



Sandvin Eiendom AS

Att: Trond Sando

Postboks 40

3041 Sande

4643N1

4. mai 2010

## GEOTEKNISK NOTAT I FORBINDELSE MED TILBYGG TIL FORRETNINGSBYGG FOR REMA 1000 I REVÅVEIEN.

Bakgrunnen for oppdraget er telefonsamtaler og e-post korrespondanse. Vi har forstått at en i forbindelse med en planlagt utvidelse av forretningsbygget og et planlagt trapperom ønsker generell redegjørelse for grunnforholdene og en uttalelse om stabiliteten med hensyn til en utglidning mot elva. Rutinemessig forutsetter vi at Norsk Standard 8402 gjelder for oppdraget, hvilket innebærer at vårt ansvar overfor oppdragsgiver er begrenset til kr 3.000.000,- pr skadetilfelle og til kr 9.000.000,- totalt. Den samme standarden begrenser vårt ansvar overfor tredjemann til kr 5.000.000,-.

Vi har basert dette notatet på grunnundersøkelser som vi har foretatt i Sande sentrum, på en befaring av elveskråningen som vi gjorde i forbindelse med en forespørsel i 1987, på grunnundersøkelser som Ingeniørfirmaet Bjørgulf Haukelid gjorde i 1967 og på en befaring av byggeområdet og elveskråningen som vi gjorde i dag.

Haukelids undersøkelser besto av en prøveserie og 7 dreiesonderinger. Vårt bilag L gir et inntrykk av boremetodene. Våre grunnbeskrivelser følger definisjonene i bilag A, og Haukelids beskrivelser avviker lite fra dette bilaget.

Kartutsnittet på figur 1 viser plasseringen av det planlagte tilbygget og trapperommet. Figur 2 viser bilder som ble tatt i forbindelse med befaringen. Deretter følger Haukelids prøveserie og tekst.

### TERRENG OG GRUNNFORHOLD.

Byggeområdet er en del av et stort platå som ligger omlag 8 meter over elva. Platået er praktisk talt flatt. Elveskråningen er preget av oppfylling og dumping av overskuddsmasser. Bilder 1 og 4 viser raskant i oppfylte masser. Bilde 2 viser et slakere parti på den nedre delen av skråningen, som ser ut til å skyldes masser som har glidd nedover skråningren. På bilde 5 er det også et flatere parti som ser ut til å skyldes masser som har glidd. Trærne på bilde 5 er imidlertid rette, og tyder på at det bare er overflatemassene som har beveget seg.

Det var ingen tegn til at elva graver på den aktuelle strekningen. På motsatt side av elva var imidlertid skråningen undergravd nede ved elva. Her viser kartet på figur 1 vannkanten med stiplede strek.

Bygningene mellom elva og Revåveien besto i stor grad av pusset murverk hvor setninger gjerne viser seg som loddrette sprekker. Slike oppsprekking var ikke å se, og det var heller ikke annet som kunne tyde på setninger i området.

Vår konklusjon er at det er dårlig overflatestabilitet i elveskråningen på grunn av dumping av overskuddsmasser og avfall og på grunn av oppfylling for å øke tomteareal, men det er ingen tegn til at det er dårlig stabilitet som kan få betydning for byggeområdet.

Haukelid skriver at plasseringen av nybygget neppe vil medføre noen stabilitetsmessige problemer mot Sandeelva, men at de gjerne ville få oversendt et lastfordelings skjema av bygget. De skrev videre at for bebyggelse som ville representere tilleggslast på grunnen nærmere elva ville de tilråde stabilitetsundersøkelser av skråningen.

Ved vår befaring fant vi ingen tung bebyggelse nær elveskråningen. Den nærmeste store bygningen har kjeller, slik at bygningen ikke har medrørt tilleggslast på grunnen.

*Haukelid skrev om prøveserien at den viste en øvre ca. 2,0 m tykt lag med leirig finsand og silt. Under dette laget var det siltige masser med sand og finsandlag til ca 8,0 m dyp. Deretter var det, til prøveserien ble avsluttet på 10,0 m dyp, en gradvis overgang fra silt til leire.*

*Videre står det at den siltige massen inneholdt endel humus og planterester, og vanninnholdet er derfor relativt høyt for jordarten. Grunnvannstanden står høyt på tomten, og de registrerte sand og finsandlag er trolig vannførende. Konus og trykkforsøkene viser fra lav til middels høy skjærfasthet. Massene er ikke kvikke.*

*Om dreiesonderingene står det at dreiemotstanden er liten, dårligst i borehullene nærmest veien, hvor borstengene på flere dyp sank uten dreining for 100 kg borbeklastning.*

Vår egen erfaring med grunnforholdene i sentrumsområdet er at det er lagdelt grunn, tildels siltig og leirig og tildels siltig og sandig, og med organiske lag og fordelt organisk masse i varierende grad. Det organiske innholdet kan gjøre grunnen meget setningsfarlig, selv for bygg med moderate fundamentlast. Haukelid prøveserie viste imidlertid mindre organisk innhold enn det vi har funnet i våre undersøkelser.

Vi har funnet at det generelt er fastere grunn under dybder på 7 til 10 meter, hvilket er i tråd med Haukelids resultater.

## KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER.

1. Vi regner med at grunnen i det aktuelle området er sandig og siltig øverst, siltig og leirig i dybden, bløt til middels fast øverst og middels fast i dybden. De øverste massene er setningsfarlige i vesentlig grad, og de er også meget telefarlige. Vi regner med vesentlig fastere grunn under 10 meters dybde.
2. Vi kan ikke se at det er grunn til å ta spesielle hensyn til terrengstabiliteten i forbindelse med de planlagte byggearbeidene. Vi anser en utglidning ved elva som kan få betydning for bygningen for Rema 1000 som usannsynlig. Vi anser det også usannsynlig at de planlagte byggearbeidene vil påvirke terrengstabiliteten i området.
3. Dersom det er ønskelig at vi vurderer fundamenteringen av de planlagte bygningene bør vi få informasjon om planene og helst også informasjon om fundamenteringen av den eksisterende bygningen.

4. Haukelid konkluderte at grunnen ikke var egnet for direkte fundamentering av tunge bygg, men at for middels tunge og lette bygg skulle tomten være egnet. For ikke å påvirke terrengstabiliteten synes det nærliggende med nærliggende med kompensert fundamentering. Vi vedlegger vårt bilag H1, Lette bygg på setningsfarlig grunn.



Bjørn Strøm for  
Sivilingeniør Bjørn Strøm AS

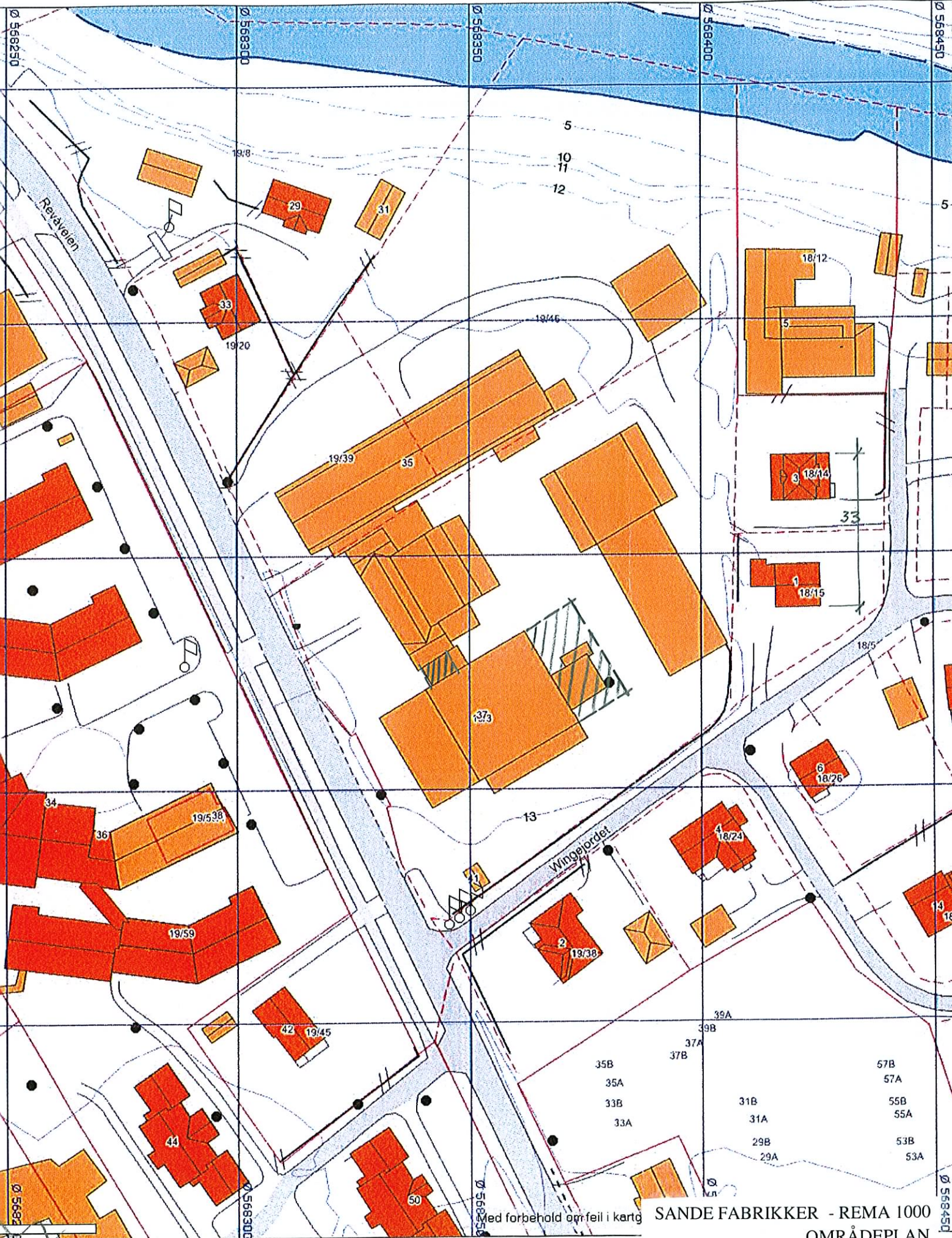


Kontroll, Tor Strøm

Vedlegg: Figur 1, Kartutsnitt.  
Figur 2, Bilder av skråning.  
Figur 3, Haukelids borerresultater og tekst.  
Bilag A, Definisjoner, ansvarsforhold, usikkerhet.  
Bilag H1, Lette bygg på setningsfarlig grunn.  
Bilag L, Undersøkelsesmetoder.

Fordeling: trosando@online.no + 2 eksemplarer.  
Eget arkiv, 1 eksemplar.





SANDE FABRIKKER - REMA 1000  
OMRÅDEPLAN

4643N1 4.mai'10 1:1000 FIGUR 1





1



4



2



5



3



6



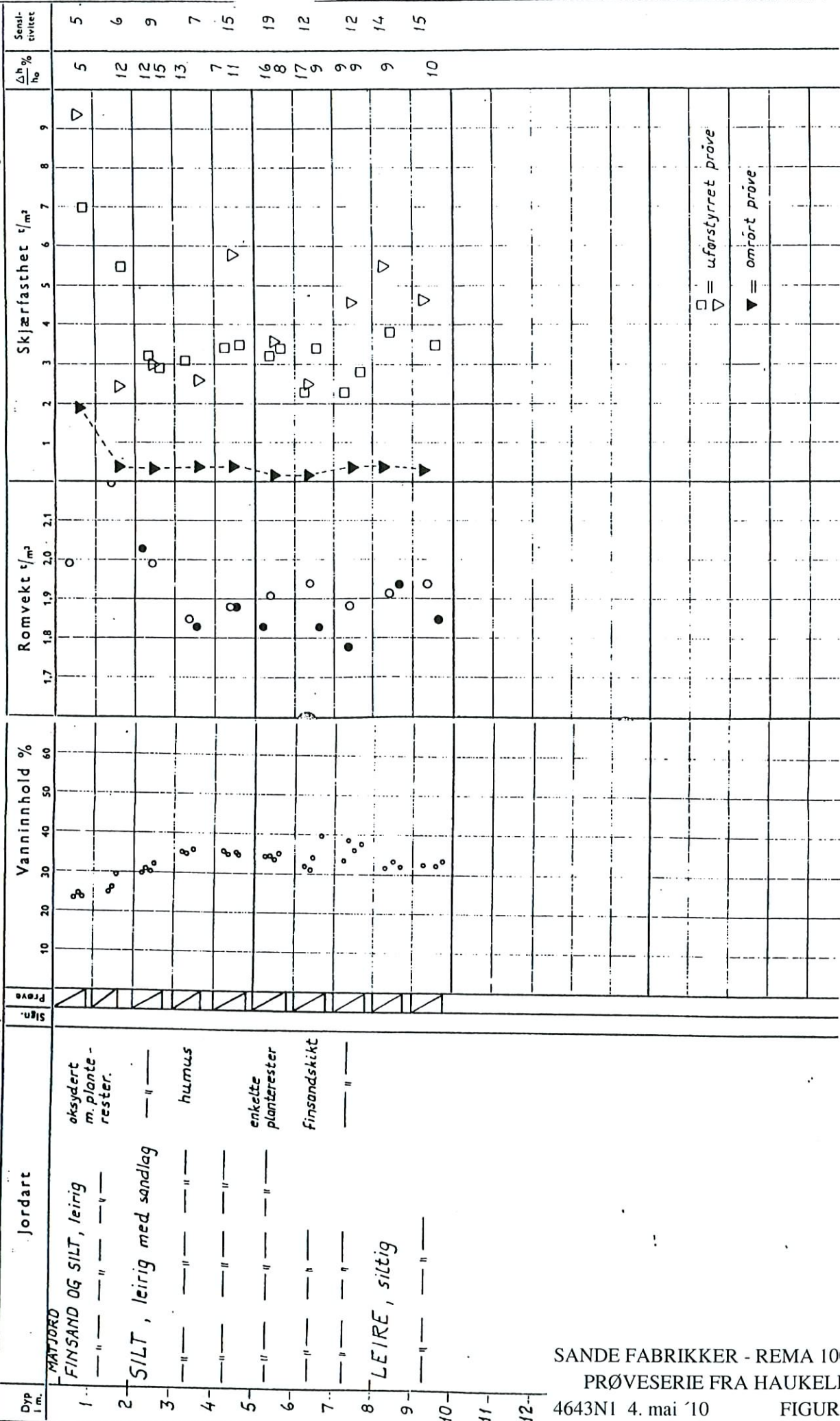
Oppdrag: SANDE FABRIKKER  
v/ Rådg. ing. Abel Engh

Arb.nr.: 41/67-0713 Tegnet: 23.10.67. E.P.

Hull	Oppstak med:	Grunnvannstand
I	54 mm prøvetaker	Terrenn 12,85

TEGNFORKLARING

- w = vanninnhold  
w<sub>p</sub> = utrullingsgrense  
w<sub>L</sub> = flytegrense  
Ø = adometerforsøk
- Romvekt:  
○ = hele prøven  
● = lokalt i prøven
- = enkelt trykkforsøk  
▽ = konsusforsøk  
+ = vingebor
- $\frac{\Delta h}{h_0} \%$  = bruddelormasjon ved trykkforsøk



□ = uforstyrret prøve  
▽ = omfört prøve

Sand ligger mellom 0,075 mm og 2,4 mm. Hvis en 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. Anleggsproblemer 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 ligger mellom 2,4 mm og 60 mm. Grus behøver ikke nødvendigvis være en åpen masse med gode dreneringsegenskaper. En velgradert, leirig grus er ganske tett.

Stein ligger mellom 60 mm og 600 mm, mens blokk eller 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. 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.

Setning. Synkning som et byggverk utsettes for på grunn av sammentrykning eller tap av grunn. Belastning, utvasking, telløsning.

Organiske jordarter består av vanlige jordarter blandet med planterester og tildels dyrerester i varierende grad av nedbrytning. Helt nedbrutte planterester er amorfe, hvilket vil si helt uten krystaller eller fiber i motsetningen til fibertorv. Organisk masse kan innkapsle mineralkornene, slik at massen blir meget løs. Se forøvrig Bilag N, Organiske jordarter

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.

Humus refererer til det totale innholdet av organisk masse. Humusinnholdet tas med i benevningen av jordarter dersom det utgjør mer enn 2% av vekten. Silt med 2-6% humus beskrives som humusholdig silt. En silt med mer enn 6% organisk innhold vil klassifiseres som siltholdig torv.

**GENERELL USIKKERHET VED GRUNNUNDERSØKELSER** Våre beskrivelser av grunnforhold er basert på fortolkning av spredte boringer eller sjakter og det vi ser i terrenget. 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, Geoteknikk 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 begrenser ansvaret overfor oppdragsgiver til kr 3.000.000,- pr skade, til kr 9.000.000,- totalt og til kr 5.000.000,- overfor tredjemann. 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.



**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 (bunntmorene), 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 er 35 % av tørr vekt 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.

En sensitiv leire er en leire som mister det meste av sin fasthet ved omrøring. Ytterligheten er 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.

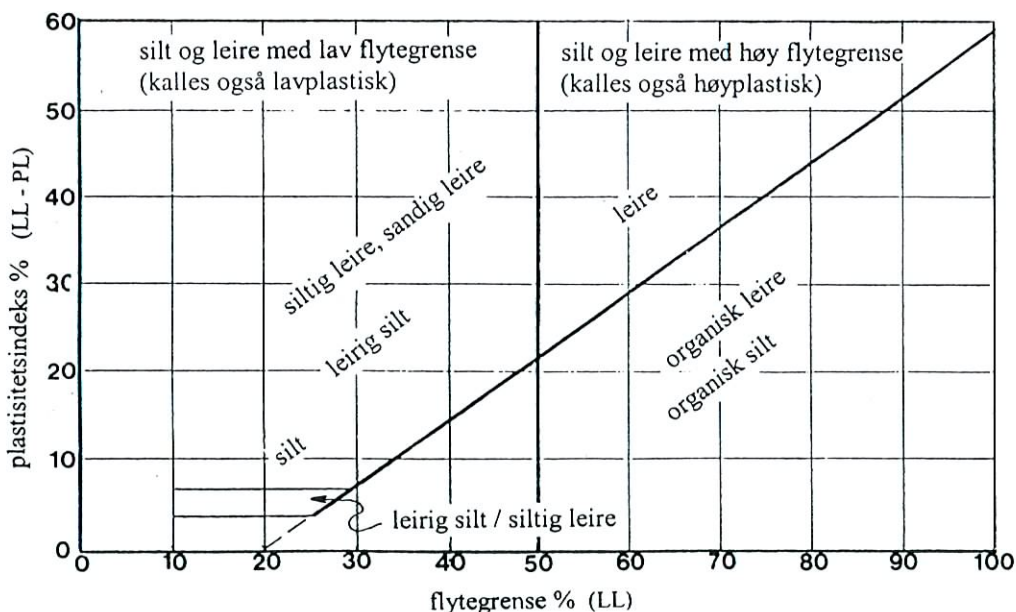
Leire har liten vanngjennomtrengelighet, og påvirkes lite av drenering eller oversvømmelse. Våte leirmasser er vanskelige å tørke ut. Faste leirmasser blir ikke bløte fordi en utgraving oversvømmes, hvis ikke massene samtidig rotes opp. Leire kan komprimeres bare når den er passe fuktig. Tørre leirige gravemasser kan bestå av harde klumper som må knuses med tungt utstyr.

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.** En leirig silt kan forveksles med leire, mens en grovere silt kan avvike lite fra finsand. Hvis en legger en våt siltklump på handflaten og dunker handa mot et fast underlag, blir overflaten blank fordi vannet går ut i overflaten. Hvis en så klemmer på siltklumpen, blir den matt fordi massen utvider seg ved brudd samtidig som massen er åpen nok til at vannet kan bevege seg. Denne muligheten for vannstrømming gjør at silt 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. Silt suger lett opp vann og er meget telefarlig. En graveskråning i leirig silt kan sige mye uten å gli ut.



Vi bruker Atterbergs grenser

som kriterium for å klassifisere (benevne) siltige og leirige jordarter som vist på diagrammet. Plastisitetensgrensen er det vanninnholdet hvor prøven går over fra å være sprø til å være plastisk. Flytegrensen er det vanninnholdet hvor prøven går over fra plastisk til flytende. Plastisitetensindeksen PI er forskjellen mellom flytegrensen og plastisitetensgrensen.



## BILAG H1

Sivilingeniør Bjørn Strøm AS  
desember 2008

## LETTE BYGG PÅ SETNINGSFARLIG GRUNN

Bakgrunnen for dette bilaget er at fundamentering av eneboliger og rekkehus kan utgjøre en større del av byggekostnadene enn tilfellet er for større bygninger, og har vært gjenstand for mye vurderinger og drøftelser.

### STIVHET

I forbindelse med inngangspartier og større vinduer vil det som regel være behov for en avstivende ringmur eller tilsvarende kantfortykkelse for en hel bunnplate. I områder med svak grunn er det bare unntaksvis at det ikke er behov for slik avstivning. Unntakene kan for eksempel være en to-etasjes bygning, hvor veggene gir stivhet.

En avstivende grunnmur er utformet og armert med tanke på stivhet, hvilket innebærer at den skal ha en høyde på minst 60 cm, at den skal være armert med to kam 16 oppe og nede, og at den skal være armert for skjær. Behovet for langsgående armering setter en grense for hvor smal ringmuren kan være. Behovet for skjærstyrke gjør at flere av EPS-kasettene som er på markedet, ikke vil kunne benyttes.

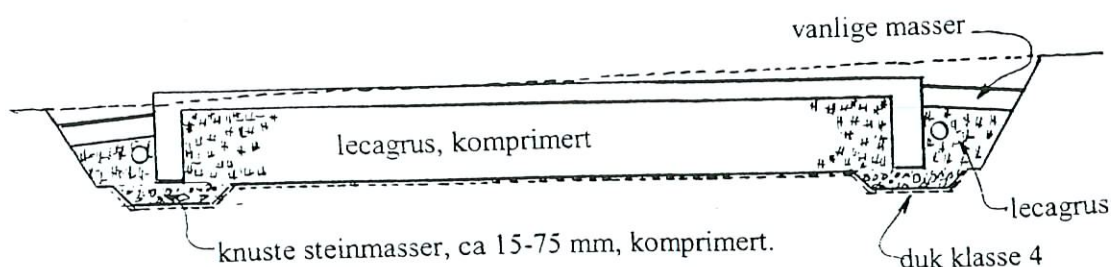
I noen tilfeller er det utstikkende eller inngående partier, som gjør det nødvendig med en dobling av ringmuren for å få kontinuitet og stivhet.

### BEHOV FOR SÅLE

Sålebredden har ofte liten betydning i forbindelse med en lett bygning. Høyden på grunnmuren har som oftest større betydning enn bredden på sålen. Det kan bli aktuelt å sette grunnmuren direkte på et lag med knuste steinmasser, og å sløyfe sålen. Det kan for eksempel dreie seg om å sette ringmuren på 15 cm med pukk av størrelsesorden 15-75 mm som er lagt på klasse 4 duk og komprimert med en rimelig tung vibroplate. Største steinstørrelse 0,5 til 0,7 x tykkelse av pukklag.

### SPESIELL UTFØRELSE.

I tilfeller med spesielt setningsfarlig eller spesielt svak grunn kan det bli aktuelt, som vist nedenfor, å traue ut hele byggearealet, fordype for et lag pukk under ringmuren, støpe ringmuren med utstikkende armering, fylle opp til topp ringmur med leca 0-32, som komprimeres, og så støpe en ekstra armert gulvplate som armeres sammen med ringmuren. Ved større dimensjon kan det bli aktuelt med en tverrmur eller et kryss. Å bruke isopor eller liknende som forskaling og fyllmasse har vært praktisert på meget setningsfarlig grunn. Et eksempel er vist på figur 2



SPESIELL UTFØRELSE



## TRYKKSONDERING (Cone Penetration Test)

En trykksondering eller cone penetration test (CPT) gjøres ved at en 35-mm rørformet spiss trykkes jevnt ned i grunnen mens en registrerer spissmotstanden, friksjon langs en 13 cm lang hylse og vanntrykket (poretrykket) ved spissen.

fs er friksjon på friksjonshylsa som angis i kPa. Hylsearealet er 15 cm<sup>2</sup>, slik at 30 kPa tilsvarer en total kraft på 0,45kN ((45 kg)).

Vanntrykket u<sub>2</sub> angis i mPa. En vannsøyle på 10 meter gir et trykk på 0,1mPa.

qc er spisstrykket angitt i mPa. Spissarealet er 10 cm<sup>2</sup>, slik at et spisstrykk på 1mPa tilsvarer en spisskraft på 2 kN ((200 kg)).

Resultatene er diagrammer for spisstrykk, friksjon og poretrykk. De må tolkes på grunnlag av andre boreresultater og erfaring. Vi viser tolkning etter to programmer. Det dreier seg om om jordartsbeskrivelse og skjærfasthet. Disse tolkningene bør ikke tas bokstavelig.

**Naveren** er et spiralbor (skrue) med en diameter på 75 mm, som skrues og presses ned, og så trekkes opp omlag for hver halvmetr, slik at en får opp delvis forstyrrete 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 i et diagram.

**En vingebooring** innebærer at et korsformet borthode (ving) presses ned i grunnen og for hver halvmetr dreies rundt. Dreiemomentet som skal til for å rotere vingen viser skjærfastheten. Etter rotering av vingen for omrøring av massen, måles omrørt skjærfasthet.

**En prøveserie** (prøvebooring) innebærer at relativt uforstyrrete prøver tas opp ved hjelp av sylindere med diameter 54 mm og lengde 800 mm. En borer vanligvis med naveren gjennom de øverste massene som måtte være for faste for prøvetakeren. **Rutinemessige laboratoriearbeider** på slike prøver er beskrivelse og måling av fasthet, densitet (romvekt), vanninnhold, og Atterbergs grenser.

**En fjellkontrollbooring** gjøres med en 57-mm stift- eller hardmetallkrone, 45-mm borstenger, vannsplying og hydraulisk borhammer. For rimelig sikker fjellkontroll borer en minst 2 meter ned i det som antas å være fjell. En får et inntrykk av løsmassene fra det som kommer opp med spylevannet og fra variasjoner i nedpress og rotasjonsmotstand.

**En totalsondering** gjøres som en fjellkontrollbooring, men med registrering av nedpresskraft og synkehastighet.

