



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

VEIDЕККЕ ENTREPRENØR AS

Postboks 55

1431 ÅS

4334R1

13 mars 2008

Ref: Nils Stiansen

## FACTORY OUTLET I VESTBY - GRUNNUNDERSØKELSE

På grunnlag av tilbud datert 8. januar og telefonsamtale har vi utført grunnundersøkelse for planlagt Factory Outlet i Vestby. Prosjektet består av forretningslokaler på ett plan og en redusert underetasje med parkeringsplasser. I tillegg skal man ha utvendige parkeringsarealer.

Grunnundersøkelsen besto av totalsonderinger i 5 punkter og maskingravde sjakter i 15 punkter. Opprinnelig planla man en grunnundersøkelse bestående av to dager med boretraktor. Etter første dag fant vi at det var beskjedne dybder til fjell og at det var mer hensiktsmessig å fortsette med gravemaskin. I tillegg til sonderingene og sjaktene gjorde vi registreringer av fjell i dagen.

Resultater fra totalsonderinger og sjakter er vist på figurer 1 til 6. Figur 7 er en boreplan som viser plassering av borepunkter i tillegg til fjellregistreringer. Boremetodene er beskrevet i bilag L. Prøvene fra sjaktene er beskrevet i tråd med definisjonene i bilag A. Vi har også lagt ved bilag C3, Sprengsteinsfylling for bygg.

Vi forutsetter at Norsk Standard 8402 gjelder for oppdraget, hvilket innebærer at vårt ansvar overfor oppdragsgiver er begrenset til kr 3.000.000,- pr skadetilfelle, til kr 9.000.000,- totalt, og til kr 5.000.000,- overfor tredjemann. Vi refererer til notatene i bilag A om usikkerhet ved grunnundersøkelser og om ansvarsforhold.

## TERRENG OG GRUNNFORHOLD

Området har bestått av småkupert skogsterreng og enkelte partier med fjell i dagen. Vegetasjonen hadde nylig blitt ryddet da undersøkelsen ble gjort. Terrenget på den vestre delen av byggetomta var rimelig plant. På den østre del av tomta får terrenget fall mot øst, og utenfor byggetomta faller terrenget ytterligere noen meter før den går over til å bli dyrket jorde. Mellom vestre og østre del av byggetomta har terrenget en høydeforskjell på mer enn 10 meter.

Undersøkelsen viste at tykkelsen på løsmasselaget varierte fra 0 til 3,7 meter. Størst dybde til fjell fant vi ved vestre og nordre del av planlagt hovedbygning. Her ble det gjort 3 sonderinger og 3 sjakter med dybder som varierte fra 1,9 meter til 3,7 meter. Det ble ikke gjort innboring i fjell og sonderingene kan ha stoppet på stein heller enn fjell. På tomta forøvrig fant vi stort sett fjell på dybder mindre enn 1,5 meter.

Løsmassene i området er varierte, tildels er det fast leire, tildels finnes sandige og siltige masser. I noen sjakter registrerte vi et topplag av torv. Ved sydøstre del av parkeringsarealet fant vi inntil 70 cm med fyllmasser. I borepunkt 25, lengst syd, var det fjell på 70 cm, og løsmassene besto av torv og organisk leire.

## KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER

1. Grunnundersøkelsen tyder på små dybder til fjell på hele byggetomta. Største dybder registrerte vi under vestre og nordre del av planlagt hovedbygning. Her tyder sjakter og sonderinger på fjell som ligger omlag 2,0 meter til 4,0 meter under dagens terreng.

Løsmassene på byggetomta er varierte, bestående av sand, silt, og leire. I enkelte av sjaktene fant vi torv helt øverst. I sjakt 25, lengst syd i området, beskrev vi leirmassene som organiske. Her fant vi fjell 70 cm under terreng.

2. Vi har forstått at gulv i 1. etasje skal legges på kote 104 og at kjellergulv legges på kote 100. Under mye av hovedbygningen er det minimalt med løsmasseavsetninger, og vi regner med at man rensker til fjell og fyller opp med sprengstein.

Ved nordre og vestre del av bygningen finnes løsmasser i 2,0 til 4,0 meters tykkelse. Løsmassene består her hovedsakelig av meget fast siltig og sandig leire med lavt vanninnhold. Dette er masser hvor vi ville forvente beskjedne setninger og hvor setningene normalt foregår over kort tidsrom.

Et alternativ vil være å masseutskifte og bruke leirmassene til utvendige parkeringsarealer. Slike faste leirmasser er imidlertid krevende med hensyn til komprimering. Man er avhengig av å bryte ned klumpene og det blir snakk om mange overfarer og beskjedne lagtykkelser (ca 20 cm)


Dersom tidsprogrammet tillater det kan grunnen forbelastet ved at man legger ut steinfyllingen på forhånd og foretar setningsnivellement. Man kan også fylle med overhøyde for å fremskynde setninger. Vi tenker oss da at bygningslaster føres ned til fjell, men at man har gulv som delvis ligger på utsprengt fjell og delvis ligger på løsmasser.


Vi foreslår at man i utgangspunktet regner med å masseutskifte ned til fjell, men at man er åpen for at det kan finnes andre løsninger. I forbindelse med slike vurderinger kan det bli aktuelt å utføre flere prøvesjakter, og man må se på kostnader og arbeidsprogram.

3. På arkitekttegningen vises fyllingen i nedkant av bygningen med bratt skråning. Man kan kanskje oppnå en slik skråning med steinmasser som er sortert og stablet, men ikke med steinmasser som er lagt ut på vanlig vis. Normalt ville man kanskje regne med helning 1 : 1, og at man fyller ut horisontalt minst 1,0 meter utenfor underkant fundamentet. Dersom grenser eller byggelinjer tilsier at dette er problematisk må man regne med støttemur.

4. I forbindelse med utlegging av steinmasser må det stilles spesielle krav når massene legges ut på hellende fjelloverflate. Stedvis kan det bli behov for fortanning eller terrassering av fjelloverflaten.

5. Sprengsteinsfyllinger innebærer generelt liten setningsfare, men en 10 meter steinfylling vil ikke være setningsfri. Dersom komprimeringsarbeidene foregår i tørt vær anbefaler vi at man sørger for vanning av steinmassene

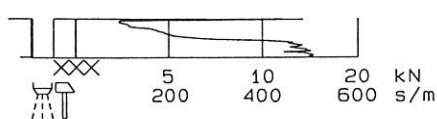
  
Morten Strøm for  
Sivilingeniør Bjørn Strøm AS

  
Kontroll, Tor Strøm

Vedlegg: Figurer 1 til 7  
Bilag A, Definisjoner  
Bilag L, Boremetoder  
Bilag C3, Sprengsteinsfylling for bygg

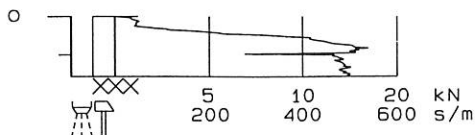
Fordeling: Adressat, 4 eksemplarer  
Eget arkiv

1  
⊕



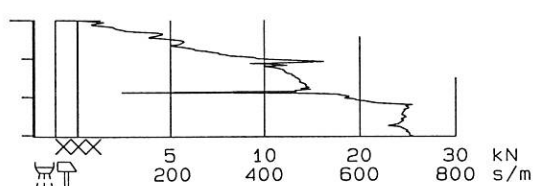
Stopp, antatt stein/fjell

2  
⊕



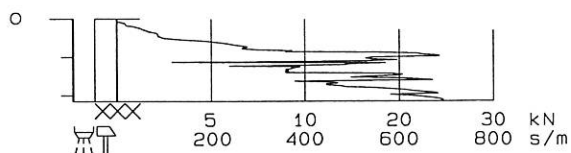
Stopp, antatt stein/fjell

3  
⊕



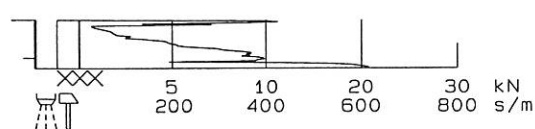
Stopp, antatt stein/fjell

4  
⊕



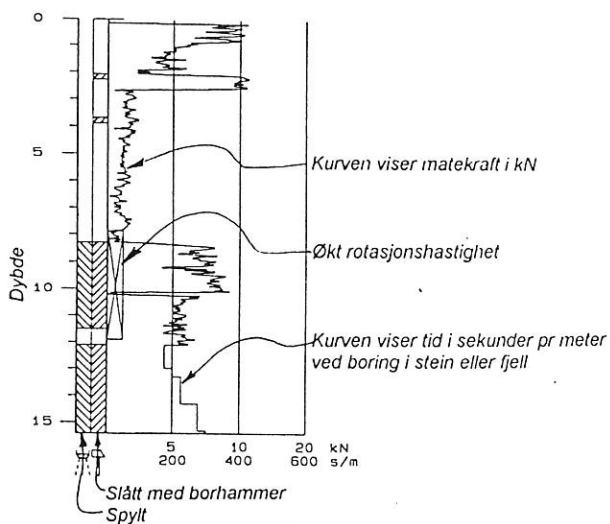
Stopp, antatt stein/fjell

5  
⊕



Stopp, antatt stein/fjell

51  
⊕



**TOTALSONDERINGER**

Factory Outlet, Vestby

SIVILINGENIØR  
**BJØRN STRØM AS**  
GEOTEKNISK KONSULENT

Hull	X-koord	Y-koord
Terreng	Grv.st	Utf
Borplan	Logg.nr.	Kontr.
Prosjekt: 4334 Tegn.dato 14.2.08	FIGUR: <b>1</b>	

PROSJEKT : 4334

Factory Outlet, Vestby

## SJAKTER

FIGUR: 2

DATO: 15 februar 2008

SJAKT: 11			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
- 0,5			Matjord / torv
			Rødbrun fin- til mellomsand
			Vannsig
			Lys grå siltig leire, fast – meget fast
- 1,0		Leirig silt, litt sandig, litt grusig, noen små røtter, meget fast	
			Gråbrun siltig leire med stein, meget fast
- 1,5			
- 2,0	10	Silt, veldig sandig, brun	
- 2,5			
- 3,0			
- 3,5			
- 4,0			Fjell
- 4,5			
- 5,0			
- 5,5			
- 6,0			
- 6,5			

SJAKT: 12			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
- 0,5			Matjord / torv
			Lys brun sand, våt
			Lys grå siltig leire, meget fast
- 0,5	23	Siltig leire, grå, hard	
- 1,0			Gråbrun siltig leire, meget fast
- 1,5	12	Sand, grusig, litt siltig, fast lagret, brun	
- 2,0			Fjell
- 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.

<b>PROSJEKT: 4334</b>
Factory Outlet, Vestby

## SJAKTER

<b>FIGUR: 3</b>
<b>DATO: 15 februar 2008</b>

SJAKT: 13			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
			Torv
			Fjell
- 0,5			
- 1,0			
- 1,5			
- 2,0			
- 2,5			
- 3,0			

SJAKT: 14			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
			Matjord / torv
			Gråbrun sand Vannsig
- 0,5			Lys grå og mørk grå sandig siltig leire
- 1,0	22	Siltig leire, gråbrun med grå og brune sandflekker, meget fast	Gråbrun siltig sandig leire med stein, meget fast.
- 1,5			
- 2,0			
- 2,5			Fjell
- 3,0			

SJAKT: 15			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
			Torv / matjord
			Sand
			Fjell
- 0,5			
- 1,0			
- 1,5			
- 2,0			
- 2,5			
- 3,0			

SJAKT: 16			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
			Torv
			Fjell
- 0,5			
- 1,0			
- 1,5			
- 2,0			
- 2,5			
- 3,0			

W er vann i % av tørr vekt.

<b>PROSJEKT: 4334</b>
Factory Outlet, Vestby

## SJAKTER

<b>FIGUR: 4</b>
<b>DATO: 15 februar 2008</b>

SJAKT: 17			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
			Torv
			Fjell
- 0,5			
- 1,0			
- 1,5			
- 2,0			
- 2,5			
- 3,0			

SJAKT: 18			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
			Matjord / torv
			Sand
			Grå leire, meget fast
			Fjell
		Fjell i dagen 3 meter vest	
- 0,5			
- 1,0			
- 1,5			
- 2,0			
- 2,5			
- 3,0			

SJAKT: 19			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
			Torv / matjord
			Fjell
- 0,5			
- 1,0			
- 1,5			
- 2,0			
- 2,5			
- 3,0			

SJAKT: 20			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
			Torv
			Rustrød sand
			Lys grå leire, meget fast
			Gråbrun leire med litt grus og stein, meget fast
			Fjell
- 0,5			
- 1,0			
- 1,5			
- 2,0			
- 2,5			
- 3,0			

W er vann i % av tørr vekt.

PROSJEKT : 4334
Factory Outlet, Vestby

## SJAKTER

FIGUR: 5
DATO: 15 februar 2008

SJAKT: 22			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
			Rødbrun sand
- 0,5			Brungrå siltig leirig sand
- 1,0			
- 1,5			
- 2,0			
- 2,5			
- 3,0			Sand grus og stein Vannførende
- 3,5			Leire
- 4,0			Fjell
- 4,5			
- 5,0			
- 5,5			
- 6,0			
- 6,5			

SJAKT:			
DYP	W		
- 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: 4334

Factory Outlet, Vestby

# SJAKTER

FIGUR: 6

DATO: 15 februar 2008

SJAKT: 21			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
- 0,5	7	Siltig, grusig sand, lagdelt i grå , brune og gråbrune lag	Torv
			Rustrød sand Vannsig
			Brungrå siltig finsand, meget fast
			Brun siltig finsand med litt grus og stein, meget fast
			sand grus og stein, vannførende
			Leire, meget fast
- 1,0			Fjell
- 1,5			
- 2,0			
- 2,5			
- 3,0			

SJAKT: 23			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
- 0,5			Leirig fyllmasse
			Sand grus og stein
- 1,0			Fjell
- 1,5			
- 2,0			
- 2,5			
- 3,0			

SJAKT:24			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
- 0,5			Fyllmasser
			Brun sandig siltig leire
- 1,0			
- 1,5			Fjell
- 2,0			
- 2,5			
- 3,0			

SJAKT: 25			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
- 0,5			Torv
			Organisk brun sand fast
- 1,0			Fjell
- 1,5			
- 2,0			
- 2,5			
- 3,0			

W er vann i % av tørr vekt.







## BILAG C3

Sivilingeniør Bjørn Strøm AS  
sept 07

## SPRENGSTEINSFYLLING FOR BYGG

a. **Utstrekningen** av fyllinga avhenger av bygningen og stedlige forhold. For et sålefundamentert bygg skal kanten av oppfyllingen ligge minst en sålebredde, men ikke mindre enn 1 meter, utenfor ytterkant av sålen. Herfra er begrensningen et 1:1 plan. En annen begrensning kan vurderes dersom tilstøtende grunn er tilstrekkelig fast. Slik tilstøtende grunn kan være komprimert fylling, som bringes opp parallelt

b. **Lagtykkelse** betyr effektiv tykkelse etter komprimering, hvilket vil si hvor mye fyllingshøyden øker for hvert lag.

c. **Steinstørrelse** betyr gjennomsnitt av tykkelse og bredde. Lengden begrenses av steinformen, som er drøftet under neste punkt.

d. **Fyllmassen** skal ikke være så skifrig (skiveaktig) at den kan brytes ned og forårsake setninger. Vi tenker da på flat eller lang stein, som en ofte får fra skifter og gneiss. Dersom høyden av den overliggende fyllinga ikke blir større enn 3 meter, kan en akseptere flat eller lang stein som ikke er tynnere enn 10 cm. Med lang stein mener vi stein som er lengre enn 3 ganger den minste dimensjonen eller 2 ganger den mellomste dimensjonen.

En kan akseptere flate eller lange blokker, som er så store at de ikke vil brytes eller knuses. Slike blokker vil imidlertid ofte gjøre det nødvendig å ordne fyllmassene med gravemaskin for å unngå for store hulrom. Komprimering av slike ujevne fyllmasser må vurderes spesielt. NBI byggdetaljblad SfB(16) eller A 513.121, Utlegging og komprimering av sprengsteinfylling, spesifiserer blant annet at massen skal ha tilstrekkelig motstand mot forvitring, og at massen for størstedelen bør bestå av stein større enn 20 cm.

Med hensyn til frostbestandighet har vi god erfaring med kalkfjell, men ikke med leirskifter. Vi har både god og dårlig erfaring med basalt (rombeporfyr) fra Vestfold. Vi har varierende og tildels dårlig erfaring med granitt og syenitt (larvikitt). Grovkornet larvikitt i et fuktig miljø kan forvitte raskt (få år). Noen bergarter gir skarpkantet stein (Tjøme) som lett knuses. Disse må vurderes spesielt.

Fyllmasse, komprimering, form og størrelse på fyllinga må ses samlet. En grei oppfyllingsmasse kan være sprengstein som i størrelse varierer jevnt mellom 10 og 30 cm, og som er fri for grus og finere masse, hvilket vil si at den er fri for masse finere enn 6 cm. Alunskifer kan ikke brukes (Slemmestad).

Det er vesentlig at en unngår at finere masse går tapt ned i hulrom i fyllinga. Et for finkornet avrettingslag kan føre til store utbedringskostnader. Det tryggeste er at betongen delvis hviler direkte på stein. Det vil si at det ikke skal være mer avrettingsmasse enn at en kan se en god del stein.

e. **Oppfylling på fjell.** Fjellet skal være rensket for løsmasser etter sprengning og andre løsmasser. Rester etter fjellsprengning kan eventuelt bli liggende etter nærmere vurdering. Fjellet kan ikke være brattere enn 1:4 dersom det ikke dreier seg om ei kløft, hvor fyllmassen får sidestøtte. Terrassering kan bli nødvendig. Området kontrolleres før det fylles. Vurdering og kontroll gjøres av geotekniker, eventuelt i samarbeide med byggherre eller entreprenør.

f. **Oppfylling på løsmasser.** Vegetasjon, røtter og matjord fjernes, og området kontrolleres før det fylles. Oppfylling på løsmasser kan innebære en tilleggsbelastning på grunnen, og vi referer da til bilag H6 om setninger og forbelastning. Behovet for filterlag eller duk vurderes. Med filterlag mener vi da minst 15 cm med velgraderte, finere steinmasser som kan hindre at steinfyllinga trenger ned i leire eller andre finkornede masser som det fylles på. Bunnmasser fra fjellsprengning kan være brukbare i et filterlag. Behovet og eventuelt valg av filtermasser vurderes. Grunnen det fylles på kan

ikke være brattere enn 1:4 dersom det ikke dreier seg om ei grøft eller fordypning, slik at fyllmassen får sidestøtte.

g. **Utlegging av fyllmassene** gjøres best med beltedoser. Stein som er større enn 2/3 av lagtykkelsen legges tilside og kan eventuelt brukes til oppfylling utenfor byggeområdet eller brukes i en del av oppfyllingen med grovere masse og større lagtykkelse. Komprimeringsarbeidet tilpasses fyllmassene.

h. **Komprimering** kan ikke spesifiseres ved hjelp av romvekt (massedensitet), siden det ikke er noen praktisk måte å måle romvekt for masser grovere enn sand. Derfor beskrives komprimeringen på grunnlag av lagtykkelse, utstyr og antall passeringer. For en lagtykkelse på 70 cm og en 3-tonns vibrovalse spesifiserte NBI 10 passeringer. For en lagtykkelse på 30 cm og en 400-kg vibroplate spesifiserte NBI 5 passeringer. I vårt eget standardbilag for oppfyllingsarbeider har vi for eksempel 3 tonns vibrovalse, 30 cm lagtykkelse og 3 passeringer sammen med grundig vanning. Vanning er et godt hjelpemiddel, men er ikke bestandig praktisk på grunn av kulde. Høydemålinger (nivellement) på fyllinga brukes også til kontroll av komprimering.

i. **Ansvar** for underlag, fyllmasser, komprimering og kontroll avtales. Kriteriene for tilfredsstillende arbeide er at bygningen får planlagt nivå, ikke påføres skadelige skjevsetninger, og at byggstart ikke forsinkes unødvendig. Vi regner med at alt ansvar ligger hos byggherren inntil det kontraktsmessig delegeres til noen. Vi regner med at det er en forutsetning for delegering av ansvar at den som skal overta ansvaret har forutsetning for å forstå problemstillingen. Dersom det kan være tvil, bør en la ansvaret gå via en fagkyndig konsulent eller prosjektleder.

j. **Skadelige setninger** er ikke et enkelt begrep. For et kontorbygg ville vi anse en skjevhet eller helning på 0,5 prosent for et gulv som skadelig. Skjevheter større enn 1 prosent kan bli et vesentlig problem med hensyn til bruk. I forbindelse med sålefundamentering går vi ofte inn for å begrense setningene til 3 cm for hvert enkelt fundament og å begrense skjevsetning for bygget til 2 cm. Dette vil avhenge av hvor setningsømfintlig bygningen vil være, hvor setningsfarlig grunnen er og av hva det koster å holde seg innenfor disse grensene.

---



**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 vann-innholdet 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.

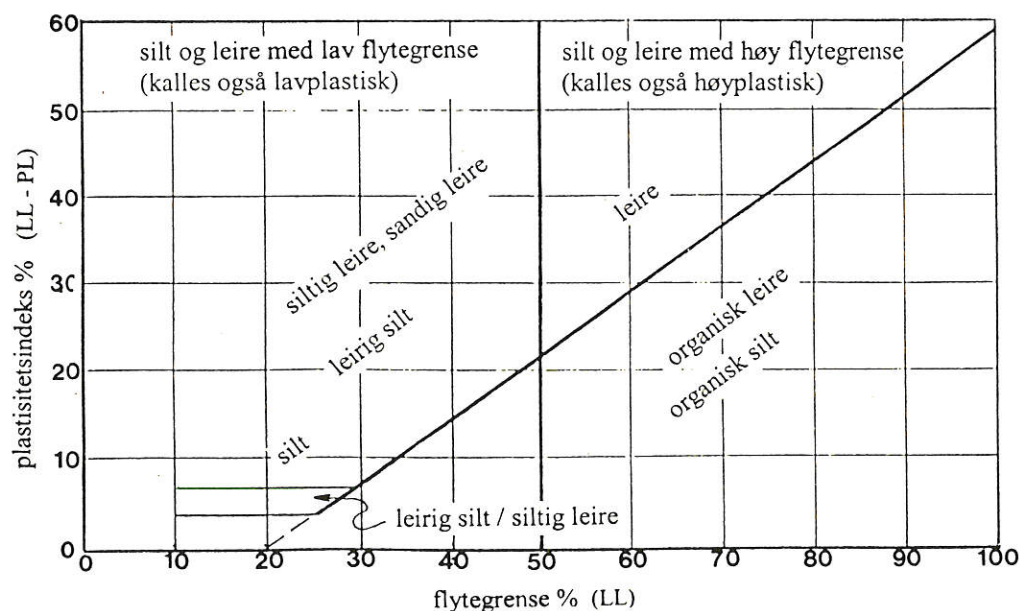
Leire har liten vanngjennomtrengelighet, og påvirkes lite av drenering eller oversvømmelse. Våte leirmasser er vanskelige å tørke ut. Faste leirmasser blir ikke bløte fordi en utgraving oversvømmes, hvis ikke massene samtidig rotes opp. Leire kan komprimeres bare når den er passe fuktig. Tørre leirige 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. 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 plastisk til flytende. Plastisitetsindeksen PI er forskjellen mellom flytegrensen og plastisitetsgrensen.

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 tak 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 leimasser, og er en av flere grunner til å unngå opphold i usikrede utgravninger.

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 motsetning til fibertorv. Organisk masse kan innkapsle mineralkornene, slik at massen blir meget løs. Se forøvrig Bilag N, Organiske jordarter

Gytie og dyvnn 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 gytie finnes det en del varianter.

Humus refererer til det totale innholdet av organisk masse. Humusinnholdet tas med i benevnningen 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, 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 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.



## 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 trykket i grunnvannet (poretrykket) ved spissen.

$F_S$  er friksjonskraft på friksjonshylse, og  $f_S$  er  $F_S$  delt på 150 cm<sup>2</sup> hylseareal. 0,1 MPa tilsvarer en friksjonskraft på 15 kg.

Poretrykket  $u_C$  (vanntrykket) måles like over spissen, og er angitt i MPa og meter vannsøyle.

$q_C$  er spissmotstand eller spisskraft ( $Q_C$ ) delt på tverrsnittet ( $A_C$ ). Diameter er 36 mm og  $A_C$  er 10 cm<sup>2</sup>. En spissmotstand på 1 MPa tilsvarer en spisskraft på 200 kg.

Naveren er et spiralbor (skrue) med en diameter på 75 mm, som skrues og presses ned, og så trekkes opp om lag 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 **vingeboring** innebærer at et korsformet borhode (ving) presses ned i grunnen og for hver halvmetr dreies rundt. Dreiemomentet som skal til for å rotere vingen, viser skjærfastheten. Etter avlesningen roteres vingen inntil massen er omrørt, og en gjør en ny avlesning for omrørt skjærfasthet.

En **prøveserie** (prøveboring) 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 **fjellkontrollboring** gjøres med en 57-mm stift- eller hardmetallkrone, 45-mm borstenger, vannspyling 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 fjellkontrollboring, men med registrering av nedpresskraft og synkehastighet.

