

RAPPORT OVER:

Kneppeskjærutstikkeren.

3. del: Grunnundersøkelser og setningsvurdering for bygging
av skur 89.

R-724

14. des. 1978.

overf. DS III Mai 92

SO: D5

OSLO KOMMUNE
GEOTEKNISK KONTOR



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

RAPPORT OVER:

Kneppeskjærutstikkeren.

3. del: Grunnundersøkelser og setningsvurdering for bygging
av skur 89.

R-724

14. des. 1978.

Bilag 0 : Standardbeskrivelse av bor- og laboratoriearbeider.
" 12 : Profil A-A.
" 13 : " B-B.
" 14 : " C-C.
" 15 : " D-D
" 16 : Setningskurver
" 17 : Situasjons- og borplan.

INNLEDNING:

Etter oppdrag fra Oslo havnevesen, brev av 19.4.1978 har Geoteknisk kontor gjort grunnundersøkelser på Kneppeskjærutstikkeren i området der skur 89 skal bygges.

Hensikten med undersøkelsene var å klarlegge omfanget av fremtidige setninger i og under fyllingen som skuret skal bygges på.

Det er tidligere foretatt omfattende grunnundersøkelser i forbindelse med utfyllingen av Kneppeskjærutstikkeren: Ingeniørfirmaet Bjørgulf Haukelid gjorde undersøkelser i 1947-49, Norsk Teknisk Byggekontroll i 1973 (rapport 11474 av 25.6.1973) og vårt kontor i 1966 og 1967 (rapport R-724, 1. og 2. del).

Resultater fra disse undersøkelsene er i stor grad benyttet ved utarbeidelse av denne rapporten.

MARKARBEID:

Markarbeidet er gjort av et borlag fra vårt kontor den 18. og 19.4. d.å. Det ble benyttet en beltegående fjellbormaskin med senkborutrustning. I de 8 borpunktene søkte man å finne overgangen mellom steinfyllingen og eventuelle underliggende naturlige masser, dessuten fjellets beliggenhet og løsmassenes sammensetning. Etter avtale med havnevesenet ble vi enige om ikke å ta opp prøver av de naturlige masser, bare vurdere massene ut fra boringen med senkborutstyret.

I to av borpunktene (pkt. 2 og 6) var det vanskelig å avgjøre om man kom ned i dårlig fjell eller steinholdige masser. Boringen ble avsluttet uten å få helt klarhet i dette fordi det var fare for å sette fast boret på den store dybden. I pkt. 5 måtte boringen stoppes i fyllingen fordi boret holdt på å sette seg fast.

GRUNNFORHOLD:

På situasjonsplanen, bilag 17, er de nye borpunktene nummerert fra 1-8.

For ordens skyld bemerkes at prosjektert bredde på skuret er

øket fra 25 til 30 m etter at grunnundersøkelsene ble foretatt.

Vi har tegnet 4 profiler som viser omtrentlig beliggenhet av fyllingen og løsmassene. Profilene korresponderer med havnevesenets profiler og "sjøbunn 1977" er tegnet etter havnevesenets profiler. "Opprinnelig sjøbunn" er tegnet dels etter tidligere opplodding og dels på grunnlag av tidligere boringer der kote for sjøbunn er oppgitt.

Før utfyllingen besto løsmassene av en bløt til meget bløt leire og stedvis et flere meter tykt sand/grus-lag mellom leiren og fjell. Fyllingen synes å ha fortrenget leirmassene slik at den delvis ligger direkte på sand/grus og delvis på fjell der det tidligere bare var leire over fjellet. Fyllingen er lagt ut ved tipping og man må regne med at det kan være noe leire som er blitt "innbakt" i steinmassene.

Den fortrenkte leiren er stuvet opp foran fyllingsfronten med det resultat at sjøbunnen er hevet, enkelte steder over 10 m. Disse omrørte leirmassene er meget bløte og vil ved belastning gi store deformasjoner.

SETNINGER:

Målinger viser at det selv i rene steinfyllinger vil pågå setninger i flere tiår. Dette fremgår av publikasjon nr. 48 fra Norges geotekniske institutt (1962), der Bjørn Kjærnsli har samlet opplysninger fra mange fyllingsdammer i utlandet. For disse dammene var setningshastigheten størst de første par årene, og med klar avtagende tendens frem til ca 10 år etter fullførelsen. Totalsetningene var da 0,5-2% av fyllingshøyden. Deretter var setningshastigheten forbausende konstant, nemlig 1% av fyllingshøyden på 30 år, dvs. f.eks. 30 cm i løpet av 30 år for en 30 m høy fylling.

Som nevnt er Kneppeskjærsfyllingen neppe helt fri for leirmasser, og dessuten vil det pågå deformasjoner i leiren foran fyllingsfronten. Man må derfor regne med større setninger enn i en ren steinfylling. De største setningene vil man ha ytterst på

fyllingen der det ligger leire foran fyllingsfronten.

Så vidt vi vet ble utfyllingen på dette stedet avsluttet i oktober 1977 etter å ha foregått i en årrekke og i varierende tempo. Setningsmålinger av bolter nedsatt i fyllingen ble igangsatt av havnevesenet i november samme år.

I juni 1978 ble det foretatt en mindre oppfylling og planering av terrenget, og setningsboltene ble da nedfylt. Nye bolter ble etablert og målingene gjenopptatt den 21. august. Det er nå to rekker av bolter langs det prosjekterte skurs langvegger, nummerert fra 1 til 13 fra sør mot nord, og med betegnelse øst og vest.

Generelt viser målingene at setningene er størst nærmest fyllingskanten og ved skurets nordvestre hjørne. Fra dette hjørne avtar setningene sørover og østover. Størst differansesetning er det i øst-vest retning.

På situasjons- og borplanen har vi vist beliggenheten av noen av boltene. Av de nye boltene har vi tatt med Ø (øst) 3, Ø 9, V (vest) 3, V 9, V 11. De andre boltene er gamle bolter som ble nedfylt. Setningskurver for boltene er vist på bilag 14, og for å få kontinuitet har vi etter skjønn "sammenkoblet" kurvene for de nye boltene med kurvene for de gamle. Som man ser spriker kurvene en god del og spørsmålet er om denne utviklingen vil fortsette slik at skuret kan få uakseptable skjevsetninger.

Fyllingen under skurets østre del er noe eldre enn resten av fyllingen som skuret skal fundamenteres på. Vi regner derfor med at setningshastigheten for boltene Ø1 - Ø13 er nokså stabil og bare vil avta svakt i årene som kommer. Langs vestveggen (bolt V1-V13) er setningshastigheten foreløpig temmelig stor, men ventes å avta slik at den også om 3-4 år er blitt nokså stabil.

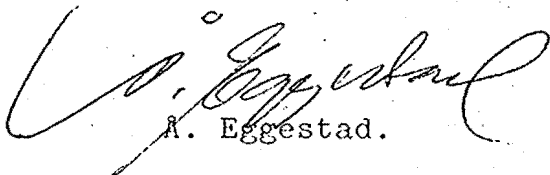
Selv om hver enkelt bolt altså om noen år vil ha forholdsvis konstant setningshastighet, vil hastighetens størrelse variere

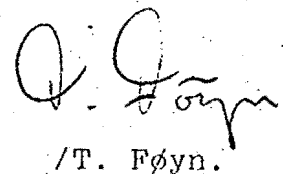
fra sted til sted i i fyllingen p.g.a. variasjoner i fyllings-tykkelsen og mengden av leire foran fyllingen. Under den sørligste del av skuret vil hastigheten være minst og ved den nord-vestre del størst.

Dette betyr altså at skjevsetningene vil øke for hvert år. På grunnlag av målingene til nå og opplysninger i publikasjonen om fyllingsdammene har vi laget en prognose for de fremtidige setninger under skur 89: I løpet av de første 10 år fra nå vil den sørligste del av skuret i flg. prognosen ha satt seg 8-10 cm og den nord-vestre del 40-45 cm, altså en maksimal skjevsetning på 30-35 cm. I løpet av de første 20 år er tilsvarende tall h.h.v. 12-15 cm og 50-60 cm, altså en skjevsetning på 35-50 cm. Vi presiserer at disse tallene bygger på usikkert grunnlag og at de derfor må brukes med forsiktighet.

Det er bestemt at skurets bærende konstruksjoner skal bygges slik at man kan kompensere for setningene og vi håper at de ovenfor gitte tall kan være til nytte i denne forbindelse.

Geoteknisk kontor


A. Eggestad.


/T. Føyn.

STANDARD BESKRIVELSER

BESKRIVELSE AV BORMETODER

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

Dreiboring 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 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, forseglede 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. Dernest blir følgende undersøkelser rutinemessig utført, (undersøkelser merket ^x) kan bare utføres på uforstyrrede prøver):

Romvekt ^x_v (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	$I_p = 10-20$
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 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.

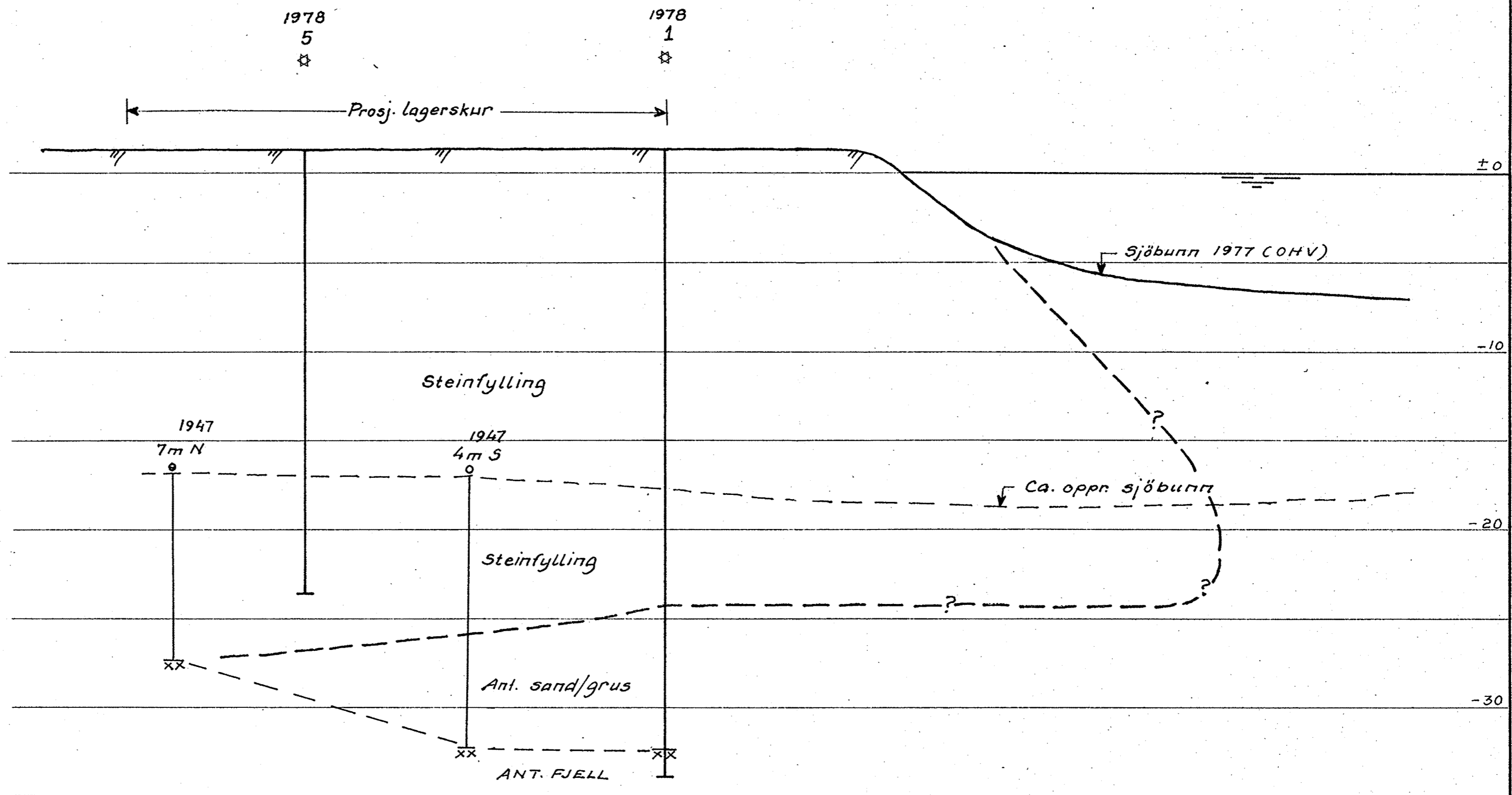
Kornfordelingsanalyser av friksjonsjordarter (grovere enn silt og leire) utføres ved sikting, som regel i helt tørt tilstand. Inneholder massen en del finere stoff blir den våtsiktet. For silt og leire benyttes hydrometeranalyse. En viss mengde tørt materiale oppslemmes i en bestemt mengde vann. Ved 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:

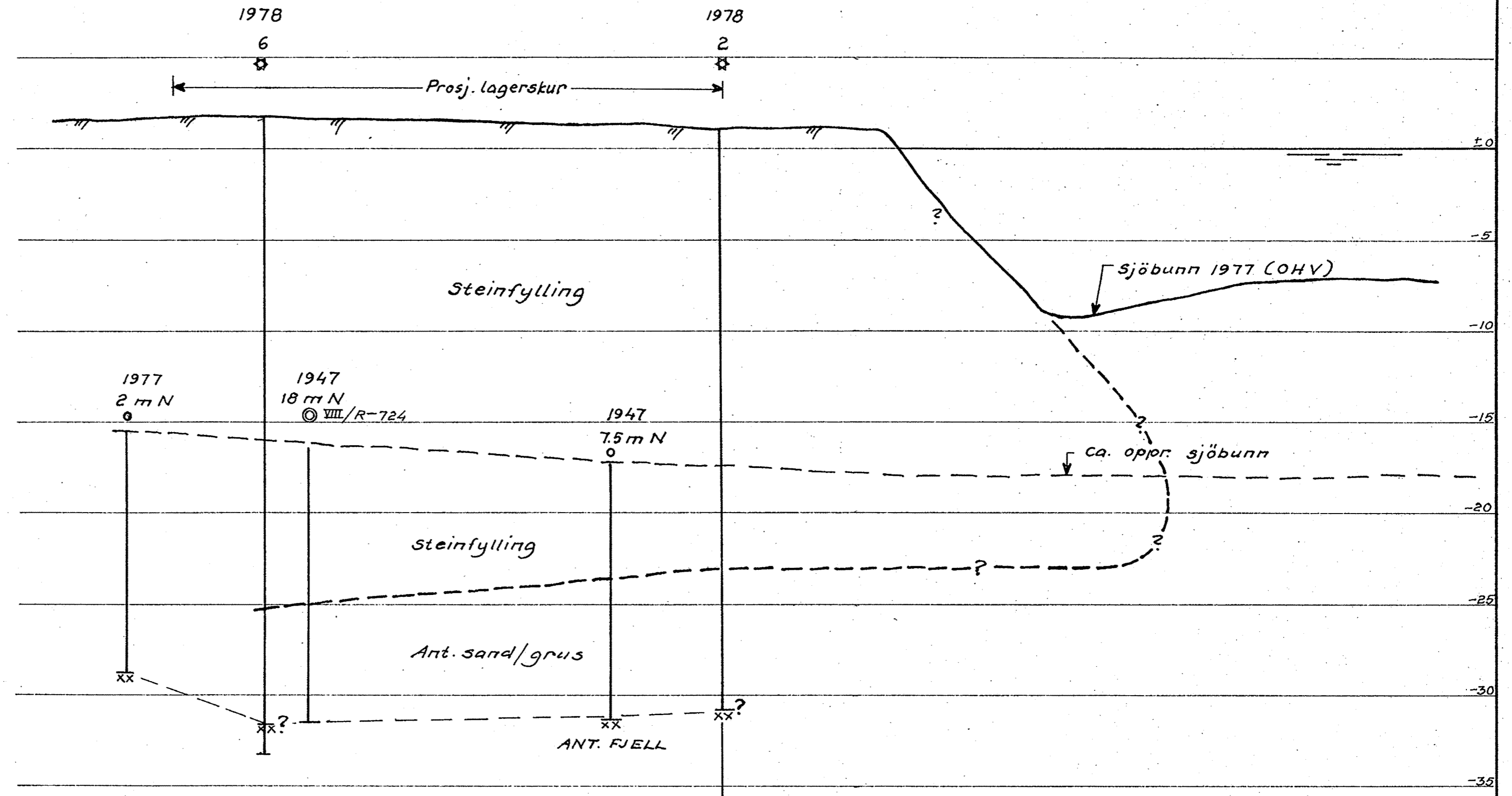
Fibertorv	H 1 - H 4, planterester lett synlig
Mellomtorv	H 5 - H 7, planterester svakt synlig
Svarttorv	H 8 - H10, planterester ikke synlig.

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

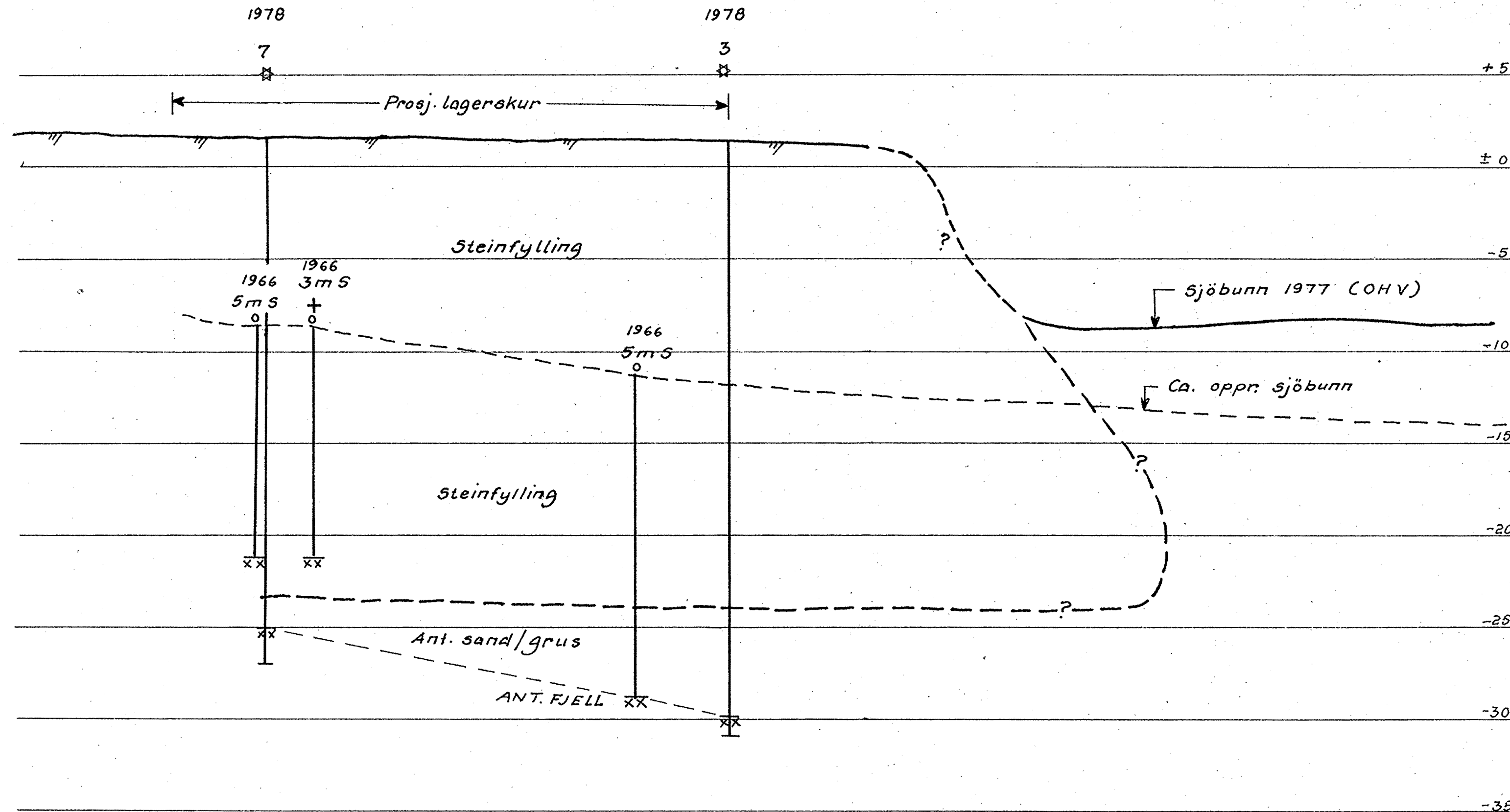
Proctorforsøk brukes til å undersøke pakkningsegenskapene hos jordarter, spesielt hos velgraderte friksjonsmasser. Massen blir stampet lagvis inn i en stålsylinder av bestemt volum, og tørr romvekt beregnet etter tørking av prøven. Avhengig av pakkingsarbeidet skilles mellom standard Proctor og modifisert 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.



Rettet:		Kart ref.
KNEPPESKJÆR- UTSTIKKEREN Profil A-A (OHV's profil 40)		
Målestokk 1:200	R- 724	
Bilag 12		
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor		Dato/Nov.78

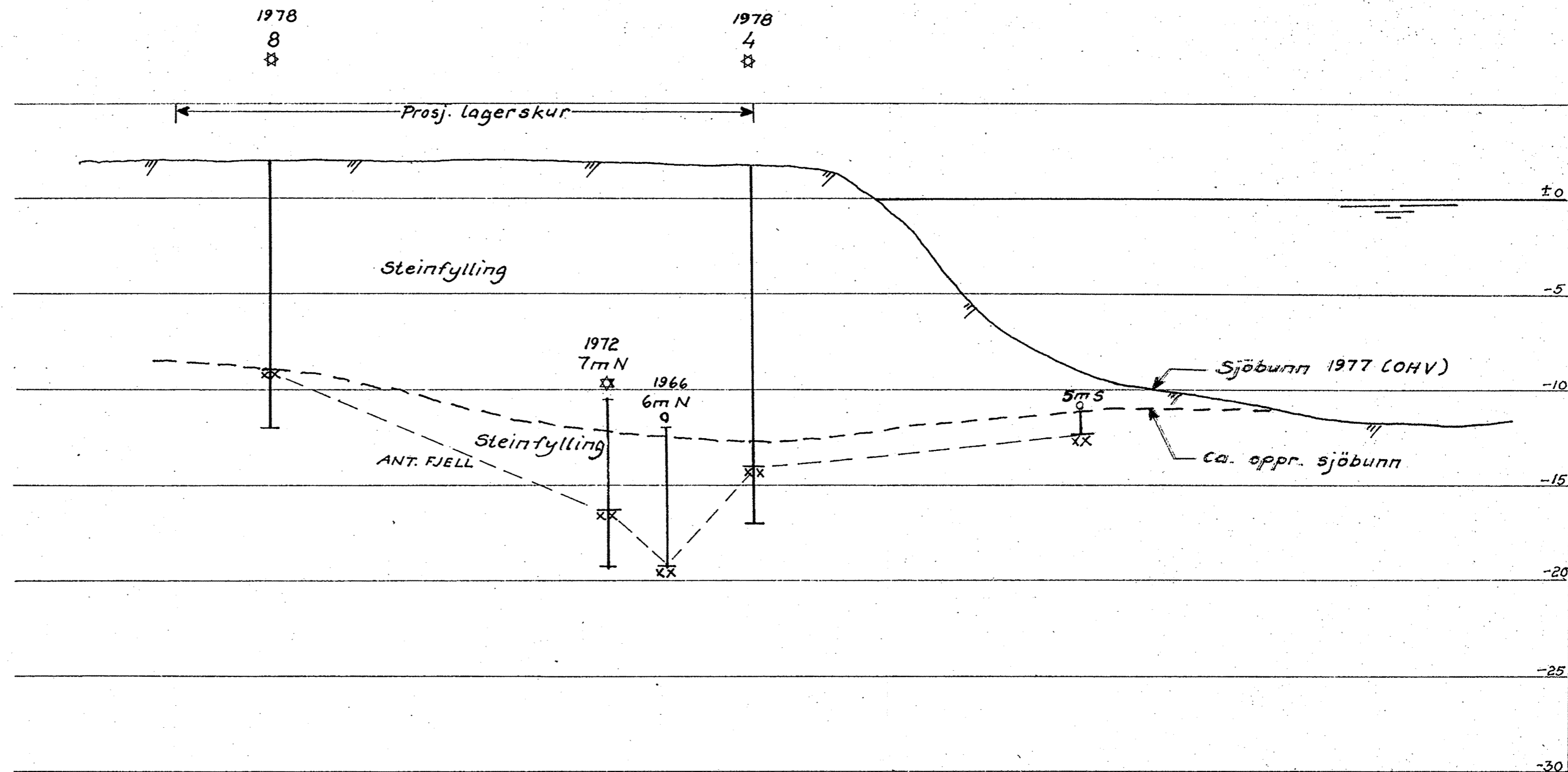


Rettet:		Kart ref.
KNEPPESKJÆR- UTSTIKKEREN		
Profil B-B (OHV's profil 80)		
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor		
Målestokk 1:200	R-724	Bilag 13
Dato Nov. 78		



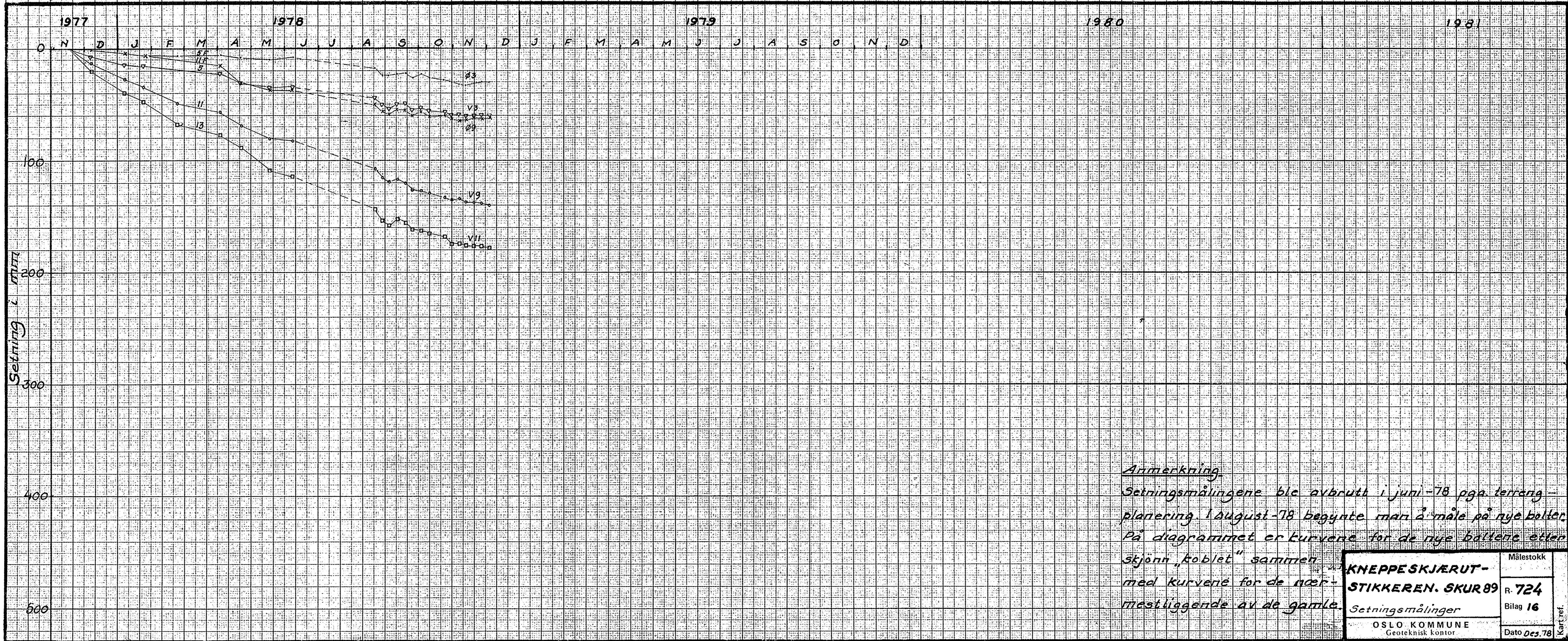
Rettet:

KNEPPESKJÆR - UTSTIKKEREN Profil C-C (OHV'S profil 120)	Målestokk 1:200	Kart ref.
	R-724	
Bilag 14		
Dato Nov.78		
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor		



Rettet:

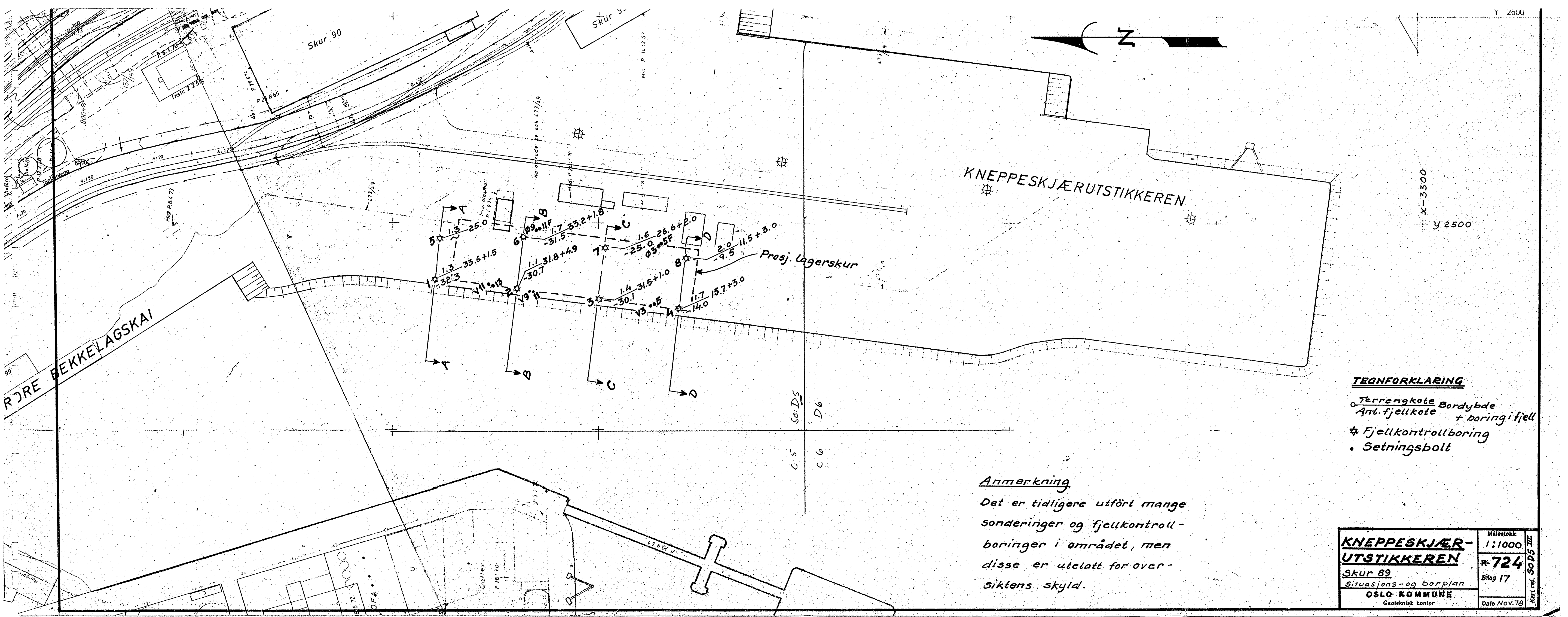
KNEPPESKJÆR- UTSTIKKEREN Profil D-D (OHV's profil 160)	Målestokk 1:200	Kart ref.
	R-724	
Bilag 15		
Dato Nov 78		
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor.		



Anmerking
 Setningsmålingene ble avbrutt i juni-78 pga. terrang-
 planering. I august-78 begynte man å måle på nye bolter.
 På diagrammet er kurvene for de nye boltene etter
 skjønn "koblet" sammen
 med kurvene for de nær-
 mestliggende av de gamle.

KNEPPE SKJERUT- STIKKEREN. SKUR 89 Setningsmålinger OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Målestokk
	R. 724
	Bilag 16
	Dato Des. 78

Kart ref.



TEGNFORKLARING

- Terrengkote Bordybde
- Ant. fjellkote + boring i fjell
- ⊛ Fjellkontrollboring
- Setningsbolt

Anmerkning

Det er tidligere utført mange sonderinger og fjellkontrollboringer i området, men disse er utelatt for oversiktens skyld.

KNEPPESKJÆR- UTSTIKKEREN	Målestokk 1:1000
	R-724
Skur 89	Bl. 17
Situasjons- og borplan	
OSLO KOMMUNE	
Geoteknisk kontor	
	Dato Nov. 78