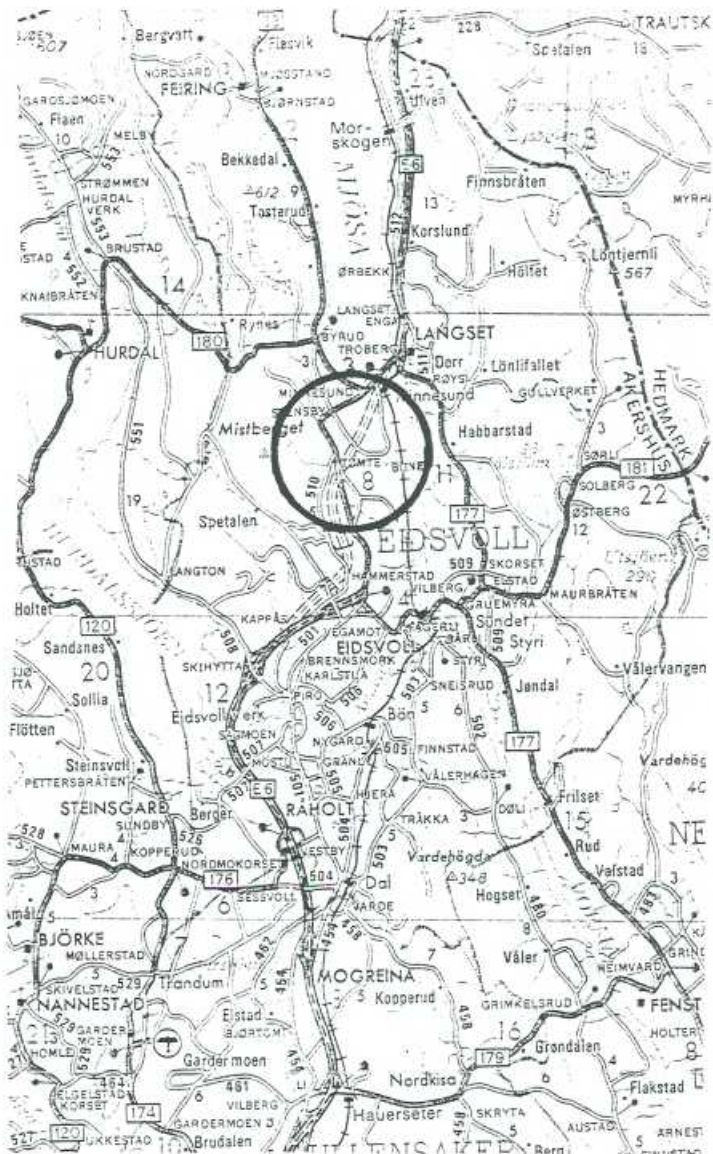


Oppdrag C-783A, rapport nr. 1

Julsrud bru - Oppsummering av pele- og kontrolldata. Erfaringsrapport.



17. november 1993

Oppdrag C-783, rapport nr. 1

Julsrud bru - Oppsummering av pele- og kontrolldata. Erfaringsrapport.

Sammendrag

Rapporten omhandler erfaringer fra pelearbeidene med Julsrud bru.

Rapporten presenterer dataene for pelene og viser eksempel på peleplan.

Pelenes kapasitet, med hensyn til knekking er angitt. Videre er pelelengder gitt i tabell.

Nedboring, injisering og installering av pelene er beskrevet. De dårlige grunnforholdene var avgjørende for valg av metode.

Registrering av pelenes installerte geometri i forhold til gitte krav er presentert. Angitte toleranse krav ble nesten 100 % tilfredsstilt.

Som vedlegg er sluttrapport fra Statens vegvesen, Akershus, utarbeidet av byggherrens kontrollør for fundamenteringsarbeidene, Morten Børresen. Denne beskriver utførelsen av pelearbeidene, med kommentarer.

Emneord: *Geoteknikk, Fundament, Pel, Leire, Silt, Sand*

Fylke: Akershus
Anlegg/parsell: E6 - Bogsrud-Minnesund
UTM-ref.: PM 220 956
Seksjon: Geoteknisk
Saksbehandler: Anne Braaten
Dato: 17. november 1993

/TG

Statens vegvesen, Vegdirektoratet

Veglaboratoriet
Postboks 8142 Dep, 0033 OSLO
Telefon: 22 63 99 00 Telefax: 22 46 74 21

INNHOOLD:

1. INNLEDNING
2. PELER
3. BORING OG INSTALLERING AV PELER
4. INNMÅLING

BILAG:

Bilag 1: Sluttrapport - peler.

TEGNINGER

Tegning C 783A-01: Julsrud bru. Oppriss og plan
" " -02: Lengdeprofil med boringer.
Pr. 69790 - 70110
" " -03: Avstandskloss av fiberarmert epoxy.

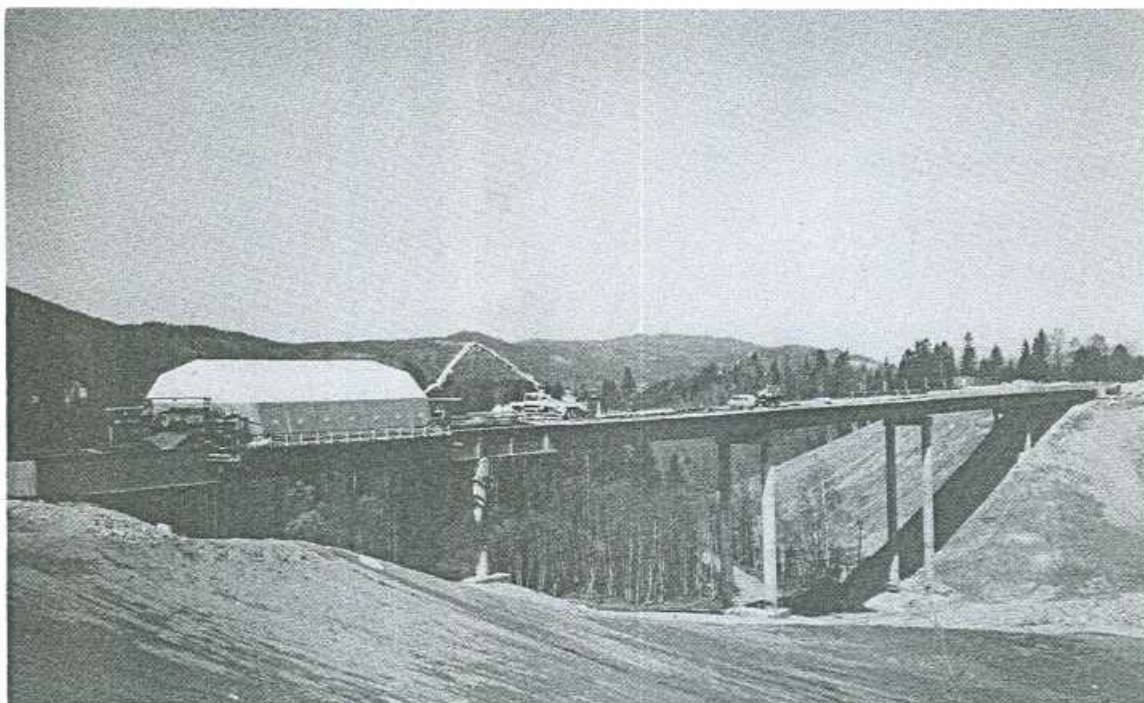
1. INNLEDNING

Rapporten omhandler erfaringer fra pelearbeidet med Julsrud bru.

Oppdraget har vært behandlet ved Akershus vegkontor, oppdragsnummer Cd-507 G, saksbehandler Nils Rygg.

Julsrud bru inngår i ny parsell av E6 mellom Bogsrud og Minnesund. Byggherre har vært Statens vegvesen, Akershus, hovedentreprenør Eeg-Henriksen, og byggeteknisk rådgiver Johs.Holt A.S.

Ny E6 krysser Julsruddalen med en 315 m lang bru, Julsrud bru. Julsrud bru er en stålbejelkebru hvor landkarene, akse 1 og 6, er fundamentert på 4 stålkernepeler. Pilarene i akse 2, 3 og 5 er fundamentert på 14 - 16 stålkernepeler, mens akse 4 er fundamentert på såle til fjell. Tegning -01 viser et lengdeprofil av brua.



Figur 1. Julsrud bru (Foto: Svein Fjukstad, SVV-Akershus)

1.1 Grunnforholdene i området

Brua krysser en ca. 40 m dyp erosjonsdal hvor Stensbyåa har gravd seg ned og dannet bratte skråninger i dalsidene.

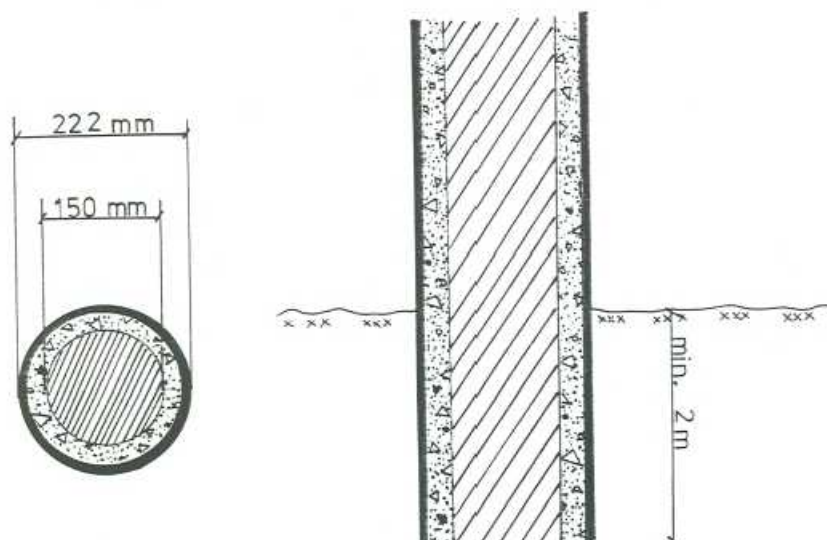
Terrenghøyden på begge sider av dalen ligger på ca. kote 190, mens terrenghøyden ved bekken er ca. kote 150. På bakgrunn av totalsonderinger antas fjellet å ligge på mellom kote 147 - 154.

Løsavleiringene består av sand / siltig sand / silt fra øverst i skråningene og ned til 5 - 6 m under terrassehøydene. Videre ned er det silt og siltig leire ned mot fjell. Materialet antas å være løst lagret, og det ble antatt at det i utgangspunktet var liten sikkerhet mot overflateglidning og lokal erosjon i skråningene.

For nærmere beskrivelse av grunnforholdene vises til tegning -02 og oppdragsrapport nr. Cd-507 G, rapport nr.2, E6 Bogsrud - Minnesund, Julsrud bru, Grunnundersøkelser - Brufundamentering.

2. PELER

Det ble satt ned ialt 54 stålkjernepeler.



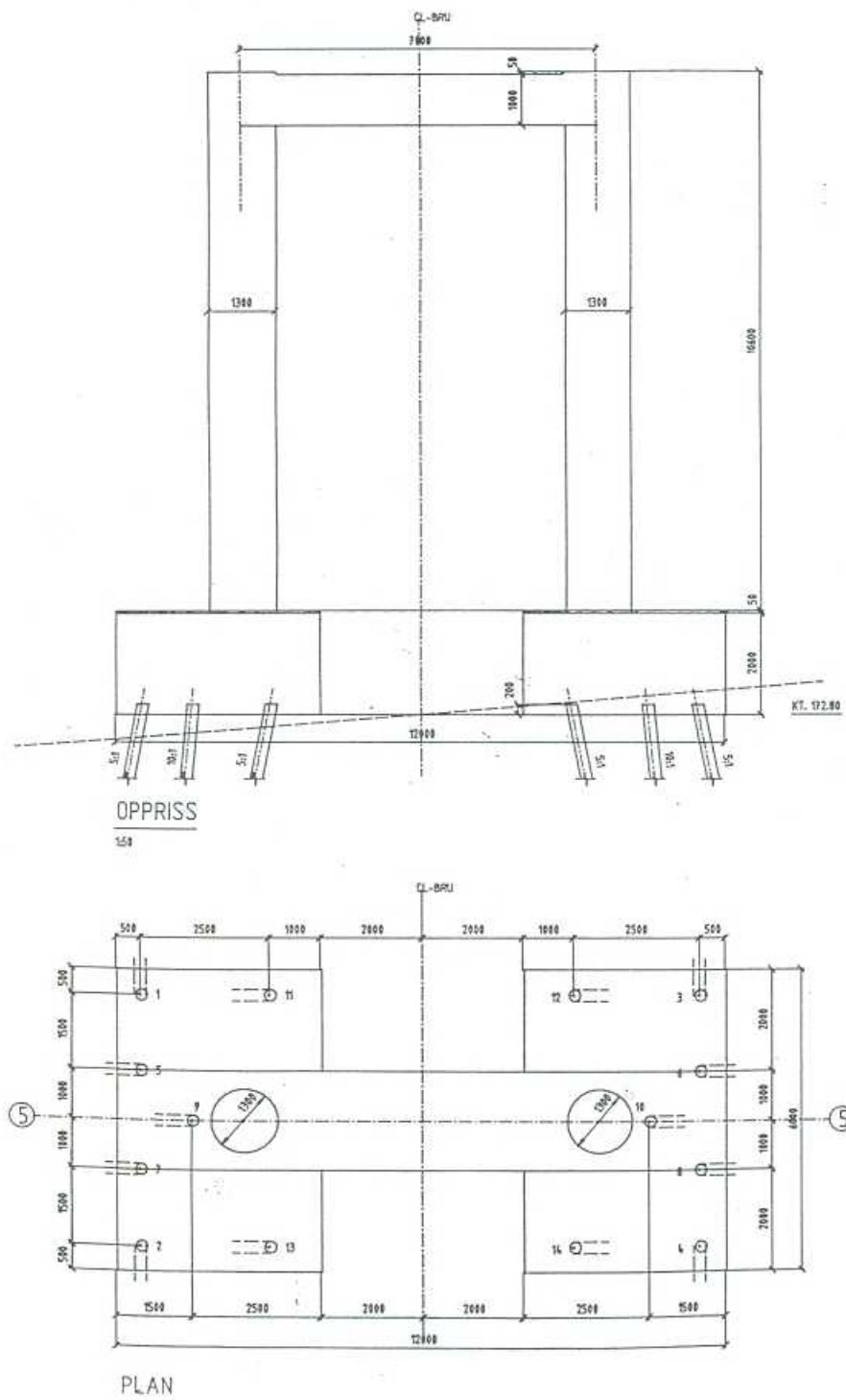
Figur 2. Skisse av pel

Kravet til pelene var:

- Stålkjernepeler med kjernediameter 150 mm.
- Stålkvalitet St. 52-3N.
- Pelene skal være avfettet og fri for rust.
- Borlengde/monteringslengde ned i godt fjell skal være 2 m.
- Det skal benyttes permanente foringsrør som skal stå 0,5 m i kontakt med godt fjell.
- Minimum innerdiameter av foringsrør er 205 mm.
- Minimum ytterdiameter av foringsrør er 222 mm.
- Mørteloverdekning rundt stålkjernepelene skal være minimum 25 mm.

Pelarbeidet ble utført på en slik at måte at disse kravene ble oppfylt.

Figur 3 viser fundament i akse 5, oppriss og plan, med pelenes plassering.



Figur 3. Fundament, akse 5. (nedfotografert)

Stålkjernerpelene, ialt 54 peler, hadde lengder på mellom 8,5 m og 39 m. Figur 4 viser oversikt over pelengder på de ulike aksene. Det ble satt ned 18 vertikale peler og 36 skråpeler. Skråpelene hadde helning 5:1.

PEL NR.	AKSE 1	AKSE 2	AKSE 3	AKSE 5	AKSE 6
1	32.30	18.98	11.35	25.39	38.31
2	32.59	21.71	10.14	24.75	38.45
3	32.51	22.00	8.40	26.64	38.03
4	33.42	23.74	9.09	25.21	37.73
5	33.37		11.87		38.00
6			8.45		
7			10.78		
8			9.52		
9		20.44		24.76	
10		21.36		26.00	
11		20.39	12.03	25.61	
12		20.81	8.34	26.19	
13		21.15	10.09	24.40	
14		22.64	10.21	25.25	
15		19.23	10.67	16.47	
16		22.84	10.07	23.68	
17		20.94	8.38	27.04	
18		22.17	11.72	25.52	

Figur 4. Tabellen viser lengde (i m) på stålkjernerpelene. Det er lengden av stålkjernen som er oppgitt. (Pelene ble ikke nummerert fortløpende.)

Pelenes aksial-kapasitet er $N_i = 4054$ kN. Pelenes knekk-kapasitet er $Q_d = 2690$ kN. I kapasitetsberegningene for pelene er det kun regnet med stålkjernen. Knekk-kapasiteten er dimensjonerende.

3. BORING OG INSTALLERING AV PELER

Det var stilt krav om at pelene skulle bores ned med beltegående rigg. Riggeren skulle være utstyrt med vinsj som sikkerhet for transport i skråningen og som sikkerhet for at riggeren ble stående rolig under boring.

Pelene ble boret ned med ROC 306 med eksenterborkrone (Odex 190). I akse 2 og 5 var grunnforholdene så dårlige at det ble brukt en liten graver påmontert en hydraulisk klemme for å håndtere stålkjernene under nedsenking og sveiseskjøting.

All boring for stålkjernerpelene var forutsatt utført fra ferdig utgravd byggegrop for landkarene og fra eksisterende terreng i øvrige akser.

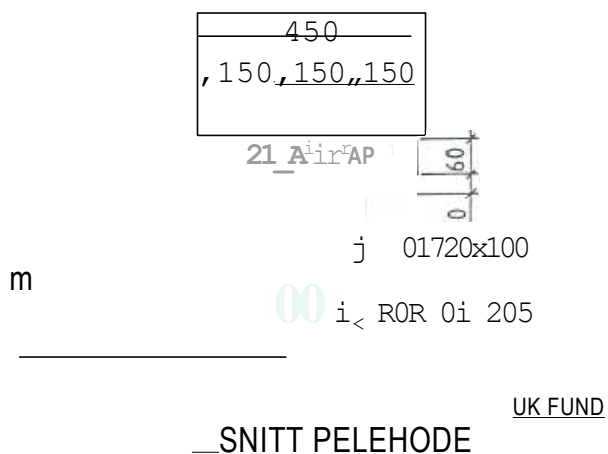
Stalkjernepelene installeres ved at det først bores et foringsrør gjennom lasmassene og 0,5 m ned i fjell, og deretter bores videre 1,5 m i fjell. Peleentreprenoren valgte å bore foringsrøret 2 meter inn i fjell for å slippe å skifte borkorne. Det er vesentlig i denne forbindelse at ingen pelers får strekk i bruddgrensetilstand.

Foringsrøret skulle være tett og skjøtemetode skulle godkjennes av byggherren. Foringsrøret ble skjøtet ved sveising hver 3 m etterhvert som det ble boret ned.

Etter ferdig boring ble hullet blast rent ved hjelp av en blanding av luft og vann. Borhullet ble deretter loddet for nøyaktig bestemmelse av pelelengde. Hullet ble deretter fylt med betong. Etter fylling med betong ble pelen senket ned i hullet, om nødvendig ble pelen rammet lett for å verifisere fjellkontakt.

Stalkjernen ble sikret betongoverdekning med avstandsklosser av fiberarmert epoxy. Avstandsklossene ble skrudd fast til pelen. Det var 3 klosser i snittet med avstand 3 m mellom snittene. Utforming av avstandsklossene er vist på tegning - 03.

Etter montering av pelene ble de kappet på en slik måte at pelehodet skulle få godt anlegg. Detalj av pelehodet er vist på figur 5. Pelehodet er sveiset til stalkjernen.



Figur 5 Pelehode

For ytterligere detaljer angående utførelsen av pelearbeidet

Tetting med injisering viste seg å være et større problem enn forutsatt. Slike tiltak, vanntapsmaling og injisering av fjellfot, må prosjekteres og beskrives.

Angitte toleransekrav ble nesten 100 % tilfredsstillende med hensyn til plassering, pelehelling og helningsretning. Det vil si at peleplanen ble utført som forutsatt i henhold til gitte toleranser. Når det gjelder utboying / krumning var ikke registreringer / dokumentasjonen tilfredsstillende. Knekkning på grunn av forhandsutboying kan være kritisk i blot grunn, og fordrer at pelens krumningsforløp blir dokumentert ved maling i foringsrøret.

Bruk av aystandsklosser av fiberarmert epoxy var vellykket. Provesenking av kjerne på aystandsklosser viste at klossene taler påkjenningene selv om pelene heller 5:1.

Det ble tatt ned tilsammen 54 peler med en total lengde på 1171 m. Kostnaden pr. m pel, alt medregnet, var ca. 1500 kr. Når dimensjonerende pelelast var $Q_3 = 2350$ kN blir kostnadene pr. m og MN lik ca. 600 kr. Pelen har da en maks. last som er ca. 50 % av dimensjonerende aksialkapasitet av kjernen. Kostnaden kan reduseres om knekkingsberegningen kan forbedres. Her er det antagelig en del å vinne, også med hensyn til kostnad slik at metoden blir mer konkurransedyktig.

Veglaboratoriet
geoteknisk seksjon

- .nisk seksjon

Nils Rygg
seksjonsleder

Anne Braaten
Anne Braaten

STATENS VEGVESEN AKERSHUS

Julsrud Bru

TULSRUD BRU. SLUTTRAPPORT PELE

I tidsrommet 24-4-92 til 8-7-92 ble det satt ned tilsammen 1171 meter med stalkjernepeler. Disse var fordelt på 5 akser og 54 peler. I akse 1 og 6 var det 5 peler, i akse 2 og 5 var det 14 peler og i akse 3, 16 peler. (18 vertikale og 36 skrapeler med helning 5:1) Lengste pel var 39 meter og korteste var 8,5 meter.

Avgjørende for valg av fundamenteringsmetode var her de ekstremt darlige grunnforholdene som gjorde det umulig a bruke tunge pelemaskiner i de bratte skraningene.(Se geoteknisk rapport.)

En stalkjernepel består av et foringsror boret ned i fjell, og en stalkjerne som settes innvendig i roret og omgis av et korrosjonsbeskyttende lag av sementmortel.

Ved fundamentering med stalkjernepeler bores først et foringsror gjennom losmassene og minimum 0,5 meter inn i "godt" fjell. Derneft bores det 1,5 meter videre i fjell med fjellborkrone. Massene innvendig i roret blir presset opp da utstyret blir drevet med trykkluft. Hullet blir blast rent med en blanding av luft og vann.

N.S.P. som utførte pelejobben valgte a bore foringsroret 2 meter inn i fjell for a slippe a skifte borkrone underveis. For S.V.A's del er dette bare en fordel sa lenge ikke pelene skal to strekk, og man er avhengig av innstopningslengde for fjellfeste.

Pelejobben ble utført med en ROC 306 med eksenterborkrone (ODEX 190) for boring med foringsror. Foringsrorene blir levert i lengder på 3 meter og utvendig diameter på 219mm. Rorene skjotes ved sveising etter hvert som de bores ned. Det ble ikke utført sveisekontroll på rorskjotene, da foringsroret blir nr mest som en forskaling a regne.

Ansettpunktene for pelene ble satt ut av E.H. med totalstasjon etter hvert som foringsrorene ble boret ned. N.S.P. kontrollerte kontinuerlig hellning på rorene med vater. S.V.A. engasjerte entreprenorfirmaet Havard Nesar til til

foreta stikkprøvekontroller. (Se egen rapport.) Dette kombinert med at losmassene i området ikke inneholdt større stein eller trerester som kan påvirke borenyaktigheten, (boret kan skrense), medførte at kun en pel var 3 cm utenfor toleransekravet i kontrakten. (+ - 10 cm i horisontalplanet.) Dette er meget bra.

Fora kontrollere pelenes krumning ble det heist ned en "vogn" innvendig i roret. 2 peler ble kontrollert. Det ble ikke registrert større krumning på pelen enn måle metodens måle nyaktighet. De andre pelene ble kontrollert ved å lyse ned i dem og registrere hele vannspeilet i bunnen av pelen. Samtlige var o.k.

Ved kontrollodding av hullene oppdaget vi at det var innsig av slam i bunnen. P.g.a. svært finkornige losmasser og stor transport av vann langs med fjelloverflaten, var ikke overgangen mellom foringsroret og fjell blitt helt tett. Det ble først prøvd sette ned borstrengen og blase opp hullet en gang til. Vann ble fylt på umiddelbart etter biasing for å oppnå et overtrykk i roret. Dette, kombinert med at lekkasjen mellom foringsrør og fjell tettet seg noe over tid ved at vi oppnådde en slags mauringseffekt, gjorde at pelene i akse 1,2 og 6 kunne settes uten iverksette andre tiltak.

I akse 3 og 5 var innsiget så stort, (4 meter opp i roret.) at vi måtte injisere tilsammen 8 hull. Dette var ikke tatt med i kontrakten, slik at vi måtte be om pris og to det som regningsarbeide. (90.000,-) Injiseringsprosedyren ble utarbeidet av N.S.P. og S.V.A.

Injiseringen ble utført ved at en pakker ble senket ned i roret og "blast" opp ca. 1 meter over u.k. foringsrør. Gysemassen ble så fort under trykk ned i en slange gjennom pakkeren og ut i overgang foringsrør, fjell og losmasse. Problemet var at vi ikke klarte oppnå et mottrykk da gysemassen bare forsvant i roret og ut i grunnen. ($v/c=0,5$) Blandingen ble fortykket til $v/c=0,4$ og tilsatt Rescon I (2% av sementmengden) (ekspanderende tilsetningsstoff for injeksjonsarbeider) for vi registrerte mottrykk. Dette trykket ble holdt i 15 minutter. Ved injisering fikk vi gjennomgang av gysemasse mellom enkelte av hullene. Etter 4 dogn ble hullene boret opp. De var da helt tette.

Ved skjoting av pelene valgte N.S.P. sveise selv om gjengeskjoting var tillatt. 4 sveisekontroller ble utført av E.H. (Krav 5% av alle peler) S.V.A. tok 3 stikkprover. Provet metode var magnetpulver og ultralyd. En sveisematte utbedres for pelen kunne settes. Sveiseresultatene ellers var meget bra.

Fora sikre overdekning på stalkjernene ble det brukt aystandsklosser av fiberarmert epoxy. Disse ble festet på stalkjernen med skruer, og de forsunkede skruehodene ble dekket med silikon. For å teste hvor mye aystandsklossene talte, ble en prøvepel senket 38 meter ned i foringsroret, og så dratt opp igjen. Slitasjen på aystandsklossene var helt ubetydelig. For senere prosjekter burde denne type aystandsklosser settes som krav i kontrakten. (Leverandør er Nordic Industrier).

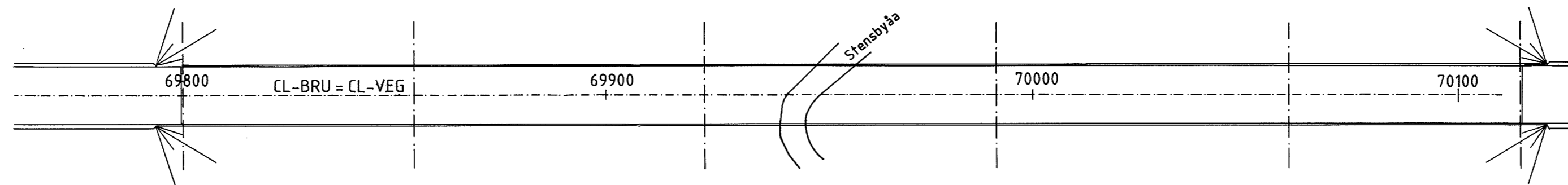
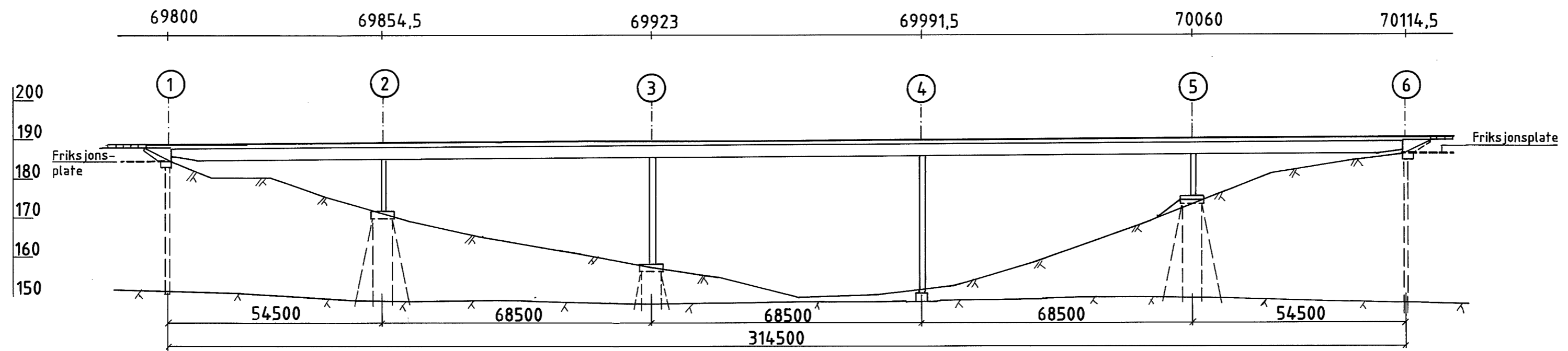
I akse 1, 3 og 6 ble stalkjernene sveiset ferdig i hel lengde for de ble heist på plass iullet. Pelene i akse 6 var 39 meter, og S.V.A. forlangte en statisk beregning for loftemetoden av pelene.

I akse 2 og 5 måtte sveising av stalkjernene gjøres etter hvert som de ble heist ned i hullet. Grunnforholdene her var så dårlige at det ikke kunne plasseres kran i skraningen. E.H. fikk lov til å bruke en liten graver påmontert en hydraulisk klemme, (Grabb John), for å holde pelene under nedsetting og sveising.

For å sikre fjellkontakt med pelen, satte vi som krav at vi skulle være fysisk tilstede, og se alle pelene slippes i fritt fall den siste meteren i hullet. Ved god fjellkontakt, spratt pelen opp og ned noen ganger før den slo seg til ro i riktig kotehøyde. På de pelene som hadde dårlig fjellapell, ble det brukt et luftlodd på ca. 800 kg. Det ble slått på pelen helt til det ikke kunne males synk. Dette ble gjort på ca. 25% av pelene, og fungerte meget bra.

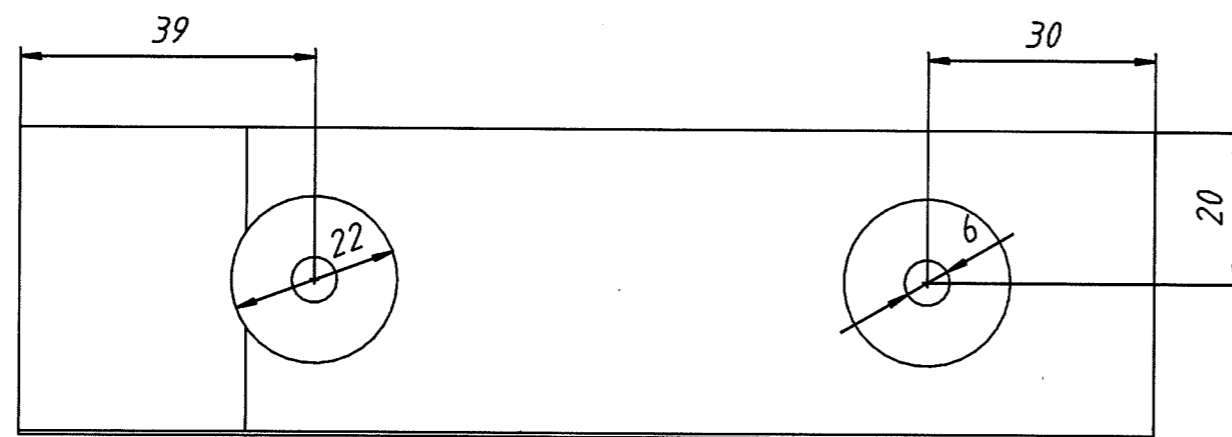
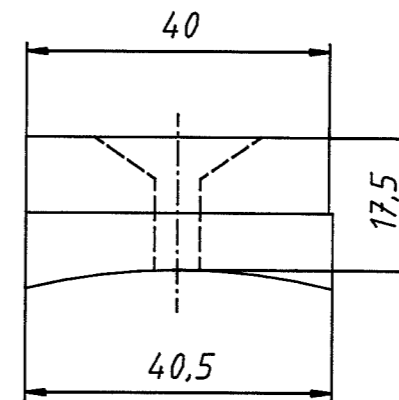
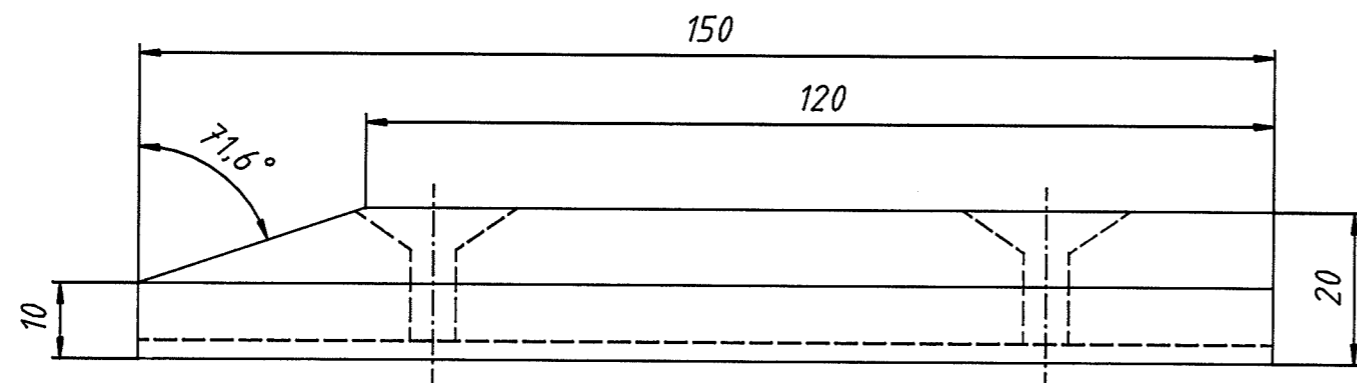
Prosedylene og skjemaene ble utarbeidet av E.H. og S.V.A. spesielt for denne jobben for å sikre den beskrevne kvalitet.

Stalkjernepeling er ikke beskrevet i prosesskoden, men plassert under kapittel 83.9 Ovrige. Dette er en svakhet da prosedyren må beskrives på nytt for hver jobb, og mange vesentlige ting kan fort utelates. Her burde S.V.A. lage sin egen beskrivelse og bruke denne på fremtidige jobber. I denne beskrivelsen må injeksjon av utette borhull, type aystandsklosser, overdekning på stalkjerne og etterfylling av gysemasse være medtatt.



14-18-99

Tegningsgrunnlag: Anbudstegning Statens Vegvesen Akershus	
Vedlegg til rapport: C 783C nr.1 av 17.11.93	
JULSRUD BRU OPPRISS OG PLAN	Målestokk 1:1000
	Boret: Tegn.: EKO Saksbeh.: AWB
GRUNNUNDERSØKELSE: JULSRUD BRU ERFARINGSRAPPORT	Tegning nr. C 783A - 01
	VEGDIREKTORATET VEGLABORATORIET - GEOTEKNISK SEKSJON



Tegningsgrunnlag:
Manuell måling av avstandskloss.

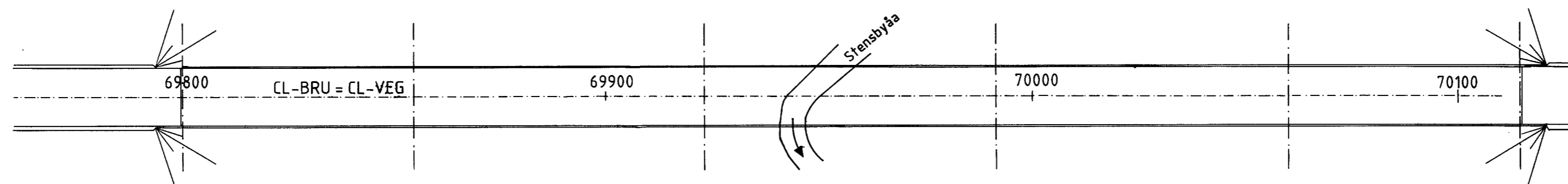
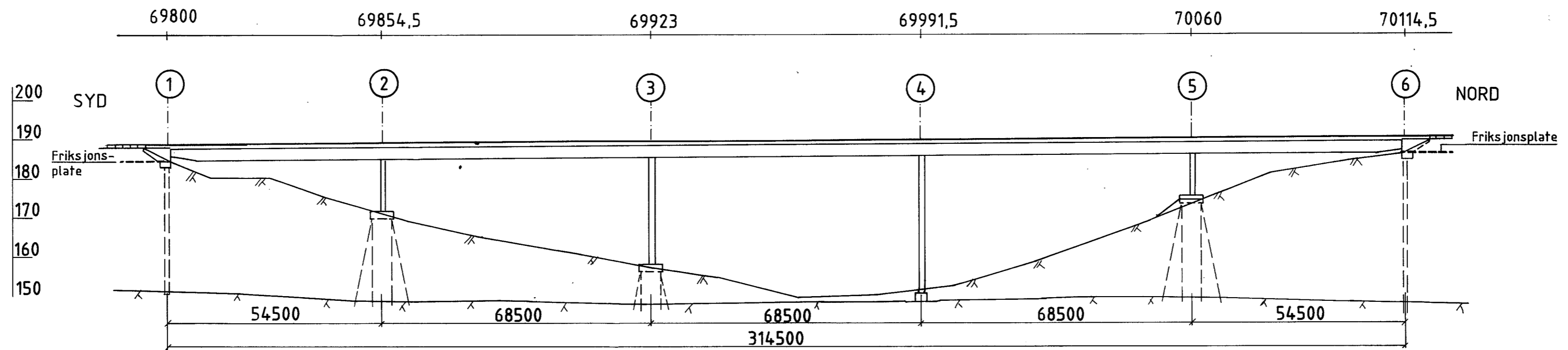
Vedlegg til rapport: C 783A nr.1 av 17.11.93

Avstandskloss av fiberarmert epoxy.

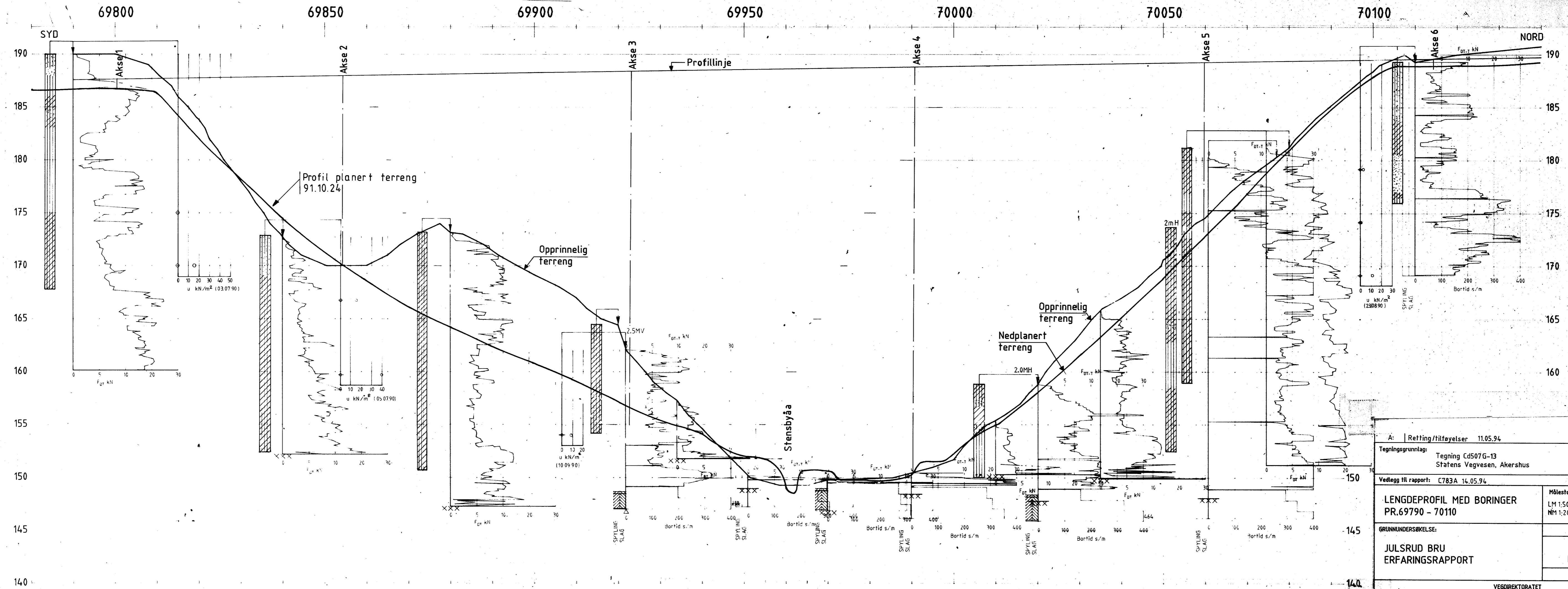
Målestokk 1 : 1	Boret:
	Tegn.: 150393 AØI
	Saksbeh.: ANB

GRUNNUNDERSØKELSE:
JULSRUD BRU
ERFARINGSRAPPORT

Tegning nr.
C 783A - 03



A: Retting/tilføyelser 11.05.94	
Tegningsgrunnlag: Anbudstegning Johs Holt A/S	
Vedlegg til rapport: C 783A 01.06.94	
JULSRUD BRU OPPRISS OG PLAN	Målestokk 1:1000
	Boret: Tegn.: AHG EKO Saksbeh.: <i>ARB</i>
GRUNNUNDERSØKELSE: JULSRUD BRU ERFARINGSRAPPORT	Tegning nr. C 783A - 04
	VEGDIREKTORATET VEGLABORATORIET - GEOTEKNISK SEKSJON



A: Retting/tilføyetser 11.05.94	
Tegningsgrunnlag: Tegning Cd507G-13 Statens Vegvesen, Akershus	
Vedlegg til rapport: C783A 14.05.94	
LENGDEPROFIL MED BORINGER PR.69790 - 70110	Målestokk LM 1:500 NM 1:200
GRUNNUNDSØKELSE: JULSRUD BRU ERFARINGSRAPPORT	Boret: Tegn: <i>AMB</i> Saksbeh: <i>NR</i>
Tegning nr. C 783A - 05	
VEGDIREKTORATET PORATORIET - GEOTEKNISK SEKSJON	