

Skanska Bolig AS



Moer boligområde, Ås

**Grunnundersøkelser
AUGUST 2006**

FORELØPIG 16.08.2006

RAPPORT

FORELØPIG 16.08.2006

Rapport nr.: 1	Oppdrag nr.: 85 42 76	Dato: 17.08.2006
Oppdragsnavn: MOER BOLIGOMRÅDE, ÅS		
Kunde: Skanska Bolig AS		
MOER BOLIGOMRÅDE, ÅS GRUNNUNDERSØKELSER AUGUST 2006		
Emneord: boliger, grunnforhold, fundamentering		
Sammendrag: SWECO Grøner har på oppdrag fra Skanska Bolig AS foretatt grunnundersøkelser i forbindelse med planlagt utbygging av boliger og infrastruktur på Moer like syd for Ås sentrum. Tomten ligger vest for Østfoldbanen og syd for Moer gård. Det er utført 24 stk totalsonderinger for å kartlegge massenes lagringsfasthet, og bestemme dybder til faste masser eller berg. Det er også foretatt 2 stk vingeboringer og 2 stk prøveserier (Ø54 mm). Opptatte prøver er analysert i geoteknisk laboratorium. Resultatene viser at dybder til faste masser eller berg i borpunktene varierer fra 3,4 m til mer enn 30 m. Massene består av siltig tørrskorpeleire (ca. 2 m) med en underliggende bløt til middels fast siltig leire ned til ca. 5 m dybde. Derunder er det registrert en meget bløt og sensitiv siltig kvikkleire. Ødometerforsøk viser at materialet er normalkonsolidert. Den siltige leiren har høyt vanninnhold som normalt indikerer setningsømfintlig grunn. Skrånende terreng på tomten gjør at fundamentet for boliger må bygges opp med fyllinger i forkant og skjæringer i bakkant. Dette vil kunne gi skadelige differansesetninger. Vurderinger vedrørende oppbygging av fyllinger og eventuelt behov for masseutskifting med lette masser (for å begrense setninger) må utføres før endelige fundamenteringsløsninger fastlegges. Massene er telefarlige. Det må derfor foretas isolering av fundamenter.		
	Rev.:	Dato:
Utarbeidet av: Jan Slungaard		17.08.2006
Kontrollert av: Per Stenhamar		17.08.2006
Oppdragsansvarlig: Per Stenhamar	Oppdragsleder / avd.: Jan Slungaard/Geoteknikk og fjellanlegg	

INNHold

1	INNLEDNING.....	3
2	FELT- OG LABORATORIEARBEID.....	3
3	TOPOGRAFI.....	3
4	GRUNNFORHOLD	3
5	FUNDAMENTERING	4
6	KONKLUSJON.....	5
7	REFERANSER	5

Tillegg

NR. 1 TEGNFORKLARING OG JORDARTSKLASSIFISERING
NR. 2 MARKUNDERSØKELSER
NR. 3 LABORATORIEUNDERSØKELSER

Vedlegg

Vedlegg nr. 1	Oversiktskart
Vedlegg nr. 2	Borplan, 1:1000
Vedlegg nr. 3	Totalsonderinger
Vedlegg nr. 4	Vingeboringer
Vedlegg nr. 5	Prøveserier
Vedlegg nr. 6	Korngradering
Vedlegg nr. 7	Ødometerforsøk
Vedlegg nr. 8	Innmålingsdata borpunkter

1 INNLEDNING

Skanska Bolig AS planlegger en større utbygging av boliger på Moer i Ås kommune. Moer ligger ca. 1 km syd for Ås sentrum. Tomten er i dag jordbruksareal og ligger i skrånende terreng vest for Østfoldbanen og like syd for Moer gård. I tillegg til boliger skal det etableres infrastruktur (vei/vann/avløp) i området.

SWECO Grøner har fått utført grunnundersøkelser på tomten for å fremskaffe mer detaljerte opplysninger om grunnforholdene.

Rapporten gir en oppsummering av de utførte felt- og laboratoriearbeidene, samt vurderinger knyttet til fundamenteringsforholdene på tomten.

2 FELT- OG LABORATORIEARBEID

Feltarbeidet er utført av Mesta as i mai 2006. Det er totalt foretatt 24 stk totalsonderinger (fjellkontrollboringer). Totalsondering gir normalt sikker fjellbestemmelse ved at det bores ned til berg og inn i berg. I enkelte av borpunktene er det noe usikkerhet om hvorvidt boringene er avsluttet i faste masser eller mot berg.

I tillegg til sonderingene er det utført 2 stk vinge-boringer og 2 stk prøveserier (Ø54 mm). For plassering av boringene vises det til vedlagte borplan.

Borpunktene er innmålt med koordinater og høyde av Scan Survey.

Det er utført laboratorieundersøkelser på opptatt materiale fra 2 stk. prøveserier. Arbeidet er utført av Multiconsult avd. Noteby i mai/juni 2006.

3 TOPOGRAFI

Tomten ligger i skrånende terreng mellom kote 85 og kote 105. Området er i dag jordbruksareal. Et søkk skjærer gjennom tomteområdet. Tomten ligger under den marine grensen.

Den planlagte adkomstvegen fra nord ligger relativt godt tilpasset terrenget. Veggen ligger med liten helning.

4 GRUNNFORHOLD

Totalsonderingene indikerer at dybden til faste masser eller berg varierer fra 3,4 m til mer enn 30 m. De største dybdene er registrert nederst på tomten langs adkomstvegen. I borpunkt nr. 5 er det boret til 29,8 m uten å nå berg.

Det er benyttet to forskjellige borrygger til undersøkelsene (Geotech 710 og Geonor GTB 150). Borutskriftene fra totalsonderingene viser derfor noe ulik form. Geotech-riggen synes å være mer "følsom" ved at tørrskorpelaget fanges opp bedre på utskriftene. Den fallende kurven (redusert motstand nedover i profilet) er også mer utpreget på disse utskriftene enn hva som er tilfellet for borutskriftene fra Geonor-riggen.

Totalsonderingene som er utført lavt på området viser til dels meget liten bormotstand. Dette tyder på bløte materialer (silt/leire). Flere kurver viser også fallende bormotstand nedover i grunnen. Dette er kjennetegnet på kvikkleire.

I tillegg til totalsonderingene er det utført både vinge boring og prøveserie i henholdsvis borpunktene 12 og 15.

Vinge boringen i borpunkt nr. 12 viser meget faste masser ned til ca. 2 m dybde. Fra 2,5 til 3,5 m dybde faller skjærstyrken fra 90 kN/m² (meget fast) til mindre enn 15 kN/m² (bløt). Vinge boringen er stoppet i 4-5 m dybde. Vinge boringen indikerer et lite sensitivt materiale.

Prøveserien i borpunkt nr. 12 viser at vi har tørrskorpeleire ned til ca. 2 m dybde. Derunder er det registrert siltig, sandig leire med sand og gruskorn ned til ca. 6 m dybde hvor prøveserien er avsluttet. Vanninnholdet i leiren varierer mellom 25 % og 37 %. Romvekten er 19-20 kN/m³. Skjærstyrken er bestemt til 10-22 kN/m². Prøveserien viser også et lite sensitivt materiale.

Det er ikke foretatt måling av grunnvannstand/poretrykk ved denne undersøkelsen. Under borearbeidene har vi imidlertid fått opplyst at det kom opp noe vann i borhull nr. 12. Dette tyder på at det er permeable lag i massene.

Vinge boringen i borpunkt nr. 15 er utført fra 2,5 m dybde, noe som tyder på at tørrskorpe laget er ca. 2 m tykt. Fra 2,5 til 6,5 m dybde faller skjærstyrken fra 35 kN/m² til 12 kN/m². Derunder ligger skjærstyrken på under 10 kN/m². Under ca. 4 m dybde er materialet middels til meget sensitivt.

Prøveserien i borpunkt nr. 15 viser ca. 3 m siltig tørrskorpeleire med en underliggende siltig leire ned til ca. 5 m dybde. Derunder er det registrert en meget sensitiv kvikkleire. Den siltige leiren har et vanninnhold på ca. 55 %. Vanninnholdet i kvikkleiren faller fra ca. 45 % i 5,5 m dybde til ca. 25% i 11,5 m dybde. Romvekten varierer fra 16,4 kN/m³ til 19,4 kN/m³. Skjærstyrken i leirlaget ligger mellom 15 og 25 kN/m². I kvikkleirelaget varierer skjærstyrken mellom 5 og 15 kN/m².

I borpunkt nr. 12 er det utført ødometerforsøk på 2 prøver fra henholdsvis 3,45 m og 4,4 m dybde. Resultatene tyder på at materialet er normalkonsolidert. Konsolideringskoeffisienten c_v ligger i området 5 - 10. Dette indikerer at setninger vil påløpe over lang tid (flere år).

SWECO Grøner har tidligere utført en miljøundersøkelse på tomten [1]. Det vises til rapport datert 04.01.2006. Konklusjon: *"Tomten kan, med de forurensningsnivåer som er påvist, fritt benyttes til boligformål"*.

5 FUNDAMENTERING

Vi har ikke detaljkunnskaper når det gjelder fundamenteringsløsninger av boligene på tomten. Som følge av skrånende terreng må man imidlertid forvente oppfylling i forkant og skjæring i bakkant av boligfundamentene. Dette medfører kompensering i bakkant og tilleggslaster i forkant. Med de gitte grunnforholdene vil dette kunne gi skadelige differansesetninger.

Vi vil derfor anbefale at boligene tilpasses best mulig i terrenget, slik at fyllingene blir minst mulig for å redusere setninger.

Oppfylling for veger og plasser må utføres med friksjonsmasser for å sikre tilstrekkelig bæreevne på disse arealene. Det må også gjøres stabilitetsvurderinger av eventuelle større fyllinger/skjæringer. Hvorvidt det vil være behov for å benytte masseutskifting med lette masser for å redusere setninger under boligene, må vurderes nærmere når planene er mer bearbeidet.

Tørrskorpeleire kan benyttes som oppfylling for grøntarealer. Utfordringen med tørrskorpeleiren er at den blir vanskelig å bearbeide ved tilgang på vann.

Eventuelle dype utgravinger for ledningsanlegg må hensynta de stedvis dårlige grunnforholdene.

6 KONKLUSJON

Grunnundersøkelsene viser at dybdene til faste masser eller berg varierer mellom 3,4 og ca. 30 m. De største dybdene er registrert nederst på tomteområdet langs adkomstvegen.

Massene består av siltig tørrskorpeleire (ca. 2 m) med en underliggende siltig leire ned til ca. 5 m. Derunder er det registrert bløt kvikkleire ned til avsluttet prøvetaking i 12 m dybde.

Materialet er normalkonsolidert.

Detaljløsninger av fundamentering av boliger med fylling/skjæring må vurderes nærmere når planene er mer bearbeidet.

Materialet er telefarlig. Fundamenter må isoleres i henhold til gjeldende regler.

7 REFERANSER

[1]

SWECO Grøner AS:
Skanska Bolig AS
Søndre Moer, Ås kommune
Undersøkelse av forurensning
Rapport nr.: 150150-1
04.01.2006

TILLEGG

VEDLEGG

VEDLEGG NR. 1:	Oversiktskart
VEDLEGG NR. 2:	Borplan, 1:1.000
VEDLEGG NR. 3:	Totalsonderinger
VEDLEGG NR. 4:	Vingeboringer
VEDLEGG NR. 5:	Prøveserier
VEDLEGG NR. 6:	Korngradering
VEDLEGG NR. 7:	Ødometerforsøk
VEDLEGG NR. 8:	Innmålingsdata borpunkter

TILLEGG

Tegnforklaring og jordartklassifisering

TEGNINGSSYSTEMER I PLAN

Symbol	Metode	Anmerkning	Symbol	Metode	Anmerkning
	Prøveserie	Prøver tatt med boreredskap (skovl, kannebor, prøvetager mm)		Fjellkontrollboring	Boring ned til og i fjell
	Prøvegrop			Vannstandsmåling	
	Prøvebelastning			Vannprøver	
	Setningsmåling	Sondering uten registrering av motstand		Poretrykksmåling	Infiltrasjonsforsøk, prøvepumping mm
	Enkel sondering			In situ permabilitetsmåling	
	Dreiesondering	Maskinsondering med automatisk opptegning		Vinge-boring	
	Dreie-trykk sondering			Totalsondering	Boring ned til og i fjell

Nivåer og dybder (i meter)

$\frac{12,8}{\div 5,7} \quad 18,5 + 3,0$	Over linjen:	Kote terreng eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann
	Ut for linjen:	Boret dybde i løsmasser (18,5). Event. boret dybde i fjell angis etter plusstegn (+ 3,0)
	Under linjen:	Kote antatt fjell ($\div 5,7$). Dersom det er antatt at fjell ikke er påtruffet, angis ~

KORNFRAKSJONER

Kornstørrelse i mm	Betegnelse av fraksjonen	Signatur	Betegnelse
> 600	Blokk		STEIN/BLOKK
600-60	Stein		
60-20	Grovgrus		
20-6	Mellomgrus		GRUS
6-2	Fingrus		
20-0,6	Grovsand		
0,6-0,2	Mellomsand		SAND
0,2-0,06	Finsand		
0,06-0,002	Silt		SILT
< 0,002	Leir		LEIRE

Den kvantitative største fraksjon nevnes i substantivform, de øvrige fraksjoner tas med i adjektivform etter prosentandel i den utstrekning det er av betydning for karakterisering av jordarten.

Eksempler: sandig grus; steinig sand; sandig silt.

DREIESONDERING

Sonderingsmotstand	Last kN	Antall halve omdr. pr. m
Meget liten motstand	1	0
Liten motstand	1	< 35
Middels stor motstand	1	35-125
Stor motstand	1	125-250
Meget stor motstand	1	> 250

UDRENERT SKJÆRSTYRKE

Betegnelse av leire	Betegnelse av skjærstyrke	Skjærstyrke kN/m ²
Meget bløt leire	Meget lav skjærstyrke	< 12,5
Bløt leire	Lav skjærstyrke	12,5-25
Middels fast leire	Middels høy skjærstyrke	25-50
Fast leire	Høy skjærstyrke	50-100
Meget fast leire	Meget høy skjærstyrke	> 100

SENSITIVITET

Sensitivitet er forholdet mellom skjærstyrken til uforstyrret og omrørt materiale.

Betegnelse av leire	Betegnelse av sensitivitet	Sensitivitet St
Lite sensitiv leire	Lav sensitivitet	< 8
Middels sensitiv leire	Middels høy sensitivitet	8-30
Meget sensitiv leire	Høy sensitivitet	> 30

Med *kvikkleire* forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, dvs. omrørt skjærstyrke < 0,5 kN/m²

Markundersøkelser - Boremetoder

FORMÅL: Grunnundersøkelser utføres vanligvis for å klarlegge grunnens beskaffenhet tilstrekkelig til at grunnarbeider og fundamenteringsarbeider kan utføres på en teknisk og samtidig økonomisk forsvarlig måte.

- Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens lagringsfasthet og dybder til antatt fjell eller fast grunn.
- Vingeboringer utføres for in-situ bestemmelse av udrenert skjærfasthet i leire.
- For nærmere bestemmelse av grunnens geotekniske egenskaper tas det opp prøver.

Markundersøkelsene vil også kunne omfatte måling av grunnvannstand og poretrykk, måling av deformasjon i grunnen og på konstruksjoner, samt belastningsforsøk på f.eks. peler.

ENKEL SONDERING

Utstyret består av Ø 22 mm stålrør i 1 m lengder som skrues sammen med glatte skjøter. Det benyttes en Ø 25 mm 200 mm lang spiss. Boret bores ned ved hjelp av en bærbar slagmaskin. Normal kapasitet 20 - 100 m pr.dag.

Enkel sondering gir veiledende bestemmelse av dybden til antatt fjell eller fast grunn. Utstyret har begrensninger med hensyn til sikker fjellbestemmelse.

DREIESONDERING

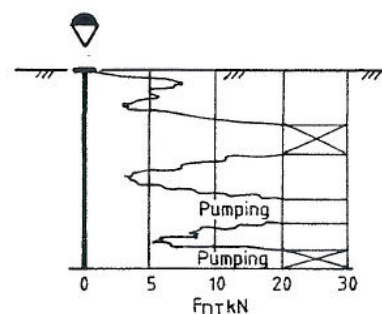
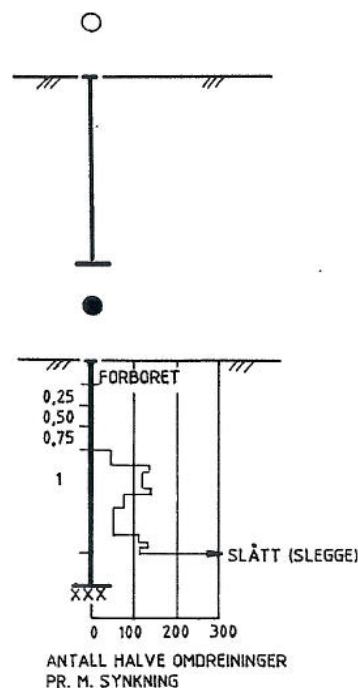
Utstyret består av Ø 22 mm stålrør i 1 m lengder som skrues sammen med glatte skjøter. Spissen er pyramideformet med lengde 200 mm og største sidekant 25 mm.

Boret belastes trinnvis opptil 1 kN. Synker ikke boret ved 1 kN belastning, dreies den ned med motor. Antall halve omdreininger noteres. Normal kapasitet 20 - 100 m pr.dag.

Diagrammet viser antall halve omdreininger pr.meter synkning. Belastning på utstyret angis i kN til venstre.

DREIETRYKKSONDERING

Utstyret består av Ø 36 mm stålrør i 2 m lengde som skrues sammen i glatte skjøter. Det benyttes en Ø 40 mm 225 mm lang spiss påsveiset en 5 mm høy skrueformet sveiselarve. Boret drives ned med konstant nedpressningshastighet 3 m/min. og med konstant omdreiningshastighet 25 omdr./min. Nedpressningskraften blir målt kontinuerlig ved hjelp av en automatisk skriver. Når motstanden øker slik at normert nedtrekningshastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet.



FJELLKONTROLLBORING

Utsyret består av Ø 32 mm stålrør med muffeskjøter og hardmetallkrone. Boret drives av en hydraulisk borhammer under spyling med vann under høyt trykk. Når fjellet er nådd, bores noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 m, under registrering av borsynk for sikker påvisning.

VINGBORING

Vingeboring brukes til å bestemme in-situ udrenert skjærfasthet av kohesjonsmaterialer, vesentlig leire. Utstyret består av et vingekors som presses ned i grunnen. I ønsket dybde måles det maksimale torsjonsmoment ved sakte omdreining til brudd. Maksimale moment gir grunnlag for beregning av skjærfasthet som bestemmes i uforstyrret og etter brudd, i omrørt tilstand. Forholdet mellom skjærfasthet før og etter brudd kalles sensitivitet (S_t)

Lommevingebor er et forenklet utstyr for omtrentlig bestemmelse av udrenert skjærfasthet f.eks. i grøfter og utgravninger. Måledybden er begrenset til 3 meter.

PORETRYKKSÅLING

Trykket i porevannet i en gitt dybde måles med poretrykkmåler (piezometer). Utstyret består av et Ø32 mm porøst filter (bronse eller epoxy) av lengde 300 mm som trykkes ned i ønsket dybde ved hjelp av forlengelsesrør. Fra filteret føres en plastslange opp til over terreng. Poretrykket måles som vannstand i plastslangen eller ved hjelp av manometer tilkoblet systemet.

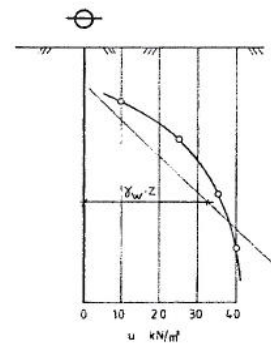
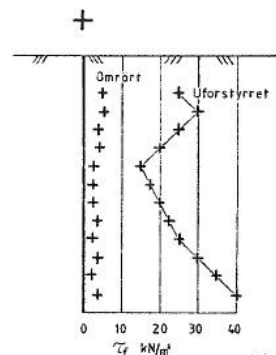
Alternativt måles poretrykket ved hjelp av elektrisk registrering av trykket på en fleksibel membran.

PRØVETAGNING

For opptak av uforstyrrende prøver benyttes vanligvis Ø54 mm NGI stempelprøvetager. Standard prøvelengde 800 mm.

Skovlboret benyttes for opptak av prøver i de øvre jordlag. Skovlboret er laget av to skålformede stålblader som skrues ned ved hjelp av Ø 19 mm forlengelsesrør med muffe.

For opptak av omrørte prøver av torv, leire og delvis sand og grus under grunnvannstanden, kan kannebor benyttes. Kanneboret er nederst forsynt med en snodd spiss og forlenges med Ø 22/Ø 12 mm sonderør.



Laboratorieundersøkelser

FORMÅL: Laboratorieundersøkelser utføres for klassifisering og identifisering av jordarten. I tillegg utføres forsøk for bestemmelse av jordartens mekaniske egenskaper og parametere for bruk i geotekniske analyser.

Korndensitet (Spesifikk vekt) (ρ_s i t/m^3) er forholdet mellom masse av korn og kornvolum i prøven.

Romvekt (γ i kN/m^3) er forholdet mellom total tyngde og totalt volum av prøven.

Vanninnhold (w) angir i prosent forholdet mellom masse av porevann og masse av korn etter uttørkning ved $110^\circ C$.

Flytegrense (w_L) angir i prosent vanninnhold av omrørt jord på grensen mellom flytende og plastisk tilstand.

Plastisitetsgrense (w_p) angir i prosent vanninnhold av omrørt jord på grensen mellom plastisk og halvstiv tilstand.

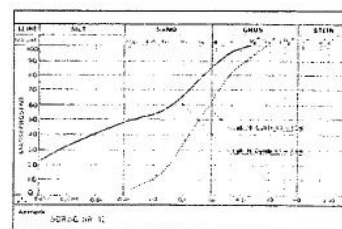
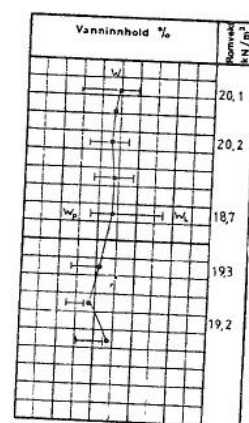
Plastisitetsindeksen (I_p i %) er differansen mellom flyte- og utrullingsgrense. $I_p = w_L - w_p$.

Udrenert skjærstyrke (s_u i kN/m^2) av leire bestemmes ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med $\varnothing$ 54 mm og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten.

Skjærstyrken måles også i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk hvor nedsynkningen av en normert konus registreres og skjærstyrken tas ut av en kalibreringstabell.

Saltinnhold (i g/l) bestemmes ved å måle elektrisk ledningsevne i en liten mengde utpresset porevann. Saltinnholdet angis ekvivalent med en natriumkloridkonsentrasjon med samme ledningsevne.

Kornfordelingen i jord bestemmes ved sikting og dråpeforsøk. For fraksjoner større enn 0,074 mm utføres kornfordelingsanalysen ved hjelp av en siktesats. For finere fraksjoner (silt og leire) bestemmes kornfordelingen ved hjelp av dråpeforsøk. Analysen bygger på Stoke's lov. En viss mengde tørket materiale slemmes opp med vann til en jevn suspensjon som settes til sedimentasjon. Etter bestemte tidsintervaller tas det ut prøvedråper fra en gitt dybde i oppløsningene med mikropipette. Dråpene slippes i en anisloppløsning, og falltiden over en gitt høyde bestemmer mengden. Kornstørrelsen bestemmes fra sedimentasjonstiden.



Kompressibiliteten av jord bestemmes ved konsolideringsforsøk i ødometer. Prøvehøyden er 20 mm og diameter 50 mm. Prøven bygges inn i en stålsylinder og belastes trinnvis. For hvert lasttrinn måles sammentrykning av jordprøven som en funksjon av tid etter pålastning. For praktiske formål kan variasjon i kompressibilitet uttrykkes ved en parameter, spenningsmodulen M . Diagrammet viser en typisk belastningskurve, og spenningsmodulen er definert som

$$M = \frac{\delta \sigma'}{\delta \epsilon}$$

Forsøksresultatene gir grunnlag for beregning av konsolideringssetningene og setningenes tidsforløp.

Komprimeringsforsøk (Proctor-forsøk) utføres for bestemmelse av jordens komprimeringsegenskaper. Forsøket utføres ved innstamping av materiale i en stålsylinder ved varierende vanninnhold. Stempelets tyngde, fallhøyde og antall slag holdes konstant. Den maksimale tørrdensitet ρ_{dopt} og tilsvarende vanninnhold w_{opt} bestemmes.

Luftporøsitet (A_r) er volum av luft (gass), V_g , angitt i prosent av total volum, V .

Metningsgraden (S) er volum av porevann, V_w , angitt i prosent av porevann, V_p .

Porøsitet (n) er porevolum, V_p , angitt i prosent av total volum, V .

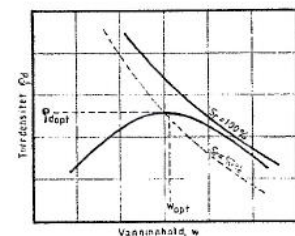
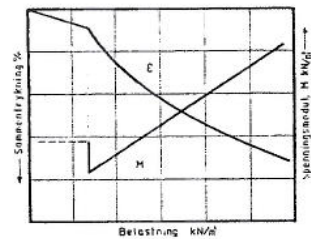
Permeabilitetskoeffisienten (k i mm/s) er et uttrykk for materialets evne til å slippe væske gjennom porene definert som strømningshastighet for en hydraulisk gradient lik 1. I laboratoriet måles permeabiliteten ved direkte vanngjennomgangsforsøk.

I finkornig jord kan permeabiliteten bestemmes på grunnlag av konsolideringsforsøk i ødometer.

Fri svelling er volum av en leirprøve som får svulle fritt etter tilsetting av destillert vann angitt i prosent av volumet av tørr prøve.

Fritt svellevolum er volum av vann innesluttet i en leirprøve etter fri svelling angitt i prosent av volumet av tørr prøve.

Svelletrykk på leirprøver fra svakhetssoner i fjell måles i ødometer. En tørket prøve bygges inn, konsolideres og tilføres destillert vann. Volumet av prøven holdes konstant under svelling, og prøvens aktive svelletrykk registreres.



$$A_r = \frac{V_g}{V}$$

$$S = \frac{V_w}{V_p} \quad V_p = V_w + V_g$$

$$n = \frac{V_p}{V}$$

Jordart	k (mm/s)
grus	10
sand	$10^{-3} - 10^{-3}$
silt	$10^{-3} - 10^{-6}$
leire	$10^{-6} - 10^{-8}$

Typiske variasjonsområder

