



# Oslo kommune

## Vann- og avløpsetaten



SOK 15, K16

1170

Rapport over:

**KLEMETSRUD KIRKEGÅRD**  
**Del 2: Østre alternativ**

**R-3074-02**

**9. november. 2000**

Tilhører Undergrunnskartverket  
Må ikke fjernes

**BILAG- OG TEGNINGSOVERSIKT:**

Bilag 1: Beskrivelse av bormetoder  
" 2: Beskrivelse av laboratoriearbeider

Tegning nr. 3074-13/-15: Borprofiler  
" " " -16: Situasjons- og borplan  
" " " 17-18: Profiler

## INNLEDNING:

Etter oppdrag fra Gravferdsetaten har VAV geoteknisk kontor utført grunnundersøkelser for et østre kirkegårdsalternativ på Klemetsrud.

## MARKARBEID

Borarbeidene ble utført ved dreietrykksondering i kombinasjon med slagboring i 23 punkter. Videre ble det ved skovlboring tatt opp løsmasseprøver i 9 punkter samt tatt opp en uforstyrret prøveserie i 1 punkt. Borarbeidene ble utført av mannskap fra vår markavdeling i uke 40. Borpunktene ble satt ut fra bygninger i området og nivellert ut fra VAV-kum nr. 255 med oppgitt høyde  $h = 140,78$ .

## LABORATORIEARBEID

Laboratorieundersøkelsene ble utført på vårt laboratorium hvor de vanlige rutineundersøkelsene ble gjennomført på den uforstyrrede prøveserien. Skovlprøvene ble gjennomgått visuelt. Resultatet av undersøkelsene er fremstilt ved borprofiler på tegningene 3074 -13/ -14/ -15.

## GRUNNFORHOLD

Både terrengnivå og grunnforhold varierer en god del innenfor det undersøkte området. Borresultatene fremkommer på situasjons- og borplanen tegning nr. 3074-16. Arealet mellom Enebakkveien og sørforliggende bekke drag har i grove trekk sørlig fall. Terrengnivået her varierer således fra kote 127,4 i borpunkt 10 til kote 138,1 i borpunkt 4. Løsmassene består generelt av et sjikt åkerjord over tørrskorpeleire som i dybden går over i leiravsetninger med varierende innslag av sand, grus og stein. Ingen av boringene i ovennevnte område ser ut til å ha nådd ned på fjell, men ser ut til å ha stanset i morenemasser. Bordybden varierer fra 2,1 m i borpunkt 13 til 17,2 m i borpunkt 17.

Arealet sørvest for idrettsplassen er kuppert og delvis skrint med fjell stikkende frem i dagen flere steder. Terrengnivået varierer fra kote 127,6 i borpunkt 19 til kote 136,8 i borpunkt 18. Bordybden varierer fra 0,5 m i borpunkt 14 til 9,8 m i borpunkt 19. Løsmassene over storparten av arealet ser ut til å bestå av tørrskorpeleire under et øvre sjikt med åkerjord. Tørrskorpesonen ser ut til strekke seg ned til 2,5 – 3,0 m dybde. Under tørrskorpesonen er det fast til middels fast leire med varierende innslag av sand og grus.

Det ble ikke utført grunnundersøkelser innenfor eksisterende idrettsanlegg da det ser ut til at idrettsanlegget er anlagt på sprengsteinfylling. Med overliggende dekningsmasser ser fyllingshøyden gjennomgående ut til å være ca. 1,5 m.

Nær sammenhengende regnvær under og etter grunnundersøkelsen har vanskeliggjort målinger av grunnvannsspeilet. Over den laveste delen av området har grunnvannsspeilet nærmest ligget i terrengnivå i perioden, mens det forørig er målt grunnvannsspeil varierende fra 0,3 til 2,5 m under terrengoverflaten.

Grunnforholdene innen det undersøkte området er illustrert ved profiler på tegning nr. 3074 -17 og -18.


## VURDERING

Det sørvestre arealet er i utgangspunktet i mindre grad egnet for kistegraver på grunn av begrenset løsmassetykkelse over en større del av dette området. Arealet mellom Enebakkveien og idrettsanlegget er best egnet, men det vil her være behov for å heve terrenget innen den laveste delen av området. Overskuddsmasser fra den høyeste delen av området kan tenkes benyttet for å fylle opp det lavestliggende partiet.

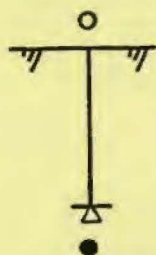
Det vil forøvrig være behov for oppfyllinger med egnede masser både på idrettsplassen og sørvestforliggende område dersom disse områdene skal opparbeides til gravplasser.

Opparbeidelse med tilstrekkelig god drenering for områdene vil være en forutsetning for å oppnå et tilfredsstillende resultat.

Vann- og avløpsetaten  
Geoteknisk kontor

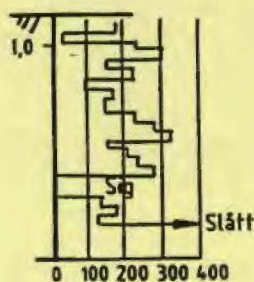
  
Helge Sem  
Sjefingeniør

## BESKRIVELSE AV BORMETODER



### ENKEL SONDERING

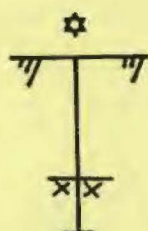
Utstyret består av Ø22-25 mm stålstenger med buttspiss som slås ned uten måling av motstand, normalt ved hjelp av håndholdt slagbormaskin. Boringen gir usikker fjellbestemmelse i det boret ikke kan bore gjennom stein eller andre faste masser over fjell.



Halve omdreininger pr. m. synk

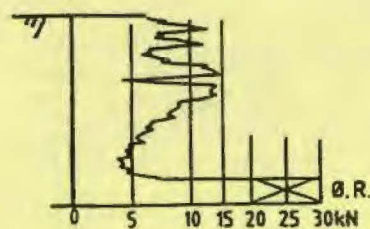
### DREIESONDERING

Utstyret består av Ø22-25 mm stålstenger med en standardisert dreiet spiss. Boret presses ned med økende kraft inntil 1 kN. Hvis boret ikke synker med 1 kN belastning (siger), dreies boret og antall halve omdreininger pr. meter synk måles og angis i borprofilet. Belastningen på boret i kN angis på venstre side av profilet. Det kan benyttes både borerigger og bærbart dreieborutstyr. Boringen angir relativ fasthet i jorda, og gir usikker fjellbestemmelse i det boret ikke kan bore gjennom stein eller andre faste masser over fjell (ref. NGF melding nr.3 av 1982).



### FJELLKONTROLL

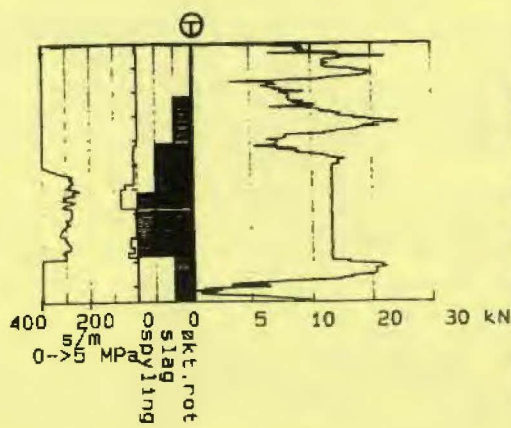
Utstyret består av en borerigg med topphammer og luft- eller vannspyling. Det benyttes normalt borstenger med Ø44mm og en kronediameter på 57mm. Det bores normalt 1-3m i fjell for sikker fjellbestemmelse.



Nedpressingskraft i kN

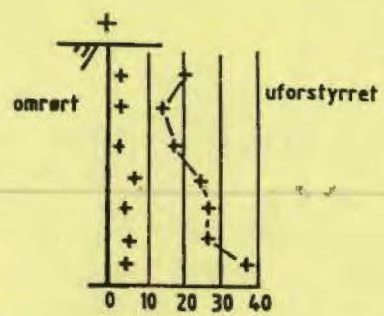
### DREIETRYKKSONDERING

Utstyret består av Ø36mm borstenger påmontert en standardisert dreiet spiss. Boret dreies ned med konstant rotasjon på 25 omdr./min. og nedpressingshastighet på 3m/min. Nedpressingskraften i kN måles kontinuerlig og angis i borprofilet. Ved faste masser kan rotasjonshastigheten økes. Dette angis med "ØR" på borprofilet. Boringene utføres med borerigg og angir relativ fasthet av jorda, men gir usikker fjellbestemmelse i det boret ikke kan bore gjennom stein eller andre faste masser over fjell (ref. NGF melding nr.7 av 1982).



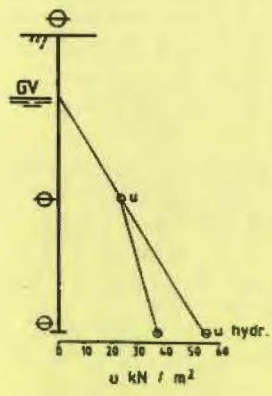
### TOTALSONDERING

Bormetoden er en kombinasjon av de to foregående bormetodene. Utstyret består av Ø44mm borstenger påmontert en fjellborkrone med kuleventil og Ø57mm. Boret dreies som ved en dreietrykksondering i løsmasser. Ved fastere masser kan nedtrengningsevnen økes ved å øke rotasjonen, spyle eller slå. Metode angis på borprofilet. Når borstengene kommer til fjell går bor- metoden over til å bli en fjellkontrollboring med topphammer og luft- eller vannspyling. Boringen utføres med borerigg og angir relativ fasthet av løsmassene og gir sikker fjellbestemmelse. Det bores normalt 1-3m i fjell for sikker fjellbestemmelse.



$S_u$  kN / m<sup>2</sup>

- ⊙ Omrørt
- ⊙ Uforstyrret
- Fylling
- Sand
- Grus
- Stein, blokk
- Organiske jordarter
- Trerester, sagflis
- Skjell
- Silt
- Leire
- Fjell



### VINGEBORING

Utsyret benyttes kun i leire og består av et vingekor som presses ned i bakken. Korset roteres og dreiemomentet ved brudd i leiren måles (uforstyrret). Etter 25 hurtige omdreininger måles dreiemomentet på nytt (omrørt). Uforstyrret dreiemoment gir grunnlag for bestemmelse av leiras udrenerte skjærstyrke. Boringene utføres normalt med borerigg, men det kan også benyttes bærbart utstyr (ref. NGF melding nr 4 av 1982).

### PRØVETAKING

Det skilles mellom uforstyrrede og omrørte prøver. Begge typer tas normalt opp med borerigg, men det kan også benyttes bærbart utstyr.

Omrørte prøver tas ved hjelp av en skovl-boring med Ø75mm eller Ø100mm stål-skrue. Jordprøver tas av de massene som følger med når ståskruen trekkes opp. Metoden er behftet med noe usikkerhet ved at masser fra flere steder langs bor-hullveggen kan blandes sammen. Prøvene tas med inn til laboratoriet for nærmere undersøkelse.

Uforstyrrede prøver tas med NGI Ø54 mm stempelprøvetager. Det brukes prøve-sylindere av stål eller glassfiber. Prøvelengden er normalt 80cm. Prøven forsegles og tas med inn til laboratoriet for rutine- og eventuelt andre undersøkelser.

Jordartene angis på borprofilet ved hjelp av de viste signaturer (skravur).

### PORETRYKKSÅLING

Poretrykket (vanntrykket) i angitte nivåer registreres ved hjelp av elektriske eller hydrauliske poretrykksmålere. Målerspissen med filter presses ned til ønsket nivå, normalt med borerigg. Poretrykket angis enten som den kotehøyde vannet vil stige til i et vannstandsrør eller som trykk i kpa. Poretrykket fra et nivå vil ikke uten videre angi grunnvannstandsnivået, idet poretrykket ofte ikke øker hydrostatisk med dybden (ref. NGF melding nr.6 av 1982).

# LABORATORIEUNDERSØKELSER

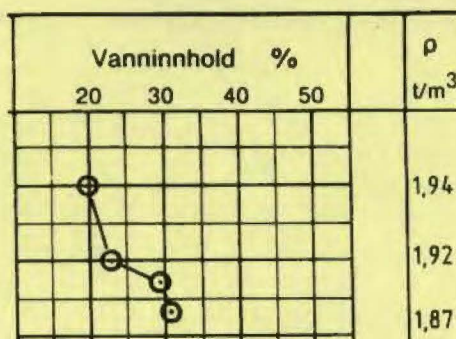
## RUTINEUNDERSØKELSER

Uforstyrrede prøver blir skjøvet ut av sylindere, visuelt klassifisert og deretter beskrevet med hensyn på materiale og lagdeling før de deles opp for videre undersøkelser.

En rutineundersøkelse omfatter bestemmelse av:

- densitet av hel prøve
- vanninnhold i 3 nivåer
- udrenert skjærstyrke, konusforsøk i 3 nivåer
- udrenert skjærstyrke, enaks. trykkforsøk i 2 niv.

Rutineundersøkelsen inkluderer opptegning av borprofil.



## DENSITET

Densitet ( $\rho$  i t/m<sup>3</sup>) bestemmes ved at densiteten av hele prøven måles. Densiteten bestemmes som forholdet mellom hele prøvens vekt og volum (ref.NS8011).

## VANNINNHold

Vanninnhold ( $w_i$ %) bestemmes som forholdet mellom vekt av vann og tørrvekt (ref.NS8002).

## UDRENERT SKJÆRSTYRKE

Udrenert skjærstyrke ( $S_u$  i kN/m<sup>2</sup>) bestemmes ved hjelp av konusforsøk og enaksialt trykkforsøk.

Konusforsøk utføres på uforstyrret og omrørt materiale. Innsynkningen av konusen relateres til udrenert skjærstyrke ved hjelp av tabell utarbeidet av Skaven-Haug (ref.NS8015).

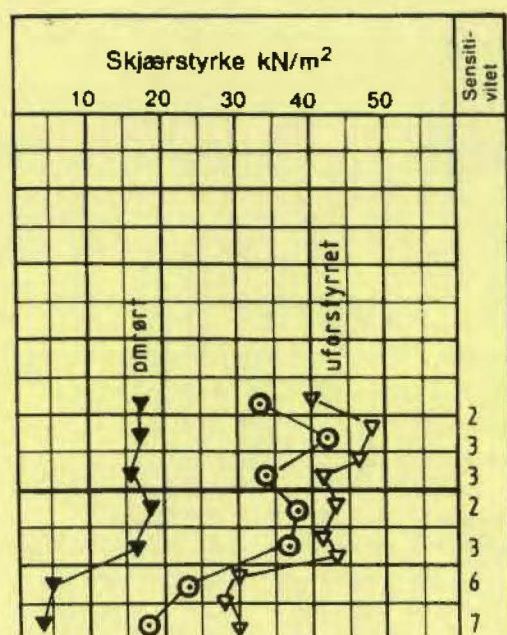
Trykkforsøk (enaksialt) utføres på en prøve med fullt tverrsnitt og høyde 10cm. Udrenert skjærstyrke bestemmes som halve trykkstyrken. Tilhørende tøyning angis på borprofil (ref.NS8016).

- $S_u < 25$  kN/m<sup>2</sup> bløt leire
- $S_u 25 - 50$  kN/m<sup>2</sup> middels fast leire
- $S_u > 50$  kN/m<sup>2</sup> fast leire

## SENSITIVITET

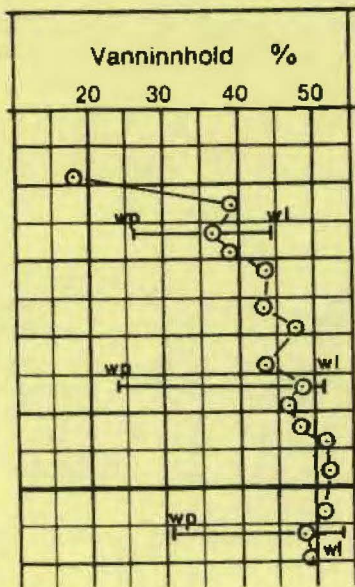
Sensitiviteten er forholdet mellom uforstyrret og omrørt udrenert skjærstyrke bestemt ved hjelp av konusforsøk eller vingeborforsøk (ref.NS8015).

- $St < 8$  lite sensitiv leire
  - $St 8 - 30$  middels sensitiv leire
  - $St > 30$  meget sensitiv leire
- KVIKLEIRE:  $S_u$  (omrørt)  $< 0,5$  kN/m<sup>2</sup>



- ⊙ enaksialt trykkforsøk
- 15 ⊙ 5 bruddformasjon %
- 10 ⊙ 10 bruddformasjon %
- ▽ konus uforstyrret
- ▼ konus omrørt
- + vingebor

## ØVRIGE UNDERSØKELSER



### FLYTEGRENSE

Flytegrensen ( $w_l$  i %) angir høyeste vanninnhold for det plastiske området for en leire. Flytegrensen bestemmes ved hjelp av konusforsøk (ref.8002).

### UTRULLINGSGRENSE

Utrullingsgrensen ( $w_p$  i %) angir laveste vanninnhold for det plastiske området for en leire (ref.NS8003).

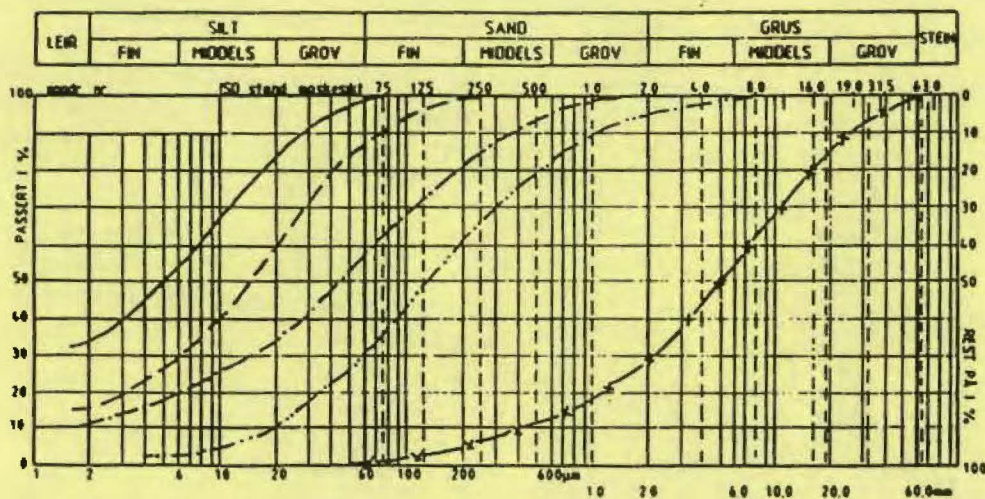
### PLASTISITETSINDEKS

Plastisitetsindeksen ( $I_p$  i %) er differansen mellom flytegrensen og utrullingsgrensen (ref.NS8000).

- $I_p < 10$  lite plastisk leire
- $I_p 10-20$  middels plastisk leire
- $I_p > 20$  meget plastisk leire

## KORNFORDELINGSANALYSE

Jordartene inndeles i hovedfraksjoner etter kornstørrelsen. Kornfordelingen av de grove fraksjonene fra og med sand bestemmes ved sikting. Inneholder massene en del finere stoff blir den våtsiktet. For silt og leire benyttes "Falling drop" analyse.



## HUMUSINNHOLD

Organisk (humus) innhold (%) bestemmes ved glødetapmåling. Glødetapet (vekttapet) angis i % av tørt materiale.

## SALTINNHOLD

Saltinnholdet måles på utpresset porevann og tas ut av en kalibreringskurve fra NTH på grunnlag av utslag på et "Conductivity meter" i MHO.



Dybde, m	Materiale kote <u>132.1</u>	Symbol	Prøve	Vanninnhold %				$\rho$ t/m <sup>3</sup>	Skjærstyrke kN/m <sup>2</sup>					Sensitivitet
				20	30	40	50		10	20	30	40	50	
3	<u>Borpkt. 1</u> Tørrskorpe													
0	<u>136.8</u>													
2	<u>Borpkt. 3</u> Tørrskorpe grus Buttet i grus													
0	<u>135.5</u>													
25	<u>Borpkt. 5</u> Leire, sand, grus stein Buttet i stein													
0	<u>130.1</u>													
3	<u>Borpkt. 12</u> Tørrskorpe													

GV : grunnvannstand  
 O : ødometar  
 T : treaksjallforsøk  
 K : kornfordeling

o naturlig vanninnhold  
 — (W<sub>p</sub>) plastisitetsgrense  
 — (W<sub>L</sub>) flytegrense  
 ρ densitet

⊙ enaksialt trykkløst  
 15 ⊕ 5 bruddformasjon %  
 10 ⊕ konus uløst  
 ▼ konus omrørt  
 + vingebar

### BORPROFIL

Type boring Skovlboring

Tegn

Dato

Dato boret uke 40, 2000

Kartref SOK16



OSLO KOMMUNE  
Geoteknisk kontor

Boring nr  
1-3-5-12

Boring nr Undergr kart

Tegn nr  
3074-14

Dybde, m	Materiale kote <u>131.0</u>	Symbol	Pave	Vanninnhold %				$\rho$ U/m <sup>3</sup>	Skærstyrke kN/m <sup>2</sup>					Sensitivitet	
				20	30	40	50		10	20	30	40	50		
	<u>Borpkt. 15</u>	[Symbol]	[Pave]												
	Tørrskorpe sand/grus														
2	<u>Buttet i stein</u>														
	Ant. fjell														
0	<u>136.8</u>														
	<u>Borpkt. 18</u>	[Symbol]	[Pave]												
	Tørrskorpe														
3	<u>Ant. fjell</u>														
0	<u>127.6</u>														
	<u>Borpkt. 19</u>	[Symbol]	[Pave]												
	Tørrskorpe														
3	<u>Leire</u>														
0	<u>120.9</u>														
	<u>Borpkt. 23</u>	[Symbol]	[Pave]												
	Tørrskorpe														
3	<u>Fast leire</u>														
	<u>Ant. fjell</u>														

GV : grunnvannstand  
 O : ødometer  
 T : treaksialforsøk  
 K : kornfordeling

o naturlig vanninnhold  
 — (W<sub>p</sub>) plastisitetsgrense  
 — (W<sub>L</sub>) flytegrense  
 ρ densitet

⊙ enaksial trykkforsøk  
 15 ⊕ 5 bruddformasjon %  
 10 ⊕ 5  
 ▼ konus uløststyrret  
 ▼ konus omrørt  
 + vingebar

**BORPROFIL**

Type boring Skovboring

Tegn Dato

Dato boret Uke 40, 2000

Kartref SOK16

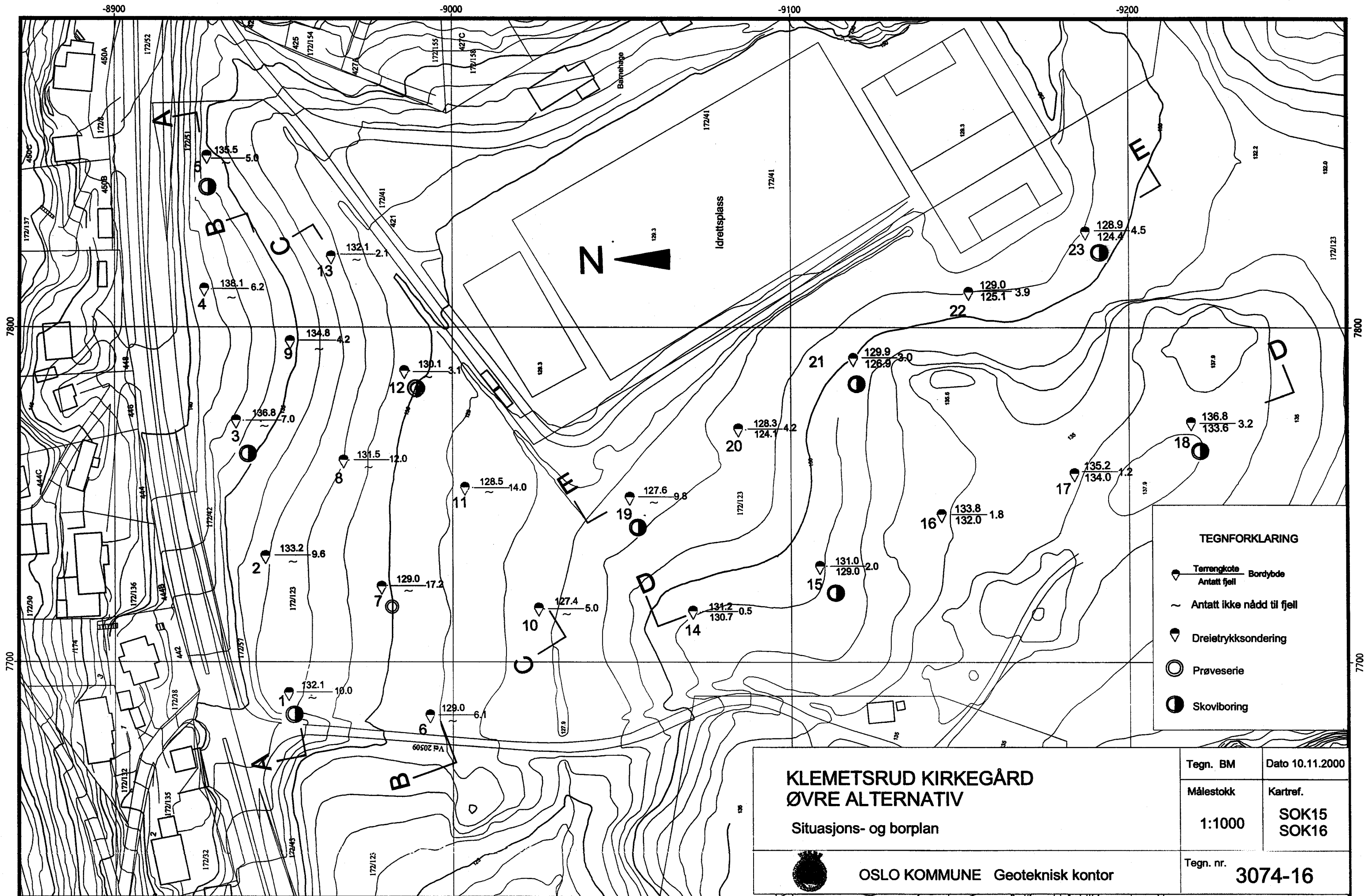


OSLO KOMMUNE  
 Geoteknisk kontor

Boring nr  
15-18-19-23

Boring nr Undergr kart

Tegn nr  
3074-15

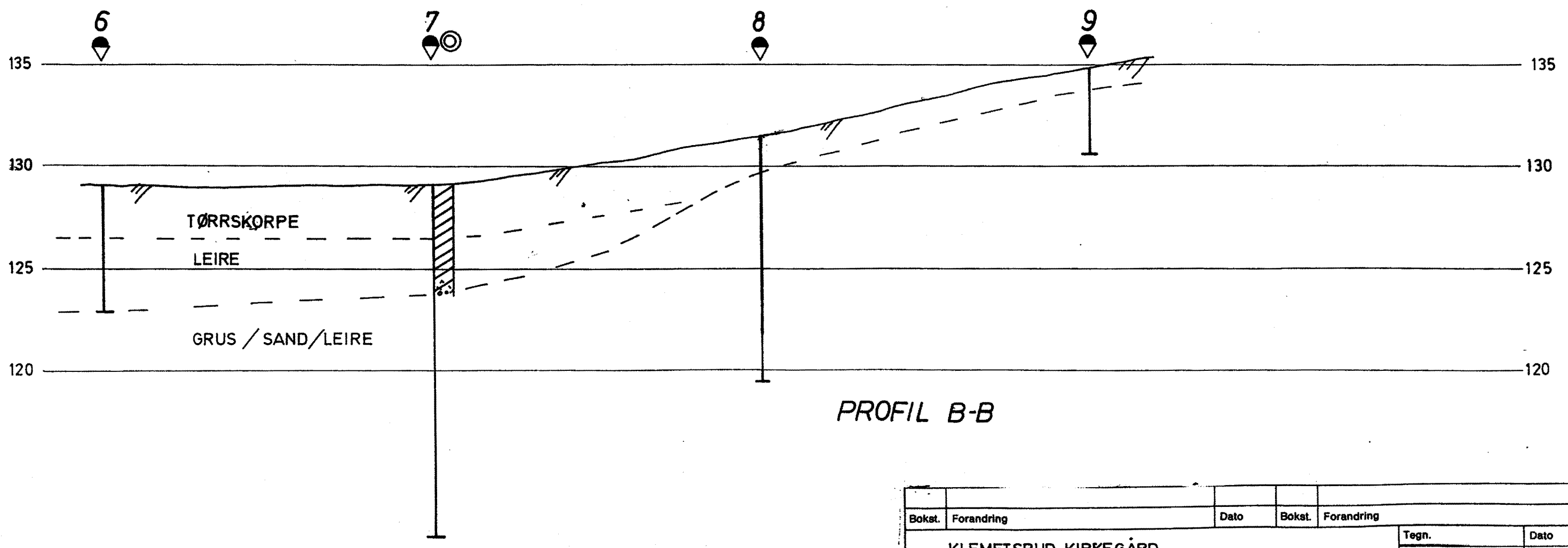
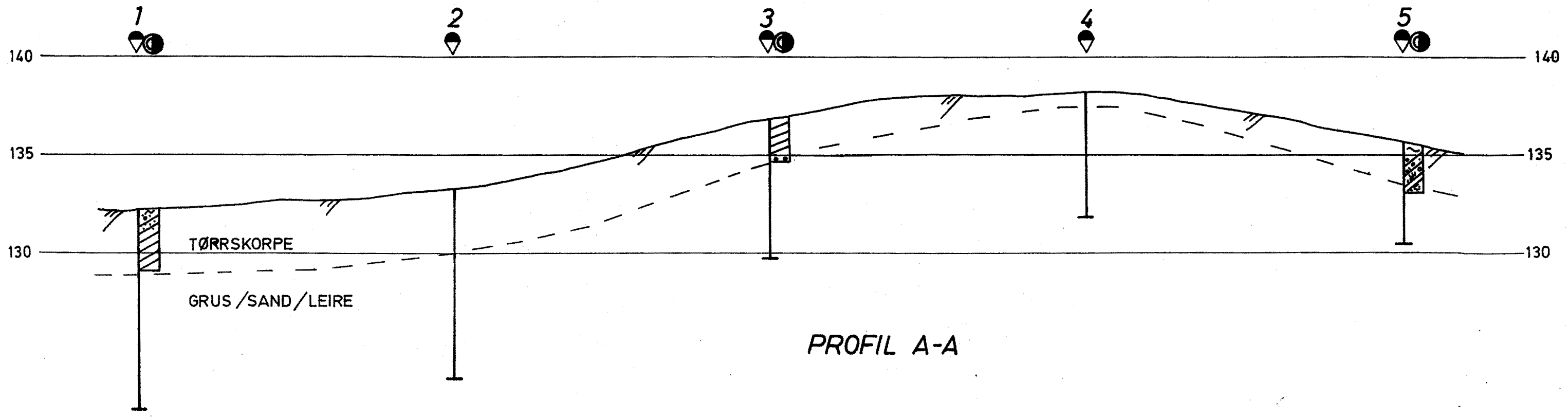



0068-

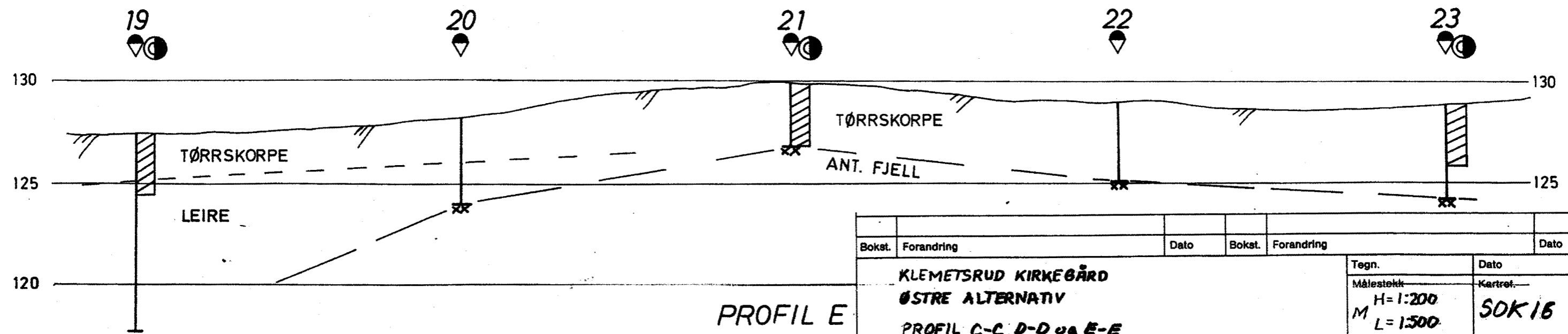
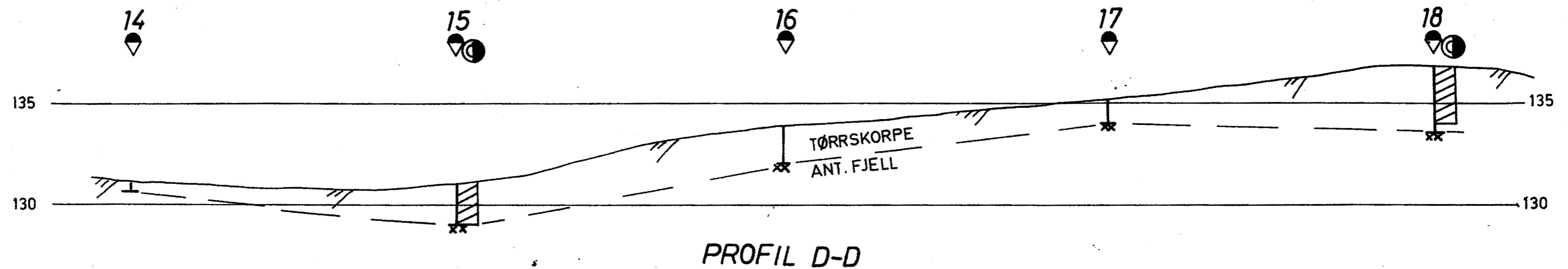
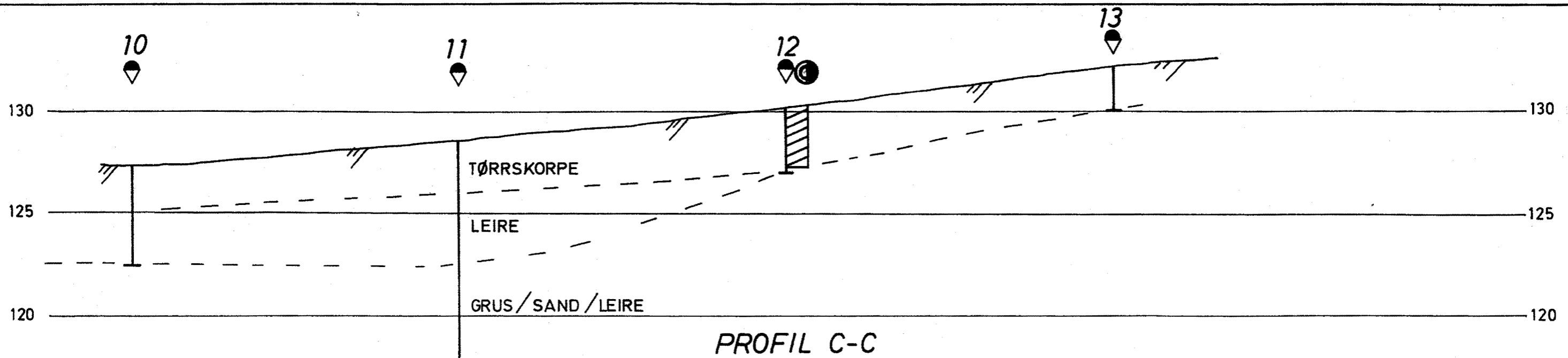
0006-


0016-

0026-



Bokst.	Forandring	Dato	Bokst.	Forandring	Dato
KLEMETSRUD KIRKEGÅRD ØSTRE ALTERNATIV PROFIL A-A OG B-B			Tegn. Målestokk M H= 1:200 L= 1:500	Dato Kartref. SOK.15/16	
 <b>OSLO KOMMUNE</b> Geoteknisk kontor			Tegn. nr. <b>3074-17</b>		



Bokst.	Forandring	Dato	Bokst.	Forandring	Dato
<b>KLEMETSROD KIRKEGÅRD</b> <b>ØSTRE ALTERNATIV</b> <b>PROFIL C-C, D-D og E-E</b>					
Tegn. Målestokk				Dato	
H = 1:200				Kartref. <b>SOK 15</b>	
L = 1:500				Tegn. nr. <b>3074-18</b>	
 <b>OSLO KOMMUNE</b> Geoteknisk kontor					