



# STABILITETSVURDERING AV FJELLSKJÆRING SAMT GRUNNUNDERSØKELSER PÅ STEINBRUDDSTOMTA NEDRE GRORUD

Rapport Gk 4593-1

6.10.2000



# Rapport

• **BanePartner**

Prosjektnr.: **199435**

Saksref.: **00/1539 JI 711**

Prosjektnavn: **Stabilitetsvurdering av fjellskjæring samt grunnundersøkelser på Steinbruddstomta, Nedre Grorud.**

Oppdragsgiver: **NSB Eiendom**

Rapport nr.: **Gk 4593-1**

For BanePartner  
Prosjektansvarlig (PA): Kari Tilrem

Signatur:



Prosjektleder (PL): Arnulf Robsrud

Signatur:



Rapport utarbeidet av: Stig K. Thoresen

Signatur:



## INNHold:

ORIENTERENDE GEOTEKNISK GRUNNUNDERSØKELSER.....	3
<i>Innledning</i> .....	3
<i>Markarbeid</i> .....	3
<i>Laboratorieundersøkelser</i> .....	3
<i>Grunnforhold</i> .....	3
<i>Resultat av undersøkelsen</i> .....	4
STABILITETSVURDERING AV FJELLSKJÆRINGA I STEINBRUDDTOMTA.....	5
<i>Geologisk beskrivelse og sikringsvurdering av fjellskjæringa</i> .....	5
<i>Midtparitet</i> .....	5
<i>Vestre side</i> .....	7
<i>Østre side</i> .....	7
<i>Skråningsfoten</i> .....	8
<i>Anslag over nødvendige sikringsmengder</i> .....	9

## BILAG OG TEGNINGSOVERSIKT:

Bilag 1: Beskrivelse av bormetoder og laboratorieundersøkelser

    "    2: Borresultater

Tegn.nr. 4593.00: Oversiktstegning

    "    "    4593.01 - 5: Totalsonderingsprofiler

    "    "    4593.06: Borprofil

    "    "    4593.07: Situasjons- og borplan

# **1. ORIENTERENDE GEOTEKNISKE GRUNNUNDERSØKELSER**

## **1.1 Innledning**

På bestilling fra NSB Eiendom har BanePartner utført en orienterende geoteknisk grunnundersøkelse og en stabilitetsvurdering av fjellskjæringen i steinbruddtomta på Nedre Grorud.

Hensikten med undersøkelsen er å finne dybdene til fjell samt å registrere løsmassesammensetningen for å få et grovt bilde av grunnforholdene der det er planlagt bebyggelse. Videre er hensikten å utføre en stabilitetsvurdering samt utarbeide et forslag til sikring av fjellskjæringen i steinbruddet.

## **1.2 Markarbeid**

Grunnboringsarbeidet ble påbegynt i mai d.å., men ble stoppet av naboer i området før arbeidet kom skikkelig i gang på grunn av hekking av fugl i området. All planlagt grunnboring ble derfor utsatt inntil videre.

Markarbeidet ble senere gjenopptatt og utført av mannskap fra BanePartner 5. og 6. august d.å., og omfatter 7 totalsonderinger og opptak av en uforstyrret prøveserie. Borplanen ble utarbeidet av BanePartner og boringen ble utført med vår borerigg Geotech 710.

Totalsonderinger er nærmere omtalt i bilag 1. Disse boringene kan normalt benytte både vannspyling og slag, men to av totalsonderingene ble utført som totalsonderinger uten vannspyling, men med slag. Denne typen boringer kan ikke trenge gjennom stein eller andre faste masser, det kan derfor forekomme feiltolkning med hensyn til fjellnivået. Terrengforholdene der disse boringene ble utført tilsier imidlertid at det er meget små dybder til fjell. Beskrivelse av bormetodene finnes imidlertid på bilag 1.

Høyden på borpunktene er nivellert med utgangspunkt i kummer som ligger i Vestbyveien. Punktene er ikke koordinatbestemt, men er utsatt fra utmål på borplanen.

## **1.3 Laboratorieundersøkelser**

Det ble utført rutineundersøkelser på de uforstyrrede prøvene fra boring nr. 2 i vårt geotekniske laboratorium.

Rutineundersøkelsene omfatter en visuell klassifisering av jordarten, måling av romvekt, vanninnhold (vektprosent), sensitivitet og udrenert skjærstyrke på uforstyrret og omrørt prøve, målt med enaksiale trykkforsøk og konusforsøk. Rutineundersøkelsene og andre laboratorieundersøkelser er nærmere beskrevet i bilag 1c og d.

## **1.4 Grunnforhold**

Terreng på den gamle steinbruddtomta skråner svakt mot syd. Området er tett bevokst med busker og kratt. Stedvis finnes noe blandede fyllmasser fra tidligere tiders aktiviteter. Midt på området finnes spor fra en maskinentreprenør som trolig har hatt maskinlager på tomte, ellers er den lite tilgjengelig på grunn av tett løvskog. I nord finnes tydelige spor fra den tiden det var stienbrudd på tomte.

Borresultatene viser at dybdene til fjell i søndre delen av tomte er mer enn 20m. Tidligere boringer viser at det har vært boret inntil 27m til fjell. Dybdene til fjell avtar mot nord og vest, langs Vestbyveien. Lengst i nordvest stiger terreng, men løsmassemekktigheten øker (ca 12m) slik at fjellnivået er relativt horisontalt i dette området.

Totalsonderingsresultatene viser at det finnes masser med varierende motstand på toppen, men i dybden varierer sonderingsmotstanden mellom 10 og 20 kN. I nordvest inneholder løsmassene store mengder stein og sonderingsresultatene kan gi inntrykk av at løsmassene består av steinfylling eller ur.

Laboratorieresultatene fra den uforstyrrede prøveserien som ble tatt opp i boring nr 2 viser at løsmassene består av meget fast tørrskorpeleire og noe fylling i de øverste 3m. Videre i dybden finnes det leire med fasthet som avtar gradvis til ca 7m dybde, der udrenert skjærstyrke er konstant (ca 20 kN/m<sup>2</sup>) ned til 10m dybde der prøveserien ble avsluttet. Udrenert skjærstyrke blir målt med en test som kalles enaksialt trykkforsøk (se bilag 1), men disse forsøkene viste ingen markert bruddstyrke, udrenert skjærstyrke ble derfor valgt ved 10% deformasjon. Dette er trolig noe lavt og vi anbefaler å legge mest vekt på konusforsøkene som viser en udrenert skjærstyrke på ca 20 kN/m<sup>2</sup>. Leiren er lite sensitiv og stedvis siltig. I tillegg til undersøkelsesresultatene som er omtalt ovenfor finnes det i undergrunnsarkivet til Oslo kommune resultater fra tidligere grunnundersøkelser som ble utført i 1967. Fire av disse ble utført i den søndre delen av eiendommen (sør for Hydrogas) og viser at dybdene til antatt fjell i dette området er 20 – 27 m. Boringene består av dreiesonderinger og disse kan ikke trenge gjennom stein eller andre faste masser og det kan derfor forekomme feiltolkninger med hensyn til fjellnivået. En prøveserie som ble tatt opp i nærheten viser at løsmassene her består av et par meter fast tørrskorpeleire over ca 5m med meget fast lite sensitiv siltig leire med udrenert skjærstyrke mellom 80 og 90 kN/m<sup>2</sup>. Under 7m dybde ble det påvist en lite sensitiv siltig leire med udrenert skjærstyrke på ca 30 kN/m<sup>2</sup> med enkelte sand- og gruslag. Vanninnholdet er ca 25%, men under 11m dybde øker det til 30-35 %.

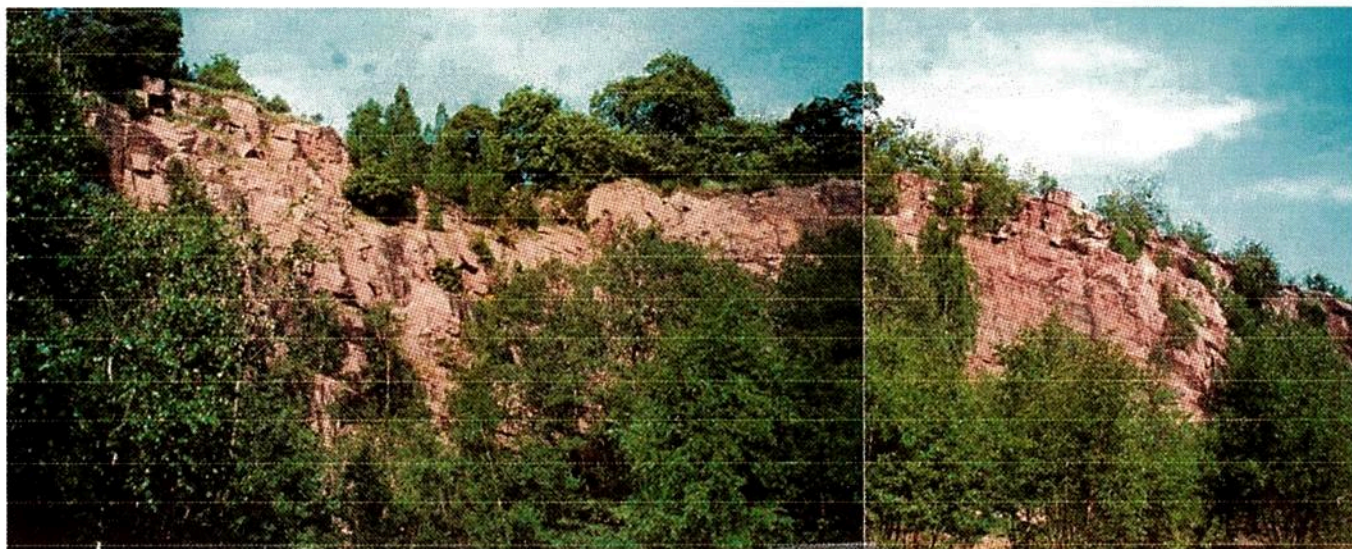
### **1.5 Resultat av undersøkelsen**

Ovennevnte undersøkelser gir en orientering om eiendommens grunnforhold, og de viser at i den søndre, midtre og vestre delen av eiendommen kan "lett bebyggelse" (2-3 etasjer) fundamenteres direkte på løsmassene, men tyngre bygg bør trolig fundamenteres på peler til fjell. I den midtre og vestre delen av eiendommen er dybden til fjell mindre, men løsmassene i disse områdene inneholder så mye stein at det kan bli et problem å benytte peler eller pilarer for den tyngre bebyggelsen. Lenger nord i steinbruddet ligger fjellet nesten i dagen og her vil ikke fundamenteringen for normal blokkbebyggelse være noe problem.

## 2. STABILITETSVURDERING AV FJELLSKJÆRINGA PÅ STEINBRUDDSTOMTA

### 2.1 Geologisk beskrivelse og sikringsvurdering av fjellskjæringa

På tomta har det tidligere vært drevet steinbrudd. Dette har resultert i at det i dag er en opptil 35 m høy fjellskråning på nordsida av tomta. I et plansnitt har fjellskråninga hesteskoform. I fortsetningen omtales de ulike delene av skjæringen som: Midtpartiet, vestre side og østre side.



Bilde 2.1: Oversiktsbilde av fjellskråningens midtparti (til venstre) og østre side (til høyre).

Bergarten i området er en ganske grovkornig syenitt kalt Grorudgranitt. Bergarten er i utgangspunktet hard og massiv, men stedvis forekommer partier som er svært forvitret.

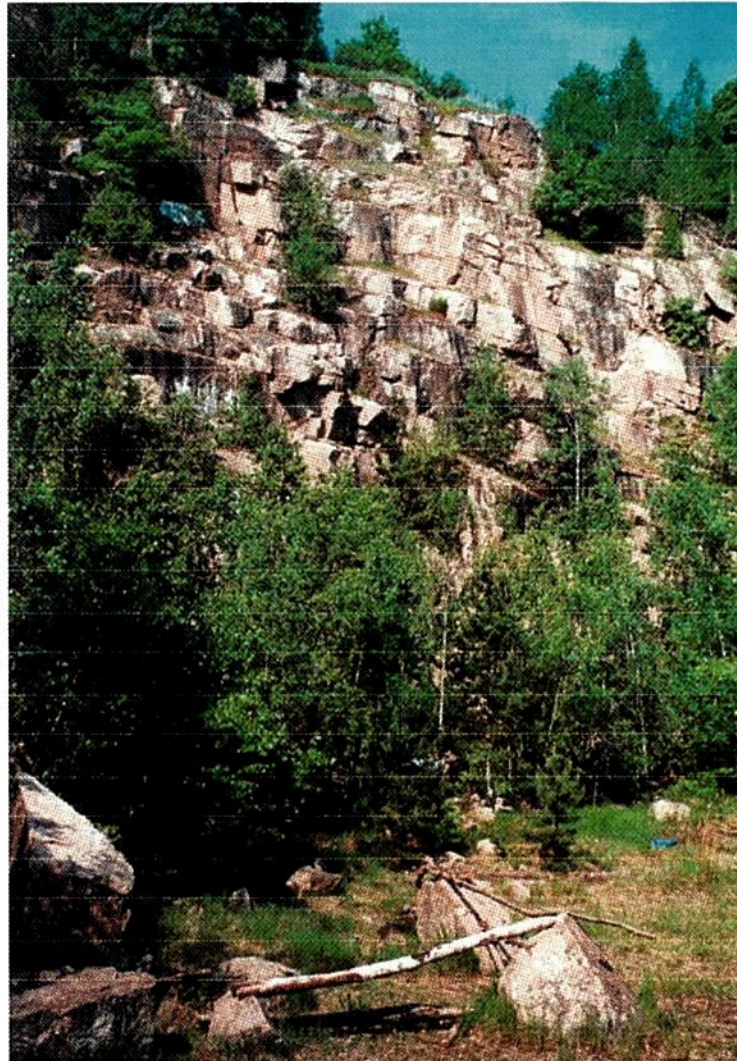
Fjellskjæringa har 3 typer hovedsprekkeplan:

1. Tilnærmet horisontale "benkningsplan" med liten stupning ut fra skjæringa.  
Representativ sprekkeretning: N060°E, 20°S.
2. Tilnærmet vertikale sprekkeplan i nord-syd-retning.  
Representativ sprekkeretning: N170°E, 90°.
3. Tilnærmet vertikale sprekkeplan i øst-vest-retning.  
Representativ sprekkeretning: N060°E, 90°.

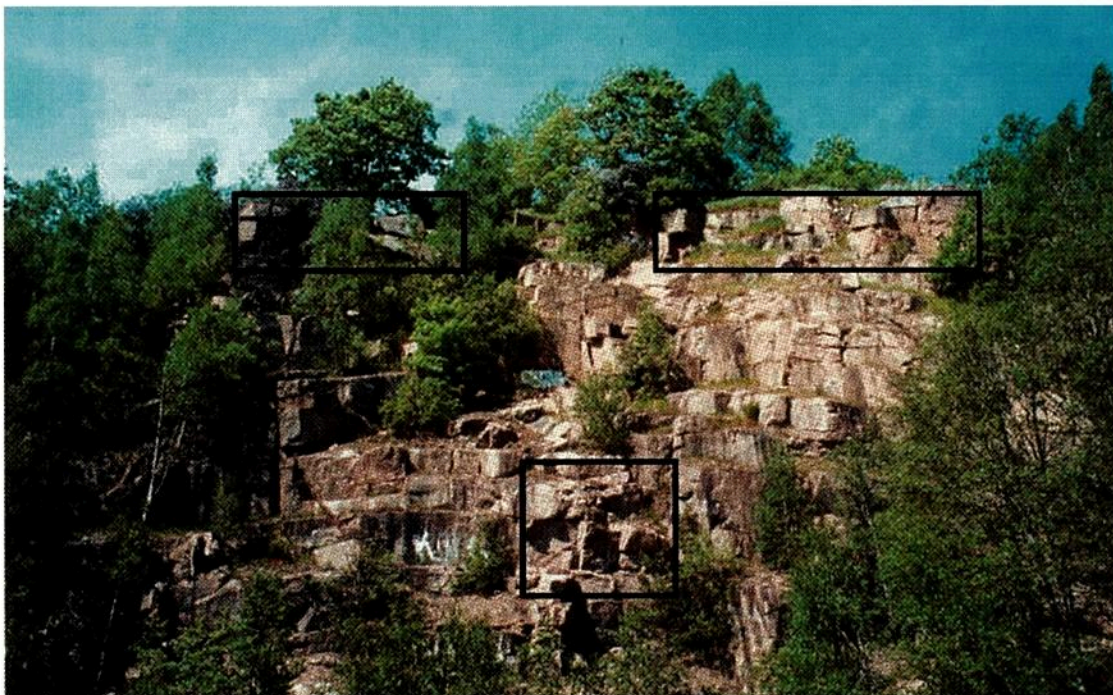
I tillegg forekommer sporadiske sprekker med varierende orientering.

#### 2.1.1. Midtpartiet

Skjæringshøyden i midtpartiet er ca 35 m. Skråningsoverflaten domineres av tilnærmet kubiske steinblokker med anslått størrelse på 1 – 5 m<sup>3</sup>. Blokkene hviler på sprekkeplan som stuper ca 20° ut av skjæringa. Dette er en slakere vinkel enn det som betraktes som friksjonsvinkel for denne bergartstype. Ut i fra dette kan vi konkludere med at fjellskjæringens storskala-stabilitet er ivarettatt. Det finnes imidlertid enkeltblokker og partier i skjæringa som ikke kan betraktes som sikker i dagens situasjon.



**Bilde 2.2:** Midtpartiet sett fra syd-vest. Bildet viser fjellets markerte benkningsplan som stuper ca 20° ut av skjæringa.



**Bilde 2.3** Midtpartiet sett fra syd-sydøst. Bildet viser den fjellets kubiske oppsprekking. Størst behov for sikring/utbedringstiltak er det i de partiene som er markert.

Toppen av skjæringa er noe mer oppsprukket enn skjæringa for øvrig. Dette gjelder de øverste 3 – 4 m. Dette har sannsynligvis sammenheng med at fjellet er mer overflateforvitret her enn lengre nede i skjæringa.

Enkelte store blokk omtrent midt i skjæringa bør sikres med wirenett som forankres til fast fjell.

På de tilnærmet horisontale flatene i skjæringa har det samlet seg en del jord og stein. Disse partiene er til dels igjengrodd med gress, busker og trær. En slik vegetasjonstilvekst i skjæringa har både en positiv og en negativ konsekvens. Vegetasjon vil virke stabiliserende på jord og stein som ligger oppe på fjellhyllene, ved at røttene holder sammen løsmassene. Derimot virker vegetasjonen negativt inn på storskalastabiliteten i fjellskjæringen ved at røtter fra trær vokser ned i fjellsprekkene og presser ut fjellblokker.

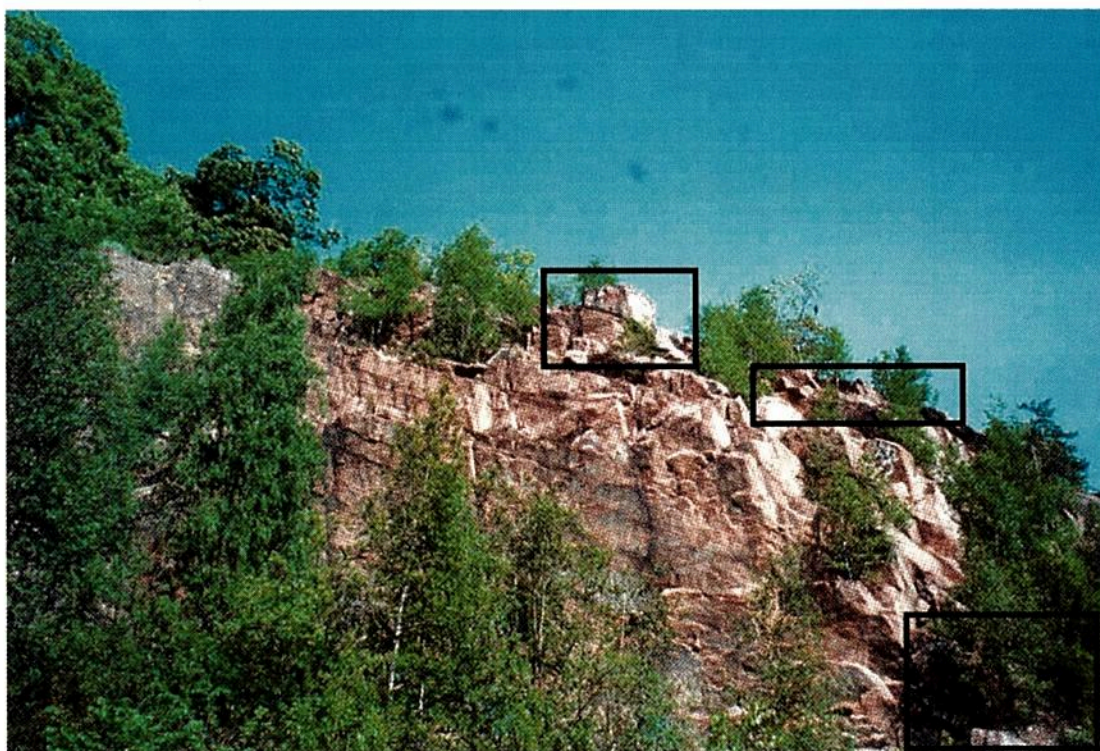
### **2.1.2. Vestre side**

Vestre side er betydelig lavere enn midtpartiet, ca 10 – 20 m høyt. Fjellskråninga er også mye mer igjenvokst av busker og trær. Det er en god del storblokkig steinur fremfor selve skråningen. Dette ser for en stor del ut til å være "skrotstein" fra steinbrytingen. På grunn av vegetasjon og mye "skrotstein" langs skråningen er det vanskelig å bedømme skråningsstabiliteten med stor nøyaktighet.

### **2.1.3. Østre side**

Østre side domineres av en tilnærmet vertikal, slett fjellsida som går i retning nord-syd. Fjellsida har en slett og fin overflate og er gunstig orientert i forhold til bergmassivets benkningsplan og øvrige hovedsprekkeplan.

På toppen av fjellsida befinner det seg enkelte løse steinblokker. Disse bør tas ned, alternativt festes med wire/ wirenett.



**Bilde 2.4: Østre side. Bilde viser den vertikale, slette fjellsida til venstre (delvis dekket av trær i forgrunnen) og løse steinblokk på toppen. Blokk som må sikres/tas med er markert.**



I sydenden av østre side er skråninga mye lavere, ca 10 – 15 m. Fjellet er imidlertid mer storblokkig oppsprukket her, løse blokker på 1 – 3 m<sup>3</sup> forekommer. En mindre steinur i nedre del av skråninga vitner om forvitring og nedfall i skråninga. Denne delen av skråninga vender ikke direkte inn mot den planlagte blokkbebyggelsen. Det må imidlertid antas at folk kommer til å ferdes i dette området med mindre området fysisk sperres av med gjerde eller lignende. Dersom området ikke skal avsperras må skråninga sikres. Det anses da nødvendig å ta ned eller bolte fast enkelte løsblokk samt anvende gabion steinsprangnett for å sikre partier som har mye oppsprukket og "småfallent" fjell.

#### **2.1.4. Skråningsfoten**

I foten av skjæringa er det betydelige mengder med steinur bestående av større og mindre steinblokker. Dette er delvis rester fra steinbrytinga og delvis nedfall fra skjæringa. Steinura ved skråningsfoten utgjør ingen risiko for den fremtidige blokkbebyggelsen, men kan utgjøre en viss risiko for folk (spesielt barn som klatrer i steinura). Det antas at steinura enten blir fjernet (i forbindelse med opparbeidelse av friarealene rundt boligblokkene) eller at det blir satt opp gjerde mellom boligblokkene og steinura/skråningsfoten.



Bilde 2.5: Bilde viser steinur ved foten av fjellskjæringa .

### **Anslag over nødvendige sikringsmengder**

På bakgrunn av gjennomført befarings- og stabilitetsvurdering av fjellskjæringa anslås følgende sikringsprognose:

<b>Sikringstype</b>	<b>Antall</b>
Fjellbolter; 20 mm K500TE, 3 –4 m endeforankr.	300 stk
Wirenett	250 m <sup>3</sup>
Gabbion steinsprangnett	500 m <sup>3</sup>
Rensk/sprengning av enkelte steinblokker	100 fm <sup>3</sup>

I tillegg kommer kostnader for arbeid i forbindelse med fjerning av "skrotstein"/steinur og eventuelt gjerdekostnader ved skråningsfoten.

## REFERANSESIDE

<b>Oppdrag</b>	<b>-rapport</b>	<b>-dato</b>	<b>-antall sider</b>	<b>-revisjon</b>
19943501-02	Gk4593-1	02.10.2000	9	

**Oppdragsgiver:** NSB Eiendom  
**Kontaktperson:** Lennart Bjørklund/Maths Prag  
**Kontrakt:** 23.05.2000

**Distribusjon:** NSB Eiendom v/Maths Prag 3 stk.

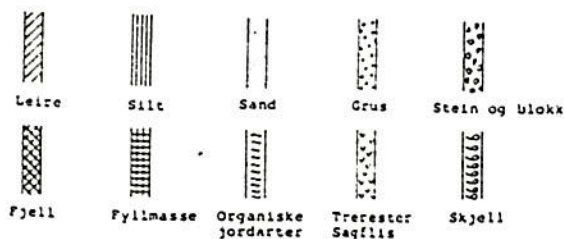
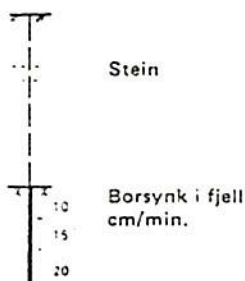
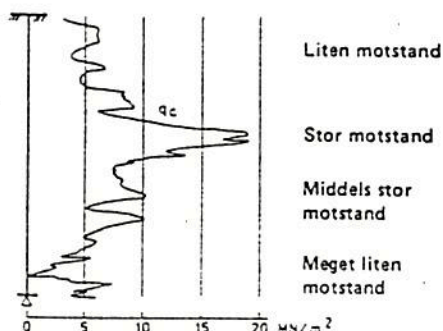
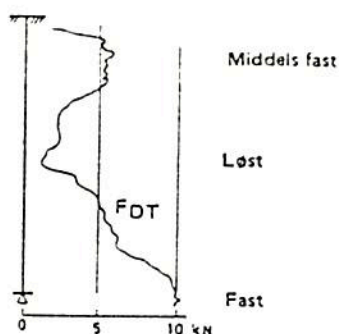
### Geografiske opplysninger

**Fylke:** Oslo  
**Kommune:** Oslo  
**Sted:** Grorud  
**Kartblad:** 1814 -IV  
**Banestrekning:** Hovedbanen  
**Km:** ca. 10,50

---

# B I L A G

## BORMETODER



### ◆ DREIETRYKKSONDERING

utføres med skjøtbare borstenger (36 mm) med utvidet sonderspiss. Borstangen presses ned med en hastighet på 3 m/min. og roteres samtidig 25 omdr./min.

Motstanden mot nedtrengning  $F_{DT}$  registreres automatisk og angis i kN.

### ▽ TRYKKSONDERING

utføres med skjøtbare borstenger (36 mm) med kon spiss som trykkes ned med jevn hastighet (2 cm/sek). Spissen har 10 cm<sup>2</sup> tverrsnitt og 60° vinkel. Over spissen er en friksjonshylse med 150 cm<sup>2</sup> overflate. Spissmotstand ( $q_c$ ) og lokal sidefriksjon ( $f_s$ ) registreres kontinuerlig. En skriver tegner opp  $q_c$  og  $f_s$  direkte. Forholdet  $f_s/q_c$  % gir orientering om jordarten.

Friksjonsmantelen kan erstattes av en poretrykksmåler slik at poretrykket kan registreres og tegnes opp kontinuerlig.

### ☆ FJELLKONTROLLBORING

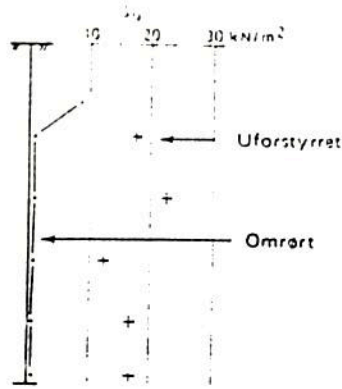
utføres med fjellbor (36 mm) med 51 mm hardmetall kryss-skjær. Det benyttes en tung, pneumatisk eller hydraulisk borhammer med høytrykks vannspyling. Boring gjennom ulike lag (leire, grus) kan registreres, likeså gjennom større steiner.

For sikker registrering av fjell bores 3-5 m i fjell under registrering av borsyng (i cm/min).

### ◎ PRØVETAKING

Den mest brukte prøvetaker er en tynnvegget stålsylinder (60-90 cm lang, 54 mm diameter) med innvendig stempel. I ønsket dybde blir cylinderen presset ned uten at stemplet følger med. Jordprøven som dermed skjæres ut heises opp med borstrengen til overflaten, hvor den forsegles for avsendelse til laboratoriet.

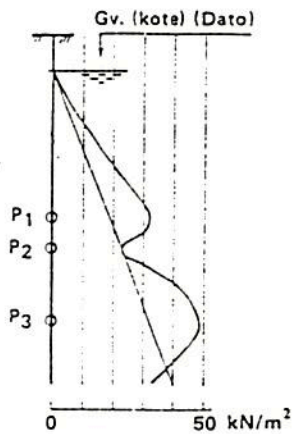
Avhengig av grunnforholdene benyttes andre typer prøvetakere.



+ VINGEBORING

utføres ved at et vingekors (normalt 65x130 mm) presses ned i jorden (leiren) og dreies rundt med et instrument som måler dreiemomentet. Udrenert skjærstyrke ( $S_v$ , kN/m<sup>2</sup>) beregnes ut fra dreiemoment ved brudd.

Målingen gjøres 2 ganger i hver dybde, annen gang etter omrøring.

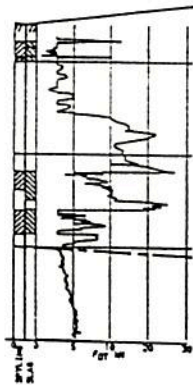


⊖ MÅLING AV GRUNNVANNSSRAND OG PORETRYKK

utføres med standrør med filterspiss eller med hydraulisk eller elektrisk piezometer. Hvilket utstyr som er egnet avhenger av både grunnforhold og formålet med målingene.

Filteret eller piezometerspissen trykkes ved hjelp av rør til ønsket dybde. Poretrykket registreres som vannets stighøyde i røret eller i en tynn plastslange eller ved elektriske signaler.

Boroperasjonene utføres med håndkraft, lettere motordrevet utstyr eller med tyngre, terrenggående borrygger.



⊖ TOTALSONDERING

Metoden kan sies å kombinere dreietrykkssondering og fjellkontrollboring. Det utføres dreietrykks-sondering til nedtrengningen stopper i et fast lag, deretter går man over til fjellkontrollboring med slag og spyling. Man kan veksle mellom de to boremetodene etter behov. Ved hjelp av en geoprinter registreres synk på boret i m/min, rotasjonshastighet, dreiemoment på borstang, vannmengde og trykk ved spyling.

## LABORATORIEUNDERSØKELSER

### MINERALSKE JORDARTER

klassifiseres på grunnlag av korngraderingen. Betegnelsen på de enkelte fraksjoner er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse mm	<0.002	0.002-0.06	0.06-2	2-60	60-600	>600

En jordart kan inneholde en eller flere kornfraksjoner og betegnes med substantiv for den fraksjon som har størst betydning for dens egenskaper og med adjektiv for medvirkende fraksjoner (eksempel: siltig og sandi leire).

Morene er en usortert istidsavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leire til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen (eksempel: grusig morene, moreneleire).

### ORGANISKE JORDARTER

klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

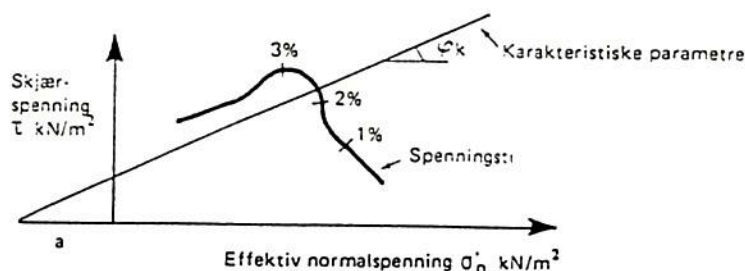
Torv	<i>Myrplanter, mindre eller mer omdannet (fibertorv, mellomtorv, svarttorv).</i>
Gytje, dy	<i>Omdannede, vannavsatte plante- og dyrerester</i>
Mold	<i>Organisk materiale med løs struktur</i>
Matjord	<i>Det øvre, moldholdige jordlag</i>

### SKJÆRSTYRKE

Skjærstyrken på et plan avhenger av effektiv normalspenning på planet (totaltrykk+poretrykk) og av jordens

#### Skjærstyrkeparametre (a og $\phi$ )

Disse bestemmes ved treaksiale trykkforsøk på representative prøver. Forsøksresultatene fremstilles som "spenningsstier", dvs. utviklingen av skjærspenningen på et plan vises som funksjon av en effektiv hovedspenning eller av normalspenningen. På dette og annet grunnlag fastsettes karakteristiske parametre for det aktuelle problem.



#### Udrenert skjærstyrke ( $S_u$ kN/m<sup>2</sup>)

gjelder ved raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk, og bestemmes i laboratoriet ved enkle trykkforsøk, konusforsøk, laboratorie-vingeforsøk eller udrenerte treaksialforsøk.

#### SENSITIVITET (S)

er forholdet mellom en leires udrenerte skjærstyrke i uforstyrret og i omrørt tilstand, bestemt ved konus- eller vingeforsøk. Leire som blir flytende ved omrøring betegnes kvikkleire.

#### VANNINNHOOLD (W %)

Angir massen av vann i % av massen av fast stoff i prøven, og bestemmes ved tørking ved 110°C.

**FLYTEGRENSE ( $W_L$  %)**

**PLASTISITETSGRENSE ( $W_p$  %)**

(Atterbergs grenser) angir det vanninnhold hvor en omrørt leire går over fra plastisk til smuldrende konsisten

**PORØSITET ( $n$  %)**

er volumet av porene i % av totalvolumet av prøven.

**DENSITET ( $\rho$  t/m<sup>3</sup>)**

er massen av prøven pr. volumenhet.

**TØRR DENSITET ( $\rho_D$  t/m<sup>3</sup>)**

er massen av tørrstoff pr. volumenhet.

**TYNGDETETHET (romvekt) ( $\gamma$  kN/m<sup>3</sup>)**

er tyngden av prøven pr. volumenhet ( $\gamma = \rho g$  hvor  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

**TØRR TYNGDETETHET (tørr romvekt) ( $\gamma_D$  kN/m<sup>3</sup>)**

er tyngden av tørrstoff pr. volumenhet ( $\gamma_D = \rho_D g$  hvor  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

### KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

for en jordart undersøkes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Proctor-forsøk). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet som funksjon av vanninnhold. Den maksimale tørre densitet som oppnås benyttes ved spesifisering av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider.

### CBR (California Bearing Ratio)

er et uttrykk for relativ bæreevne av et jordmateriale. Et stempel presses ned fra overflaten av det pakke materiale med en bestemt hastighet. CBR-verdien angir nødvendig kraft for en bestemt deformasjon i % av en forhåndsbestemt kraft for tilsvarende deformasjon på et standard materiale av knust stein. CBR benyttes til dimensjonering av overbygning for veier og flyplasser,

### HUMUSINNHOLD ( $O_{Na}$ )

bestemmes ved en kolorimetrisk natronlutmetode og angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala. Glødning og andre metoder kan også benyttes.

### KOMPRESSIBILITET

Relasjonen spenning/deformasjon måles ved ødometerforsøk eller ødotreaksialforsøk i laboratoriet. Motstand mot sammenpressing defineres ved modulen  $M = \text{spenningsendring/deformasjonsendring}$ . Måleresultatene uttrykkes ved en regnemodell med en parameter  $m$  (modultallet). 3 regnemodeller er tilstrekkelig for å representere normalt forekommende jordarter.

For leire og silt kan paramteren  $N_e = \text{deformasjonsendring/log spenningsendring}$  benyttes.

### KORNFORDELINGSANALYSE

utføres ved sikting av fraksjonene større enn 0.125 mm. For de mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameter ved hydrometeranalyse. Materialet slemmes opp i vann, densiteten av suspensjonen måles med bestemte tidsintervaller og kornfordelingen kan dernest beregnes ut fra Stoke's lov om partiklenes sedimentasjonshastighet.

### TELEFARLIGHET

bestemmes ut fra kornfordelingen eller ved å måle den kapillære stighøyde. Telefarligheten graderes i gruppene T1 (ikke telefarlig), T2 (lite telefarlig), T3 (middels telefarlig) og T4 (meget telefarlig).

### PERMEABILITETEN ( $k$ cm/s eller m/år)

bestemmer den vannmengde  $q$  som vil strømme gjennom en jordart under gitte betingelser (betegnelsen "hydraulisk konduktivitet" benyttes også).

$$q = k i \quad \text{hvor} \quad A = \text{bruttoareal normalt strømrretningen}$$

$$i = \text{gradient i strømrretningen}$$

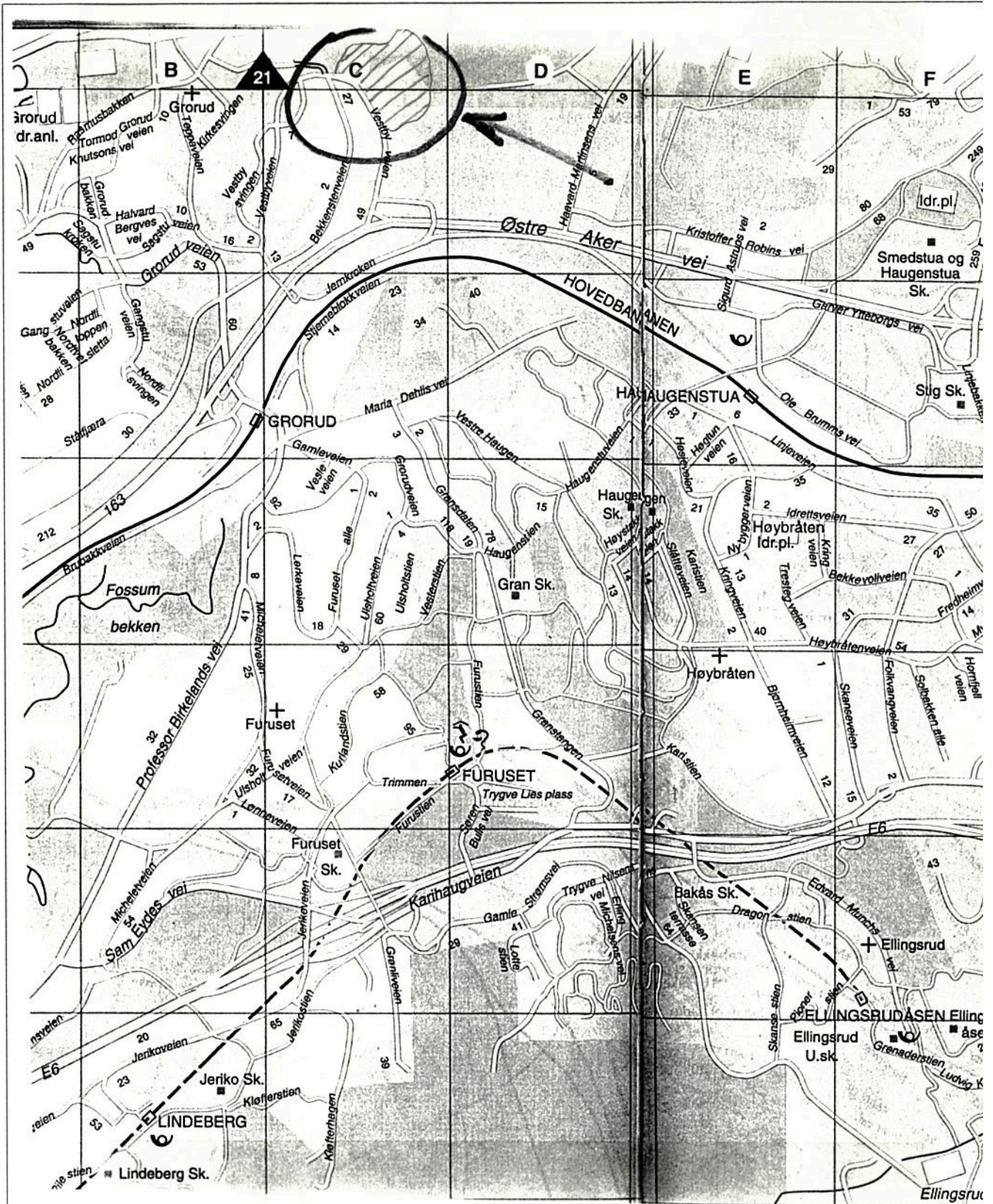



**BORRESULTATER NEDRE GRORUD**

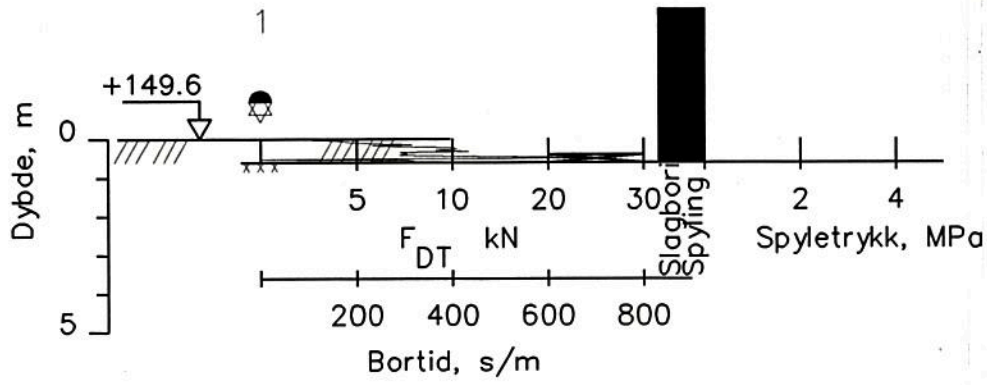
<b>Boring nr</b>	<b>Bormetode</b>	<b>Bordybde (til fjell)</b>	<b>Terrenghøyde</b>	<b>Fjellnivå</b>
1	Totalsondering	0,5m	149,6	149,1
2	Totalsondering	22,2m	137,2	115,0
3	Totalsondering	23,8m	133,9	110,1
4	Totalsondering	2,5m	149,5	147,0
5	Totalsondering	9,4m	138,9	129,5
6	Totalsondering	12,4m	147,1	134,7
7	Ikke boret			
8	Totalsondering	3,9m	138,6	134,7

---

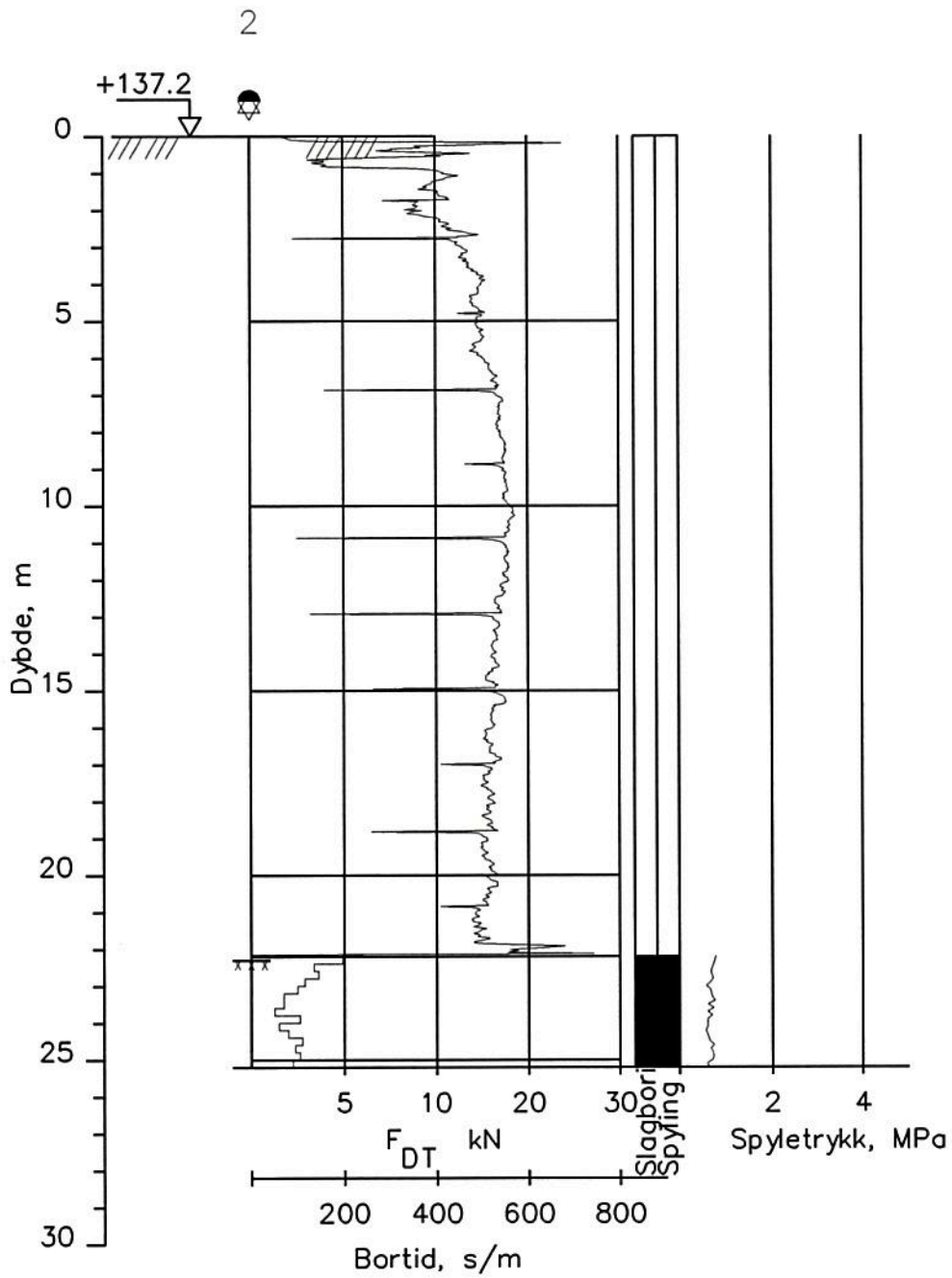
# TEGNINGER



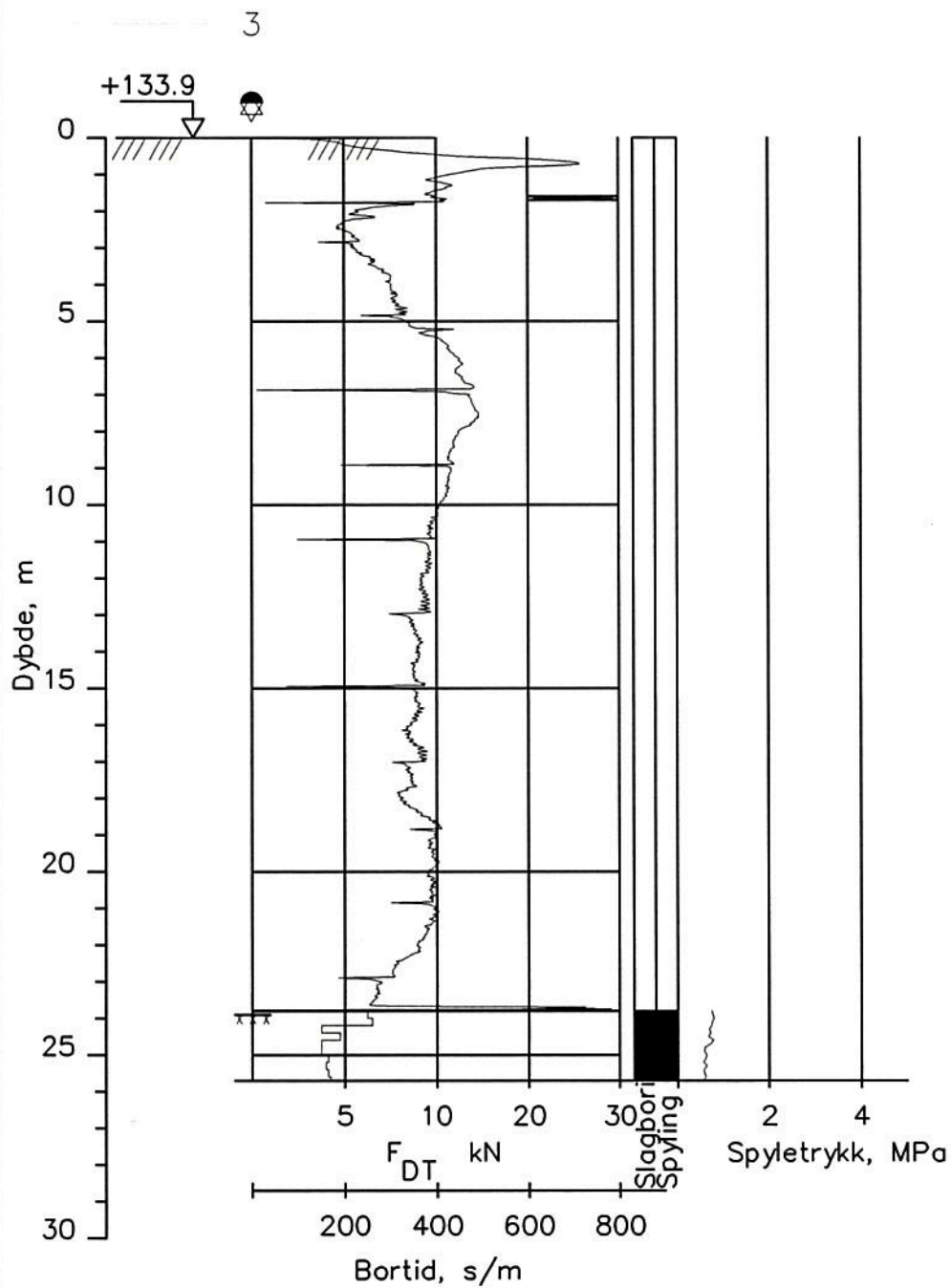
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent
		Målestokk	Dato	05.10.2000	
<p>NEDRE GRORUD</p> <p>Grunnundersøkelse</p> <p>Oversiktstegning</p>			Tegnet av	ARR	
			Kontr. av	KT	
			Godkjent av		
		Utarb. av: <i>BanePartner</i>			
TITTEL		Arkiv bet. :			
STEINBRUDDTOMTA		Erstatn. for:			
NEDREGORUD					
 NSB Eiendom		Dokument- og tegningsnr.		Rev.	
		GK 4593 00			



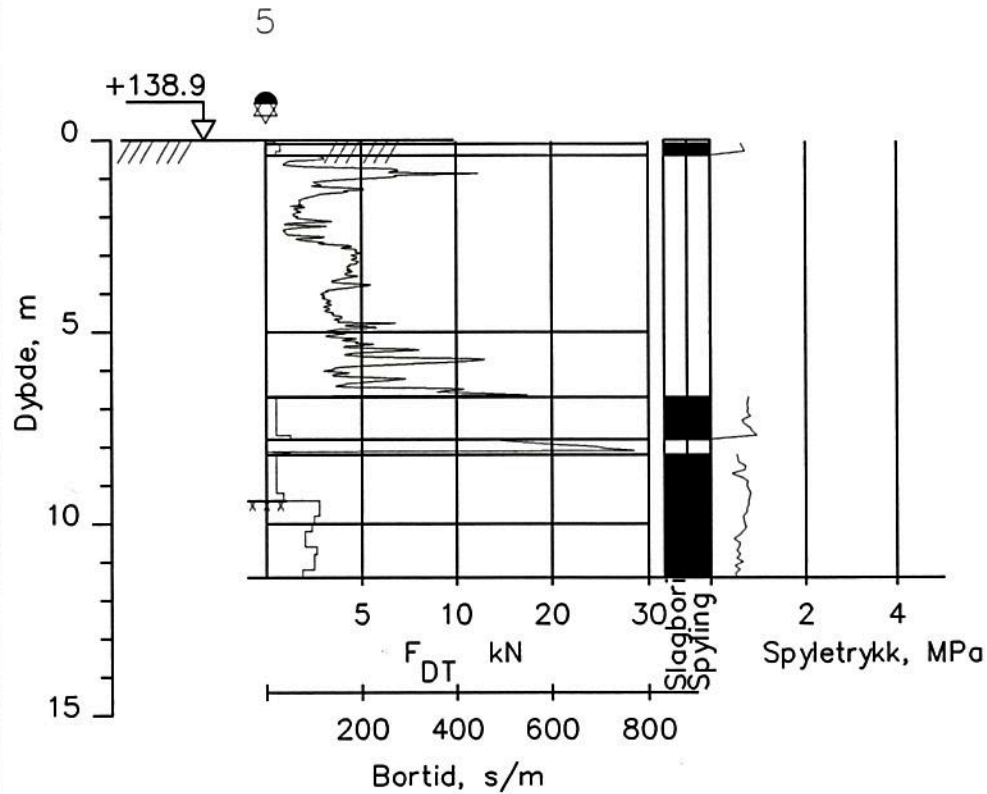
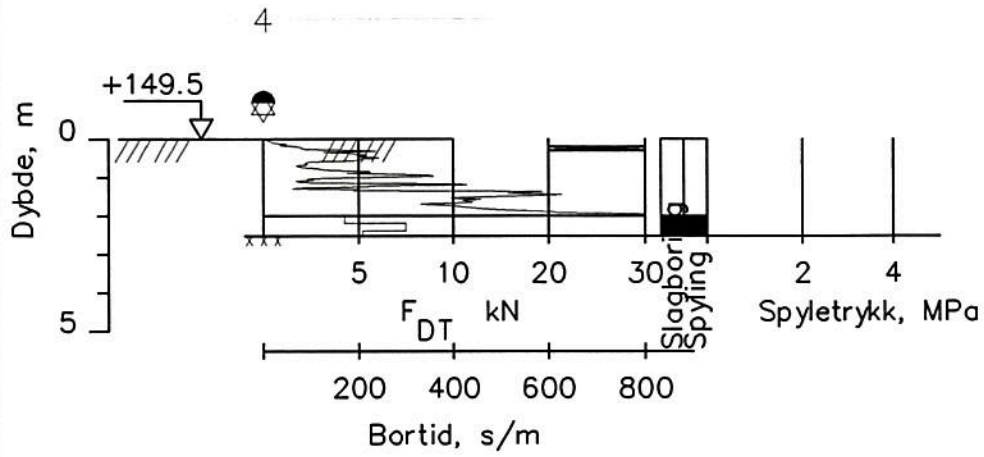
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
NEDRE GRORUD Grunnundersøkelse Totalsondering nr 1		Målestokk	Dato	12.09.2000	
		1: 200	Tegnet av	ARR	
			Kontr. av	KST	
			Godkjent av		
TITTEL		Utarb. av: <i>DanePartner</i>			
STEINBRUDDTOMTA NEDREGORUD		Arkiv bet. : R:\BYGGBANE\GEOARKIV\NGRORUD\AUTOGRA			
		Erstatn. for:			
NSB Eiendom		Dokument- og tegningsnr. GK4593.01			Rev.



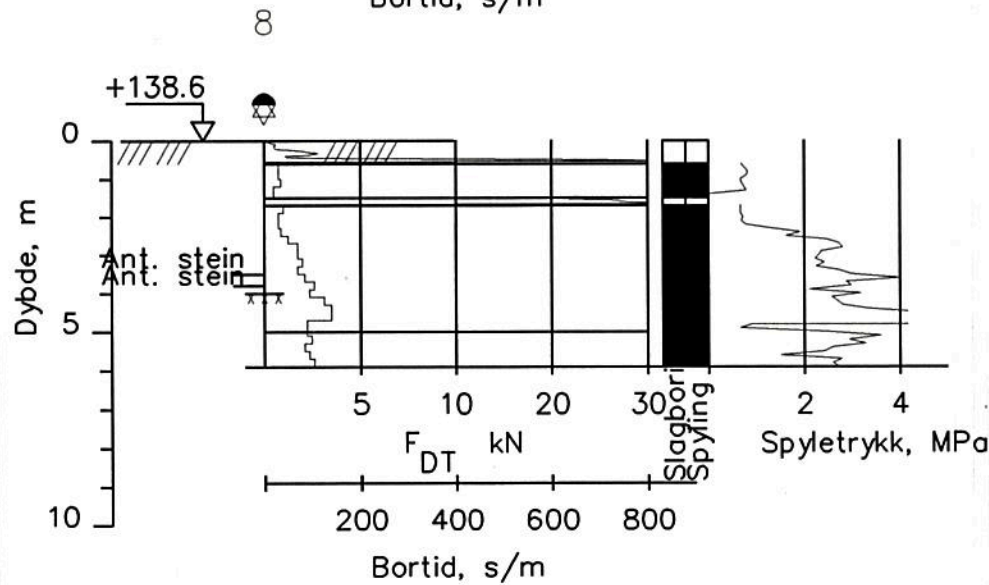
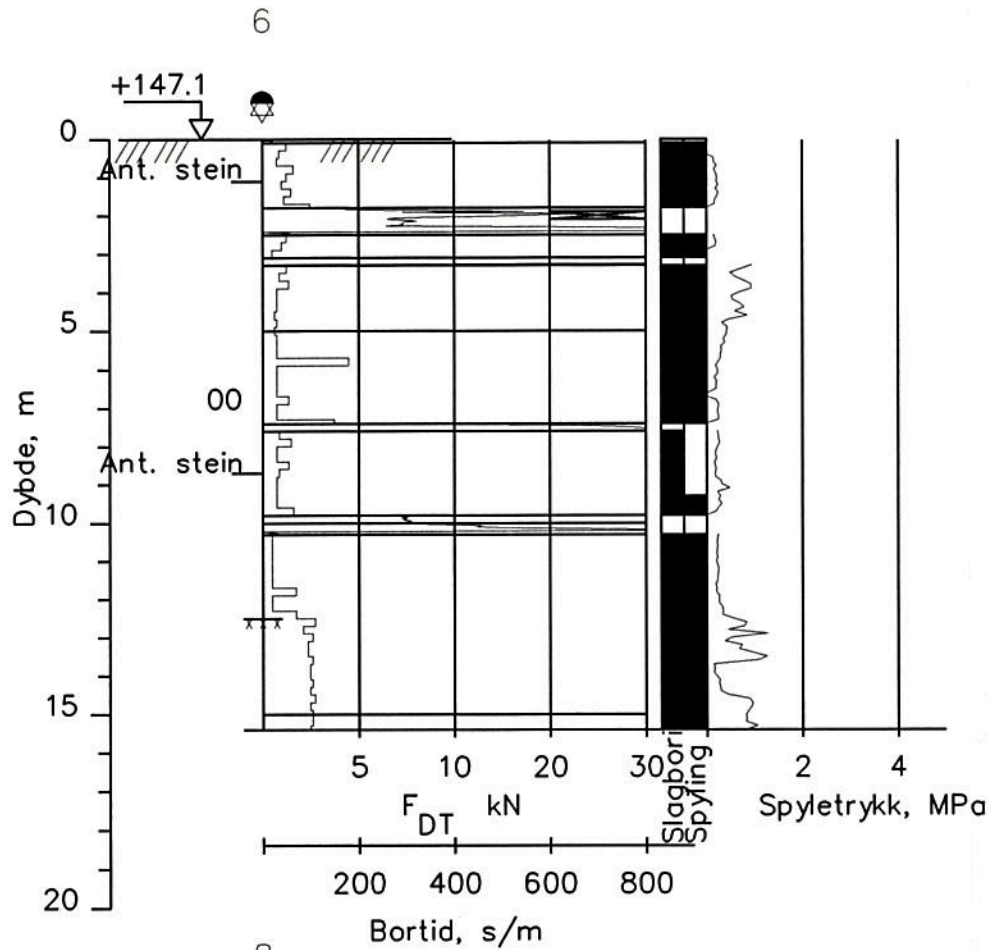
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent
NEDRE GRORUD Grunnundersøkelse Totalsondering nr 2		Målestokk	Dato	12.09.2000	
		1:200	Tegnet av	ARR	
			Kontr. av	KJT	
			Godkjent av		
TITTEL		Utarb. av: <i>BanePartner</i>			
STEINBRUDDTOMTA NEDREGRORUD		Arkiv bet. :			
		Erstatn. for:			
NSB Eiendom		Dokument- og tegningsnr.			Rev.
		CK159302			



Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
NEDRE GRORUD Grunnundersøkelse Totalsondering nr 3		Målestokk	Dato	12.09.2000	
		1:200	Tegnet av	ARR	
			Kontr. av	KIT	
			Godkjent av		
TITTEL		Utarb. av: <i>BanePartner</i>			
STEINBRUDDTOMTA NEDREGRORUD		Arkiv bet. :			
		Erstatn. for:			
NSB Eiendom		Dokument- og tegningsnr.			Rev.
		CK150303			

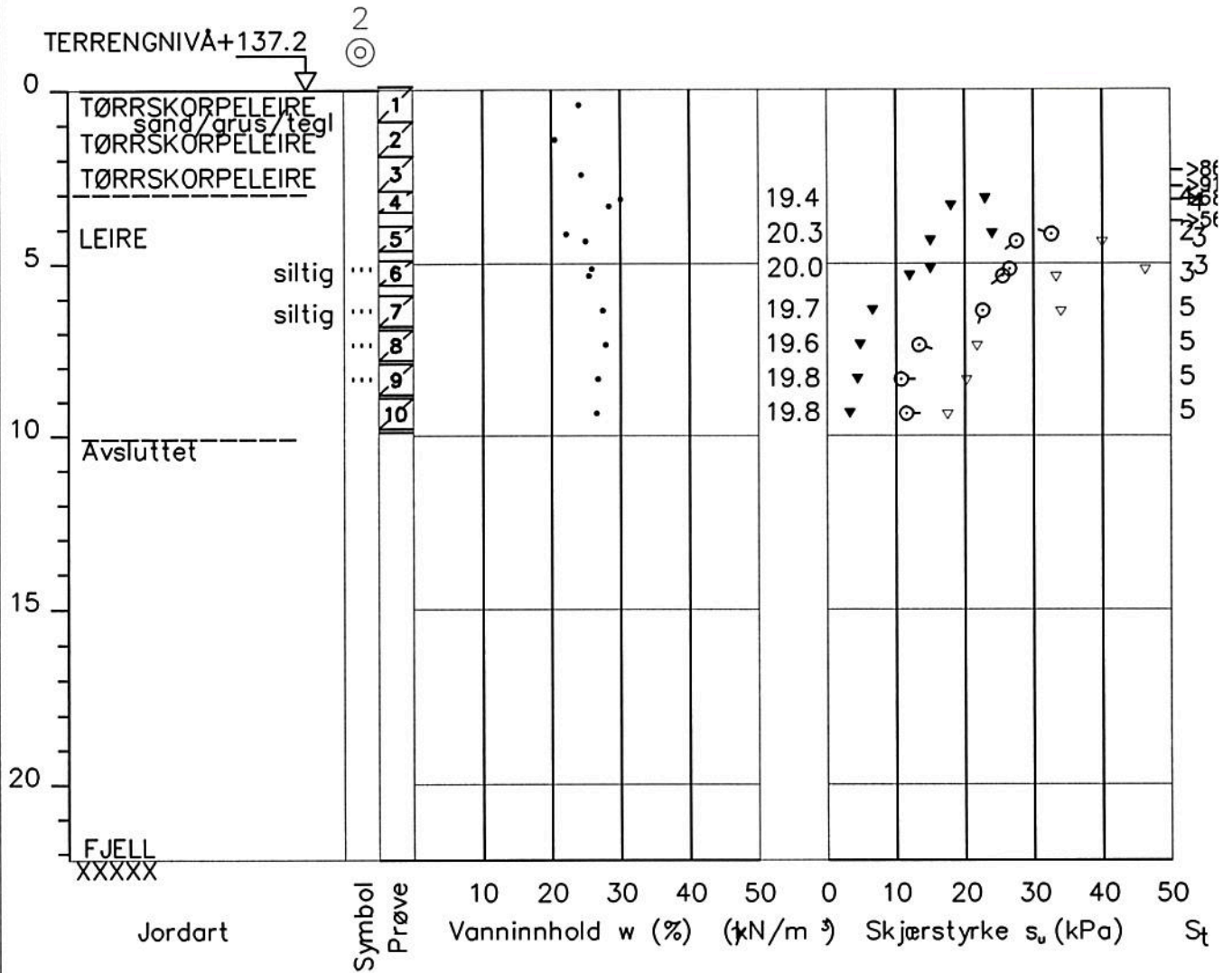


Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent
NEDRE GRORUD Grunnundersøkelse Totalsondering nr 4 og 5		Målestokk	Dato	12.09.2000	
		1:200	Tegnet av	ARR	
			Kontr. av	RJT	
			Godkjent av		
TITTEL		Utb. av: <i>BanePartner</i>			
STEINBRUDDTOMTA NEDREGRORUD		Arkiv bet. :			
		Erstatn. for:			
NSB Eiendom		Dokument- og tegningsnr.			Rev.
		OK 150304			



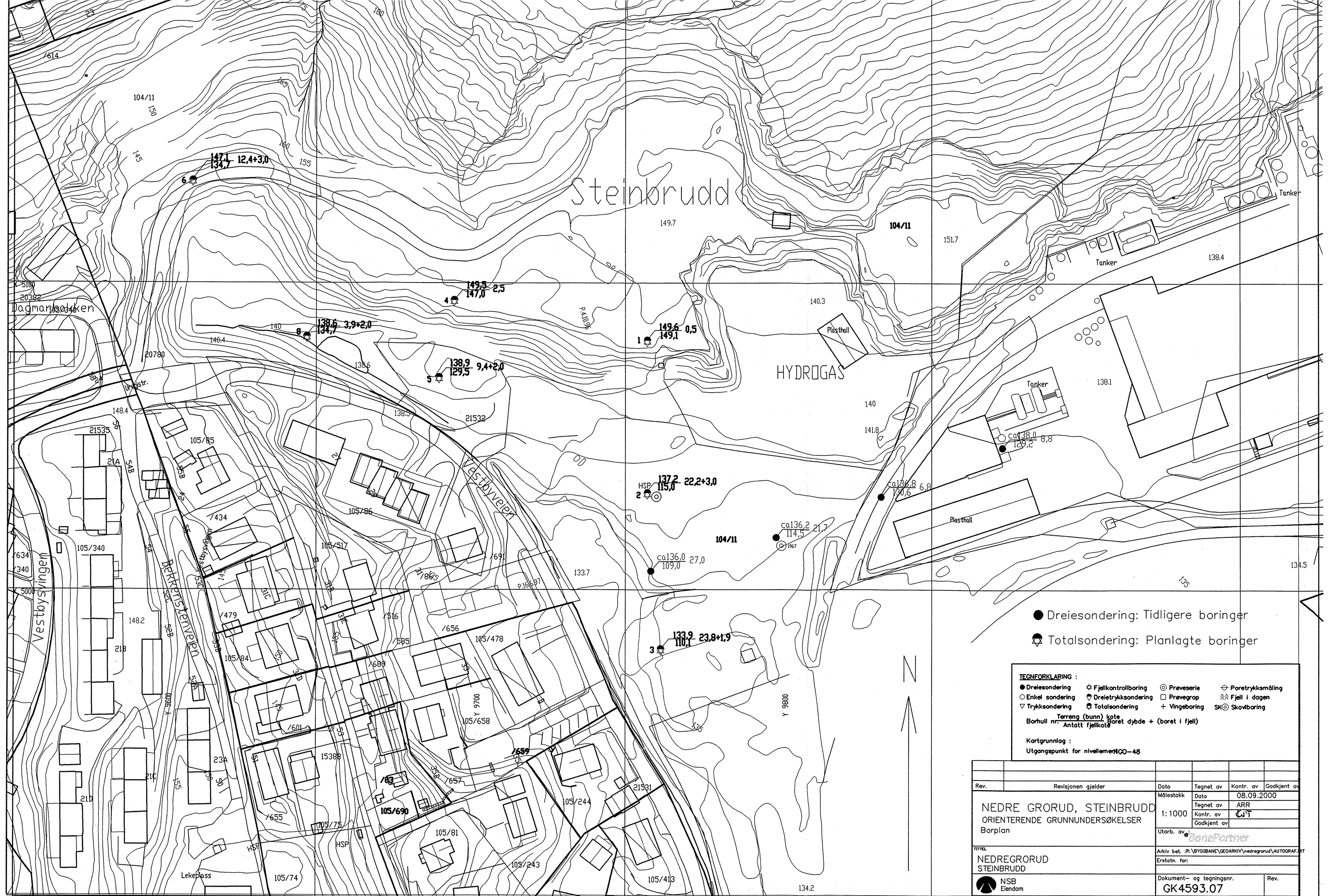
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
NEDRE GRORUD Grunnundersøkelse Totalsondering nr 6 og 8		Målestokk	Dato	12.09.2000	
		1:200	Tegnet av	ARR	
			Kontr. av	KJT	
			Godkjent av		
TITTEL		Utarb. av: <i>BanePartner</i>			
STEINBRUDDTOMTA NEDREGORUD		Arkiv bet. :		Erstatn. for:	
NSB Eiendom		Dokument- og tegningsnr.		Rev.	
		GK 459305			





NB!!! Su ved enaksialt trykkforsøk ble registrert ved 10 % deformasjon

Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
NEDRE GRORUD Grunnundersøkelse Borprofil nr 2		Målestokk	Dato	05.10.2000	
		1: 200	Tegnet av	ARR	
			Kontr. av	[Signature]	
			Godkjent av		
TITTEL		Utarb. av: [Signature]			
STEINBRUDDTOMTA NEDREGRORUD		Arkiv bet. : Erstatn. for:			
NSB Eiendom		Dokument- og tegningsnr. GK4593.06			Rev.



- Dreiesondering: Tidligere borer
- ⊙ Totalsondering: Planlagte borer

**TEGNFORKLARING :**

- Dreiesondering
- ⊙ Fjellkontrollboring
- ⊙ Prøveserie
- ⊙ Poretrykkmåling
- Enkel sondering
- ⊙ Dreietrykksboring
- ⊙ Prøvegrop
- ⊙ Fjell i dagen
- ▽ Trykksondering
- ⊙ Totalsondering
- + Vingeboring
- SK ⊙ Skovboring

Terreng (bunn) kote    Boret dybde + (boret i fjell)  
 Borhull nr.    Antatt fjellkote

Kartgrunnlag :  
 Utgangspunkt for nivået: NCO-48

Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
		Målestokk	Dato	08.09.2000	
<b>NEDRE GRORUD, STEINBRUDD</b> ORIENTERENDE GRUNNUNDERSØKELSER Borplan		1:1000	Tegnet av	ARR	
			Kontr. av	CT	
			Godkjent av		
<b>TITTEL</b> NEDREGORUD STEINBRUDD		Utarb. av: <b>DanaPartner</b>			
		Arkiv bet. nr: \BYGGBANE\GEODATA\nedregorud\AUTOGRAF.BIT Erstatn. for:			
		Dokument- og tegningsnr.		Rev.	
		<b>GK4593.07</b>			







NSB GEOTEKNISK KONTOR LABORATORIEBEREGNINGER							
* *****	* *****	* *****	* *****	* *****	* *****	* *****	* *****
* Lab. nr.:	40/372	Sted:	Grorud				
* Serie:	Bp 2	Bortype:	Skor 1,5V <sub>mm</sub>	Dybde:	3,0-3,5	m	
* Prøven tatt (dato):	07.09.00	Utført	13.09.00				
* Jordart:	3,0-3,2:	tørskorpeleire,	3,2-3,5:	leire m/tørsk.flekker			
* *****	* *****	* *****	* *****	* *****	* *****	* *****	* *****
				* RESULTATER:			
* Skål nr.:	5	Fritt:	67,69 g	*	W =	30,1 %	*
		Dyppet:	33,28 g	*	n =	45,5 %	*
		Tørket:	52,04 g	*	W =	28,4 %	*
* Skål nr.:	4	Fritt:	69,94 g	*	n =	43,9 %	*
		Dyppet:	34,69 g	*	W midd.=	29,2 %	*
		Tørket:	54,46 g	*			
* KONUS:				*	gamma =	19,4 kN/m <sup>2</sup>	*
* Uforstyrret prøve nr.1:	Konu	100 g		*	gamma s =	27,1 kN/m <sup>2</sup>	*
		Inntr. 1:	2,4 mm	*	Su =	91 kN/m <sup>2</sup>	*
		Inntr. 2:	2,6 mm	*	Su =	85 kN/m <sup>2</sup>	*
		Inntr. 3:	2,2 mm	*	Su =	97 kN/m <sup>2</sup>	*
				*	midd.=	91,0 kN/m <sup>2</sup>	*
* Uforstyrret prøve nr.2:	Konu	100 g		*			*
		Inntr. 1:	3,1 mm	*	Su =	72 kN/m <sup>2</sup>	*
		Inntr. 2:	3,4 mm	*	Su =	65 kN/m <sup>2</sup>	*
		Inntr. 3:	3,3 mm	*	Su =	67 kN/m <sup>2</sup>	*
				*	midd.=	68,0 kN/m <sup>2</sup>	*
				*	Su midd.=	79,5 kN/m <sup>2</sup>	*
* Omrørt prøve nr.1:	Konu	100 g		*			*
		Inntr. 1:	7,2 mm	*	Sr =	23 kN/m <sup>2</sup>	*
* Omrørt prøve nr.2:	Konu	100 g		*			*
		Inntr. 2:	8,1 mm	*	Sr =	18 kN/m <sup>2</sup>	*
				*	Sr midd.=	20,5 kN/m <sup>2</sup>	*
				*	St =	3,9	*
* ENAKSIALT TRYKK:				*			*
	Prøve 1: epsilon:	4,8		*	Sut =	86,3 kN/m <sup>2</sup>	*
	p:	40		*			*
**	Prøve 2: epsilon:			*	Sut =	0,0 kN/m <sup>2</sup>	*
	p:			*			*
	eps. midd			*	Sut midd.	<del>43,2</del> kN/m <sup>2</sup>	*
* *****	* *****	* *****	* *****	* *****	* *****	* *****	* *****











NSB GEOTEKNISK KONTOR LABORATORIEBEREGNINGER							
*	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
*	Lab. nr:	44/372	Sted:	Grorud			
*		-----		-----	-----	-----	
*	Serie:	Bp 2					
*		-----	Bortype:	54 mm	Dybde:	7,0-7,8	m
*				-----	-----		
*	Prøven tatt (dato):	07.09.00	Utført	14.09.00			
*		-----		-----			
*	Jordart:	(Svakt)Siltig leire					
*		-----		-----	-----	-----	
*	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
*				*	RESULTATER:		
*	Skål nr.:	13	Fritt:	68,27 g	*	W =	27,1 %
*			Dyppet:	34,38 g	*	n =	43,0 %
*			Tørket:	53,7 g	*	W =	28,6 %
*	Skål nr.:	12	Fritt:	62,79 g	*	n =	44,3 %
*			Dyppet:	31,25 g	*	W midd. =	27,9 %
*			Tørket:	48,83 g	*		
*							
*	KONUS:			*	gamma =	19,6	kN/m«
*	Uforstyrret prøve nr.1:	Konu	100 g	*	gamma s =	27,3	kN/m«
*				*			
*			Inntr. 1:	7,1 mm	*	Su =	24 kN/m <sup>2</sup>
*			Inntr. 2:	6,8 mm	*	Su =	25 kN/m <sup>2</sup>
*			Inntr. 3:	7 mm	*	Su =	24 kN/m <sup>2</sup>
*					*	midd. =	24,3 kN/m <sup>2</sup>
*	Uforstyrret prøve nr.2:	Konu	100 g	*			
*				*			
*			Inntr. 1:	7,9 mm	*	Su =	19 kN/m <sup>2</sup>
*			Inntr. 2:	7,8 mm	*	Su =	20 kN/m <sup>2</sup>
*			Inntr. 3:	7,9 mm	*	Su =	19 kN/m <sup>2</sup>
*					*	midd. =	19,3 kN/m <sup>2</sup>
*					*	Su midd. =	21,8 kN/m <sup>2</sup>
*	Omrørt prøve nr.1:	Konu	60 g	*			
*			Inntr. 1:	6,9 mm	*	Sr =	4,9 kN/m <sup>2</sup>
*					*		
*	Omrørt prøve nr.2:	Konu	60 g	*			
*			Inntr. 2:	7,1 mm	*	Sr =	4,6 kN/m <sup>2</sup>
*					*	Sr midd. =	4,8 kN/m <sup>2</sup>
*					*	St =	4,6
*	ENAKSIALT TRYKK:			*			
*	Prøve 1: epsilon:	10		*	Sut =	14,3	kN/m <sup>2</sup>
*		p:	7	*			
*				*			
**	Prøve 2: epsilon:	10		*	Sut =	12,2	kN/m <sup>2</sup>
		p:	6	*			
		eps. midd		*	Sut midd.	13,3	kN/m <sup>2</sup>
*	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****

Ant. Paralytisk

NSB GEOTEKNISK KONTOR LABORATORIEBEREGNINGER							
*	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
*	Lab. nr:	45/372	Sted:	Grorud			
*		-----		-----			
*	Serie:	Bp 2					
*		-----	Bortype:	54 mm	Dybde:	8,0-8,8	m
*				-----			
*	Prøven tatt (dato):	07.09.00	Utført	14.09.00			
*		-----		-----			
*	Jordart:	Siltig leire					
*		-----		-----			
*	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
*				*	RESULTATER:		
*	Skål nr.:	15	Fritt:	69,54 g	*	W =	27,4 % ✓
*			Dyppet:	34,98 g	*	n =	43,3 %
*			Tørket:	54,58 g	*	W =	26,3 % ✓
*	Skål nr.:	14	Fritt:	69,36 g	*	n =	42,2 %
*			Dyppet:	35,17 g	*	W midd. =	26,8 %
*			Tørket:	54,93 g	*		
*	KONUS:			*	gamma =	19,8	kN/m <sup>2</sup>
*	Uforstyrret prøve nr.1:	Konu	100 g	*	gamma s =	27,3	kN/m <sup>2</sup>
*				*			
*			Inntr. 1:	7,9 mm	*	Su =	19 kN/m <sup>2</sup>
*			Inntr. 2:	7,6 mm	*	Su =	21 kN/m <sup>2</sup>
*			Inntr. 3:	7,7 mm	*	Su =	20 kN/m <sup>2</sup>
*				*	midd. =	20,0	kN/m <sup>2</sup> ✓
*	Uforstyrret prøve nr.2:	Konu	100 g	*			
*				*			
*			Inntr. 1:	7,5 mm	*	Su =	21 kN/m <sup>2</sup>
*			Inntr. 2:	7,7 mm	*	Su =	20 kN/m <sup>2</sup>
*			Inntr. 3:	7,7 mm	*	Su =	20 kN/m <sup>2</sup>
*				*	midd. =	20,3	kN/m <sup>2</sup> ✓
*				*	Su midd. =	20,2	kN/m <sup>2</sup>
*	Omrørt prøve nr.1:	Konu	60 g	*			
*			Inntr. 1:	7,6 mm	*	Sr =	4,1 kN/m <sup>2</sup>
*				*			
*	Omrørt prøve nr.2:	Konu	60 g	*			
*			Inntr. 2:	7,1 mm	*	Sr =	4,6 kN/m <sup>2</sup>
*				*	Sr midd. =	4,4	kN/m <sup>2</sup>
*				*	St =	4,6	
*	ENAKSIALT TRYKK:			*			
*	Prøve 1: epsilon:	10		*	Sut =	11,2	kN/m <sup>2</sup>
*		p:	5,5	*			
*				*			
**	Prøve 2: epsilon:	10		*	Sut =	10,2	kN/m <sup>2</sup>
*		p:	5	*			
*		eps. midd		*	Sut midd.	10,7	kN/m <sup>2</sup> ✓
*	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****

*Ant. forstyrret*

NSB GEOTEKNISK KONTOR LABORATORIEBEREGNINGER							
*	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
*	Lab. nr:	46/372	Sted:	Grorud			
*		-----		-----			
*	Serie:	Bp 2					
*		-----	Bortype:	54 mm	Dybde:	9,0-9,8	m
*	Prøven tatt (dato):	07.09.00	Utført	14.09.00			
*		-----		-----			
*	Jordart:	Leire. Enk. sandkorn, enk. skjellrester					
*		-----		-----			
*	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
*				*	RESULTATER:		
*	Skål nr.:	17	Fritt:	77,97 g	W =	27,3	%
*			Dyppet:	39,15 g	n =	43,1	%
*			Tørket:	61,23 g	W =	25,9	%
*	Skål nr.:	16	Fritt:	75,33 g	n =	41,7	%
*			Dyppet:	38,18 g	W midd. =	26,6	%
*			Tørket:	59,83 g			
*	KONUS:			*	gamma =	19,8	kN/m <sup>2</sup>
*	Uforstyrret prøve nr.1:	Konu	100 g	*	gamma s =	27,2	kN/m <sup>2</sup>
*				*			
*			Inntr. 1:	8,5 mm	Su =	17	kN/m <sup>2</sup>
*			Inntr. 2:	8,6 mm	Su =	16	kN/m <sup>2</sup>
*			Inntr. 3:	8,6 mm	Su =	16	kN/m <sup>2</sup>
*				*	midd. =	16,3	kN/m <sup>2</sup>
*	Uforstyrret prøve nr.2:	Konu	100 g	*			
*				*			
*			Inntr. 1:	7,9 mm	Su =	19	kN/m <sup>2</sup>
*			Inntr. 2:	8,2 mm	Su =	18	kN/m <sup>2</sup>
*			Inntr. 3:	7,9 mm	Su =	19	kN/m <sup>2</sup>
*				*	midd. =	18,7	kN/m <sup>2</sup>
*				*	Su midd. =	17,5	kN/m <sup>2</sup>
*	Omrørt prøve nr.1:	Konu	60 g	*			
*			Inntr. 1:	8 mm	Sr =	3,7	kN/m <sup>2</sup>
*				*			
*	Omrørt prøve nr.2:	Konu	60 g	*			
*			Inntr. 2:	9,1 mm	Sr =	2,9	kN/m <sup>2</sup>
*				*	Sr midd. =	3,3	kN/m <sup>2</sup>
*				*	St =	5,3	
*	ENAKSIALT TRYKK:			*			
*	Prøve 1:	epsilon:	10	*	Sut =	11,2	kN/m <sup>2</sup>
*		p:	5,5	*			
*				*			
**	Prøve 2:	epsilon:	9,3	*	Sut =	11,7	kN/m <sup>2</sup>
*		p:	5,7	*			
*		eps. midd		*	Sut midd.	11,5	kN/m <sup>2</sup>
*	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****

*Ant. Forstyrret*