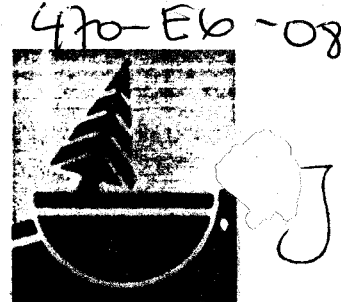
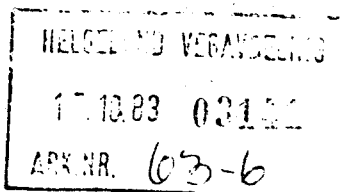


Norges Geotekniske Institutt NGI



Statens Vegvesen
Helgeland Vegavdeling
v/o.ing. Knut Innset
8650 Mosjøen.



Gruppe fjellsprengningsteknikk

Forskningsveien 3 B Postadresse: Postboks 40 Tåsen
Telefon: (02) 46 98 80 Oslo 8

Tidligere



Institutt for fjellsprengningsteknikk

Oslo, 10.10.1983.

Vår ref.: 83173.0-1. KB/EG

Vedr.: SPRENGNINGSOPPLEGG, LASSESVINGENE, E-6.

0. SAMMENDRAG

Rapporten gir en vurdering av sprengningsopplegget ved bruk av tung borutrustning. Det er forutsatt borvogn med skjøtstenger og 2 1/2 " borkrone. Sprengningsopplegget kan uten videre også tilpasses 2 " kronediameter.

Uten et godt kontrollert sprengningsopplegg er det fare for at jernbanelinjen kan påføres skade under anleggsperioden. Skader kan oppstå som følge av sprut, rystelser eller bakbryting.

Det gis anvisninger om hvordan sprengningsarbeidet kan utføres og kontrolleres slik at skade ikke oppstår. I tillegg til rystelsesmåling anbefales også bruk av ekstensometer for kontroll med forskyvning i gjenstående fjell mot jernbanen.

Spesiell oppfølging kan bli nødvendig i skjaringens søndre del p.g.a. den dårlige stabiliteten i løsmassene.

Salvestørrelsen må begrenses. Med aktuell borutrustning vil det bli tale om daglig salveskyting.

Post bes adressert til instituttet (Postboks), ikke til enkeltpersoner.

Postadresse:
Postboks 40 Tåsen
Oslo 8

Vareadresse:
Sognsveien 72

Telegramadresse:
GEOTEKNIKK

Telefon:
(02) 23 03 88

Telex:
19787 ngi n

Bank: Bergen Bank
Konto nr.: 5096.05.91281

Postgirokonto
nr.: 5 16 06 43



Anvisningene er generelle. Det forutsettes at sprengningsopp-
legget vurderes fortløpende ettersom arbeidet går fremover.
Dette er spesielt viktig for å kunne optimalisere driften sam-
tidig som nødvendig hensyn til omgivelsene blir ivaretatt.

Dersom anlegget finner det ønskelig, vil vi kunne påta oss opp-
følging og kontroll med anlegget etter nærmere avtale.

1. INNLEDNING

Det vises til befaring på anlegget 20. september d.å. samt
rapport W 36 A og W 165 A fra Veglaboratoriet.

Sprengningsarbeidet innebærer risiko for skade på Nordlands-
banen, som passerer langs anleggsområdet. Skader som kan for-
årsake lengre drifts-stans kan ikke aksepteres.

Risiko for skader øker med salvestørrelsen, d.v.s. med økende
pallhøyde, borhullsdimensjon og antall m^3 i hver salve.
På grunn av arbeidets omfang og av hensyn til driftsøkonomien
er det imidlertid ikke aktuelt å anvende lett, håndholdt utstyr
ved gjennomføring av sprengningsarbeidet. Utgangspunktet for
denne vurdering av sprengningsopplegget er derfor bruk av bor-
rigg med skjøtestenger og kronediameter i området 2 " til
2 $\frac{1}{2}$ ".

2. VURDERING AV SKADERISIKO

Ved gjennomføring av sprengningsarbeidet må man ta hensyn til
følgende faktorer:

1. Sprutfare
2. Bakbryting
3. Rystelser

2.1 sprutfare

I nordre del av skjæringen er avstanden til jernbanen varieren-
de fra ca. 25 meter til 15 meter. Jernbanen ligger nedon-
for skjæringen, med eksisterende vei imellom. Veien vil til
en viss grad kunne fange opp stein som ellers ville ha rast ned
mot jernbanen.



Lengre sør øker avstanden til ca. 40 meter. På deler av strekningen vil gjenstående fjell skjerme mot sprut når øverste del av pallen er skutt vekk.

Jernbanen er ikke elektrifisert og vil derfor kunne tåle sprut av mindre omfang. Alment hensyn tilsier imidlertid at sprengningen legges opp slik at sprut på linjen ikke inntreffer.

Aktuelle tiltak mot sprutfaren vil være:

- reduksjon av salvestørrelse.
- økning av forladning (uladet del av pipeladningen) ut over det som vanligvis vil bli benyttet.
- bruk av sandfordemming som forladning.
- før ny salve skytes dekkes nederste del av stoffen med sprengstein fra foregående salve. NB: Salven skal være utlastet slik at påfølgende salve har fritt utslag. Samtidig må man forvise seg om at det ikke står igjen fjell i sålen fra foregående salve.
- bruk av tunge skytematter som dekking av pallfronten og pallens overflate må vurderes nærmere. Dekking kan bli nødvendig der pallen har naturlig utslag i retning mot jernbanen. Omfanget av dekkingen vil bli bestemt av de erfaringer man får når sprengningsarbeidet starter opp. Rasjonell anvendelse av tunge skytematter vil ikke medføre noen vesentlig fordyrelse av sprengningsarbeidet, og gir en betydelig sikkerhet mot sprut under vanskelige forhold.

2.2 bakbryting

Med bakbryting menes her bryting (forskyvning av fjellet) ut mot siden i retning av jernbanen.

Bergarten er en relativt massiv granatglimmerskifer med lag av amfibolitt, kalkspat og kvarts. Skifriheten har varierende, moderat fall mot SØ (flattliggende flatbrødstabler). For nærmere beskrivelse av bergarten, oppsprekking m.v. vises det til geologisk rapport (W 165 A).

Traubunn for prosjekttert vei ligger i varierende dybde under eksisterende veibane. Minsteavstanden horisontalt til jernbanetunnel er ca. 10 meter, med traubunn ca. 1 meter over tunnelhengen. Avstanden fra tunnelveggen til fri fjellflate mot vest er ca. 5 - 8 meter på det meste. Det vises forøvrig til kart-



grunnlag samt tverrprofil 11170 til 11250.

På grunn av det korte motholdet kan fjellpartiet mellom prosjekttert vei og jernbanetunnel forskyves. Forskyvningen kan skje etter skifrihetsplanet eller etter eksisterende oppsprekking. Tunnelhengen skal sikres med bolter. Denne sikringen utføres for å hindre nedfall av stein som følge av rystelser ved sprengning, og vil i liten grad kunne motvirke eventuelle forskyvninger i fjellet.

Fra nordre tunnelpåhugg (pel 11230) og til ca. pel 11300 er det fare for ras på jernbanen. Spesielt gjelder dette i partiet nærmest påhugget, der veien hviler på forstøtningsmur med jernbanelinjen rett under. Ny vei skal her gå ca. 3 meter under eksisterende vei, med avstand fra vestre skjæringsvegg til forstøtningsmur på ca. 7 meter. Ved forstøtningsmurens avslutning (ca. pel 11240) er avstanden ca. 5 meter.

Etter planene er det antydnet at fjellpartiet mellom gammel og ny vei kan fjernes. Ut fra risiko for sprut er det en fordel at partiet blir stående. Under sprengning kan det imidlertid lett oppstå forskyvning/oppriving av fjellet, og det er fare for at blokker kan rase ned på eksisterende vei. Spesielt utsatte steder kan sikres med bolter. I forhold til økonomisk innsats er imidlertid effekten av bolting beskjeden.

Aktuelle tiltak mot bakbryting:

- reduksjon av salvestørrelse, spesielt m.h.t. dybde (antall raster bakover i salven).
- lett utslag i salvens brytningsretning (lette tak, foregående salve utlastet, kontroll med sålen).

2.2.1 kontroll med bakbryting

Det må føres kontroll med forskyvning i fjellet på de aktuelle steder slik at sprengningsopplegget kan justeres på et så tidlig tidspunkt at skade ikke oppstår. Måling av forskyvninger kan utføres ved innmåling av fastpunkt eller bruk av ekstensometer.



Ekstensometer vil gi de mest nøyaktige måleresultater og vil være lite arbeidskrevende i bruk. Etter montering krever de minimalt med vedlikehold og kan betjenes av anleggets egne folk.

Plassering av ekstensometer må vurderes nærmere. Det vil trolig være aktuelt med tre instrumenter, ett i eller nær forstøtningsmur og to i tunnel. Det anbefales å bruke borhullseksensometer med mekanisk avlesning. Ekstensometrene plasseres i borhull med 3 " diameter, men også borhull ned til 2 " kan brukes. Boring av hull anbefales gjort i egen regi etter nærmere anvisning.

Pris pr. instrument er ca. kr. 6000.-. Instrumentene kan leveres og monteres av oss i samarbeid med Bergmekanikklaboratoriet, Institutt for Gruvedrift, N.T.H.

2.3 rystelser

I skjæringens nordre del vil rystelser fra pallsprengningen kunne forårsake at mindre stein og blokker raser ut fra den bratte skråningen. Fjellveggen nærmest påhugget er delvis sikret med bolter (tidligere utført av N.S.B.).

Tunnelhengen vil bli sikret med bolter for å hindre nedfall på grunn av rystelser. Arbeidet vil bli utført før sprengningsarbeidet tar til.

I søndre del må man i første rekke ta hensyn til stabiliteten i løsmassene. Jernbanelinjen ligger her på løsmasser med lav stabilitet mot utglidning. Det er i den geotekniske rapporten fremholdt at rystelser fra fjellsprengningsarbeidet kan svekke stabilitetsforholdene.

Tiltak for begrensning av rystelsesnivået vil være:

- reduksjon av ladningsmengde pr. tennernummer. NB: Den spesifikke ladning må ikke reduseres slik at det er fare for pilsalve.
- lett utslag for de enkelte brytningshull.



2.3.1 måling av rystelser

For å ha kontroll med rystelsesnivået, bør de enkelte salver følges opp med vibrasjonsmålinger. Aktuelle målepunkter vil være i tunnel, fjellskråning nord for tunnelpåhugget samt i løsmasseområdet i bukten sør for fjellskjæringen.

Det er ikke fastsatt noe øvre grense for tillatt rystelsesnivå i tunnel eller for fjellskråning. En fastsettelse av skadegrense for disse vil være basert på skjønn. Det anbefales derfor at tillatt rystelsesnivå fastsettes utfra de erfaringer man får når arbeidet igangsettes. Dette innebærer at dersom det med eksisterende sprengningsopplegg vises tegn til oppsprekking eller annen skade, justeres sprengningsopplegget for neste salve. Grunnlaget for denne justering vil være rystelsesmålinger sammenholdt med sprengningsprotokoll.

For løsmasseområdet i sør er det heller ikke fastsatt noen øvre grense for tillatt rystelsesnivå. Kontroll og oppfølging av salvene må her følge et annet opplegg enn for selve fjellskjæringen. Følgende opplegg tilrådes:

Det utføres målinger som viser hvilke rystelser som løsmassene under jernbanefylling utsettes for under dagens forhold, d.v.s. i første rekke hvilke rystelser som oppstår som følge av togtrafikk. Dersom rystelsesnivået fra sprengningsarbeidet ikke overstiger dette, vil man kunne anta at sprengningsarbeidet ikke gir stabilitetsproblemer for jernbanefyllingen.

Rystelsene fra sprengningsarbeidet og togtrafikken er ikke uten videre sammenlignbare. Dersom rystelsesnivået fra sprengningen kommer opp imot dagens nivå, må målingene utvides slik at resultatene kan bearbeides videre. Det anbefales at man da tar kontakt med fagfolk med særlig kompetanse på dette felt (eks. Veglaboratoriet, Analysegruppen i N.G.I. Jfr. også forundersøkelser og målinger utført i forbindelse med Holmestrandtunnelen).

Sprengningsarbeidet vil starte i nord. Løsmasseområdet vil derfor ikke bli berørt før senere i anleggsperioden. Registrering av rystelser bør imidlertid starte på et tidlig tidspunkt for å få erfaringsdata for senere vurderinger.



For målinger anbefales det å bruke elektronisk vibrasjonsmåleinstrument av typen AVA eller "Vakthund". For målinger i løsmasseområdene kan det bli behov for 3-kanals instrumenter. Instrumentene kan betjenes av anleggets egne folk. Måleresultatene kan innsendes til oss for bearbeidelse. Instrumentene kan om ønskelig leies av oss.

Dersom det blir behov for mere detaljerte målinger i løsmassene, må de aktuelle instrumenter betjenes av folk med opplæring.

Elektroniske vibrasjonsmålere er følsomme for fuktighet. Instrumentene kan leveres med innebygd varmetråd til vern mot fuktighet. Dette krever imidlertid at nettspenning er tilgjengelig.

2.3.2 sprengningsprotokoll

Føring av sprengningsprotokoll er meget viktig for å kunne dra nytte av rystelsesmålingene. De viktigste opplysningene i sprengningsprotokollen vil være sprengnings-sted (pølnummer), salvestørrelse, sprengstoffmengde og fordeling av sprengstoff på de enkelte tennernummer. Skjema for rystelsesprotokoll vil senere bli tilsendt.

3. SALVEOPPLEGG

Vurdering av aktuelt borutstyr overlates til anlegget. Pallen er stedvis meget bratt og begrenser størrelse og tyngde på borvogn.

Utgangspunktet for vurdering av sprengningsopplegget er bruk av 2 ½ " borkrone. Dersom anlegget finner aktuell borutrustning for 2 " krone, kan sprengningsopplegget lett justeres for dette.. For sikkerhet mot sprengnings-skader vil bruk av 2 " krone gi fordeler fremfor 2 ½ ".

3.1 sprengstoff-typer:

Som hovedsprengstoff brukes Dynamit i bunnladning og Glynit / Minit som pipeladning. På grunn av overladning og sprutfare kan en ikke regne med å anvende Anolit i noen særlig utstrekning.



Normal sprengstoffdimensjon for bunnladningen vil være 50 mm. Ved sprengningsopplegg uten restriksjoner benyttes vanligvis 50 mm Minit som pipeladning i 2 ½ " borhull. Sprengningsopplegget på dette anlegget vil normalt gi salver med liten innspenning. Det anbefales derfor at dimensjonen i pipeladningen reduseres til 45 mm (Minit).

I konturen brukes 17 mm orange rørladning i kombinasjon med detonerende lunte. Som bunnladning/tennpatron brukes 1 stk. 50 x 600 Dynamit.

På grunn av sprengningens karakter kan det også bli behov for andre dimensjoner av Glynit for reduksjon av pipeladningen under spesielle forhold. Anlegget bør derfor ha i beredskap en del sprengstoff av mindre dimensjon (eks. 22 mm rørladning, 30 - 35 mm Glynit).

På steder der faren for bakbryting er meget stor, kan det også bli aktuelt med reduksjon av bormønsteret. Borhullet kan da ikke utnyttes fullt ut, og også bunnladningsdimensjonen må reduseres.

3.2 tenningsopplegg:

I henhold til forskrifter for bruk av eksplosive varer, bør det på anlegget benyttes elektriske tennere gruppe 2 eller 3, eller ikke-eléktrisk tenning. Av hensyn til dekking av salver anbefales elektrisk tenning. Gruppe-3 tennere leveres ikke med ledningslengde over 6 meter. Det anbefales derfor å bruke gruppe-2 tennere, d.v.s. svenske VA-tennere.

3.3 salvestørrelse, ladningsmengder m.v.

På grunn av skaderisiko må salvestørrelsene reduseres i forhold til det som er vanlig ved bruk av tung borutrustning.

Sprengningskostnadene øker når salvestørrelsen reduseres. For totaløkonomien er det derfor avgjørende at man hele tiden kan tilpasse salvestørrelsen og utforming etter de stedlige forhold. Grunnlaget for vurdering av salvene vil man få fra sprengningsresultatet ved tidligere salver med vurdering av måleresultater,



pallens utforming og vurdering av fjellforholdene. Det opplegg som her skisseres, må derfor bare betraktes som et veiledende utgangspunkt, og må tilpasses de stedlige forhold etter de erfaringer man tilegner seg.

Prinsippiell sprengningsplan er gitt i figur 1 a og 1 b.

I sprengningsplanen er det forutsatt et spesifikt sprengstoffforbruk på 0.5 kg/m^3 . Dette kan brukes som utgangspunkt for de første salvene, som må betraktes som prøvesalver.

Nødvendig sprengstoffforbruk vil ikke bare være avhengig av bergarten. Salvenes geometriske utforming har også en vesentlig betydning. Med økende pallhøyde og et lite antall raster bakover i salven, vil brytingen bli lett. Det vil fortsatt være behov for en "normal" bunnladning, slik at det valgte bormønster må opprettholdes. Pipeladningen må imidlertid reduseres for ikke å få unødvendig fremkast og sprut fra salven. Dette gjøres ved å redusere sprengstoffdimensjonen i pipeladningen.

Som maksimal pallhøyde er angitt 10 meter. På de steder der faren for bakbryting og skade som følge av dette er stor, må pallhøyden reduseres. Driftsopplegget ved deling av pallen må vurderes nærmere av anlegget. En må her ta hensyn til at salvene må lastes ut i takt med sprengningen, jfr. vurdering av risiko for bakbryting samt rystelser.

Det vesentlige grunnlaget for sprengningsarbeidet ligger i boringen. Av særlig viktighet er det at det på pallen blir satt ut tilstrekkelig med høyder/salinger slik at sålen blir jevn. Ujevn såle innebærer at enkelte borhull vil mangle naturlig utslag i bunn og dermed være kraftig innspent.

Borkapasiteten må være tilpasset sprengningskapasiteten. Det er ikke tilrådelig at ny salve er ferdigboret før foregående salve er skutt. Dersom boringen kommer for langt i forhold til sprengningen, mister man i stor grad muligheten for justering av neste salve etter sprengningsresultatet fra foregående salve.



Med normal borkapasitet for aktuelt utstyr vil sprengning måtte foregå daglig. Tidspunktet for sprengning må også avtales med N.S.B. Hyppige sprengninger av små salver vil nedsette sprengningskapasiteten. Et optimalt driftsresultat under disse forhold vil sette store krav til organisering av arbeidet.

Med hilsen

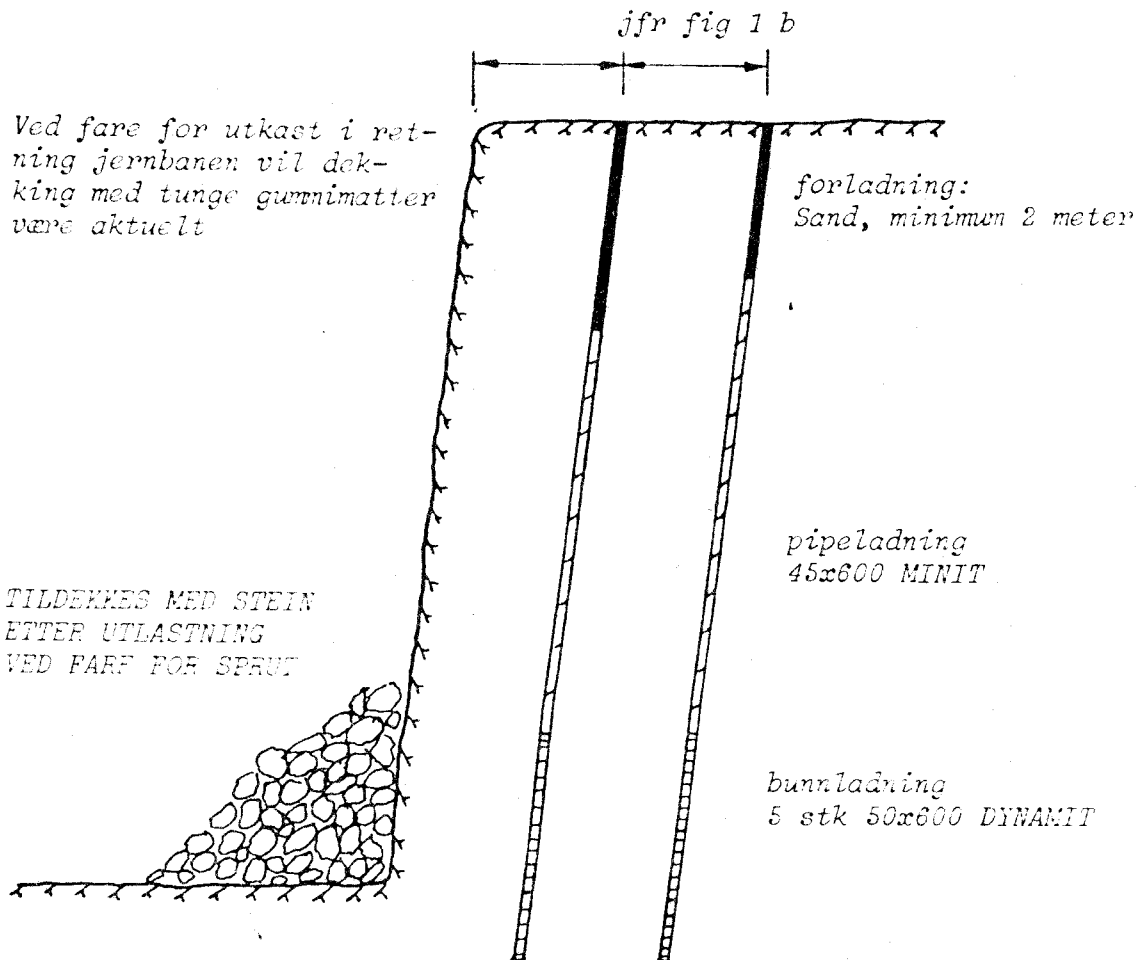
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

Karl Kure

Karl Kure

Kjell Boye
Kjell Boye

Vedlegg: Instrumentleie, prisoversikt.



ANM:

1. Underboring min. 1 meter under traubunn
2. Lengden på forladningen øker i skrående terreng
4. Forsetning og ladningsmengder for 1. rast må vurderes etter forholdene

PRINSIPPSKISSE-LADNING LASSESVINGENE E6

Dato

4-10.83

Tegner

KB

Godkjent

FIGUR 1 a

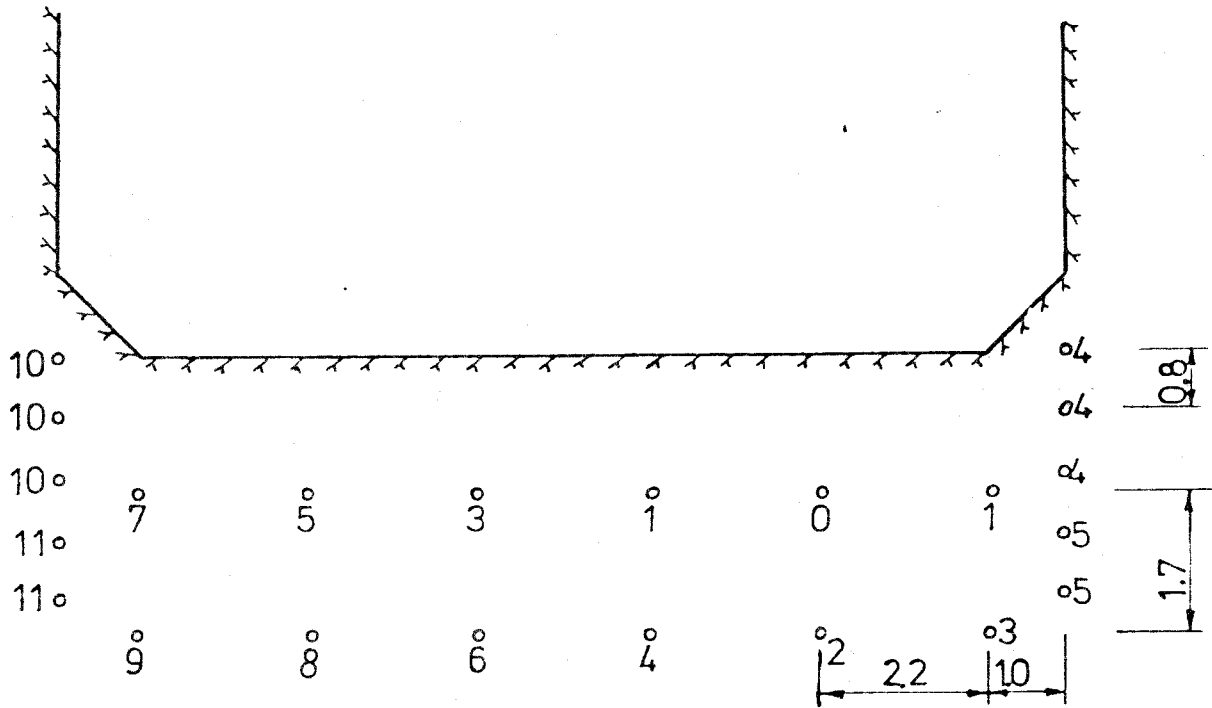
Oppdrag

nr. 83/73.0-1

Tegning


nr.





ANM:

Nummereringen er lagt opp for å gi minimale rystelser samt redusert innspenning for å motvirke bakbryting

PRINSIPPSKISSE BORPLAN-TENNINGSOPPLEGG LASSESVINGENE E6	Dato 4.10.83	Tegner KE
FIGUR 1 b	Godkjent	
	Oppdrag nr. 83173.0-1	
Norges Geotekniske Institutt		Tegning nr.

1.	Tellus - mekanisk og elektrisk	Kr. 650,- pr.mnd.
	" " "	" 45,- " dag inntil 15 dg.
	Tellusskiver	" 30,- " mnd.
	" " "	" 60,- " pakke
2.	Vakthund	" 1600,- " mnd.inkl.seismomete:
	AVA, Bergsäker, type 71	" 1900,- " " " "
4.	Bryans skriver	" 2400,- " mnd.
	" " "	" 350,- " dag inntil 10 dager inkl. film
5.	Portalet	" 350,- " dag/måling inkl. film
6.	Målebil med utrustning	" 700,- " oppstilling inkl.alt
	" kjøring	" 3,- " km
7.	Seismometer (for Bryans og Portalet) inkl.kabler	" 400,- " stk.pr.mnd.
	" " "	" 50,- " " " dag
8.	Instrumentoppstilling etter spesifikasjon.	

Leien beregnes fra den dato instrumentene tas ut fra lager, til de kommer tilbake. Dagene regnes etter kalenderdager. Månedssleie for hele og halve måneder.

Eksp.gebyr, kr. 100,- beregnes for instrumenter som sendes/ utleveres til andre. Frakt og kjøring belastes leietaker.

Bilder som tas på oppdrag for dokumentasjon (husbesiktigelse osv.) skal belastes oppdragsgiver med kr. 7,50 pr. stk. for svart/hvitt og kr. 10,- pr. stk. for farge-bilder.

Blindern 2.8.1983.