

Fylke Nordland	Kommune Hemnes	Sted Finneidfjord	UTM VP 454 421 VP 454 412
Byggherre Hemnes kommune			
Oppdragsgiver Hemnes kommune, ingeniørvesenet			
Oppdrag formidlet av Hemnes kommune, ingeniørvesenet			
Oppdragsreferanse Kontrakt datert 07.05. og 12.05.1993.			
Antall sider 6	Antall bilag 14	Tegn.nr. 101 - 114	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

**Hemnes kommune
Utfyllingsområder i Finneidfjorden og
Sørfjorden.**

Rapport-tittel

**Grunnundersøkelser
Geotekniske vurderinger**

Oppdrag nr.

8994

Rapport nr.1

21.07.93

Overingeniør ODD ARNE RYE <i>Odd Arne Rye</i>	Saksbehandler ERLING ROMSTAD
SAMMENDRAG	
<p>Grunnundersøkelsen viser at løsmassene i de undersøkte områdene i hovedsak består av <u>bløt kvikkleire</u>. Dybden til fast grunn/fjell er større enn 25 m i de ugunstigste borpunktene.</p> <p>Det kan fylles opp til kote +3,0 frem til maksimalt 60 meter fra marbakken, når det legges en minst 20 meter bred motfylling midt mellom terrengnivået og kote +3,0 (dvs. på ca. +1,0 - +1,5). Fyllingen må legges ut i 2 (eller flere) etapper i det det først fylles opp til motfyllingsnivået.</p> <p>I Sørfjorden kan det ikke fylles lenger vestover enn til bekken øst for profil 5.</p> <p>Fyllingsområdene vil få betydelige setninger.</p>	

INNHOOLD

1. ORIENTERING
2. UTFØRTE UNDERSØKELSER
3. GRUNNFORHOLD
4. STABILITET
5. FUNDAMENTERING
6. GEOTEKNISK KONTROLL OG OPPFØLGING

BILAG

bilag nr.	tegn. nr.	tittel
1	101	Oversiktskart, M = 1:50.000
2	102	Situasjonsplan, Finneidfjorden, M = 1:1.000
3	103	Situasjonsplan, Sørfjorden, M = 1:1.000
4	104	Terrengprofil 1 med boreresultater
5	105	Terrengprofil 2 med boreresultater
6	106	Terrengprofil 3 med boreresultater
7	107	Terrengprofil 4 med boreresultater
8	108	Terrengprofil 5 med boreresultater
9	109	Terrengprofil 6 med boreresultater
10	110	Terrengprofil 7 med boreresultater
11	111	Borprofil punkt 22
12	112	Borprofil punkt 34
13	113	Treksialforsøk punkt 22, D = 2,5 m
14	114	Treksialforsøk punkt 22, D = 8,3 m

TILLEGG

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER
- III SPESIELLE UNDERSØKELSER

1. ORIENTERING

Hemnes kommune planlegger oppfyllinger i fjæreamrådene nord og sør for Finneidfjord. Fyllmassene er sprengstein fra veganlegg.

I rapporten presenteres resultatet av de nye grunnundersøkelser og det gis en generell vurdering av stabilitet og fundamenteringsforhold, på grunnlag av de nye og de tidligere undersøkelser.

Rapporten er skrevet med tanke på det foreliggende utfyllingsprosjekt og er ikke uten videre gyldig ved annen bruk av områdene.

Høydereferanse i rapporten er NGOs 0-pkt. = middelvann.

2. UTFØRTE UNDERSØKELSER

KUMMENEJE har tidligere utført grunnundersøkelser i Finneidfjorden. De viktigste resultatene er referert i våre rapporter:

- O.1491 Helgeland Margarinfabrikk
- O.1496 Industriområde, Finneidfjord

Våre supplerende undersøkelser har omfattet følgende boringer:

Finneidfjorden:

- 5 punkt, dreieboring
- 1 punkt, prøveserie

Sørfjorden:

- 5 punkt, dreieboring
- 1 punkt, prøveserie

Største boreddybde var 25 m under sjøbunnen.

De opptatte prøvene er rutineundersøkt ved vårt geotekniske laboratorium i Trondheim. I tillegg er leiras effektive styrkeparametre målt ved 2 treaksiale trykkforsøk.

Utstikking og oppmåling er utført av Hemnes kommune som også har utført lodding og opptegning av bunn-/terrengprofiler.

Borpunktene er plassert som vist på situasjonsplanene i bilag 2 og 3 der også borpunkter fra undersøkelsene som ble utført i 1972, er inntegnet.

Kanten av marbakken er inntegnet på grunnlag av profilene.

Sonderingsresultater og jordartsfordeling i prøvetakingspunktene er framstilt på profilene, bilag 4 til 10. Antatt fjell ved boringsavslutning er usikkert da det ikke er boret ned i fjell for kontroll.

Rutinedata fra undersøkelsene i laboratoriet er vist i borprofiler, bilag 11 og 12.

Resultatene fra treaksialforsøkene er framstilt i bilagene 13 og 14.

Tillegg I, II og III bakerst i rapporten gir en generell omtale av mark- og laboratoriearbeid.

3. GRUNNFORHOLD

Løsmassene i begge de undersøkte områder består i hovedsak av bløt og meget bløt leire. Under 2 til 4 meters dybde er leira kvikk.

3.1 Finneidfjorden.

I profil 1 er det betydelig dybde til antatt fjell; fra 16 til mer enn 25 meter. I profil 2 er løsmassetykkelsen noe mindre; 6 til vel 13 meter i borpunktene. I sørdelen av bukta, der det ble utført grunnboringer i 1972, er det registrert 17 til 24 m dybde til fast grunn. På denne delen av fjæreområdet er det registrert vesentlig større boremotstand under kote -15 til -20. Løsmassene under kvikkleirelaget består her trolig av fast lagret sand.

De oppmålte profilene viser at største helning i marbakken er ca. 1:4,2 (profil 1). Ved profil 2 - 4 ser sjøbunnen ut til å være vesentlig slakere.

Lokalt kan det være brattere partier i marbakken.

3.2 Sørfjorden.

Alle boringene stoppet opp i faste masser eller mot fjell i 12 til 22 m dybde under sjøbunnen.

I boring 31, profil 5 er det trolig grus til ca. 1,6 m dybde. Det er grunn til å tro at kvikkleirelaget strekker seg inn mot riksveg 808.

Borerresultatene indikerer at man har kvikkleire til stor dybde i marbakken.

Bunnprofilene viser største helning av marbakken i profil 6 med ca. 1:4.

4. STABILITET

4.1 Finneidfjorden.

I våre stabilitetsberegninger har vi forutsatt at industriområdet skal fylles opp til kote +3,0.

Det må legges ut motfylling på utsida av industriområdet for å stabilisere fyllingsfronten slik at man unngår lokale utglidninger. Motfyllinga må ha minimum 20 m (og gjerne 25 m) horisontal bredde mellom topp motfyllingsskråning og fot hovedfyllingsskråning. Nivået for motfyllinga bør ligge omtrent midt mellom kote +3,0 og sjøbunnivået, dvs. omkring kote +1,5.

For å oppnå tilfredsstillende stabilitet kreves dessuten at avstanden fra marbakken til ytterkanten av industriområdet må være minimum 60 - 65 meter.

Ved fylling innenfor disse begrensninglinjene vil man såvidt oppnå et forsvarlig sikkerhetsnivå både for dyptgående utglidninger i marbakken og for lokal fyllingsstabilitet.

Fyllingsskråningene bør ikke være brattere enn 1:2.

Motfyllinga må selvsagt være ferdig utlagt før oppfylling til kote +3,0 starter. Fyllingen tilrås lagt ut i 2 lag: Først til motfyllingsnivået (kote +1,5) inkludert motfylling, deretter oppfylling til kote +3,0.

I betraktning av at grunnen domineres av kvikkleire slik at enhver (lokal) ustabilitet/overbelastning kan utløse skred av katastrofemessig omfang, ville det være betryggende om det legges inn litt ekstra sikkerhet ved at kontrafyllingsbredde og avstand til marbakken økes noe i forhold til de minimumsverdier som er angitt.

Fyllingsbegrensninger er inntegnet på situasjonskartet i bilag 2 og maksimale fyllinger er skissert inn i profilene i bilag 4 - 7.

4.2 Sørfjorden.

I det undersøkte området ved Sørfjorden er bunnforholdene ugunstigere enn i Finneidfjorden. Marbakken ligger vesentlig nærmere land.

I utgangspunktet stilles de samme krav til fyllingshøyder, motfylling og avstand til marbakken i Sørfjorden som i Finneidfjorden. Vi vil derfor fraråde å foreta utfylling nordvest for bekken mellom profil 5 og profil 4.

Ved profil 6 lengst sør kan det teoretisk legges ut en mindre fylling som skissert på situasjonsplanen i bilag 3 og i profilet i bilag 9. Fyllinga må legges ut etter de samme prinsippene som beskrevet for fyllinga i Finneidfjorden.

5. FUNDAMENTERINGSFORHOLD PÅ FYLLINGENE.

Fyllingsvekten vil medføre betydelige setninger i leirmassene. Overslagsmessige beregninger tyder på at en 3 m høy steinfylling kan gi totalsetninger på opptil 0,3 - 0,4 meter ved 15 m tykkelse av leirlaget. Ved mindre dybde til fjell vil setningene bli tilsvarende redusert.

Setningenes tidsforløp er meget usikkert, men setningshastigheten vil være størst de første årene etter at fyllinga er lagt ut. Etter 1 år kan 20 - 30% av totalsetningene være unnagjort, og etter 3 år, ca. 35 - 55%. Etter 15 - 20 år vil det bare bli små setninger. Det vil være ønskelig at industriområdet ikke blir bebygget de første 1 - 3 årene etter oppfylling.

Lette industribygg i 1 - 2 etasjer kan fundamenteres på banketter direkte i steinfyllinga og i liten dybde under fyllingsoverflata. Fundamentene må detaljdimensjoneres for hvert enkelt prosjekt, da bæreevnen er avhengig av fundamentdimensjoner og fundamenteringsdybde. For dype/brede fundamenter (ned mot leira) kan netto dimensjonerende bæreevne bli ned mot 50 kPa, mens f.eks. et 1 m bredt fundament i 1 m dybde kan ha en netto dimensjonerende bæreevne på 300 - 350 kPa.

Eventuelle setningsømfintlige bygg kan fundamenteres på spissbærende peler til fjell eller faste masser. Pelefundamenterte bygg må bygges med frittstående golv. På grunn av setninger i leira må pelene dimensjoneres for påhengskrefter (negativ friksjon).

På grunn av setningene må avløpsledninger legges med større fall enn normalt. Lokale (midlertidige) utgravninger dypere enn til kote +1 → + 0,5 må forhåndsvurderes m.h.t. stabilitet.

Områdene vil ikke være egnet for industri som medfører store terrenglaster (masselagring o.l.).

6. GEOTEKNISK KONTROLL OG OPPFØLGING.

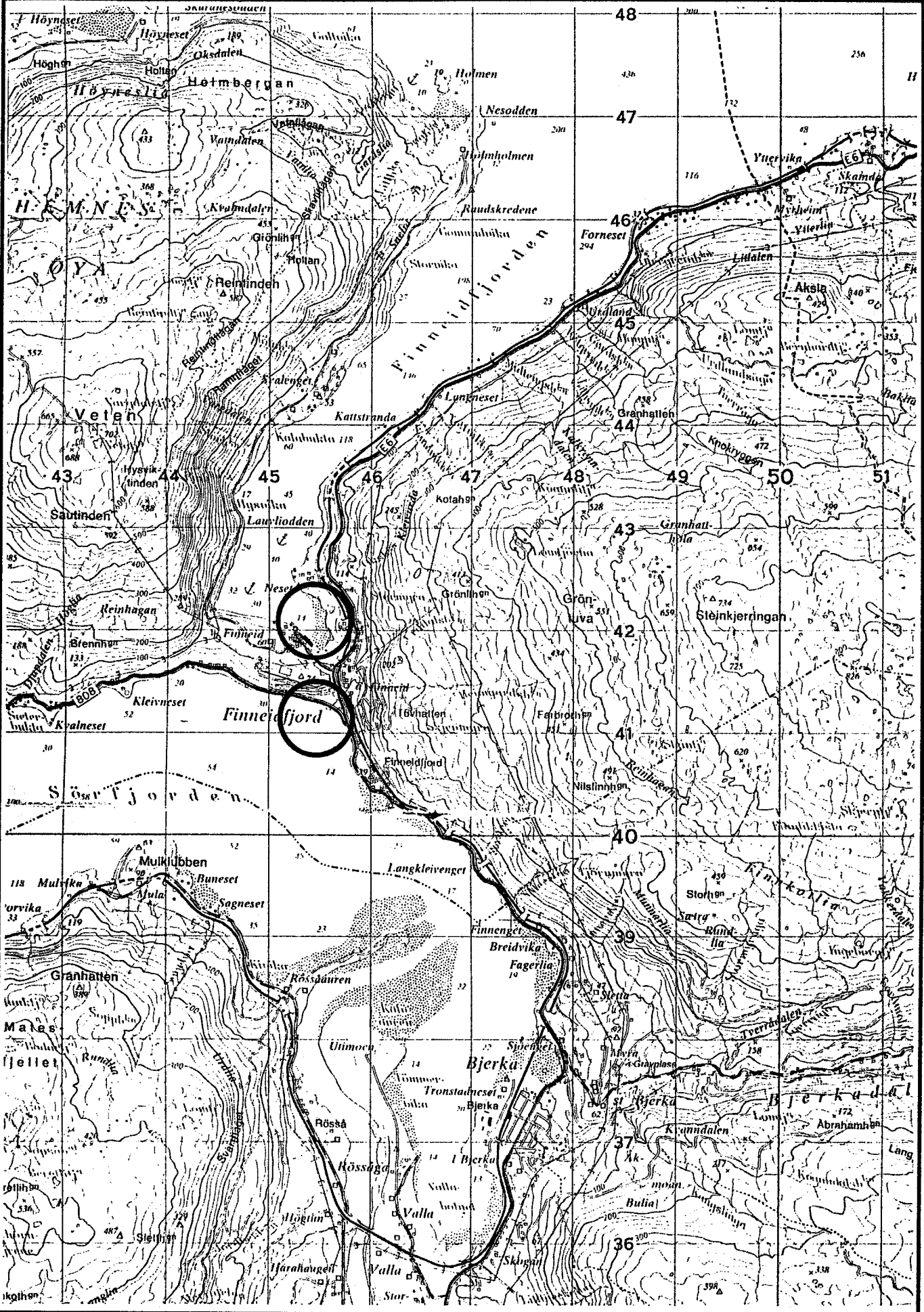
Før man setter i gang fyllingsarbeidene må det utføres en mer detaljert kartlegging av topp marbakke slik at forutsetningene i denne rapporten kan kontrolleres. Dette er spesielt viktig dersom det fylles helt ut til de angitte, teoretiske begrensninger.

Det må utarbeides plan og beskrivelse for fyllingsarbeidene. Disse må forelegges geotekniker før anleggsarbeidet starter.

Det er viktig å påse at fyllingsarbeidene blir utført i henhold til den godkjente fyllingsplanen.

Like etter at området er fylt opp bør det settes ned kontrollpunkter på fyllingsområdene for nivellement av setningsutviklinga. Dette gir viktig dokumentasjon overfor utbyggere på området.

For all utbygging på området må det utføres geoteknisk detaljprosjektering.



Kummeneje

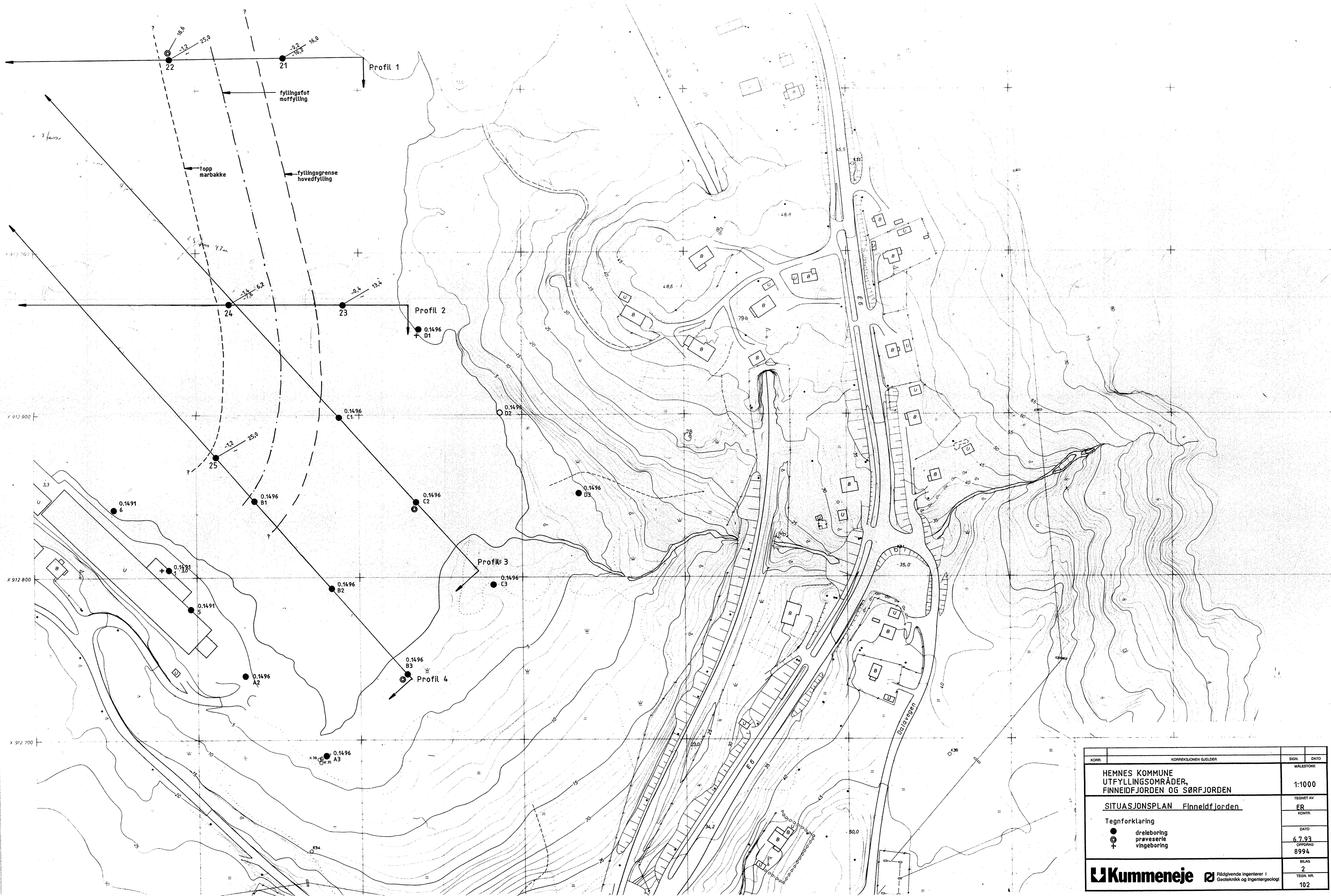
R Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

**HEMNES KOMMUNE
UTFYLLINGSOMRÅDER,
FINNEIDFJORDEN OG SØRFJORDEN**

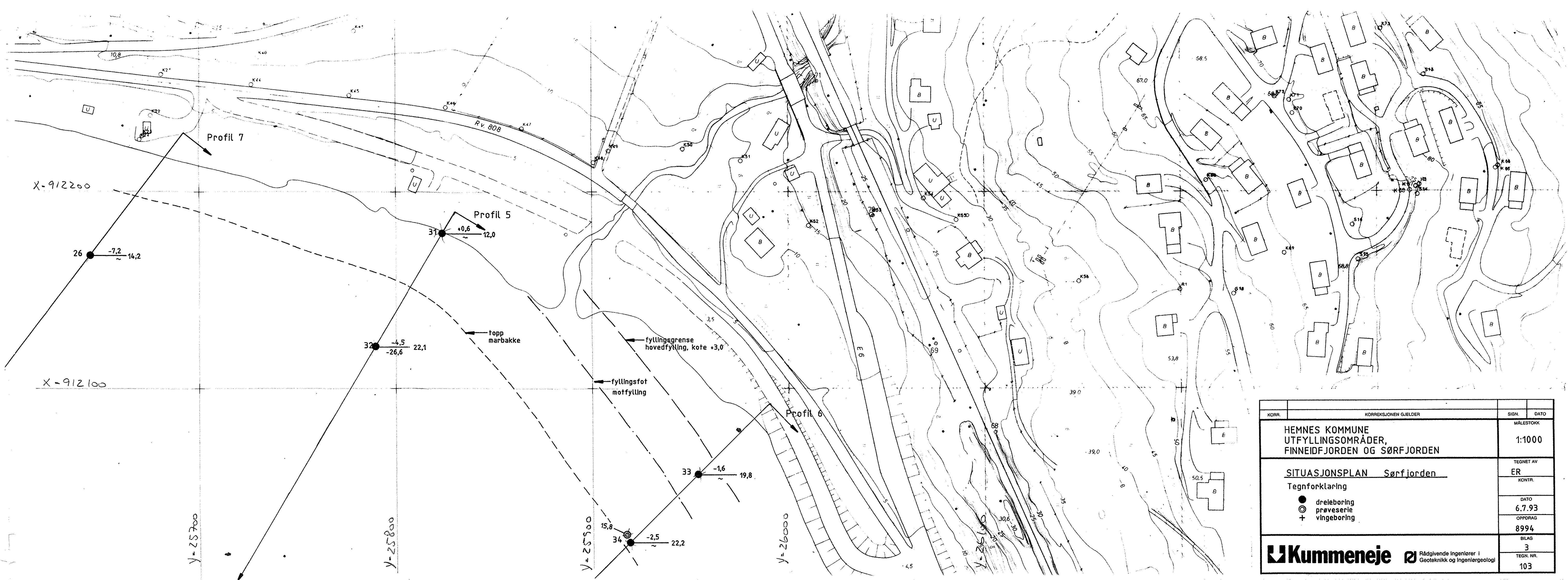
OVERSIKTSKART.
Kartblad: KORGEN 1927 II
UTM-ref: VP 454 421
VP 454 412

MÅLESTOKK 1:50000	OPPDAG 8994
TEGNET/KONTR. ER/	BILAG 1
DATO 6.7.93	TEGN. NR 101

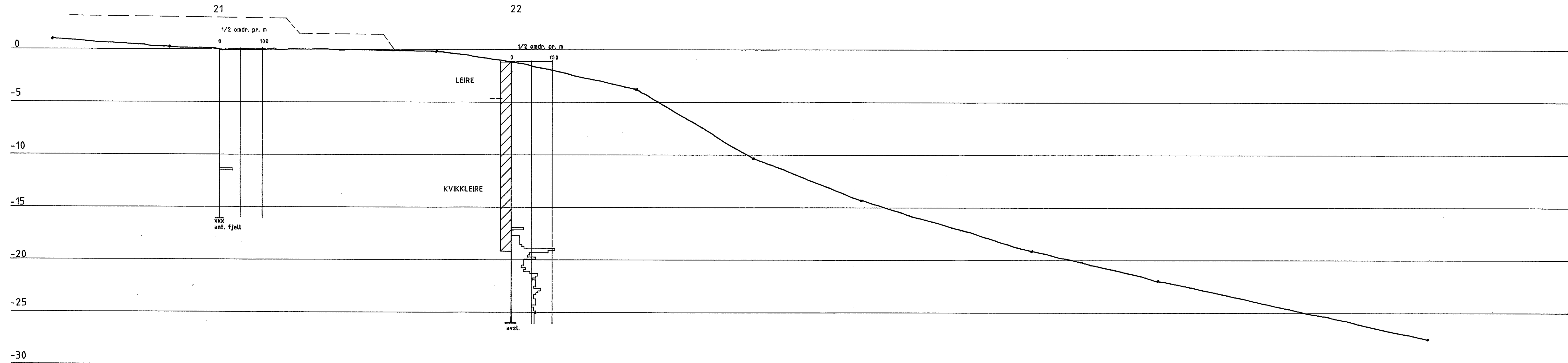
DR 911 56



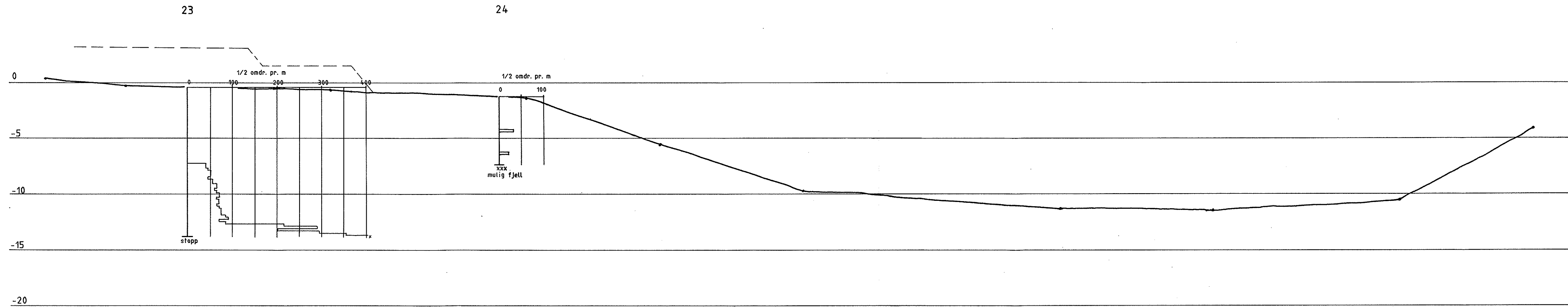
KORR.	KORREKSJONEN GJELDER	SIGN.	DATO
HEMNES KOMMUNE UTFYLLINGSOMRÅDER, FINNEIDFJORDEN OG SØRFJORDEN		MALESTOKK: 1:1000	
SITUASJONSPLAN Finneidfjorden		TEGNET AV ER	
Tegnforklaring		KONTR.	
●	dreleboring	DATO	
⊙	prøveserle	6.7.93	
+	vingeboring	OPPRAG 8994	
Kummeneje		BILAG 2	
Rådgivende ingeniører i Geoteknikk og Ingeniørgologi		TEGN. NR. 102	




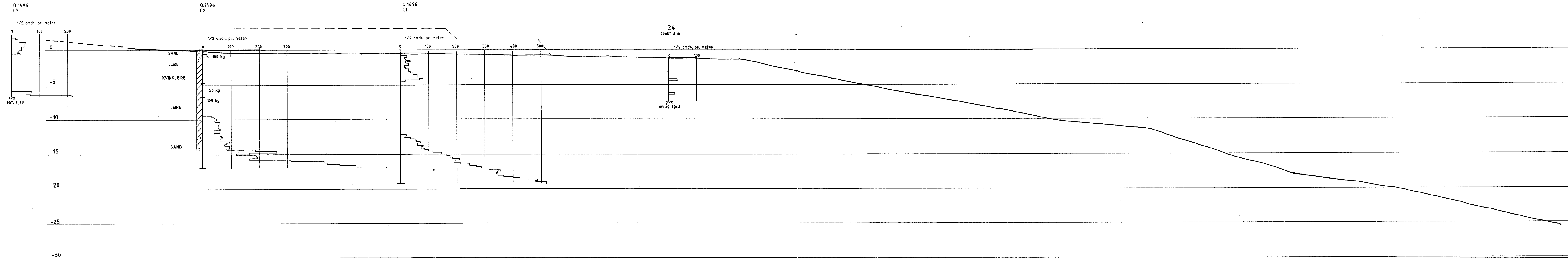
KORR.	KORREKSJONEN GJELDER	SIGN.	DATO
HEMNES KOMMUNE UTFYLLINGSOMRÅDER, FINNEIDFJORDEN OG SØRFJORDEN		MÅLESTOKK 1:1000	
SITUASJONSPLAN Sørfjorden		TEGNET AV ER	DATE 6.7.93
Tegnforklaring		KONTR.	OPPDAG 8994
● dreleboring			BILAG 3
⊙ prøveserie			TEGN. NR. 103
+ vingeboering			
Kommuneje		Rådgivende ingeniører i Geoteknikk og Ingeniørgeologi	



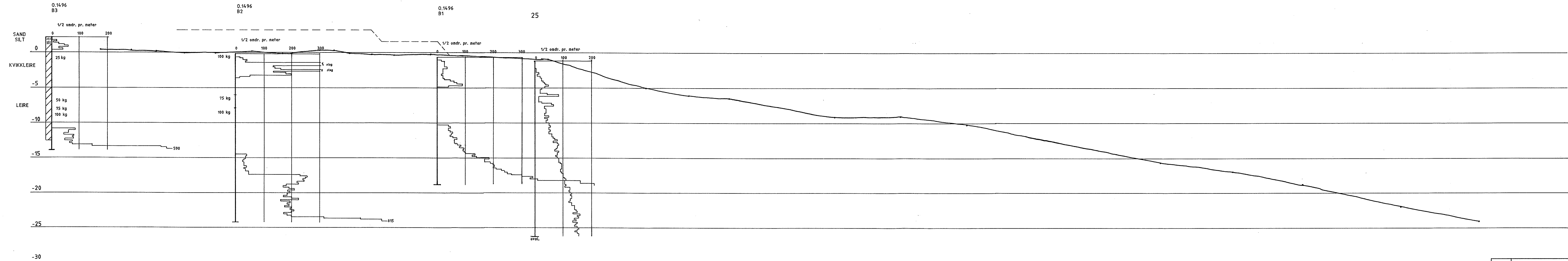
KORR.	KORREKSJONEN GJELDER	SIGN.	DATO
HEMNES KOMMUNE UTFYLLINGSOMRÅDER, FINNEIDFJORDEN OG SØRFJORDEN		MÅLESTOKK LM=1:500 HM=1:200	
PROFIL 1 Boreresultater		TEGNET AV ER	KONTR.
		DATO 7.6.93.	OPPDRAG 8994
Kummeneje Rådgivende ingeniører i Geoteknikk og Ingeniørgeologi		BILAG 4	TEGN NR. 104



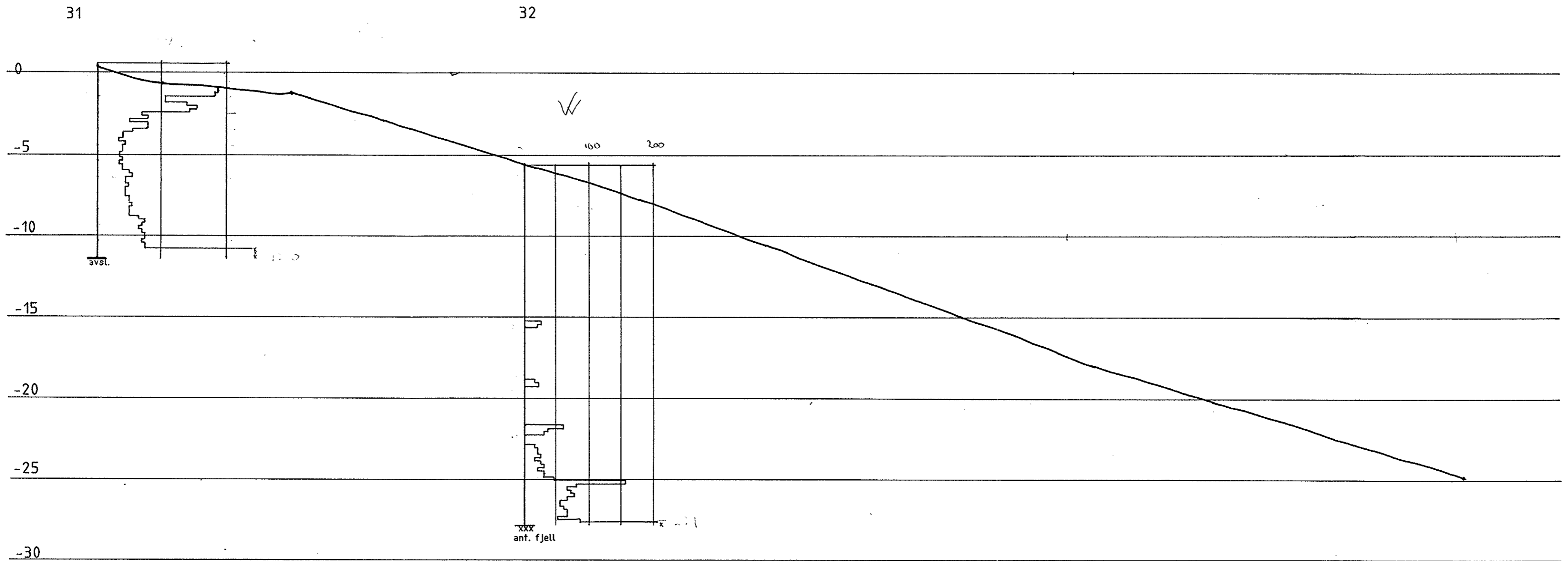
KORR.	KORREKSJONEN GJELDER	SIGN.	DATO
HEMNES KOMMUNE UTFYLLINGSOMRÅDER, FINNEIDFJORDEN OG SØRFJORDEN		MÅLESTOKK	LM=1:500 HM=1:200
PROFIL 2		TEGNET AV	ER
Boreresultater		KONTR.	
		DATO	7.6.93
		OPPDRAG	8994
 Rådgivende ingeniører i Geoteknikk og Ingeniørgeologi		BILAG	5
		TEGN. NR.	105




KORR.	KORREKSJONEN GJELDER	SIGN.	DATO
	HEMNES KOMMUNE UTFYLLINGSOMRÅDER, FINNEIDFJORDEN OG SØRFJORDEN		LM=1:500 HM=1:200
	PROFIL 3 Boreresultater	FR	TEGNET AV KONTR.
			DATO 8.6.93
			OPPDRAK 8994
			BILAG 6
			TEGN. NR. 106

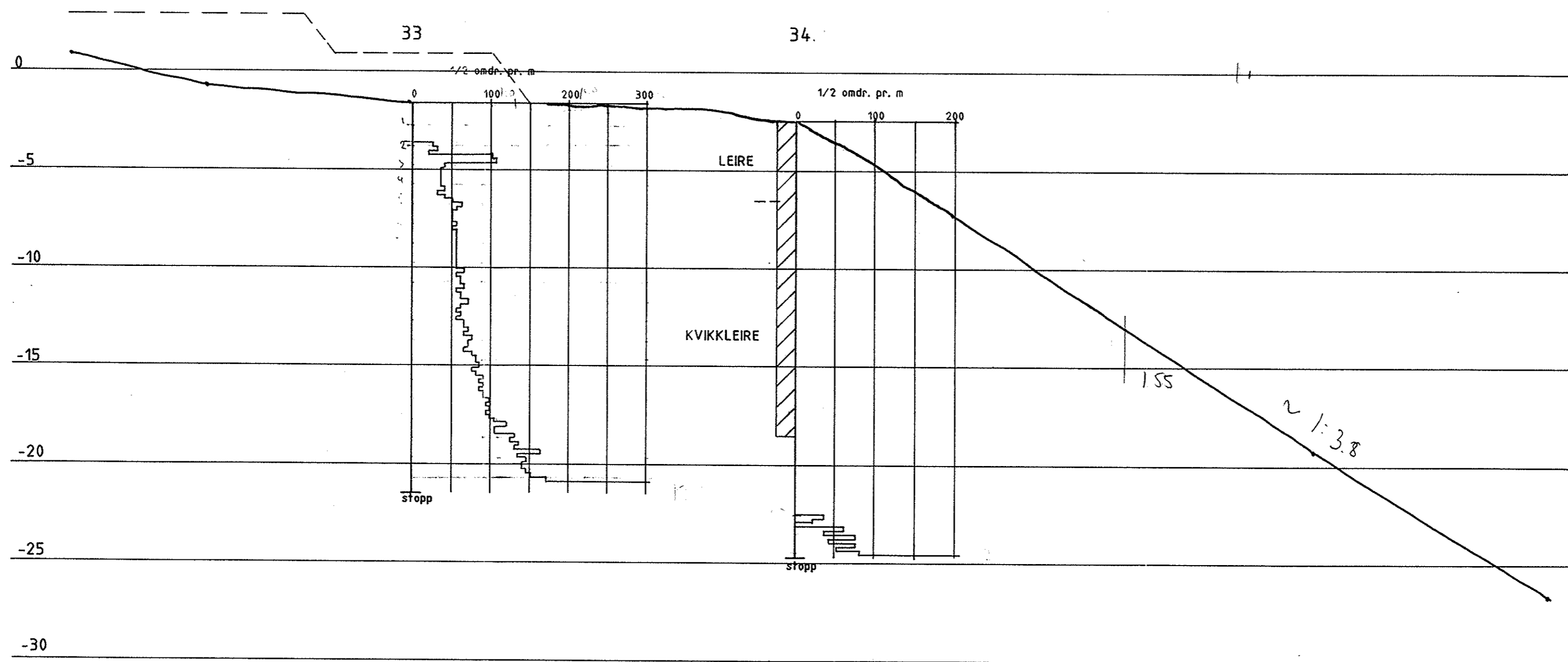



KORR.	KORREKSJONEN GJELDER	SIGN.	DATE
HEMNES KOMMUNE UTFYLLINGSOMRÅDER, FINNEIDE JORDEN OG SØRE JORDEN		MÅLESTOKK LM=1:500 HM=1:200	
PROFIL 4		TEGNET AV ER	
Boreresultater		KONTR.	
		DATE 8.6.93	
		OPDRAG 8994	
		BLAG 7	
Kummeneje Rådgivende ingeniører i Geoteknikk og Ingeniørgeologi		TEGN. NR. 107	

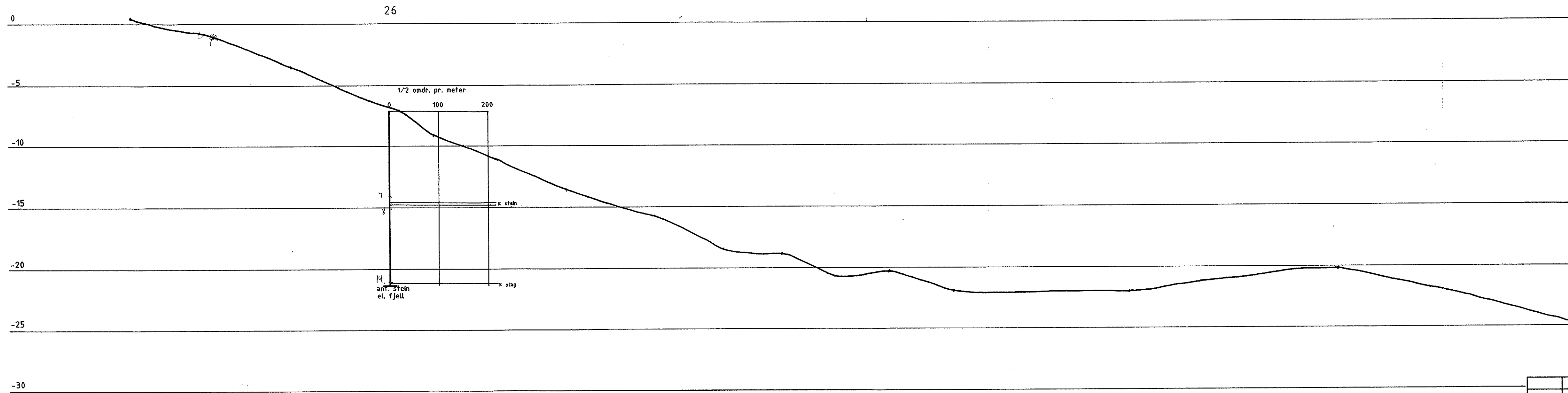


KORR.	KORREKSJONEN GJELDER	SIGN.	DATO
HEMNES KOMMUNE UTFYLLINGSOMRÅDER, FINNEIDFJORDEN OG SØRFJORDEN		MÅLESTOKK LM=1:500 HM=1:200	
PROFIL 5 Boreresultater		TEGNET AV ER	DATO 8.6.93
		KONTR.	OPPDRAG 8994
 Rådgivende ingeniører i Geoteknikk og Ingeniørgeologi		BILAG 8	TEGN. NR. 108

ØFR



KORR.	KORREKSJONEN GJELDER	SIGN.	DATO
HEMNES KOMMUNE UTFYLLINGSOMRÅDER, FINNEIDFJORDEN OG SØRFJORDEN		MÅLESTOKK LM=1:500 HM=1:200	
PROFIL 6 Boreresultater		TEGNET AV ER KONTR.	
		DATO 8.6.93	
		OPPDRAG 8994	
 Rådgivende ingeniører i Geoteknikk og Ingeniørgeologi		BILAG 9 TEGN. NR. 109	



KORR.	KORREKSJONEN GJELDER	SIGN.	DATO
HEMNES KOMMUNE UTFYLLINGSOMRÅDER, FINNEIDFJORDEN OG SØRFJORDEN		MÅLESTOKK LM=1:500 HM=1:200	
PROFIL 7		TEGNET AV ER	
Boreresultater		KONTR.	
		DATO 30.6.93	
		OPPORAG 8994	
		BILAG 10	
Kummeneje Rådgivende ingeniører i Geoteknikk og Ingeniørgeologi		TEGN. NR. 110	

Dybde[m]	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Udreneret skjærstyrke (s_u) i kN/m ²					St		
				20	40	60	80		10	20	30	40	50			
5	LEIRE, homogen	/	01		45	55		17,6 (17,4)	▼	▼	▼				3	
			02		45	55		17,6 (17,4)	▼	▼	▼				7	
	KVIKKLEIRE, homogen	/	03		45	55		17,7 (17,5)	▼	▼	▼				14 (16)	
			04		45	55		18,0 (17,9)	▼	▼	▼				17	
			05		45	55		18,2 (17,9)	▼	▼	▼				28 28	
	10	litt lagdelt	/	06		45	55		18,6 (18,0)	▼(▼)	▼(▼)	▼(▼)				18 (19)
				07		45	55		18,7 (18,3)	▼(▼)	▼(▼)	▼(▼)				73 (37) 60
20																

Enkelt trykkforsøk: σ_1 (strek angir def.% v/brudd) Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret: ▼/▼
 Penetrometerforsøk: □ Konsistensgrenser: W_p ——— W_L Andre forsøk:
 T = Treaksialforsøk \emptyset = \emptyset dometerforsøk K = Kornfordeling

Kummeneje

Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

FINNEIDFJORD

BORPROFIL HULL: 22

Terr.høyde: -1,2 Prøve \emptyset : 54mm

DATO

06/93

TEGNET AV
KS/00

KONTR

OPPDRAG

8994

BILAG
11

TEGN. NR.

111

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Udrenert skjærstyrke (s_u) i kN/m ²					St	
				20	40	60	80		10	20	30	40	50		
5	LEIRE, mager-siltig bløt	08			45			17,9 (17,8)	▼ (▼)						(3)
										▼ (▼)					
10	KVIKKLEIRE, siltig	09			45			17,9 (17,9)	▼	▲					24
										▼	▲				
15	KVIKKLEIRE, m. magre partier	10			45			18,8 (18,2)	▼ (▼)	▼					50 (24)
										▼ (▼)	▼				
20	KVIKKLEIRE, litt lagdelt m. tynne siltlag	11			45			18,7 (18,5)	▼ (▼)	▼					100 (60) (49)
										▼ (▼)	▼				
25	KVIKKLEIRE, meget lagdelt m. tynne siltlag	12			45			18,4 (17,8)	▼ (▼)	▼					55 (40)
										▼ (▼)	▼				
30	KVIKKLEIRE, meget lagdelt m. tynne siltlag	13			45			18,6	▼ (▼)	▼					33 (28)
										▼ (▼)	▼				
35	KVIKKLEIRE, meget lagdelt m. tynne siltlag	14			45			19,8 (19,8)	▼ (▼)	▼					(34) (77) 100
										▼ (▼)	▼				

Enkelt trykkforsøk: $\sigma_1 - \sigma_3$ (strek angir def.% w/brudd) Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret: ▼ / ▽
 Penetrometerforsøk: □ Konsistensgrenser: $W_p \rightarrow W_L$ Andre forsøk:
 T = Treksialforsøk θ = θ dometer forsøk K = Kornfordeling

Kummeneje

Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

FINNÉIDFJORD

BORPROFIL HULL: 34

Terr.høyde: -2,5 Prøve ϕ : 54mm

DATO

06/93

TEGNET AV
KS/00

KONTR

OPPDRAG

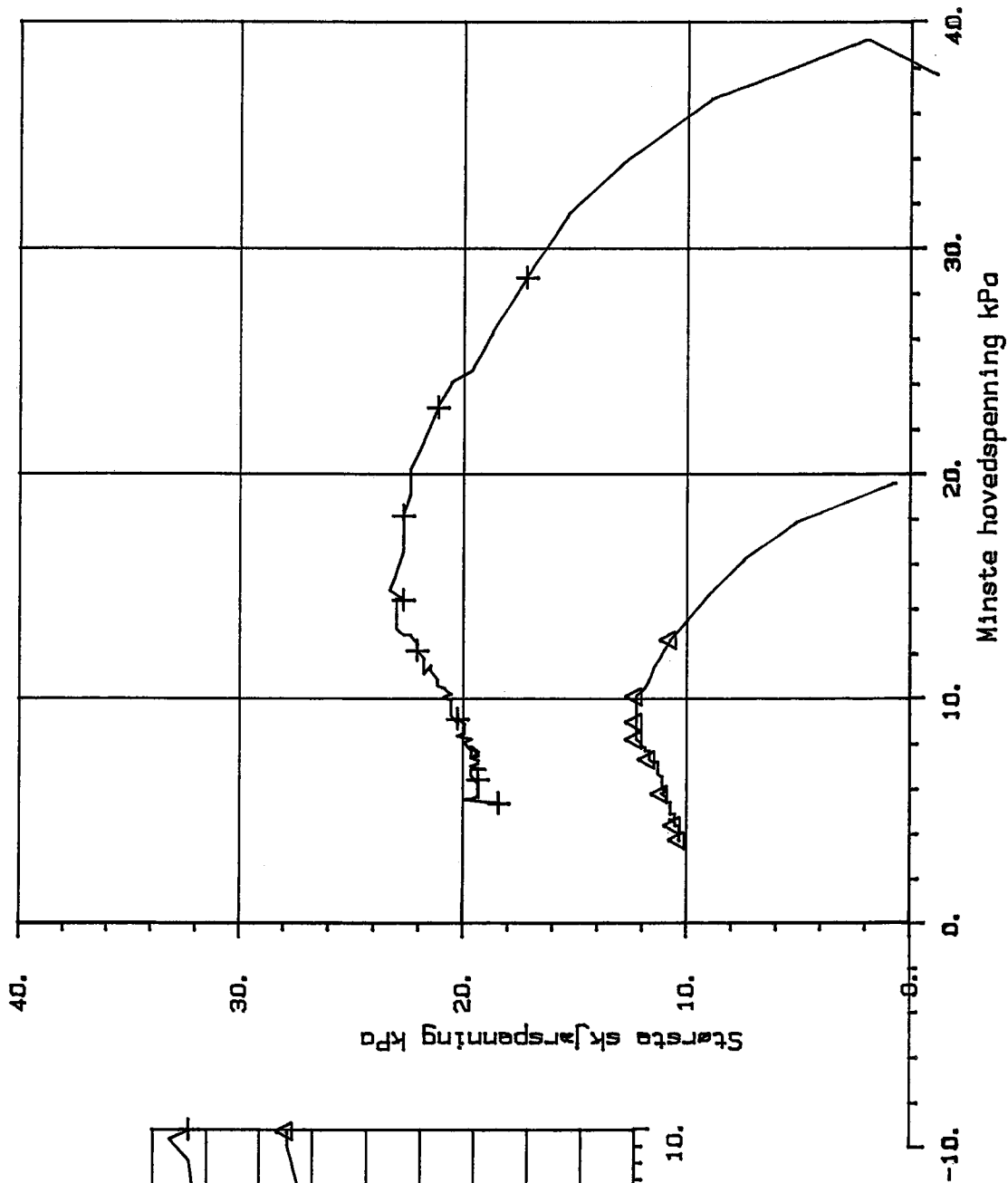
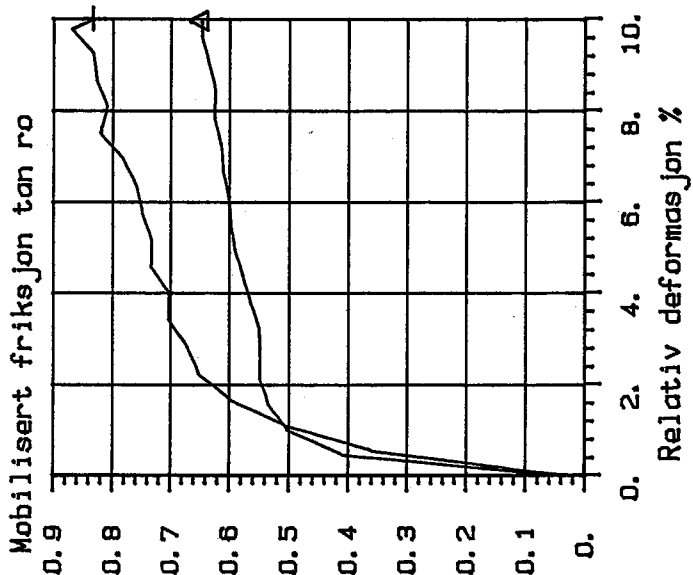
8994

BILAG
12

TEGN. NR.

112

SYMB	Boringnr.	Dybde, m	Labnr.	Forsøks- type	Jordart
+	22	2.50	02	CIU	LEIRE
Δ	22	2.40	02	CIU	LEIRE



Kummeneje

Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

FINNEIDFJORD

TREAKSIALFORSØK

16 JUNE, 1993

MÅLESTOKK

—

TEGNET AV

—

DATO

06/93

OPPDRAG

8994

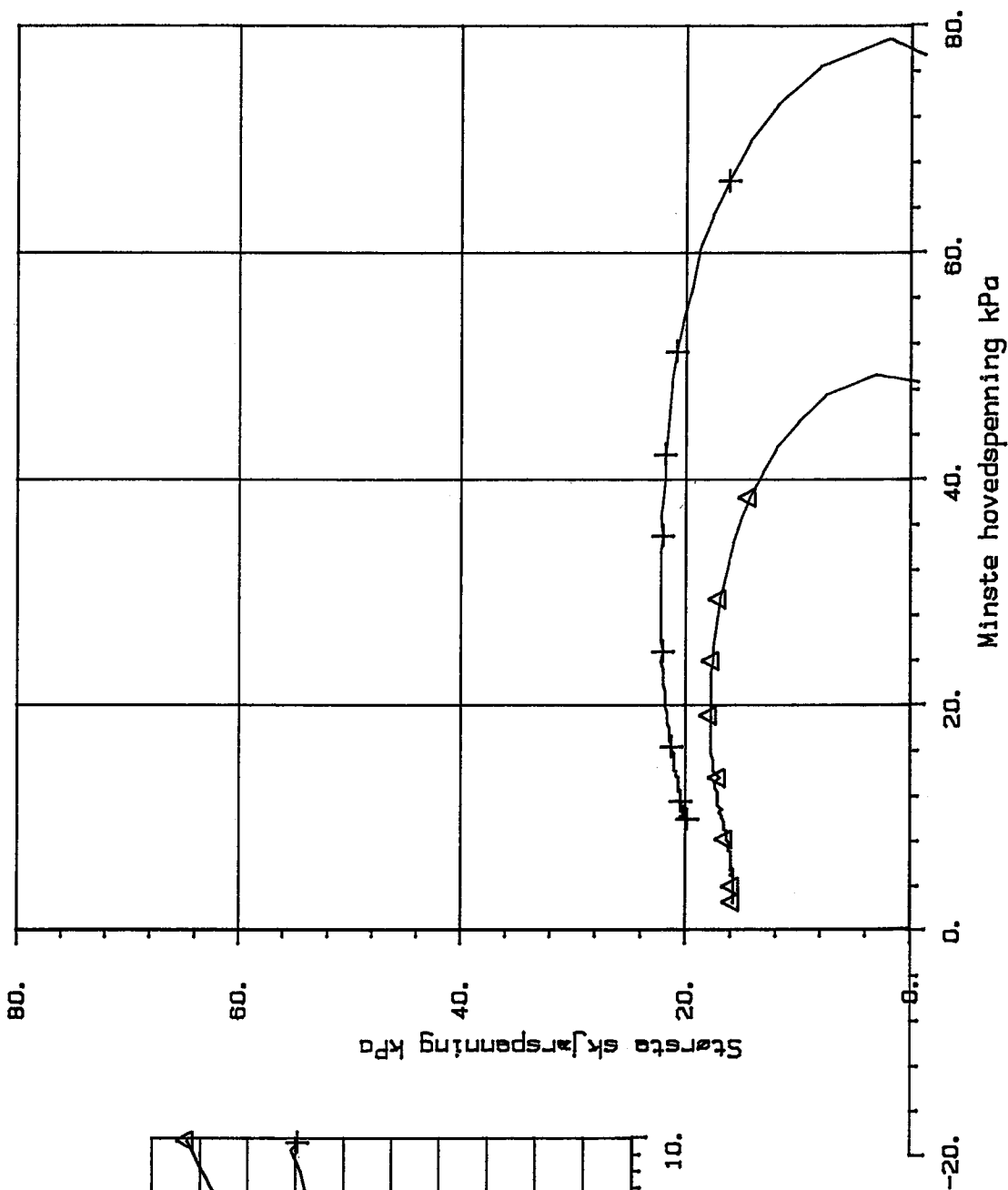
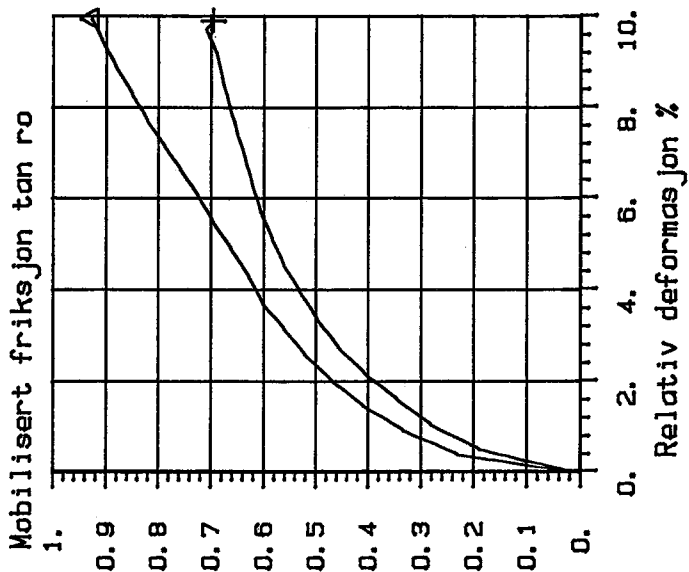
BILAG

13

TEGN. NR

113

SYMB Boringnr. Dybde, m Labnr. Forsøkttype Jordart
 + 22 8.35 05 CIU KVIKKLEIRE
 Δ 22 8.25 05 CIU KVIKKLEIRE



Kommune

Rådgivende ingeniører i
 Geoteknikk og Ingeniørgeologi

FINNEIDFJORD

TREAKSIALFORSØK
 17 JUNE, 1993

MÅLESTOKK

—

TEGNET AV

—

DATO

06/93

OPPDRAG

8994

BILAG

14

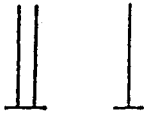
TEGN. NR

114

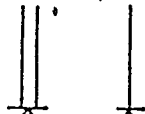
MARKUNDERSØKELSE R.

Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt fjell eller annen fast grunn.

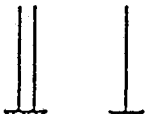
AVSLUTNING AV BORING (GJELDER ALLE SONDERINGSTYPER).



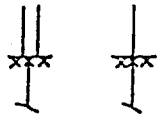
Boring avsluttet
(årsak ikke angitt)



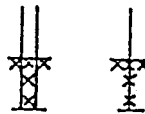
Antatt sten,
morene, sand
o.l.



Antatt fjell

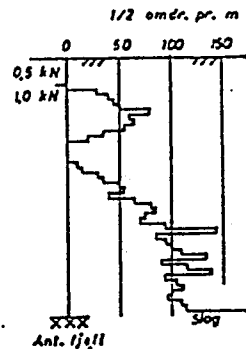


Boret i antatt
fjell. (Hvis
overgangen er
ukjent, settes
spørsmålstegn.)



Boret i fjell
og kjerne opp-
tatt.

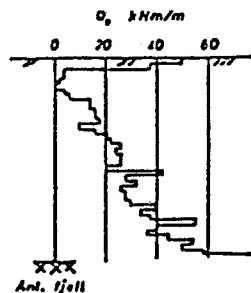
- Dreiesondering**
utføres med 22 mm stålstenger med glatte skjøter påsatt en 200 mm lang spiss av firkantstål som er tilspisset i enden og vridd en omdreining. Boret belastes med inntil 1 kN og hvis det ikke synker for denne last, dreies det ned med motor eller for hånd. Antall halve omdreininger pr. 20 cm synkning noteres. Ved opp-tegninger vises antall halve omdreininger pr. meter synkning grafisk med dybden i borchullet og belastningen angis til venstre for borchullet.



- Totalsondering**
Totalsondering kombinerer dreictrykkssondering og fjellkontrollboring. Det brukes hydraulisk drevet borrhøg. Boring gjennom stein og blokk og ned i berg utføres ved slag og spyling.

Boredata (nedpressingskraft, synkhastighet, spyletrykk etc.) måles ved elektriske givere og overføres automatisk til en elektronisk registreringsenhet (Geoprinter). Resultatene tegnes opp vha. EDB.

- Ramsondering**
Utføres med 32 mm stålstenger med glatte skjøter og en normert spiss. Boret rammes ned i grunnen av et fall-lodd med vekt 0,635 kN og konstant fall-høyde 0,6 m. Motstanden mot nedramming registreres ved antall slag pr. 20 cm synkning.



Rammemotstanden

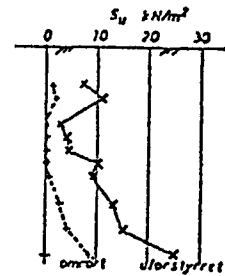
$O_{00} = \frac{\text{Loddvekt} \times \text{fallhøyde}}{\text{synkning pr. slag}}$ (kNm/m) angis i diagram som funksjon av dybden.

- Fjellkontrollboring**
utføres med 32 mm stenger med muffeskjøter og hardmetallkroner nederst. Boret drives av en tung trykkluftdrevet borhammer under spyling med vann av høyt trykk. Når fjell er nådd, bores noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 meter, under registrering av borsynk for sikker påvisning.

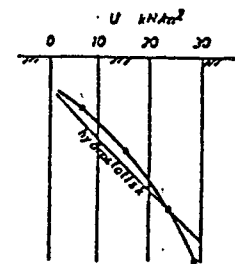
- Prøvetaking**
utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper. **Uforstyrrede prøver** tas opp med NGI's 54 mm stempeprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveggede stålsylindere med innvendig diameter 54 mm og lengde 80 cm (evt. 40 cm). Prøvene forsegles i begge ender for å hindre uttørring før de åpnes i laboratoriet.

Representative prøver tas med forskjellige typer støtbor- og ram-prøvetaker, ved sandpumpe i nedspylte eller nedrammede foringsrør, av oppspylt materiale ved nedspyling av foringsrør og ved skovlboring i de øvre lag. Slike prøver tas hvor grunnen ikke egner seg for vanlig sylindprøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstillende formålet.

- Vingeboring**
bestemmer udrenert skjærstyrke (s_u) av leire direkte i marken (in situ). Måling utføres ved at et vingekor, som er presset ned i grunnen, dreies rundt med bestemt jevn hastighet til brudd i leira. Maksimalt dreiemoment gir grunnlag for å beregne leiras udrenerte skjærstyrke, som også måles i omrørt tilstand etter brudd.

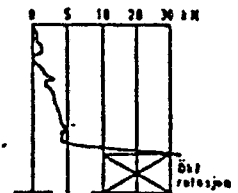


- Porevanntrykket**
I grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten hydraulisk som stighøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer over terreng) eller elektronisk ved hjelp av en direkte trykkmåler innenfor filteret.



- Grunnvannstanden** observeres vanligvis direkte ved vannstand i borchullet.

- Dreietrykkssondering**
utføres med 36 mm glatte skjøtbare stålstenger påsatt en normert spiss. Borchangen trykkes ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant rotasjon 25 omdr./min. Sonderingsmotstanden registreres som den til enhver tid nødvendige nedpressingskraft for å holde normert nedtrengningshastighet. Når motstanden øker slik at normert nedtrengningshastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet.



LABORATORIEUNDERSKØKELSER.

Ved åpning av prøven beskrives og klassifiseres jordarten. Videre kan bestemmes :

Romvekt
(γ i kN/m³) for hel sylinder og utskåret del.

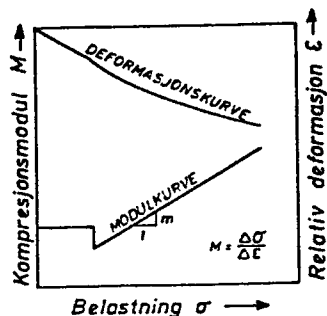
Vanninnhold
(w i %) angitt i prosent av tørrvekt etter tørking ved 110 °C.

Flytegrense
(w_L i %) og utrullingsgrense (w_p i %) som angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk (formbart) område av leirmateriale. Differansen w_L - w_p benevnes plastisitetsindeks. Er det naturlige vanninnhold over flytegrensen, blir materialet flytende ved omrøring.

Udrenert skjærstyrke
(s_u i kN/m²) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt 3,6 x 3,6 cm² (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt registreres og skjærstyrken tas ut av en kalibreringstabell. Penetrometer, som også er en indirekte metode basert på innsynkning, brukes særlig på fast leire.

Sensitiviteten (S)
er forholdet mellom udrenert skjærstyrke av uforstyrret og omrørt materiale, bestemt på grunnlag av konusforsøk i laboratoriet. Med kvikkleire forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, omrørt skjærstyrke < 0,5 kN/m².

Kompressibilitet
av en jordart ved ødometerforsøk. En prøve med tverrsnitt 20 cm² og høyde 2 cm belastes trinnvis i et belastningsapparat med observasjon av sammentrykningen for hvert trinn som funksjon av tiden. Resultatet tegnes opp i en deformasjons- og modulkurve og gir grunnlag for setningsberegning.



Humusinnhold
(relativt) ut fra fargeomslag i en natronlutopløsning.

En nøyaktigere metode er våt-oksydasjon med hydrogenperoksyd der humusinnholdet settes lik vektetapet (evt. glødetapet ved humusrike jordarter) og uttrykkes i vektprosent av tørt materiale.

Saltinnhold
(g/l eller o/oo) i porevannet ved titrering med sølvnitrat-oppløsning og kaliumkromat som indikator.

Kornfordeling
ved siktning av fraksjonene større enn 0,06 mm. For de finere partikler bestemmes den ekvivalente korndiameter ved hydrometeranalyse. En kjent mengde materialer slemmes opp i vann og romvekten av suspensjonen måles i en bestemt dybde som funksjon av tiden. Kornfordelingen kan så beregnes ut fra Stoke's lov om kulers sedimentasjons hastighet.

Fraksjonsbetegnelse	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse mm	< 0,002	0,002-0,06	0,06-2	2-60	60-600	> 600

Jordarten
benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den dominerende, og adjektiv for medvirkende fraksjon. Jordarten angis som leire når leirinnholdet er over 15%. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle kornstørrelser fra leir til blokk.

Organiske jordarter
klassifiseres etter opprinnelse og omdanningsgrad (torv, gytje, dy, matjord).

	Fjell		Silt		Torv
	Blokk		Leire		Trerester
	Stein		Fyllmasse		Skjell
	Grus		Matjord		Moreneleire
	Sand		Gytje, dy		Grusig morene

Anmerking

- T = tørrskorpe
- Leire: R = resedimenterte masser
- K = kvikkleire
- Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.
- Morene vises med skyggelegging.
- For konkresjoner kan bokstavsymboler settes inn i materialsignaturen:
 - Ca = kalkkonkresjoner
 - Fe = jernkonkresjoner
 - AH = aurhelle

SPESIELLE UNDERSØKELSER.SPESIELLE MARKUNDERSØKELSER.Feltkompressometer

benyttes for undersøkelse av grunnens kompressibilitet direkte i marken. I prinsippet består utstyret av en skrueplate med diameter 16 cm som kan skrues ned til ønsket dybde.

For hver valgt dybde utføres et belastningsforsøk ved hjelp av en jekk og sammenhengen mellom belastning og setning registreres.

Resultatene fremstilles som deformasjonskurver og derav kan regnes modultall (m) som uttrykk for grunnens kompressibilitet og benyttes ved setningsberegning.

Permeabilitetsmåling

in situ utføres ved infiltrasjonsforsøk eller prøvepumping. Infiltrasjonsforsøk kan for eksempel utføres ved hjelp av et piezometer som fylles opp med vann og synkehastigheten måles. Ved prøvepumping må vannstanden observeres i flere punkter i forskjellig avstand.

Korrosjonssondering

utføres med en sonde av stål med isolert magnesium-spiss (NGI's type). Strømstyrke og motstand måles i forskjellige dybder i grunnen og derav kan regnes en relativ depolarisasjonsgrad samt grunnens spesifikke motstand. Ut fra dette kan korrosjonshastigheten for stål vurderes.

Feltkontroll av komprimeringsgrad.

Komprimeringsgraden for oppfylt materiale er forholdet mellom oppnådde tørr-romvekt γ_d ved feltkomprimering og maksimal tørr-romvekt $\gamma_d \text{ max.}$ bestemt ut fra standardiserte komprimeringsforsøk i laboratoriet.

- Sandvolummeter- og vannvolummetermetoden.

I felten bestemmes γ_d ved å måle volumet av en utgravd prøve og å veie det utgravde materiale i fuktig og tørr tilstand. Volumet av prøven bestemmes ved å fylle det utgravde hull med en tørr sand med kjent romvekt, eller ved å forsegle hullet og fylle det opp med vann. Ut fra kjente data kan således vanninnhold og tørr-romvekt av det utgravde materialet bestemmes. Denne metode kan benyttes i relativt finkornig og ensgradert materiale.

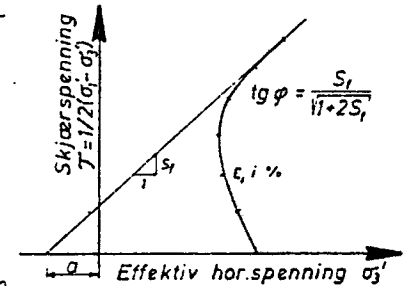
- Platebelastningsforsøk.

I grov og samfengt masse (grov grus, finsprengt stein o.lign.) gir sandvolummeter og vannvolummetermetoden utfredsstillende nøyaktighet, og komprimeringen av slikt materiale undersøkes ved å bestemme oppfyllingens elastisitetsmodul ut fra platebelastningsforsøk.

En sirkulær plate med $\varnothing = 30$ cm plasseres på den komprimerte grunnen og belastes trinnsvis samtidig som nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning avsettes i diagram og elastisitetsmodulen E beregnes. Den målte elastisitetsmodul sammenholdes med oppsatte krav til elastisitetsmodul ut fra aktuelle belastningsforhold, og forholdet mellom disse verdier betegnes komprimeringsgrad.

SPESIELLE LABORATORIEUNDERSØKELSER.Skjærstyrkeparametrene,

friksjonsvinkel (φ) og attraksjon (a i KN/m^2 , evt. kohesjon $c = a \cdot \text{tg } \varphi$) bestemmes ved triaksialforsøk på små prøver i laboratoriet. En sylindrisk prøve konsolideres for et allsidig trykk og vertikalbelastningen økes deretter til brudd. Under forsøket måles poretrykk, slik at effektive spenninger kan beregnes (totaltrykk minus poretrykk).



Forsøket fremstilles oftest som en vektor i et hovedspenningsdiagram.

Permeabilitetskoeffisienten

(k i cm/s) er strømningshastigheten for vann gjennom materialet ved en hydraulisk gradient lik 1,0. I laboratoriet måles permeabiliteten ved direkte vanngjennomgangsforsøk på små prøver for konstant eller fallende potensial. Dette kan gjøres i triaksialapparat for finkornige prøver eller i større apparatur for mer grovkornige prøver.

Maksimal tørr-romvekt og optimalt vanninnhold etter Proctor-metoden.

Ved komprimering av jordartsmateriale oppnåes tettete lagring av mineral-kornene, dvs. høyest tørr-romvekt, når vanninnholdet i materialet har en bestemt verdi under komprimeringsarbeidet. Materialets egenskaper som stabilitet øker, og kompressibiliteten avtar med økende lagringstetthet.

I laboratoriet bestemmes det optimale vanninnholdet ved å komprimere prøver av materialet med varierende vanninnhold etter en standardisert forskrift, Proctormetoden. De samnhørende verdier for prøvenes vanninnhold og tørr-romvekt beregnes og plottes i et diagram med tørr-romvekt som funksjon av vanninnholdet. Den høyest oppnådde tørr-romvekt betegnes som $\gamma_d \text{ max.}$ og det tilhørende vanninnhold w_{opt} .

CBR-forsøk.

For materialer som inngår i veg- og eller flyplassoverbygning, eller trafikkbelastet grunn forøvrig, kan dimensjonerende bæreevne semiempirisk bestemmes ut fra belastningsforsøk etter CBR-metoden (California Bearing Ratio).

Materialet som skal undersøkes komprimeres lagvis ved optimalt vanninnhold i en sylinder med volum ca. 2,3 l. Komprimeringsarbeidet tilsvarende Modifisert Proctor. Deretter settes sylindren med prøve i vannbad i 96 timer for fullstendig vannmetning. Etter vannmetning påføres prøven belastning ved at et stempel med areal 3 inch² med konstant bevegelseshastighet = 0,05 inch pr. min. presses ned i denne. Rundt stempelet på prøvens overflate er prøven belastet med blyringer med vekt som tilsvarende vekten av evt. overbygning. Stempelkraften ved 0,1" og 0,2" inntrykking av stempelet registreres og sammenlignes med verdier for tilsvarende inntrykking på et referansemateriale. Forholdet mellom den avleste kraft og referansekraften beregnes i prosent og betegnes CBR-verdi. Dersom CBR-verdien ved 0,2" er høyere enn ved 0,1" stempelinntrykking kan denne verdien rapporteres som materialets CBR-verdi hvis dette forhold bekreftes ut fra forsøk på 2 prøver.