

# AS Eiendomsanering

## Områdestabilitet, Støperistranda

Grunnundersøkelser

Geoteknisk rapport 06-34 nr. 2 - rev. 1



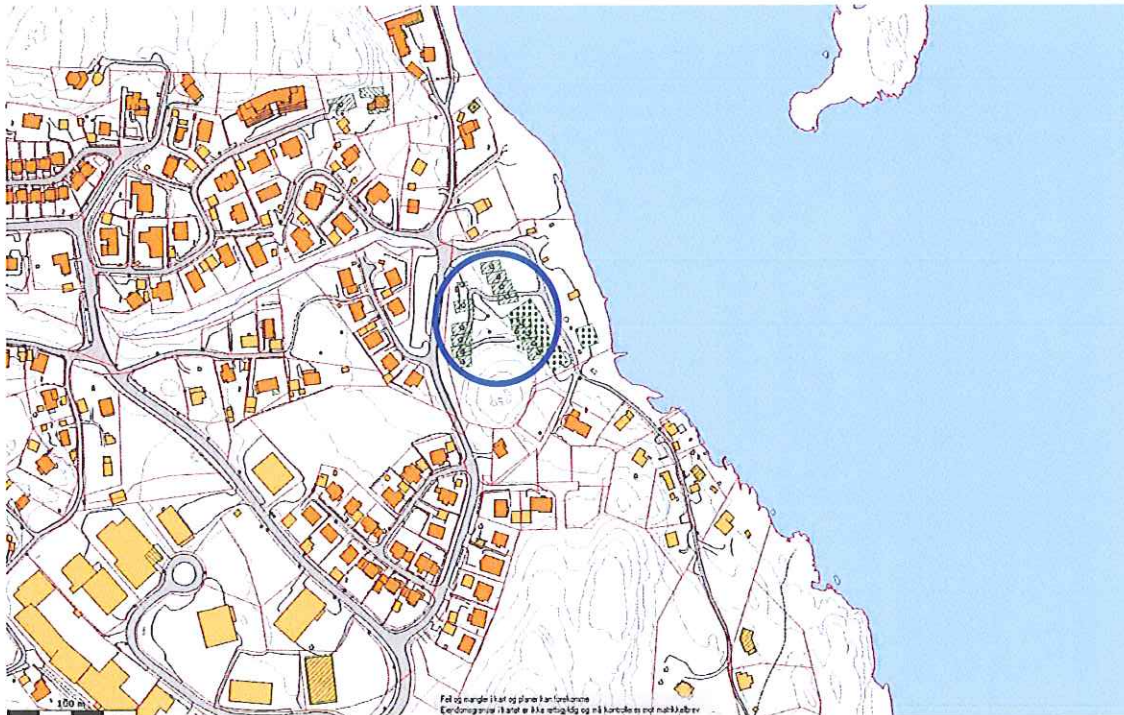
Bilde av området tatt mot øst

Prosjektnr: 06-34	Dato: 02.08.11	Saksbehandler: SKA
Kundenr: 1102	Dato: 02.08.11	Sidemannskontroll:

Anita Løvlien  
for Stien Kåstadvik  
Per degen

Fylke: Vestfold	Kommune: Larvik	Sted: Holmejordet
Adresse: Støperiveien	Gnr: 4047	Bnr: 5

Tiltakshaver: AS Eiendomsanering  
 Oppdragsgiver: Cowi AS  
 Rapport: 06-34 nummer 3  
 Rapporttype: Geoteknisk resultatrapport  
 Stikkord: Grunnundersøkelser, stabilitet  
 UTM: Sone 32 - 6542975 (nord) 558810 (øst)



<b>INNHold</b>	<b>Side</b>
1. Innledning	3
2. Utførte undersøkelser	3
3. Grunnforhold	3
4. Stabilitet	5
5. Videre geoteknisk bistand	6
6. Referanser	6
<b>Bilag</b>	<b>Nr</b>
Situasjonsplan m/ boredybder	1
Terrengprofil m/ borerresultater	2
Borerresultater	3 – 5
Løsmasseprofil	6 – 7
Kornfordelingskurve	8
Resultat fra treaksialforsøk	9 – 10
Detaljert utregning av skjærstyrkeprofiler	11 – 12
Koordinat- og borpunktliste	13
Resultat fra stabilitetsberegning	14
<b>Tillegg</b>	
Eksempel på totalsondering /m forklaring	1
Forklaring av trykksondering (CPTU)	3
Forklaring av løsmasseprofil	11

## 1. Innledning

AS Eiendomsanering planlegger bygging av leiligheter og garasjer på Støperistranda i Larvik kommune. Områdets beliggenhet er vist på oversiktskartet på side 2.

Tomta ligger i et boligområde med middels faregrad for kvikkleire, dette medfører at Larvik kommune/NVE krever dokumentasjon på at områdestabiliteten er tilfredsstillende før utbygging. Løvlien Georåd AS har fått i oppdrag å utføre grunnundersøkelser for å kunne vurdere dagens stabilitet i området. Vår oppdragsgiver er AS Eiendomsanering som har vært representert ved Sverre R. Sundsten.

## 2. Utførte undersøkelser

Det er utført 3 totalsonderinger, 2 naverboringer med opptak av 6 prøver, 2 prøvetakinger med opptak av 5 stk uforstyrrede 54 mm sylinderprøver samt en CPTU trykksondering. Løvlien Georåd AS har tidligere utført grunnundersøkelser (06-34\_1) på tomte hvor leilighetene er planlagt bygd, disse boringene er markert som punktID\_06. Borpunktene plassering er vist på situasjonsplanen, bilag 1. I tillegg er det utarbeidet et terrengprofil med boreresultater gitt i bilag 2.

Grunnboringene ble utført av Akershus Grunnboring i perioden 22 – 23.06.2011 med hydraulisk borerigg. Sonderingene er digitalt registrert og overført. Totalsonderingene og CPTU sonderingen er vist som enkeltsonderinger i bilag 3 – 5 og sonderingsmetodene er forklart i tillegg 1 og 3.

På vår oppfordring ble den 20.05.2011 utført innmåling av grense for bart fjell.

### Laboratoriarbeid

Det er utført visuell klassifisering og beskrivelse samt måling av vanninnhold på samtlige prøver. I tillegg er det utført konusforsøk, kornfordelingsanalyse og aktivt treaksialforsøk på 4 sylinderprøver. Resultatene er vist på bilag 6 – 10. Forklaring på løsmasseprofil er gitt i tillegg 11.

### Målearbeid

Vi har utført utsetting og innmåling med GPS-landmålingsutstyr. Basert på dette målearbeidet og utførte grunnboringer, har vi utarbeidet en koordinat- og borpunktliste på bilag 13.

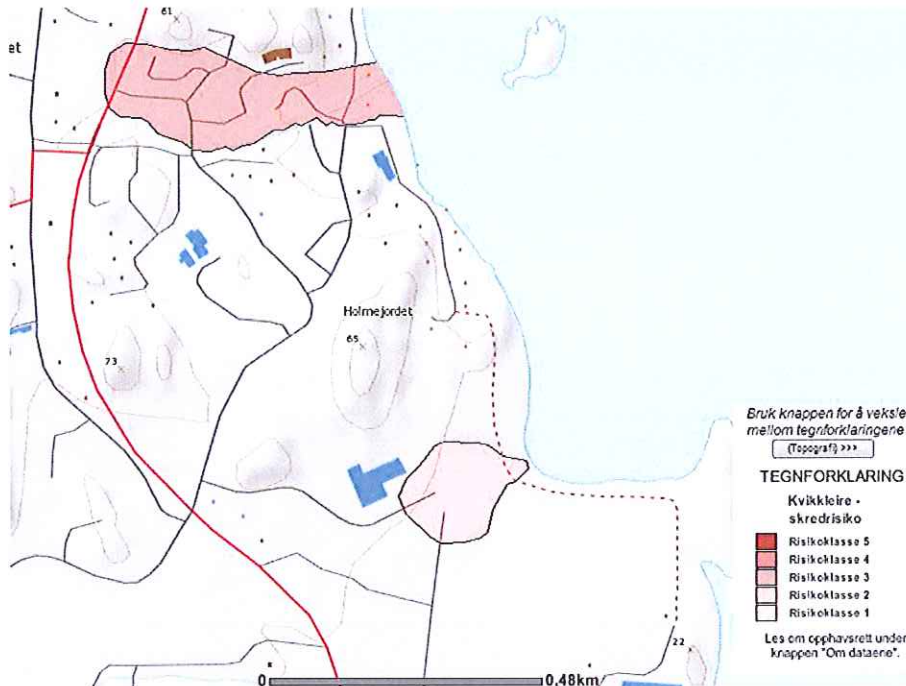
## 3. Grunnforhold

### Topografi

Sør for tomte ligger en fjellknaus som har en helning 1:2. Terrenget skrår fra tomte oppover mot vest med ca helning 1:8.

### Løsmasser

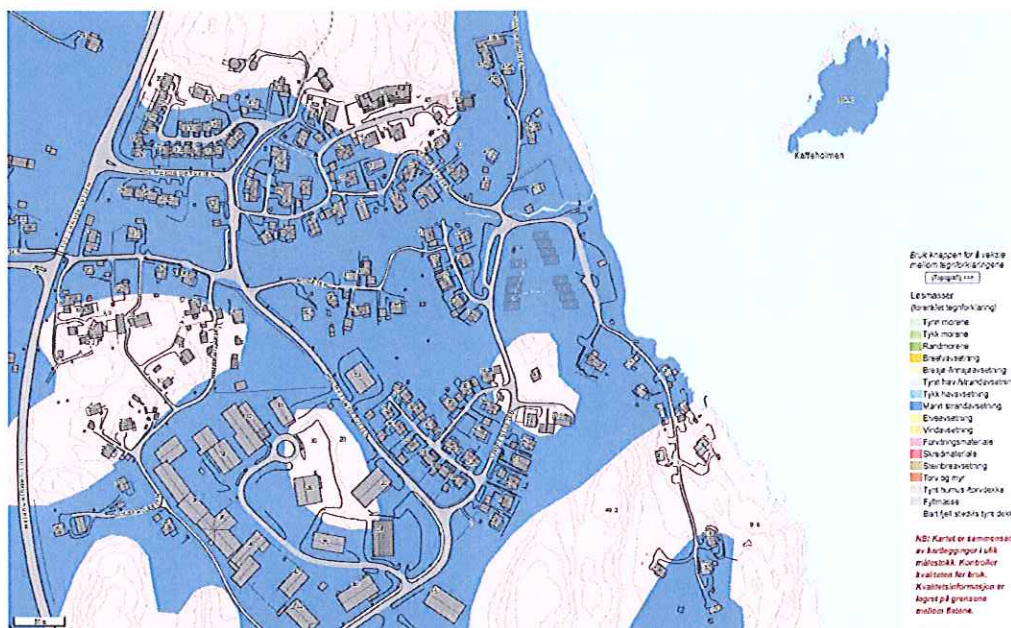
Faresonekart fra [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no) viser at tomte ligger i et område som er klassifisert som risikoklasse 4 for kvikkeleireskred, se bildet på neste side. Dette tilsier at NVE i sitt regelverk krever en områdestabilitet på minimum  $\gamma_M \geq 1,4$  før utbygging.



Faresonekart fra [ww.skrednett.no](http://ww.skrednett.no)

Løsmassekart fra Norges geologiske undersøkelse, [www.ngu.no/kart/losmasse](http://www.ngu.no/kart/losmasse), indikerer at løsmassene på området består av marin strandavsetning og dels bart fjell med stedvis tynt dekke, se bildet nedenfor.

Dette samsvarer med resultat fra laboratorieundersøkelsene som viser at løsmassene består av et tørrskorpelag på ca 1 m over bløt leire med varierende mektighet mellom 3 – 11 m. Videre et lag med middels til høy sonderingsmotstand, antatt morene. Konusforsøk viser at leirlaget har en sensitivitet mellom 162 – 299 som viser sensitive masser/kvikkleire. Målt vanninnhold varierer fra 20 – 43 % og kornfordelingskurvene viser en leirfraksjon fra 32 – 45 %.



Løsmassekart fra NGU  
Blått = Marin strandavsetning

Røsa = Bart fjell, stedvis tynt dekke

### Grunnvann

Ingen registreringer er utført.

### Fjell

Utførte totalsonderinger viser at fjelldybden varierer fra 7,8 m – 15,3 m. Totalsonderingene viser at dybde til fjell avtar midt i profilet, mens dybden til fjell igjen øker ned mot tomta.

## 4. Stabilitet

Innmålt bart fjell i området er vist på bilag 1. På bakgrunn av disse innmålingene er maksimal helning av terrenget i området avlest langs to profiler for å kunne vurdere eventuelle faresoner for kvikkeleireskred. De to profilene er illustrert som Profil A og Profil B på bilag 1. Terrenget langs Profil A har en maksimal helning på ca 1:7, mens terrenget langs profil B har en maksimal helning på ca 1:8,5. I tillegg til stedvis innmålt fjell i området rundt profil B, vurderer vi at faresonen for et eventuelt kvikkeleireskred ligger langs profil A. Profilet er vist på bilag 2. Området nord for bekken er ikke vurdert da et eventuelt skred i dette området ikke antas å påvirke det aktuelle området.

Aktive treaksialforsøk av den bløte leira er brukt for å tolke aktivt skjærstyrkeprofil. NVE sine retningslinjer krever 15 % reduksjon av tolket skjærstyrke fra treaksialforsøk på blokkprøver og tolkning av CPTU sonderinger, ref. /1/. Tolket skjærstyrke fra treaksialforsøkene på sylinderprøvene er redusert med 15 % for en konservativ tilnærming. Resultat fra forsøkene er vist i bilag 9 og 10.

De to treaksialforsøkene fra borpunkt 2 viser at leiren har en svakt økende skjærstyrke med dybden, 0,9 kPa pr meter.

Treaksialforsøkene fra borpunkt 3 viser at leiren har avtagende styrke med dybden. Dette samsvarer med resultat fra totalsonderingen i dette borpunktet hvor det er indikert et lagskille på ca 5,8 m hvor sonderingsmotstanden avtar. Det antas derfor to leirlag med tilsvarende økende skjærstyrke med dybden som i punkt 2, på ca 1 kPa pr meter.

Følgende skjærstyrkeprofil for leira er beregnet:

Borpunkt 2	
Dybde [m /u terreng]	$S_{uA}$ [kPa]
1,0	29,0
12,3	39,2

Borpunkt 3	
Dybde [m /u terreng]	$S_{uA}$ [kPa]
1,5	30,0
5,8	34,3
5,81	23,0
7,5	24,6

Detaljert utregning av de to skjærstyrkeprofilene er vist i bilag 11 og 12.

Følgende materialparametere er satt for tørrskorpelaget:  $a = 0$  kPa,  $\varphi = 32^\circ$ , ref. /1/. Morenelaget har antatt følgende materialparametere:  $a = 5$  kPa,  $\varphi = 37^\circ$ .

GeoSuite Stability med beregningsmetode BEAST2003, er brukt for stabilitetsanalyser av profilet. Forholdet mellom aktiv, direkte og passiv skjærstyrke er satt til:

$S_{uA}$	$S_{uD}$	$S_{uP}$
1,0	0,7	0,3

Beregningene gir en sikkerhetsfaktor på  $\gamma_M = 1,56$  med oppgitte materialparametere. Beregningen er vist i bilag 14. Drenert a- $\phi$  analyse er ikke utført da beregningsmessig sikkerhet i udrenert tilstand er tilfredsstillende iht. til NVE sine retningslinjer.

Som følge av at bygningsmassen i området består av bolighus og lette lagerbygg, vurderer vi at eventuelle seismiske påkjenninger vil påvirke løsmassene i svært liten grad. Seismiske påkjenninger er følgelig ikke vurdert.

### Konklusjon

Stabilitetsanalyser med oppgitte materialparametere gir en beregningsmessig sikkerhetsfaktor som tilfredsstillende kravene i NVE sine veiledere om bygging i fareområder med kvikkleirer og jordarter med sprøbruddegenskaper. Vi kan ikke se at dette nå hindrer bebyggelse av gnr. 4047 bnr. 5. Videre geoteknisk prosjektering av tiltaket på tomte er nødvendig for å unngå kritiske situasjoner mhp. stabilitet under bygging og permanent situasjon etter utbygging.

## 5. Videre geoteknisk bistand

Foreliggende rapport vurderes å gi tilstrekkelig informasjon om områdestabiliteten. Rapporten sendes Grunnteknikk AS for uavhengig 3. parts kontroll. Om ønskelig kan vi bidra med geoteknisk prosjektering av tiltaket på tomte.

## 6. Referanser

- /1/ «Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag» Retningslinjer 1 – 2008, revidert 2009. NVE

0 20 40 60 80 100  
 Horizontal skala 1:1500



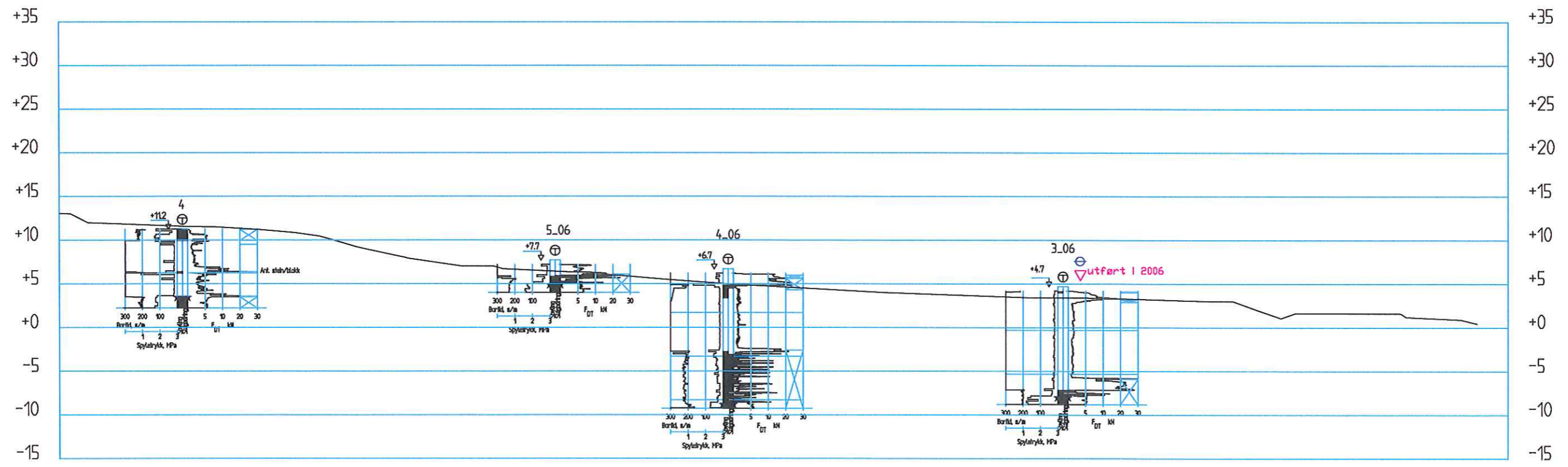
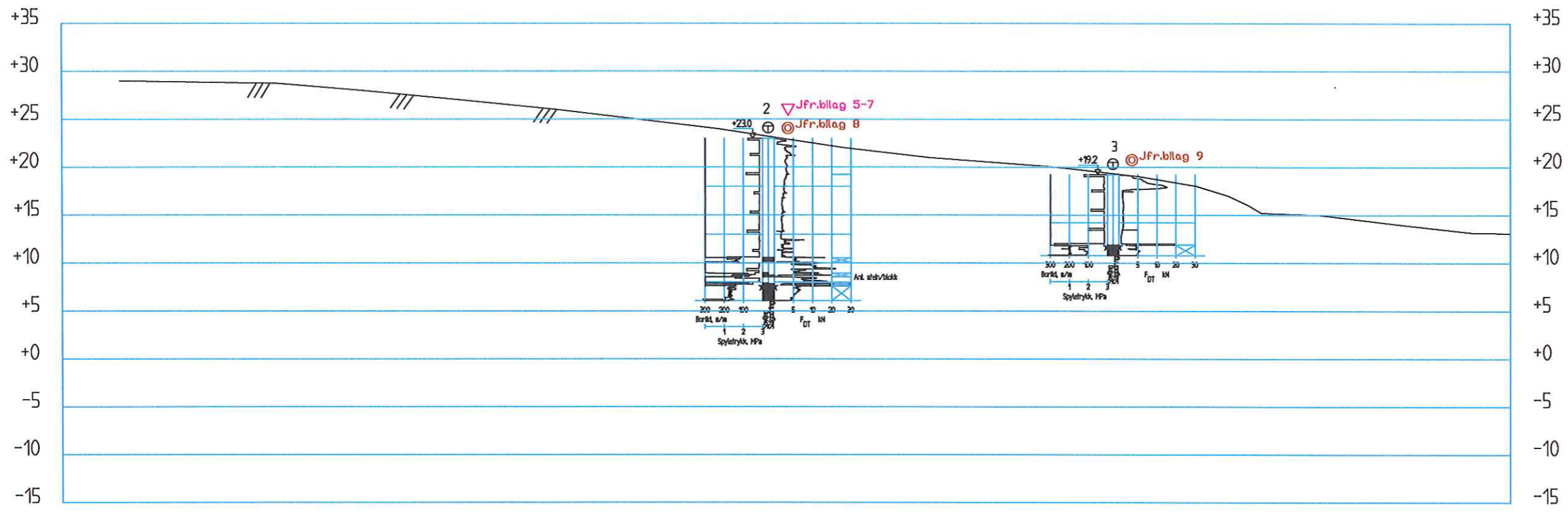
TOTALSONDERING  $\oplus$  UTFØRT-2006  
 VANNSTANDSRØR  $\oplus$   
 PKT.NR. TERRENGNIVA BORDYBDE+BORET I FJELL  
 TOTALSONDERING  $\oplus$  FJELLNIVA  
 CPTU  $\nabla$   
 PRØVESERIE  $\odot$

**LØVLIE GEORÅD**  
 Geoteknikk - Prosjektadministrasjon  
 Narmovegen 191  
 Postboks 3022  
 2318 Hamar  
 Telefon: 95 48 50 00  
 E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver	Gnr/bnr.	Bilag
AS Eiendomsanering	4047/8-5	1
Oppdragsgiver	Prosjekt.nr.	Tegn.nr.
ASEiendomsanering	06-34	201
Prosjekt	Dato	Revisjon
Støperistranda, Larvik	13.07.11	02.08.11
Tegningstittel	Tegn/Kontr.	Målestokk
Situasjonsplan m/boreddybder	AL	1:1500



Horisontal skala 1:500



PKT.NR.  
TOTALSONDERING ⊕  
CPTU ▽  
PRØVESERIE ⊙

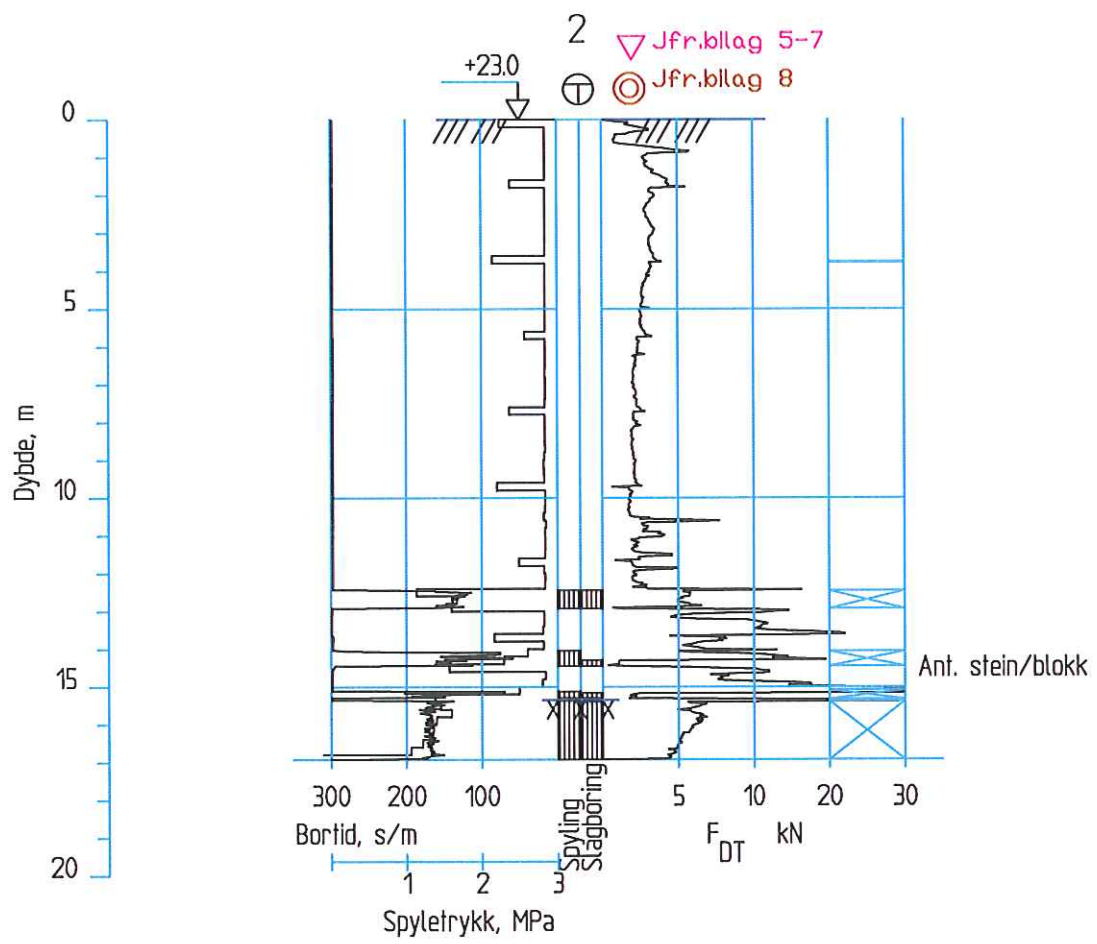
VANNSTANDSRØR ⊕

**LØVLIE GEORÅD**  
Geoteknikk · Prosjektadministrasjon

Narmovegen 191  
Postboks 3022  
2318 Hamar  
Telefon: 95 48 50 00  
E-post: post@georad.no

Tiltakshaver	AS Eiendomsanering	Gnr/bnr.	4047/8-5	Bilag	2
Oppdragsgiver	ASEiendomsanering	Prosjekt.nr.	06-34	Tegn.nr.	202
Prosjekt	Støperistranda, Larvik	Dato	13.07.11	Revisjon	-
Tegningstittel	Terrengprofil m/boreresultater	Målestokk	AL/SLK		1:500



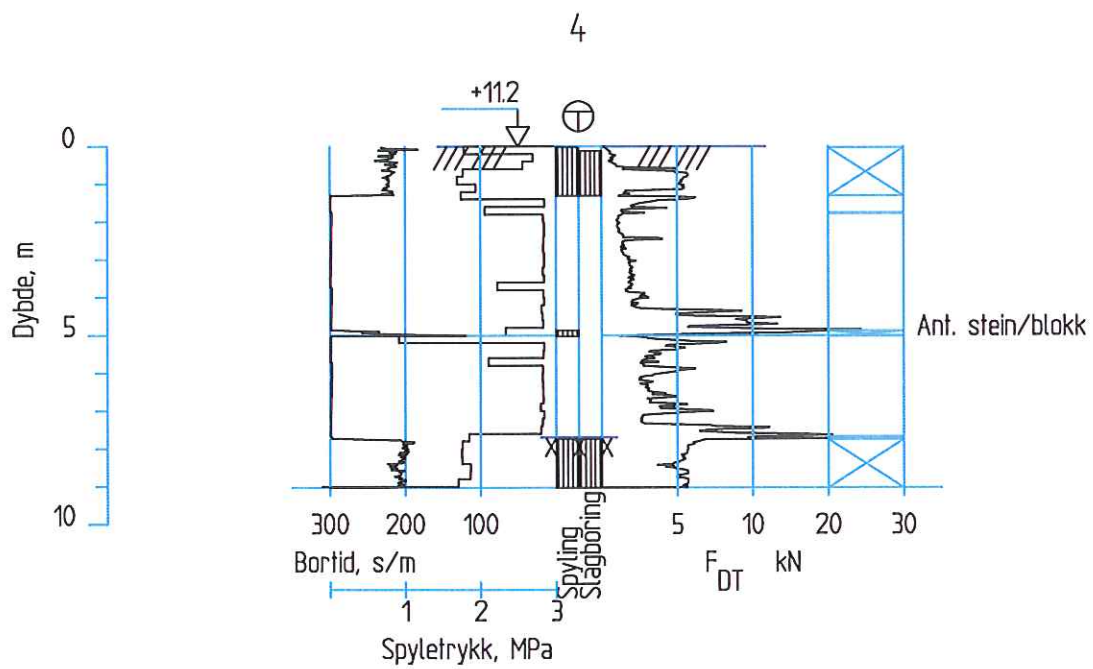
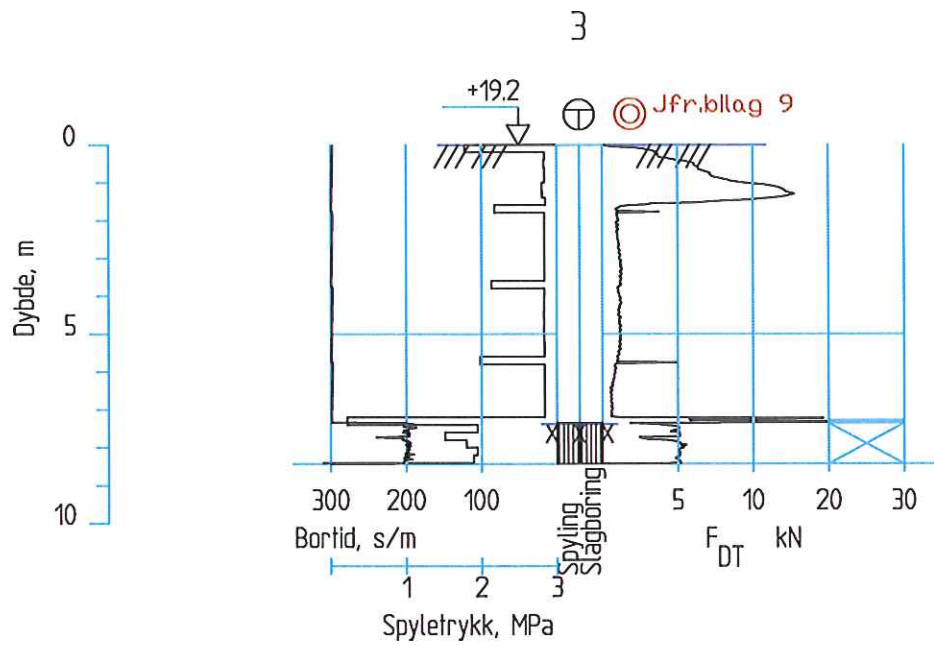


PKT.NR. <b>TOTALSØRDERING</b>	<b>LØVLIEN GEORÅD</b> Geoteknikk - Prosjektadministrasjon	Tilfakshaver	Gnr/bnr.	Bilag
		AS Eiendomsanering	4047/8	3
		Oppdragsgiver	Prosjekt.nr.	Tegn.nr.
		AS Eiendomsanering	06-34	203
		Prosjekt	Dato	Revisjon
Støperistranda, Larvik	13.07.11	-		
Tegningstittel	Tegn/Kontr.	Målestokk		
Boreresultat pkt.2,3	AL/5/GA	1:200		

CPTU

PRØVESERIE

Narmovegen 191  
 Postboks 3022  
 2318 Hamar  
 Telefon: 95 48 50 00  
 E-post: post@georaad.no



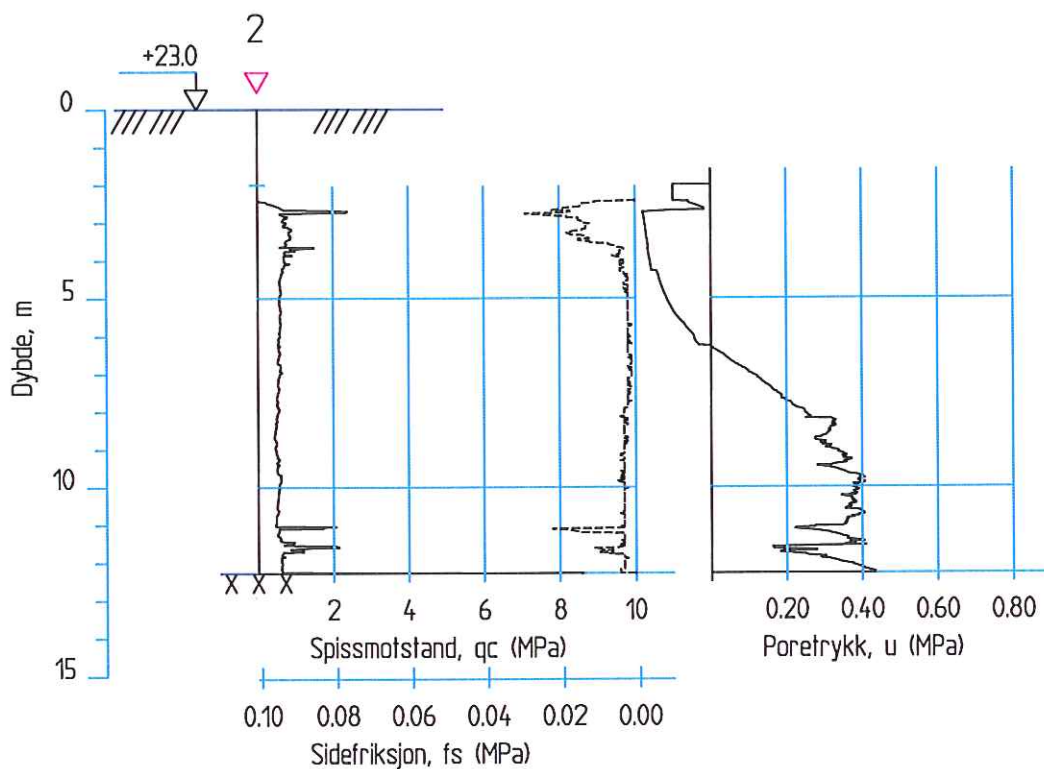
PKT.NR.  
TOTALSENDING ⊕

PRØVESERIE ⊗



Narmovegen 191  
Postboks 3022  
2318 Hamar  
Telefon: 95 48 50 00  
E-post: post@georaad.no

Tilfakshaver	Gnr/bnr.	Bilag
AS Eiendomsanering	404718	4
Oppdragsgiver	Prosjekt.nr.	Tegn.nr.
AS Eiendomsanering	06-34	204
Prosjekt	Dato	Revisjon
Støperistranda, Larvik	13.07.11	-
Tegningsstiftel	Tegn/Kontr.	Målestokk
Boreresultat pkt.4	ALISKA	1:200

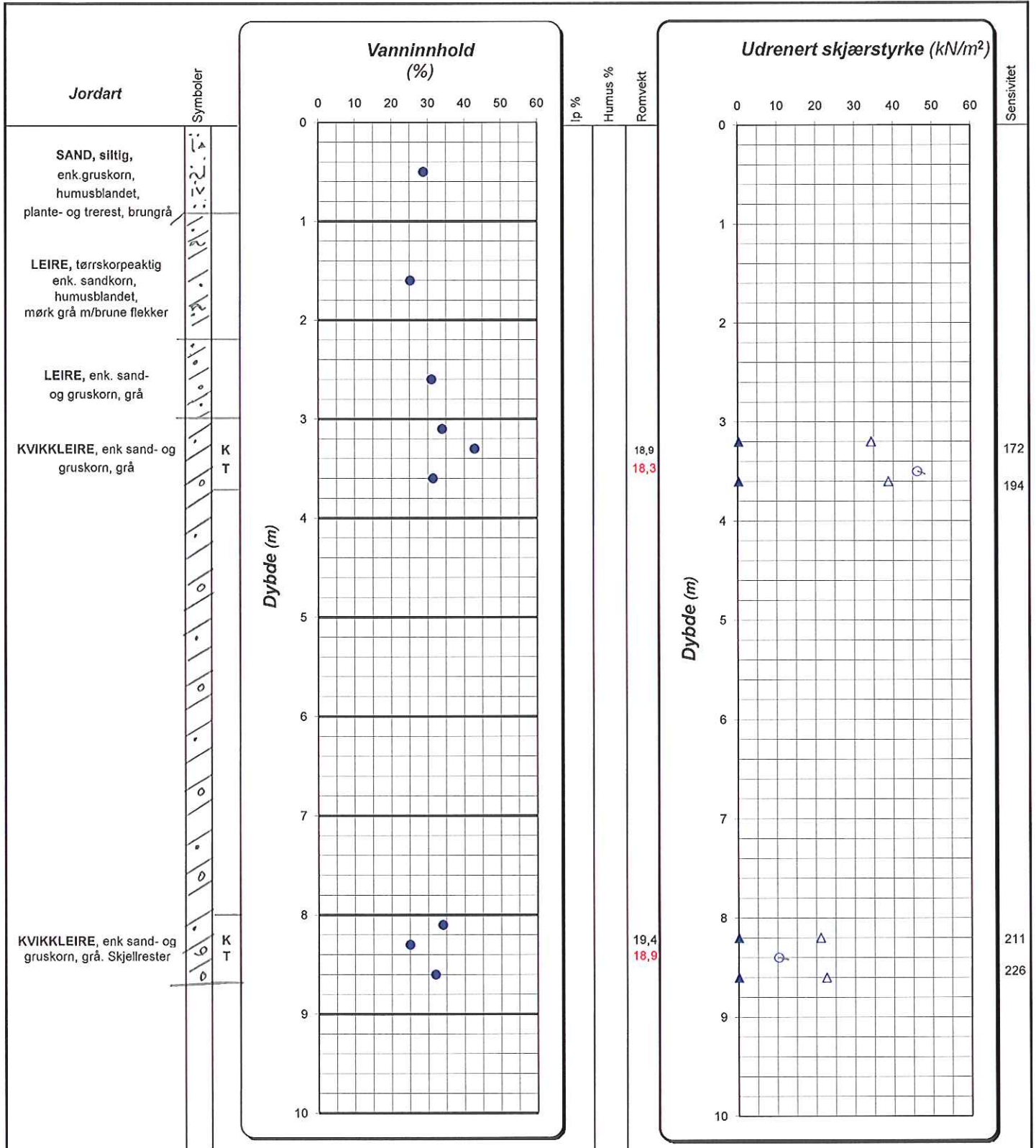


PKTR:  
CPTU



Narnovengen 191  
Postboks 3022  
2318 Hamar  
Telefon: 95 48 50 00  
E-post: post@georaad.no

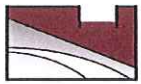
Tiltakshaver	AS Eiendomsanering	Gnr/bnr.	4047/8	Bilag	5
Oppdragsgiver	AS Eiendomsanering	Prosjekt.nr.	06-34	Tegn.nr.	205
Prosjekt	Støperistranda, Larvik	Dato	13.07.11	Revisjon	-
Tegningsstiftel	Borerresultat trykksondering (CPTU)	Tegn/Kontr.	AL/SKA	Målestokk	1:200



Enkelt trykkforsøk : (angir def.% v/brudd)

Konussforsøk:  
 Omrørt/uforstyrret - ▽ ▽  
 Konusflyt- og plastisitetsgrense - |----- ▽  
 Romvekt liten ring  
 Romvekt hel sylinder

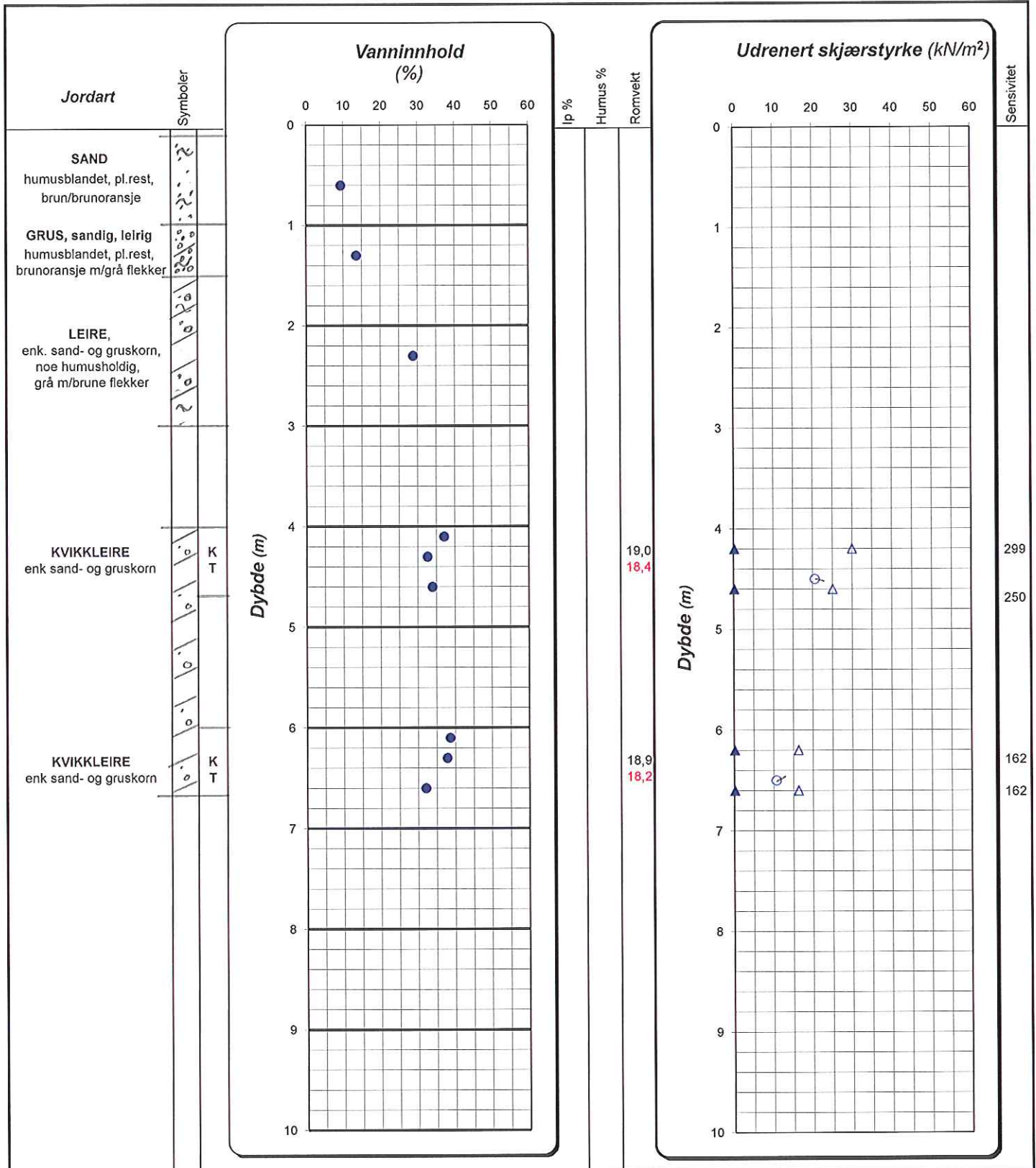
Ip = plastisitetsindeks  
 T=treaksialforsøk  
 Ø=ødometerforsøk  
 K=kornkurve  
 M=miljøprøve



**LØVLIEN GEORÅD**  
 Geoteknikk - Prosjektadministrasjon

Oppdragsgiver:  
 AS Eiendomsanering  
 Prosjekt:  
 Støperistranda, Larvik  
 Tekst:  
 Løsmasseprofil pkt. 2

Bilag: 6  
 Prosj.nr.: 06-34  
 Tegn.nr.: 206  
 Vertikal: ca m=1:50  
 Dato: 15.07.2011  
 Utført/Kontr: KS/5/KA



Enkelt trykkforsøk : 0 (angir def.% v/brudd)  
 15 ○ 5  
 10

Konusforsøk:  
 Omrørt/uforstyrret - ▼▼  
 Konusflyt- og plastisitetsgrense - |-----▼  
 Romvekt liten ring  
 Romvekt hel sylinder

Ip = plastisitetsindeks  
 T=treaksialforsøk  
 Ø=ødometerforsøk  
 K=kornkurve  
 M=miljøprøve



**LØVLIEN GEORÅD**  
 Geoteknikk - Prosjektadministrasjon

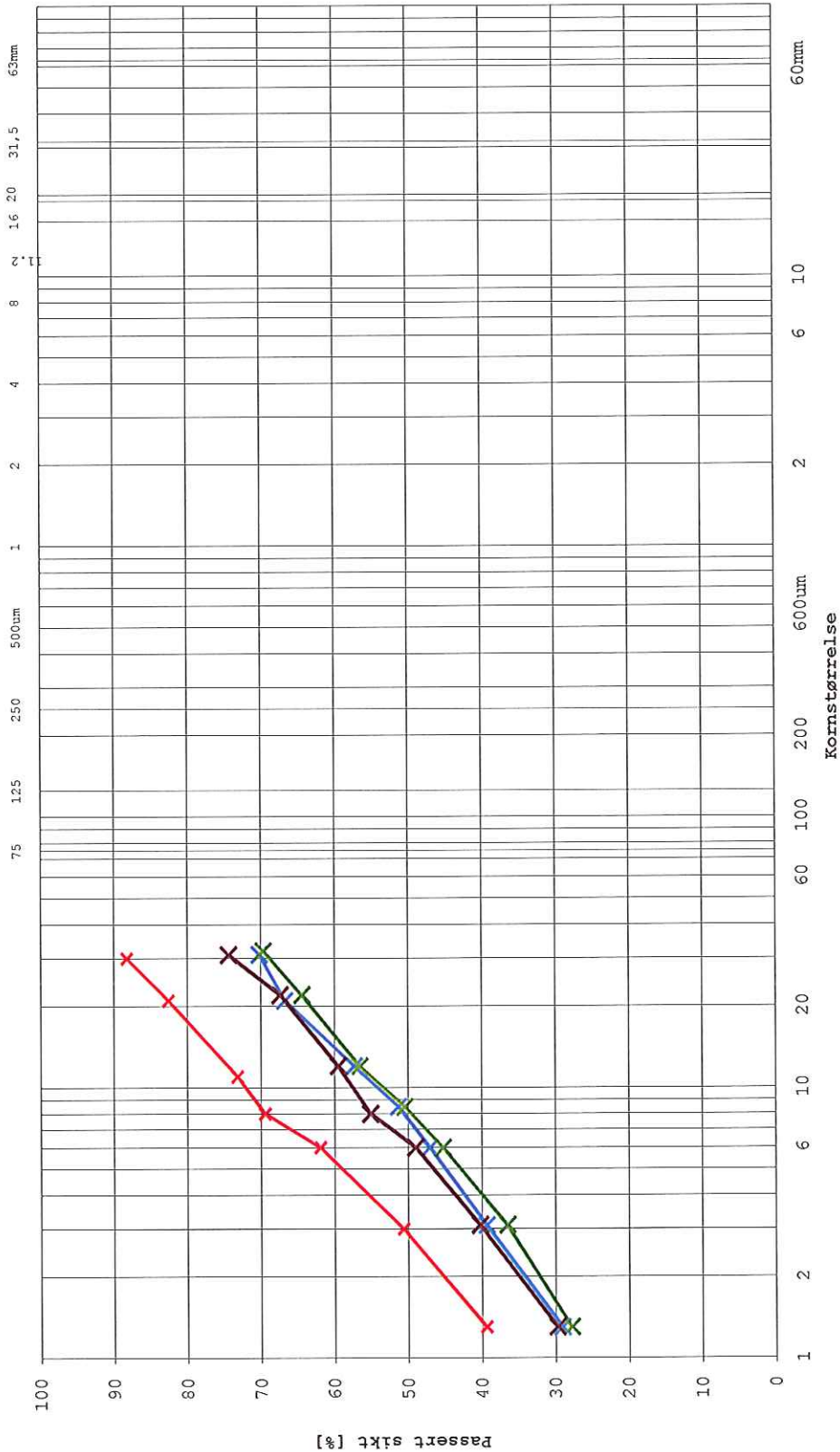
Oppdragsgiver:  
 AS Eiendomsanering

Prosjekt:  
 Støperistranda, Larvik

Tekst:  
 Løsmasseprofil pkt. 3

Bilag: 7  
 Prosj.nr: 06-34  
 Tegn.nr: 207  
 Vertikal: ca m=1:50  
 Dato: 15.07.2011  
 Utført/Kontr: KS/SLKA

LEIR		SILT		SAND		GRUS		STEIN	
Fin	Middels	Fin	Middels	Fin	Middels	Fin	Middels	Grov	Grov



Lab.nr.	Punktnr.	Dybde	Kurve	Jordartsbetegnelse	Cu	%<20µm	Telegruppe	Humus(%)	Vanninh.(%)
4	2	4,4 m	—	Leire	-	81,7	T 3	-	42,8
6	2	8,5 m	—	Leire	-	65,8	T 4	-	31,9
10	3	4,4 m	—	Leire	-	62,9	T 4	-	32,6
11	3	6,4 m	—	Leire	-	65,8	T 4	-	37,8



**LØVLIEN GEORÅD**  
Geoteknikk - Prosjektadministrasjon

Tiltakshaver

AS Eiendomssanering

Prosjekt

Støperistranda, Larvik

Tekst

Kornfordelingskurve pkt. 2 og 3

Målestokk

-

Sign./Kon.

KS/SKA

Prosjektnr.

06-34

Bilag

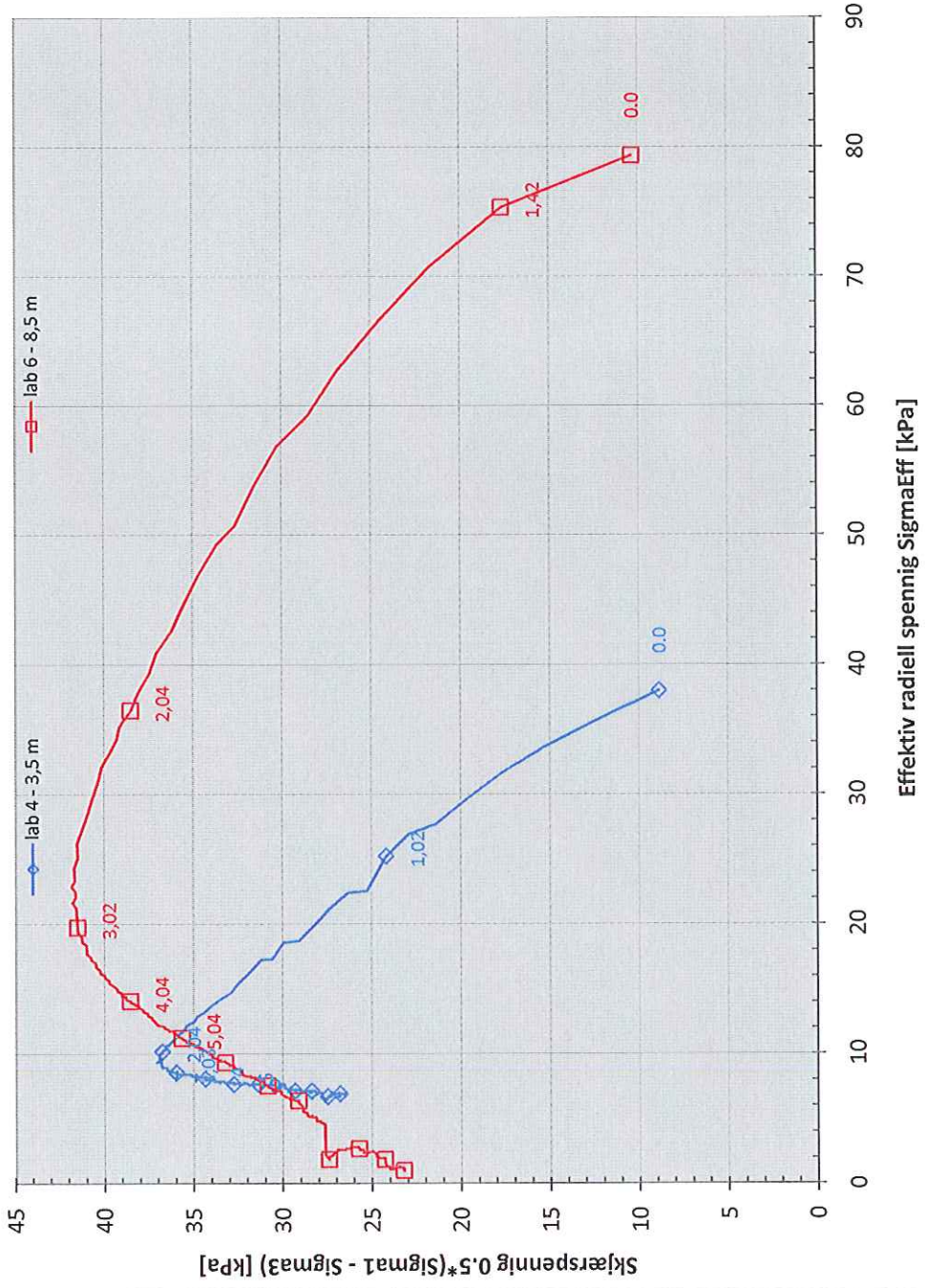
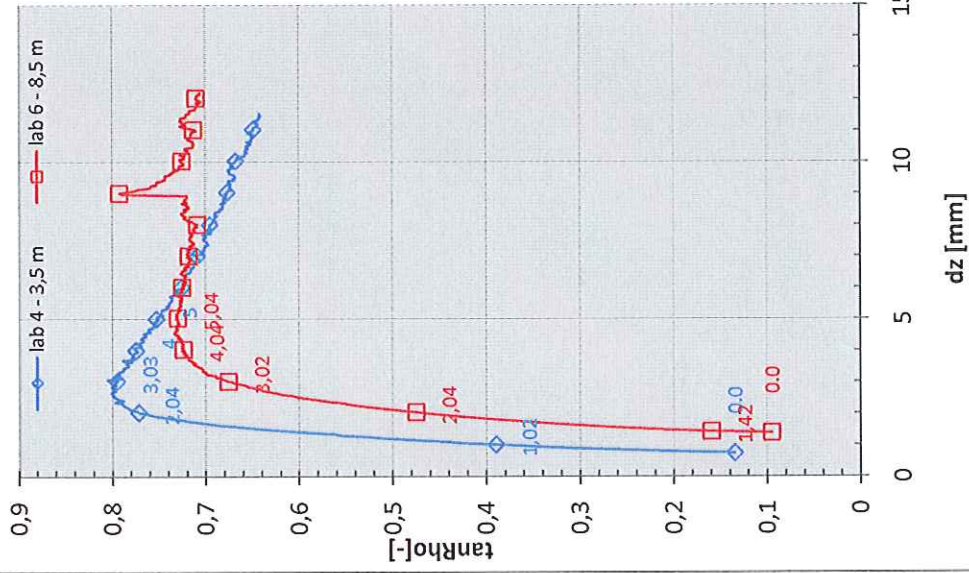
8

Tegning

208

Dato

15.7.11



**TRIAXIAL TEST from GEOLAB**

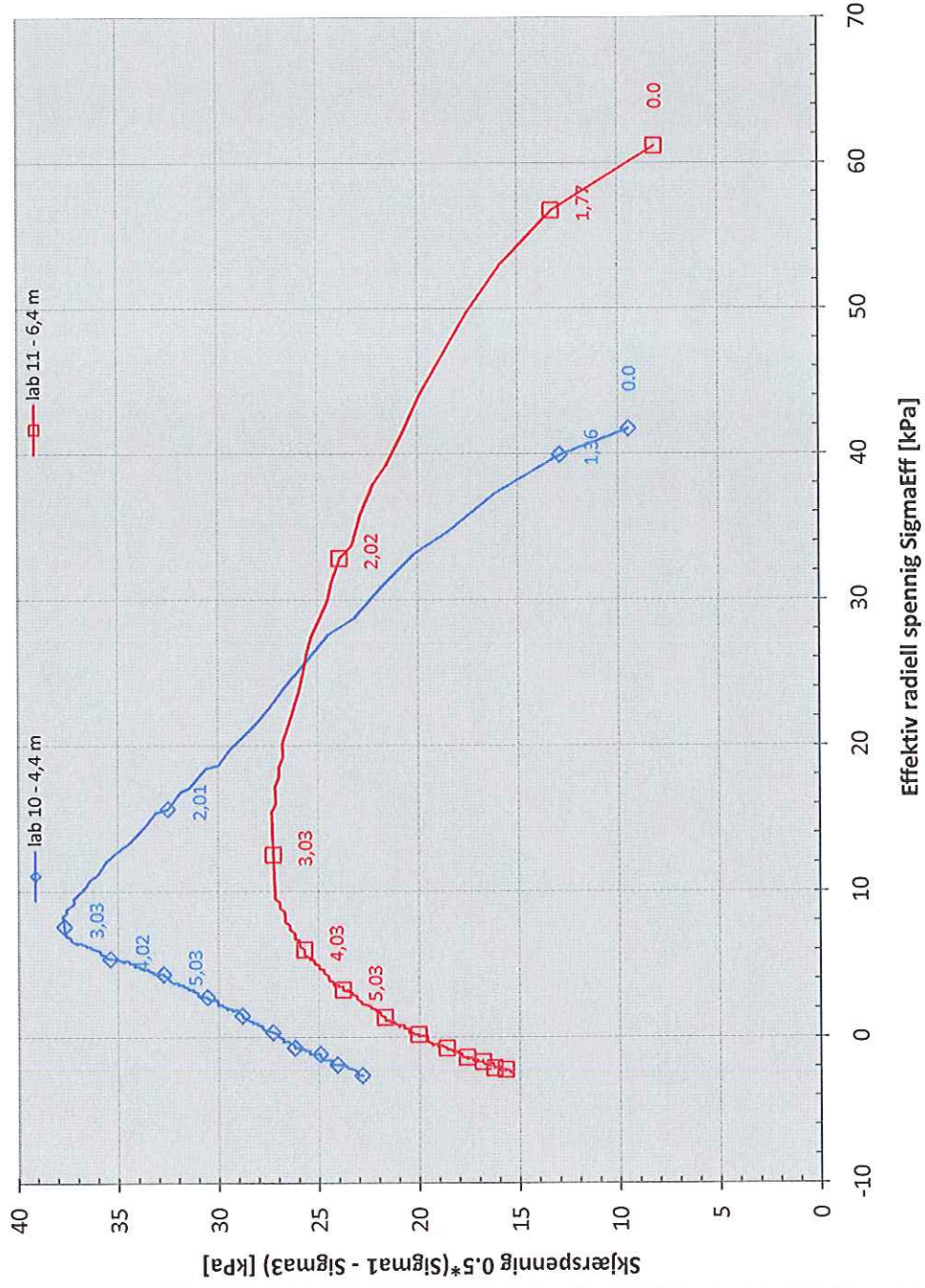
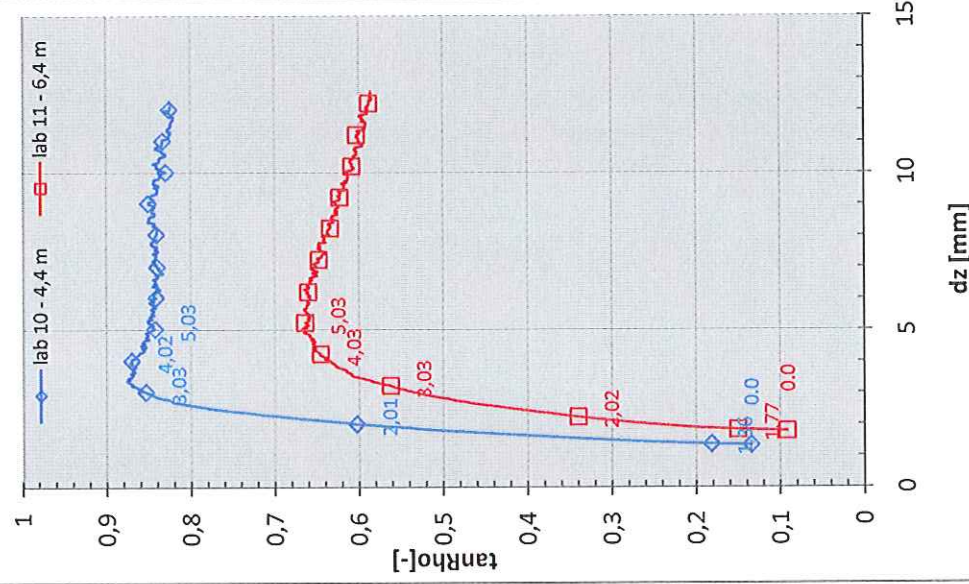
Prosjekt: 06-34  
 Støperistranda  
 Bilag: 9  
 Tegning: 209  
 Attraction a [kPa]: 20

Sample 'lab 4(AG15)':  
 Depth: 3,5 m  
 Volume change [%]: 2,13  
 Density [kN/m<sup>3</sup>]: 1,81  
 Water content [%]: 40,86

Sample 'lab 6(AG19)':  
 Depth: 8,5 m  
 Volume change [%]: 4,05  
 Density [kN/m<sup>3</sup>]: 1,94  
 Water content [%]: 29,75



SUSA



**TRIAXIAL TEST from GEOLAB**  
 Prosjekt: 06-34 Støperistranda  
 Bilag: 10  
 Tegning: 210  
 Kontrollert:  
 Attraction a [kPa]: 20

**Sample 'lab 10(AG12)':**  
 Depth: 4,4 m  
 Volume change [%]: 3,35  
 Density [kN/m<sup>3</sup>]: 1,9  
 Water content [%]: 33,17

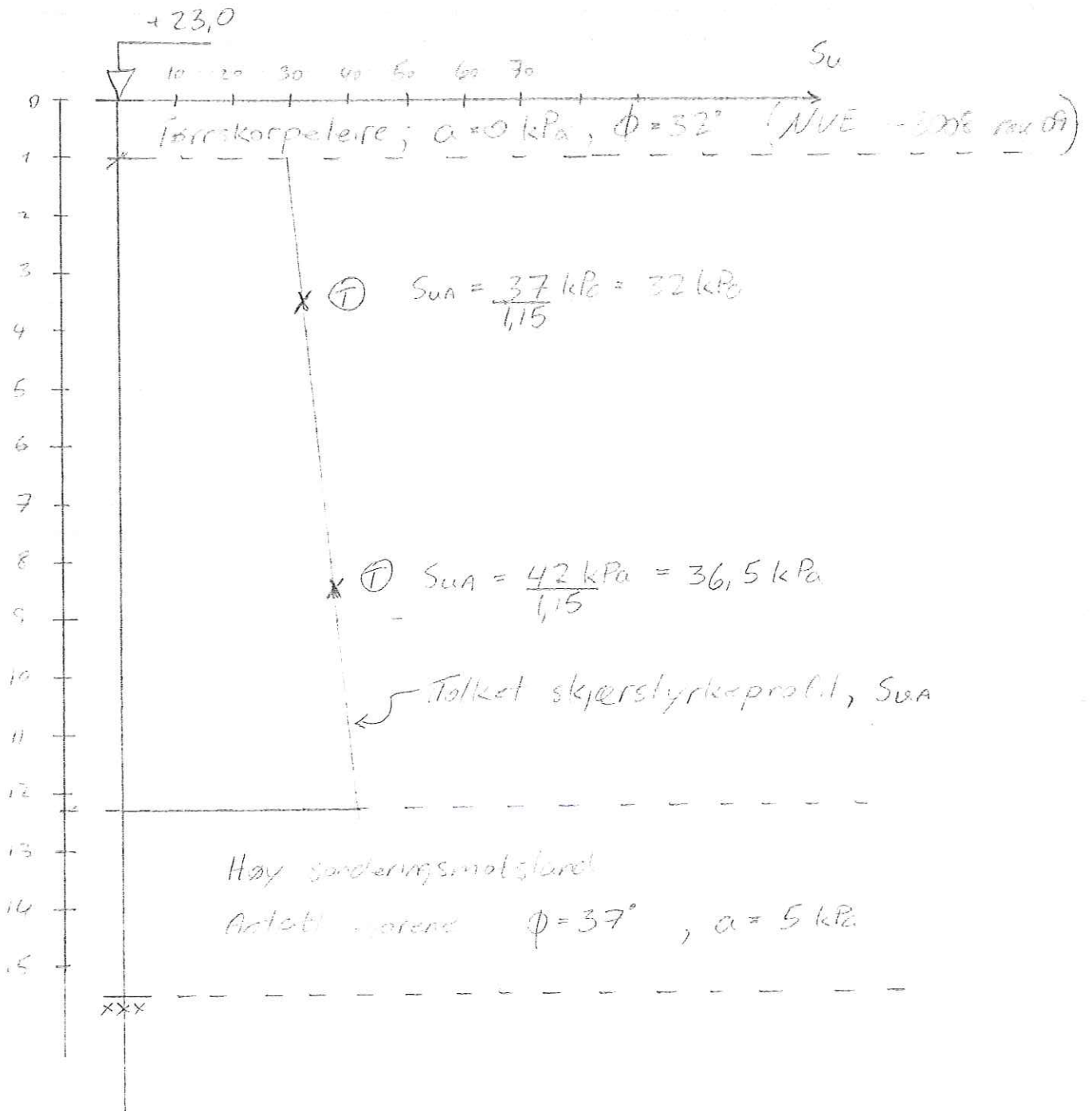
**Sample 'lab 11(AG6)':**  
 Depth: 6,4 m  
 Volume change [%]: 3,35  
 Density [kN/m<sup>3</sup>]: 1,84  
 Water content [%]: 37,77



SUSA



# Styrkeprofil punkt 5



$S_u$  fra treaks reduseres med 15% iht NVE - retningslinjer 1-2008, rev. 2009

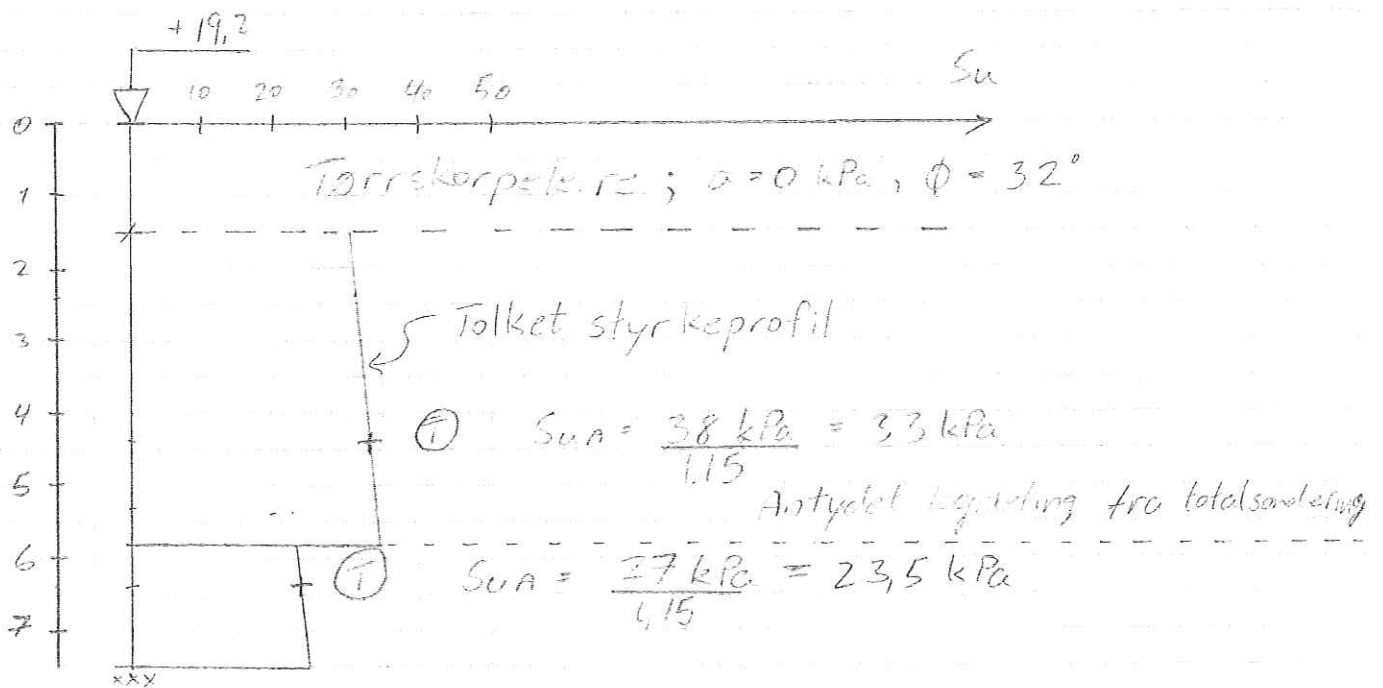
x ① =  $S_{uA}$  fra treaksforsøk redusert med 15%

Bilag 11

15.07.11

Strian Kalfstad

## Styrkeprofil punkt 3



Antar samme styrkeøkning med dybden som i punkt 2,  $\Delta S_u \approx 1 \cdot z$

Bilag 12

15.07.11

Stian Uelstad

punkt	metode	x	y	z	fjellkote	dybde i løsm.	boret i fjell	bordybde
2	⊕ <sup>Ⓢ</sup>	6542860.0	558684.2	23.0	7.6	15.4	1.6	17.0
2	▽	6542860.0	558684.2	23.0	-	12.3	0	12.3
3	⊕ <sup>Ⓢ</sup>	6542883.9	558711.6	19.2	11.8	7.4	1.3	8.7
4	⊕	6542926.6	558747.6	11.2	3.5	7.7	1.3	9.0

tidligere utførte boringer - 2006

1-06	⊕ <sup>Ⓢ</sup>	6542955.9	558829.7	4.5	-13.4	17.9	1.1	19.0
2-06	⊕	6542967.1	558822.5	4.7	-11.5	16.2	0.9	17.1
3-06	⊕ <sup>Ⓢ</sup>	6542983.0	558812.2	4.7	-7.7	12.6	0.9	13.5
3-06	▽	6542983.0	558812.2	4.7	-	10.0	0	10.0
4-06	⊕	6542974.7	558787.6	6.7	-8.7	15.4	0.6	16.0
5-06	⊕	6542948.7	558787.1	7.7	5.0	2.7	1.0	3.7

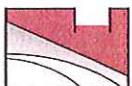
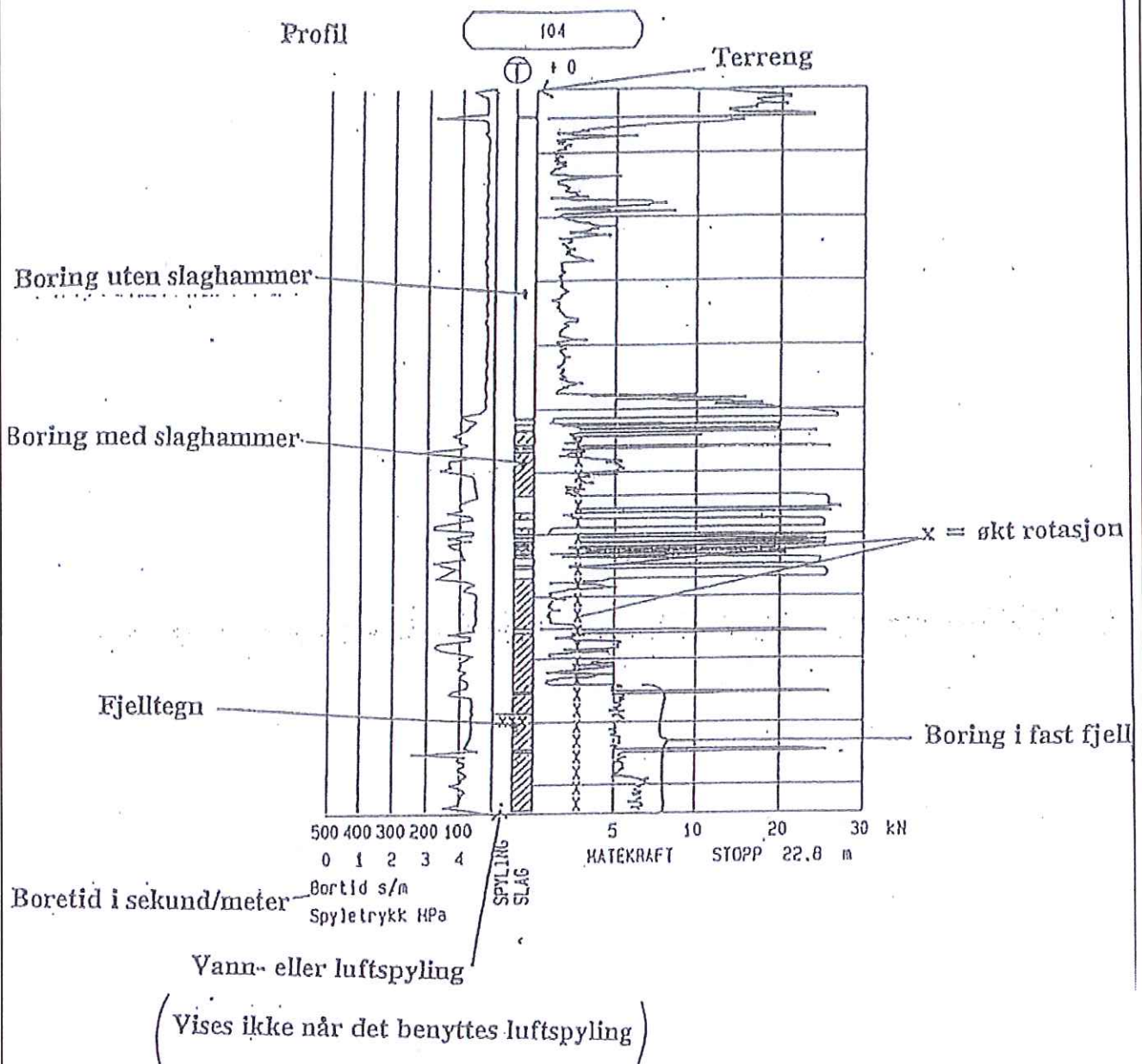
dybde i meter

TOTALSONDERING ⊕  
CPTU ▽  
PRØVESERIE ⊙

 **LØVLIE GEORÅD**  
Geoteknikk - Prosjektadministrasjon  
Narmovegen 191  
Postboks 3022  
2318 Hamar  
Telefon: 95 48 50 00  
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver	AS Eiendomsanering	Gnr/bnr.	4047199	Bilag	13
Oppdragsgiver	AS Eiendomsanering	Prosjekt.nr.	06-34	Tegn.nr.	213
Prosjekt	Støperistranda, Larvik	Dato	13.07.11	Revisjon	-
Tegningsstiftel	Koordinat - og borpunktliste	Tegn/Kontr.	AL5/6A	Målestokk	-

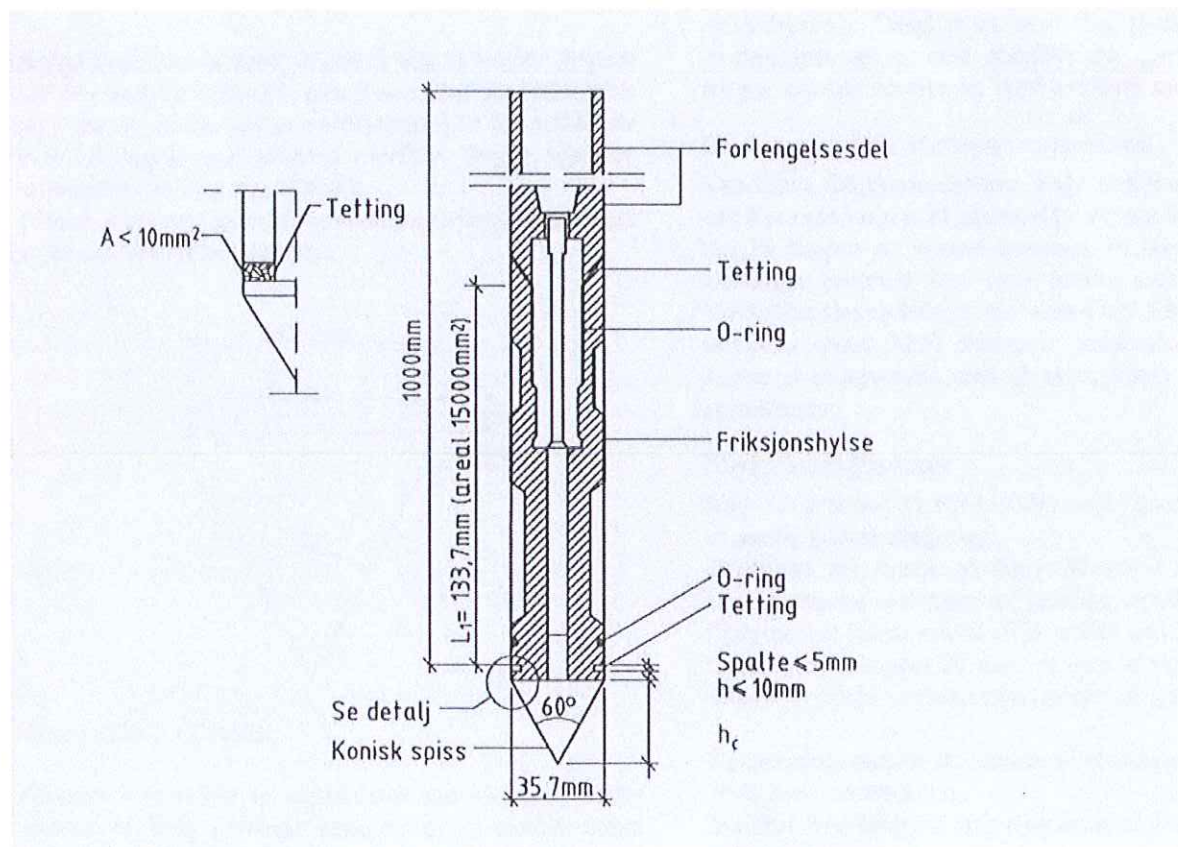
# Eksempel på totalsondering m/ forklaring



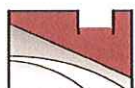
# Forklaring av trykksondering (CPTU)

## Prinsipp

Trykksondering, CPT (cone penetration test), med poretrykksmåling blir gjerne forkortet CPTU. Sonderingen utføres ved at en sylindrisk sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot den koniske spissen, poretrykket like bak spissen og sidefriksjon mot en friksjonshylse på den sylindriske delen.

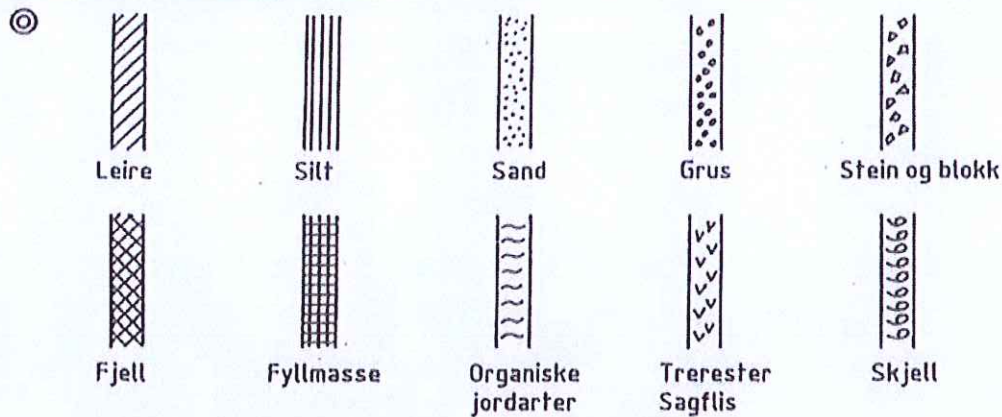


Målingene skjer ved elektronisk eller akustisk signaloverføring.



# Forklaring av løsmasseprofil

## Prøveserie, materialsymboler.



Ved blandingsjordarter som f.eks. morene kombineres symboler.

## Framstilling av laboratoriedata.

Oppdr.nr. : 83193		Analyseår: 1988		Prøvetaker: NGI 54MM											
Prøveserie: 9560 c															
Dyb- de i m	Materiale	Prøve	Vanninnhold %			$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$S_t$	Skjærstyrke kN/m <sup>2</sup>					G1. %		
			20	40	60			20	40	60	80	100			
1	SILT	trerester	21												1.8
2	.	gruskorn	22												
3	LEIRE		23			17.9	14								
4	.	gruskorn	24			17.8	13								
5	.		25			17.3	11								
6	SILTIG LEIRE		26			18.4	10								
7	.		27			19.0	8								
8	.	skjellrester	28			19.9	12								
9	.	sandkorn	29			20.1	10								
10	.		30			19.2	9								

①                      ②                      ③                      ④                      ⑤ ⑥                      ⑦                      ⑧

- ① Dybden fra terreng. Ved boring i vann, fra elvebunn eller sjøbunn.
- ② Jordartsbeskrivelse. Grunnvannstanden bør angis.
- ③ Prøvens beliggenhet angis ved skråstrek, evt. påføres prøvenummer.
- ④ Verdier som faller utenfor diagrammet angis med tall.
- ⑤ Tyngdetetthet  $\gamma$  i kN/m<sup>3</sup>.
- ⑥ Sensitivitet angis i hele tall.
- ⑦ Verdier som faller utenfor diagrammet angis med tall.
- ⑧ Kolonner for andre materialeegenskaper kan gis i egen kolonne.

