

RAPPORT OVER:

Bekkelaget renseanlegg. Byggetrinn 11.

5. del: Grunnundersøkelser for alternative adkomst-  
veier til fjellanlegg.

R - 1092

21. mai 1975

**OSLO KOMMUNE**  
GEOTEKNISK KONTOR

48

SO: D6 I. II. III. IV

*avlyst*

ka



OSLO KOMMUNE  
Geoteknisk kontor  
KINGOS GT. 22, OSLO 4  
TLF. 37 29 00

**RAPPORT OVER:**

Bakkelaget renseanlegg. Byggetrinn II.

5. del: Grunnundersøkelser for alternative adkomst-  
veier til fjellanlegg.

R-1092

21. mai 1975

- Bilag A og B : Beskrivelse av bormetoder  
" C : Beskrivelse av laboratorieundersøkelser  
" 58 og 59: Vingeboringer i pkt. 5 og 21  
" 60 - 62: Borprofiler i pkt. 22,25 og 41  
" 63: Vingeboring i pkt. 45  
" 64 og 65: Borprofiler i pkt. 67 og 75  
" 66: Profil A  
" 67: " B og C  
" 68: " D og F  
" 69: " E  
" 70: Fjellkotskart  
" 71: Situasjons- og borplan i målestokk  
1:1000  
" 72: Situasjon- og borplan i målestokk  
1:500 med nye og eldre borpkt. inntegnet

#### INNLEDNING:

I henhold til brev av 7.11.74 fra Oslo Vann- og Kloakkvesen har Geoteknisk kontor utført supplerende grunnundersøkelser for byggetrinn II ved Bekkelaget renseanlegg. Undersøkelsene er utført med henblikk på alternative adkomstveier til fjellanlegget, og i tillegg er det foretatt noen orienterende grunnboringer for den planlagte utløpspumpestasjon og for utløpsledningene mellom renseanlegget og pumpestasjonen. Grunnlag for plassering av borpunktene var en skisse fra Samfunnsteknikk, datert 11.11.74, der bl.a. to alternative adkomstveier er vist. Dessuten ble en del borpunkter plassert slik at de skulle supplere resultatene fra tidligere undersøkelser og slik at man skulle få et så fullstendig fjellkote-kart som mulig. Undersøkelsene for utløpsledningene og utløpspumpestasjonen vil bli behandlet i en separat rapport.

En geologisk utredning om adkomsttunnel under eksisterende undergang er gitt i rapportens 4. del, datert 31.1.75.

#### MARKARBEID OG LABORATORIEUNDERSØKELSER:

Markarbeidet er utført av Geoteknisk kontor i periodene 28.11.74 - 10.1.75 og 20.2. - 11.3.75, assistert av Geoservice A/S i perioden 3.3. - 7.3.75. Det er utført 44 fjellkontrollboringer og 1 vingeboring, tatt opp 3 serier med uforstyrrede prøver og installert 1 poretrykksmålert. Oversikt over boringene er vist på bilag 71. Punktene er nummerert fra 33-76. I punktene 56-65 var boringene opprinnelig tenkt utført med lett sonderutstyr, men p.g.a. steinfylling måtte det også her benyttes fjellboremaskin. For ikke å måtte stoppe trafikken på Mosseveien ble boringene i punktene 37A, 38A og 70-73 utført på skrå innunder veien. Borhullenes helning er angitt på bilag 72. Dette bilaget gir en oversikt over de fleste boringene som er foretatt i området. Det bemerkes at en del av de tidligere boringer er sløyfet, fordi dybdene til antatt fjell åpenbart var feil. Men fremdeles kan flere av fjelldybdene funnet ved enkle sonderinger være usikre p.g.a. de steinholdige løsmassene i området. Boringer nummerert fra 1 til 32 er foretatt for rapportens 3. del, datert 9.8.72.

De forskjellige bormetoder er beskrevet på bilag A og B. Prøvene

som er tatt opp er undersøkt ved vårt laboratorium og en beskrivelse av laboratorieundersøkelsene er gitt på bilag C.

Opptaking av prøveseriene i punktene 41, 67 og 75 bød på til dels store problemer og ble meget arbeidskrevende fordi man først måtte gjennom steinfylling av flere meters tykkelse.

#### GRUNNFORHOLD:

På grunnlag av resultater fra de tidligere og de nye boringer er det tegnet et fjellkotekart, bilag 70, som avviker noe fra det fjellkotekart som ble laget til rapportens 3. del. Man må regne med at kartet kan ha endel lokale feil, men i hovedtrekkene gir det et riktig bilde av fjellets forløp. Det presiseres at kartet ikke må brukes til opptegning av profiler. Adkomstveien vil krysse over den dype fjellkløften som går i nord-sør retning. På vestsiden av kløften er fjellet meget støilt, mens det på østsiden har en adskillig mindre helning. Den største dybden til antatt fjell ved denne undersøkelsen er registrert i pkt. 49, nemlig 27,0 m. Tidligere er det i pkt. 15 boret 30,2 m gjennom løsmassene til antatt fjell.

Det har som nevnt vært vanskelig å få tatt opp prøver av løsmassene, men man har nå opplysninger om grunnforholdene fra 8 punkter, gjen-gitt på bilagene 58-65. De 4 første av disse er tatt fra rapportens 3. del. Bortsett fra prøveserien i pkt. 67, som er avsluttet på kote ca. 2,4, viser de andre boringene at det er fastere masser (sand etc.) omkring kote - 0,3 til - 1,3. Over dette nivå er det leire, og øverst tørrskorpe eller fyllmasser. P.g.a. forboring gjennom fyllmassene er det vanskelig å si nøyaktig hvor overgangen mellom fyllingen og leiren ligger. Overgangen kan muligens ligge noe høyere enn det som er angitt på borprofilene. Leiren er bløt til middels fast og lite sensitiv. Vanninnholdet er forholdsvis høyt; det varierer mellom 33 og 43%. Plastisiteten varierer mellom 12 og 26, dvs. at leiren er middels til meget plastisk. Bare i to punkter er det tatt prøver under kote -1,5, nemlig i pkt. 25 og 22. I pkt. 25 er det et klart definert lag av sand, grus og stein mellom kote -0,7 og -1,5, og så leire ned til kote

-2,7. I pkt. 22 er det påtruffet sand og grus på kote -0,5. Videre nedover er det en bløt leire med sand og grus, avbrutt av et sandlag omkring kote -3, ned til steinig masse på kote -5,5. Det bemerkes at skjærfasthetene i den bløte leiren er usikre, fordi prøvene antagelig er forstyrret.

Vingeboringene og de prøveseriene som er stanset ved ca. kote 0 antas å ha stoppet mot morenen over fjell. Det er imidlertid mulig at disse boringene er stoppet i et lag med sand og grus og at det er leire med sandlag under dette laget.

Både ved de tidligere og de sist utførte fjellkontrollboringene er det påtruffet blokker og store steiner i morenemassene. Disse steinholdige massene er årsak til at mange av de tidligere sonderboringene ikke har nådd til fjell, men har stoppet i morenen.

#### RESULTAT AV UNDERSØKELSEN:

Det er tegnet i alt 6 profiler på tvers av Mosseveien, bilag 66-69.

#### Adkomstvei under eksisterende undergang.

Profil A viser grunnforholdene for adkomstvei under eksisterende undergang. I vår delrapport nr. 4 på denne sak er det forutsatt at adkomsttunnelens kjøreplan ved innkjøring under Mosseveien legges på ca. kote -1,0. Som det fremgår av profilet har man leire med skjærfasthet i underkant av  $2,0 \text{ t/m}^2$  omtrent ned til dette nivå. Poretrykksmåleren som er satt ned i pkt. 45 står med spissen på kote -1,8, og det vil si at den antagelig registrerer poretrykket i sanden under leiren. Poretrykket tilsvarer en grunnvannstand på ca. kote 7,0 -7,1, dvs. 10 til 20 cm under terreng, og man må derfor anta at det er poreovertrykk i sanden under leiren. Ved graving under ca. kote 2,0 vil dette kunne bety fare for hydraulisk grunnbrudd. (Bortsprenning av Bekkelagskollen kan medføre at området delvis blir drenert).

Av bilag 70 og 72 fremgår at adkomstveien vil krysse det dypeste parti av fjellkløften mellom punktene 44/45 og 40/42. Den nøyaktige dybde av kløften er ikke klarlagt. Vest for kløftens dypeste parti vil adkomstveien, slik den er tegnet, ha en ugunstig beliggenhet i forhold til fjelllets helning. Den vestre del av veien vil måtte

sprenges inn i fjell, mens det under den østre vil være til dels store dybder til fjell. Det vil trolig være bedre å legge veien noe lenger mot nord, slik at kløften kan krysses mer vinkelrett på dennes hovedretning. På dette parti og under eksisterende undergang vil rampen til Mosseveien ligge over adkomstveien til fjellanlegget. Adkomstveien vil antagelig måtte bygges som vann-tett kulvert med rampen oppå. Kulverten antas ikke å medføre tilleggsbelastninger på grunnen og vil derfor kunne fundamenteres i løsmassene ved kryssing av fjellkløften. Ved overgang mellom fundamentering på fjell og i løsmasser vil det være nødvendig med vanntette fuger som kan ta mindre deformasjoner.

Fra vest frem til undergangen må utgravingen for adkomstveien avstives med spunt på begge sider. Det vil trolig være mulig å la veifyllingen skråne fra Mosseveiens nivå ned til ca. kote 5,5 (rampens kjøreplan), i samsvar med Veivesenets opprinnelige planer, og så benytte spuntavstivning fra dette nivå. Spunten må føres til fjell eller ned i faste masser. P.g.a. fjelllets helning må det gjøres spesielle tiltak for å få etablert tilfredsstillende fjellfeste.

#### Adkomstvei sør for eksisterende undergang.

Profilene B - F danner grunnlaget for en vurdering ang. plassering av adkomstvei sør for eksisterende undergang. Avstanden mellom profilene er 5-7 m, og de dekker en strekning av Mosseveien på ca. 25 m. Det bemerkes at uthuset på tomt 153/2 (se bilag 71) ligger mellom profil D og E og er derfor ikke viet på profilene.

Kværnertunnelens omtrentlige beliggenhet er vist på profil D, E og F. Tunnelens tverrsnitt er for enkelhets skyld viet rektangulært. Kværnertunnelen er støpt fra renseanlegget til omtrent under uthuset på tomt 153/2, og videre innover i fjellet er den råsprengt med støpt bunn. Spørsmålet om hvorledes Kværnertunnelen eventuelt skal legges om ansees foreløpig å ligge utenfor vårt arbeidsfelt og vil derfor ikke bli behandlet her.

Opplysninger om løsmassene er gitt på bilag D og E. Av profil D fremgår at det under Mosseveien er påtruffet morenemasser på et høyere nivå enn ellers. Det antas at adkomsttunnelene kjøreplan

ved kryssing av Mosseveien vil ligge på ca. kote 0 og at nødvendig innvendig tunnelhøyde er ca. 5,0 m. De forskjellige driftsmetoder som kan bli aktuelle er tidligere drøftet i rapportens 3. del, men dengang tenkte man seg en tunnel med laveste punkt på ca. kote -4,5. Stabilitetsforholdene skulle således være noe bedret ved at man nå ikke vil gå så dypt. Alternative driftsmetoder skal i det følgende gis en kort omtale:

1. En åpen grøfteutførelse med spuntavstivning betinger at spuntene rammes til fjell eller ned i faste masser. Dette vil kreve lang og meget kraftig spunt da det som vist på profil E er påvist bløt leire ned til ca. kote -5,5. Overslagsmessig vil man måtte ha stålspunt med motstandsmoment  $W=5300 \text{ cm}^3$ . (Eksempelvis har den største Larssen-spunt (VI)  $W=4200 \text{ cm}^3$ .) Med så stor spuntdimensjon vil man tro at selve rammingen ikke vil by på problemer selv om man skal gjennom steinfyllingen og selv om man treffer på blokk i morenen. P.g.a. fjelllets helning må det gjøres spesielle tiltak for å få etablert tilfredsetillende fjellfeste. Poretrykket er ikke målt i dette området, men i likhet med pkt. 45 må man regne med et overtrykk i morenen og leiren p.g.a. de topografiske forhold. Innvasking av masser og hydraulisk grunnbrudd må det derfor tas forholdsregler mot.

Ved å legge tunnelen omtrent mellom profil D og F vil påhugget kunne oppnås fra Mosseveiens østre veikant og innover. Forskyves adkomstveien nordover herfra, vil påhugget forskyves utover under Mosseveiens kjørebane.

En åpen grøfteutførelse vil kreve en omlegging av Mosseveien. I første fase må adkomstveien opparbeides fra vest så langt innunder Mosseveien som mulig ut fra trafikktekniske hensyn. Det antas at minste veibredde for å avvikle trafikken er ca. 9 m, og følgelig kan man i første fase komme 5-6 meter innunder eksisterende Mossevei, fortau inkludert. I annen fase må Mosseveien legges ut på fylling, slik at man kan spunte og grave opp for å utføre den gjestående del av adkomstveien og begynne på fjelltunnelen. Mosseveien må antagelig legges ut 5-6 meter, hvilket betinger en ganske stor oppfylling. Uten at det er foretatt stabilitetsberegning vil en tro at denne fyllingen lar seg gjennomføre, om nødvendig med

stabiliserende tiltak i form av motfylling el.l.

2. En alternativ grøfteutførelse er slisseveggmetoden, og man vil støte på endel av de samme problemer som ved bruk av spuntvegger. Slisseveggene støpes ut i oppgravde slisser (grøfter) og inngår senere som en del av den ferdige konstruksjon. P.g.a. fyllingen og morenemassene vil det ventelig være vanskelig å unngå utrasninger når grøftene skal graves, og veggene vil derfor kunne påføres store ujevnheter. Slisseveggene må fundamenteres til fjell omkring påhugget, og forøvrig kan de antagelig fundamenteres i morenemassene. Mosseveien må legges om i to faser, på tilsvarende måte som for spuntveggalternativet.

3. Ved å fryse massene i traséen kan adomstveien etableres ved å drive frem en jordtunnel som støpes ut. Det vil da ventelig være fordelaktig å drive to tunneler, én for hver trafikkdiring, og de to utløpskanalene kan f.eks. plasseres en i hver tunnel. En stor fordel ved frysing av massene er at problemet med vannførende lag og innvasking av masser kan unngås. Metoden er lite benyttet her i landet, men om ønskelig kan vi innhente nærmere opplysninger. Ved bruk av denne metoden skulle det være mulig å la trafikken på Mosseveien gå uhindret i anleggstiden.

4. Gjennomtrykking av tunnelkonstruksjonene ("rørtrykking") er en metode som egner seg best i middels fast leire. Ved angrepspunktet etableres vanligvis en spuntet sjakt som gir mothold for trykkraften som er nødvendig. Kraftige jekker trykker så ett og ett element innover fra sjakten mens massene tas ut etterhvert. For å komme under Mosseveien er det foreslått å trykke to rør med diameter 5,0 m for trafikk og to med diameter 1,4 m for utløpsledningene. Man kan alternativt tenke seg å drive to kasseformede profiler som hver har plass til en utløpskanal og trafikk i en kjøreretning. Nødvendig innvendig høyde 5,0 m og bredde 5 -6 m.

Grunnforholdene tilsier imidlertid at gjennomtrykking bare kan utføres på en del av strekningen, nemlig der man har leire i hele tverrsnittet. Det antas at i beste fall vil metoden kunne brukes vestfra inntil man har nådd frem til et sted omtrent under Mosseveiens senterlinje. Resten av strekningen frem til påhugg vil så kunne drives som tunnel i frosne masser, eller i åpen grøft avstivet

av spunt eller slissevegger.

Gjennomtrykking, kombinert med en av de andre metodene, kan man også tenke seg gjennomført fra østsiden av Mosseveien.

5. Skjolddriftsmetoden innebærer at man presser inn et stålskjold av samme form og størrelse som utvendig tunneltverrsnitt. Skjoldet er forlenget bakover på utsiden av tunnelkonstruksjonen og presses frem med konstruksjonen som mothold. For hver frempressig monteres en seksjon i form av prefabrikerte elementer. Enklest er det da å benytte sirkulært tverrsnitt. P.g.a. de vannførende lag må metoden antagelig kombineres enten med dyp drenasje eller frysing.

#### Setningsforhold.

Som nevnt i rapportens 3. del antas adkomstveien ikke å få nevneverdig drønerende virkning på de omkringliggende masser, og setninger av denne grunn skulle derfor bli små. Men det kan tenkes at det pågår setninger p.g.a. tidligere oppfyllinger ved opparbeidelsen av Mosseveien, og dette kan i tilfelle undersøkes ved f.eks. presisjonsnivellement. Totalt vil en tro at setningene ikke vil bli så store at tunnelkonstruksjonen får skader av betydning. Det skulle derfor ikke være nødvendig å fundamentere adkomstveien til fjell.

#### Skader på eksisterende bebyggelse ved påhugget.

Hvis adkomstveien legges under eksisterende undergang, må det samtidig sprenges ut for en del av rampen til Mosseveien. Huset på tomt 153/8 (Mosseveien 138) kan da ikke unngå skader under arbeidet og bør derfor rives. Huset på tomt 153-8 (Bekkelagsveien 3) er hovedsakelig av tre og står så vidt vi kan bedømme på fjell. Bekkelagsveien 2 er en stor mursteinsbygning som bl.a. inneholder postkontor og som, delvis via en steinmur, er fundamentert på fjell. Vi er av den oppfatning at det vil være mulig å unngå skader på de to sistnevnte bygninger under forutsetning av at sprengningsarbeidet utføres forsiktig. Det kan f.eks. være nødvendig å sprengne ut og sikre halve tunnelbredden ad gangen.

Sør for eksisterende undergang er det tre bygninger som kan bli berørt ved et evt. påhugg, avhengig av hvor adkomstveien plasseres. Mosseveien 140 er revet. Uthuset på samme tomt (153/2) er av tre

og det står ikke på fjell. Bygningen vil kunne påføres skader som følge av setninger i grunnen, men disse vil neppe ha stor betydning p.g.a. bygningens lave verdi. På tomt 153/10,11 (Mosseveien 144) er det to mursteinsbygninger. Den minste av disse, som ligger nærmest Mosseveien og med kortveggen mot denne, står delvis på fjell. Bygningen bærer preg av dette, det er tydelige sprekker som viser at den delen som ligger nærmest veien har satt seg i forhold til resten av bygningen. Denne bygningen tåler neppe ytterligere setninger og dette må derfor unngås hvis den skal bevares. Erfaringsmessig vil en spuntavstivet utgravning i våre leirer gi setninger i grunnen i en avstand som omtrent tilsvarer utgravningens dybde. Slisseveggmetoden innebærer stivere vegger og gir derfor langt mindre setninger, og utgravningen kan gjøres nærmere bebyggelsen. Den andre mursteinsbygningen i Mosseveien 144 er såvidt vi kan bedømme i sin helhet fundamentert på fjell. Bygningen er vist på profilene E og F. En tunnel under bygningen med tak på kote 6,5 vil ha en fjelloverdekning på ca. 6,5 m, hvilket skulle være nok til å gi et stabilt tverrsnitt ved den aktuelle tunnelbredde på ca. 13 m. Det antas derfor at adkomstveien kan føres under bygningen uten å påføre denne skader dersom arbeidet utføres ved forsiktig sprengning og med sikring av fjellet.

Når adkomstveiens trasé er fastlagt, må det vurderes nærmere om skader på bebyggelsen kan oppstå. Det kan være fordelaktig på forhånd å registrere bygningens tilstand hva sprekker etc. angår, av hensyn til eventuelle erstatningsspørsmål.

#### SAMMENDRAG OG KONKLUSJON:

Fjelllets beliggenhet er vist på et fjellkotekart som i grove trekk er riktig, men som kan ha noen detaljfeil. Adkomstveien vil krysse en nord-sør gående dyp fjellkløft. Løsmassene består øverst av tørrskorpe eller fylling, så leire og under leiren morenemasser som inneholder store steiner og blokker.

Ved å legge adkomstveien under eksisterende undergang og ved å la den krysse fjellkløften mer vinkelrett på dennes hovedretning, vil man få en forholdsvise kort strekning der veien blir liggende i løsmassene. Bortsett fra en strekning på 25-30 m vil veien da kunne sprenges inn i fjell. Utførelse i spuntavstivet utgravning

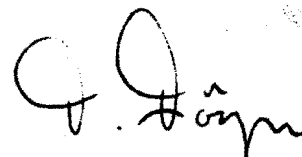
vil medføre bruk av moderate spuntlengder og profiler fordi det ventelig vil være tilstrekkelig med atstivning fra ca. kote 5,5. Det er registrert et visst poreovertrykk i sanden under leiren, hvilket kan gi problemer med innvasking av masser og eventuelt føre til hydraulisk grunnbrudd. Bortsprenning av Bekkelagskollen kan muligens redusere poreovertrykket.

Alternative driftsmetoder for bygging av adkomstvei sør for eksisterende undergang er drøftet. Det vil trolig være mulig å bygge adkomstveien under Mosseveien uten å måtte gå opp i dagen i selve veibanen. Dette kan oppnås ved å drive hele strekningen i masser som på forhånd er frosset, eller ved å kombinere metodene med frysing og gjennomgrykking eller skjolddrift. Disse metodene er imidlertid foreløpig lite benyttet her i landet. Kryssing av Mosseveien i åpen avstivet utgravning vil medføre at Mosseveien må legges om i to faser og en midlertidig utfylling for veien i 5-6 m bredde vil være nødvendig. Avstivning med spuntvegger vil kreve lang og meget kraftig spunt, da man må foreta utgravning fra ca. kote 12, Mosseveiens nivå. Bruk av slissevegger vil muligens være bedre egnet enn spuntvegger, til tross for at man må regne med ugunstige masser med henblikk på denne metoden.

Når det gjelder valget mellom å plassere adkomstveien under eksisterende undergang eller sør for denne, er Geoteknisk kontor av den oppfatning at det første vil være den beste løsning, fordi dette ventelig vil gi færrest og minst anleggstekniske problemer.

Geoteknisk kontor

  
A. Eggestad

  
/T. Føyn.

Beskrivelse av sonderingsmetoder.

## DREIEBORING:

Det anvendte borutstyr består av 20 mm borstenger i 1 m lengde som skrues sammen med glatte skjøter. Boret er nederst forsynt med en 20 cm lang pyramideformet spiss med største sidekant 30 mm. Spissen er vridd en omdreining.

Boret presses ned av minimumsbelastning, idet belastningen økes trinnvis opp til 100 kg. Dersom boret ikke synker for denne belastning foretas dreining. Man noterer antall halve omdreininger pr. 50 cm synkning av boret.

Ved opptegning av resultatene angis belastningen på venstre side av borchullet og antall halve omdreininger på høyre side.

## HEJARBORING: (RAMSONDERING).

Et Ø 32 mm borstål rammes ned i marken ved hjelp av et fall-lodd. Borstålet skrues sammen i 3 m lengder med glatte skjøter, og borstålet er nederst smidd ut i en spiss. Ramloddets vekt er 75 kg. og fallhøyden holdes lik 27 - 53 eller 80 cm, avhengig av rammemotstanden.

Hvor det er relativt store dybder (7-8 m eller mer) anvendes en løs spiss med lengde 10 cm og tverrsnitt 3.5 x 3.5 cm. Den større dimensjon gjør at friksjonsmotstanden langs stengene blir mindre og boret vil derfor lettere registrere lag av varierende hårdhet. Videre medfører denne løse spiss at boret lettere dras opp igjen idet spissen blir igjen i bakken.

Antall slag pr. 20 cm synkning av boret noteres og resultatet kan fremstilles i et diagram som angir rammemotstanden  $Q_0$ .

Rammemotstanden beregnes slik:  $Q_0 = \frac{W \cdot H}{4s}$  hvor W er loddets vekt,

H er fallhøyden og  $\Delta s$  er synkning pr. slag. Dette diagram blir ikke opptegnet hvis man bare er interessert i dybden til fjell eller faste lag.

## COBRABORING:

Det anvendte borutstyr består av 20 mm borstenger i 1 m lengde som skrues sammen med glatte skjøter. Boret er nederst forsynt med en spiss.

Dette utstyr rammes til antatt fjell eller meget faste lag med en Cobra bormaskin.

## SLAGBORING:

Det anvendte borutstyr består av et sett 25 mm borstenger med lengdene 1, 2, 3, 4, 5 og 6 m. Stengene blir slått ned inntil antatt fjell er nådd. (Bestemmes ved fjellklang).

## SPYLEBORING:

Utstyret består av 3 m lange  $\frac{1}{2}$ " rør som skrues sammen til nødvendige lengder.

Gjennom en spesiell spiss som er skrudd på rørene, strømmer vann under høyt trykk, og løser jordmassene foran spissen under redpressing av rørene. Massene blir ført opp med spylevannet. Bormetoden anvendes i finkornige masser til relativt store dyp.

Beskrivelse av prøvetaking og måling av skjærfasthet og porevannstrykk i marken.

**PRØVETAKING:**

**A. 54 mm stempelprøvetaker** Med dette utstyr kan man ta opp uforstyrrede prøver av finkornige jordarter. Prøven tas ved at en tynnvegget stålsylinder med lengde 80 cm og diameter 54 mm presses ned i grunnen. Sylinderen med prøven blir forseglet med voks i begge ender og sendt til laboratoriet.

**B. Skovelbor** Dette utstyr kan anvendes i kohesjonsjordarter og i friksjonsjordarter når disse ligger over grunnvannsnivået. Det tas prøver (omrørt masse) for hver halve meter eller av hvert lag dersom lagtykkelsen er mindre.

**C. Kannebor** Prøvetakeren består av en ytre sylinder med en langsgående skjærformet spalteåpning, løst opplagret med en dreiefrihet på 90° på en indre fast sylinder med langsgående spalteåpning.

Prøvetakeren fylles ved at skjæret ved dreining skraper massen inn i den indre sylinder.

Utstyret kan anvendes ved friksjons- og kohesjonsjordarter.

**VINGEBORING:**

Skjærfastheten bestemmes i marken ved hjelp av vingebor.

Et vingekors som er presset ned i grunnen dreies rundt med en bestemt jevn hastighet inntil en oppnår brudd.

Maksimalt torsjonsmoment under dreiningen gir grunnlag for beregning av skjærfastheten.

Grunnens skjærfasthet bestemmes først i uforstyrret og etter brudd i omrørt tilstand.

Målingene utføres i forskjellige dybder.

Ved vurdering av vingeborresultatene må en være oppmerksom på at målingene kan gi gale verdier dersom det finnes sand, grus eller stein i grunnen.

Skjærfasthetsverdien kan bli for stor dersom det ligger en stein ved vingen, og den målte verdi kan bli for lav dersom det presses ned en stein foran vingen, slik at leira omrøres før målingen.

**PIEZOMETERINSTALLASJONER.**

Til måling av poretrykket i marken anvendes et utstyr som nederst består av et porøst Ø 32 mm bronsefilter. Dette forlenges oppover ved påskrudde rør. Fra filteret føres plastslange opp gjennom rørene. Filteret med forlengelsesrør presses eller rammes ned i grunnen. Systemet fylles med vann og man måler vanntrykket ved filteret ved å observere vannstanden i plastslangen.

Poretrykksmålinger må som regel foregå over lengre tid for å få registrert variasjoner med årstid og nedbørsforhold.

Beskrivelse av vanlige laboratorieundersøkelser:

I laboratoriet blir prøvene først beskrevet på grunnlag av besiktigelse. For sylinderprøvenes vedkommende blir det skåret av et tynt lag i prøvens lengderetning. Derved blir eventuell lagdeling synlig.

Dernest blir følgende bestemmelser utført:

Romvekt  $\gamma$  ( $t/m^3$ ) 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 omrørt materiale. Plastisitetsindeksen  $I_P$  er differansen mellom flyte- og utrullingsgrensen.

Disse konsistensgrenser er meget viktige ved en bedømmelse av jordartenes egenskaper. Et naturlig vanninnhold over flytegrensen viser f.eks. at materialet blir flytende ved omrøring. Konsistensgrensene blir vanligvis bestemt på annenhver prøve.

Skjærfastheten  $s$  ( $t/m^2$ ) er bestemt ved enaksede trykkforsøk.

Prøven med tverrsnitt  $3.6 \times 3.6$  cm og høyde 10 cm skjæres ut i senter av opptatt prøve,  $\varnothing$  54 mm. Det er gjennomgående utført to trykkforsøk for hver prøve.

Det tas hensyn til prøvens tverrsnittssøking under forsøket. Skjærfastheten settes lik halve trykkfastheten.

Videre er '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.

Sensitiviteten  $S_t = \frac{s}{s'}$ , er forholdet mellom skjærfastheten i uforstyrret og omrørt tilstand. I laboratoriet er sensitiviteten bestemt på grunnlag av konusforsøk.

Sensitiviteten bestemmes også ut fra vingeborresultatene. Ved små omrørte fastheter vil imidlertid selv en liten friksjon i vingeboret kunne influere sterkt på det registrerte torsjonsmoment, slik at sensitiviteten bestemt ved vingebor blir for liten.

BORPROFIL / VINGEBORING

Hull 5

Aksialdeformasjon %

Bilag 58 (44)

Nivå 4,7

Oppdrag R-1092

Sted **BEKKELAGET Byggetrinn II** Ving 65 x 130

Date Jun 72 / Mar 75



Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr	Vanninnhold $w$				Romvekt $\gamma/m^3$	Vingeboring					Sensitivitet	
				Plastisk område $w_p \rightarrow w_L$					2	4	6	8	10 $f/m^2$		
				20	30	40	50%								
	Torrskorpe m/sand og stein		1												
	Sandig leire		2												
	Leire		3												
5	Avsluttet mot stein														
10															
15															
20															
25															

Omrørt Uomrørt

> 50 ?

4  
2  
3  
2  
3



Steg **BEKKELAGET RENSEANL. II**



Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr	Vanninnhold w				Rom- vekt γ <sub>m</sub>	Sjærfesthet ved trykforsøk				Sensi- tivitet
				Plastisk område					Kornstørrelse				
				20	30	40	50%	2	4	6	8	10	1/m <sup>2</sup>
	Tørrskorpe												
	Leire		27					1,81					4
			28					1,89					5
			29					1,89					4
5	Sand og grusig		30					1,94					6
	Blöt leire og sand		31					1,92					10
	sand		32					1,53					3
	Blöt leire og sand		33										
10	sand steiner		34					2,01					11
	Avslutt i steinig masse		35					1,99					2
15													
20													
25													

BORPROFIL

Hull 25

Nivå 33

Prø 54 mm

Aksialdeformasjon %



Bilag 61 (17)

Oppdrag R-1092

Date Juli 72 / Mar 75

Sted **BEKKELAGET RENSEANL.**

Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr	Vanninnhold w				Plastisk område $w_p \rightarrow w_L$	Romvekt $\gamma_{m^3}$	Skjærfesthet ved trykforøk				Sensitivitet
				20	30	40	50%			Konklusjonsk	Vingeboring	+	10 $\gamma_{m^2}$	
1	Tørrskorpe	[Symbol]	1											
1			1					1,95						3
2	Siltig leire	[Symbol]	2					1,91						4
3			3					1,86						4
4	Sand, grus og stein	[Symbol]	4					1,94						3
5	Siltig leire	[Symbol]	5					1,90						4
5	Avsluttet mot fast masse													
10														
15														
20														
25														

SO:D6I

OSLO KOMMUNE, GEOTEKNISK KONTOR

BORPROFIL

Hull : (41)102U

Aksialdeformasjon %

Bilag : 62

Nivå : 9.0

Oppdrag : R-1092

Sted : BEKKELAGET RENSEANL. II

Prøφ : 54 mm



Dato : Mars 75

Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr	Vanninnhold w				Romvekt $\gamma/m^3$	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensitivitet	
				Plastisk område		$w_p$	$w_L$		Konusforsøk $\nabla$ , Vingebooring		$\circ$	$+$		
				20	30	40	50%		2	4	6	8	10 $t/m^2$	
0 - 5	Forboret <b>STEIN-FYLLING</b>													
5 - 6	skjellrester		55					1.93						6
6 - 7	LEIRE		56					1.93						2
7 - 8			57					1.90						5
8 - 10	stein, grus, sand		58					2.43						
10 - 15	Avsluttet													
15 - 20														



So: DG I

OSLO KOMMUNE, GEOTEKNISK KONTOR

BORPROFIL/VINGEBORING

Hull: (45)103U

Nivå: 7.2

Aksialdeformasjon %

Bilag: 63

Oppdrag: R-1092

Sted: BEKKELAGET RENSEANL. II

Ving 55x110/65x130



Dato: Mars 75

Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Romvekt $\gamma/m^3$	Skjærfasthet ved					Sensitivitet	
				Plastisk område		$w_p$	$w_L$		Vingeboring						
				20	30	40	50%		2	4	6	8	10	$\gamma/m^2$	
	Fyllmasse m/ sand og stein	1	1												
	Törrskorpe m/ næ stein sandig	2	2												
		3	3												
		4	4												
		5	5												
		6	6												
5	LEIRE														2
															3
															2
															3
															3
															4
															4
															4
															8
10	Avsluttet (butlet)														
15															
20															
25															

SO: D6 I

OSLO KOMMUNE, GEOTEKNISK KONTOR

BORPROFIL

Hull : 2672 1040

Nivå : 11.2

Pr.φ : 54 mm

Aksialdeformasjon %



Bilag : 64

Oppdrag : R-1092

Dato : Mars 75

Sted : BEKKELAGET RENSEANL. II

Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Plastisk område $w_p \rightarrow w_L$	Romvekt $\gamma/m^3$	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensitivitet
				20	30	40	50%			Konusforsøk $\nabla$	Vingebooring $\circ$	8	10 $\gamma/m^2$	
0-5	Fylling stein og sand													
5	Forboret													
5-6.5	sandig		65					2.00						4
6.5-6.6			66					1.89						5
6.6-6.7	LEIRE m/sandflekker		67					1.91						5
6.7-6.8			68					1.90						6
6.8-6.9	SAND og GRUS		69											
6.9-10	Avsluttet													
10-15														
15-20														
20														

omrørt

Sjølåstyre

So: D6 I

OSLO KOMMUNE, GEOTEKNISK KONTOR

BORPROFIL

Hull : (75) 1050

Aksialdeformasjon %

Bilag : 65

Nivå : 11.5

Oppdrag : R-1092

Sted : BEKKELAGET RENSEANL. II

Pr.φ : 54 mm

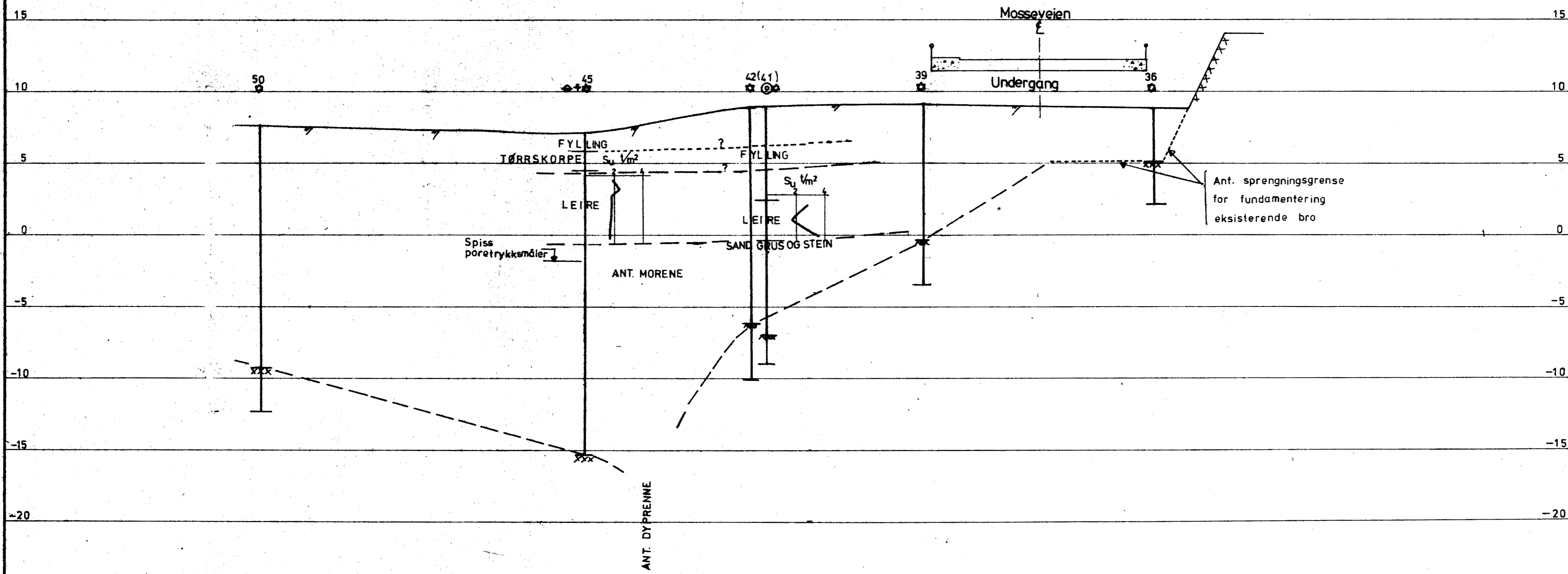


Dato : Mars 75

Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Romvekt $\gamma/m^3$	Skjærfasthet ved trykkforsk				Sensitivitet	
				Plastisk område		$w_p$	$w_L$		Konusforsk		Vingeboring			
				20	30	40	50%		2	4	6	8	10	$\gamma/m^2$
0 - 5	FYLLING stein og sand													
5 - 10	LEIRIG SAND og GRUS sandig		70					2.21						
			71	○				1.98						1
			72	—○—				1.93	▼					4
	LEIRE		73			○		1.89	▼					5
			74	—○—				1.93	▼					4
			75			○		1.87	▼					6
	sandig		76	—○—				1.99	▼					4
	SAND		77											
10 - 15	Avsluttet													
15 - 20														

omrørt  
 Forboret

PROFIL A



xxxx  
Ant. fjell  
Pkt. 41 ligger 6m  
nord for profilet

Rettet:

BEKKELAGET RENSEANL. II PROFIL A	Målestokk 1:200	Kart ref.
	R-1092	
OSLO KOMMUNE Geoteknik kontor	Bilag 66	
		Dato mars75

PROFIL B

Mosseveien

19 70

9

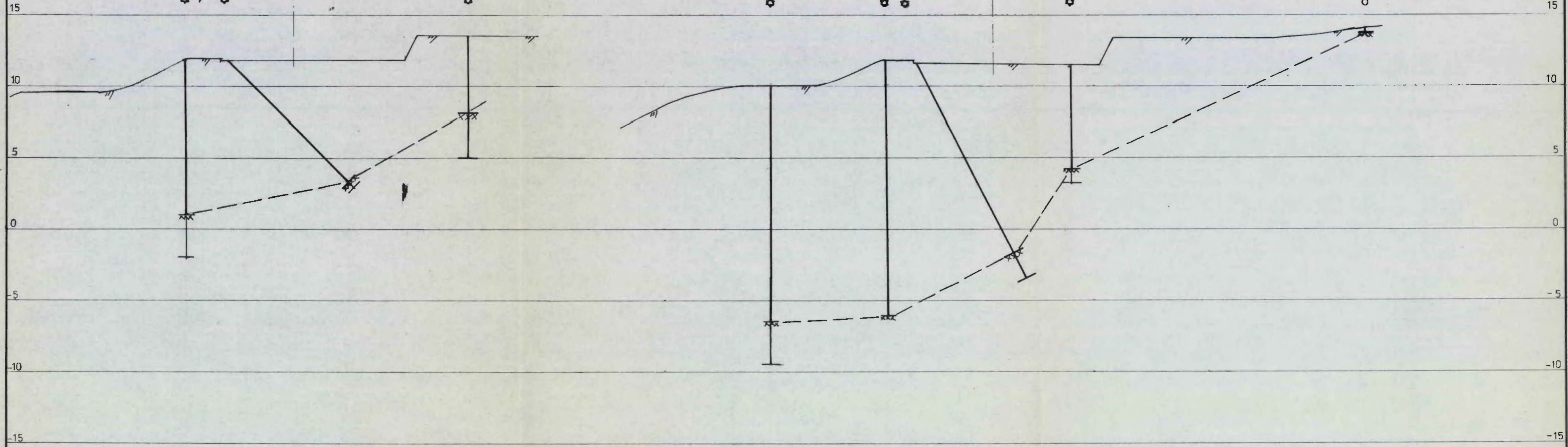
PROFIL C

Mosseveien

20

74 71

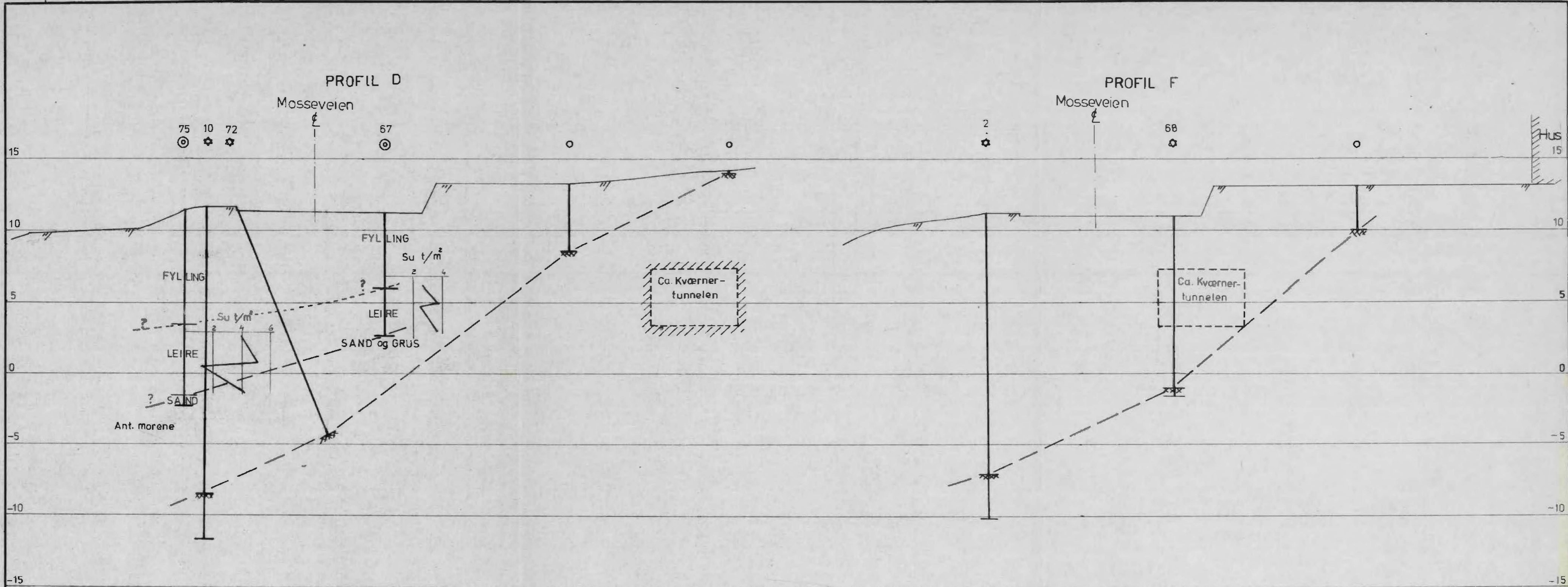
66



xxx  
Ant. fjell

Rettet:

BEKKELAGET RENSEANL. II	Målestokk 1:200	Kart ref.
PROFIL B OG C	R-1092	
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Bilag 67	
	Dato mars 75	



xxx  
Ant. fjell

Rettet:

BEKKELAGET RENSEANL II	Målestokk 1:200	Kart ref.
PROFIL D OG F	R-1092	
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Bilag 68	
	Dato mar 75	

PROFIL E

Mosseveien

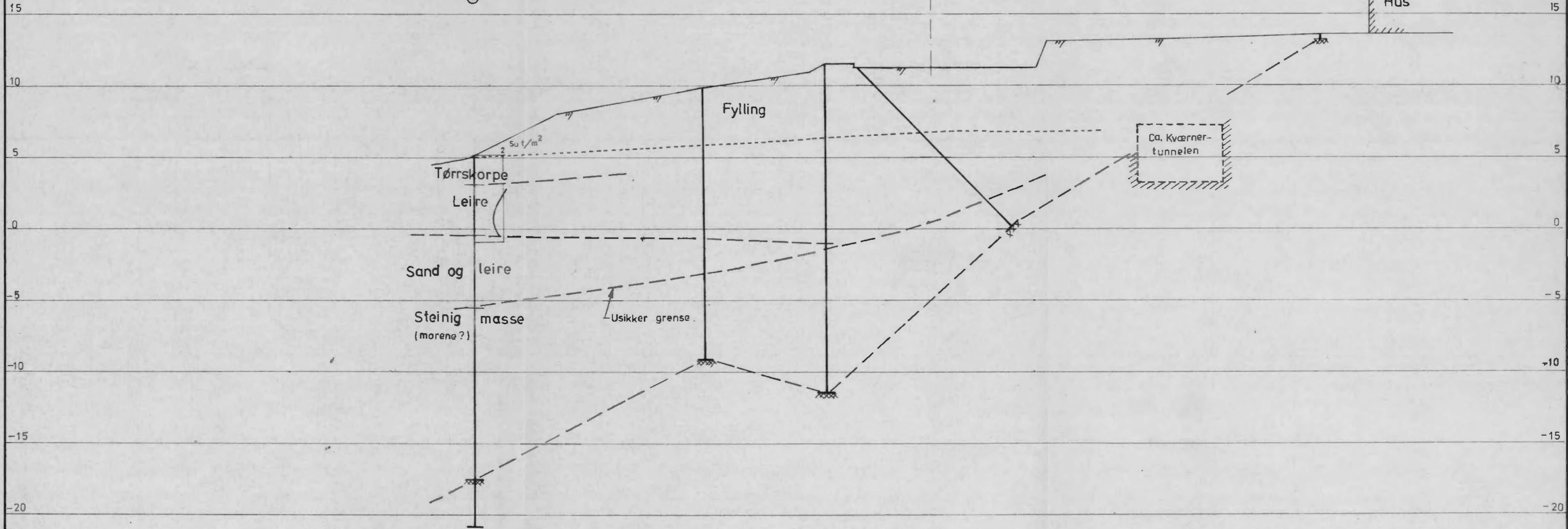
22  
\*  
⊙

11  
\*

76 73  
\* \*

o

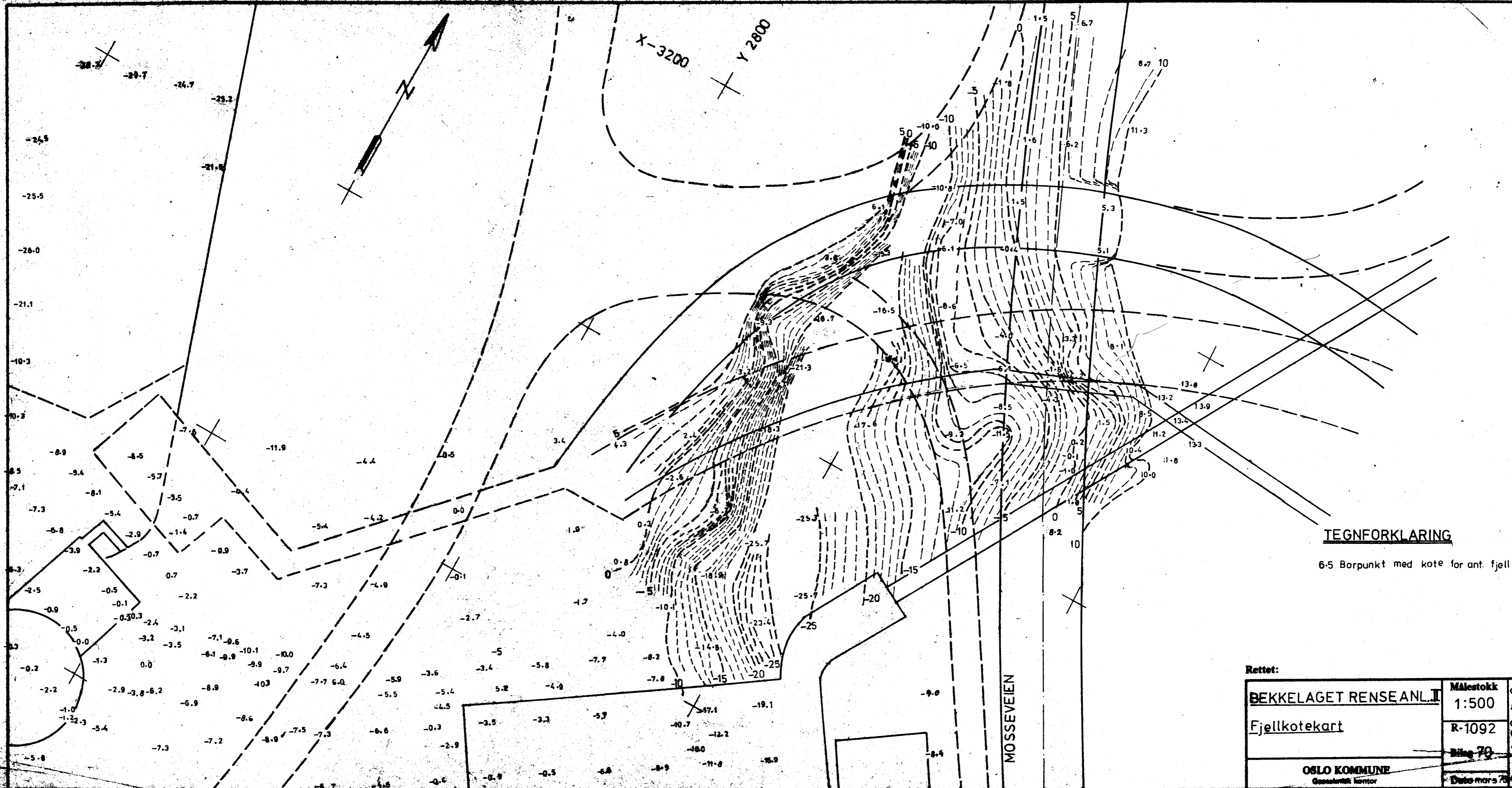
Hus



xxx  
Ant. fjell

Rettet:

BEKKELAGET RENSEANL. II	Målestokk 1:200	Kart ref.
PROFIL E	R-1092	
OSLO KOMMUNE Geoteknikk kontor	Bilag 69	
		Dato mar 75



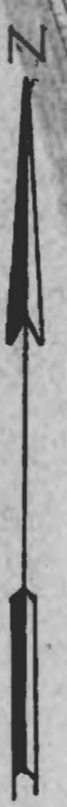
**TEGNFORKLARING**

6-5 Borpunkt med kote for ant. fjell

Rettet:

<b>BEKKELAGET RENSEANL. II</b>	Målestokk 1:500	OSLO KOMMUNE
Fjellkotekart	R-1092	
	Bilag 70	
<b>OSLO KOMMUNE</b> Geoteknisk kontor	Dato mars 70	

X - 3200  
Y 2600



\* Nummert fra 33 til 76  
i denne rapport

FREMTIDIG  
KAILINJE

UTLØSPUMPESTASJON

Kloakkrenseanlegg

RAMPE TIL  
MOSSEVEIEN

LJANSTUNNELEN

ADKOMSTTUNNEL

NØDUTLØP

**TEGNERFORKLARING**

- ◆ Fjellkontrollboring
- + Vingeboring
- ⊙ Røvetaking
- ⊗ Poretrykksmåling
- ◆ Fjell i dagen

**BEKKELAGET RENSEANL. II**

Supplerende boringer

Situasjons- og borplan

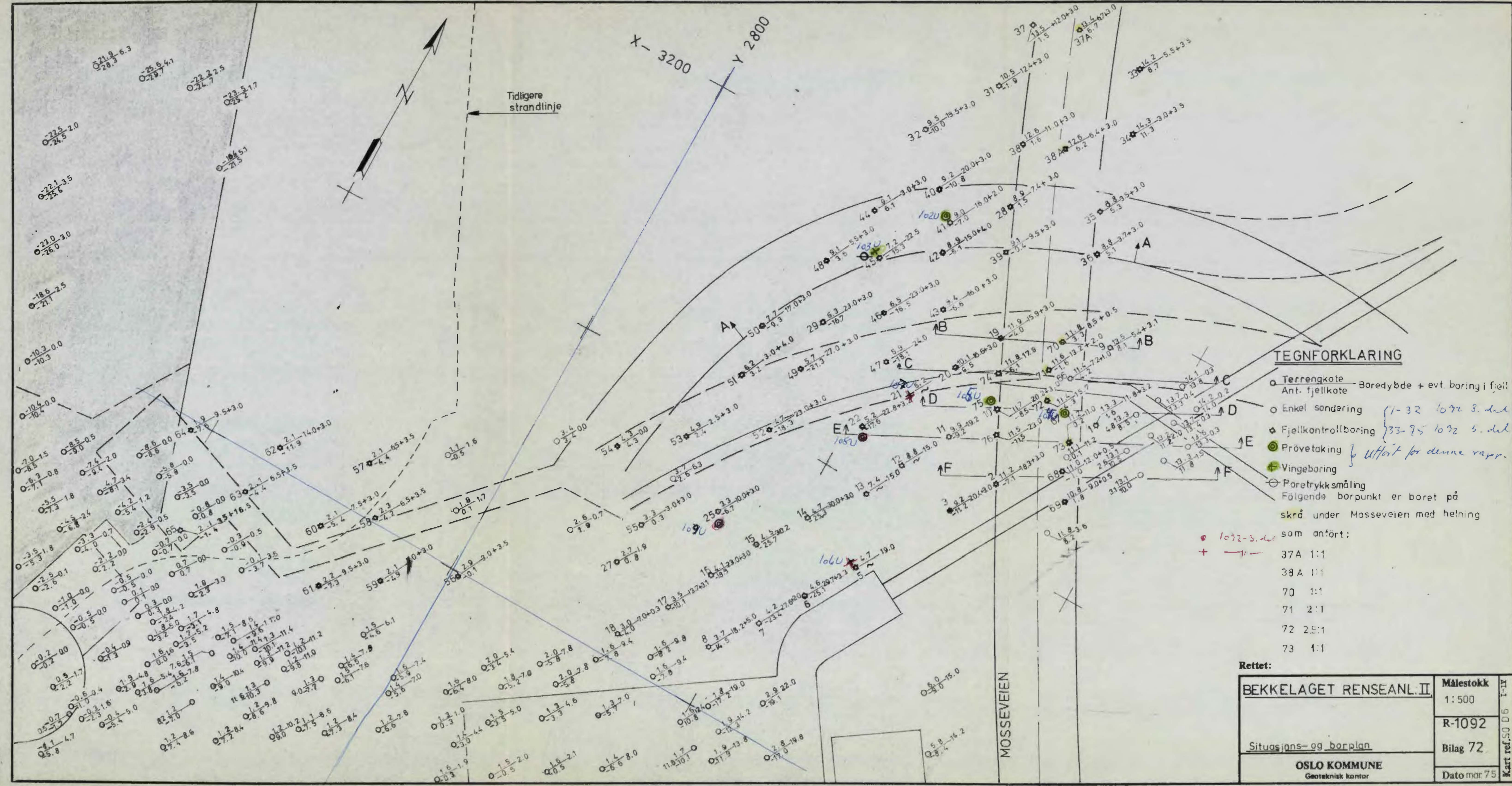
**OSLO KOMMUNE**  
Geoteknisk kontor

Målestokk  
1:1000

R-1092  
Bilag 71

Dato Mar 75

Kart ret SO D 6



**TEGNFORKLARING**

- Terrengkote — Boreddybde + evt boring i fjell
- Ant. fjellkote
- Enkel sondering { 1-32 1092 3. del
- ◆ Fjellkontrollboring { 33-75 1092 5. del
- Prøvetaking *for utført for denne rapp.*
- ⊕ Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling

Følgende borpunkt er boret på skrå under Masseveien med helning som anført:

- 1092-5. del
- + — 1:1
- 37A 1:1
- 38A 1:1
- 70 1:1
- 71 2:1
- 72 2.5:1
- 73 1:1

Rettet:

BEKKELAGET RENSEANL. II	Målestokk 1:500	Kart ref. SO D 6 1-11
Situasjons- og borplan	R-1092	
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Bilag 72	
	Dato mar. 75	