



- GEOTEKNIKK
- GEOFYSIKK
- INGENIØRGEOLOGI
- HYDROGEOLOGI
- LANDMÅLING/NAVIGASJON
- RESSURSKARTLEGGING

Oppdragsgiver:

NORGES STATSBANER

Oppdrag:

**SETNINGER RAUHYLLFYLLINGA
GRONG**
**ORIENTERENDE GRUNNUNDERSØKELSER
OG GEOTEKNISKE VURDERINGER**

Oppdragsnr./

33228.1

Rapportnr.:

Sted, dato:

Trondheim, 12.11.1993

GK 10055

Jernbaneverket	
Dokumentnummer:	Rev:
UB.101728-000	000

Dokumentnr.:
UB.101728-000
Rev.:

Fagområde:

Geoteknikk

Emneord: Grus/sand/leire	Jernbanefylling	Stabilitet/setning	Tiltak
Feltarbeid utført: Uke 41/93	Ant. tekstsider: 7	Ant. vedlegg: 2	Ant. tegninger: 5

Sammendrag:

De utførte grunnundersøkelsene viser at grunnen under Rauhyllfyllinga består av et øvre lag med blandingsjordarter, sannsynligvis rasmasser over bløt og til dels kvikk leire og i dybden fast morenegrunn og fjell. Boringer oppe på fyllingstoppen indikerer at det er etterfylt opptil 4 - 5 m med grus av vekslende kvalitet og pukk.

Overslagsberegninger tyder på at det ikke er overhengende fare for en større, dyptgående utglidning som går ned i original grunn, mens tidligere observert "utbuling" på nedre del av fyllingsskråningen kan tyde på at egenstabiliteten ikke er betryggende.

Tiltak for å stoppe setningsutviklingen er først og fremst å redusere vanntilstrømningen ved omlegging av bekkeløpet og tetting av drems- og overvannsgrøft på oversida, samt drenere området på nedsida av fyllinga. Behov for motfylling på nedsida kan bare avgjøres ved mer nøyaktige stabilitetsberegninger på grunnlag av supplerende boringer.

Tiltakene for å redusere vanntilstrømningen tilrås igangsatt umiddelbart.

Land/fylke: **Nord-Trøndelag**

Kommune: **Grong**

Sted: **Formofoss**

Kartreferanse:

Oppdragsansvarlig:
Øystein Røe

Saksbehandler:
Øystein Røe



NORGES STATSBANER

SETNINGER RAUHYLLFYLLINGA

ORIENTERENDE GRUNNUNDERSØKELSER GEOTEKNISK VURDERING

Rapport 33228.1

Trondheim, 12.11.1993

INNHold	SIDE
SAMMENDRAG	1
ORIENTERING	3
TERRENG OG GRUNNFORHOLD	3
Terreng	3
Original grunn	4
Fyllinga	4
STABILITET	5
MULIGE ÅRSAKSFORHOLD	6
UTBEDRINGSTILTAK	7

VEDLEGG

Vedlegg 1: Utførte undersøkelser

Vedlegg 2: Notat med setningshistorikk

TEGNINGER

Tegning 33228-1:	Situasjonsplan m/borpunkter
Tegning 33228-2:	Profiler m/borerresultater
Tegning 33228-3:	Borprofil m/laboratoriedata
Tegning 33228-4:	Resultat treaksialforsøk
Tegning 33228-5:	Tverrprofil fylling m/stabilitetsberegninger



ORIENTERING

Etter oppdrag fra Norges Statsbaner, OSL Grong v/ områdesjef Austvik har Geoteam utført orienterende grunnundersøkelser og geoteknisk vurdering for Rauhyllfyllinga på Nordlandsbanen ved Formofoss. Bakgrunnen for denne undersøkelsen er at Rauhyllfyllinga gjennom alle år har vært et problem for NSB, med store setninger, stadige opprettinger og saktekjøring av togene. Det vises til notat med historikk i vedlegg 2.

Rapporten tar sikte på å presentere en oversikt over grunnforholdene, vurdere stabilitetsforholdene og årsakene til setningene samt vurdere tiltak for å stanse setningsutviklingen. Undersøkelsen ble innledet med befaring av vår geotekniker Øystein Røe, og på grunnlag av denne ble undersøkelsen lagt opp.

Omfanget av undersøkelsen er beskrevet i vedlegg 1. Plasseringen av borpunktene er vist på situasjonsplanen på tegning 33228-1, boreresultatene i profiler på tegning -2 og laboratorieresultater på tegning -3 og -4. Stabilitetsberegninger er presentert på tegning -5.

TERRENG OG GRUNNFORHOLD

Terreng

Rauhyllfyllinga krysser et flatt, myrlendt område sør for elva Luru, ca 1 km nedstrøms Lurufossen. Området er skogkledt og gjennomløpes av en bekk som er ført gjennom jernbanefyllinga i steinkulvert, nord for det problematiske området. Mot sør er området begrenset av ei bratt dalside med fjell antatt i dagen eller liten dybde. Ned denne dalsida kommer en bekk som tidligere krysset banetracéen, men som etter bygging av fyllinga ble ledet langs fyllinga vestover til hovedbekken og til det nevnte gjennomløpet gjennom steinkulverten. Det nye bekkeløpet måtte føres i åpen skjæring gjennom en terrengrygg som ligger på skrå i forhold til jernbanetracéen. Det vises til situasjonsplanen på tegning 33228-1.



Original grunn

Sonderingene viser at grunnen på nedsida av fyllinga består av et øvre, 5 - 7 m tykt lag med vekslende, men stort sett bra fasthet over et bløtere lag med mektighet 6-10 m, og med overgang til fast grunn i dybde 15 - 18 m. Boring 1 lengst øst har minst sonderingsmotstand.

Prøvetakingen i borhull 2 viser at det øvre laget under ca 1 m torv består av en blandingsmasse med innhold både av leire, sand og grus, til dels også med noe humusinnhold. Dette laget er meget uensartet med uregelmessig lagdeling og antas å være tidligere rasmasse.

Det bløte, underliggende laget består av bløt, siltig leire som på de øverste 1 - 1.5 m er kvikk. Det er ikke tatt opp prøver av den faste grunnen under leirlaget, men denne antas å bestå av morene over fjell. Da det ikke er utført boringer på oversida av fyllinga, kjenner vi ikke lagdelingen inn under fyllinga.

Målt poretrykk i dybde 4,7 m i borpunkt 2 svarer til grunnvannstand ca 0,5 m under terreng. Grunnvannstanden kan regnes å stå omtrent i terrengnivå ved boring 1 og 2, og ved sterk nedbør ble det påvist fritt vann ved disse borhullene. Det ble observert uvanlig mye vann i grunnen ved begge disse borpunktene.

Fyllinga

Med fjellskjæring på østsida er det grunn til å anta at det i hvert fall delvis er benyttet sprengstein til oppfylling. På lengdeprofilen i vedlegg 2 er det vist et topplag på 1 m som fra fjellskjæringa i øst og ca 100 m vestover består av stein, mens det videre vestover er beskrevet som grus. Det er ingen beskrivelse av fyllmassen under dette topplaget. Ved etterfylling etter hvert som setningene har inntruffet ble det tidligere benyttet grus og i de senere år pukk.

Ved boring i 3 punkter ved skinnegangen på toppen av fyllinga ble det boret til 5 - 6 m før boret stoppet mot stein. Dette indikerer at det gjennom alle årene er etterfylt masse til denne dybde, og at de totale setninger kan være av størrelse 4 - 5 m. Massene som ble gjennom-boret var under pukklaget på toppen til dels løst lagret og virket finkornige, slik at det er grunn til å anta at det til dels er brukt dårlige grusmasser til etterfylling.



STABILITET

Vi har utført stabilitetsberegninger for et tverrsnitt av fyllinga ved km 210.050 (stabilitetsprofil I), det vil si omtrent midt på området med problematiske setninger. Dette tverrsnittet er profilert av områdesjef Austvik ved NSB Grong, og styrkeparametrene for original grunn er basert på prøveserien i borhull 2. For fyllinga er styrkeegenskapene antatt. Anvendte bruddflater, beregningsforutsetninger og beregningsresultater er vist på tegning 33228-5.

Beregnet sikkerhetsfaktor, som angir forholdet mellom grunnens skjærstyrke og de skjærpåkjenningene den er utsatt for, regnet i gjennomsnitt langs antatte bruddflater, ligger i intervallet $F = 2,1 - 2,8$. Selv om det er knyttet store usikkerheter til beregningene, indikerer disse likevel at sikkerheten mot en større, monolittisk utglidning skulle være tilfredsstillende.

Da sonderboringen i borpunkt 1 (km 210.030) tyder på at grunnen her er noe svakere, har vi gjentatt beregningene for det samme tverrsnittet men med antatt svakere grunnforhold (stabilitetsprofil II). Beregnet sikkerhetsfaktor er her $F = 1,6$ som også regnes som tilfredsstillende. Imidlertid er det ikke tatt opp prøver ved dette punktet, og beregnings-forutsetningene er derfor meget usikre, slik at en kan ikke se bort fra at sikkerheten mot utglidning lokalt ved dette punktet er lavere enn beregningene viser.

Som en oppsummering kan det sies at det ikke synes å være noen overhengende fare for at det skal inntreffe et grunnbrudd under fyllinga etter alle disse årene, da det kritiske tidspunkt for slike grunnbrudd vanligvis er under og like etter bygging.

Når det gjelder egenstabiliteten, det vil si faren for utglidning i selve fyllingsmaterialet, tyder tidligere observasjoner av utbuling av nedre del av fyllingsskråningen på at denne ikke er helt betryggende. Dette kan henge sammen med at det er brukt svake masser som fyllingsmateriale eller at fyllingsmaterialene er blitt svekket ved infiltrasjon av oppbløtte masser nedenfra, se senere avsnitt om setningsårsaker.

Etter påfylling av grus som motfylling, har tendensen til utbuling blitt stoppet. En utvidelse av motfyllinga kan være et aktuelt tiltak for bedring av egenstabiliteten hvis videre undersøkelser viser at dette er nødvendig.



MULIGE ÅRSAKSFORHOLD

En normal setningsutvikling for ei slik fylling ville være at setninger av størrelse noen få desimeter ville utvikle seg over et tidsrom av et par år for siden å stanse opp. Setninger på flere meter og over så lang tid må ha helt spesielle årsaker.

På grunn av tidsforløpet og særlig variasjonen med årstidene er det grunn til å anta at setningene har sammenheng med den store vanntilstrømningen som er mot denne fyllinga. Dette er delvis overvann som først og fremst kommer med bekken som ble avskjært av fyllinga, delvis grunnvann som vi tror kan bli tilført i store mengder gjennom den tidligere nevnte grusryggen som krysser jernbanetracéen.

En mulig forklaring er at det er brukt grov sprengstein i nedre del av den opprinnelige fyllinga og at oppbløtte masser under fyllinga er blitt presset opp i steinmaterialene samtidig som steinene har arbeidet seg nedover i den oppbløtte undergrunnen. Dette kan neppe være den eneste årsak til setningene, da det er vanskelig å forklare hvor det er blitt av hele massevolumet som en setning på 4 - 5 m tilsvarer.

Det kan også tenkes at en infiltrasjon i fyllmassen av meget oppbløtte masser fra undergrunnen har svekket fyllmassen så mye at det over tid har skjedd en utpressing av nedre del av fyllinga, jfr. den tidligere observerte "utbuling" i nedre del av fyllingsskråningen. En slik plastisk deformasjon av fyllinga kan forklare en del av massetapet ved setningene.

En tredje mulighet er at den sterke gjennomstrømningen av vann under fyllinga kan føre til utvasking av finstoff fra undergrunnen. Da det imidlertid ikke kan observeres avleiring av finstoff på nedsida av fyllinga, er det vanskelig å tro på en slik forklaring med mindre det finnes underjordiske vannløp som fører massene lenger bort, for eksempel til utløp i Luru.

Det er vanskelig å finne en fullgod forklaring på hva som har skjedd og skjer under Rauhyllfyllinga. Det er mulig at det er en kombinasjon av de nevnte årsaker som har gitt de store setningene. Vi er imidlertid overbevist om at det er sammenheng mellom de store og langvarige setningene og den sterke konsentrasjonen av overvann og grunnvann under fyllinga.



UTBEDRINGSTILTAK

Det viktigste tiltak blir å redusere vanntilstrømningen mot fyllinga. Dette kan oppnås ved omlegging av bekkeløpet slik at bekken blir ført nordvestover til "hovedbekken" og til gjennomføring under fyllinga gjennom steinkulverten ved km 210.130. Ved kryssing av terrengryggen vil det være fordelaktig å legge det nye bekkeløpet så dypt at det fanger opp grunnvannstrømmen gjennom denne. Bekkeomleggingen er skissemessig antydnet på situasjonsplanen på tegning 1.

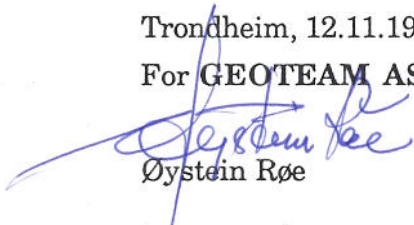
I tillegg må overvanns- og drenggrøfta på oversida av fyllinga tettes mot fyllingssida og eventuelt fordypes slik at den fanger opp mer grunnvann enn idag.

På nedsida av fyllinga vil vi tilrå at den eksisterende drenering utvides slik at det oppnås en grunnvannssenkning. En slik grunnvannssenkning vil i første omgang føre til setninger, men disse vil bli relativt små og kortvarige.

Det kan også være nødvendig å utvide motfyllinga nedstrøms, men dette kan først avgjøres etter supplerende grunnundersøkelser og mer eksakt stabilitetsberegninger. Vi vil derfor tilrå at slike tilleggsundersøkelser blir utført.

Trondheim, 12.11.1993

For **GEOTEAM AS**


Øystein Røe



VEDLEGG 1 : UTFØRTE UNDERSØKELSER

STED : Formofoss

A. Feltundersøkelser

Utført av : GEOTEAM AS
Tidsrom : Uke 41, 1993
Boreleder : Dag Inge Nordtvedt
Utstyr : GEOTECH 604

Omfang :

- Dreietrykksonderinger : 7
- Prøveserier : 1
- Prøvegravinger : 14
- Antall prøver : 1
- Vingeboringer : 1
- Poretrykkmåling : 1

Innmåling : Utført av områdesjef Rolf Austvik, NSB, Grong

B. Laboratorieundersøkelser

Utført av: GEOTEAM AS
Laboratorieleder: Frank O. Frantzen

Omfang:

- Rutineundersøkelser: 14
- Kornfordelingsanalyse: 2 (1 mislykket)
- Treksialforsøk: 2 (1 mislykket)
- Ødometerforsøk: 2 (1 mislykket)

C. Presentasjon

Feltundersøkelser :

- Borpunkt plassering: Tegn. nr. 33228 - 1
- Borerresultater : Tegn. nr. 33228 - 2

Laboratorieresultater :

- Rutineundersøkelser: Tegn. nr. 33228 - 3
- Kornfordelingsanalyse: Tegn. nr. 33228 - 4
- Treksialforsøk: Tegn. nr. 33228 - 4
- Ødometerforsøk: Tegn. nr. 33228 - 4

NOTAT

RAUHYLLFYLLINGA. HISTORIKK VEDRØRENDE SETNINGER.

Notatet er utarbeidet på bakgrunn av anmodning fra Geteam AS v/Øystein Røe.

Vi har pr. i dag ikke funnet noen spesiell dokumentasjon på hva som har foregått ved Rauhyllfyllinga annet enn det vi ved intervju har greid å skaffe frem.

Baneformann Ola Rustbakken, som selv har vært visitør og arbeidet på strekningen siden 1970, har intervjuet pensjonerte baneformenn som har arbeidet på strekningen sammen med og før ham, Aksel Fossland og Paul Halvorsen.

Deres historeie er følgende:

Banen Sunnan - Grong ble ferdig i mellomkrigsårene, i slutten av 20-årene.

Perioden frem til krigen har vi ingen historie fra foreløpig. Under krigen ble det i den telefrie perioden vår - høst justert og løftet sporet ca. 5 cm hver uke.

Det var i denne perioden setninger på begge sider av løsmasseryggen - km 209,970 og 210,030-,100.

Over ryggen har sporet hele tiden vært rolig.

Setningen på ved km 209,970 roet seg etter hvert og har i de senere tiårene ikke vært noe problem.

Utbuling av fyllinga på elvesida er registrert av alle formennene. Masse er påført som motbelastning.

Sporjustering og løfting har alltid pågått på dette stedet.

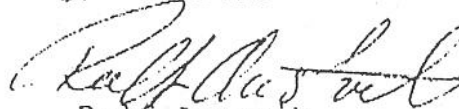
Fremkommeligheten for tog har vært belastet med saktekjøring over fyllinga. Før sporutskiftingen på 70-tallet var det mye solslyng på fyllinga.

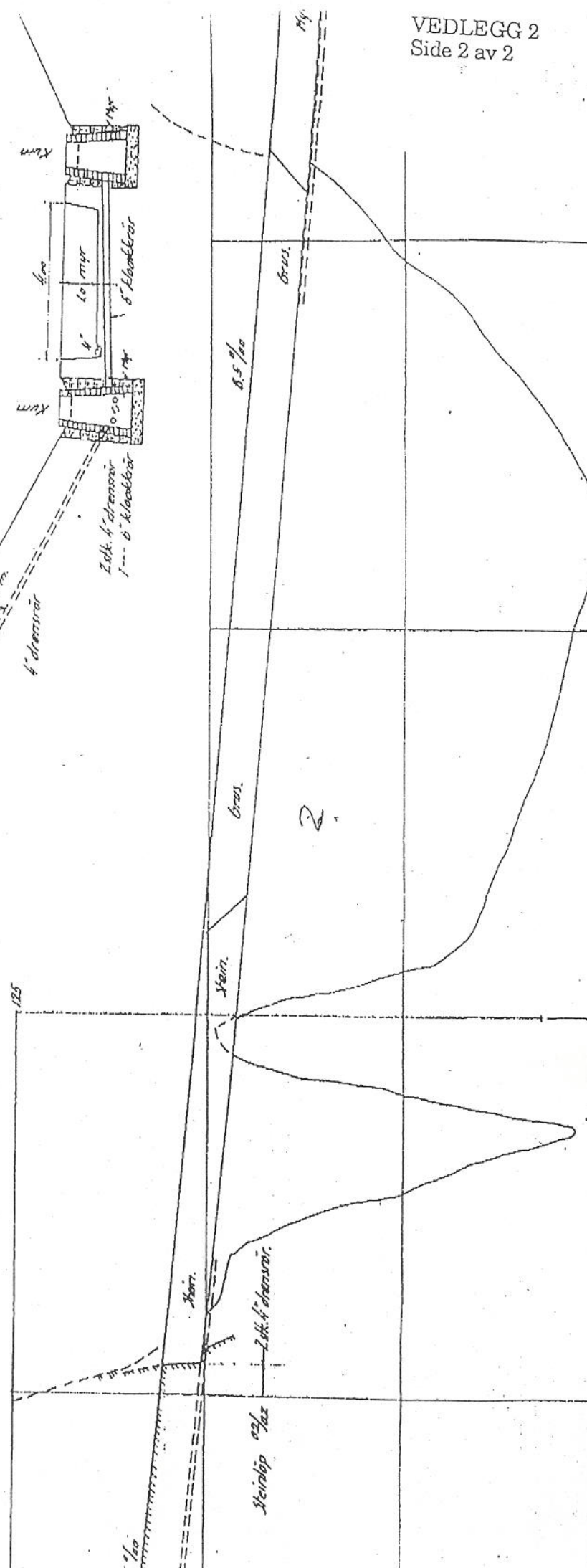
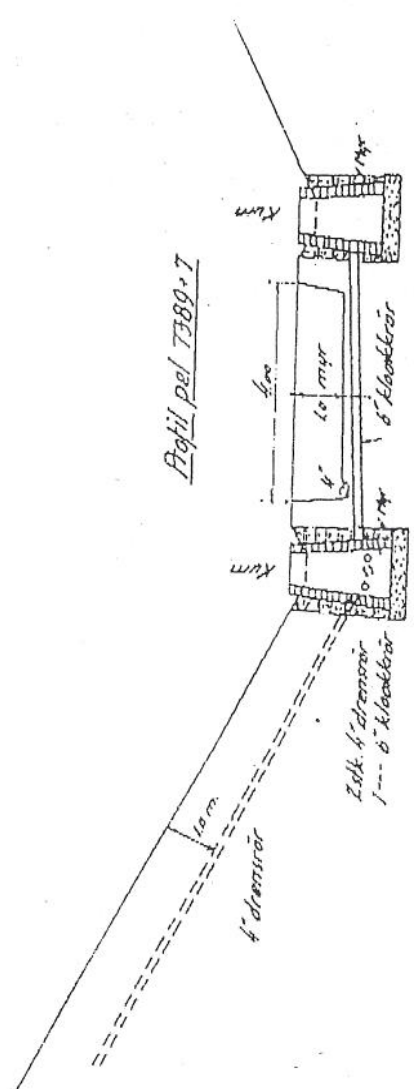
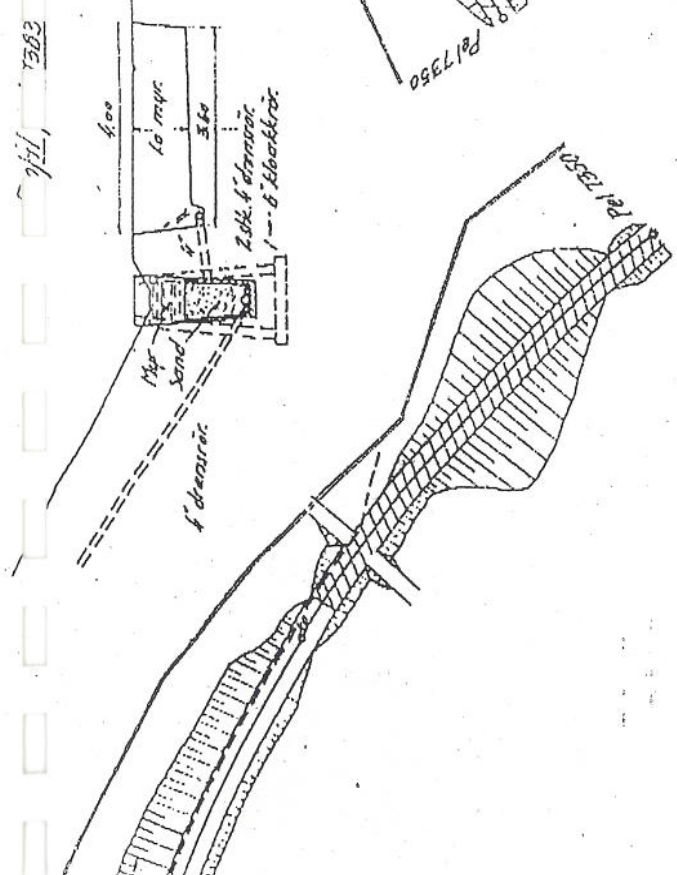
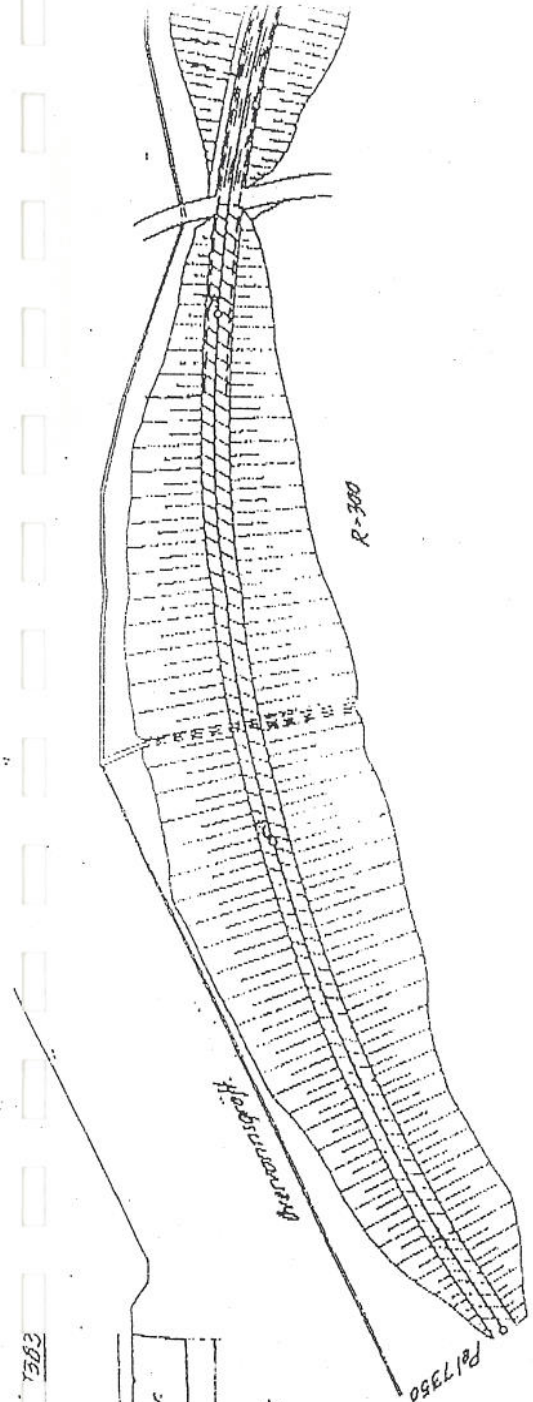
Ingen av formennene har kunnskap om at det er utført undersøkelser i eller ved fyllinga tidligere.

Vedlegg:

Tegningsutsnitt fra drenskart.

Grong, 08.11.93


Rolf Austvik
OSL Grong



Dybde m	Jordart Terrengkote	Symbol	Prøve	Vanninnhold				Org. %	Rom- vekt- kN/m ³	Skjærfasthet kN/m ²					Sensitivitet
				20	30	40	50%			10	20	30	40	50	
	TORV, leirbl.		1					126							
	TØRRSK. LEIRE sandig m/humus		2												
			3												
			4												
			5												
	LEIRE, SAND OG GRUS blandet m/humus (ant. rasmasse)		6												
			7												
5			8												
			9												
	LEIRE, grusbl. enk. gr. korn siltig		10												
			11												
10	KVIKKLEIRE, siltig		12							19.5					
			13							19.9					
	LEIRE, siltig m/siltlag		14							20.3					
15															
20															

oW = naturlig vanninnhold

W_P W_L W_P = utrullingsgrense
W_L = flytegrense

15-5-10-5

enkelt trykkforsøk
deformasjon ved brudd %

konus, uforstyrret

konus, omrørt

vingebor

Ø = ødometer

P = permeabilitetsforsøk

K = kornfordeling

T = triaksialforsøk

GEOTEAM

Oppdragsgiver: NSB OSL GRONG

Prosjekt: RAUHULLFYLLINGA

BORPROFIL

Boring nr: 2

Dato boret: Tegn.: MLG

Kontr.: ØR

Prosjekt nr.: 33228

Tegn.nr.: 3



Oppdragsgiver: NSB OSL GRONG

Prosjekt:

RAUHULLFYLLINGA

RESULTAT TREAKSIALFORSØK HULL 2

Målestokk:

Dato: 09.11.93

Tegn.: MLG

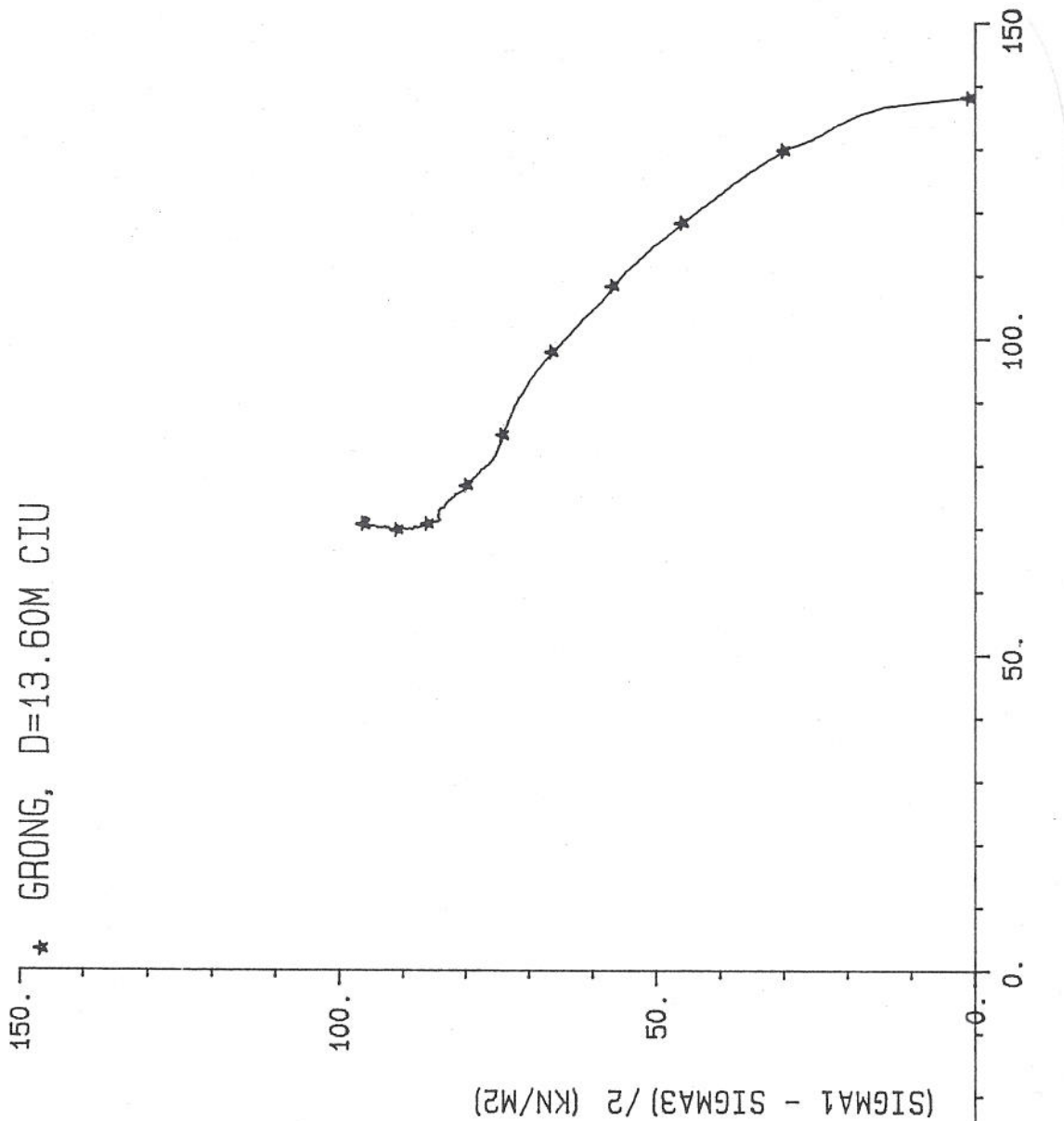
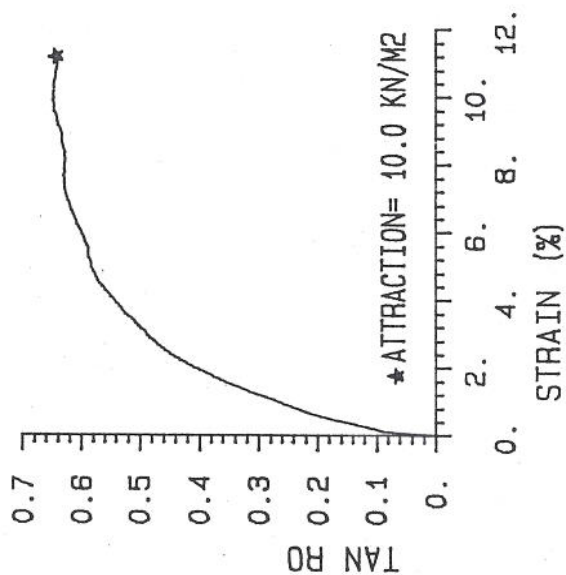
Kontr.: ØR

Prosjekt nr.:

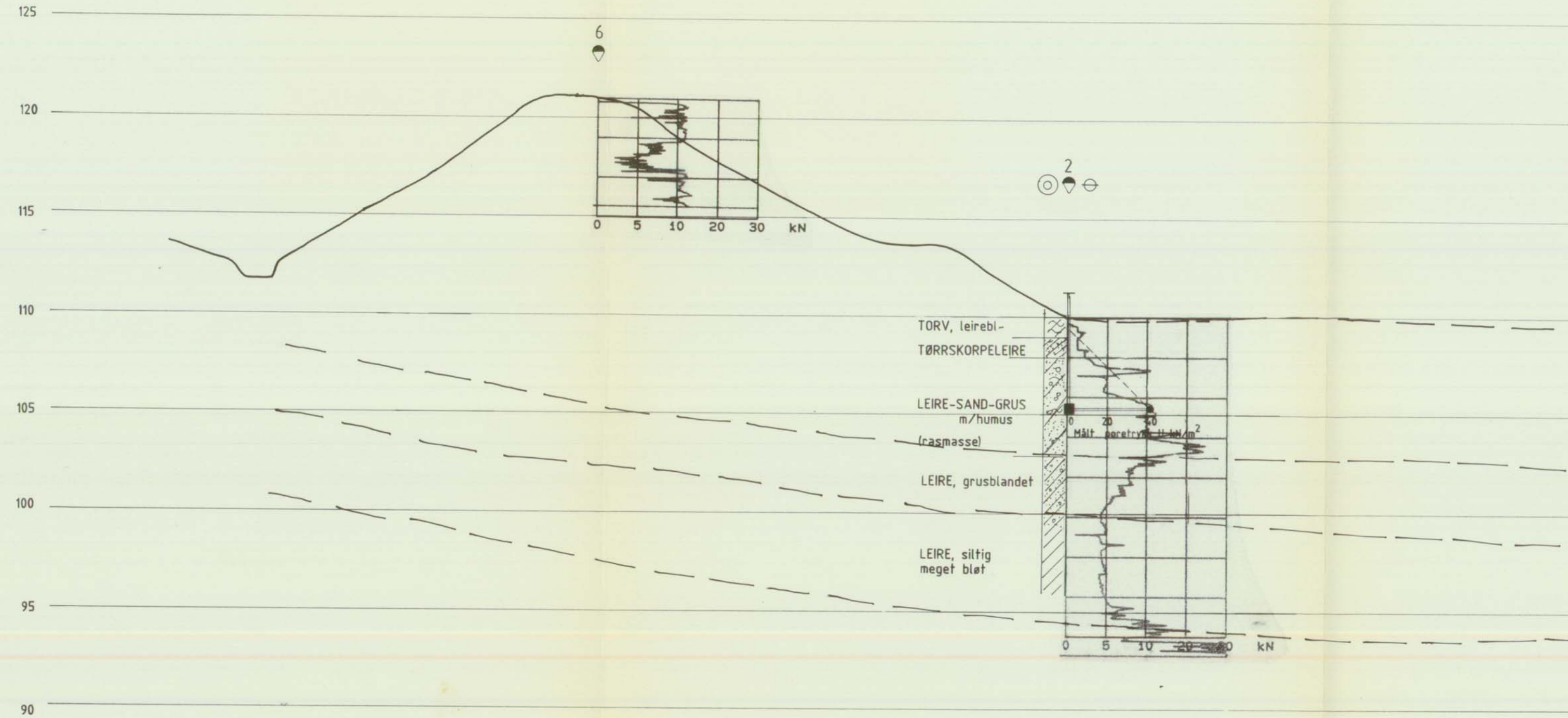
33228

Tegn.nr.:

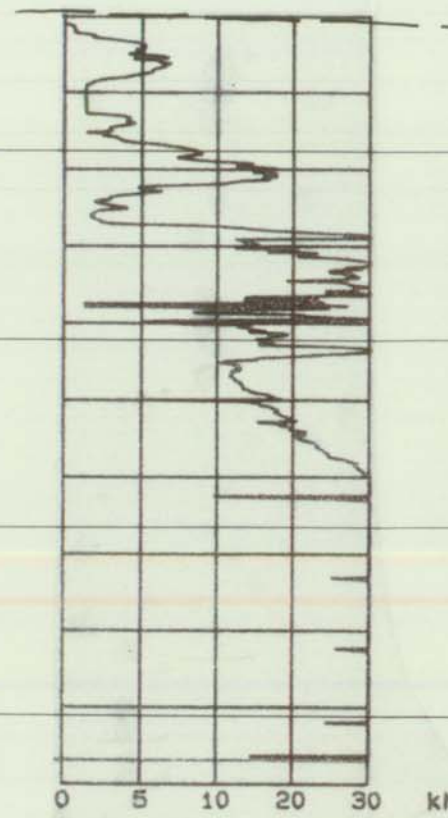
4



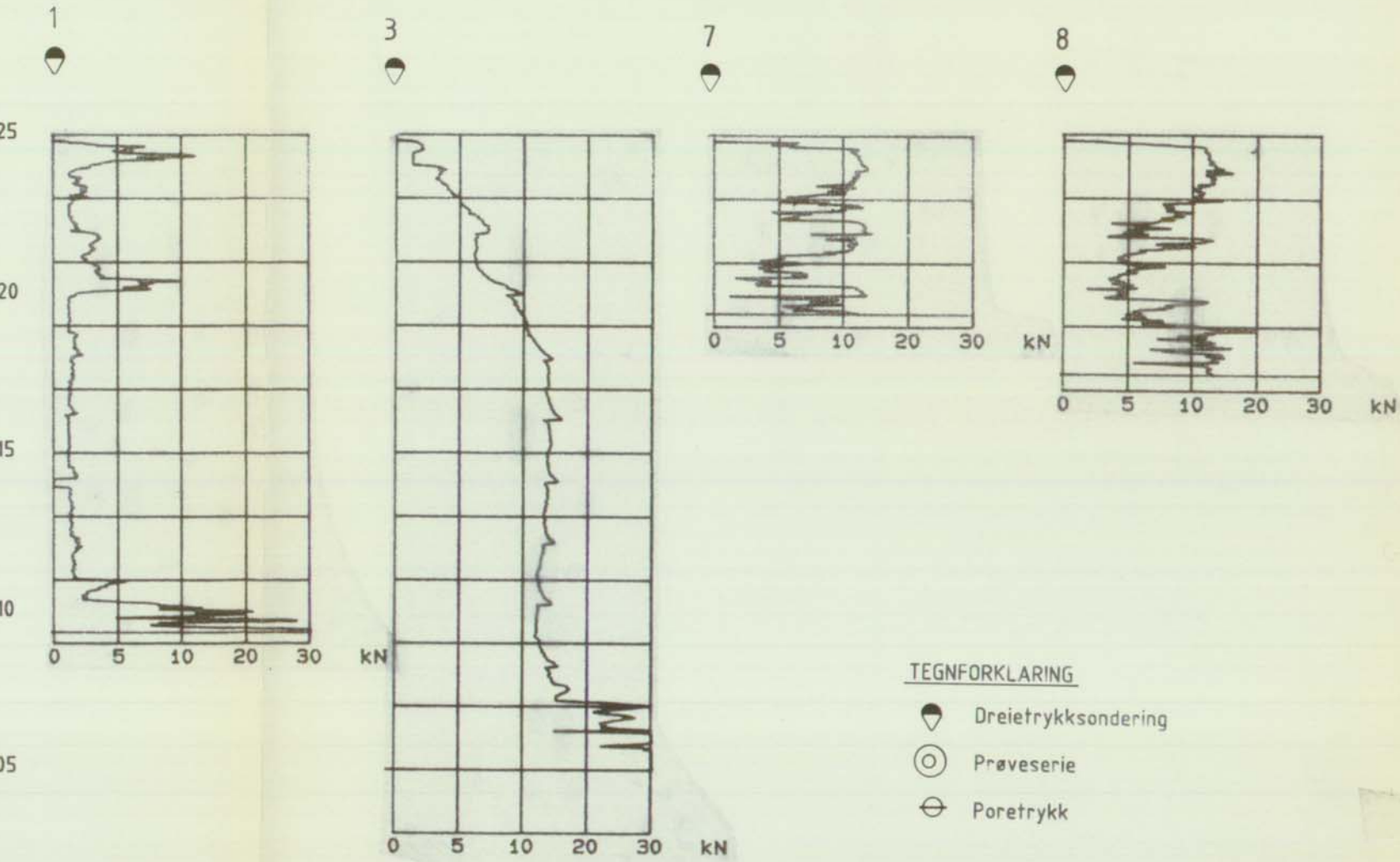
PROFIL I km 210.050



4 (trukket 24m)



BORINGER UTENFOR PROFILET (Se sit. plan tegning -1)

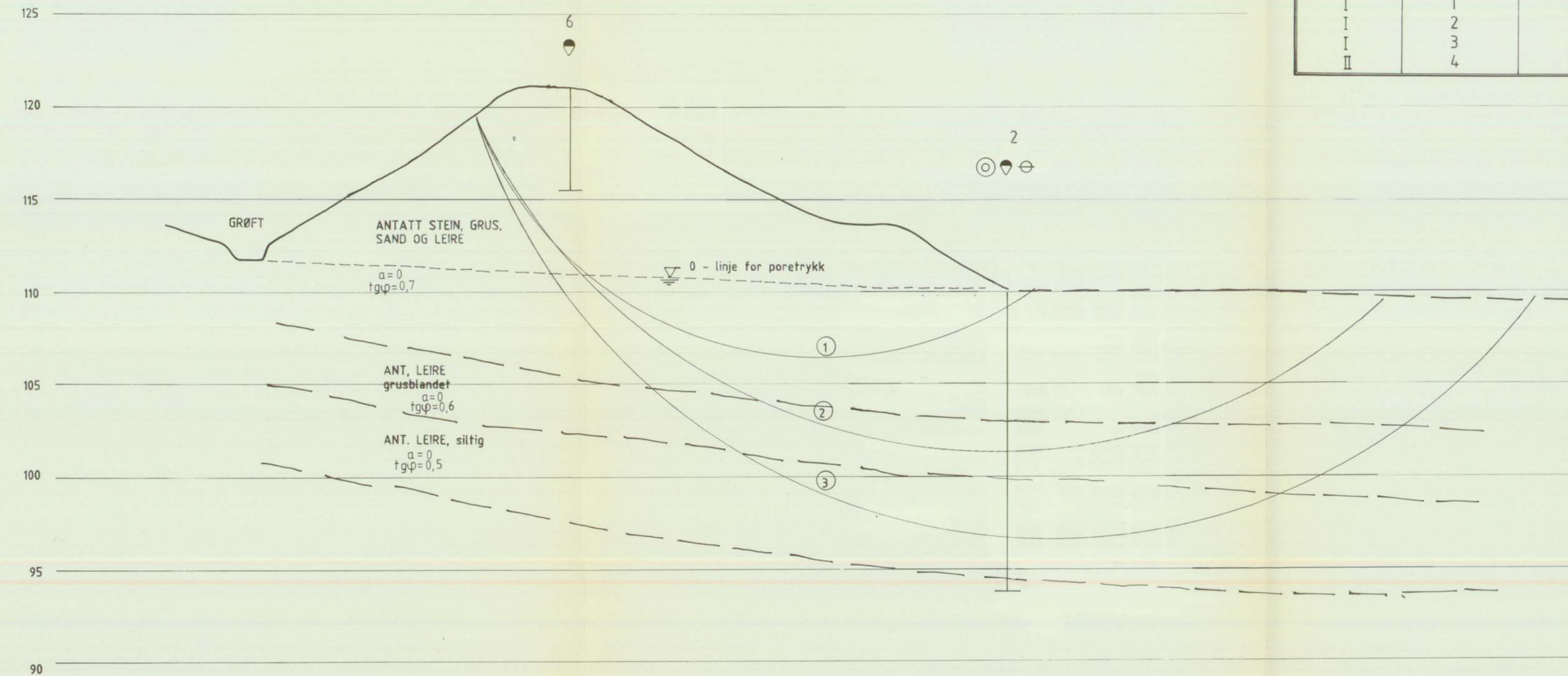


TEGNFORKLARING

- Dreietrykkssondering
- Prøveserie
- ⊕ Poretrykk

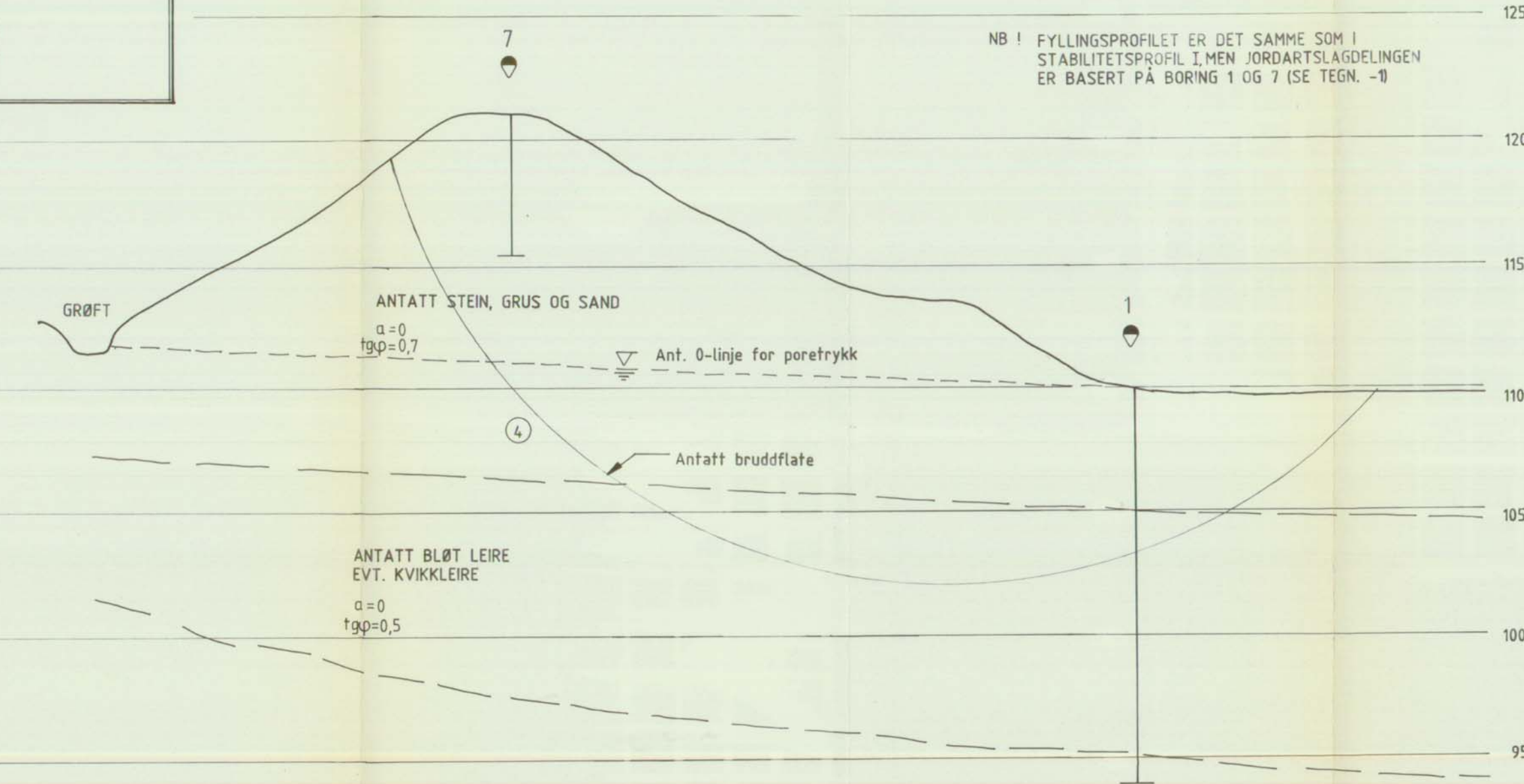
b			
a			
Rev.	Dato:	Sign.:	Revisjonen gjelder:
Oppdragsgiver:	NSB OSL GRONG		
Prosjekt:	RAUHYLLFYLLINGA		
Sted:	FORMOFØSS		
PROFIL I m/boreresultater		Målestokk	Målt
		Beregn.	Nov.-93 ØR
		Tegn.	09.11.93 MLG
		Kontr.	11.11.93 ØR
		Prosjekt nr.:	Tegn. nr.:
		33228	2

STABILITETSPROFIL I



STABILITETSBEREGNINGER		
Stab. profil	Bruddflate	Beregnet sikkerhetsfaktor
I	1	$F = 2,1$
I	2	$F = 2,3$
I	3	$F = 2,8$
II	4	$F = 1,6$

STABILITETSPROFIL II



TEGNFORKLARING

- Dreietrykkssonering
- Prøveserie
- Poretrykk
- Bruddflate

b			
a			
Rev	Dato	Sign	Revisjonen gjelder
Oppdragsgiver	NSB OSL GRONG		
Prosjekt	RAUHYLLFYLLINGA		
Sted	FORMOFOSS		
TVERRPROFIL FYLLING m/stabilitetsberegninger		Målestokk	Målt
		1 : 200	Beregn
			Tegn
			Kontr
		Dato	Sign
		Nov.-93	ØR
		09.11.93	MLG
		11.11.93	ØR
		Prosjekt nr.	Tegn. nr.
		33228	5

For try 4 $\div 60$ Gr. sta.

