



SIVILINGENIØR MRIF  
**BJØRN STRØM AS**

ANDEBUVEIEN 23  
3170 SEM

TLF 33 33 33 77  
FAX 33 33 30 60

PROSJEKTERING  
GEOTEKNIKK

NO 845 874 492 MVA  
firma@bsas.no

Torstvedt Utvikling AS  
Torsvang

3271 LARVIK

3852R1

5. april 2005

## GRUNNUNDERSØKELSER FOR PLANLAGT NÆRINGSOMRÅDE TORSSTVEDT SYD.

Vi har tidligere gjort orienterende grunnundersøkelser i den østre delen av området, og vi har nå supplert disse, slik at det foreligger en rimelig dekning for hele området. Relevante deler av de tidligere undersøkelsene er tatt med i denne rapporten.

Innenfor prosjektområdet foreligger det nå 5 naverboringer og 22 dreietrykkssonderinger. Boremetodene er beskrevet i bilag L. Beskrivelsene av grunnforholdene følger definisjonene i bilag A.

Plasseringen av borepunktene er vist på figur 9. På figurer 1 til 3 finnes beskrivelser for naverboringene, og på figurer 4 til 8 finnes diagrammer for sonderingene.

Siden det ikke foreligger noen skriftelig avtale, gjør vi oppmerksom på notatet i bilag A om den generelle usikkerheten som ligger i grunnundersøkelser og til notatet som forutsetter at vårt ansvar overfor oppdragsgiver i samsvar med Norsk Standard 8402 er begrenset til kr. 3.000.000,- for hvert skadetilfelle og til kr. 9.000.000,- totalt. Den samme standarden begrenser ansvaret overfor tredjemann til kr. 5.000.000,-.

## TERRENG OG GRUNNFORHOLD.

Både vest og nordvest for prosjektområdet er det høydedrag. I nordvest er det fjell i dagen.

Vi har deltatt i flere byggeprosjekter i nærheten, og har funnet relativt varierende grunnforhold. For det meste har det dreid seg om siltig leire som har vært middels fast øverst og middels fast til bløt i dybden, men det finnes også et område med middels fast kvikkleire, og det finnes et lite område med sand over silt, som var ustabil inntil grunnvannet ble senket.

Sydvestover langs Nansetveien er det vanlig med et lag med velgradert sand over leire som er middels fast øverst og bløt til middels fast i dybden.

Prosjektområdet er tidligere dyrket mark. Vegetasjonen består nå av gress og engvekster. Området faller fra mot øst med en høydeforskjell på omlag 14 meter. Lengst mot vest er det lite fall, mens det er inntil 10 prosent fall ved det østre hjørnet. Kotelinjene på boreplanen viser en slak fordypning, som antas å være et gjenfylt bekkeleie. Kartet gir inntrykk av rester av et bekkeleie som ender ved det vestre hjørnet av prosjektområdet. Det kan se ut som om en liten bekk er lagt i rør som ender ved en veikulvert sydvest for rundkjøringen.

Vi gjorde en del boringer for å finne eventuelle løse fyllmasser i bekkeleiet, men ingen av disse viste spesielt løse masser, med unntak av sonderinger 1, 4, 5 og 17, lengst nede ved Nansetveien. Diagrammet for sondering 4, som er den svakeste av disse, faller ujevnt av til 12 meters dybde, er svakt og ujevnt til 18 meter, og fortsetter så med liten til moderat motstand, men med fastere lag. Det er et relativt svakt diagram, men det er ikke et vanlig diagram for bløt leirig grunn eller for kvikkleire. Sonderinger 4 og 5 ble avsluttet på vel 42 meters dybde uten å ha nådd fast grunn. Vi gjorde en naverboring i punkt 17, som viste fast sandig leirig silt i toppen som gikk over til middels fast siltig leire med fastere sandige partier.

Diagrammene for sonderinger 2, 15, 16 og 18, litt lengre vest og høyere i terrenget viser jevnere og større bormotstand, mens sondering 21 og 25, lengst mot vest tyder på at det er et område med litt svakere grunn, men ikke bløt leire.

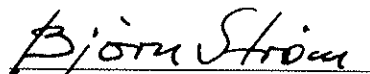
Sonderinger 15, 16, 18, 19 og 20 viste moderat til stor bormotstand. 15, 19 og 20 stoppet på 3 til 6 meters dybde. 16, 17 og 18 ble avsluttet uten spesielt stor motstand. Det er nærliggende å regne med at det er en fjellrygg under denne delen av området, men siden vi ikke har gjort fjellkontrollboringer, er det usikkert. Det kan være en morenerygg.

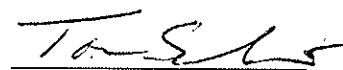
Sonderingene som ikke er nevnt, viste jevn og moderat til høy motstand, hvilket tyder på fast leirig grunn.

Naverboringer 24 og 25 viste siltig leire som var hard øverst og middels fast til bløt under omlag 3,5 meter.

#### KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER.

1. Terrenget faller vestover med et fall på omlag 1:20 med unntak av mindre fall lengst mot vest og mer fall lengst mot øst ved veikrysset. Det er en slak fordypning som antas å være et gjenfylt bekkeleie. Fordypningen ender opp ved en veikulvert. Boringer nede ved Nansetveien viste bløtere eller løsere grunn, men for øvrig var det ingen av boringene som tydet på svake fyllmasser.
2. Boringene lengst mot vest, nær veikrysset, viste svakere grunn enn i prosjektområdet forøvrig. Det kan dreie seg om leirig og siltig eller sandig grunn. Dersom det skulle bli aktuelt med mer enn 3 meter oppfylling her, bør stabiliteten vurderes. Stabilitetsproblemet vil avhenge av hvor raskt oppfyllingen gjøres. Det kan bli aktuelt med mer undersøkelser. En må regne med at en slik oppfylling vil gi moderate setninger over tid. Vi anbefaler derfor at oppfyllingen gjøres tidlig, og at det gjøres setningsmålinger. Oppfylling med overhøyde for forbelastning bør vurderes. Vi vedlegger vårt bilag om setninger og forbelastning.
3. I området forøvrig regner vi med leirig grunn som er meget fast øverst og middels fast og muligens bløt i dybden. Siden grunnen blir mindre fast med dybden er det ikke morenemasser. I den vestre delen av området stoppet sonderingene på 8 til 9 meters dybde mens to sonderinger lengst mot øst ble avsluttet på dybder større enn 40 meter.
4. Grunnforholdene ligger rimelig godt til rette for en terrengsenkning i den vestre delen av området, men vi regner med å få anledning til å vurdere dette nærmere. En bør vurdere behovet for tiltak for å unngå setningsskader på naboeiendommer.
5. Forholdene ligger til rette for sålefundamentering, avhengig av plassering, utforming og fundamentlaster.

  
Bjørn Strøm for  
Sivilingeniør Bjørn Strøm AS

  
Kontroll, Tor Strøm

Vedlegg: Figurer 1 til  
Bilag A, Definisjoner, usikkerhet, ansvarsforhold  
Bilag H6 Setninger og forbelastning  
Bilag L, Undersøkellesmetoder

Fordeling: Adressat, 3 eksemplarer  
Fjellanger og Vines AS, 2 eksemplarer.  
Eget arkiv, 1 eksemplar

PROSJEKT : 3852

Torstvedt syd, Larvik

# NAVERBORINGER

FIGUR: 1

DATO: 10.3.05

BORING: 17			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
- 0,5	17	Silt, sandig, leirig, brun, organisk	Sandig leire, brun, fast
- 1,0	29	Leire, siltig, grusig brun, organisk	Sandig leire, siltig, gråbrun, fast
- 1,5	20	Silt, leirig, litt sandig, grå	Siltig leire, grå, middels fast
- 2,0	21	Silt, leirig, middels fast	
- 2,5	23	Leire, siltig, bløt	
- 3,0	23	Leire, siltig, litt sandig, middels fast	Siltig leire, grå, fast
- 3,5	18	Leire, siltig, litt sandig, fast	
- 4,0	17	Leire, siltig, sandig fast/middels fast	
- 4,5	14	Leire, siltig, sandig fast	
- 5,0		Avsluttet 4,5 m	
- 5,5			
- 6,0			
- 6,5			

BORING:			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
- 0,5			
- 1,0			
- 1,5			
- 2,0			
- 2,5			
- 3,0			
- 3,5			
- 4,0			
- 4,5			
- 5,0			
- 5,5			
- 6,0			
- 6,5			

W er vann i % av tørr vekt.

PROSJEKT : 3852

Torsvedt syd, Larvik

# NAVERBORINGER

FIGUR: 2

DATO: 10.3.05

BORING: 22			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
			Leire, gråbrun, hard, tele?
- 0,5	15	Leire, siltig, sandig, brun og grå meget fast	
- 1,0	17	Leire, siltig, sandig, brun og grå meget fast	Leire, grå, hard
- 1,5	16	Leire, siltig, grå, brune flekker, meget fast	
- 2,0	18	Leire, siltig, grå, brune flekker, meget fast	
- 2,5	18	Leire, siltig, litt sandig, fast	
- 3,0	18	Leire, litt siltig og sandig, fast	Siltig leire, grå, fast
- 3,5			
- 4,0	21	Leire, litt siltig og sandig, fast	
- 4,5	21	Leire, litt siltig og sandig, fast	
		Avsluttet 4,5 m	
- 5,0			
- 5,5			
- 6,0			
- 6,5			

BORING: 23			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
			Matjord, leire
- 0,5	17	Silt, sandig, blandet matjord, brun	Leire, gråbrun, hard
- 1,0	15	Silt, sandig, leirig, gråbrun/brun, fast	
- 1,5	14	Siltig leire/leirig silt, sandig, grå m/brune flekker, fast	
- 2,0	15	Siltig leire/leirig silt, sandig, grå m/brune flekker, fast	
- 2,5	15	Leire, siltig, sandig, brun, fast	Leire, grå, hard
- 3,0	15	Leire, siltig, litt sandig, brune flekker, meget fast	
- 3,5	17	Leire, siltig, sandig, grå, fast	
- 4,0	20	Leire, siltig, sandig, middels fast	Siltig leire, fast
- 4,5	21	Leire, siltig, sandig, middels fast	
		Avsluttet 4,5 m	
- 5,0			
- 5,5			
- 6,0			
- 6,5			

W er vann i % av tørr vekt.

PROSJEKT : 3852

Torstvedt syd, Larvik

# NAVERBORINGER

FIGUR:3

DATO: 10.3.05

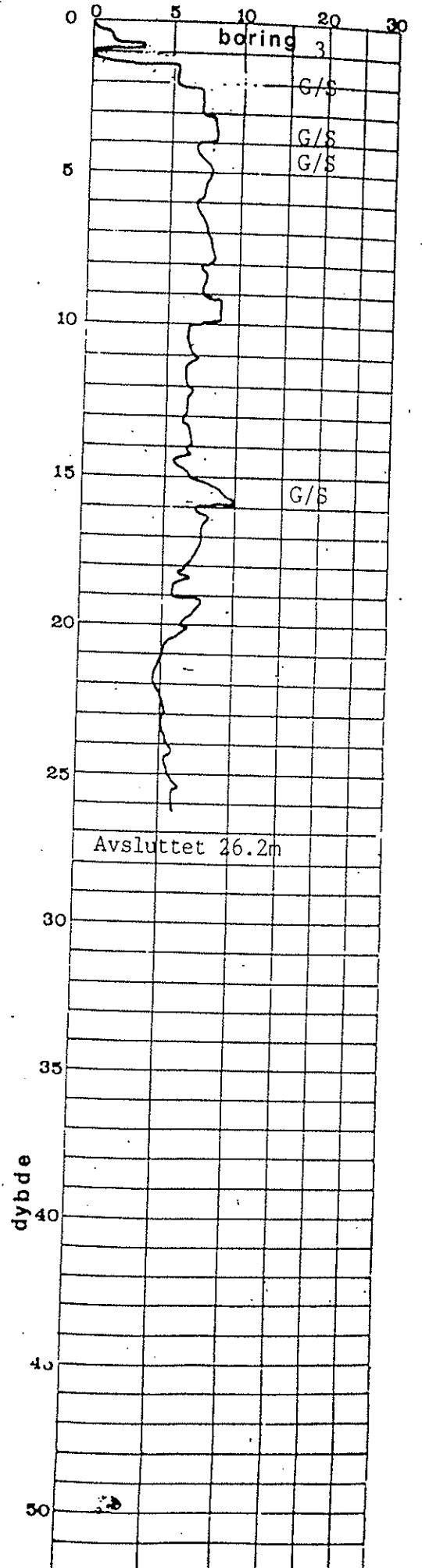
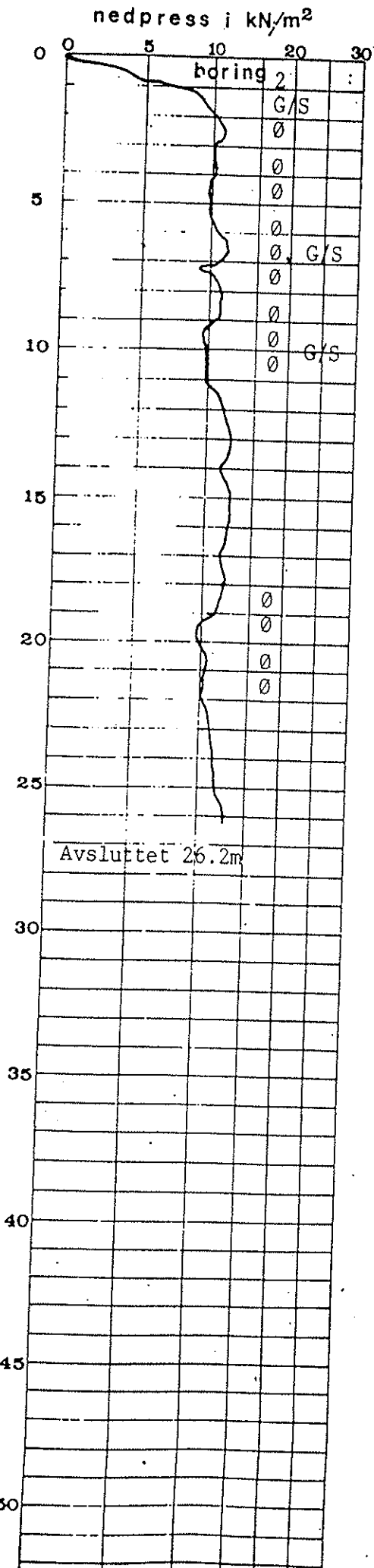
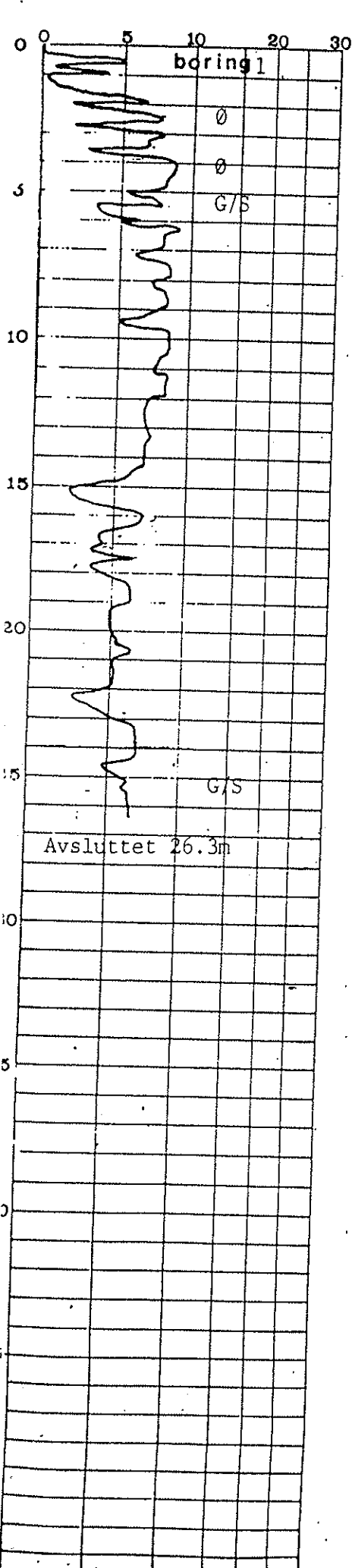
BORING: 24			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
			Leire med siltlag, gråbrun, hard
- 0,5	15	Silt, sand, leire, grå og brun, meget fast	
- 1,0	16	Leire, siltig, grå og brun, fast	
- 1,5	19	Leire, siltig, grå og brun, fast	Siltig leire, med grus, grå, hard/fast
- 2,0	20	Leire, siltig, grå med brune flekker, fast	
- 2,5	16	Leire, siltig, sandig grusig, middels fast/fast	
- 3,0	19	Leire, siltig, sandig grusig, middels fast/fast	
- 3,5	16	Leire, siltig, sandig grusig, middels fast	Siltig leire, grå, middels fast/bløt
- 4,0	17	Leire, siltig, sandig grusig, middels fast	
- 4,5	15	Leire, siltig, sandig grusig, middels fast	
- 5,0		Avsluttet 4,5 m	
- 5,5			
- 6,0			
- 6,5			

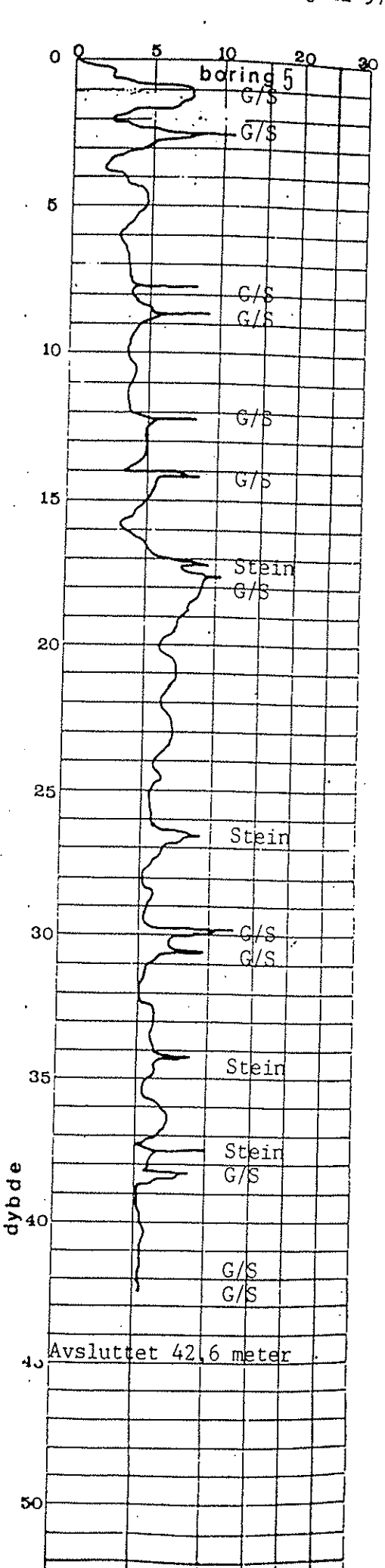
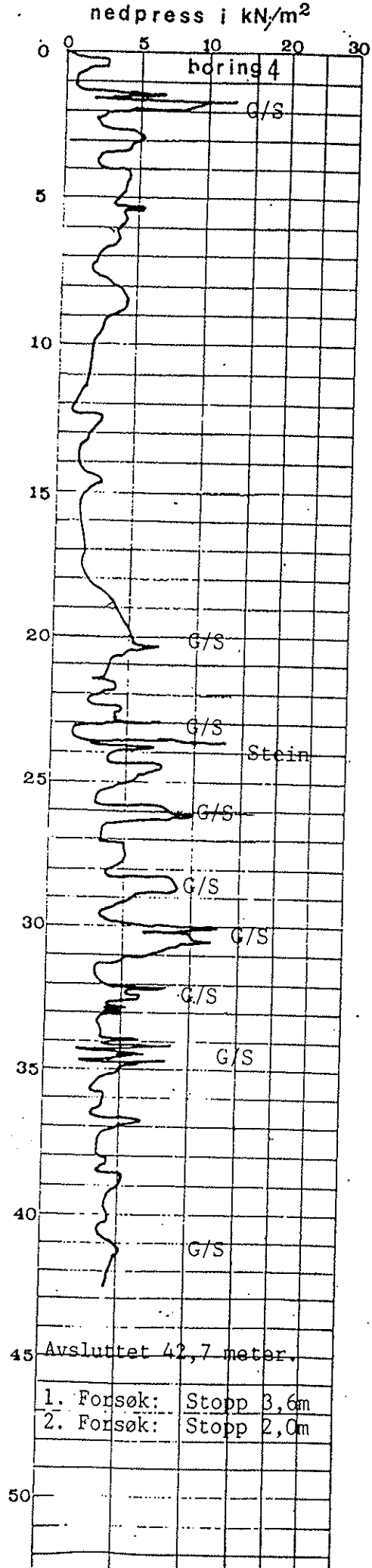
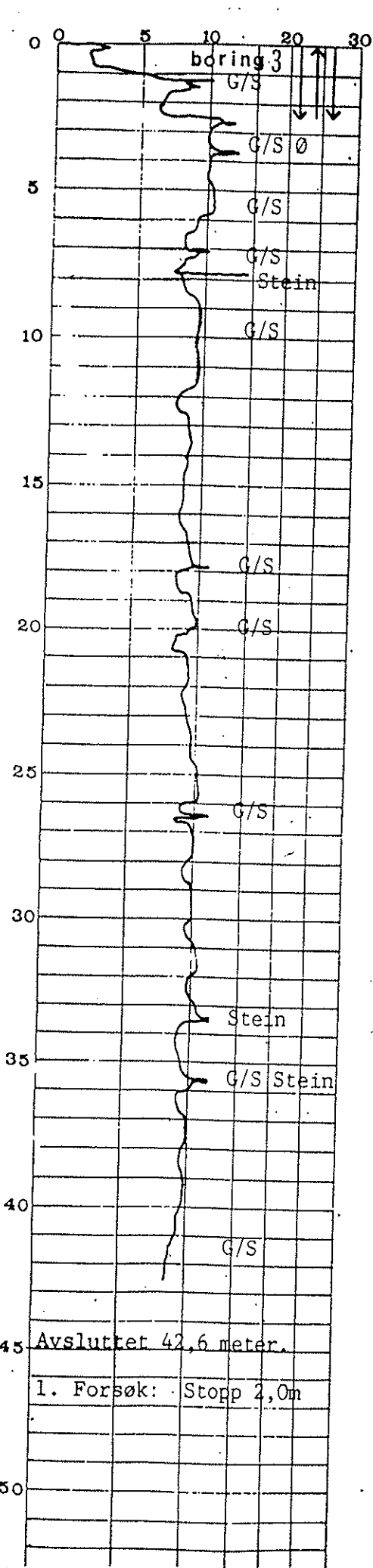
BORING: 25			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
			Leire, litt sandig, brun, hard
- 0,5	16	Sandig leirig silt, grå og brun, fast	
- 1,0	16	Leire, siltig, sandig, grå og brun, meget fast	Leire, gråbrun, hard
- 1,5	17	Leire, siltig, sandig, grå og brun, fast	Leire, grå, hard
- 2,0	19	Leire, siltig, litt sandig, grå, meget fast	
- 2,5	21	Leire, siltig, litt sandig, grå, meget fast	
- 3,0	20	Leire, siltig, sandig, fast	
- 3,5	23	Leire, siltig, sandig, fast/middels fast	Siltig leire, grå, middels fast/bløt
- 4,0	19	Leire, siltig, sandig, grusig fast/middels fast	
- 4,5	19	Leire, siltig, sandig, grusig, middels fast	
- 5,0		Avsluttet 4,5 m	
- 5,5			
- 6,0			
- 6,5			

W er vann i % av tørr vekt.

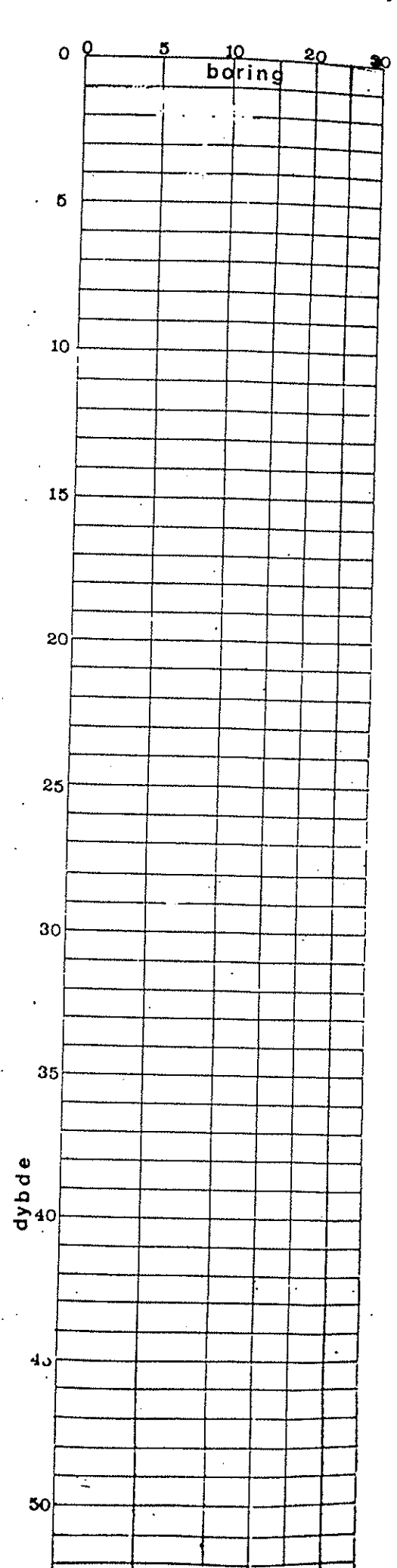
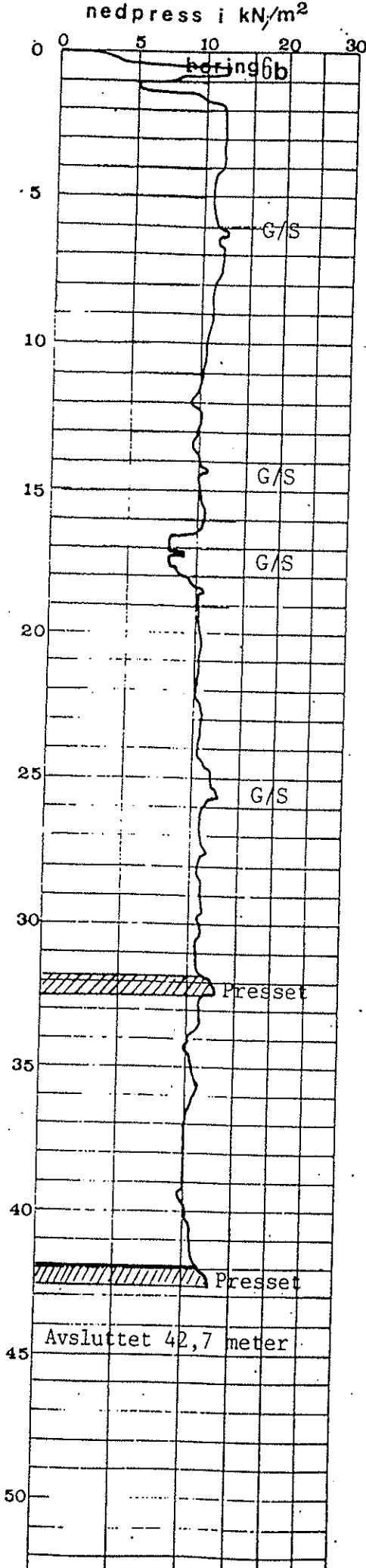
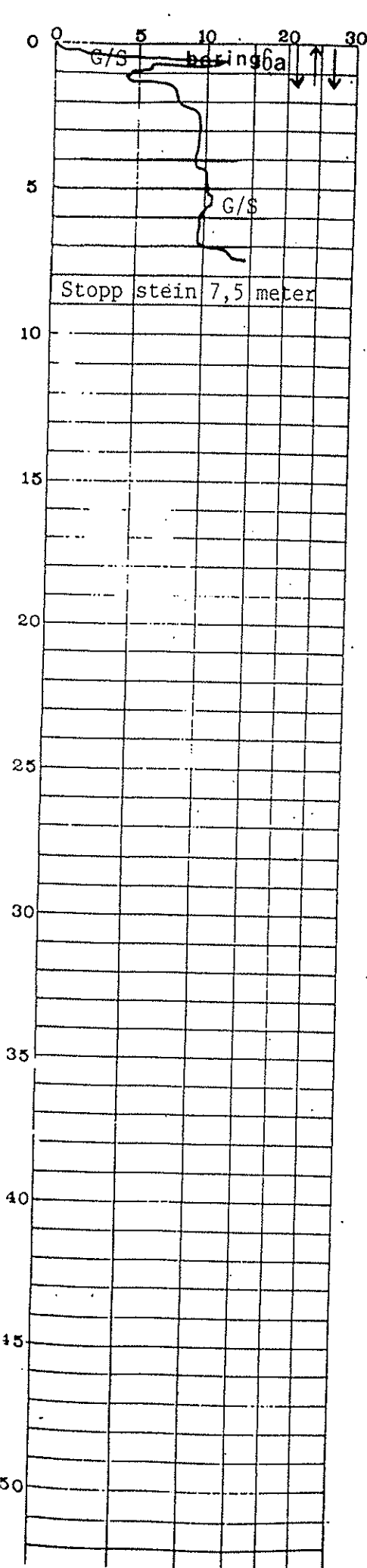
# DREIETRYKKSONDERING

FIGUR 4  
DATO 7 juli 97

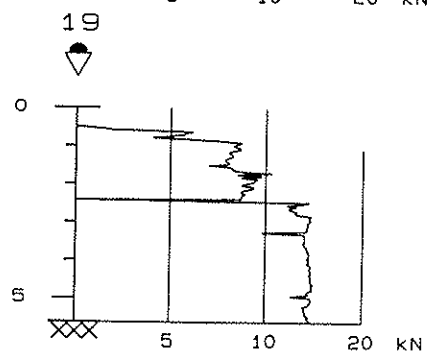
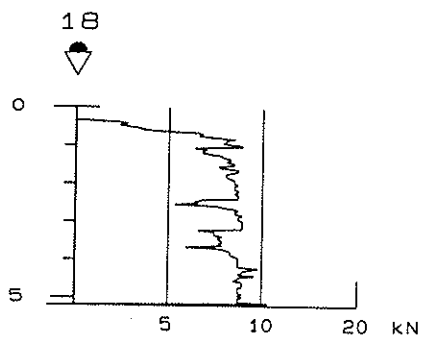
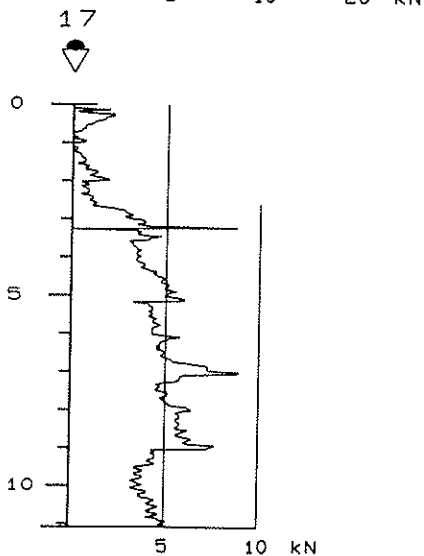
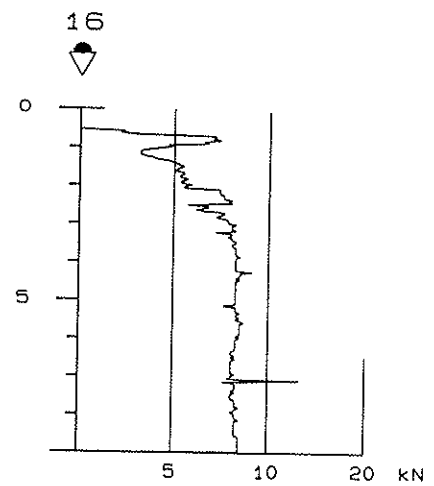
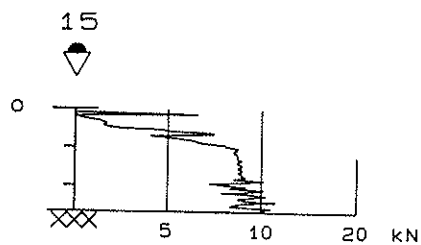
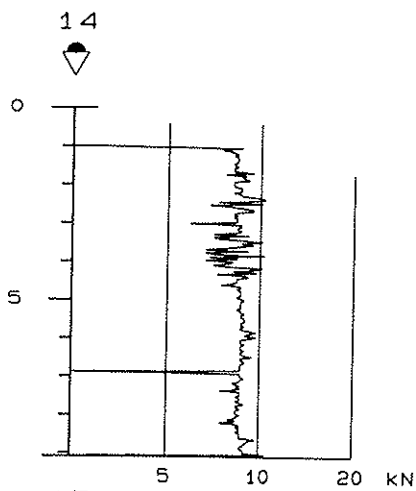
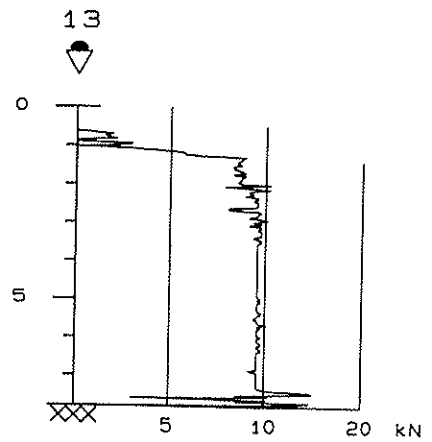
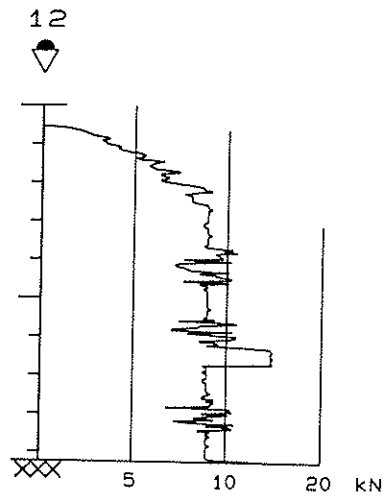
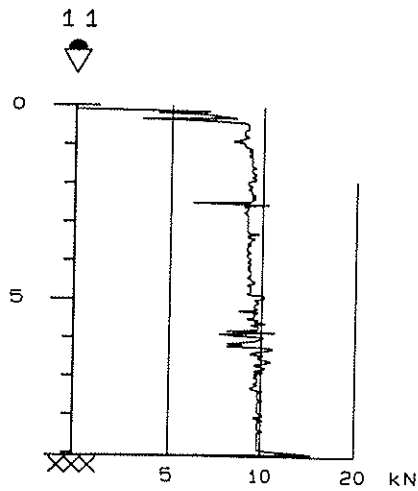




# DREI TRYKKSONDERING





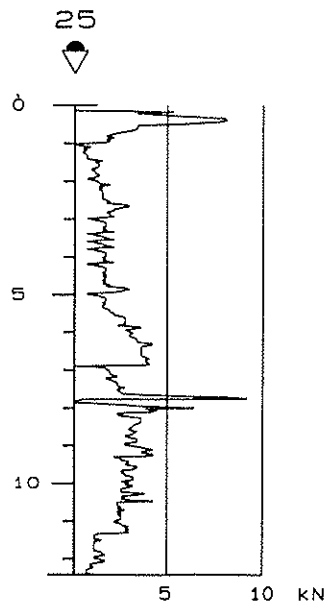
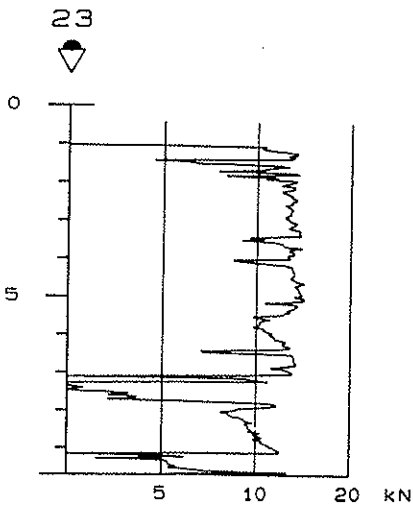
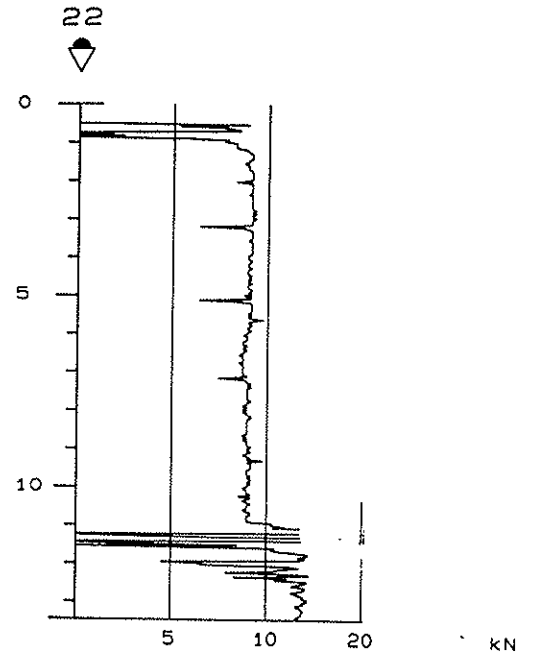
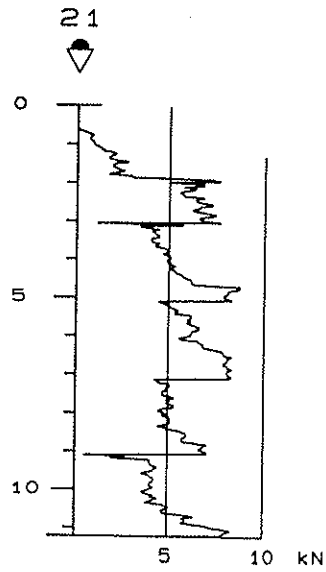
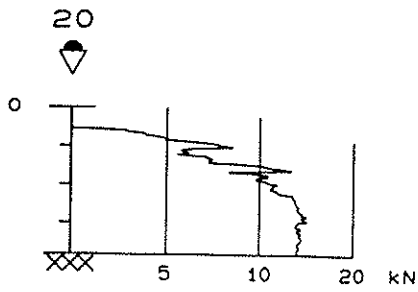


### DREIE/TRYKK-SONDERINGER

TORSTVEDT SYD

SIVILINGENIØR  
**BJØRN STRØM AS**  
 GEOTEKNISK KONSULENT

Hull	X-koordinat	Y-koordinat
Terreng	Grv.st	Utf
Borplan	Logg.nr.	Kontr.
Prosjekt: 3852	FIGUR: 7	
Tegn.dato 11.03.05		

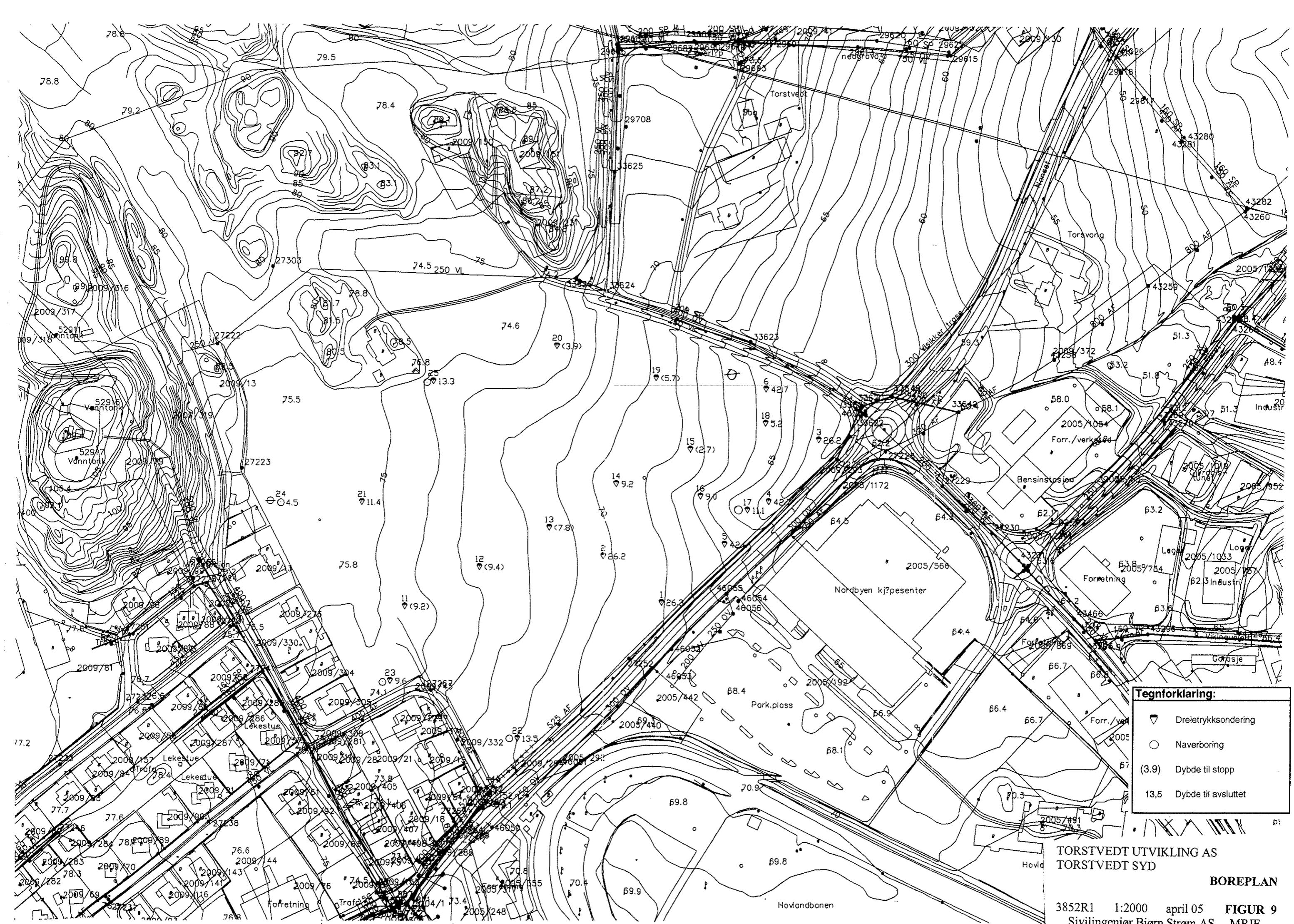


**DREIE/TRYKK-SONDERINGER**

TORSTVEDT SYD

SIVILINGENIØR  
**BJØRN STRØM AS**  
 GEOTEKNISK KONSULENT

Hull	X-koordinat	Y-koordinat
Terrang	Grv.st	Utf
Borplan	Logg.nr.	Kontr.
Prosjekt: 3852	FIGUR: 8	
Tegn.dato 11.03.05		



**Tegnforklaring:**

▽	Dreietrykkssondering
○	Naverboring
(3.9)	Dybde til stopp
13,5	Dybde til avsluttet

**TORSTVEDT UTVIKLING AS  
TORSTVEDT SYD**

**BOREPLAN**

3852R1 1:2000 april 05 **FIGUR 9**  
Sivilingeniør Bjørn Strøm AS MRIF

**BILAG A****DEFINISJONER / ANSVARSFORHOLD / USIKKERHET**

Sivilingeniør Bjørn Strøm AS

25 januar 2005

**Leire.** Leire går gjennom et 0,075 mm sikt og er i våt tilstand plastisk. Vi sier at jordarten er plastisk når den ved riktig vanninnhold kan ruller ut til en tynn tråd (2mm).

Leire som er tørket inn gjentatte ganger eller som er blitt trykket sammen under høyt trykk (bunnmorene), er hard og vil absorbere vann meget langsomt (timer eller dager). Hard, tørr leire må knuses og knas hardt og lenge før den blir plastisk. Dette i motsetning til silt, som absorberer vann raskt og er lett å bløte opp.

Våt leire mister mye av sin fasthet når den blir omrørt eller utsatt for bevegelse, for eksempel på grunn av anleggsvirksomhet eller på grunn av ras. Hvor mye en leire vil bli oppbløtt ved omrøring kan anslås fra Atterbergs flytegrense (LL) og vanninnholdet. Hvis vanninnholdet i grunnen er 35 % og flytegrensen er 30 %, vil grunnen bli praktisk talt flytende ved omrøring. Hvis derimot flytegrensen er 30 % og vanninnholdet 25 %, kan en regne med at grunnen tåler mye bevegelse uten å bli meget bløt. Dette gjelder for leire, ikke for silt. (Vanninnhold i % av tørr vekt.)

En sensitiv leire er en leire som mister det meste av sin fasthet ved omrøring. Ytterligheten er en kvikkleire, som blir flytende under ganske lite omrøring. I laboratoriet skjer det et plutselig brudd i kvikkleire ved deformasjoner på 2 til 6 %, mens en vanlig leire kan deformeres opp til 10 % før brudd.

Leire har liten vanngjennomtrengelighet, og påvirkes lite av drenering eller oversvømmelse. Våte leirmasser er vanskelige å tørke ut. Faste leirmasser blir ikke bløte fordi en utgraving oversvømmes, hvis ikke massene samtidig rotes opp.

Leire kan komprimeres bare når den er passe fuktig. Tørre leirige gravemasser kan bestå av harde klumper som må knuses med tungt utstyr; ikke vibroplater.

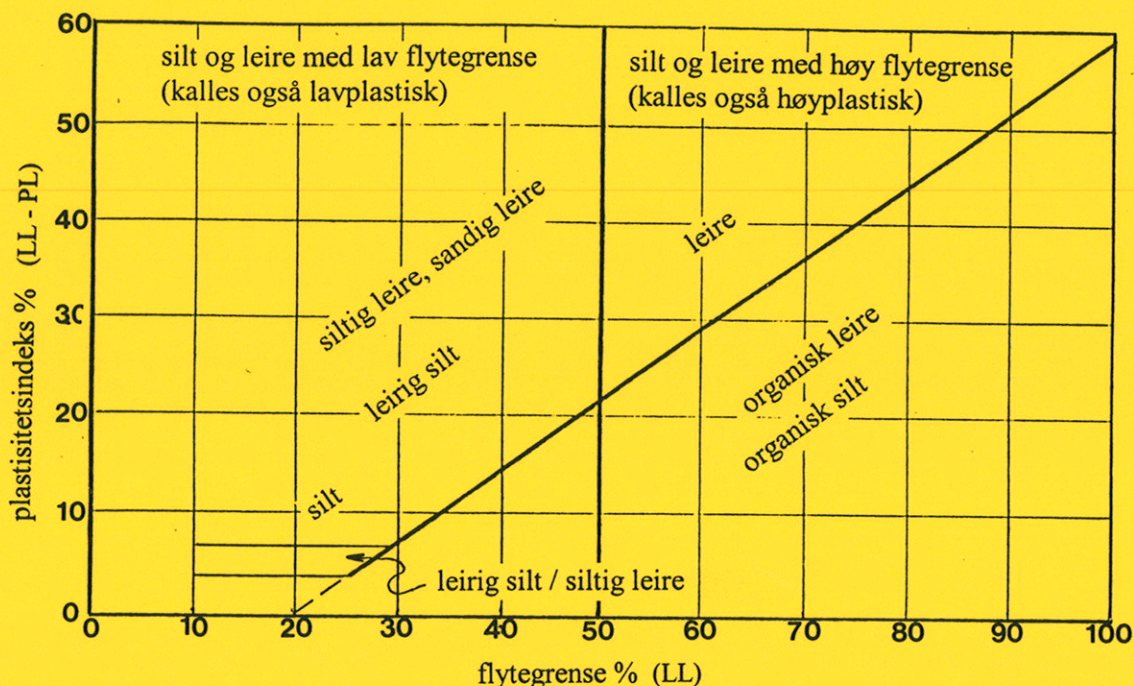
I forbindelse med graving i leire er tiden en vesentlig faktor. I mange tilfeller vil en graveskrent stå i flere dager før den raser ut. Dette gjør at en ofte kan greie seg uten forstøtning når utgravingen bare skal stå åpen en kort tid. Dette er et faremoment siden det kan friste til å arbeide i grøfter og andre utgravinger med for liten sikkerhet.

Vi bruker følgende fasthetsbeskrivelse for leire og leirig silt:

Skjærfasthet, kN/m <sup>2</sup>	Beskrivelse	Enkel prøve.
0 - 12	Meget bløt.	Knyttneve presses lett inn flere cm.
12 - 25	Bløt.	Tommelfinger presses lett inn flere cm.
25 - 50	Middels fast.	Tommelfinger presses inn med moderat trykk.
50 - 100	Fast.	Merkes lett med tommel, vanskelig å trykke inn
100 - 200	Meget fast.	Merkes lett med fingernegl.
200 +	Hard.	Vanskelig å merke med negl

**Silt.** Silt kan forveksles med leire. Ofte når det klages over at leira i bunnen av en utgraving er ustabil, er det i virkeligheten silt det dreier seg om. Hvis en legger en våt siltklump på handflaten og dunker handa mot et fast underlag, slik at silten ristes brått, blir overflaten blank fordi vannet går ut i overflaten. Hvis en så klemmer på siltklumpen, blir den matt. Det er denne muligheten for vannstrømming i silt som gjør at den kan være totalt ustabil ved graving under grunnvannsnivået. Så snart en får senket grunnvannsnivået, blir silten stabil. --- Når silten tørker blir den fast, men ikke hard. Tørr silt trekker raskt til seg vann, og kan lett brytes ned eller løses opp i vann. Vannmettet silt er elastisk eller svampaktig. En kan vri eller strekke en prøve nesten uten motstand inntil den plutselig binder. Siden silt lett suger opp vann, er den meget telefarlig.

Vi bruker Atterbergs grenser som et vesentlig kriterium for å klassifisere (benevne) siltige og leirige jordarter. Atterberg utviklet systemet for jordbruksformål og Casagrande tilpasset det til geoteknikk. Vi bruker flytegrensen LL og plastisitetsgrensen PL for å skille mellom silt og leire. Plastisitetsgrensen er det vanninnholdet hvor prøven går over fra å være sprø til å være plastisk. Flytegrensen er det vanninnholdet hvor prøven går over fra å være plastisk til å være flytende. Plastisitetsindeksen PI er forskjellen mellom flytegrensen og plastisitetsgrensen.



**Sand.** For sand bruker vi grensene 0,075 mm og 2,4 mm. Hvis sandig masse inneholder tiltrekkelig finstoff til å oppføre seg som leire, blir den klassifisert som leire selv om den inneholder mer sand enn noe annet. Anleggs-problemer i sand henger gjerne sammen med enten for mye eller for lite vann. Det kan ofte være riktig å gå langsomt frem med gravearbeider i våt sand for å gi grunnen tid til å dreneres i takt med utgravingen.

**Grus.** Grus ligger mellom 2,4 mm og 75 mm. Grus behøver ikke nødvendigvis være en åpen masse med gode dreneringsegenskaper. En velgradert, leirig grus er ganske tett.

**Stein.** Grensene for stein er 75 mm og 600 mm.

**Steinblokker (blokk).** Steinblokker er større enn 600 mm. I moreneområder kan steinblokker forekomme i leirmasser, og er en av flere grunner til å unngå opphold i usikrede utgravinger.

**Ensgradert masse.** Består av partikler av lik størrelsesorden, slik at det stort sett ikke finnes mindre korn til å fylle åpningene.

**Velgradert masse.** Består av korn eller partikler av forskjellige størrelser, slik at åpningene i all vesentlighet vil være mindre enn en fjerdedel av den gjennomsnittlige kornstørrelsen. Massen skal være stabil etter komprimering. Et eksempel på en velgradert masse er 10 % finsand, 20 % mellomsand, 20 % grovsand og resten grus. Sand med en del gruskorn er således ikke velgradert. Maskingrus 0-50 mm er ofte bare delvis velgradert. Spredte, større partikler har liten effekt hvis de er omgitt av vesentlig mindre partikler

Lagdelt masse kan være ferskvannsavsetninger hvor sesongmessig tilførsel av grovere masse gir lag som kan være vannførende og som derfor kan påvirke skråningsstabiliteten. Slike grovere lag kan gi bedre drenering og derved bety noe for setningshastigheten. Det kan også dreie seg om organiske lag som kan påvirke setningsegenskapene, som for eksempel i avsetninger av masse fra Numedalslågen.

**Morene.** Med morene mener vi masser som er transportert og avsatt av en isbre. Morene består gjerne av varierte masser, og kan for eksempel være en blanding av leire, grus og stein. Bunnmorene har ligget under isbreen, og er derfor hardt sammenpresset. Bunnmorene kan være meget fast silt eller leire, som inneholder stein og steinblokker. I slike masser kan det forekomme linser eller lag av ren sand eller grus. Bunnmorene kan også være helt annerledes enn dette. Over bunnmorene kan det ligge løsere morenemasser. Endemorene og sidemorene kan være høyst varierende og kan inneholde bløt leire. --- Ur og andre grove masser som en måtte treffe på i grunnboringer kan forveksles med bunnmorene.

**ORGANISKE JORDARTER** som vi arbeider med, består av planterester og tildels dyrerester i varierende grad av nedbrytning og av vanlige jordarter, for det meste sand og silt.

Helt nedbrutte planterester er amorfe, hvilket vil si helt uten krystaller eller fiber. Motsetningen er lite formuldet fibertorv, som utelukkende består av fiber. Totalt formuldet torv består av kolloidale partikler. (Kolloid kommer fra det latinske ordet for lim. Partiklene er så små at de ikke synker i vann). Den amorfe massen kan innkapsle mineralkornene, slik at massen blir meget løs.

**Gytje og dynn** er organiske jordarter som inneholder levninger etter vekster og dyr, og som er avsatt på bunnen av vassdrag. Foruten organisk materiale inneholder disse jordartene vanligvis også varierende mengder av mineraljordarter, som leire, silt og sand. Innenfor begrepet gytje finnes det en del varianter. Med hensyn til geotekniske egenskaper, er gytje og dynn mellomting mellom torv og finkornede mineraljordarter.

Humus refererer til det totale innholdet av organisk masse. innkapsle mineralkornene, slik at massen blir meget løs.

Humusinnholdet bør tas med i benevningen av jordarter dersom den er mer enn 2% av vekten. Silt med 2-6% humus vil klassifiseres som humusholdig silt. En silt med mer enn 6% organisk innhold vil klassifiseres som siltholdig torv. (Volumprosenten er mye høyere enn vektprosenten.)

I von Post klassifiseringsstem forekommer en formel som inneholder følgende termer: Formuldingsgrad (humifiseringsgrad), H -- Bløthetsgrad, B -- Fibermengde, F -- Rottrådmengde, R -- Mengde av trerester, V.

Vanninnholdet i torvmasser varierer med formuldingsgraden. Typisk vanninnhold i godt formuldet torv er av størrelsesorden 100%. For fibertorv er vanlig vanninnhold av størrelse 400%. ---- Permeabiliteten vil variere med formuldingsgraden, slik at en for en H9 torv kan ha en permeabilitet på 10 -7 cm/sekund, mens en for en formulingsgrad på 2 kan ha en permeabilitet på 10 -4 cm/sekund. Ved belastning vil disse verdiene endre seg vesentlig. Med en belastning på 1 tonn pr m<sup>2</sup> vil den samme H9 torven ha en permeabilitet på 10 -8 mens H2 torven har en permeabilitet på 10 -6 cm/sekund. ---- Fibrige torvmasser har strekkfasthet som er omvendt proporsjonalt med formuldingsgraden. Siden fiberne ligger horisontalt, vil massen ha helt forskjellige egenskaper horisontalt og vertikalt.

Vi benytter oss bare av formuldingsgraden, som bestemmes som følger, når massen presses i handa:

- H1 Fullstendig uformuldet torv, avgir bare klart, fargeløst vann.
- H2 Så godt som fullstendig uformuldet, avgir nesten klart, gulbrunt vann.
- H3 Litt formuldet torv, avgir tydelig grumset vann, men ikke noe torvsubstans passerer mellom fingrene. Det som blir igjen er ikke grøtaktig.
- H4 Dårlig formuldet torv, avgir sterkt grumset vann. Det som blir igjen i handa er noe grøtaktig.
- H5 Noenlunde formuldet torv har tydelig vekststruktur. Noe torvsubstans passerer mellom fingrene, dessuten sterkt grumset vann. Det som blir igjen er sterkt grøtaktig.
- H6 Noenlunde formuldet torv har utydelig vekststruktur. Omlag 1/3 passerer mellom fingrene. Det gjenværende er sterkt grøtaktig, men viser tydeligere vekststruktur enn den utpressede torvmassen.
- H7 I ganske godt formuldet torv kan en se ganske mye vekststruktur. Halvprten passerer mellom fingrene. Hvis det utskilles vann, er dette vellingaktig og sterkt mørkfarget.
- H8 Godt formuldet torv har lite vekststruktur. Omlag 2/3 passerer mellom fingrene. Muligens utskilles en del vellingartet vann. Det igjenværende består vesentlig av rothår og fibre.
- H9 Så godt som fullstendig formuldet torv har praktisk talt ingen vekststruktur. Nesten hele torvmassen passerer mellom fingrene som en homogen grøt.
- H10 Fullstendig formuldet torv har ingen vekststruktur. Ved krystring passerer hele torvmassen mellom fingrene uten å avgi vann.

Vanligvis beskrives massen som

- Fibertorv, H1 til H4, planterester er lett synlige.
- Mellomtorv, H5 til H7, planterester svakt synlige.
- Svarttorv, H8 til H10, planterester ikke synlige.

### **GENERELL USIKKERHET VED GRUNNUNDERSØKELSER**

Våre beskrivelser av grunnforhold er basert på fortolkning av spredte borer og / eller sjakter, det vi ser i terrenget, og andre opplysninger som måtte finnes. Dette innebærer en varierende grad av usikkerhet. For å unngå å belemre rapportene med en stadig referanse til denne usikkerheten, gjør vi oppmerksom på den bare i dette bilaget.

NS 3480, Geoteknisk prosjektering, krever at antagelsene om grunnforholdene skal kontrolleres i forbindelse med anleggsarbeidene. Vi forutsetter at detaljer om denne kontrollen avtales mellom oppdragsgiver og geotekniker.

### **ANSVARSFORHOLD.**

Norsk Standard 8402 skal gjelde for våre oppdrag. Denne standarden begrenser økonomisk ansvar overfor oppdragsgiver til kr 3.000.000,- pr skade og til kr 9.000.000,- totalt. Den samme standarden begrenser ansvaret overfor tredjemann til kr 5.000.000,-. Disse beløpene vil i noen tilfeller være for små, og vi anbefaler derfor oppdragsgivere å overveie spesiell forsikring. I forbindelse med totalentrepriser kan det være spesiell ansvarsbegrensning.

SETNINGER

Et byggverk kan få setninger av mange årsaker, avhengig av grunnforholdene:

1. Utpressing av vann fra vannmettet leire (konsolidering) under vekten av et fundament eller under vekten av en oppfylling. Dette skjer over tid og avhenger av størrelsen på fundamentene eller oppfyllingen, hvor tett leirmassen er og om det finnes sandlag eller andre drenerende lag. Belastningen fra en fundamentsåle vil spre seg i grunnen slik at det blir liten effekt under en dybde som er 1,5 ganger fundamentbredden. Belastningen under en oppfylling sprer seg på samme måte, men siden utstrekningen er mye større, kan vekten av fyllmassene gi konsolidering og setninger over flere år mens fundamentet kan være ferdige med setningene i løpet noen måneder. Konsolidering vil skje i andre vannmettede jordarter som sand og silt, men disse massene er vannførende i en helt annen grad, og setningene skjer mye raskere. Masser som tidligere har vært konsolidert under en belastning, vil ikke gi vesentlige setninger dersom belastningen ikke er større enn denne forbelastningen. De vanligste forbelastningene er vekten av isbreer og vekten av masser som er erodert bort av bekker og overflatevann. En langvarig grunnvannssenkning kan også gi forbelastning. Forbelastningseffekten kan bli borte ved at salt vaskes ut av en leire, slik at den blir sensitiv eller kvikk.
2. Sammentrykning av leire som ikke er vannmettet, vil skje raskt, og det samme gjelder grovere masser som silt eller sand. Det kan dreie seg om uker, heller enn måneder eller år. Sammentrykning av silt kan gi vesentlige setninger, mens belastning av sand og grovere masser normalt ikke gir vesentlige setninger. Også for disse massene vil forbelastning påvirke setningsegenskapene.
3. En har opplevd setninger når en tørr steinfylling utsettes for vann for første og andre gang. Toppen av en steinfyllingsdam som var bygd i en tørkeperiode fikk setninger på 2 meter når regnet kom.
4. Nedbryting av organiske masser (forråtnelse) kan gi store setninger over tid, og det samme gjelder tilfellet nedbryting av søppel. Vi har sett at forskalingsrester og røtter i steinfyllinger har gitt setninger over mer enn 10 år, slik at en fikk bygningsskader lenge etter garantiperioden. Torvmasser kan reduseres vesentlig hvis de får luft på grunn av en langvarig grunnvannssenkning.
5. Finkornede avretningsmasser kan over tid gå tapt ned i hulrom i underliggende steinfylling, og gi setninger som er uavhengig av belastning.
6. Sideveis forskyvning av vannmettede myrmaser har gitt setninger i forbindelse med oppfylte veier og plasser.
7. Bevegelse av masser på grunn av vekslende frost og teleløsning er en ikke uvanlig årsak til setningsskader på bygninger.
8. Forvitring av steinmasser på grunn av fuktighet og frost er en setningsårsak, spesielt ved sjøen.

### KUNSTIG FORBELASTNING

Den første av disse setningsårsakene er den vanligste i vår virksomhet, og gjør at forbelastning ved hjelp av fyllmasser er et vanlig tiltak i forbindelse med bygninger.

Et typisk tilfelle er et byggeprosjekt i skrånende terreng, hvor det er setningsfarlig leire, og en ønsker å fylle opp deler av området. En fjerner vegetasjon, røtter og matjord, og fyller opp i planlagt nivå med sprengstein, sand eller grus som legges ut lagvis og komprimeres. Setningene kan være anslått til 5 til 10 cm, og perioden for 80 prosent av disse kan være anslått til 2 år. ( Både størrelsen og forløpet av setningene vil være usikre, selv om det gjøres relativt omfattende grunnundersøkelser).

For å korte ned ventetiden fyller en opp selve byggeområdet med forbelastningsmasse, for eksempel med masse som senere kan brukes til å fylle opp for utomhusområder og veier. For å sikre at en ikke bygger for tidlig gjøres det systematiske målinger. En bør måle inn et rikelig antall punkter og en bør ha mer enn ett fastmerke.

Et vanlig målepunkt er ei stålplate, for eksempel 30 x 30 cm, som settes på toppen av den permanente oppfyllingen, med et påsveiset armeringsstål som vil stikke 20 cm over toppen av forbelastningsfyllinga. Det fylles først opp omkring målepunktet, og den første målingen gjøres så tidlig som det er praktisk. Til å begynne med måler en hver tredje uke. Senere kan de bli aktuelt med lengre intervaller. Behovet for frostisolasjon vurderes.

Dersom en forbelastet med steinfylling, kan det være bedre å legge ut spesielle steinblokker i overflaten på forbelastningsfyllinga, og å merke målepunkter på disse.

En måte å etablere målepunkter i finkornede masser er å bore ned til den permanente fyllinga med naver eller skovlbor, tømme litt betong i hullet, og sette ned et armeringsstål.

Utskifting med lette masser kan være et brukbart tiltak der hvor tiden ikke strekker til. Valg av pelefundamentering kan være et alternativ.

Det er vesentlig at byggherren er innforstått med usikkerheten som ligger i setningsvurderinger, og at alternative tiltak drøftes før en velger forbelastning.

Helst skal oppfylling og forbelastning gjøres før det foreligger et konkret byggeprosjekt. Salg av leiligheter bør ikke gjøres før det foreligger positive resultater av setningsmålinger, og selv da bør det tas forbehold.

---



## BILAG L

Sivilingeniør Bjørn Strøm AS  
februar 2005

## UNDERSØKELSESMETODER

**Naveren** er et spiralbor (en skrue) med en diameter på 75 mm, som skrues og presses ned, og så trekkes opp omlag for hver halvmetre, slik at en får opp delvis forstyrrede prøver av grunnen. Typiske prøver tas med for laboratoriebeskrivelse og måling av vanninnhold.

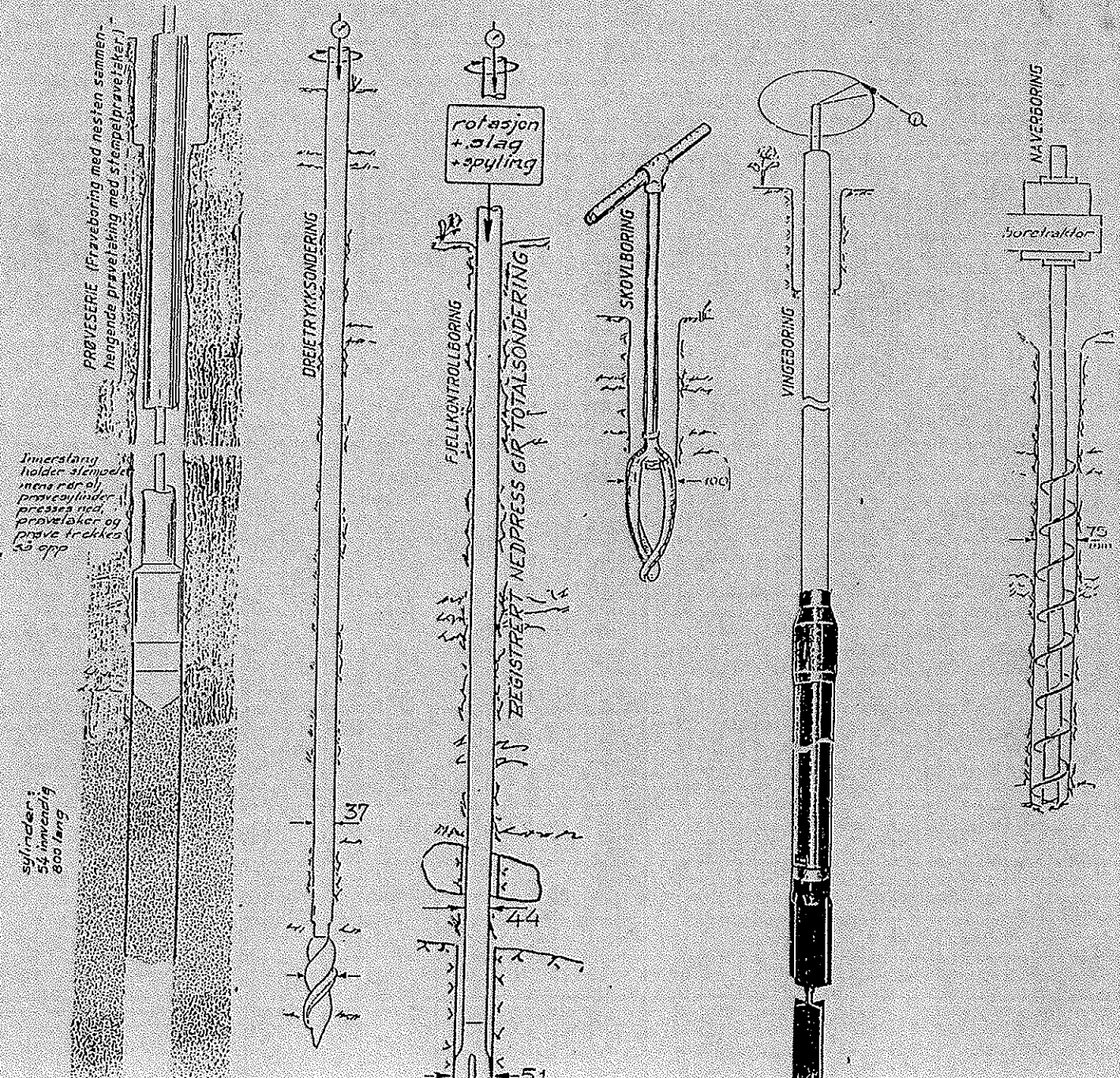
En **dreietrykksondering** gjøres ved at en skrueformet spiss med en diameter på omlag 50 mm presses ned i grunnen mens den roterer langsomt. Nedpresskraften registreres med en skriver.

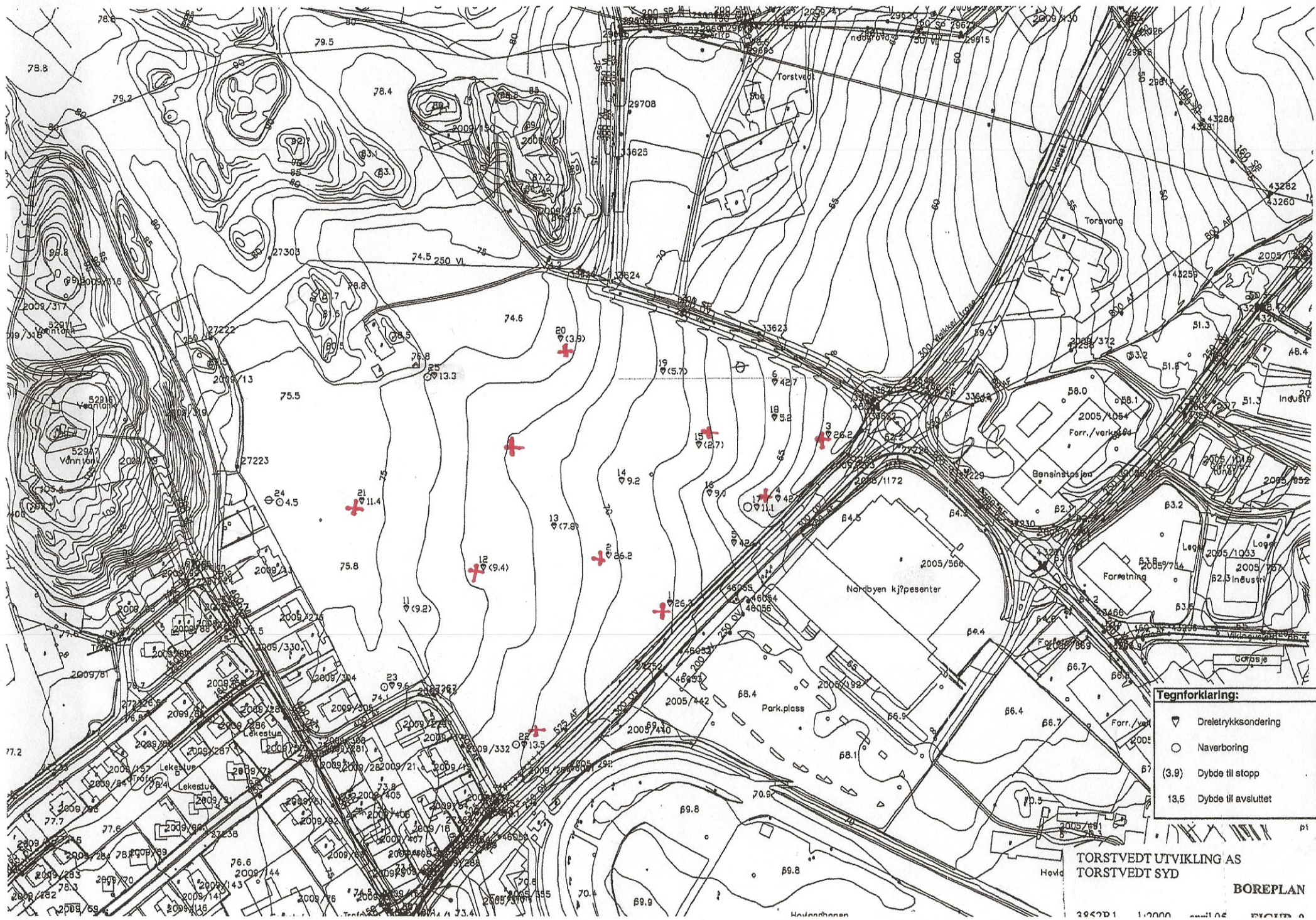
En **vingeboring** består i at et korsformet borhode (ving) presses ned i grunnen og for hver halvmetre dreies rundt. Dreiemomentet som skal til for å rotere vingen, gir skjærfastheten. Etter avlesningen roteres vingen inntil grunnen er omrørt, og en gjør en ny avlesning for omrørt skjærfasthet.

Prøvene i en vanlig prøveboring (**prøveserie**) tas opp ved hjelp av 54 mm diameter prøvesylindere, 80 cm lange. En borer vanligvis gjennom de øverste massene, som er for faste for prøvesylindere. Rutinemessige laboratoriearbeider på en slik prøve er måling av fasthet, densitet (romvekt), vanninnhold, Atterbergs grenser som nødvendig og beskrivelse av massene.

**Fjellkontrollboringer** gjøres med en 57 mm stift- eller hardmetallkrone, 45 mm borstenger, vannspyling og hydraulisk borhammer. For rimelig sikker fjellkontroll borer en vanligvis 3 meter ned i fjellet. En får et inntrykk av løsmassen fra det som kommer opp med spylevannet og skjønsmessig fra variasjoner i nedpress og rotasjonsmotstand. En kan også registrere nedpress og synkehastighet i forbindelse med fjellkontrollutstyr, totalsondering.

Totalsonderinger gjøres som fjellkontrollboringer med tillegg av at synkehastighet og nedpresskraft måles for jevn hastighet.





**Tegnforklaring:**

▽	Dreletrykksøndering
○	Naverboring
(3.9)	Dybde til stopp
13.5	Dybde til avsluttet

TORSTVEDT UTVIKLING AS  
TORSTVEDT SYD  
BOREPLAN