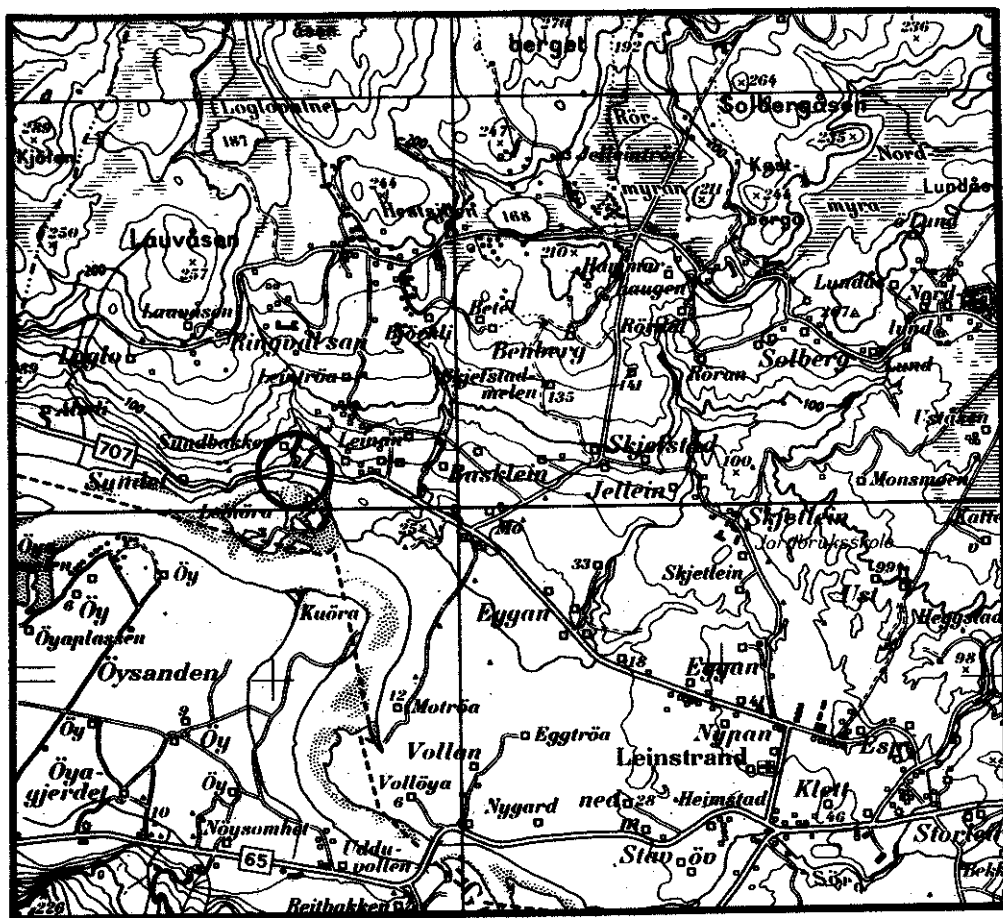


R.470-7 LEIRFALLET RENSEANLEGG

GRUNNUNDERSØKELSER
GEOTEKNISK VURDERING



23.01.90

GEOTEKNISK SEKSJON
PLANKONTORET TRONDHEIM KOMMUNE



TRONDHEIM KOMMUNE
TEKNISK AVDELING
GEOTEKNISK SEKSJON
HOLTERMANN SV. 1, 7004 TRONDHEIM

Oppdragsgiver: Kommunalteknisk seksjon		Oppdrag v/:		
Oppdrag: R 470-7 LEIRFALLET RENSEANLEGG. UTVIDELSE				
Sted, dato: Trondheim, 23.01.90				
UTM- referanse: NR 626247		Sted: Leirfallet		
Emneord:	Grunn-undersøkelse	Stabilitet	Bæreevne	Setninger
Feltarbeid utført: Juni 1989	Antall tekstsider: 6		Antall bilag: 10	
Sammendrag: Grunnforholdene består av et ca. 1-2 meter tykt tørrskorpelag over ca. 1,5 meter middels fast til fast leire. Videre i dybden er det bløt kvikkleire. Fjell er registrert ca. på kote -15. Grunnvannet ligger 1-1,5 meter under terreng, og det er poreovertrykk i dybden. Bygging av tilbygget som planlagt krever at stabiliteten av graveskråningene sikres. Dette kan gjøres ved bruk av kalkpeler satt som veggskiver langs glideretningen. Graving med frie graveskråninger medfører at tilbygget må trekkes mot sør, og skråningene må terrasseres. Vi vil generelt anbefale at tilbygget flyttes på sørsiden av eksisterende bygning.				
Seksjonsleder: Kåre Sand		Saksbehandler: Rolf H. Røsand		

R 470-7 LEIRFALLET RENSEANLEGG. UTVIDELSE

1. INNLEDNING

Prosjekt Leirfallet renseanlegg skal utvides med en ny renselinje. Tilbygget skal ha en størrelse på 7x14 meter, og er tenkt plassert øst for eksisterende bygning.

Oppdrag Geoteknisk seksjon er av Kommunalteknisk seksjon bedt om å utføre grunnundersøkelse og geoteknisk vurdering for prosjektet.

Rapport Rapporten inneholder resultater fra de utførte grunnundersøkelsene samt en geoteknisk vurdering.

I rapporten er det også tatt med resultat fra tidligere undersøkelser for renseanlegget, jfr. vår rapport R.470 dat. 09.03.78.

2. UTFØRTE UNDERSØKELSER

Markarbeid Markarbeidet ble utført av vårt borelag i tiden 6. - 7. juni 1989.

Det er utført:

- Dreiesondering i 1 punkt.
- Prøvetaking i 1 punkt, tilsammen 8 prøver.
- 2 poretrykksmålere i dybde 4 og 7 meter.

Plassering av borpunktet er vist på situasjonskartet i bilag 1. Resultatet fra sonderingen samt resultat fra tidligere sonderinger er fremstilt på terrengprofilene i bilag 2 og 3.

Terrengprofilene er profilert med enkelt profileringsutstyr.

Laboratoriet Prøvene er rutineundersøkt i vårt laboratorium med måling av vanninnhold, romvekt og udrenert skjærstyrke.

Setningsegenskapene er undersøkt ved ødometerforsøk på 2 prøver.

Styrkeparametre på effektivspenningsbasis er undersøkt ved treaksialforsøk på 4 prøver.

Resultatet fra undersøkelsene er vist på borprofilen i bilag 4, odometerforsøkene i bilag 5 og treaksialforsøkene i bilag 6 og 7.

2. GRUNNFØRHOLD

Terreng Terrenget stiger slakt fra Gaula mot nord. Nord for Bynesvegen er terrengt noe brattere. Øst for eksisterende renseanlegg er det en utstikkende terrengrygg, og terrengt ved nordøstre hjørne på det planlagte tilbygget ligger ca. 2 meter høyere enn ved eksisterende bygning.

I forbindelse med bygging av eksisterende renseanlegg ble området oppfylt, spesielt sør og vest for eksisterende bygning. Tykkelsen på fyllmassen er i gjennomsnitt ca. 1 meter.

Løsmasser De originale løsmassene i området består generelt av marin leire.

Prøvetakingen viste at det øverst er et ca. 2 meter tykt tørrskorpelag over fast leire. Det faste leirlaget har en tykkelse på 1,5 meter, og 3,5 meter under terreng (ca. ved kote 2,5) er det overgang til bløt til middels fast kvikkleire. Prøvetakingen er avsluttet i kvikkleire 8 meter under terreng.

Dreiesondering ført dypere tyder på at det er kvikkleire ned til 18 meter under terreng, dvs. ca. kote -12.

Poretrykk Poretrykket er målt i dybde 4 og 7 meter under terreng. Målingene viser at det er poreovertrykk i dybden, og grunnvannspeilet ligger ca. 1,5 meter under terreng.

Fjell Det er i denne undersøkelsen ikke registrert fjell. Ved tidligere undersøkelse på tomte er det imidlertid registrert antatt fjell i flere boringer. Fjelloverflaten ligger i følge denne undersøkelsen på ca. kote -15.

For mer detaljerte opplysninger om grunnforholdene vises det til bilagene bak i rapporten.

4. VURDERING

Generelt

Leirfallet renseanlegg ligger, som navnet tilsier, i et område med store kvikkleire-avsetninger. Gården Leirfallet fikk sitt navn etter et kvikkleireskred som gikk der for flere hundre år siden. Etter den tid har det gått enda to kvikkleireskred. Det første, som gikk i 1850, tok med seg husene på gården. Ved det andre, som gikk i 1869, raste det ut 17 mål dyrket jord. Dette tilsier at en bør være spesielt forsiktig med terrenginngrep som kan føre til redusert stabilitet i området. Et lite initialskred kan fort utvikle seg til et omfattende kvikkleireskred.

Stabilitet

Ved utgraving for tilbygget vil bunn av byggegropa ligge ca. på kote 1,5. Det vil si graving ca. 1 meter ned i kvikkleira ved nordvestre hjørne på tilbygget.

Stabilitetsberegninger for graveskråninger med helning 1:2 gir tilfredstillende sikkerhet for Su-analyse (kort tid).

Stabiliteten undersøkt ved effektivspenningsanalyse (helning 1:2) viser imidlertid ikke tilfredstillende sikkerhet. Beregningsmessig materialfaktor (sikkerhetsfaktor) er beregnet til $\gamma_m = 0,75$. Utslaking av graveskråningen til helning 1:3 gir ikke vesentlig økning av γ_m ved effektivspenningsanalyse.

Med vanskelige grunnforhold og de alvorlige konsekvenser en utglidning kan føre til mener vi det ikke er forsvarlig å grave ned i kvikkleira uten at stabiliteten av graveskråningene sikres.

For å kunne grave ut byggegropa med tilstrekkelig sikkerhet mot utglidninger har vi vurdert tre forskjellige løsninger.

Alt. 1

Alternativ 1 er å sikre stabiliteten av graveskråningene ved å bedre leiras skjærstyrkeegenskaper. Dette kan gjøres ved kjemisk stabilisering av leira. I dette tilfellet er trolig stabilisering ved kalkpøler den best egnede metode.

Ved denne løsningen kan tilbygget utføres som planlagt, øst for eksisterende bygning.

Bedring av stabiliteten for graveskråningene

med kalkpeler gjøres ved at pelene settes som skiver eller vegger orientert langs glide-retningen. Kalkpeler sammensatt som veggskiver har en betydelig skjærstyrkekapasitet, og vil bedre stabiliteten vesentlig. Graveskråningene kan graves brattere, og det vil bli mindre gravemasser å transportere bort.

Før kalkpelene kan settes må det utføres laboratorieforsøk for å fastslå mengden av kalk som må blandes inn. Det må også beregnes antall meter kalkpeler som er nødvendig for å sikre stabiliteten.

Bruk av kalkpeler vil være gunstig også for bæreevne, setninger og arbeidsforholdene i byggegropa.

Alt. 2

Alternativ 2 er terrassert utgraving av graveskråningene (prinsippskisse bilag 8).

Denne løsningen medfører at tilbygget må flyttes ca. 7 meter mot sør for å få plass til utgravingen.

Terrassert utgraving gir beregningsmessig materialfaktor $\gamma_m = 1,1$ for effektivspenningsanalyse. Dette er generelt for lav sikkerhet, men det er her flere faktorer som bidrar i gunstig retning:

Utgravingen er et korttidsproblem, og p.g.a. spenningsomlagring i leira tar det en viss tid før effektivspenningstilstand er etablert.

Su-analysen gir tilfredstillende sikkerhet.

Byggegrova er så liten at det er rimelig å anta en viss effekt av innspenning.

På dette grunnlag mener vi det er forsvarlig å godta en såvidt lav materialfaktor.

Resultat fra stabilitetsberegninger for terrassert graveskråning (alt. 2) er vist i bilag 9 og 10.

Alt. 3

Alternativ 3 er å flytte hele tilbygget på sørsiden av eksisterende bygning.

Under planleggingen av renessanlegget (1978) var det meningen at en eventuell utvidelse skulle skje mot sør. Grunnundersøkelsen som

ble utført i 1978 var også planlagt med tanke på en fremtidig utvidelse mot sør.

Terrenget på sørsiden av eksisterende bygning er oppfylt, og er i dag tilnærmet flatt. Overgangen til kvikkleire ligger ca. mellom kote 0 - 0,8, og utgraving for byggegropa vil ikke komme ned i kvikkleira. Gravedybden blir ca. 2 - 2,5 meter og byggegropa kan graves med frie graveskråninger med helning 1:2.

- | | |
|--------------|--|
| Bæreevne | Tilbygget kan fundamenteres på hel plate direkte i leira. Bæreevnen er tilstrekkelig, men bruk av kalkpeler vil generelt bedre bæreevnen. |
| Setninger | <p>Fundamentering av tilbygget på kote 1,5 medfører, ved alt. 1 og 2, at vekten av utgravde masser stort sett tilsvarer vekten av bygget. Det påføres ikke vesentlige tilleggspenninger på grunnen, og setningene vil bli små og hovedsaklig begrenset til kontaktsetninger.</p> <p>Stabilisering av grunnen med kalkpeler vil generelt bidra til reduserte setninger.</p> <p>For alt. 3, utvidelse sør for eksisterende bygning, må belastningen fra tilbygget vurderes nærmere når endelige vektorer er kjent. Minste gravedybde vil her bli ca. 2 meter. Nødvendig gravedybde for å oppnå kompensert fundamentering beregnet på grunnlag av antatte belastninger er ca. 1,7 meter.</p> |
| Graveforhold | <p>Utgravingen vil ved alt. 1 og 2 komme ned i kvikkleira, og arbeidsforholdene nede i byggegropa vil bli meget vanskelige. For at det skal være mulig å arbeide effektivt må bunnen av byggegropa stabiliseres. Dette kan gjøres enten ved innblanding av kalk i det øverste leirlaget (ca. 40 cm), ved å støpe ut et magerbetonglag direkte på leira eller ved å legge ut et 20 cm bærelag av pukk (det må brukes fibarduk og eventuelt geonett mot leira). Ved bruk av kalkpeler kan det settes peler i rett dybde før utgraving.</p> <p>Ved alt. 3 vil utgravingen ikke komme ned i kvikkleira, og arbeidsforholdene vil bli vesentlig bedre. Hvis bunn av byggegropa skal trafikkeres med maskinelt utstyr vil vi anbefale et bærelag også her.</p> |

Gravemasser skal generelt transporteres bort fra anleggsområdet. Gravemasser som eventuelt ønskes lagret nær byggegropa må plasseres i samråd med geotekniker. Forøvrig må alle tiltak som medfører tilleggsbelastning på grunnen ved byggegropa forelegges geoteknisk konsulent (eks. plassering av byggekran o.l.).

Slutt-
kommentar

Grunnforholdene gjør arbeidet meget vanskelig, og det må vises stor aktsomhet ved utførelse av anleggsarbeidene. Vi anbefaler at det legges opp til en god kontroll i anleggsfasen, og at kontrollen bør utføres av geoteknisk kyndig person.

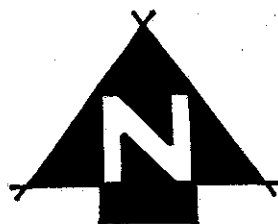
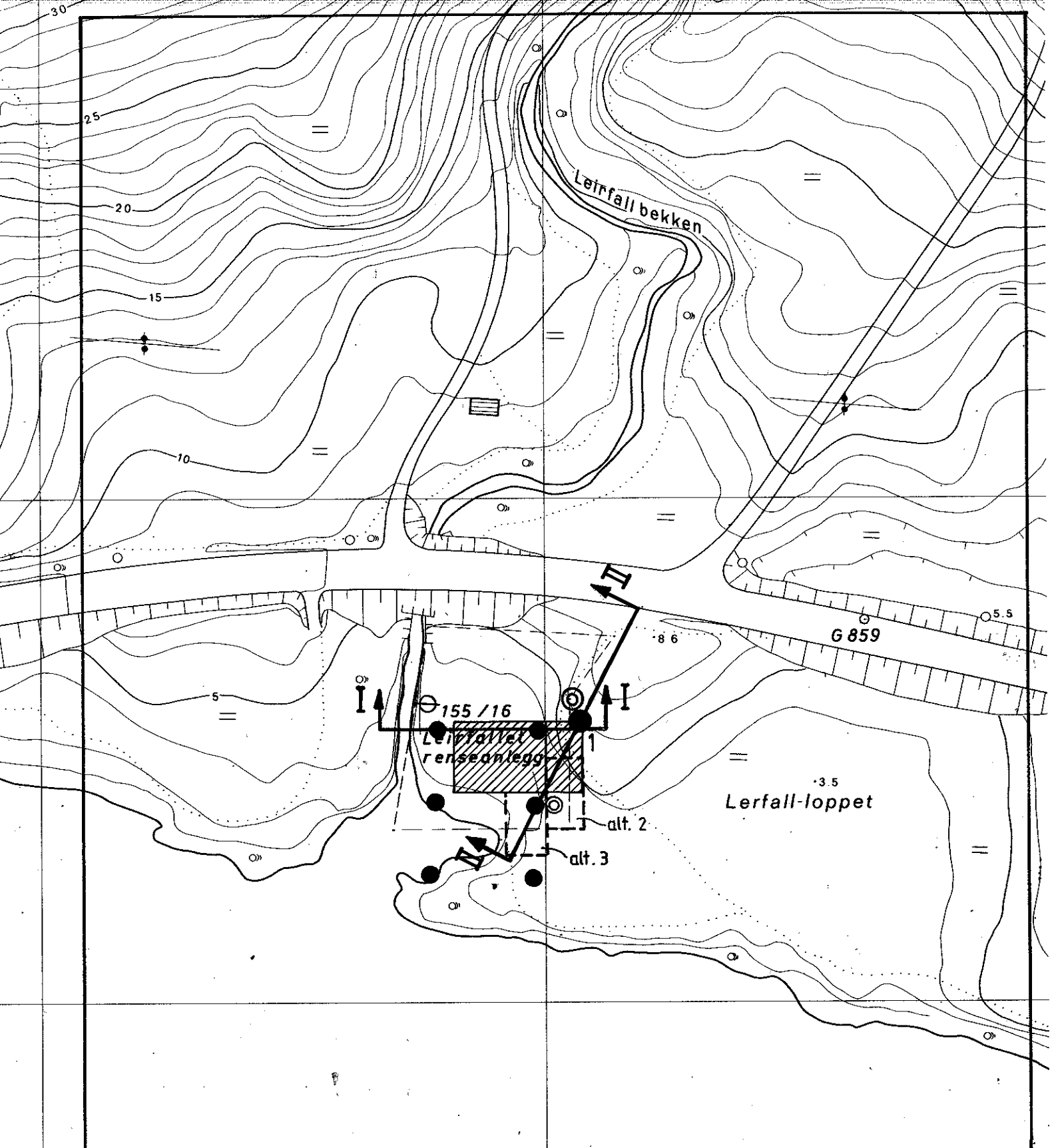
Det anbefales også å vurdere nærmere alt. 3 med utvidelse mot sør. Det vil forenkle anleggsarbeidet vesentlig og det vil trolig også være kostnadmessig gunstig.

Vi står forøvrig gjerne til tjeneste med den ovenfor nevnte kontroll og i det videre arbeid med prosjektet.

PLANKONTORET
Geoteknisk seksjon

Kåre Sand
Kåre Sand

Rolf H. Røsund
Rolf H. Røsund



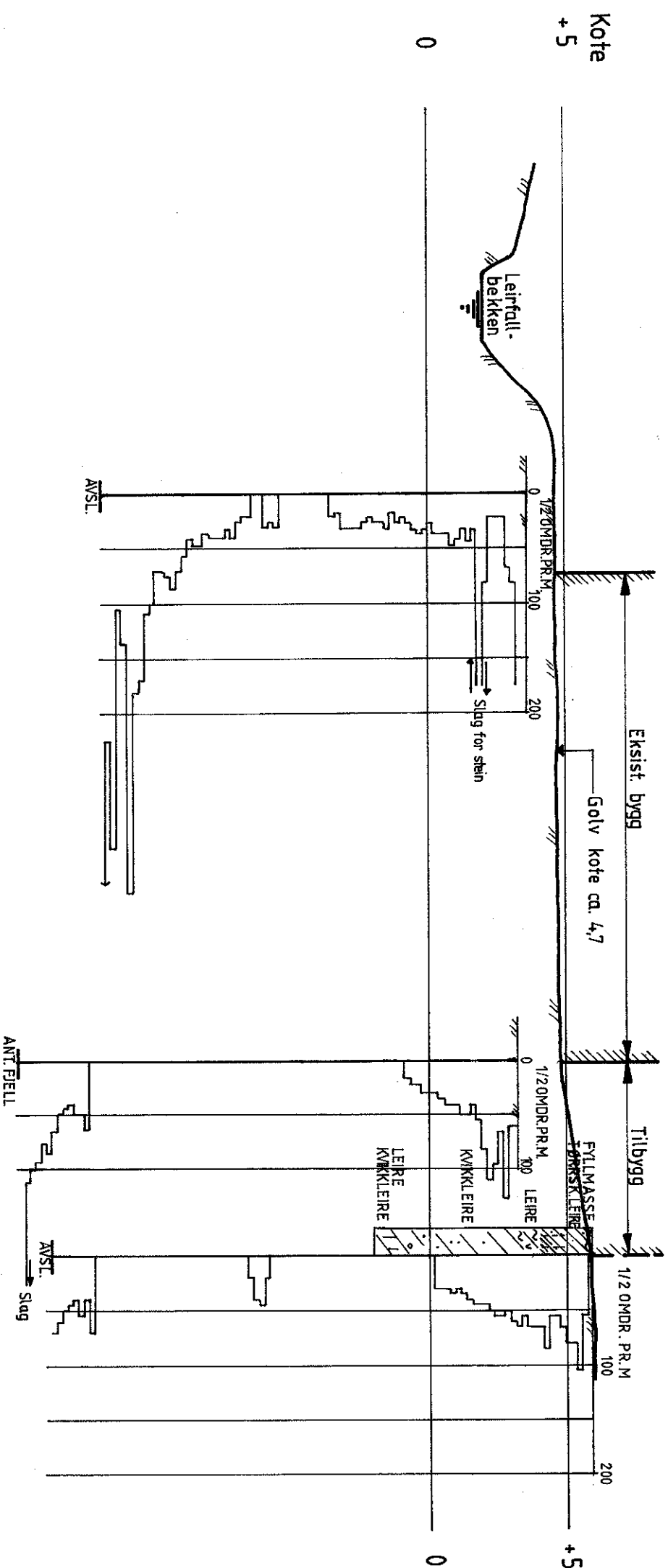
LEIRFALLET RENSEANLEGG	MÅLESTOKK:
	1:1000
SITUASJONSKART	TEGN. AV:
	SLS
● DREIEBORING ⊙ PRØVETAKING ● ⊙ ⊕ TIDL. BORINGER R.470	DATO:
	11.08.89
TRONDHEIM KOMMUNE GEOTEKNISK SEKSJON	KONTR.:
	<i>Rolf H. Rosand</i>
	RAPP. NR.:
	R. 470-7
	BILAG:
	1

PROFIL I

Boring fra
R.470

Boring fra
R.470

Boring 1



LEIRFALLET RENSEANLEGG

Lengdeprofil med dreiebor- og
prøvetakingsresultater

Profil I

TRONDHEIM KOMMUNE
GEOTEKNISK SEKSJON

MALESTOKK:

1:200

TEGN. AV:

SLS

DATO:

05.09.89

KONTR.:

[Signature]

RAPP. NR.:

R.470-7

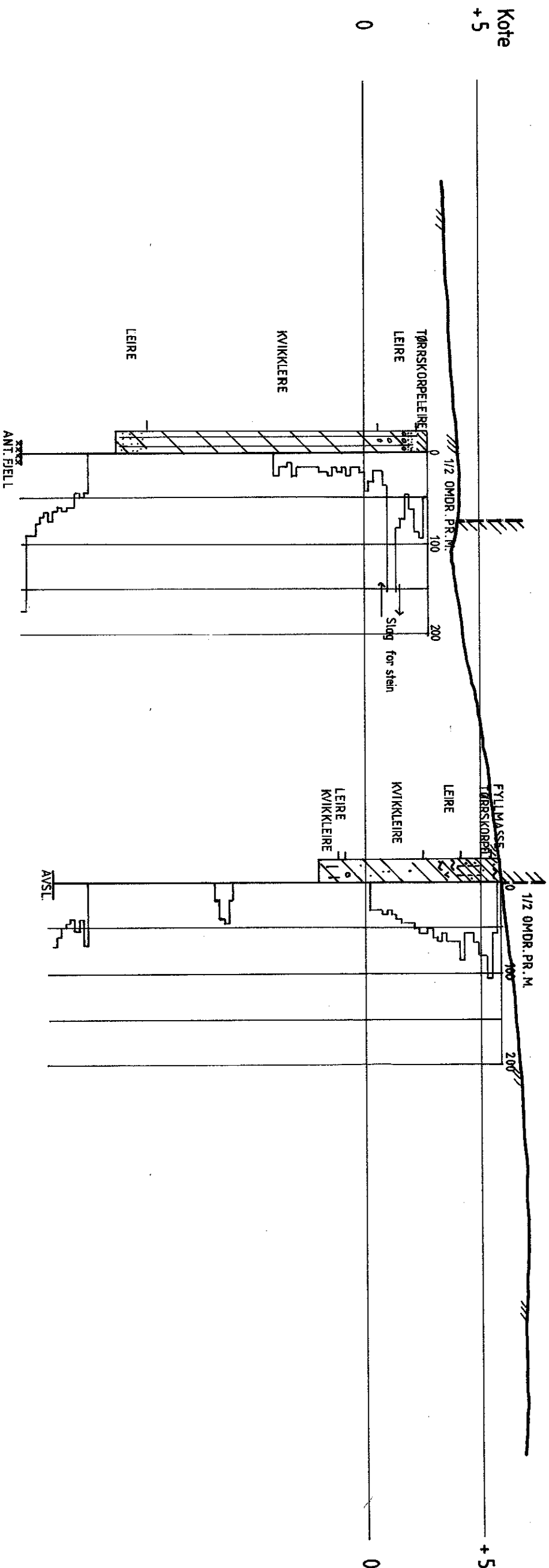
BILAG:

2

PROFIL II

Boring fra
R. 470

Boring 1



LEIRFALLET RENSEANLEGG

Profil med dreiebor - og
prøvetakingsresultat

Profil II

TRONDHEIM KOMMUNE
GEOTEKNISK SEKSJON

MALESTOKK:
1:200

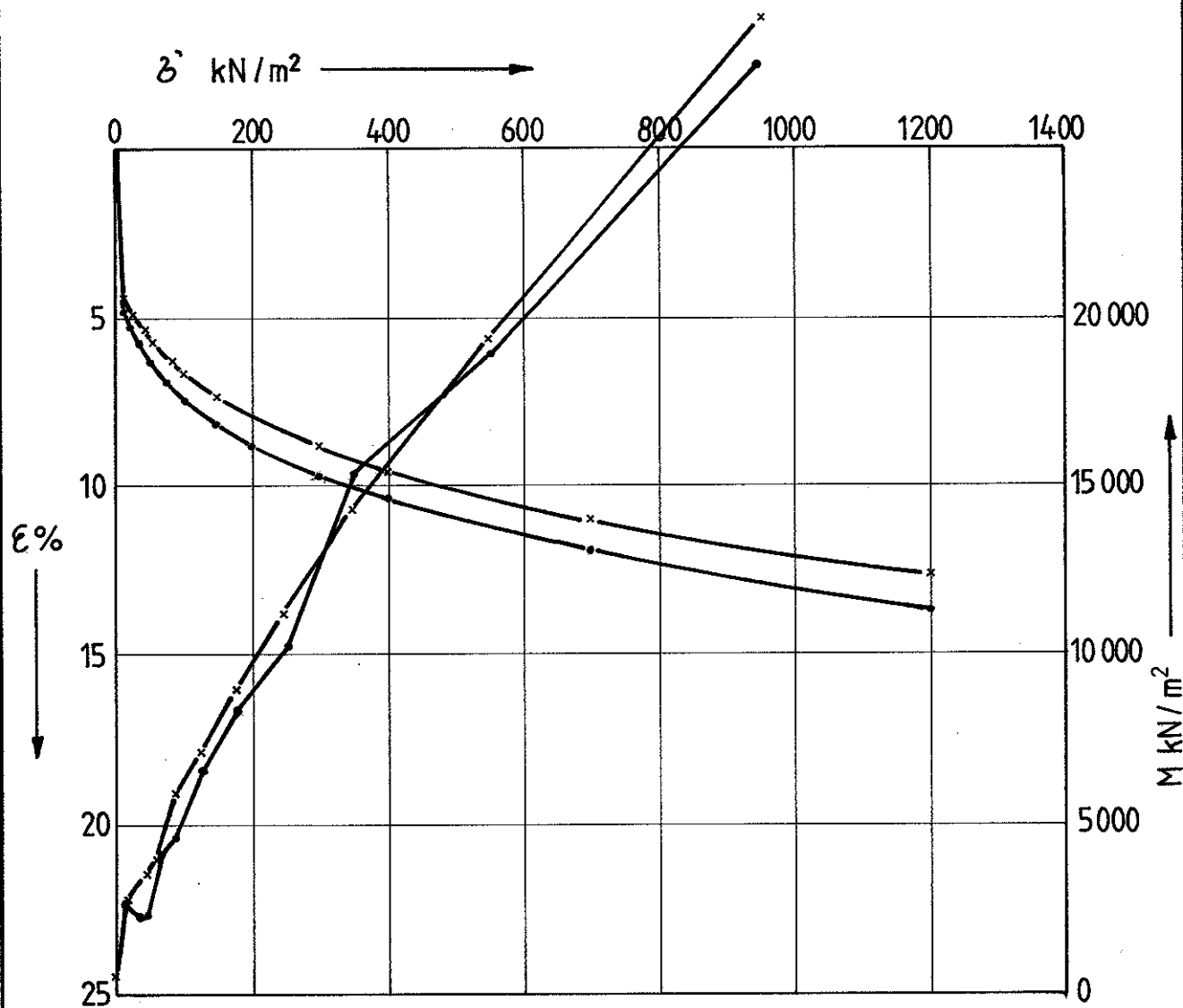
TEGN. AV:
SLS

DATO:
18.01.90

KONTR.:
R. 470-7

BILAG:
3

Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w					Romvekt kN/m ³	Skjærfasthet ved trykkforsøk					Sensi- tivitet
				Plastisk område						Konusforsøk ▽					
				20	30	40	50%	20		40	60	80	100 kN/m ²		
	FYLLMASSE		1						19,9						162 ▽
	TØRRSKORPELEIRE														169 ▽
	tynne siltlag		2						20,0						>250 ▽
	LEIRE		3						20,7						3
	noe siltig enk.humusfl./ trerester								(20,0)						3
			4						19,6						3
									(V) noe omrørt						23
	KVIKKLEIRE		5						19,5						94
5															61
			6						18,7						120
	enk sand og gruskorn								(V) OMRØRT						(83)
			7						19,1						(22)
	LEIRE, noe siltig								(19,0)						103
	KVIKKLEIRE		8						19,0						108
															95
10															
15															
20															
25															



TRONDHEIM KOMMUNE
GEOTEKNISK SEKSJON

LEIRFALLET

ØDOMETERFORSØK

Boring 1

Dybde 3,65 (lab. 04)

Dybde 4,28 (lab. 05)

—•—•—
—x—x—

MÅLESTOKK

TEGNET AV

SLS

DATO

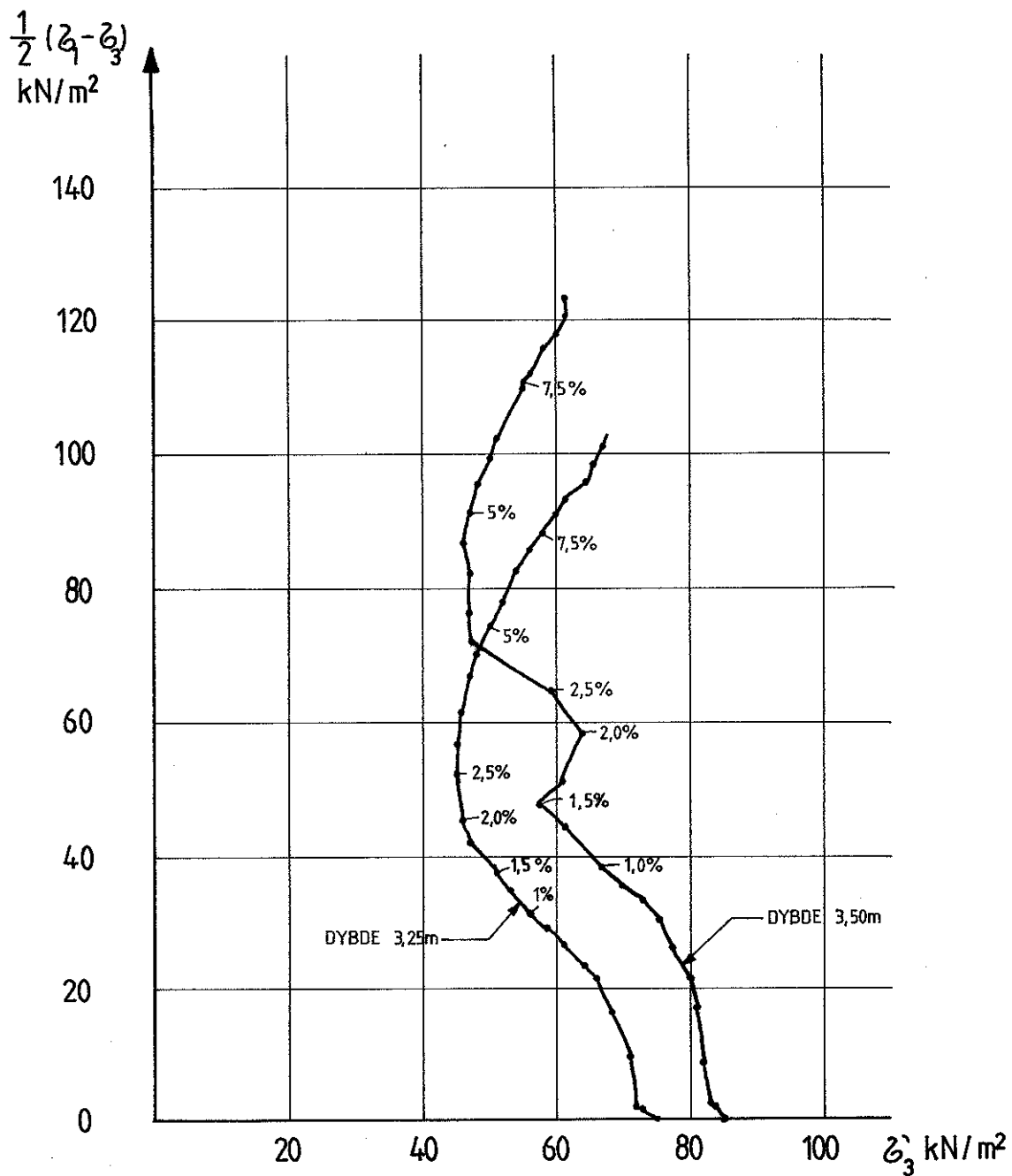
09.08.89

RAPP NR.

R. 470 -7

BILAG

5



TRONDHEIM KOMMUNE
GEOTEKNISK SEKSJON

LEIRFALLET

TRIAKSIALFORSØK
Boring 1

Dybde 3,25 og 3,50m (lab.nr. 04)

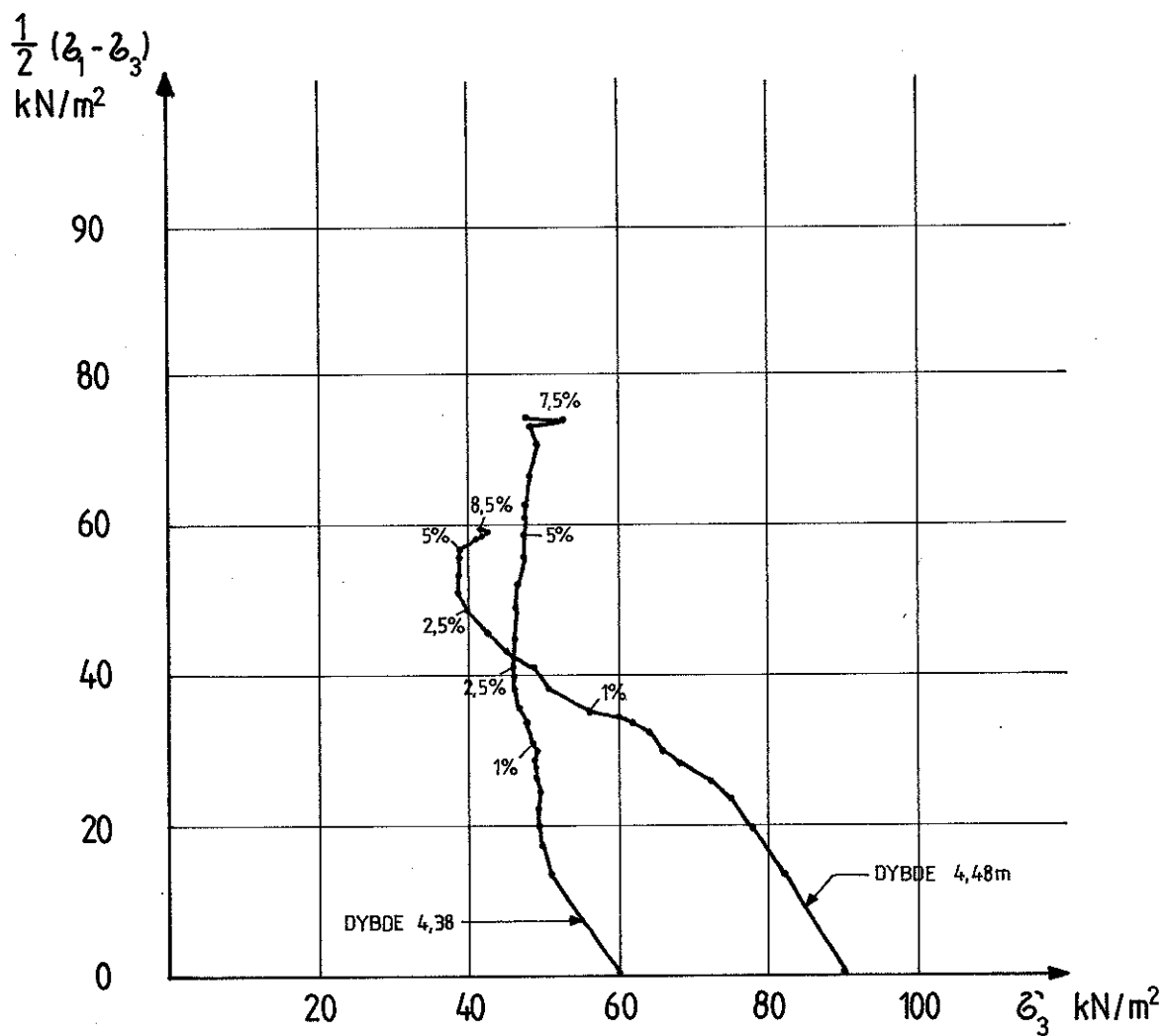
MÅLESTOKK

TEGNET AV
SLS

DATO
09.08.89

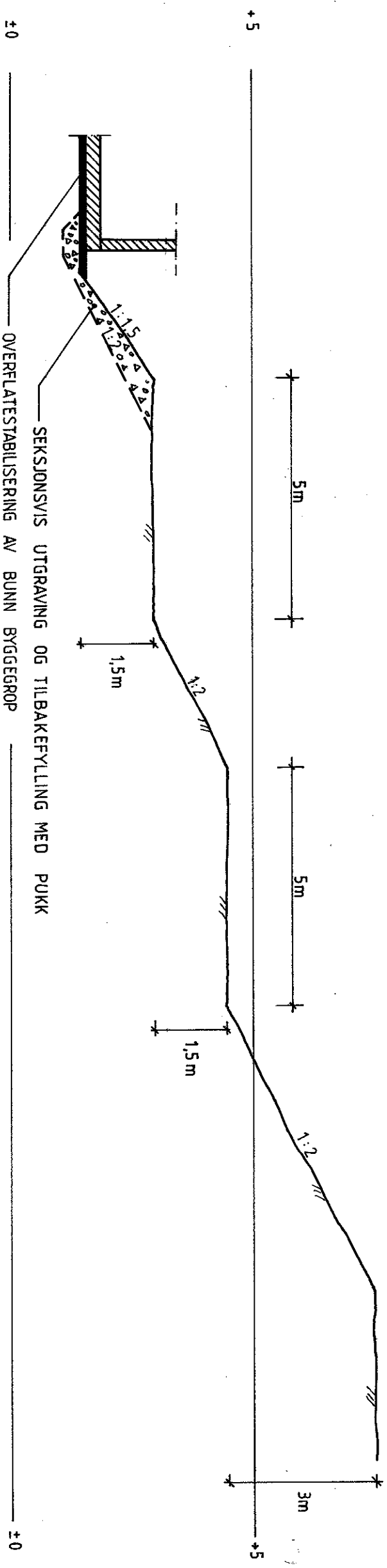
RAPP NR.
R. 470-7

BILAG
6



TRONDHEIM KOMMUNE GEOTEKNISK SEKSJON	LEIRFALLET		MALESTOKK	
	TRIAKSIALFORSØK		TEGNET AV	RAPP NR.
	Boring 1		SLS	R. 470-7
	Dybde 4,38 og 4,48m (lab.nr.05)		DATO	BILAG
			09.08.89	7

KOTE
+10
+5



LEIRFALLET RENSEANLEGG

Prinsippskisse for
terrassert utgraving av byggegrup

MALESTOKK:
1:100

TEGN. AV:
SLS

DATO:
22.01.90

KONTR.:

RAPP. NR.:
R.470-7

TRONDHEIM KOMMUNE

GEOTEKNISK SEKSJON

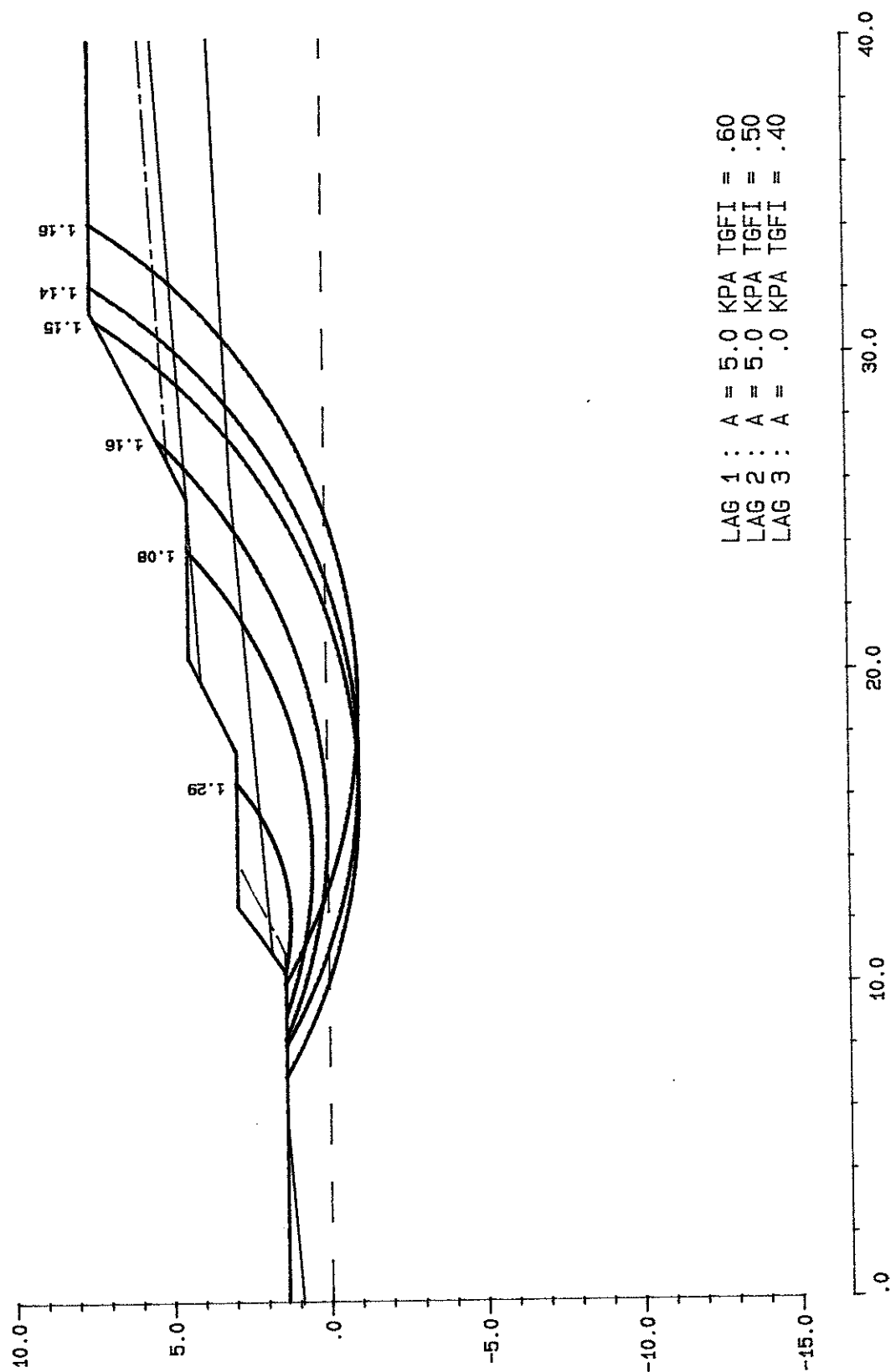
BILAG:

8

Stabilitetsberegninger effektivspenningsanalyse

ALT. 2 - TILBYGG FLYTTET 7 METER MOT SØR
 oppdragsnr.: R 470-7 profil : alt.2

målestokk : M=1: 200



Stabilitetsberegninger Su-analyse

ALT. 2 - TILBYGG FLYTTET 7 METER MOT SØR
oppdragsnr.: R 470-7 profil : alt. 2

målestokk : M=1: 200

