

RAPPORT OVER:

Kloakktunnel Bekkelaget - Oppegård nord

1. del: Geologiske undersøkelser langs tunneltrasé

R - 1246

25. april 1974

OSLO KOMMUNE
GEOTEKNISK KONTOR



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

RAPPORT OVER:

Kloakktunnel Bekkelaget - Oppegård nord

1. del: Geologiske undersøkelser langs tunneltrasé

R-1246

25. april 1974

Bilag A: Beskrivelse av bormetoder

- " 1: Geologisk oversiktskart M=1:5000
- " 2: Geologisk profil
- " 3: Grunnundersøkelser ved Mastemyr M=1:1000
- " 4: Grunnundersøkelser Ljan, kart og profil M=1:1000

INNLEDNING:

Etter oppdrag fra Oppegård og Oslo kommuner ved Oslo kommunes Vann- og kloakkvesens brev av 19.2.74 har Geoteknisk kontor utført geologiske undersøkelser for trasé for kloakktunnel mellom Oppegård kommunes eksisterende kloakktunnel ved gamle Mossevei og Oslo kommunes kloakktunnel ved Ljan.

Det er i denne forbindelse utført geologisk kartlegging av det aktuelle området, her har en også benyttet seg av stereoskopisk fly-fototolkning. Der tunneltraséen krysser Mastemyra og langs traséen mellom Øvre Ljan og Herregårdsveien er det utført sonderboringer til fjell.

Rapporten bygger i tillegg på A/S Hjellnes & Co's utredning av desember 1971 og seismiske målinger utført av A/S Geoteam rapport 3411.01 av 25.11.71, på Chr. Gleditsch sin beskrivelse "Oslo-fjordens prekambriske områder" NGU 181 fra 1952, og på erfaringsmateriale fra tunneler nord og syd for området som denne tunnel skal igjennom.

GEOLOGI:

Generell beskrivelse.

Løsmasseoverdekket er sparsomt over store deler av området over tunnelen. Det er vesentlig på to områder hvor løsavsetningene kommer opp i større mektigheter. Dette er Mastemyra og området mellom Ljanselva og Herregårdsveien.

Bergartene i området er grunnfjellsgneiser. En stor forkastning langs østsiden av Bunnefjorden kan være årsak til forkastninger og knusningssoner av betydelig størrelse også i områdene lenger øst.

Bergarter.

Bergarten i området er en varierende kvarts - plagioklas - biotittgneis som for det meste forekommer som åregneis og øyegneis, men også mye som båndet gneis stedvis tilnærmet kvarts - glimmer skifer.

Vanlig sammensetning av gneisen er ca:

Kvarts	30 - 40%
Feltspat	40 - 50% (vesentlig plagioklas)
Glimmer	20 - 30% (Biotitt)

Gneisen er for det meste middelskornig, dels med store feltspatøyne.

I det aktuelle området fører gneisen stedvis ganske mye granat. Glimmeret er parallellorientert og gir stedvis en markert skifrig struktur i gneisen. Større linser og lagpakker av amfibolitt er det i hele området. Disse kan følge bergartens foliasjon, men ligger like ofte uregelmessig i gneisen. Noen av disse er av

mektighet under 1 m mens andre går opp i 20-30 m mektighet. Amfibolitten kan inneholde store mengder av mineralet granat, men består ellers av hornblende og feltspat og noe glimmer.

Pegmatittårer går på kryss og tvers gjennom gneisen. Mektigheten synes sjelden å bli over 1 m. Pegmatittene er grøvkornede bergarter som vesentlig består av kvarts og feltspat og gjerne noe glimmer (muskovitt).

Permiske intrusivganger kan også finnes i området.

Tektonikk.

Gneisens foliasjonsretning varierer som vist på det geologiske oversiktskart fra N til Ø med fall 20-30° i NV-lig retning. Av kartet fremgår videre at de store svakhetssoner har tre hovedretninger:

- 1: ca. N 0° eks. E6 mellom Herregårdsvn. og Mastemyr
- 2: ca. N 40° eks. Ljanselvdalen
- 3: ca. N 150° eks. Lusetjernbekken og Mastemyr

Fallet er tilnærmet 100° (steiltstående) for alle retningene.

Detaljoppsprekningen, som her er rombisk, er avhengig både av foliasjonen og de større svakhetssoner. Skal en her trekke fram framtrødende retninger, så er det en nordlig oppsprekning med vestlig fall, en retning er N 100° med steilt fall og en har retning N 160-180° med vestlig steilt fall.

I de større knusningssonene har det i alle fall noen steder foregått en forvitring og ofte en mineralomvandling med nedbrytning av feltspat og dannelse av sericitt (glimmer) og kloritt. På forholdsvis friske skjæringer i Mastemyrdalen langs riksvei E6 er observert omvandlet feltspat og også et sandaktig knust materiale i sleppene, men relativt lite av leiraktig materiale. Leirsleppe-materialer fra tre slepper er undersøkt m.h.p. mineralinnhold, og prøvene som er avmerket på oversiktskartet og detaljkartene med A, B og C har følgende mineralinnhold i finfraksjonen. (Den prosentvise fordeling av mineraler må tas som et meget grovt overslag):

A	Glimmer (Ilitt)	10%
	Kloritt	50%
	Montmorillonitt (svelleleire)	40%
	Kvarts	spor
B	Glimmer (Ilitt)	60%
	Feltspat	20%
	Kalkspat	10%
	Kloritt	10%
	Svellende leirmineraler	spor
C	Glimmer (Ilitt)	80%
	Montmorillonitt (svelleleire)	10%
	Kloritt	noe
	Annet	spor

Som en kan se inneholder prøvene svellende leirminerale, og spesielt i prøve A er innholdet stort.

Man må derfor regne med at flere av de større sleppene vil kunne skape ustabile forhold i tunnelen da de kan ha et betydelig innhold av svellende leirminerale.

HYDROGEOLOGISKE FORHOLD:

Fra tidligere undersøkelser og erfaringer fra eksisterende anlegg nord for området kan gneisen i alminnelighet forventes å være temmelig tett, men enkelte av de større svakhetssoner som krysser tunnelen vil kunne gi betydelige lekkasjer inn i tunnelen.

Tunnelens drenerende effekt vil kunne få innvirkning på massene. Mastemyrbassenget hvor det er bløt leire og hvor man vil kunne vente drenering med resulterende setninger i et område med avstand opptil flere hundre meter fra tunnelen.

Det samme vil også til en viss grad kunne være tilfelle i området mellom Ljanselva og Herregårdsveien. Her er løsavsetninger av vesentlig mindre mektighet enn ved Mastemyr, og eksisterende tunneler i området har kanskje allerede drenert området, men dammen ved Øvre Ljan vil med stor sannsynlighet tømmes.

Fjellets tetthet ved Mastemyr vil kunne måles samtidig som det her eventuelt bores kjerneborehull, og tiltak mot vanninntrengning i tunnelen og drenering av overliggende løsavsetninger vil lettere kunne drøftes når resultater av slike boringer foreligger.

Det skulle ikke være nødvendig med forinjeksjon av tunnelen ved Mastemyr. E6 er fundamentert på peler til fjell over dette dyp-partiet. Tetting i forbindelse med utstøpning av knusningssonene skulle være tilstrekkelig. Ved Ljanselva er det neppe nødvendig med tetningstiltak med unntak for dammen ved Øvre Ljan. En kan forøvrig regne med at evt. lekkasje inn i tunnelen her er minimal og kun betinget av nedbør.

INGENIØRMESSIGE VURDERINGER:

Tunnelens beliggenhet.

Med grunnlag i opplysninger fra tidligere utførte anlegg (tunneler) og grunnundersøkelser fra det aktuelle området for traséen synes det som om den mest gunstige traséen for tunnelen vil være den vi har antydnet på oversiktskartet, bilag 1. Denne har forholdsvis store forandringer i traséforingen i forhold til Hjellnes sitt forslag.

Nord for Herregårdsveien vil tunnelen forskyves i østlig retning for å unngå et sleppeparti på ca. 25 m bredde som krysser begge de eksisterende tunneler. Det synes også som om den gunstigste traséføring mellom Ljanselvdalen og Herregårdsveien er å følge den opprinnelige trasé, kalt alternativ 3 i A/S Hjellnes & Co's utredning av des. 1971. Her vil imidlertid fjelloverdeknings-

forholdene være meget dårlige, se profilene bilag 2 og resultater av boringer på bilag 4. Det må derfor utvises stor forsiktighet ved kryssing av dette parti. Undersøkelsene som her er seismiske målinger supplert med boringer viser fjellkoter på ca. 25,0 m, og de dypeste partiene her må også antas å være sleppepartier eller avake soner i fjellet.

Strekningen mellom Ljanselvdalen og Mastemyr skulle ikke by på overdekningsproblemer. Vi har imidlertid foreslått å legge om traséen på hele denne strekningen fordi det synes å være umulig å krysse Mastemyra i fjell øst for Mosseveien (E-6). Man måtte da eventuelt flytte tunnelen flere hundre meter lenger østover.

Kontoret utførte 18 sonderboringer i det området som var foreslått til krysningssted. Her var tidligere utført seismiske målinger som tolket alene kunne gi mulighet for tilstrekkelig fjelloverdekning. Boringene viste imidlertid at det her var en kløft som gikk dypere enn til tunnelnivå.

Vi utførte derfor en rekke boringer langs et annet tunnelalternativ vest for E-6 hvor det viste seg at fjelloverdekningen er tilstrekkelig. Dette nye traséforslaget vil krysse en rekke av de større knusningssonene, men alle synes å ha god fjelloverdekning, se detaljkart bilag 3 og profilet bilag 2.

Driftsforhold.

En tunnel med trasé som vist vil ha delvis ugunstig retning i forhold til gneisens foliasjon. Den vil dels følge foliasjonen, noe som kan gi som resultat at foliasjonssprekker kan gi overmasser i veggene. Driftsforholdene vil ellers være ganske bra med unntak for de partiene med større knusningssoner og partier ellers med liten fjelloverdekning. Problemene vil her være av stabilitetsmessig art. Erfaringer fra tunnelene i Oppegård viser normal borslitasje og bra sprengbarhetsforhold med normalt sprengstofforbruk, og en skulle ikke anta at denne tunnel skulle by på vesentlig mindre gunstige forhold.

Sikringsbehov.

Man må regne med sikringsarbeider på denne tunnelstrekningen. Erfaringsdata fra tunnel drevet for Oppegård kommune like syd for denne viser at på ca. 5% av tunnellengden er det brukt sprøytebetong og full utstøpning, og det er i gjennomsnitt brukt 1 bolt pr 3 m av tunnellengden.

Kloakktunnelene og spillvannstunneler i området ved Ljan - Ljabru har tildels hatt store stabilitetsproblemer med mye sikringsarbeid både på grunn av liten fjelloverdekning og på grunn av knusningssoner (forvitrede soner).

De vanskeligste områdene stabilitetsmessig for tunnelen Oppegård nord - Ljan vil være kryssing av Mastemyrområdet, kryssing av Lusetjernsbekken og på strekningen nord for Ljanselvdalen. Utstøpning og sprøytebetong på disse strekninger vil utgjøre mellom 5 og 10% av tunnellengden. Noen av disse områdene vil i tillegg kreve systematisk bolting. I tillegg kommer noe spredt tilfeldig boltesikring. Vi vil derfor antyde at ca. 15% av tunnellengden

krever sikring av en eller annen art.

Kjerneboringer på Mastemyr vil kunne gi et bedre grunnlag for bedømmelse av sikringsomfanget for de større knusningssonene.

SAMMENDRAG OG KONKLUSJON:

Rapporten gir en beskrivelse av de forventede grunnforhold for kloakktunnel Oppegård nord - Ljan med en ingeniørgeologisk vurdering av den trasé vi har foreslått.

Tunnelen vil bli liggende i varierende gneiser. Som det fremgår av det geologiske oversiktskart, bilag 1, vil den krysse flere større knusningssoner, og det forventes leire deis også svelleleire i sonene da en også på mindre slepper har observert svelleleire. De fleste større soner står relativt steilt, mens slepper og sprekker kan ha varierende fall.

En kan vente at Mastemyra delvis vil kunne dreneres på grunn av de store svakhetssoner selv om tunnelen ikke krysser myra. Ellers vil ikke tunnelen kreve større tetningstiltak mot drenering av omliggende områder.

Vi har forandret traséføringen for omtrent hele tunnelstrekningen. Dette er gjort vesentlig på grunn av at boringer på Mastemyra viser at løsavsetninger her går under tunnelnivået. Dette medfører krysning av flere knusningssoner. Lengden på tunnelen skulle med denne traséføring bli ca. 100 m lenger enn det opprinnelige alternativ 3.

Driftsforholdene i tunnelen skulle være normale for hele strekningen med unntak for de større svakhetssoner og områder med liten fjell-overdekning.

En antar sikringsbehov for ca. 15% av tunnelen. Med utstøpning omtrent som foreslått i A/S Hjellnes' utredning og med sprøytebetong på noe slik at utstøpt og sprøytet gir ca. 5-10% av tunnelstrekningen mens resten av sikringen kan utføres som boltesikring.

Geoteknisk kontor



A. Eggstad



U. Fredriksen

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 omdreining pr. 50 cm synkning av boret.

Ved opptegning av resultatene angis belastningen på venstre side av borhullet og antall halve omdreining pr. 50 cm synkning 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 Δs 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.

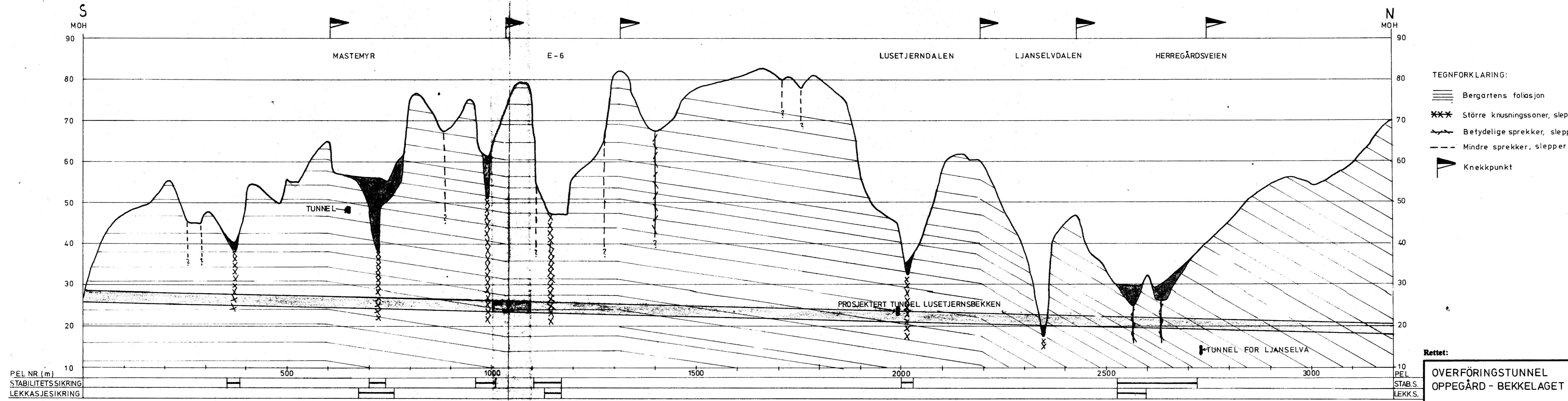


TEGNFORKLARING:

- — — — — Eksisterende tunnel
- - - - - Prosjektert tunnel
- × × × × × Større knusningssoner, slepper
- ▲ ▲ ▲ ▲ ▲ Betydelige sprekker og slepper
- - - - - Mindre sprekker og slepper
- ↗ ↘ ↙ ↚ Bergartens foliasjon

OVERFØRINGSTUNNEL OPPEGÅRD-BEKKELAGET	Målestokk 1:5000
Geologisk oversiktskart	R-1246 Bilag 1
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Dato 25.3.74

Kart ref. SOE 13-18



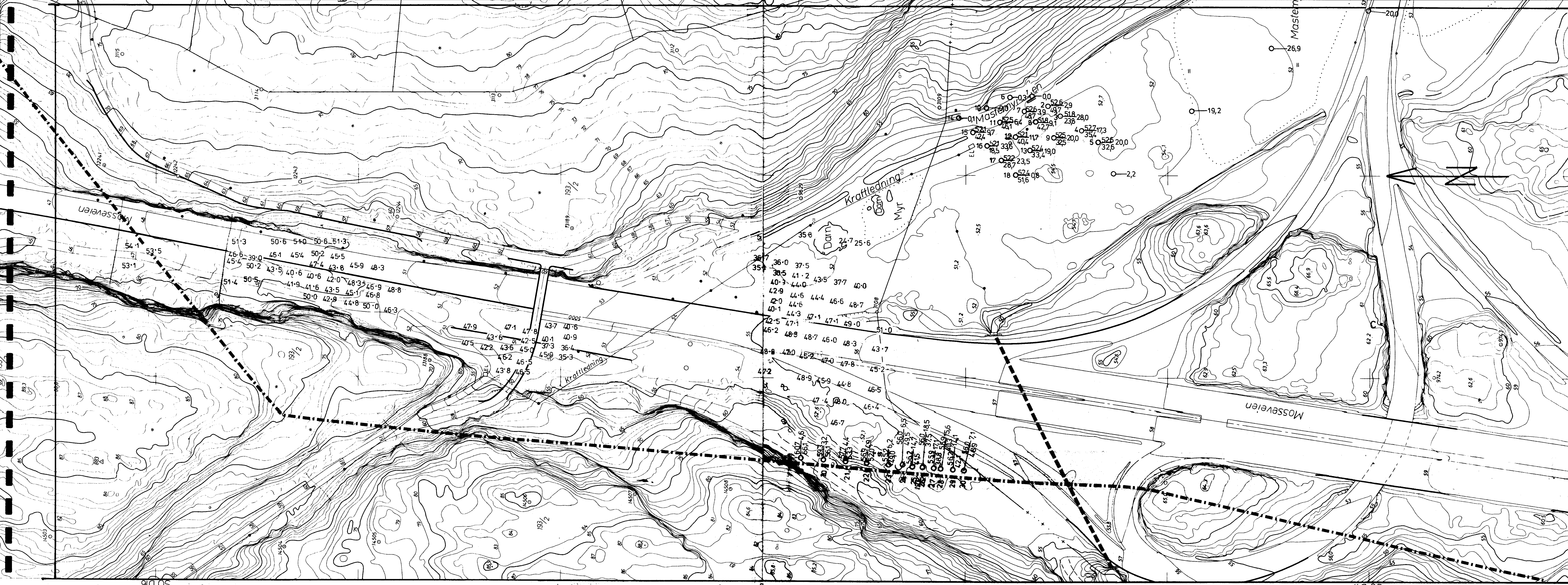
- TEGNFORKLARING:
- Bergartens foliasjon
 - Større knusningssoner, slepper
 - Betydelige sprekker, slepper
 - Mindre sprekker, slepper
 - Knekkpunkt

Rettet:	
OVERFØRINGSTUNNEL OPPEGÅRD - BEKKELAGET	Målestokk LM 1:5000 HM 1:500
Geologisk profil	R-1246
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Bilag 2
	Dato 5.4.74

PEL NR (m)
STABILITETSSIKRING
LEKKASJESIKRING

10 PEL
STAB.S.
LEKK.S.

Kart ret.



TEGNFORKLARING:

- FORESLÅTT TUNNELTRASÉ
- EKSISTERENDE TUNNEL
- SONDERINGER
- TERRENGKOTE BOREDYBDE
- 467 ANT. FJELLKOTE

Rettet:

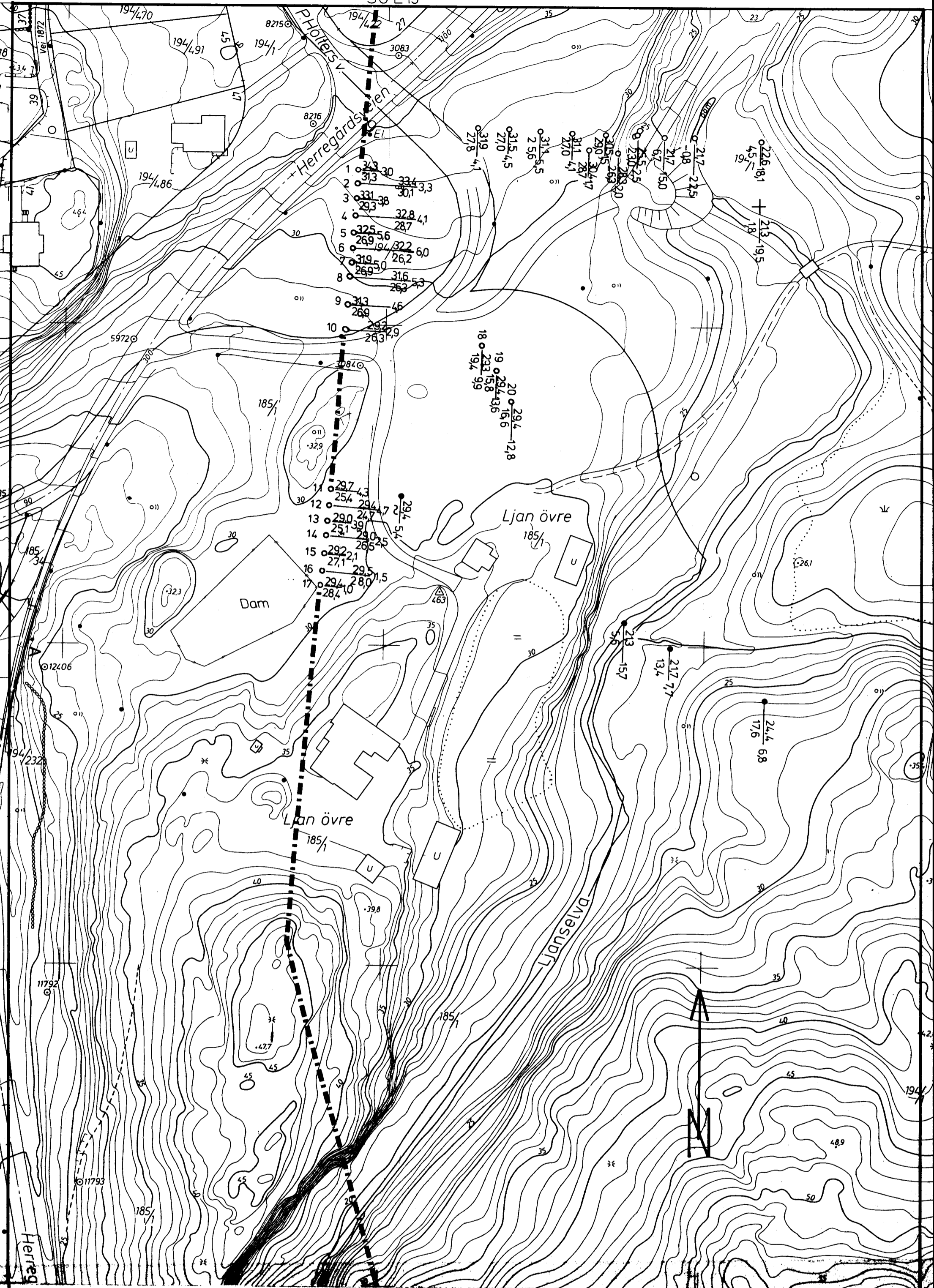
OVERFØRINGSTUNNEL
OPPEGÅRD-BEKKELAGET

Grunnundersøkelser ved Mastemyr

OSLO KOMMUNE
Geoteknik kontor

Målestokk
1:1000
R-1246
Bilag 3
Dat08.4.74

Kart ref. SOE 17



TEGNFORKLARING:

- FORESLÅTT TUNNELTRASE
- o ENKLE SONDERINGER
- o TERRENGKOTE BOREDYBDE
- o ANT FELLKOTE

Det henvises til rapport 3411.01 datert 25.11.71 fra Geoteam AS.

Rettet:

OVERFØRINGS TUNNEL		Målestokk
OPPEGÅRD - BEKKELAGET		1:1000
Grunnundersøkelser ved Ljan		R-1246
OSLO KOMMUNE		Bilag 4
Geoteknik labor		Dato 5.4.74
Kart ref. SO E13		