere ved tømmer afstemplede mod den faste fjeldgrund, således at ingen horizontalforskyvning kunde foregå.

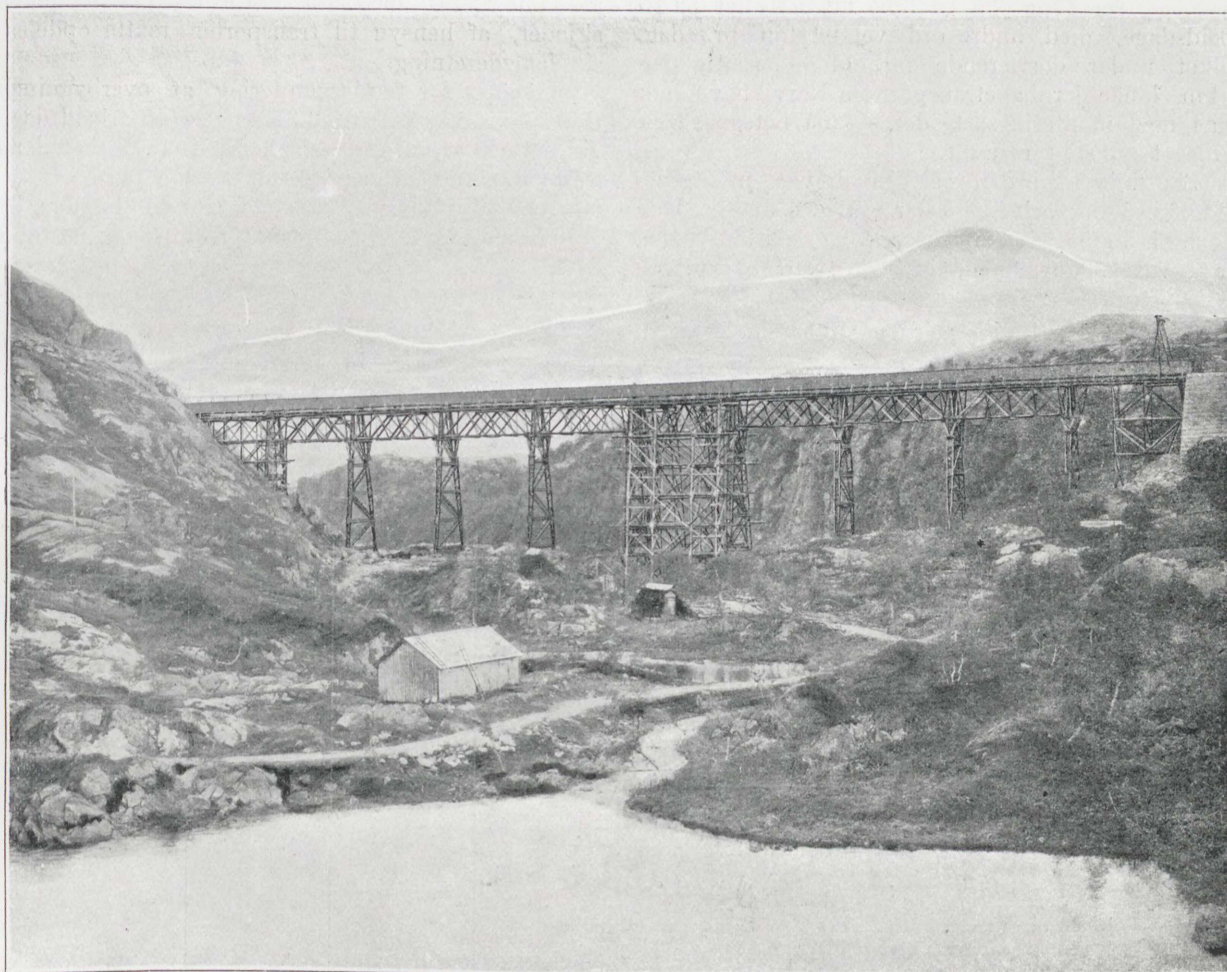
Selve rejsningen af pillarerne til henimod vertikalstilling foregik let og uden ugreie og medtog — efter at alle heiseindretninger var bragt i orden — 40 minutter.

Opheisningen af stilladsfagverkene, der veier 7 à 8 ton pr. stk., foregik ved hjælp af 4 firskårne

Dernæst foretoges den nøiagtige indstilling af pillarerne ved nivellering og sigtning over toppene.

Hævning og sænkning skede ved hjælp af de på forhånd anordnede lange jernkiler under fodlagene (besmurt med grafit i olje), sidebevægelser ved donkræfter og skruespindler anbragt mellem pillarsokler og jernverket. Nu blev forankringsboltene tilsatte og faststøbte, sokkelstene og fodlagere underpakkede med cementmørtel.

Efterat Norddalstunnelen var gjenembrudt, og skinnegangen ført gennem denne og frem til brostedet, kunde den første vogn med jerndeale til



⁴/₈ 1902. BROENS BÆRENDE DELE FÆRDIG SAMMENBYGGET.

taljer med ståltrådaug, hvis løbere blev ført til 4 krabbekrane, anbragt en ved hver pillarfod og betjent af 3 mand. Kommen i højde med konsolerne blev jernpillaren trukket ind i sin rigtige vertikallstilling, og fagverket nedfjret på sine oplager. Denne anbringelse af fagverksspændene medtog ikke over 1 time.

Straks fagverket var kommen på plads, lagdes monteringsgulvet, hvorefter forankringen forlængedes udover, og taljerne flyttedes for opheisning af næste pillar.

På denne måde blev pillar nr. 1 reist 16de, 2 den 21de og 3 den 25de juni, 6 den 7de, 7 den 9de og 8 den 12te juli.

overbygningen fremtransporteres til brostedet, og monteringen af denne påbegyndes den 17de juli.

Da der ved broenden ikke fandtes den mindste plads for midlertidig oplagring af jerndeale, måtte de enkelte stykker i Narvikhavn oplæsses på jernbanevogn og fremtransporteres nøiagtig i den rækkefølge, hvori sammenbygningen skulde foregå, hvorfor hvert enkelt stykke var forsynet med sit nummer og et detaljeret program for forsendelsen opstillet, en foranstaltning der fuldstændig svarede til hensigten. Sammenbygningen foregik fra vest (syd) således, at monteringskranen, der var forsynet med to patenttaljer fæstede i løbekatte, bevægelige i broens tverretning, greb stykkerne (indtil 4 tons

vegt og 9 m. længde) fra jernbanevognen, førte dem frem og satte dem på plads. Således blev hele overbygningens tværsnit med tverbærere, vindforband og langbærere sammenbygget med skruer og dorer feldtvis i 9 m. længde og samtidig så meget af gurtstøderne klinket, som nødvendig for at bære materialtoget.

Efterhvert som sammenbygningen gik frem, fulgte skinnegangen efter, således at vognene kunde skyves frem lige hen til det sted, hvor stykkerne skulde indbygges.

Denne anordning gjorde det muligt at sammenbygge hele overbygningen, 180 m. længde og 340 tons vægt, fra 17de juli til 3die august eller på 15 arbejdsdage, med andre ord vel 22 ton pr. dag, hvilket under derværende forhold — særlig den 35 km. lange jernbanetransport fra Narvikhavn hak i hæl med monteringsarbeidet, — må betegnes som et meget gunstigt resultat.

Samtidig med den således drevne montering fulgte klinkningsarbeidet efter, således at den hele bro, inkl. indbygning af rækverk og revisionsvogne, var færdig 23de august, og den foreløbige mod-

tagelse af det helt færdige byggeri kunde foregå 31te august. Samtidig var alt værktøj indpakket og oplastet, og 1ste september forlod monteringsmandskabet brostedet.

Den samlede gennemsnitlige mandskabsstyrke var 25 mand, altså vel halvparten arbejdere fra anlægget.

Regnet fra 1ste maj til 15de juli (62 arbejdsdage) blev der således af pillarerne med samlet vægt 234 tons færdigmonteret 3.8 tons pr. dag. Herved er at bemærke, at der på brostedet måtte udføres et betydeligt sammenklinkningsarbejde af pillarstændernes tværsnit, idet disse, for ikke at konstrueres med for korte stykker og mange skjoder, af hensyn til transporten måtte opdeles i sin længderetning.

Regnes for færdigmontering af overbygningen tiden fra 15de juli til 30te august (40 arbejdsdage), gir dette 8.6 tons pr. arbejdsdag inkl. forberedende og afsluttende arbejder.

Alt klinkningsarbejde udførtes for hånden.

Efter monteringsarbeidets afslutning faststøbtes forankringen, og landkarrenes bagmure opførtes.

Om kostningerne stiller sig ifølge de endnu ikke endelig afsluttede regnskaber således:

	Kr.	Kr.	Kr.	Gjør pr. enhed kr. øre.
<i>Underbygning:</i>				
Tildannelse af fundamenter:				
a) Landkar	2 400			2.50 p. m ³ landkarmur
b) Pillarsokler	10 000			22.80 pr. m ³ pillarmur
c) Drainering (væsentlig for pillarerne) og elvereregulering	3 000			
		15 400		
Muring:				
a) Landkar med gesims 940 m. ³	41 800			44.40 pr. m. ³
b) Pillarsokler 440 m. ³	39 450			89.70 « «
c) Sokkelstene med boring af forankringsbolte og tilhugning af kilespor m. v. 18 stkr.	6 150			341.00 « stk.
d) Provisoriske bygninger	2 400	89 800		
Sum underbygning			105 200	
<i>Stilladser:</i>				
a) Materialforbrug (materialerne har for størstedelen senere fundet anvendelse til sneforbygninger o. l.) .		8 000		
b) Transportudgifter		16 000		
c) Arbejdsløn		13 000		
Sum stillads			37 000	
<i>Jernoverbygning og jernpillarer:</i>				
a) Anskaffelse og montering inkl. fragt til Rombakbotn og Narvik, af pillarer inkl. forankringsbolte, 234 tons, overbygning inkl. forankring i landkar, revisionsstillads og konsoler med rækverk, 343 tons, tils. 577 tons, konstruktionsarbejde og kontrol i verksteder og på monteringsstedet		156 550		271.30 pr. ton.
Transportomkostninger inkl. losning, lagring, oplastning på jernbanevogn m. v.:				
b) 234 tons pillardele	5 300			
c) 343 tons overbygning	4 800			
d) Bygning af transportvei	2 050			
		12 150		
e) Maling (endnu ikke udført)		8 400		
Sum jernoverbygning og jernpillarer			177 100	307.00 pr. ton.
Brobane kr. 15.00 pr. l. m.			2 700	
Sum			322 000	

For kjørsel på slædeføre i december og januar af jerndelev fra Rombaksbotn til brostedet, 10 km., betales på akkord for lettere dele (op til 800 kg.) kr. 15.00 pr. 1000 kg. Ilandbringelse og lagring på Fagernæs af overbygningen kostede kr. 2.00 og

oplastning på jernbanevogn sammesteds gennemsnitlig for tyngre og lettere dele kr. 3.00 pr. 1000 kg.

En sammenstilling af omkostningerne m. v. for Norddalsbroen med en del i 1877/80 byggede større broer hidsættes:

	Kostende. Kr. (afr.)	Totallængde inkl. landkar & forankring. l. m.	Pris pr. l. m. Kr.	Overspændt profil inkl. landkar m. ²	Pris pr. m. ² oversp. profil Kr.
Bro over Liadalen	328 000	235	1400	6290	52
Bro over Norddalsenden	322 000	198	1630	4970	65
Sarpsfos bro*	312 000	249	1260	3345	94
Minesund bro	310 000	374	830	6619	47
Lysedal bro	132 000	202	650	4182	32

* Værdien af den gamle veibros underbygning er ikke medregnet.

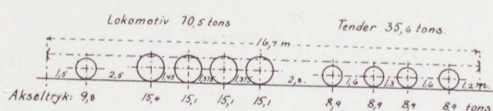
Norddalsbroen står således med hensyn til omkostninger som nr. 2 af landets broer, når undtages den kombinerede jernbane- og veibro ved Fetsund, der er den længste (448 m.) og kostbareste, men som fra først af var udført delvis som træbro, der senere blev ombygget til jern under driften. Alene ombygningen kostede 550 000 kr.

Ved sammenligning af omkostningerne må tages i betragtning, at det for Norddalsbroen gjældende belastningstog er ca. 80 % tyngre end det, hvorefter de øvrige broer er konstrueret.

Prøvebelastning.

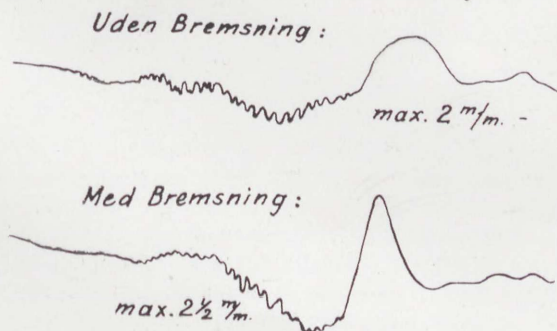
Efterat brobanen var anbragt, foretoges prøvebelastningen den 11te november 1902 med et eller tre af banens tyngste lokomotiver efter hosstående schema, alt eftersom man skulde observere den

Prøvebelastningstog. 3 lokomotiver.



største nedbøining i midten af de enkelte spænd eller pillarernes sammentrykning. Observationerne udførtes for overbygningens vedkommende ved nivellerkikkerter for vestre brohalvdel og ved sigt-

Diagram for horizontale Svingninger
midt paa Spændet mellem Pillar 4 og 5.
For 3 Lokomotiver med 40 km.'s Hastighed.



ning over høidefliser for østre. Pillarernes sammentrykning målt direkte fra fast bakke ved i ståltråde vedhængte vegter.

For endespændene var beregnet en nedbøining af 5.1 mm. og observeredes fra 3 til 5 mm. for de forskellige bærevægge. For de øvrige spænd var beregnet 4.2 mm. nedbøining og observeredes fra 3.5 til 4.5 mm. Pillarernes sammentrykning var beregnet fra 0.9 mm. for de laveste til 2.2 mm. for de høieste, og der observeredes resp. 1.2 til 2.5 mm. For de mellemliggende pillarlængder stemte de observerede sammentrykninger med de observerede (største difference + eller - 0.2 mm.),

Observationerne vanskeliggjordes en del ved ugunstig veir og knap tid.

Foruden forannævnte observationer under rolig belastning målt broens sidesvingninger under en kørehastighed over broen af 20 og 40 km. pr. time med to og tre lokomotiver og under belastningstogets pludselige afbremsning på broen fra nævnte maximalhastigheder. Broen viste sig såvel over pillarerne som i spændenes midte, hvor der for målingen var anbragt to Fränkelske svingningstegnere meget stiv i sideretningen. De direkte optegnede diagrammer viser følgende maximale værdier (bølgehoide):

	Over pillar 4.	Midt på spænd 4—5.
3 maskiner, 20 km. hastighed	3/4 mm.	3/4 mm.
Do. 40 « do.	1 «	1 1/2 «
2 Do. 20 « do.	1 1/2 «	2 «
med afbremsning på broen	2 «	2 1/2 «
3 mask., 40 km. hast. med do. do.		

Fra normalstillingen skulde altså broen, midt på spænd 4—5, under største hastighed og bremsning svinge ud 1 1/4 mm. til hver side.

Samtidig med disse svingningsmålinger optegnedes to diagrammer med Fränkelske stræk- og tryktegnere fæstet til overgurtten over piller 4 og i midten af spænd 4—5.

Den udførte prøvebelastning viste i enhver henseende tilfredsstillende resultater.

En ulykke har man ved dette arbeide at beklage, idet en af de tyske mandskaber faldt ned og slog sig ihjel — ikke under selve monteringsarbeidet — men idet han skulde springe hen for at ringe til middag. Forøvrigt foregik broarbeidet uden nævneværdigt uheld, hverken for folk eller materialier.

Når hensees til de betydelige vegter, der skulde løftes, og den høide der skulde arbeides i under tildels hårdt veir, viser dette, at de mænd, der har forestået monteringsarbeidet, har havt det rette praktiske greb

og været i besiddelse af de fornødne teoretiske kundskaber. For disse sidste blev der også adskillig brug. Thi enhver del af forankringer, anhold, heisetaller og forstötninger måtte beregnes og den fornødne ingeniørmæssige sikkerhed skaffes, da man ingen risiko turde løbe, om broen og dermed det hele anlæg skulde blive færdig i rette tid.

»Wir haben ja auch immer beide gerechnet«, som ingeniør Spiess under en inspektion til beroligelse bemærkede.

Sneforholde og sneforbygningsarbejder ved Ofotbanen.

Af fung. overingeniør I. Th. Wiull.

Den norske del af Ofotbanen ligger mellem den 68de og 69de breddegrad og naar sit høieste punkt ved rigsgrænsen 522 m. o. h.

Til sammenligning hidsættes følgende tabel:

	Meter over havet.		Anm.
	Høieste punkt	Nåle-skovens grænse.	
Bergensbanen.	1297	700	på vestsiden.
Rørosbanen . .	663	630	
Merakerbanen .	593	580	på et enkelt sted og spredt forekommer forkrøblet furu, ellers kun birk.
Ofotbanen . . .	522	200	

Som følge heraf kan man vel sige, at Ofotbanen med hensyn til sneforholdene frembyder større vanskeligheder end nogen af vore andre i drift værende baner, hvorfor nogle meddelelser angående disse forhold formentlig vil være af interesse.

Efter 29 observationsår er den gennemsnitlige nedbørshøide i Ofoten fundet at være 49 cm. og således ikke stor. Ved en bane som Ofotbanen kommer det imidlertid ikke så meget an på nedbørshøiden som på vindforholdene, idet sneen ved vind og sno let sættes i bevægelse over høifjeldsvidderne og samler sig i enhver forsækning i terrænet.

Al nedbør om vinteren kommer med vestlige vinde, og sneen falder sjelden eller aldrig rolig ned.

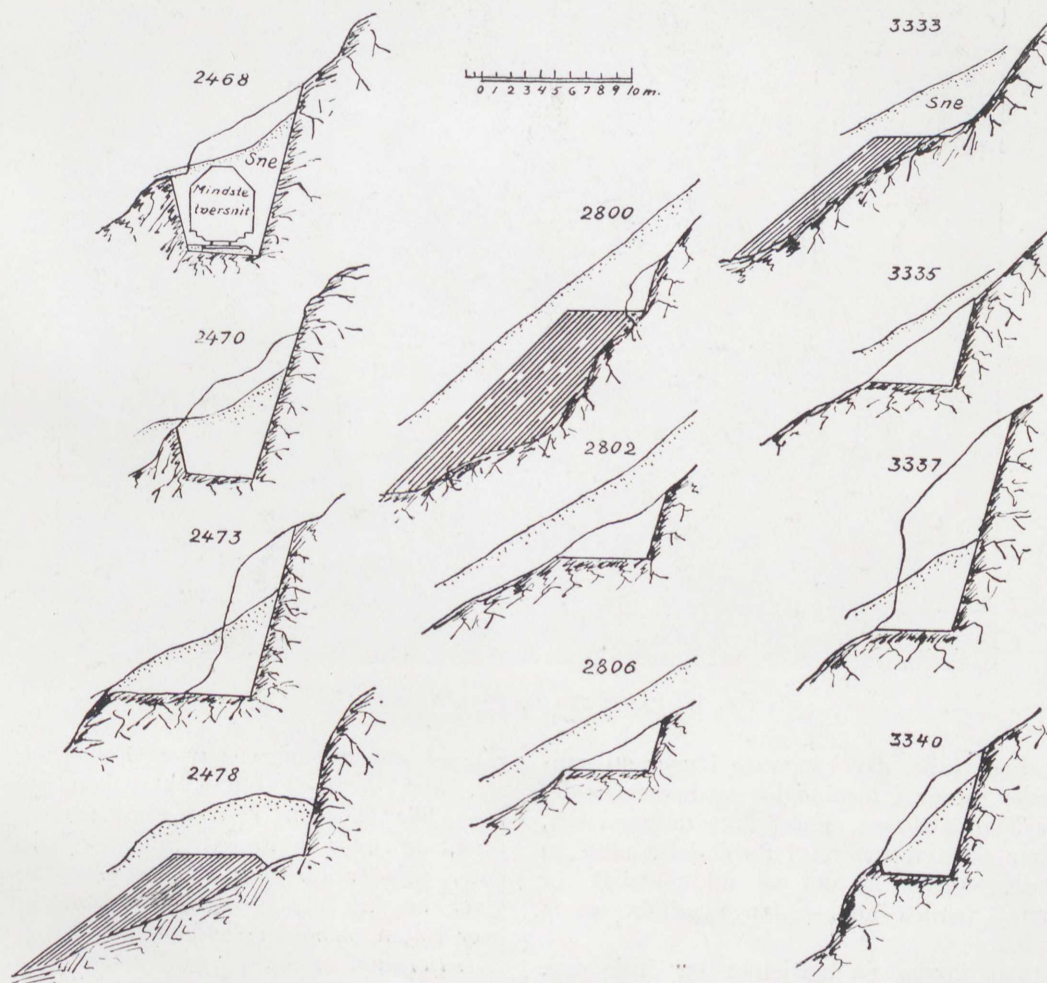


Fig. 1.

På en strækning af 25 km. ligger Ofotbanen over enhver trævegetation, der byder beskyttelse mod snedriften, og på den længste del af denne strækning byder heller ikke terrænet nogen beskyttelse, således at linjen, hvor den ligger i dagen, er sterkt udsat for sneansamlinger, idet sneen i vintermånederne næsten til stadighed er i bevægelse.

Som regel kommer den i form af snefok, der forårsager betydelige sneansamlinger på linjen. Disse sneansamlinger er dog ikke så tæt og hårdt sammenpakkede, at ikke de ved banen benyttede kraftige lokomotiver med sneplouge formår at bane sig vei gennem betydelige høider og længder af snefanerne.

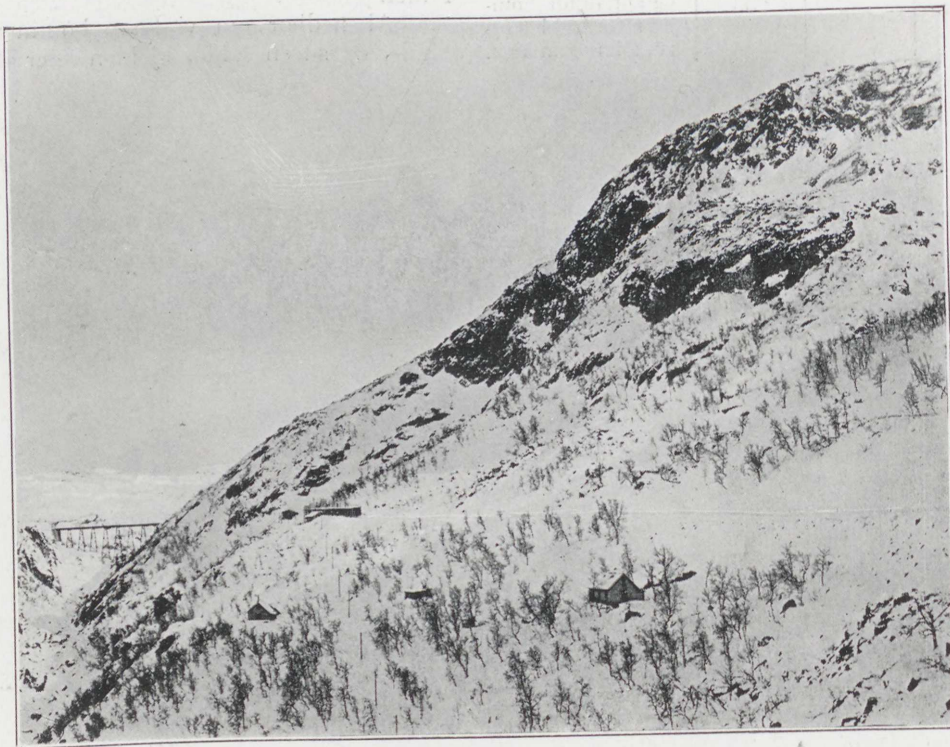
De uden sammenligning største snevanskeligheder ved banen forårsages ved østlige, kolde, tørre vinde, der jager sneen ned fra de nærliggende fjeldvidder og driver den sammen i terrainets kunstige eller naturlige forsænkninger.

Denne driftsne, hvis hovedmasse kun bevæger sig i 1 à 2 fods høide over terrainet, pakkes så tæt og hård, at man kun vil se merker efter skoen, om man fører skarpskoede heste over disse sne-driver. Hvor den ligger som fastest, kan denne sne ikke hensigtsmæssig udtages med spade, men må først løses ved hjælp af hakke, og som eksempel på, hvor tæt den pakkes, kan anføres, at man under afdækning af en enkelt sneindbygning forløbne vinter fandt det mest praktisk at skjære sneen ud blokkevis ved hjælp af en almindelig stiksag. En veining viste, at den således sammenpakkede snes specifikke vegt var ≈ 0.6 .

Efter de under anlægsperioden foretagne snemålinger og iagttagelser angående de almindelige vindretninger og sneens drift på de enkelte strækninger af linjen, bestemte man sig for at beskytte den mod de største sneansamlinger efter omstændighederne dels ved skjærme, dels ved indbygninger efter de typer, som er fremstillet (pag. 12) under banedirektør *Fleischers* foran gjengivne foredrag i N. I. A. F.

Der hidsættes en del typiske tverprofiler (fig. 1) med indlagte snemaalinger fra våren 1902, da banelagemets plan var udsprængt. Som det sees, forekommer der sneansamlinger af ca. 6 meters dybde.

De gjengivne profiler er samtlige fra partiet vestenfor Norddalsbroen, hvor linjen på en 11 km. lang strækning sågodtsom uden afbrydelse ligger midt oppe i de steile fjeldskrånninger mod Rombaksfjorden og Nordalen (fot. 1). I dette steile ter-



Fot. 1. PARTI FRA NORDALEN APRIL 1903.

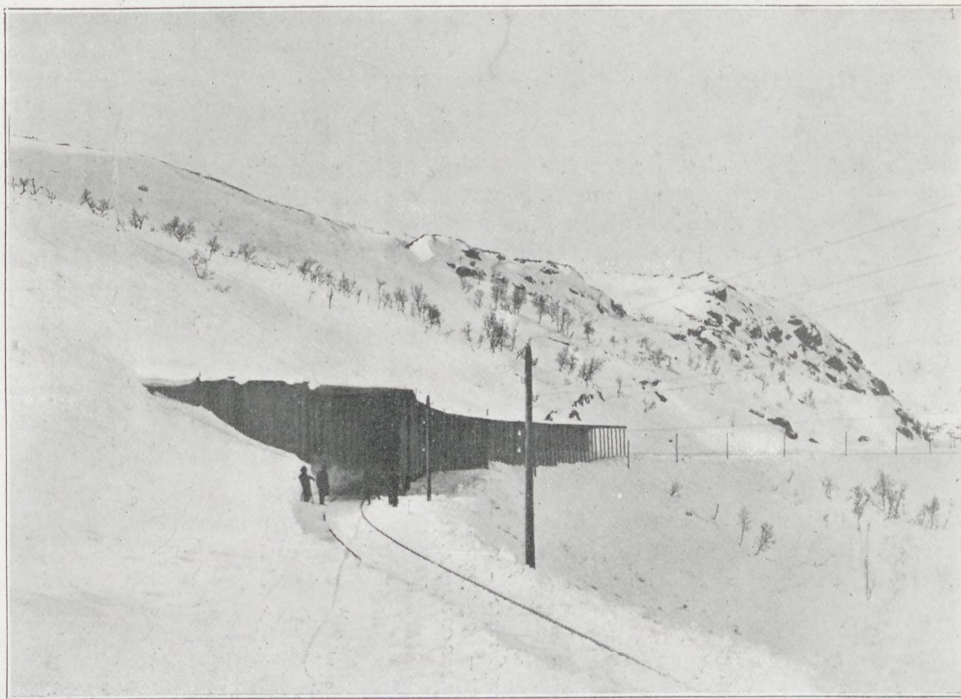
De østlige vinde, der kan vare i uger ad gangen, optræder gjerne i forbindelse med sterk kulde, og ovenfor Norddalsbroen er det ikke ualmindeligt, at man har østenvindsstorm i forbindelse med 20—30° kulde, således at det er uudholdeligt for mennesker at færdes ude — langt mindre at få udrettet noget.

Når man færdes på høifjeldet en stille dag, ligger det nær at tænke, at den faste sneskorpe, som dækker vidderne, skulde forbyde enhver anledning til snedrev; men en uveirsdag vil man iagttagende vinden er så sterk, at den formår at rive snestykker af tallerkeners størrelse løs og drive dem fremover ind i forsænkningerne, og de i bevægelse satte snemasser er så betydelige, at der er iagttaget tilfælde, da der i løbet af en times tid har dannet sig snedriver, der fuldstændig har spærret tunnelåbningerne.

rain er sneskjærmenes anvendelighed meget begrænset, idet de med fordel kun kan benyttes, hvor man har at gøre med snedrev fra en enkelt retning, og hvor terrainet tillige er således, at det enten tillader aflagring af sneen ovenfor linjen eller giver adgang til, at den uden ulempe kan føres over linjen og ned i fjeldskrånningerne.

Derimod er der på omhandlede strækning med gunstigt resultat opsat skjærme i forbindelse med indbygninger. Man har i såfald ført ledeskjærmene i skrå retning op i terrainet fra enderne af indbygningerne, som således har virket som broer for den sne, der er opfanget af og ledet udover skrånningerne langs skjærmene. På den måde har man opnået at beskytte linjen på en længere strækning for enderne af indbygningerne.

Fot. 2 viser en 150 m. lang og typisk indbygning ved km. 28.0 og fig. 2 a gjengiver et snit på



Fot. 2. INDBYGNING KM. 28.00, APRIL 1903.

et af de steder af denne indbygning, hvor den aflagrede snemængde er størst.

Da den specifikke vegt af sneen, er så stor som ovenfor nævnt, har det vist sig nødvendigt at forsterke konstruktionen; men falder dette let, idet man, som det af profilet fremgår, kun behøver at anbringe tættere med understøttelser under puderne, således som antydnet med prikket linje på profilet.

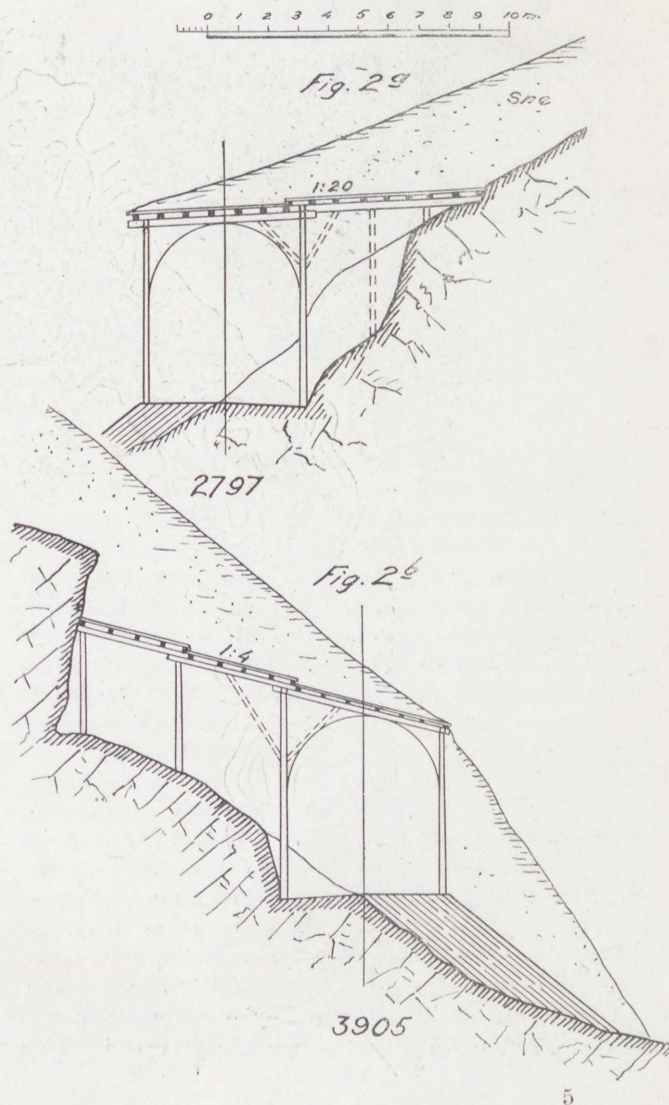
Som afbildningen viser, har man holdt indbygningen åben på siden udad. Vinterens erfaring har dog vist, at indbygningerne efter omstændighederne helt eller ialfald delvis bør indklædes på siden, da drivsneen fra taget sættes i hvirvlende bevægelse og driver ind under overbygningen og således forårsager unødigt sneskufningsarbejde.

I så sterkt heldende terrain som på omhandlede strækning antages en indklædning af 1.5 m. ned fra tagskjægget og op over svillehøide at være tilstrækkelig, og bliver der da en åbning af vel 2 m. tilbage for luft og lystilgangen.

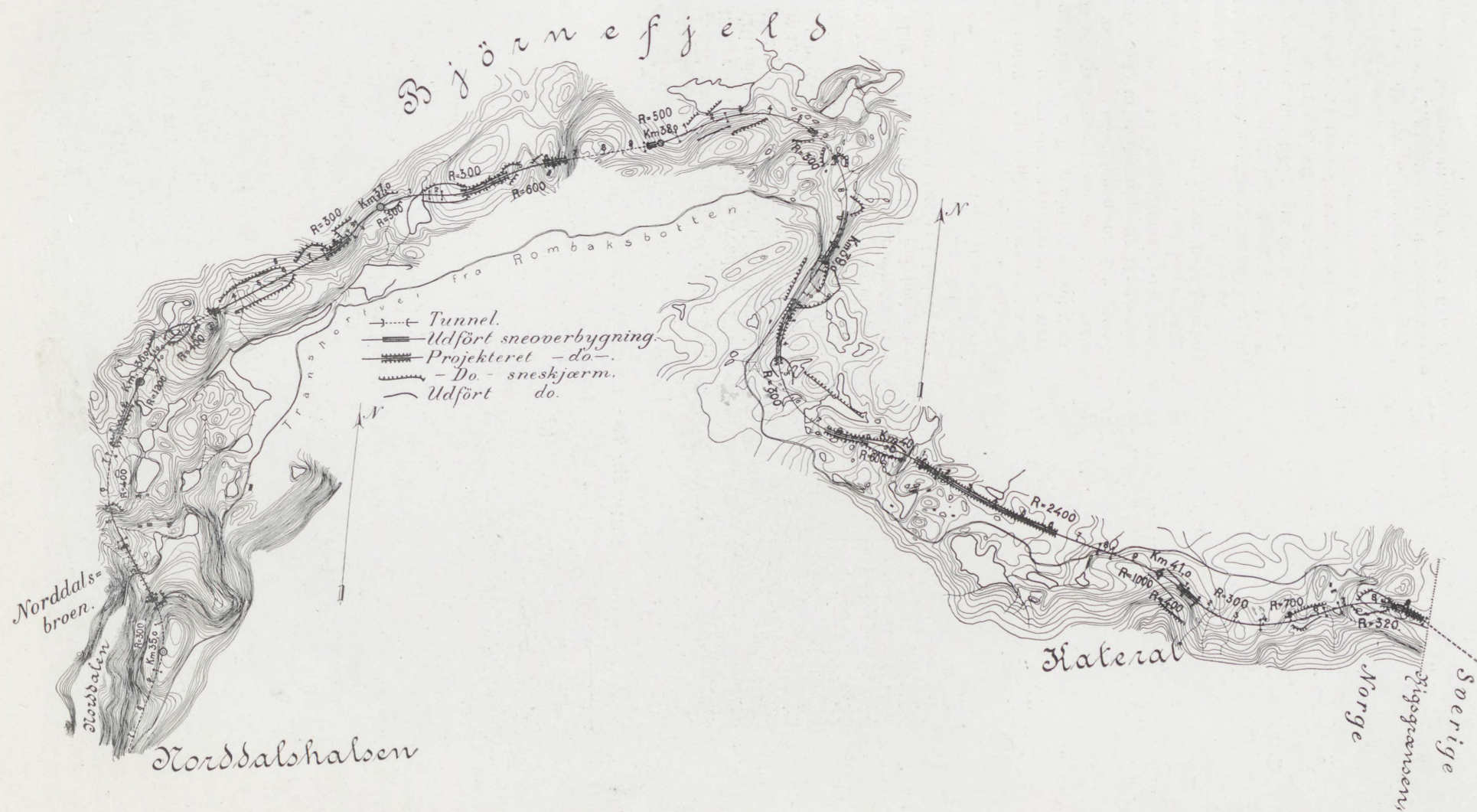
Som det sees af afbildningen er der meget høi sne for øvre ende af indbygningen. Denne sneansamling mener man vil kunne afledes og føres over indbygningen ved at opsætte en ledeskjærm fra enden af den, på skrå op i terrainet, således som ovenfor omhandlet.

På den 11 km. lange strækning fra Kvitur til Nordalsbroen er der ialt opsat og projekteret 1794 m. indbygning, og da der tillige på denne strækning er 2856 l. m. tunnel, vil omtrent 40 % af linjen ligge helt beskyttet mod ethvert snedrev.

Det vanskeligste parti af linjen er den 6.5 km. lange strækning fra Norddalsbroen til rigsgrænsen, hvor banen er nået op på høifjeldsplatouet, og hvor man vil have at kjæmpe med snevanskeligheder fra oktober til april måned eller i 6 à 7 måneder af året.



Oftobanen
 Norddals Halsen—Rigsgrænsen
 Km. 35—42.



På hosstående oversigtskart, Norddalsløsen—Rigsgrænsen, er der angivet, hvorledes denne strækning dels er, dels efter vinterens erfaring tænkes beskyttet ved indbygninger og skjærme.

Fot. 3 viser, hvorledes man ved hjælp af en skjærm rundt den 150 m. lange og 6 à 7 m. dybe østre forskjæring til tunnel ved km. 35.60 med god virkning har beskyttet denne skjæring, som ligger mest udsat for sneansamling med vestlige vinde. Fotografiet viser, hvorledes de 4 m. høje skjærme tildels allerede er fyldte til trods for, at der forløbne vinter var meget lidt sne. For at beskytte skjæringen mod den påregnelige større snemasse vilde det således blive nødvendigt at opføre nye skjærme bag de allerede opsatte; men da længden af disse vilde blive så betydelige, falder det billigere at indbygge skjæringen med en let overbygning, hvorfor dette alternativ er projekteret.



Fot. 3. SNESKJÆRME VED KM. 35.80, APRIL 1903.

Vestre forskjæring til tunnel ved km. 36.30 lader sig også beskytte ved skjærme, idet det væsentlig er de vestlige vinde, som også her forårsager sneansamlinger. Som det af kartet sees, vil sne-drevet fra øst for den største del afledes fra linjen ved den steile fjeldvæg, som dannes af den fremstikkende høje fjeldhammer, hvorigjennem tunnelen går.

Partiet km. 36.35—36.65 (fig. 3) frembyder forsåvidt interesse, som det har foranlediget meget snerydningsarbejde til trods for, at skinnetop ligger i høide med og tildels 1 à 1.5 m. over terrainet. Som det sees af tverprofilerne, har der på denne strækning ophobet sig betydelige snemasser på begge sider af skinnegangen, idet de ved sneplougens kørsel dannede snekanter har virket som samleskjærme for drivsneen.

Ved opsætning af de antydede skjærme vil man kunne aflede de væsentligste masser af drivsneen fra linjen og ved samtidig at holde de nævnte snekanter efter plouge vel afplaneret, hvilket det

heldende terrain her giver anledning til med rimelige omkostninger, må dette parti antages at kunne holdes trafikabelt uden indbygning.

Den dybe gennemskjæring ved km. 36.80, der i vinter har forårsaget flere trafikhindringer, vil blive beskyttet ved en 80 m. lang indbygning i forbindelse med ledeskjærme, der dels fører fok-sneen fra vest over bygningen og dels ud til siderne i de dybe forsænkninger, som terrainet her danner. Østenvinden har som regel feiet denne skjæring ren for sne.

Det 700 m. lange parti fra km. 37.0—37.7 fremstillet på længdeprofil fig. 4, pag. 38, har forårsaget flere trafikindstillinger og særdeles meget og kostbart snerydningsarbejde. De ifjor høst opsatte skjærme, som væsentligst var beregnet på østenvinden, har kun delvis virket med gunstigt resultat. Tildels har de endog virket som samle-skjærme for vestenvinden og aflagret sneen i linjen.

Således som terrainforholdene på dette parti er, lader det sig overhovedet ikke gjøre med skjærme at beskytte linjen såvel mod østenvinds- som vestenvindssnedrev. Der er nu projekteret en 170 m. lang indbygning på det parti, hvor skinnegangen på det nærmeste ligger i terrainet, og i forbindelse med denne overbygning skjærme, som kan opfange sne-drevet for alle vindretninger og føre det ind mod eller over indbygningen eller også ud mod de nærliggende, høje fyldinger.

Strækningen mellem de to tunneler ved 37.90 og 38.60 har vist sig gunstigere med hensyn til sneforholdene end, man på forhånd kunde formode, formentlig fordi de stærkeste vinde afledes til de dybe bækkedrag, som ligger på begge sider af og parallelt med det skråterrain, hvorigjennem linjen går. De på dette parti på øvre side af linjen og mod østenvinden opsatte skjærme har virket særdeles tilfredsstillende.

Det uden sammenligning vanskeligste parti af banen med hensyn til sneforholde er strækningen

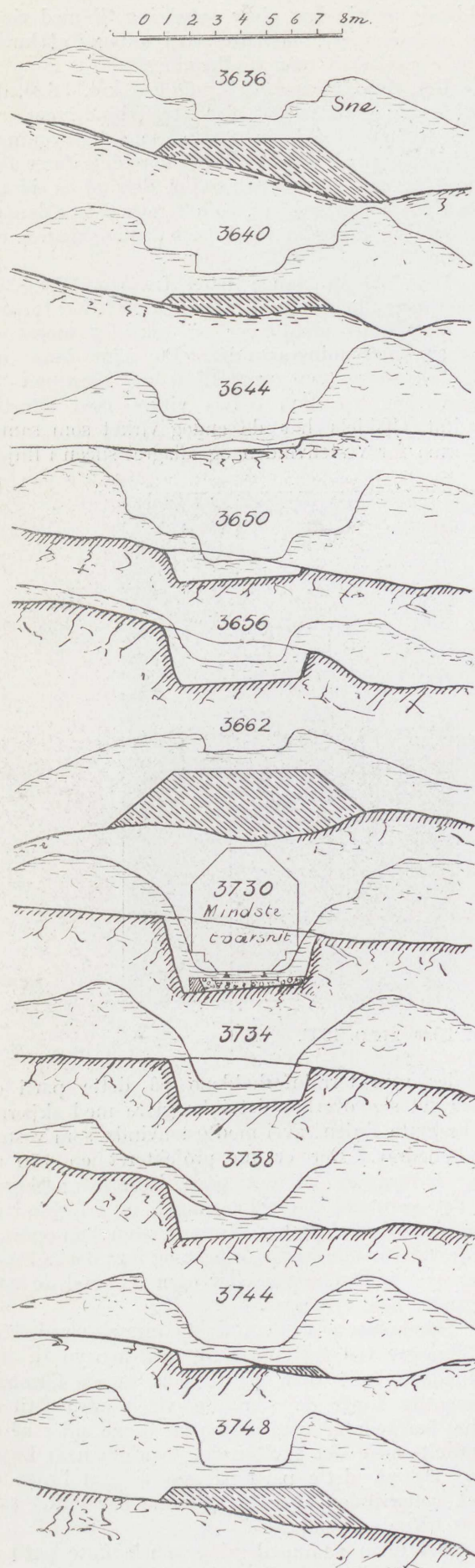


Fig. 3.

km. 38.80—39.50, hvor linjen føres i fjeldskråninger langs Bjørnefjeldsbakkens bækkefar i nordsydrætningen og således helt på tværs af de fremherskende vindretninger fra øst og vest.

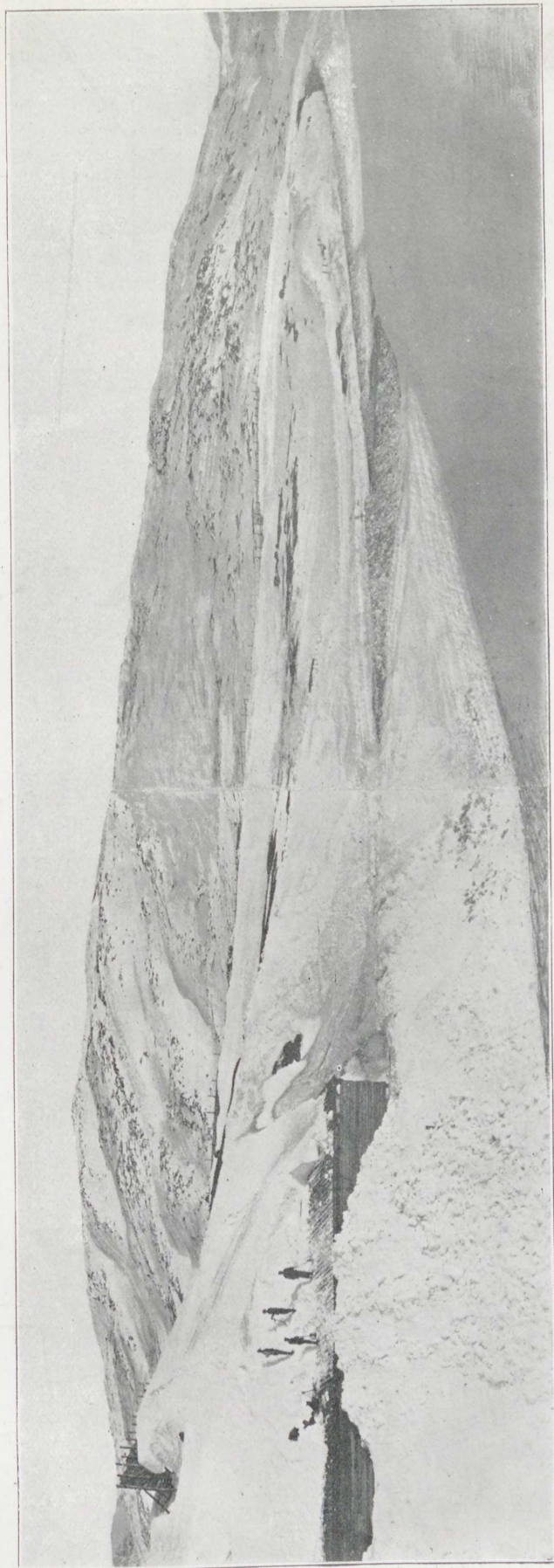
Fot. 4 og 5 samt tverprofil fig. 2 b fremstiller dette parti, hvor der er blevet opsat 2 indbygninger henholdsvis 190 m. og 68 m. i forbindelse med skjærme, der dels samler sneen, dels leder den over indbygningen, således som fotografierne vil give et tydeligere billede af.

De nævnte foranstaltninger fungerede efter beregning, sålænge de 5 m. høje skjærme ikke var fyldte, og sålænge foksneen fra vest ikke havde fyldt hele den vestenfor linjen liggende forsænkning fra bakken på dens øvre del ned til km. 39.25. Men efterhvert som dalen fyldtes nedover aflagredes snefokket fra vest sig i linjen nedenfor den opsatte indbygning ved km. 39.40. Denne er derfor nu projekteret, forlænget med 150 m., hvorved man kommer hen til det sted, hvor den nævnte forsænkning udvider sig således, at den formentlig vil kunne optage de største påregnelige snemængder.

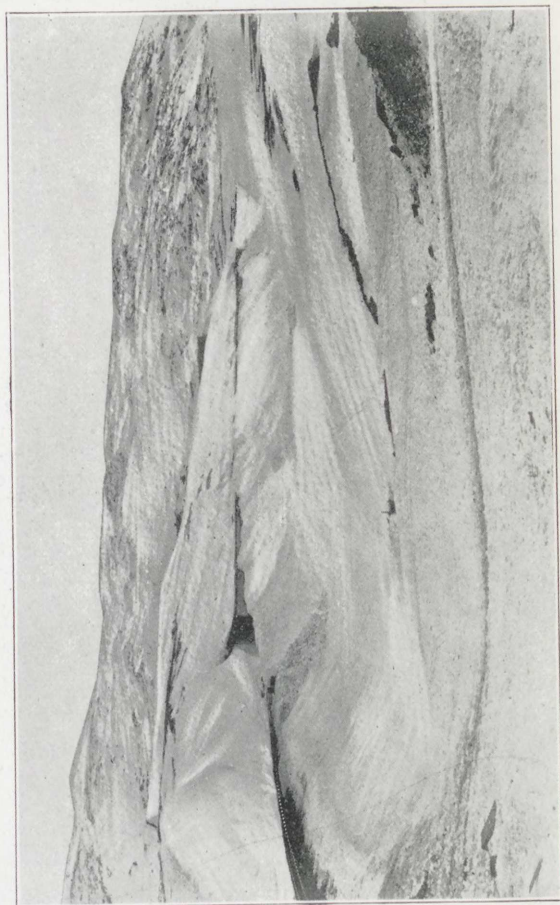
Ved denne forlængelse opnår man tillige at kunne give skjærmene på østre side af linjen en heldigere retning for ledning af drivsneen fra øst over indbygningen. Samtidig er der indenfor øverste indbygning forudsat opsat en 250 m. lang skjærm i spids vinkel mod de mest almindelige østlige vinde for at aflæde disse, som følger lavdraget paa tværs af linjen mellem km. 39.50 og 39.70, og føre dem ind over den sidstnævnte indbygning, hvorved den 2—3 m. høje fyldning mellem de nævnte punkter sandsynligvis vil blive tilstrækkelig beskyttet, når der fra høsten af sørges for en omhyggelig udplanering af enhver snekant, som måtte danne sig ved plougens kjørsel.

Ogsaa partiet km. 39.80—40.60 (fig. 5 og fot. 6) har frembudt betydelige vanskeligheder tiltrods for, at linjen her på den længste strækning ligger forholdsvis høit i terrainet, således som længdeprofillet viser. Til illustration af forholdene hidsættes ligeledes endel tverprofiler fra samme parti med indlagte snemålinger optagne i slutten af april (fig. 6).

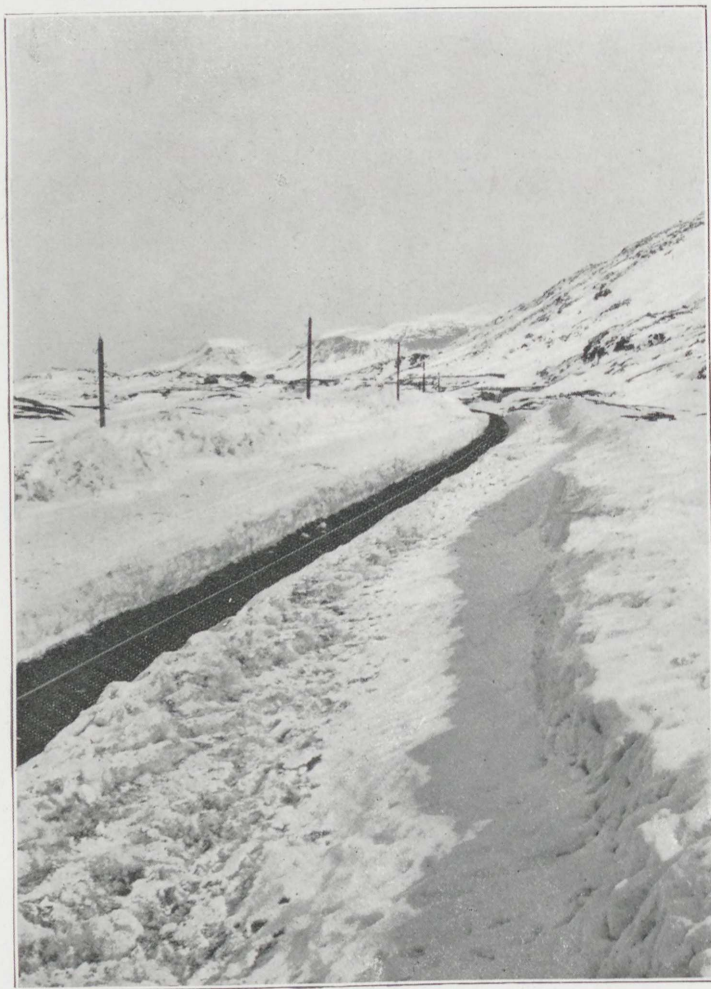
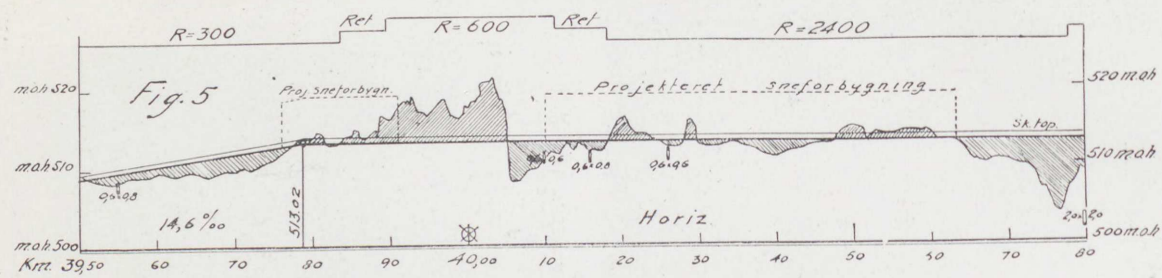
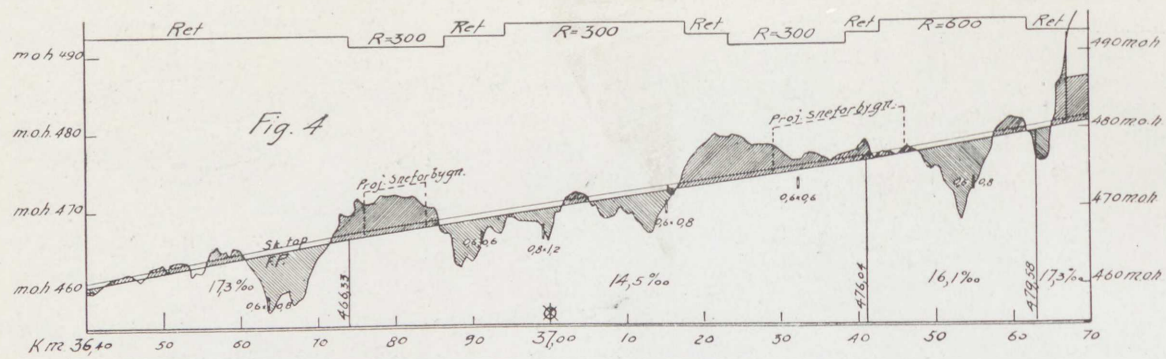
Som det sees, er sneen ophobet indtil en højde af 4 m. over skinnegangen på begge sider af denne selv på steder, hvor den ligger i et par meters højde over terrainet, således at man skulde kunne gå ud fra at skinnesporer vilde blive feiet rent af vinden. Dette forklares ved, at linjen ligger lavt i forhold til det omliggende terrain, og at den sne, som sneplougen kaster tilside virker som samle-skjærme for drivsneen, der snart fylder det ryddiggjorte skinnespor i højde med de opkastede snekanter. Ved ryddiggjørelsen af linjen vokser disse for hvert uveir, således at forholdene stadig forværres. Det er indlysende, at det under sådanne forhold, og hvor man har at regne med snedrev fra alle kanter, intet vilde nytte at opsætte skjærme, der kun vilde gøre galt værre, og da det vil være et uoverkommeligt arbejde på denne lange flade strækning at holde den nærmest skinnegangen liggende sneflade i højde med sporet, er der ingen anden udvei levnet end at indbygge de vanskeligste flade strækninger og ved skjærme at beskytte den



Fot. 4. PARTI FRA BJØRNEFELD KM. 39.00—39.40, 30te APRIL 1903.



Fot. 5. PARTI FRA BJØRNEFELD KM. 39.00, MAI 1903.



Fot. 6. PARTI FRA KM. 40.10—40.80, MAI 1903.

dybe gennemskjæring således som angivet på oversigtskartet.

På en strækning af 400 m., hvor linjen ligger i fyldning over 3 meters højde, har sporet holdt sig fri for sne hele vinteren.

Fot. 7 og 8 gengiver partiet omkring km. 41.10, hvor man atter med held har anvendt skjærme i forbindelse med overbygning, der som bro fører

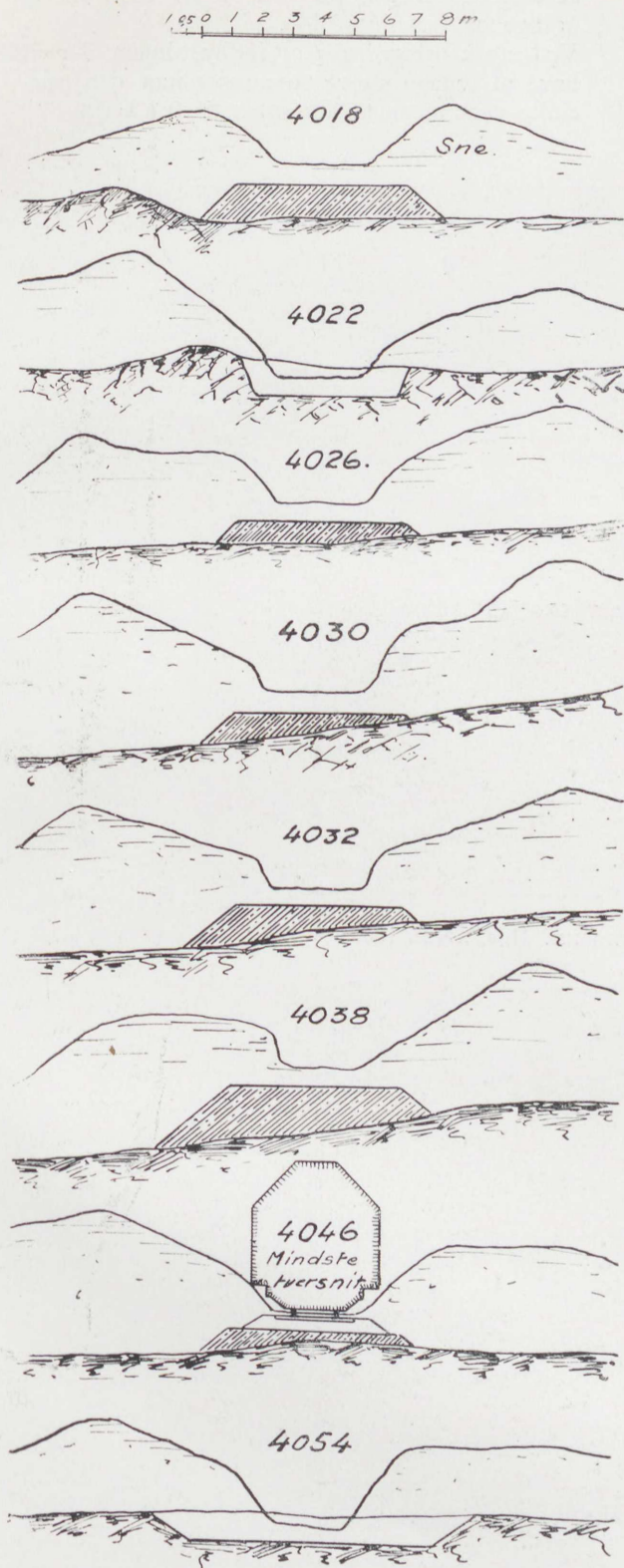


Fig. 6.

det ved skjærme afledede snedrev over linjen og ind i skråterrænet.

Fot. 9 gengiver partiet nærmest rigsgrænsen med Riksgrænsen station i baggrunden. Her ligger sporet omtrent i højde med terrænet, og samme forhold har gjort sig gjældende her som på strækningen 39.80—40.60.

De opsatte skjærme var beregnede på østenveiret; men da det viste sig at samle fonsneen fra vest i linjen, måtte de delvis nedtages, således som billedet viser.

Da det på omhandlede sted vilde være påkrævet at opsætte store længder af skjærme, hvis man skulde opnå i en tilfredsstillende grad at udstænge såvel østen- som vestenveiret, og da det lige ved stationen, hvor toget sættes i bevægelse, er om at gøre at have en linje, der er mest mulig fri for snehindringer, er der projekteret en 140 m. lang indbygning i forbindelse med skjærme således som angivet på kartet.

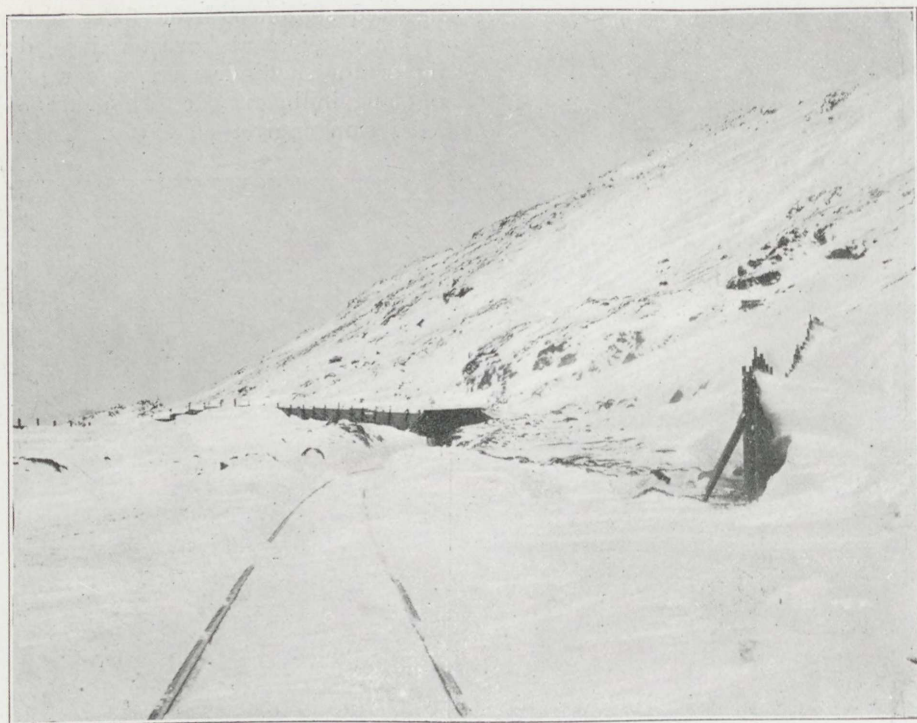


Fot. 7. INDBYGNING KM. 41.10, APRIL 1903.

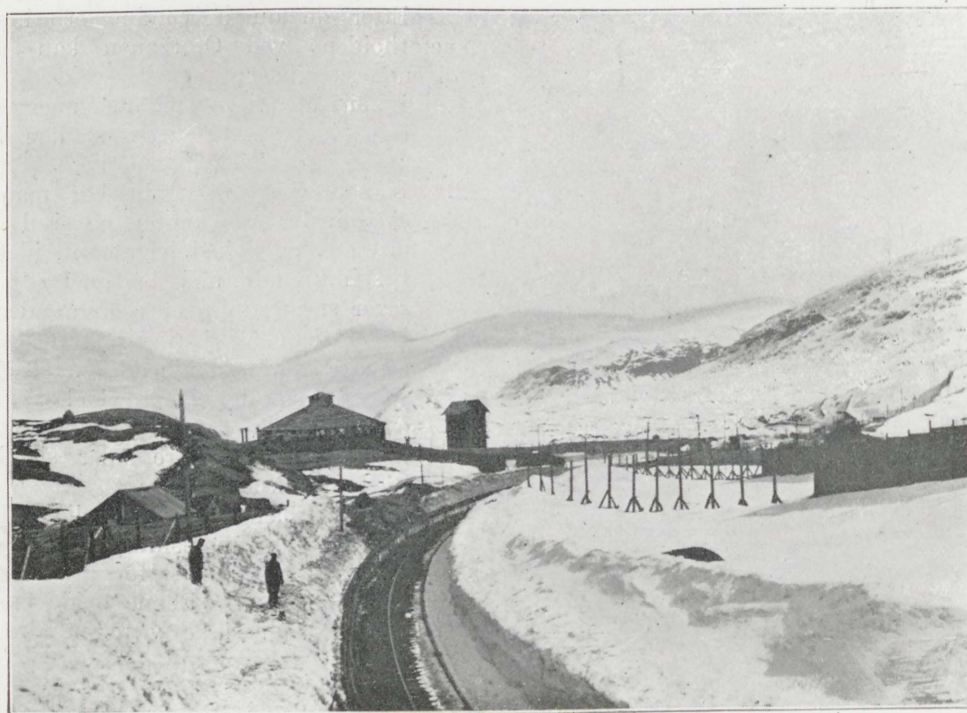
Efter de nu indvundne erfaringer angående sneforholdene ved Ofotbanen kan man opstille følgende sætninger:

1. I høifjeldsterræn spiller snemængden en mindre rolle, idet det er sneens stadige drift, som forårsager snevanskelighederne.
2. I åbent høifjeldsterræn bør man regne med snedrev fra alle kanter, og er da sneskjærmes anvendelighed begrænset, idet én for en bestemt vindretning beregnet skjærm let forårsager sneansamlinger ved en anden vindretning.
3. Dybe gennemskjæringer forårsager som regel mindre snevanskeligheder end strækninger, hvor sporet ligger i højde med eller i ringe højde over terrænet, hvortil kommer at dybe gennemskjæringer lettere lader sig beskytte ved hjælp af skjærme.
4. Det er afhængig af det omliggende terræns art, i hvilken gennemsnitlig højde en linje må lægges over terrænet for at være sikret mod sneansamlinger. Denne højde bør selv i frit, åbent terræn ikke være mindre end et par

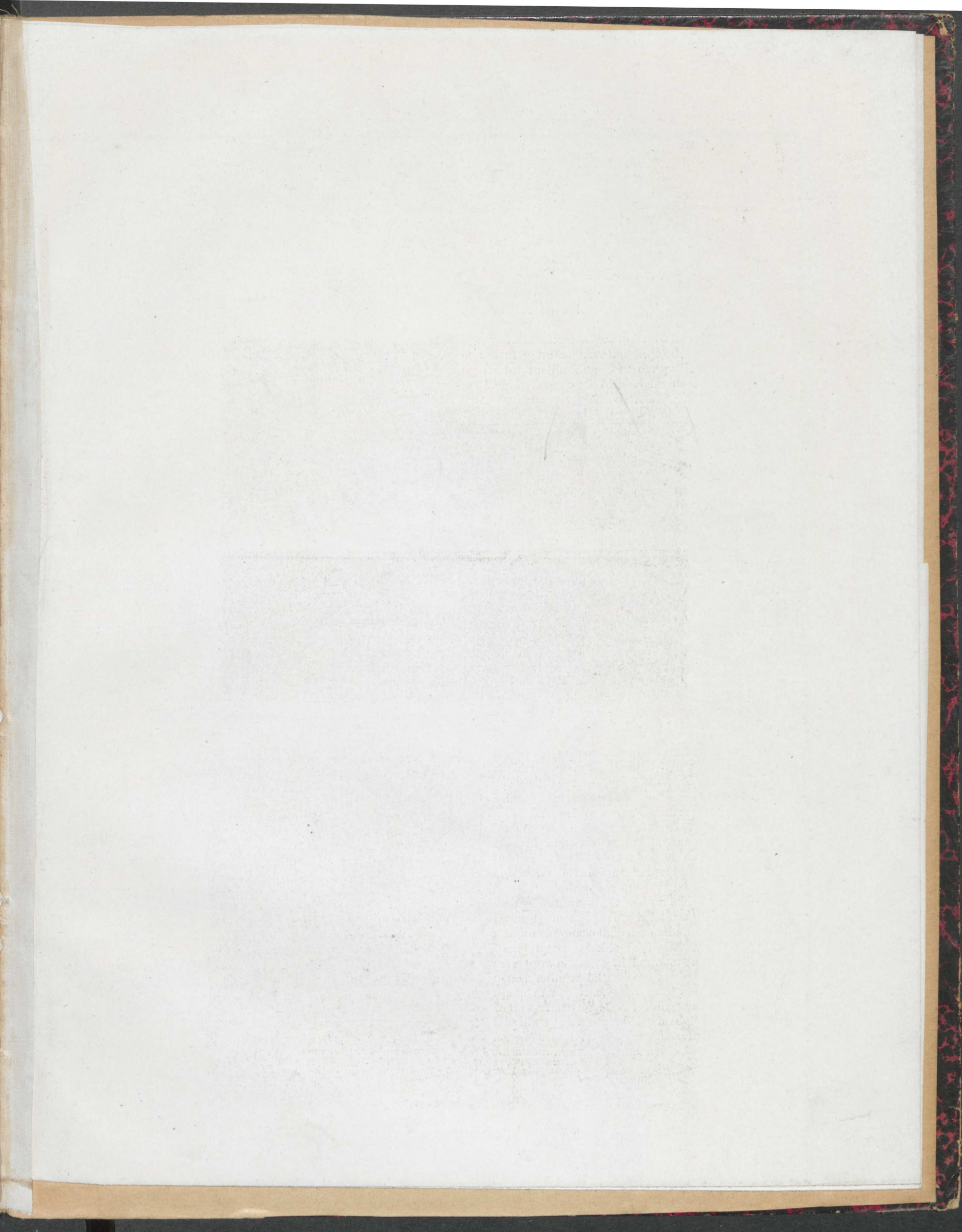
- meter, således at vinden formår at holde skinnegangen ren.
5. Hvor sporet ligger i ringe højde over terrainet således, at der i skinnegangen samler sig drivsne, der må ryddiggjøres med ploug, vil de opkastede snekanter let give anledning til betydelige ophobninger af sne langs linjen, hvorved forholdene stadig forværres i løbet af vinteren.
 6. Hvor man på sådanne strækninger ikke har anledning til med rimeligt arbejde at holde de nævnte snekanter vel afplanerede, således at enhver aflagring af drivsneen kan undgås, vil som regel hel indbygning af linjen vise sig nødvendig.
 7. Skjærme i forbindelse med strækningsvis indbygning af linjen viser sig meget hensigtsmæssig, idet skjærmene opfanger drivsneen i større bredde og fører den over indbygningerne, der som broer for den således ledede sne kan opføres på de bekvemmeste steder af linjen.
 8. I steilt terrain, hvor sneen som regel driver ned fra fjeldsiden, er den sidstnævnte måde at beskytte linjen på som regel den eneste mulige og virkningsfulde.
 9. Ved styrkeberegninger af indbygninger, der vil have at optage større snemasser kan den specifikke vegt af sneen ansættes til 0,4 à 0,5.

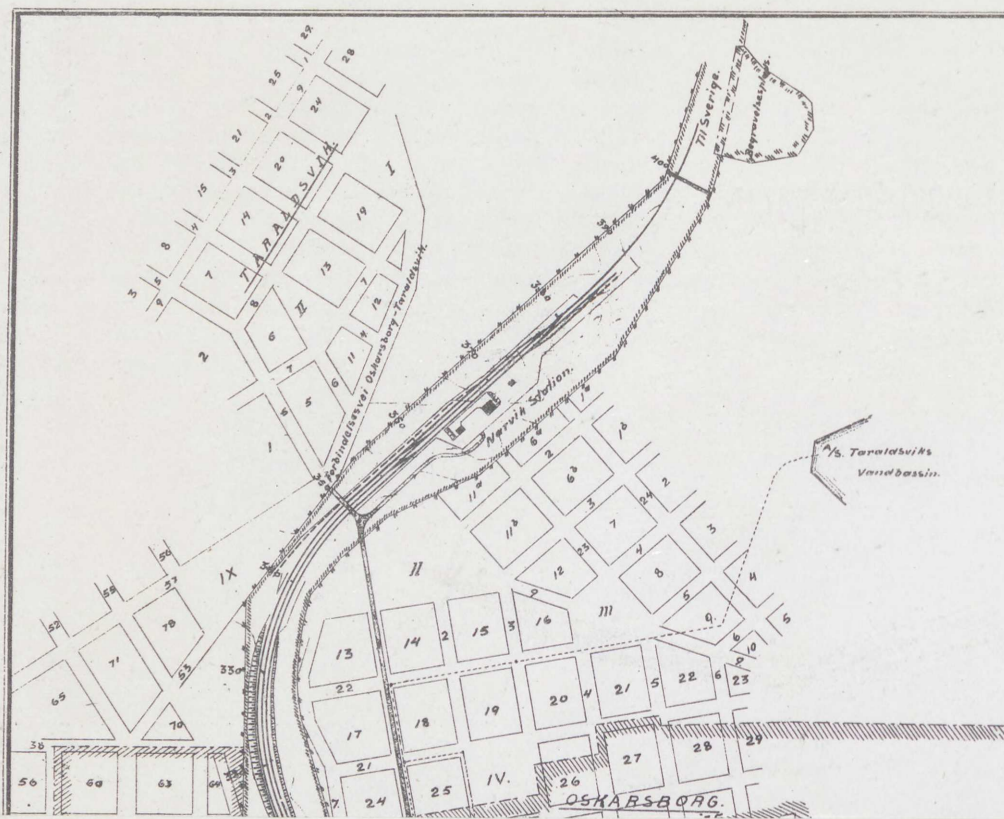


Fot. 8. SKJÆRME OG INDBYGNING KM. 41.10, APRIL 1903.



Fot. 9. FRA RIGSGRÆNSEN, MAI 1903.





DYBV

Km. 7.76

KRØDSNINGSSTATIONER.

M:1:4000.

