

\*



SO:F2

*Sept 88*

SO:G2

*18.11.1980*

OSLO KOMMUNE  
GEOTEKNISK KONTOR



OSLO KOMMUNE  
Geoteknisk kontor  
KINGOS GT. 22, OSLO 4  
Telf. 35 59 60

RAPPORT OVER:

HOVEDKLOAKKTUNNEL TORSHOV-LOELVDALEN

R-1393-5

15. des. 1981.

Del 5: Geotekniske undersøkelser vedr. Svartdal og Alnafoss som tilknytningsmuligheter til Bekkelagstunnelen.

INNHOLDSFORTEGNELSE:

INNLEDNING	s	2
MARK- OG LABORATORIEARBEID	s	2
Svartdal	s	2
Alnafoss	s	2
GRUNN- OG STABILITETSFORHOLD	s	3
Svartdal	s	3
Alnafoss	s	3
KONKLUSJONER	s	4

Bilag	0: Beskrivesle av bor- og laboratoriearbeider
"	15: Vingeboring borpkt. 5-6 alternativ Svartdal
"	16: Borplan alternativ Svartdal
"	17: Lengdeprofil " "
"	18: Borplan og lengdeprofil alternativ Alnafoss.

TIDLIGERE RAPPORTER

- R-1393-1: 4.1.79: Undersøkelse for tunnelpåhugg ved  
Ola Narr.
- " -2: 3.5.79: Geoteknisk og geologisk oversikt.
- " -3: 15.5.79: Undersøkelse av løsmassene ved Ola  
Narr.
- " -4: 10.6.81: Vurdering av alternative traséer.

## INNLEDNING

Etter oppdrag fra Oslo kommune, vann- og kloakkvesenet (OVK) v/Liptak i brev 18.9.81 har geoteknisk kontor (GK) foretatt grunnundersøkelser langs to tilknytningsmuligheter til Bekkelagstunnelen: Svartdal og Alnafoss.

Det foreligger 3 alternative tilknytningsmuligheter mellom den eksisterende Bekkelagstunnelen og den prosjekterte hovedkloakktunnelen.

Svartdalalternativet (bilag 16) går ut på å fullprofilbore fram til Loelvdalen, og forbinde denne med Ø 1200 mm-rør til den eksisterende Bekkelagstunnelen. De utførte grunnundersøkelsene er foretatt langs denne rørtraséen.

Ved Alnafossalternativet, bilag 18, har man tenkt seg å lage et tunnelinnslag ved "Alnakollen".

Hensikten med grunnundersøkelsene i dette området har vært å avklare hvorvidt "Alna"-kollen består av fjell eller ikke.

Det tredje alternativet er kalt alternativ "Fagerlia". Dette er under prosjektering, og vil bli beskrevet i vår neste delrapport: R-1393-6.

I området ved Alnafoss har GK i 1972 utført boringer for OVK i forbindelse med prosjekteringen av:

- Inntak av Alna ved Svartdalen, GK's rapport R-1138 okt. 1972.

På bakgrunn av disse resultatene og befaringer i området, er foreliggende undersøkelse utført.

## MARK- OG LABORATORIEARBEID

Markarbeidet er utført i tiden 13.-21. okt. 1981.

### Svartdal

For dette alternativet er det utført 24 enkle sonderinger, 5 dreiesonderinger og 1 vingeboring. Det ble dessuten tatt 3 skovlprøver.

P.g.a. kabler måtte borpunktene flyttes noe i forhold til OVK's plassering (jfr. bilag 16). Dette gjelder punktene 1 t.o.m. 8. Vi antar at ledningstraséen vil bli flyttet tilsvarende.

P.g.a. noe unøyaktig utsetting av de øvrige borpunktene, er disse blitt liggende opptil 3-4 meter nord for traséen. Dette betyr imidlertid lite for de vurderinger som er gjort.

### Alnafoss

Den opprinnelige borplanen på 17 enkle sonderinger ble avbrutt etter 4 utførte boringer p.g.a. at disse gav tilstrekkelige opplysninger (bilag 18).

## GRUNN- OG STABILITETSFORHOLD

### Svartdal

Bilag 16 viser beliggenheten av borpunktene, type undersøkelse, borpunktens terrengkote, kote for antatt fjell og bordybde. Dessuten er dreiemotstanden i punktene 4, 4-5, 5, 5-6 og 6-7 vist grafisk i bilag 17. Denne er angitt i antall halve omdreininger pr. m. borsynk, og gir en pekepinn om jordas relative fasthet. Dreiemotstanden kan betegnes som liten til middels stor. I homogene løsmasser vil dreiemotstanden øke med økende dybde fordi friksjonen mot borstangen øker. Avtagende motstand indikerer ofte bløtere leire, kvikkleire eller løsere lagring (i friksjonsmasser). Grøftetraséen mellom punktene 1 og 8 ligger i en flattliggende fylling i foten av en skråning. I skråningen er fjellet blottet flere steder, slik at en kan se bort i fra stabilitetsproblemer i skråningen som følge av graving her.

I pkt. 5-6 er det foretatt en vinge boring (bilag 15). I de øverste 3 metrene er det tatt skovlprøver. Disse prøvene består av leire med fin sand og silt. Vinge boringen viser middels fast leire med en gjennomsnittlig udrenert skjærstyrke ( $s_u$ ) på 35 kN/m<sup>2</sup> (3,5 t/m<sup>2</sup>).

På strekningen mellom kum I og kum II (punkt 8) skulle forholdene ligge bra til rette for graving av åpen grøft med dybde opptil ca 4 meter dersom grøfteskråningene slakes ut.

Faren for skadelige setninger av rørledninger i dette fyllingsområdet synes å være liten. Dette bl.a. fordi at fyllingen er ca 10 år gammel, slik at det vesentlige av setningene både i undergrunnen og i fyllingen er unnagjort.

I skråningen nord-vestover fra kum II (punkt 8) er løsmassemekktigheten så beskjedent at det i alle fall ikke skulle bli problemer med gravingen. Det vil imidlertid bli behov for noe sprenging.

Lengre vest, mellom punktene 12 og 15, er løsmassemekktigheten betydelig. Øverst antyder sonderboringene grusig sand med stein. Dette kan medføre problemer med vanninnslag i grøften med mindre denne spundes. Vi vil ikke utelukke at det her kan finnes bløt leire i dybden. Både av hensyn til stabilitet av grøfteveggen og faren for framtidige setninger på et så viktig ledningsanlegg, bør løsmassene her undersøkes nærmere.

### Alnafoss

På bakgrunn av lokal topografi og mangel på fjellblotninger i "Alnakollen", ble det antatt at kollen bestod av glaci-fluviale løsmasser, (dvs. avsatt under isavsmeltingen) og altså ikke av fjell. Resultatene fra de fire første boringene syntes å bekrefte dette. Den opprinnelige borplanen på 17 punkter ble derfor avbrutt.

Bilag 18 viser borplan og lengdeprofil hvor også tidligere boringer er tegnet inn. Disse boringene antyder at fjellforløpet stiger noe mot sydøst.

## KONKLUSJONER

### Alternativ Svartdal

Grøftetraséen må flyttes noe på kumstrekning I-II p.g.a. beliggenheten av kabler (bilag 16).

På denne kumstrekningen skulle det ikke oppstå problemer med stabilitet av grøften og nærliggende skråninger ved grave- dybder opptil ca 4 meter. Her skulle det heller ikke være fare for skadelige setninger.

I løsmassebassenget nær Alna er det nødvendig med nærmere undersøkelser av løsmassene.

Det vil også bli behov for noe sprenging langs traséen.

Alternativet synes gjennomførbart.

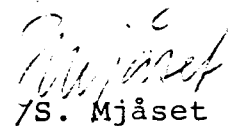
### Alternativ Alnafoss

"Alnakollen" viste seg å bestå av løsmasser, slik at kollen vanskeligere lar seg benytte som påhuggssted.

Geoteknisk kontor er gjerne behjelpelig med videre undersøkelser av egnet tilknytningssted.

Geoteknisk kontor

  
O. Tokheim

  
S. Mjåset

# STANDARD BESKRIVELSER

## BESKRIVELSE AV BORMETODER

*Enkel sondering* betegner neddriving av stålstenger uten registrering av motstand, for eks. slagsondering med slegge eller slagbormaskin.

*Dreieboring* utføres ved å måle synkninger under dreining når boret er lastet med 100 kg. Synker det for mindre last dreies ikke. Boret er forsynt med en pyramideformet spiss som er vridd en omdreining. Lengden av spissen er 20 cm og sidekanter er 3 cm. Under opptegning av resultatene angis antall omdreininger pr. m synkning på høyre side av hullet, og lasten på boret på venstre side.

*Fjellkontrollboringer* utføres med trykkluftdrevet bergbor. Både topphammer og senkborhammer kan brukes. Fjellkontrollen består i å registrere når man har fått en langsom og relativt jevn synkning av boret (det dette er en sterk indikasjon på at boret er i fjell. Det bores vanligvis 5 m for å konstatere at det ikke er en stor stein.

*Vingeboring* brukes til å måle jordartens uorenerte skjærfasthet direkte i grunnen. Skjærfastheten beregnes ut fra målt torsjonsmoment på et vingekor som presses ned i ønsket dybde og dreies rundt inntil brudd oppstår. Grunnens fasthet bestemmes først i uforstyrret, og etter brudd i omvørt tilstand. Resultatene kan i sterk grad påvirkes av sand, grus og stein ved vingekorset. Det skal også bemerkes at resultatene av andre grunner i mange tilfelle må korrigeres før fasthetsverdiene brukes i stabilitetsberegninger.

*Prøvetaking* kan utføres med forskjellig utstyr. Ønskes "uforstyrrede" prøver brukes en  $\phi$  54 mm sylinderprøvetaker som er forsynt med et tettsluttende stempel. Prøven skjæres ved at sylindere skyves nedover i grunnen mens stemplet holdes tilbake. Sylindere med prøve blir trukket opp igjen, forseglet i begge ender, og bragt til laboratoriet. Ønskes bare såkalte "representative" prøver, brukes enklere utstyr som skovelbor og kannebor. Felles for disse er at massen skaves inn i en beholder som deretter tas opp. Tilsvarende prøver kan også tas ved å skru en stålskru ned i grunnen og trekke den opp igjen.

*Poretrykksmåling* går ut på å måle trykket i de vannfylte porene i jordarten. Dette gjøres ved å føre ned til ønsket dybde et såkalt piezometer som består av et stålrør med et porøst filter i enden. Vann fra jordarten vil kunne trenge inn gjennom filteret mens jordpartiklene blir holdt tilbake. På innsiden av filteret kan man så enten ha en elektrisk trykkmåler som registrerer det vanntrykket som bygges opp og som balanserer med poretrykket utenfor, eller filteret er forbundet med en tynn slange inne i stålrøret. Stigehøyden av vannet i slangen er da porevannstrykket i filterets nivå. Ved fremstilling av resultatene angis som regel det nivå (m.o.h.) som vannet stiger til (poretrykkenivået).

## BESKRIVELSE AV LABORATORIEUNDERSØKELSER

I laboratoriet blir prøvene først beskrevet på grunnlag av besiktigelse. Deretter blir følgende undersøkelser rutinemessig utført, (undersøkelser merket <sup>x</sup>) kan bare utføres på uforstyrrede prøver):

*Romvekt* <sup>x</sup>  $\gamma$  ( $t/m^3$ ) av naturlig fuktig prøve.

*Vanninnhold*  $w$  (%) angir vekt av vann i prosent av vekt av fast stoff. Det blir utført flere bestemmelser av vanninnhold fordelt over prøvens lengde.

*Flytegrensen*  $w_L$  (%) og *utrullingsgrensen*  $w_p$  (%) angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk område av omvørt materiale. Plastisitetsindeksen  $I_p$  er differansen mellom flyte- og utrullingsgrensen. Disse konsistensgrensene er viktige ved bedømmelse av jordartens egenskaper. Konsistensgrensene blir vanligvis bestemt på annenhver prøve.

Følgende skala benyttes til å klassifisere leire etter plastisitet:

Lite plastisk leire	$I_p < 10$
Middels plastisk leire	$I_p = 10-20$
Noget plastisk leire	$I_p > 20$

Skjærfastheten  $s$  ( $t/m^2$ ) bestemmes ved enaksede trykkforsøk. Normalt blir det skåret ut et prøvestykke med tverrsnitt  $3,6 \times 3,6$  cm og høyde 10 cm på midten av sylinderprøven. Unntaksvis blir fullt tverrsnitt ( $\phi$  54 mm) benyttet. Det tas hensyn til prøvens tverrsnittsøking under forsøket. Skjærfastheten settes lik halve trykkfastheten.

Videre blir uforstyrret skjærfasthet  $s$  og omrørt skjærfasthet  $s'$  bestemt ved konusforsøk. Dette er en indirekte metode til bestemmelse av skjærfastheten, idet nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt måles og den tilsvarende skjærfasthetsverdi tas ut av en tabell. Både trykkforsøk og konusforsøk gir udrenert skjærfasthet.

Følgende skala benyttes til å klassifisere leire etter udrenert skjærfasthet:

Meget bløt leire	$s < 1,25 t/m^2$	$\approx$	12,5 kN/m <sup>2</sup>
Bløt leire	$s = 1,25 - 2,5 t/m^2$	$\approx$	12,5 - 25 """"
Middels fast leire	$s = 2,5 - 5,0 t/m^2$	$\approx$	25 - 50 """"
Fast leire	$s = 5,0 - 10,0 t/m^2$	$\approx$	50 - 100 """"
Meget fast leire	$s > 10 t/m^2$	$\approx$	100 """"

Sensitiviteten  $s'_t = \frac{s}{s}$ , er forholdet mellom skjærfastheten i uforstyrret og omrørt tilstand.

Følgende skala benyttes til å klassifisere leire etter sensitivitet:

Lite sensitiv leire	$s'_t < 8$
Middels sensitiv leire	$s'_t = 8 - 30$
Meget sensitiv leire	$s'_t > 30$

Følgende spesielle forsøk blir utført etter nærmere vurdering i hvert tilfelle:

**Ødometerforsøk**  $x$ ) utføres for å finne en jordarts sammentrykklighet. Prinsippet ved ødometerforsøkene er at en skive av jordarten med diameter 5 cm og høyde 2 cm belastes vertikalt. Prøven er innesluttet i en sylinder og ligger mellom 2 porøse filtersteiner. Lasten påføres trinnvis, og sammentrykkingen av prøven observeres som funksjon av tiden for hvert lasttrinn. Resultatene fremstilles ved å tegne opp den relative sammentryking  $\epsilon$  som funksjon av belastningen. Setningsutviklingen tegnes opp i tidsdiagram. Dette gir grunnlag for beregning både av setningenes størrelse og tidsforløp. Tidsforløpet er imidlertid særlig usikkert på grunn av mange ukjente faktorer som spiller inn.

**Kornfordelingsanalyser** av friksjonsjordarter (grovere enn silt og leire) utføres ved sikting, som regel i helt tørt tilstand. Inneholder massen en del finere stoff blir den våtsiktet. For silt og leire benyttes hydrometeranalyse. En viss mengde tørt materiale oppslemmes i en bestemt mengde vann. Ved hjelp av hydrometer bestemmes synkehastigheten av de forskjellige kornfraksjoner og på grunnlag av Stoke's lov kan kornstørrelsen tilnærmet beregnes.

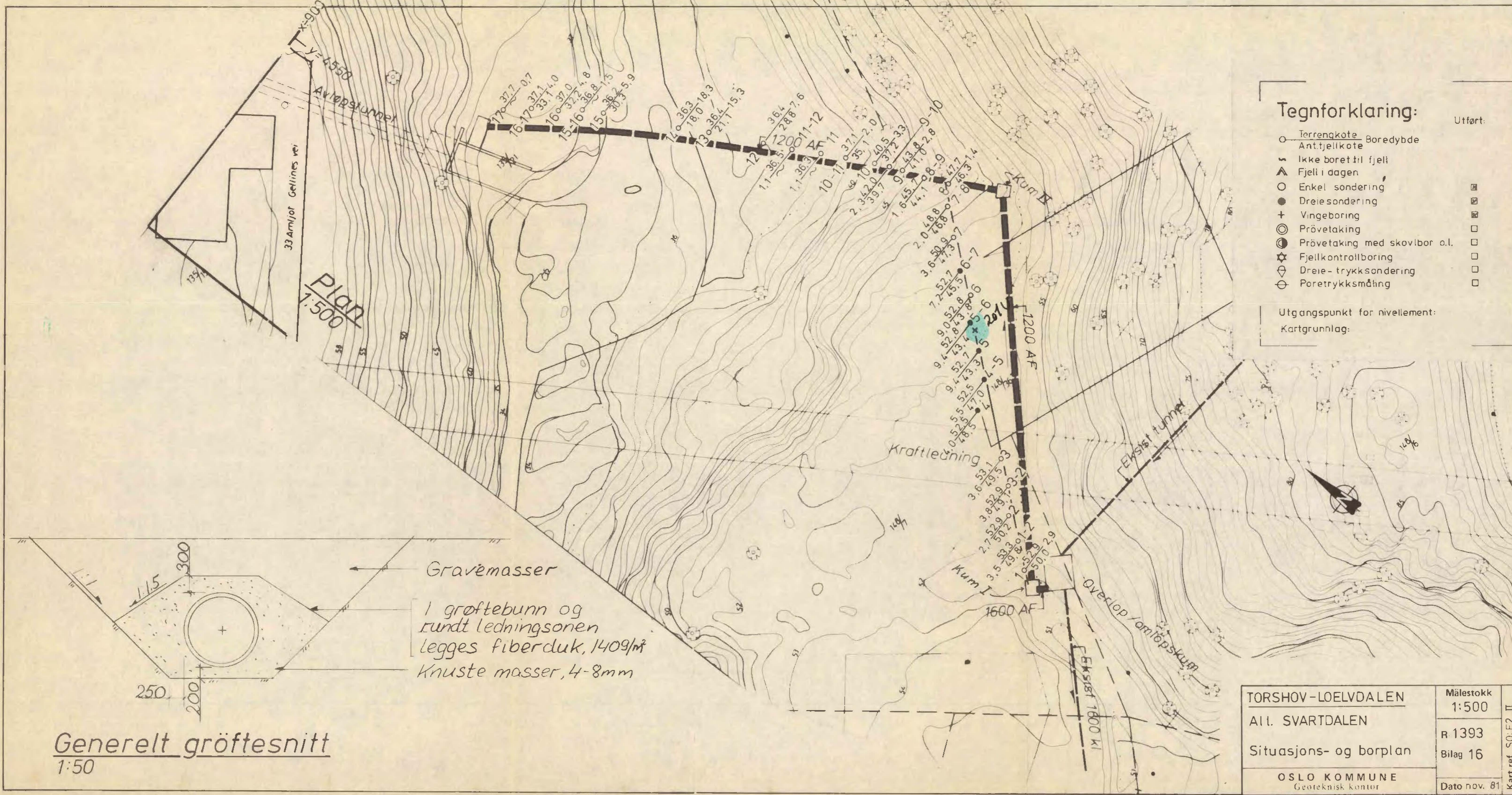
**Fortorvningsgraden** i organiske jordarter bestemmes ved besiktigelse og krysting av materiale mellom fingrene. Graderingen skjer i henhold til von Post's ti-delte skala H 1 - H 10. Torv kan deles i følgende grupper:

Fibertorv	H 1 - H 4, planterester lett synlig
Mellomtorv	H 5 - H 7, planterester svakt synlig
Svarttorv	H 8 - H 10, planterester ikke synlig.

**Organisk innhold (humusinnhold)** bestemmes vanligvis ved glødning av tørt materiale. Glødetapet (vekttapet) angis i prosent av tørt materiale.

**Proctorforsøk** brukes til å undersøke pakkingssegenskapene hos jordarter, spesielt hos velgraderte friksjonsmasser. Massen blir stampet lagvis inn i en stålsylinder av bestemt volum, og tørr romvekt beregnet etter tørking av prøven. Avhengig av pakkingsarbeidet skilles mellom standard Proctor og modifisert Proctor. Den siste innebærer størst pakkingsarbeid. Forsøkene utføres med varierende vanninnhold, og det vanninnhold som gir høyest tørr romvekt kalles optimalt. Den høyeste romvekt kalles 100% Proctor.



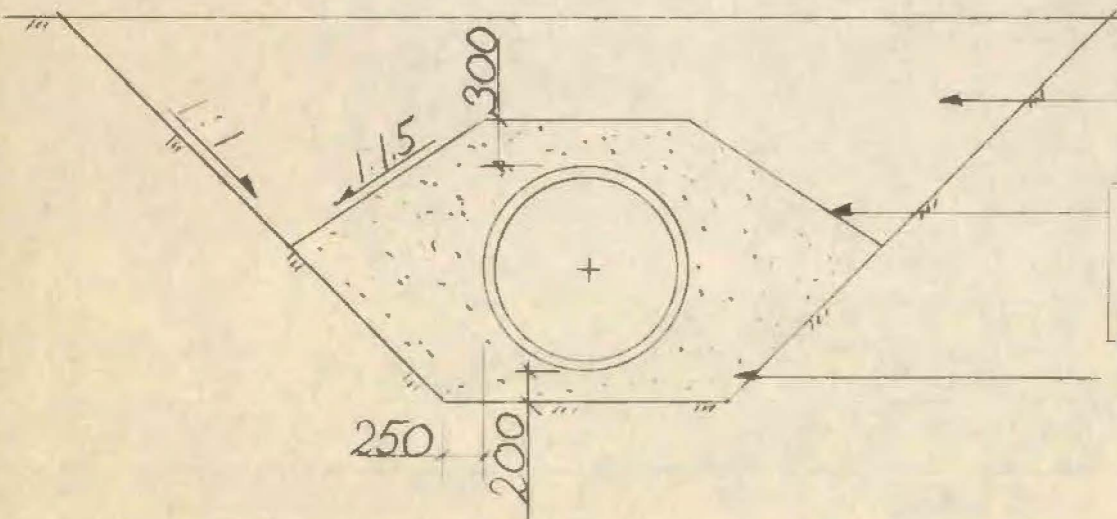


**Tegnforklaring:**

- Terrengekote Boredybde
- Ant.fjellkote
- ✗ Ikke boret til fjell
- ▲ Fjell i dagen
- Enkel sondering
- Dreiesondering
- + Vingeboring
- ⊙ Prøvetaking
- ⊙ Prøvetaking med skovlbor o.l.
- ☆ Fjellkontrollboring
- ⊖ Dreie-trykksondering
- ⊖ Poretrykksmåling

Utført:

Utgangspunkt for nivellement:  
Kartgrunnlag:

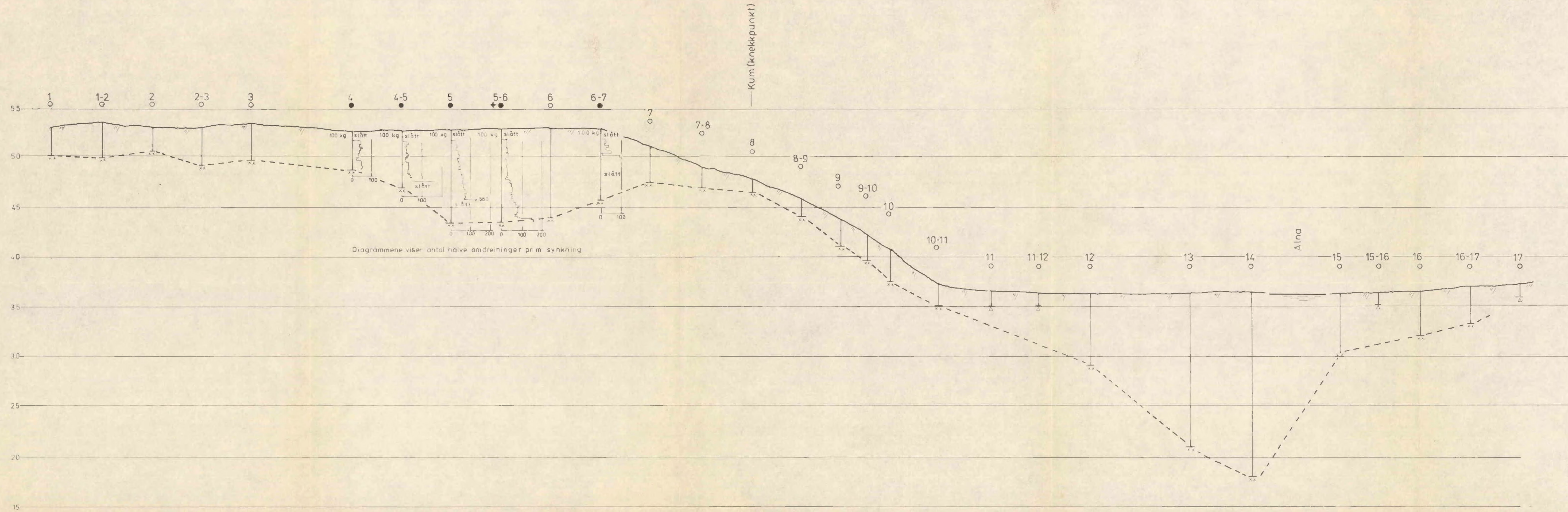


Gravemasser  
I grøftebunn og rundt ledningsonen legges fiberduk, 140g/m<sup>2</sup>  
Knuste masser, 4-8mm

Generelt grøftesnitt  
1:50

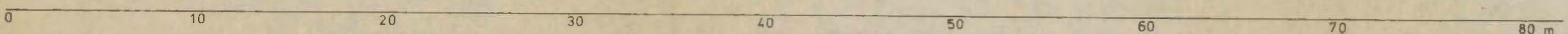
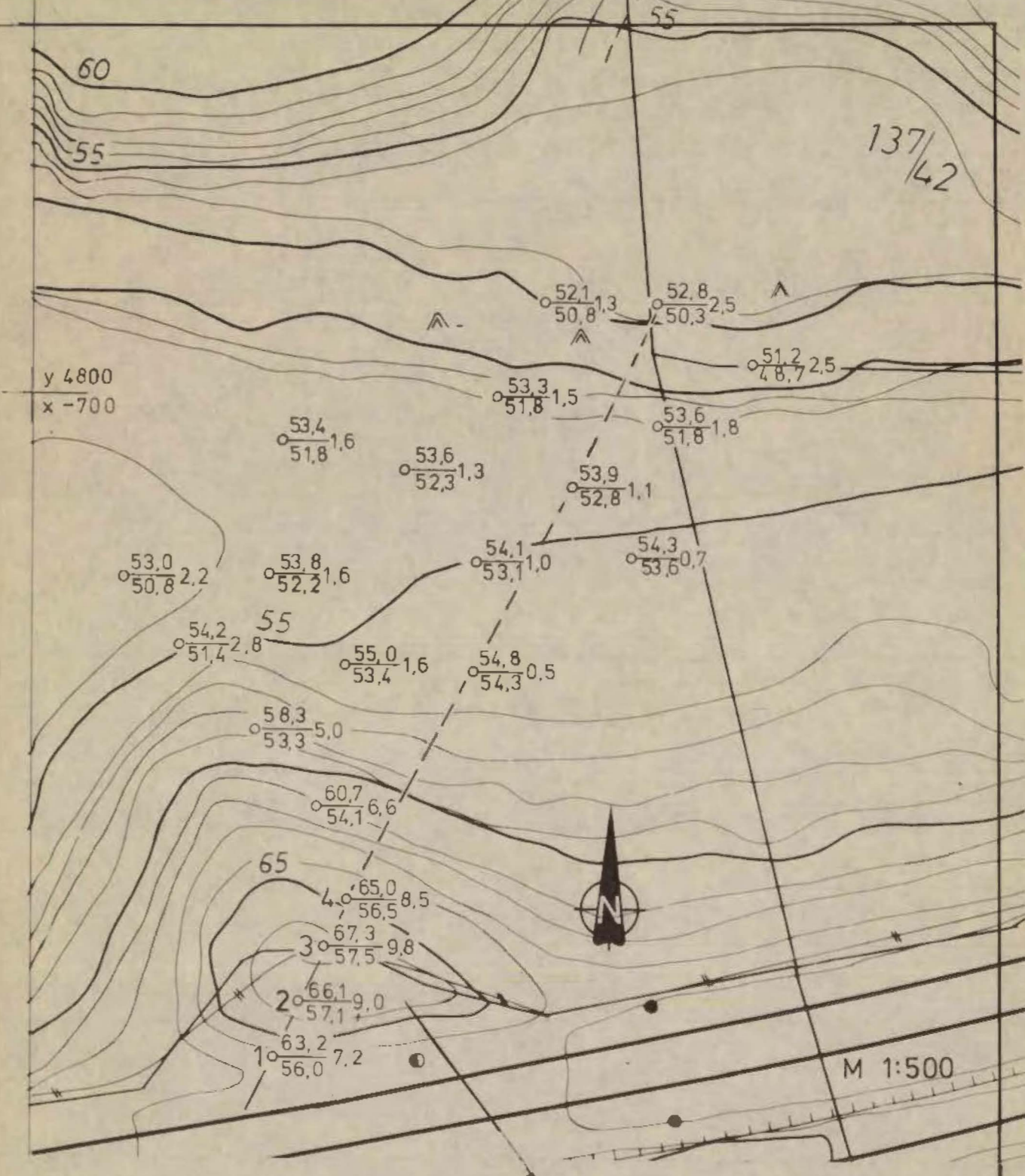
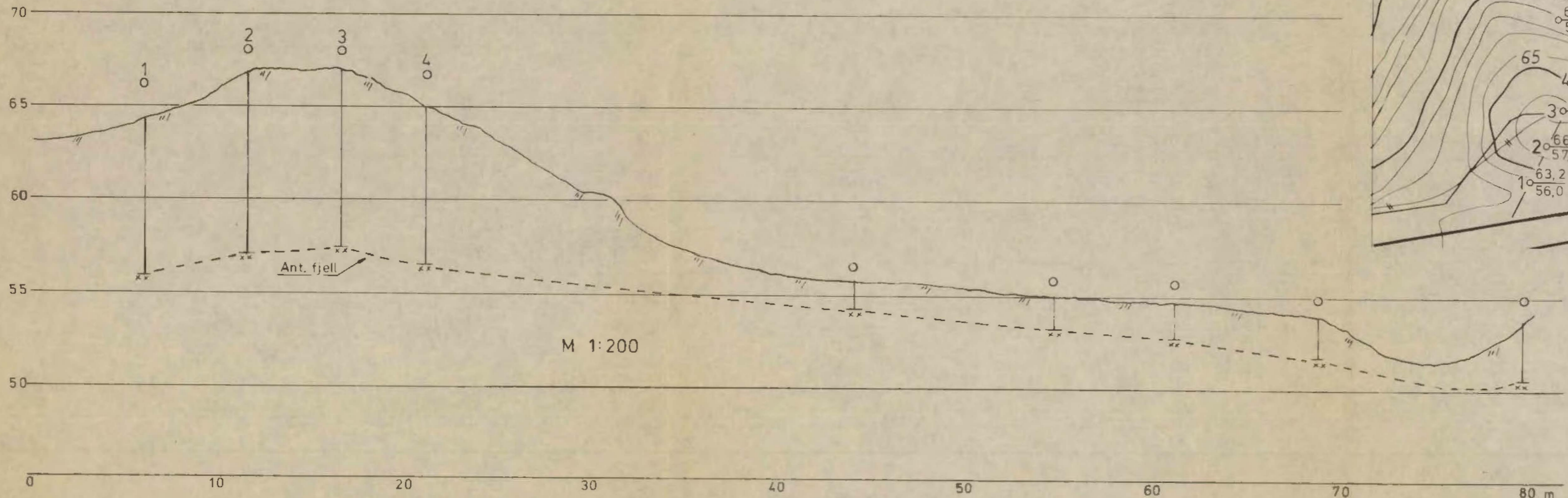
TORSHOV-LOELVDALEN	Målestokk 1:500
All. SVARTDALEN	R 1393
Situasjons- og borplan	Bilag 16
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Dato nov. 81

Kart ref. SO:F2, II



TORSHOV-LOELVDALEN	Målestokk
Alt. SVARTDALEN	1:200
Lengdeprofil pkt. 1-17	R. 1393
OSLO KOMMUNE	Bilag 17
Geoteknisk kontor	Dato nov. 81

Kart ref.



Rettet:		Kart ref. SO:02 IV
TORSHOV-LOELVDALEN		
Alt. ALNAFOSS		
Borplan og lengdeprofil		
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor		Målestokk 1:500 1:200
		R-1393
		Bilag 18
		Dato nov. 81