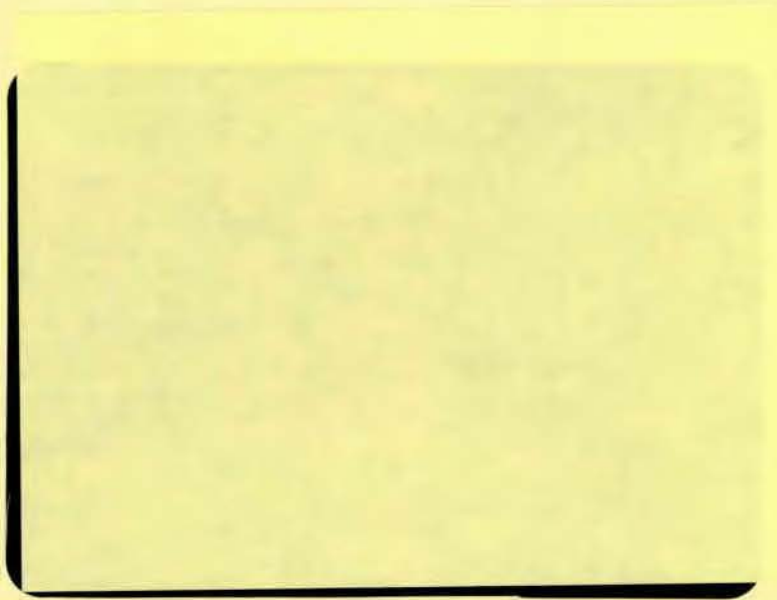


Tilhører Undergrunnskartverket
Må ikke fjernes



NV: D4 I

aref. 68/1



OSLO KOMMUNE
GEOTEKNISK KONTOR



OSLO KOMMUNE
Geoteknisk kontor

Kingos gt. 22
Postboks 9884 ILA
0132 Oslo 1
Tlf.: (02) 35 59 60

1

RAPPORT OVER
SMESTAD BRANNSTASJON
Setningsskader

R-2315 6. juli 1987

BILAG OG TEGNINGSOVERSIKT:

Bilag 0: Beskrivelse av bormetoder og laboratorieundersøkelser

Bilag 1: Tegn.nr. 2315-1: Poretrykksmålinger
 -2: Profil A - A
 -3: Situasjons- og borplan

STANDARD BESKRIVELSER

BESKRIVELSE AV BORMETODER

- Enkel sondering betegner neddriving av stålstenger uten registrering av motstand, for eks. slagsondering med slegge eller slagbormaskin.
- Dreieloring 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 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 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 vingekorset 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 sylindrerprøvetaker 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, forseglert 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. Deretter blir følgende undersøkelser rutinemessig utført, (undersøkelser merket ^{x)} kan bare utføres på uforstyrrede prøver):

Romvekt ^{x)} γ (t/m³) 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
Neget 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 sylindrerprøven. Unntaksvis blir fullt tverrsnitt (ϕ 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^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 $x)$ 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 trinnvis, og sammentrykkingen av prøven observeres som funksjon av tiden for hvert lasttrinn. Resultatene fremstilles ved å tegne opp den relative sammentrykking 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 - 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 pakkingsegenskapene 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.



OSLO KOMMUNE

Geoteknisk kontor

Kingos gt. 22
Postboks 9884 ILA
0132 Oslo 1
Tlf.: (02) 35 59 60

2

INNLEDNING

På oppdrag fra Oslo veivesen har geoteknisk kontor utført grunnundersøkelser ved Smestad brannstasjon.

Det har over lengre tid vært registrert setningsskader på den syd-østre fløyen på Smestad brannstasjon. I den senere tid har Vedlikeholdsetaten blitt koblet inn i saken og forespurt Oslo veivesen som igjen tok kontakt med geoteknisk kontor.

Hensikten med undersøkelsen var å finne dybdene til ant. fjell og registrere grunnvannstanden for om mulig å finne ut hva som forårsaker setningsskadene.

Det er tidligere utført grunnundersøkelser i området og resultatene fra disse er inntegnet på borplanen tegn.nr. 2315-3.

MARKARBEID

Markarbeidet ble utført av mannskap fra vårt kontor i tiden 14. og 15. april. Arbeidet omfatter 3 dreietrykksonderinger og nedsetting av 3 poretrykksmålere. Videre ble det 15. mars utført et nivellement i 2. etage på brannstasjonen.

Borpunktene ble satt ut i forhold til brannstasjonen og nivellert med utgangspunkt i setningsbolt nr. 6 som står i den setningsfrie delen av brannstasjonen (nordfløyen) og på grunn av biltrafikk på plassen utenfor brannstasjonen ble poretrykksmåler nr. 2 satt i polygonkasse i asfalten.

TERRENG OG GRUNNFORHOLD

Smestad brannstasjon består av to fløyer, en nordfløy som er fundamentert på fjell og en sydfløy vinkelrett på denne som er direkte fundamentert på ca. 4 m brede stripefundamenter. Begge ble bygget ca. 1952.

På nordsiden av nordfløyen stiger "fjell i dagen" bratt oppover. I dette fjellet har Oslo Lysverker en driftsstasjon som ble bygget 1954-57. Dette fjellrommet blir drenert på kote 40,5.

Terrenget på begge sider av sydfløyen er planert flatt og asfaltert på kote 52,5 og 53. I henhold til et gammelt kart er eksisterende terreng på samme nivå som det var i 1920.

Dybdene til ant. fjell øker jevnt fra 7,6 m i borpunktet nærmest nordfløyen til ca. 25 m i søndre enden på sydfløyen, mot Ullernchausseen. Tidligere undersøkelser viser at løsmassene trolig består av 3-4 m tørrskorpe over leire som gradvis endrer karakter til meget bløt kvikkleire i dybden.

Poretrykkmålingene som er fremstilt på tegn. nr. 2315-1 viser at poretrykket i måler nr. 3a som står i leire er noe høyere enn målerene som står ved ant. fjell. Måler nr. 3a vil ved en hydrostatisk poretrykksfordeling ha en grunnvannsstand ca. 3 m under terrengnivået. Måler nr. 2 og 3b som måler poretrykket ved fjell har imidlertid et poretrykk som tilsvarer en grunnvannsstand ca. 6 m under terrengnivå, dvs. 3 m lavere enn måler nr. 3a.

SETNINGSSKADER

For å få et begrep om størrelsen på de totale setningene som har påløpt dette bygget i dets levetid (ca. 35 år), ble det utført et nivellement på gulvet i korridoren i andre etage. Under forutsetning av at dette gulvet var horisontalt da bygget var nytt viste nivellementet at det har påløpt totalt ca. 35 cm setning lengst i syd i sydfløyen mot Ullernchausseen. Målingene viser videre



OSLO KOMMUNE

Geoteknisk kontor

Kingos gt. 22
Postboks 9884 ILA
0132 Oslo 1
Tlf.: (02) 35 59 60

3

at akkurat i overgangen mellom nordfløyen og sydfløyen har gulvet en høydeforskjell på 6 cm. Ellers viser flere målepunkter i korridorens lengderetning at gulvet har en jevn helning mot Ullernchausseen.

Mellom terreng og grunnmur utvendig er det ingen tegn som viser at bygget setter seg i forhold til terrenget. Dette er ikke overraskende fordi sydfløyen består av kjeller, bilhall i første etage og kontorer i andre etage, og påfører terrenget meget liten tilleggsbelastning. Løsmassene som er fjernet i forbindelse med utgraving til kjeller veier trolig mer enn selve bygget.

Multiconsult har utført setningsnivellement på bolter som er festet i grunnmuren siden mai 1986, og disse målingene viser at setningshastigheten er ca. 1 cm. pr. år lengst syd på sydfløyen.

Arsak

Ut fra de opplysningene som er beskrevet ovenfor kan vi ikke entydig forklare setningsskadene på Smestad brannstasjon. Vi har vurdert flere forhold og funnet at den årsaken som virker mest sannsynlig er at det har skjedd en poretrykksreduksjon ved fjell. Ved en hydrostatisk poretrykksfordeling tilsvarende poretrykksreduksjonen en grunnvannstand som ligger ca. 3 m lavere enn i de øvre lag av løsmassene, dvs. ca. 6 m under terreng. Dette kan sammenlignes med en 1,0 - 1,5 m høy steinfylling på terrenget, og beregningsmessig kan dette over tid føre til setninger på størrelse med de som trolig har oppstått på sydfløyen.

At poretrykksreduksjonen er årsaken til setningene stemmer med at det ikke er noen setningsdifferanse mellom grunnmur og terreng da det er terrenget som setter seg og det som står på det følger med.

Arsaken til at poretrykksreduksjonen har oppstått kan heller ikke entydig forklares, men det er neppe kloakktunnelen som er årsaken. Det er mer nærliggende å tro at Oslo Lysverkers fjellrom i fjellet bak har drenert noe av poretrykket ved fjell.

Tiltak

Som tiltak for å stoppe setningene kan nevnes underpinning, men kostnadene ved en slik refundamentering er meget store og det må vurderes nøye om man vil legge så store kostnader i dette bygget. I dette tilfellet vil det også kunne oppstå problemer ved kabel og ledningstilførsel til bygget da dette vil stå i ro mens terrenget omkring fortsetter å synke.

En annen mulighet som kan benyttes er vanninfiltrasjon ved fjell for å øke poretrykket til sitt opprinnelige nivå eller noe over. Dette har tidligere vært benyttet med hell bl.a. ved Tokerud skole.

Før det kan igangsettes vanninfiltrasjon må det utføres flere feltforsøk for å finne ut om infiltrasjonen vil fungere i dette aktuelle tilfellet. Forholdene skulle imidlertid ligge godt tilrette med fjell i dagen i nærheten. Dette kan vi eventuelt komme tilbake til hvis byggeetaten er interessert i å foreta prøveinfiltrasjon.

Uavhengig av ovennevnte forsøk vil vi imidlertid foreslå at setningsmålingene og poretryksmålingene fortsetter med målinger f.eks. hvert halvår. I tillegg vil vi foreslå at det monteres en setningsmåler i løsmassene i nærheten av bygget for å finne ut om terrengsetningene tilsvarende setningene på bygget. Hvis setningshastigheten er avtagende og skadene ikke er større enn at man kan



OSLO KOMMUNE
Geoteknisk kontor

Kingos gt. 22
Postboks 9884 ILA
0132 Oslo 1
Tlf.: (02) 35 59 60

4

leve med de er dette også en mulighet som bør vurderes sammen med de andre mulighetene.

Geoteknisk kontor

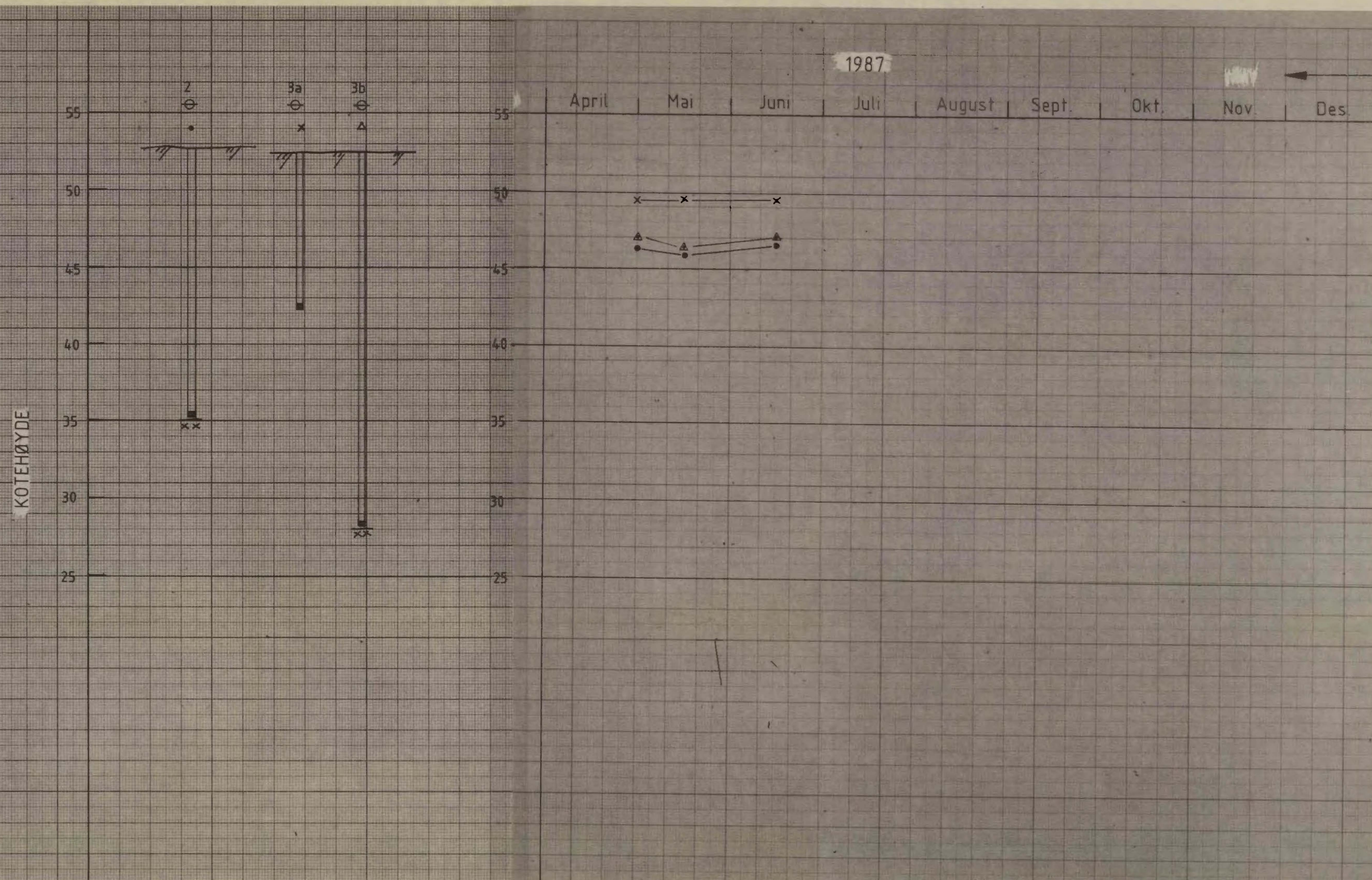
H. Sem
H. Sem
sjefing.

A. Robsrud

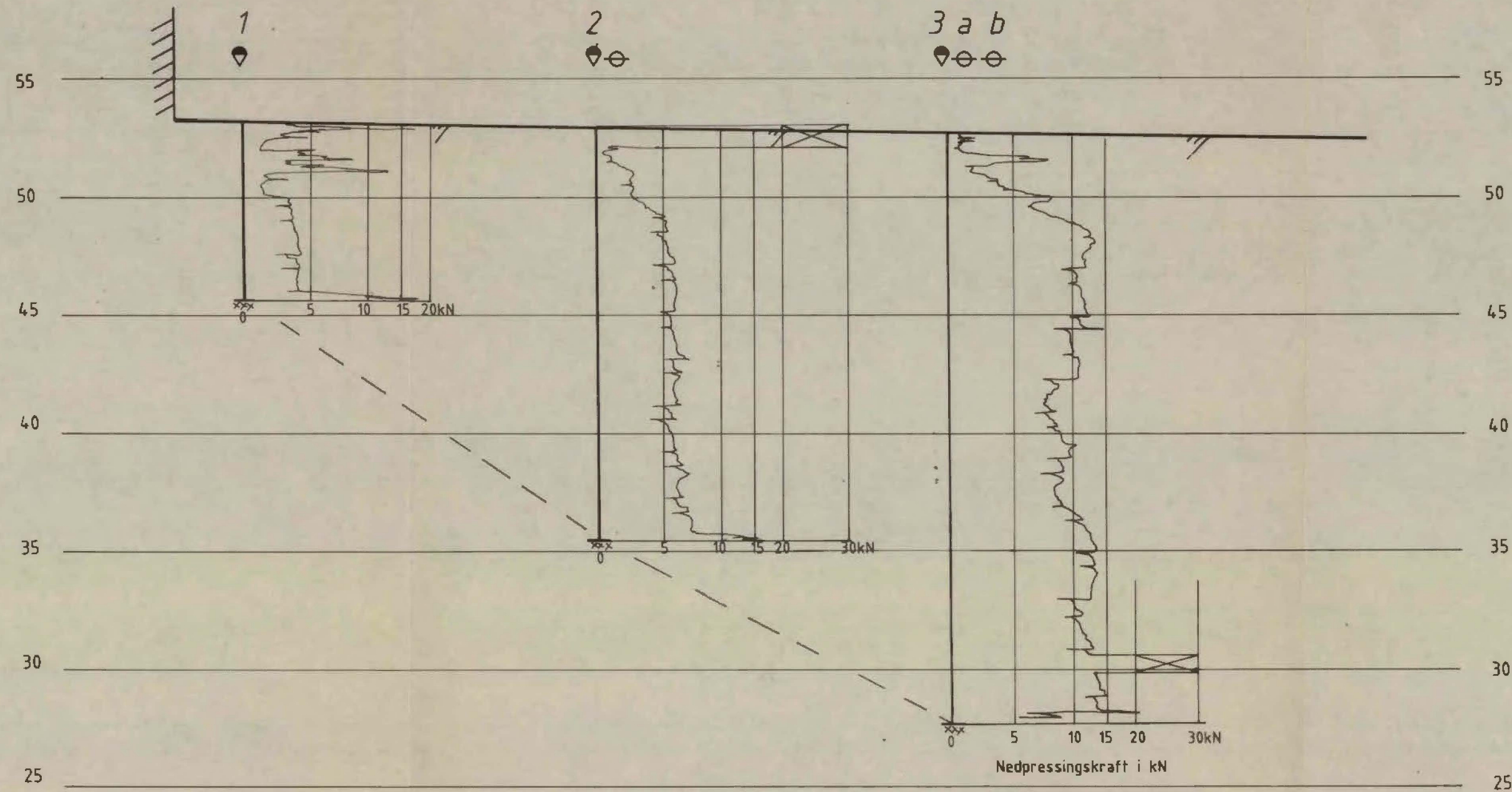
A. Robsrud
overing.







2	SMESTAD BRANNSTASJON	15/4 -87	NV D4		
3a	"	"	"		
3b	"	"	"		
Pz.nr.	Adresse	Nedsatt	Avsluttet	Kartreferanse	Pz.nr. kartblad
PORETRYKKMÅLING		MÅLESTOKK :			
		1 : 1000			
OSLO KOMMUNE		Geoteknisk kontor		Tago.nr. 2315 - 1	




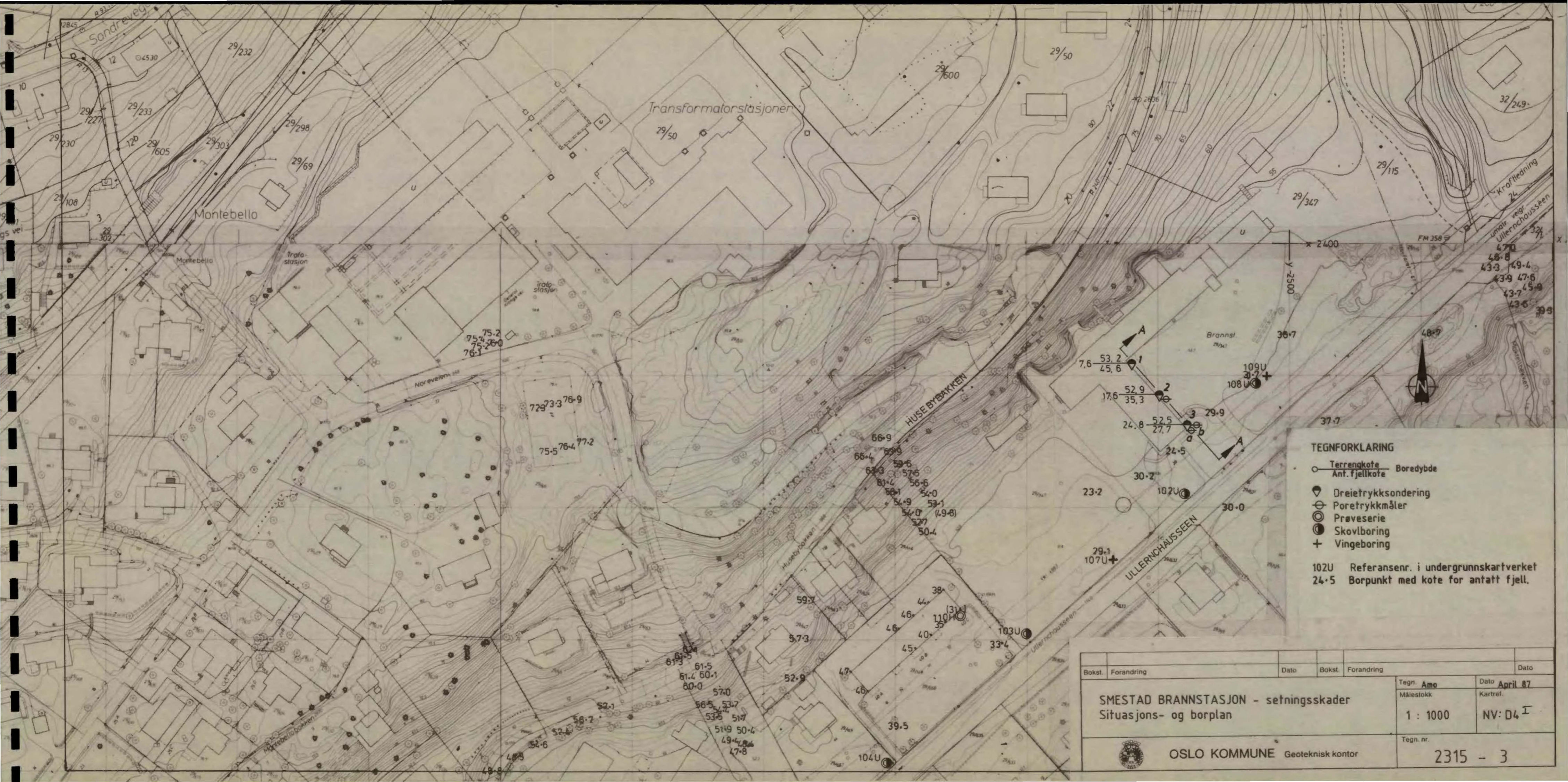
PROFIL A - A



TEGNFORKLARING

-  Dreietrykkssondering
-  Poretrykkmåler
-  Økt rotasjon
-  Antatt fjell

Bokst.	Forandring	Dato	Bokst.	Forandring	Dato
			Tegn. Amo	Dato April 87	
SMESTAD BRANNSTASJON - setningskader Profil A - A			Målestokk 1 : 200	Kartref. NV D4	
 OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor			Tegn. nr. 2315 - 2		



- TEGNFORKLARING**
- Terrengkote Boredybde
 - Ant. fjellkote
 - ▽ Dreietrykksøndering
 - ⊖ Porettrykkmåler
 - ⊙ Prøveserie
 - ⊙ Skovlboring
 - + Vingeboring
- 102U Referansenr. i undergrunnskartverket
 24.5 Borpunkt med kote for antatt fjell.

Bokst.	Forandring	Dato	Bokst.	Forandring	Dato
SMESTAD BRANNSTASJON - setningsskader Situasjons- og borplan			Tegn. Amo Målestokk 1 : 1000	Dato April 87 Kartref. NV: D4 I	
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor			Tegn. nr. 2315 - 3		