

Tilhører Undergrundskartverket
Må ikke fjernes



*NO: 16

overf
Feb. 91 / Amø

1081

OSLO KOMMUNE

GEOTEKNISK KONTOR



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

RAPPORT OVER:

GRORUDBANEN, RAS

R-1814-1

5. august 1982

- Bilag 0: Beskrivelse av bormetoder og laboratoriearbeider
- " 1: Borprofil, skovlinger
 - " 2: " , "
 - " 3: Lengdeprofil A-A
 - " 4: " B-B, C-C
 - " 5: " langs søndre skinnegang
 - " 6: Poretrykksmålinger
 - " 7: Situasjons- og borplan

INNLEDNING

I henhold til rekvisisjon nr. 19854 av 16. april 1982 fra A/S Oslo Sporveier har geoteknisk kontor utført en geoteknisk undersøkelse på Grorudbanen ca 100 m vest for Veitvedt stasjon.

Undersøkelsen ble igangsatt som følge av et ras i en fylling på Grorudbanen. Raset skjedde om formiddagen 7. april 1982 (før påske). Geoteknisk kontor ble tilkalt 14. april 1982 (etter påske) og foretok en befaring med representanter fra A/S Oslo Sporveier (overing. Arne Grøndahl og inspektør Bratteli) samme dag.

T-banen som ble bygget i begynnelsen av 1960-årene, krysser på dette stedet en bekkedal som opprinnelig lå 6-7 m under eksisterende spornivå. Søndre fyllingsfot lå nesten 10 m lavere enn toppen av fyllingen fordi bekkedalen heller mot syd, og helningen på fyllingsskråningen var 1:1,7.

Hensikten med undersøkelsen var å klarlegge årsaken til raset og beskrive hvordan en fylling kunne bygges opp med betryggende stabilitet.

MARKARBEID

På grunn av at A/S Oslo Sporveier måtte bygge opp en ny fylling så raskt som mulig, ble markarbeidet igangsatt med mannskaper fra vårt kontor allerede samme dag som befaringen ble foretatt. De utførte undersøkelsene omfatter 5 dreie-trykksonderinger, 2 dreiesonderinger, 3 skovlboringer, et forsøk på å ta opp en uforstyrret prøveserie og nedsetting av 5 poretrykksmålere hvorav en var elektrisk. Forøvrig ble det nivellert 4 profiler i rasområdet. Markarbeidet ble avsluttet 15. april 1982, hvorpå A/S Oslo Sporveier umiddelbart begynte med oppbyggingen av en ny fylling i samarbeid med geoteknisk kontor.

Borpunktene ble innmålt i forhold til blokken i Linderudveien 41 og nivellert med utgangspunkt i PP 13775 som står i gangbroen over Linderudveien og har høyden $h=147.838$.

Dreie-trykksonderingene ble utført med vår borerigg AB 2, og består i å trykke en standardisert borspiss ned i grunnen med konstant hastighet på 3 m pr. min. og samtidig dreie 25 omdreininger pr. min. Nedpressingskraften som registreres på en skriver, indikerer hvor faste masser det bores i. Forøvrig er bormetodene nærmere beskrevet i bilag 0.

GRUNNFORHOLD

Dreie-trykkssonderinger som ble foretatt i profil A-A i rasområdet viser at dybdene til antatt fjell varierer mellom 8,5 og 4,2 m og er vist på bilag 3. De største dybdene finnes lengst nord i området, nærmest T-banesporene. Gamle situasjonskart viser at løsmassemekktigheten før sporveisfyllingen ble bygget varierte mellom ca 6,5 og 1,0 m. Dette er inntegnet på bilag 3. Videre antyder sonderingene, at massene over opprinnelig terreng hovedsakelig består av sand og grus mens de jomfruelige massene antas å bestå av fast siltig tørrskorpeleire. Dette bekreftes av skovlprøvene som ble tatt opp flere steder i rasområdet, og med borprofiler vist på bilag 1 og 2.

På bilag 4 og 5 vises profiler på tvers av profil A-A og langs den søndre skinnegangen.

Tre av de 5 poretrykksmålerne som ble nedsatt den 15. april ble overfylt under oppbyggingsarbeidene før vi fikk stabile avlesninger. De to målerne på nordsiden derimot ble holdt intakt og resultatene fra disse er vist på bilag 6. Poretrykket var relativt høyt (ca 1 m under terrengnivå) frem til 22. april. Fra da av var mesteparten av den gamle fyllinga skiftet ut med drenerende sprengstein og dette var trolig en av årsakene til at poretrykket ble redusert til 2-3 m under terrengnivå. Noe av årsaken ligger nok også i at drencsystemet på nordsiden av T-banefyllinga ble forbedret. På grunnlag av de utførte boringene samt befaringer på stedet mens oppbyggingsarbeidene pågikk, ble det påvist at den gamle fyllingen var oppbygd med puk og stein i ca 1 m tykkelse nærmest skinnegangen. Under dette bestod de sentrale deler av fyllingen av sand ned til de jomfruelige massene. Fyllingsskråningene, spesielt den på sydsiden, bestod imidlertid av forholdsvis tett leire og matjord. Helningen på fyllingsskråningen er på grunnlag av kotene på situasjonsplanen anslått til å ha vært ca 1:1,7 som er forholdsvis steilt.

Det gamle bekkedraget, som ofte finnes i slike raviner var lagt i en solid omstøpt kulvert med diameter 1 m. Denne ble ikke skadet av utglidningen.

ARSAK TIL UTGLIDNINGEN

Årsaken til utglidningen skyldes trolig oppbygging av porevannstrykk i fyllingen i forbindelse med vårløsningen. Poretrykksøkningen skyldes i hovedsak tilsig av smeltevann og drensvann fra området nord for banefyllingen. Det eksisterende drencsystemet på nordsiden av fyllingen antas å ha fungert dårlig og har neppe fanget opp tilsiget av overflate-

vann fra snøsmelting og nedbør. Under utbedring av drengsystemet på nordsiden av banefyllingen, fant man også en drengsledning fra nordenforliggende områder som munnet ut midt inne i banefyllingen.

Den omtalte vanntilførselen har hatt en meget uheldig virkning på den tidligere fyllingen hvor det var permeable masser inne i fyllingen og på nordsiden av denne, mens fyllingsskråningen mot syd bestod av relativt tette, lite permeable masser. Dette har resultert i at vannet lett kunne trenge inn i fyllingen, men vanskelig kunne unnslippe. At det var et betydelig vanntrykk inne i fyllingen bekreftes av en av beboerne i nærheten som noen dager før raset hadde observert en vannstråle komme ut av fyllingen omtrent midt i fyllingsskråningen mot syd. Vedkommende hadde varslet OVK. Da sistnevnte ikke hadde ledninger i nærheten ble forholdet ikke undersøkt nærmere.

Fyllingsoppbyggingen og grunnforholdene forøvrig resulterte i at raset begrenset seg til de oppfylte massene og ikke gikk ned i de jomfruelige massene under fyllingen.

OPPBYGGING AV FYLLINGEN

Det ble i samråd med A/S Oslo Sporveier bestemt under befaringen 14. mai 1982 at den nye T-banefyllingen skulle bestå av sprengstein. Dette ble gjort fordi fyllingen ville få en bedre kvalitet og fordi oppfyllingen skulle skje meget raskt for å få åpnet T-banesporene for trafikk så fort som mulig. Videre tok man sikte på at fyllingsskråningen skulle få en helning ikke steilere enn 1:2, dvs. noe slakere enn den tidligere skråningen med helning ca 1:1,7.

Gjenoppbyggingen skjedde i nært samarbeid mellom entreprenøren, Oslo Sporveier og geoteknisk kontor. I skrivende stund er anleggsarbeidene avsluttet. Denne delen av rapporten blir derfor en oppsummering av de utførte arbeidene med eventuelle tillegg.

Etter en del stabilitetsproblemer i forbindelse med fjerningen av de utraste massene ble det masseutskiftet for en terskel ned til jomfruelig terreng tvers over rasgropa ved enden av den eksisterende kulverten som lå uskadd under fyllingen.

For denne terskelen ble det masseutskiftet i meget små seksjoner for å unngå gjenrasing. Etter at denne terskelen var etablert gikk arbeidene raskere da det ikke lenger var fare for videre utglidning. Masseutskiftingen ble utført seksjonsvis også mellom terskelen og sporene på T-banen.

Etter hvert som gjenoppfyllingen nærmet seg T-banesporene avtok nødvendigheten av å masseutskifte. De gamle fyllmassene som bestod av sand og pukkk ble liggende og overfylt med stein.

Videre ble det vurdert å lage en drenering fra den østre delen av fyllingsfoten og fram til den planlagte kummen ved enden av den forlengede kulverten, men dette ble ikke utført. Det ble ansett som tilstrekkelig drenering å omfille den forlengede delen av kulverten med godt drenerende masser (pukkk).

Drenssystemet som ligger på nordsiden av Grorudbanen og ligger parallelt med skinnegangen ble også utbedret for å hindre at vann fortsatt skulle trenge inn i fyllingen. Vanninntrengning i den nye steinfyllingen er ikke så uheldig som i den tidligere løsmassefyllingen, men det anses i alle fall som en fordel å lede vannet unna fyllingen. Det eksisterende drenssystemet ligger ca 1,5-2,0 m dypt, dette ble inspisert og rensjort.

Det ble diskutert å "forsegle" drensgrøfta på nordsiden av Grorudbanen for å hindre at vann trenger inn i fyllingen. Dette kunne gjøres ved å legge et tett sjikt bestående av leire eller plastduk i bunnen av drensgrøfta. Dette sjiktet burde være så bredt at det strekker seg opp langs grøftekantene på begge sider av grøftebunnen. Eventuelt overvann i drensgrøfta ville da blitt ledet til kulvertinntaket som leder vannet gjennom T-banefyllingen fremfor å trenge inn i fyllingen. Forøvrig kunne dette sjiktet beskyttes med et lag pukkk eller andre drenerende masser, men denne "forseglingen" av drensgrøften ble ikke utført på grunn av en misforståelse mellom entreprenøren og geoteknisk kontor. Det ble istedet lagt en perforert ny drensledning over den gamle på ca 60 cm dybde. Denne samler opp overflatevannet fra områdene nord for Grorudbanen i et sandfang og leder dette til den eksisterende kulverten som krysser T-banefyllingen. I bunnen av denne grøfta ble det lagt en plastduk for å unngå at vann dreneres inn i fyllingen. Videre ble denne drensledningen overfylt med godt drenerende masser for å samle opp overflatevann i grøfta langs skinnegangen. Denne grøften drenerer områdene nord for Grorudbanen på en tilfredsstillende måte.

Geoteknisk kontor



O. Tokheim



/ A. Robsrud

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 sidekanten er 3 cm. Under opptegning av resultatene angis antall omdreining 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 idet dette er en sterk indikasjon på at boret er i fjell. Det bores vanligvis 3 m for å konstatere at det ikke er en stor stein.

Vingeboring brukes til å måle jordartens udrenerte skjærfasthet direkte i grunnen. Skjærfastheten beregnes utfra 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 omrørt 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 ϕ 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 stålskrue 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 (poretrykksnivået).

BESKRIVELSE AV LABORATORIEUNDERSØKELSER

I laboratoriet blir prøvene først beskrevet på grunnlag av besiktigelse. Derneft blir følgende undersøkelser rutinemessig utført, (undersøkelser merket ^x) kan bare utføres på uforstyrrede prøver):

Romvekt ^x γ (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 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	$I_p = 10-20$
Meget 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 (ϕ 54 mm) benyttet. Det tas hensyn til prøvens tverrsnittsøkning 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 ²
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 s_t utføres for å finne en jordarts sammentrykkbarhet. 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 trinnsvis, og sammentrykkingen av prøven observeres som funksjon av tiden for hvert lasttrinn. Resultatene fremstilles ved å tegne opp den relative sammentryking ϵ 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 - H10, 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.

BORPROFIL

Sted: GRORUDBANEN, RASVEITVET

Hull: 7 og 8

Nivå: ≈ 143

Pro: Skovling

Aksialdeformasjon%



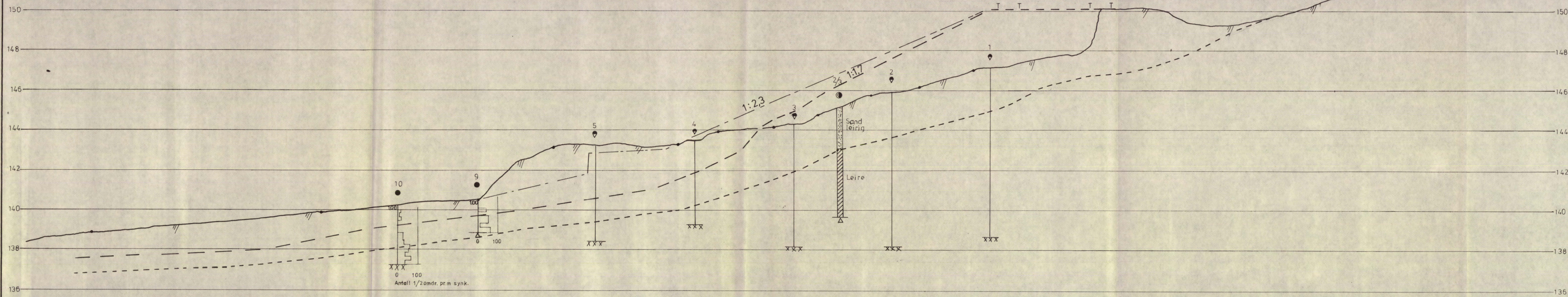
Bilag: 2

Oppdrag: R-1814

Dato: 14-4-82

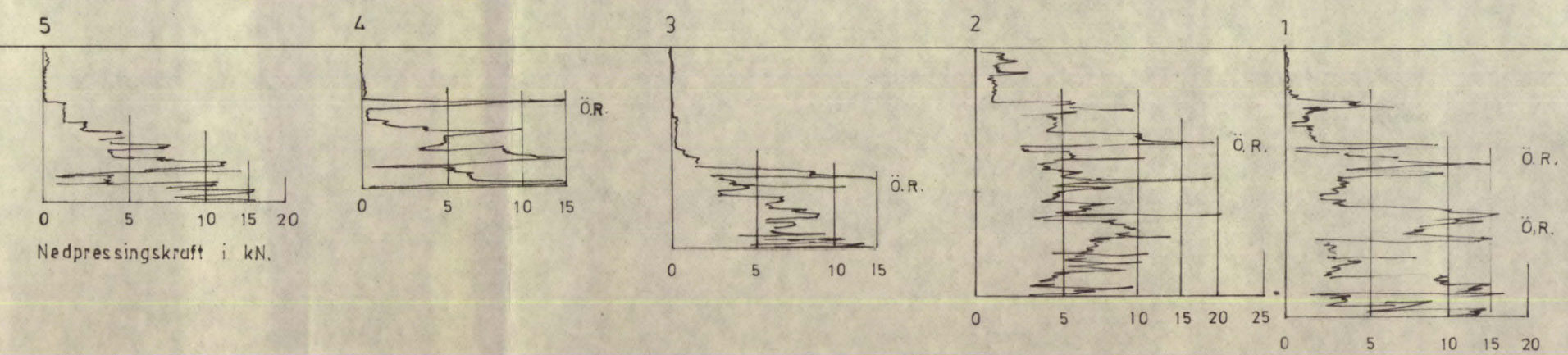
E Borede	Jordart	Symbol	Vanninnhold w				Plastisk område	w _p → w _L	Romvekt γ _m	Skjærfesthet ved trykforøk				Sensitivitet
			20	30	40	50%				Konustforøk ▼	Vingebrøring	+	10 γ _m	
0	Hull 7													
	Leire, oppfylt													
	Oppfylt Leire, sand, stein													
	Avsluttet Buttet													
5														
0	Hull 8													
	Leire, oppfylt noe sand													
	Leire, oppfylt sandig noe sten													
5														
	Avsluttet Buttet													
10														
15														

LENGDEPROFIL A - A



Antall 1/2omdr. pr. m synk.

M. 1:200

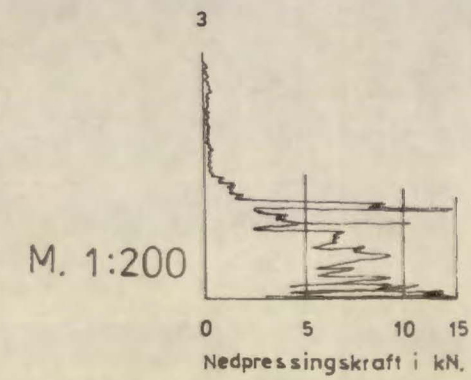
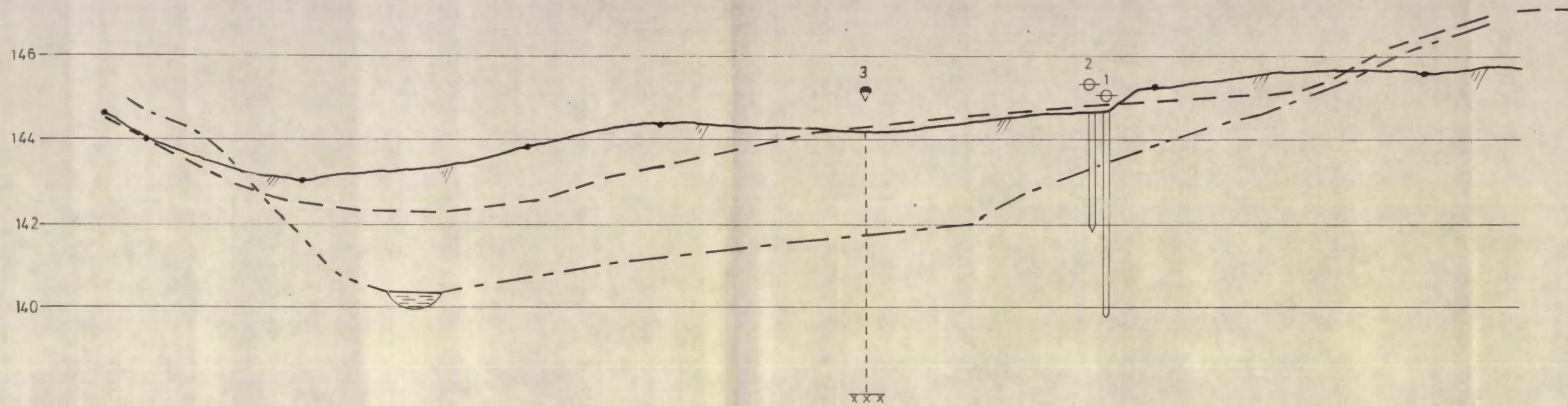


- Dreie-trykksøndering
- Dreiesøndering
- Ö.R. Ökt rotasjon
- - - - - Terrang etter gjenoppbygging
- Terrang etter raset
- - - - - " för " , Kotekart 1970, M.1:1000
- - - - - " " T-banen, " ca 1960, "
- Målte punkter
- xxx Fjell

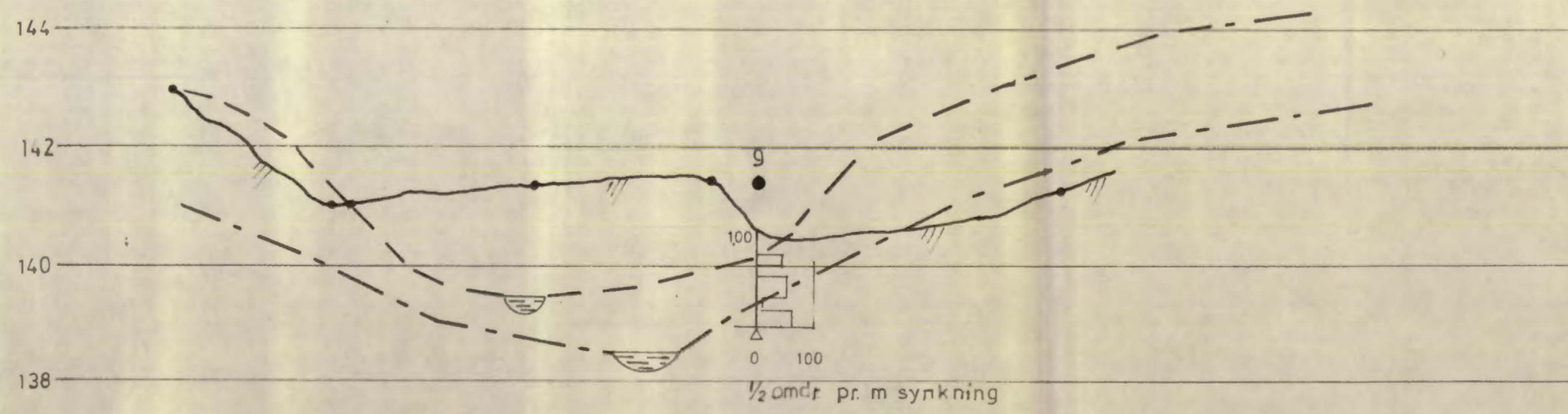
GRORUDBANEN, RAS	Målestokk 1:100
Lengdeprofil A-A (langs rasgropa)	R.1814
	Bilag 3
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Dato Apr 82

Kart ref.

TVERRPROFIL B-B



TVERRPROFIL C-C



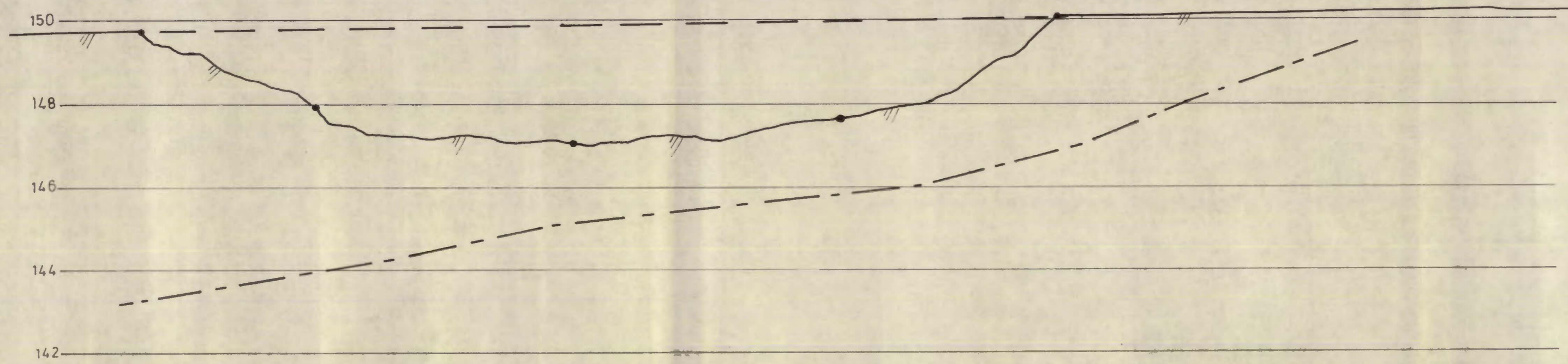
- Dreiesondering
- Dreie-trykksondering
- Terrengnivå etter ras
- - - - - før --
- · - · - · før T-banen
- Målte punkter
- x x x Fjell
- ⊖ Poretrykksmåler

Rettet:

GRORUDBANEN, RAS	Målestokk 1:100
Tverrprofil III B-B	R-1814
Tverrprofil II C-C	Bilag 4
OSLO KOMMUNE • Geoteknisk kontor	
	Dato Apr 82

Kart ref.

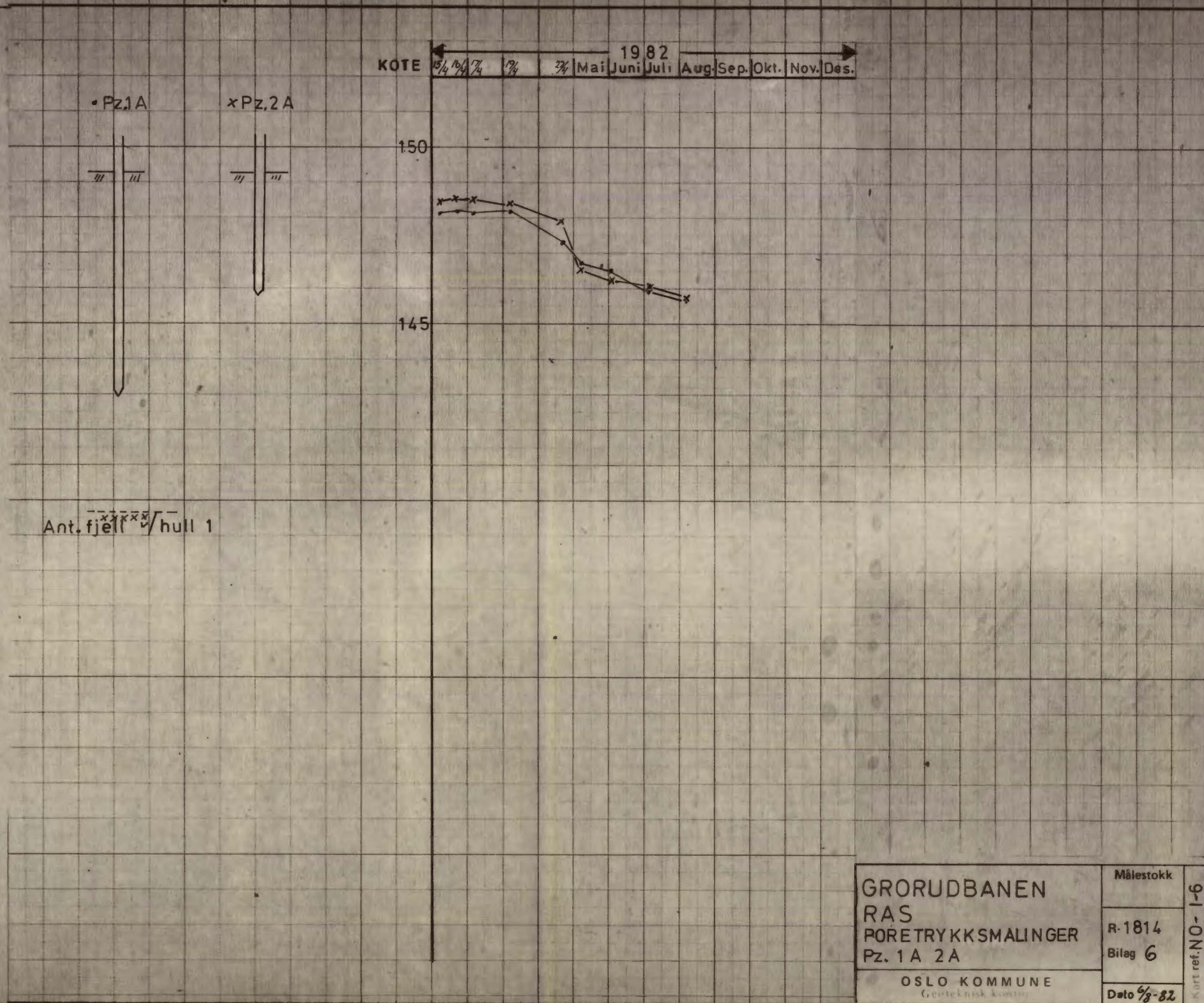
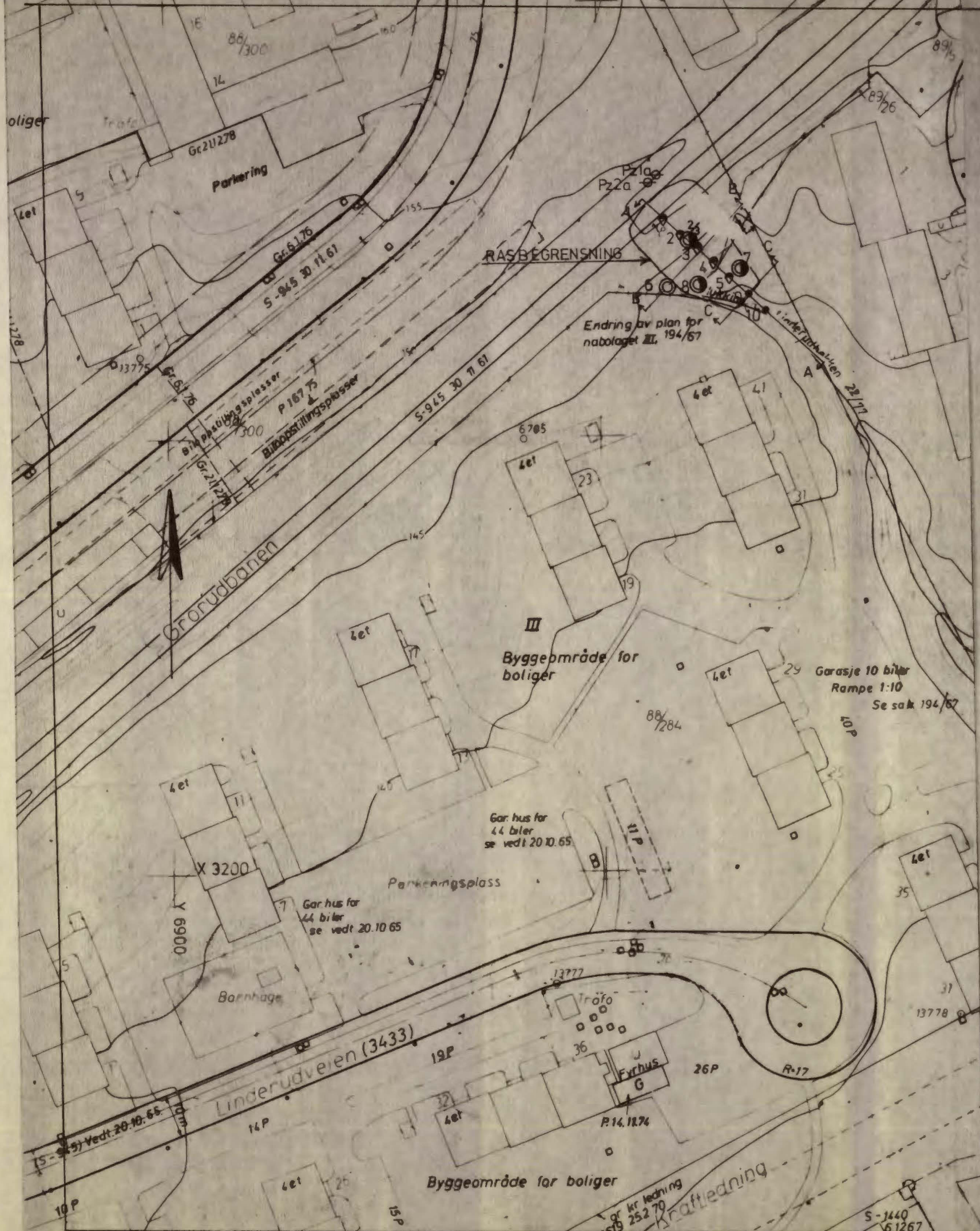
LENGDEPROFIL LANGS SÖNDRE SKINNEGANG



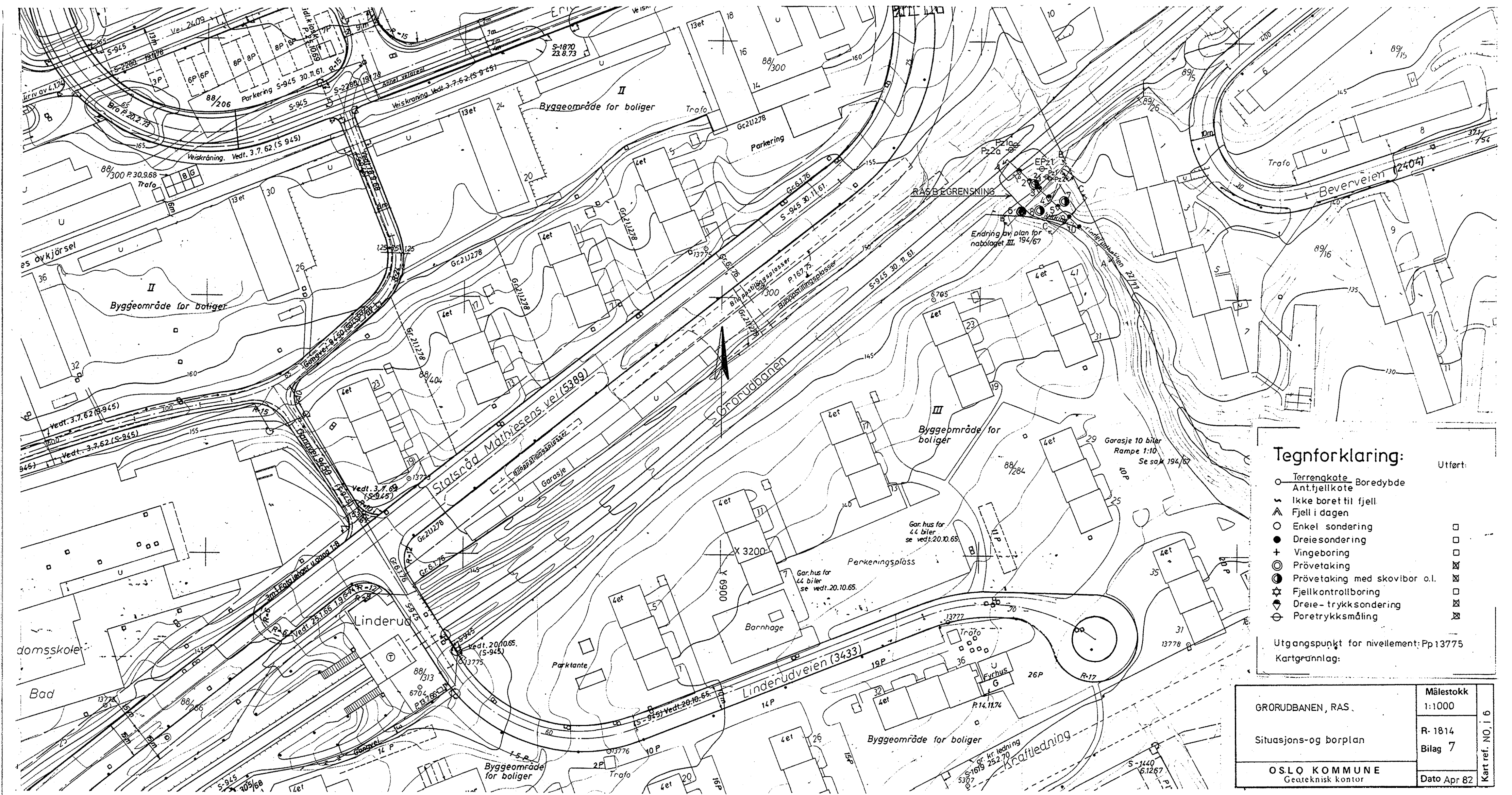
————— Terrengnivå etter ras
 - - - - - for
 - . - . - . for T-banen

Rettet:	
GRORUDBANEN - RAS	Målestokk 1:100
Lengdeprofil langs søndre skinnegang	R-1814
	Bilag 5
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Dato: Apr. 82

Kart ref.



GRORUDBANEN RAS PØRETRYKKSMALINGER Pz. 1 A 2 A	Målestokk	Kart ref. NO-1-6
	R-1814 Bilag 6	
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Dato 6/8-82	



Tegnforklaring:

- Terrengkote
- Ant.fjellkote
- ∨ Ikke boret til fjell
- ▲ Fjell i dagen
- Enkel sondering
- Dreiesondering
- + Vingeboring
- ⊙ Prøvetaking
- ⊙ Prøvetaking med skovibor o.l.
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreie-trykksondering
- ⊖ Poretrykksmåling

Utført:

Utgangspunkt for nivellement: Pp13775
Kartgrunnlag:

GRORUDBANEN, RAS	Målestokk 1:1000	Kart ref. NO. I 6
Situasjons-og borplan	R- 1814 Bilag 7	
OSLO KOMMUNE Geateknisk kontor	Dato Apr 82	