

Tilhører Undergrundskartverket
Må ikke fjernes

*



OSLO KOMMUNE
GEOTEKNISK KONTOR

No: B1 III

raf. ams
85



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

RAPPORT OVER

Nationaltheatret stasjon, Oslo Sporveier

R-1470-2

24. mai 1983

2. del: Anbudsrapport i forbindelse
med utvidelse og ombygging

INNHOLDSFORTEGNELSE	Side
SAMMENDRAG	2
INNLEDNING	3
MARK- OG LABORATORIEARBEID	3
GRUNNFORHOLD	3
PORETRYKK/GRUNNVANN	4
BERGARTER	4
FUNDAMENTERING	5
GRUNNARBEIDER	5
HENSYN TIL NABOBYGNINGER	6

BILAGSFORTEGNELSE

Bilag 0:	Standardbeskrivelse av bor- og laboratoriearbeider
" 16:	Borprofil/prøveserie H 1 Haukelid 1943
" 17:	" " I NSB 1946
" 18:	" " II NSB 1946
" 19:	Prøveserie/vingeboring 201 NGI 1955
" 20:	" " 202' NGI 1955
" 21:	Vingeboring 207 NGI 1955
" 22:	Situasjons- og borplan
" 23:	Fjellkotekart
" 24:	Poretrykksmålinger

SAMMENDRAG

Nationaltheatret stasjon, Oslo Sporveier, skal utvides og delvis bygges om.

De nye tekniske rom blir stort sett liggende over NSB's vestgående tunnel, som her ble bygget i åpen fjellskjæring, og som i dag er dekket med 6-8 meter fyllmasser.

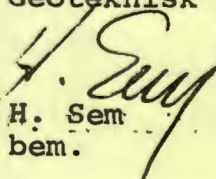
Løsmassene ellers består av fyllmasse med varierende mektighet, derunder tørrskorpeleire til ca 3-4 meters dybde, og så leire til fjell. Leiren er stort sett middels fast, og lite sensitiv, men kan i dybden være bløt og middels sensitiv. Innenfor graveområdet er det 1,5-12 meter til fjell.

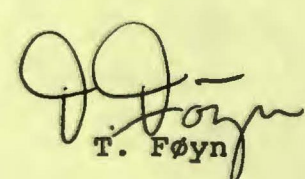
Tunnelene i området har delvis drenert området, og ved fjell er det målt et forholdsvis lavt potensialnivå (stigenivå) for grunnvannet.

De nye konstruksjoner skal fundamenteres til fjell, enten direkte, via peler/pilarer eller via eksisterende konstruksjoner.

Grunnarbeidene ventes ikke å by på spesielle problemer. Det må tas hensyn til nabobygninger ved å unngå unødig drenasje og rystelser.

Geoteknisk kontor


H. Sem
bem.


T. Føyn

INNLEDNING

På oppdrag fra A/S Oslo Sporveier har Geoteknisk kontor foretatt prosjektering av grunnarbeidene for utvidelse og ombygging av Nationaltheatret stasjon.

Foreliggende rapport beskriver grunnforholdene og gir visse retningslinjer for anleggsarbeidene. Rapporten er laget spesielt med henblikk på anbudsutsendelsen, og inngår i anbudsdocumentene.

Arbeidene som skal gjøres er bl.a.: Delvis ombygging av eksisterende vestibyle og gangpassasjer, bygging av nye tekniske rom, og bygging av adkomstramper som erstatning for eksisterende trapper.

De nye tekniske rommene skal stort sett bygges over vestgående NSB-tunnel, som akkurat her ble bygget i åpen fjellskjæring.

MARK- OG LABORATORIEARBEID

Det eneste som er gjort av markarbeid spesielt for den aktuelle utvidelse, er nedsetting av én poretrykksmåler (piezometer) ; nr 361. Dette ble gjort av mannskaper fra Geoteknisk kontor den 19.10.1982.

Forøvrig er våre vurderinger og beregninger basert på tidligere utførte grunnundersøkelser.

Beskrivelse av bormetoder og laboratorieundersøkelser er gitt på bilag 0.

GRUNNFORHOLD

Bilag 22 viser hvor utvidelsen skal foretas og beliggenheten av tidligere foretatte prøveserier/vingeboringer. Et utsnitt av undergrunnskartet med fjellkoter er vist på bilag 23, i målestokk 1:500. Forøvrig omfatter anbudspapirene et mer detaljert fjellkotecart i målestokk 1:200.

Der gravearbeidene skal foregå varierer dybden til fjell mellom ca 1,5 og ca 12 meter.. Eksisterende underjordiske konstruksjoner i området ligger for det aller meste på nedsprenget fjell.

De naturlig avstatte løsmasser består vesentlig av leire. Stedvis kan det være noe sand/grus like over fjell.

Øverst er det fyllmasse av varierende mektighet, og derunder tørrskorpeleire ned til 3-4 meters dybde. Under tørrskorpen avtar leirens skjærstyrke ned til 6-9 meters dybde, hvorefter den stiger svakt med dybden. Laveste målte undrenerte skjærstyrkeverdier er på ca 20 kN/m², se borprofiler på bilag 16-21.

Leirens vanninnhold er stort sett 35-40 %. Sensitiviteten varierer endel: Prøveseriene som er tatt nærmest den prosjekterte utvidelsen, hull H I og II, viser at sensitiviteten øker fra liten

til middels med økende dybde. De andre prøveseriene og vinge-boringene viser liten sensitivitet også i dybden.

Over NSB's øst-vest tunnel er det fylt tilbake med masser som man ikke vet sammensetningen av, men som antas vesentlig å bestå av leire. Fyllmassenes mektighet er ca 6-8 m.

PORETRYKK/GRUNNVANN

Tunnelen for Holmenkolbanen (HKB) har drenert løsmassene i området siden den ble bygget i 1920-årene. Drenasjen har først og fremst foregått gjennom fjellet, i og med at tunnelsålen for det meste ligger på nedsprenget fjell. Drensvannet blir pumpet ut fra oppsamlingskummer som med lange mellomrom er plassert i tunnelen.

Da NSB-tunnellen ble bygget under HKB-tunnellen i 1970-årene, ble fjellet tettet ved injeksjon for å unngå drenasje til den nye dyptliggende tunnellen. Allikevel regner vi med at det har foregått noe drenasje, spesielt i anleggstiden før tunnelen ble støpt.

Bilag 24 viser beliggenheten av poretrykksmålerne (piezometre) i området, og måleresultater i tidsrommet oktober 1982 - april 1983.

Målerne som står nærmest tunnellen, og med spissen ved antatt fjell (nr 344 og 361), viser et potensialnivå (stigenivå) som ligger forholdsvis dypt under terrengnivået ved den enkelte måler, h.h.v. ca 4 og ca 6,5 m. Dette bekrefter etter vår mening at det er en drenasje gjennom fjellet.

På et sted står det målere i to nivåer (nr 345 A og B). Her viser den dypeste, som har spissen ved antatt fjell, et potensialnivå som er ca 3 m lavere enn det den andre viser. Dette tyder også på en drenasje gjennom fjellet.

Uavhengig av grunnvannets lave potensialnivå ved fjell kan det også være en grunnvannstand som ligger nokså grunt under terreng, anslagsvis i 2-3 meters dybde.

BERGARTER

Bergarten i det området som skal utvides består av sedimenter fra ordoviciums etasje 4 b og da vesentlig kalkrike leirsteiner fra 4 b β , i flg. F. Huseby, NSB karakterisert som tykkbenkete kalksteinslag. Lagenes strøkretning er ca N 80 $^{\circ}$ med fall 70-80 $^{\circ}$ mot syd.

En vertikal diabasgang med retning NNØ-SSV krysser gjennom anlegget i sydenden av selve stasjonshallen.

Oppsprekningen har to hovedretninger:

1. følger lagdelingen med strøk ca N 80 $^{\circ}$ og fall 75-80 $^{\circ}$ syd.
2. tilnærmet vinkelrett på lagdelingen og har strøkretning N 180 $^{\circ}$ med fall 80-90 $^{\circ}$ mot sydvest. Relativt steilt sydøstlig fall kan også forekomme.

I tillegg kan man observere mer spredt relativt flatliggende opp-

sprekning.

Oppsprekningen er i dette området relativt moderat, og ingen større svakhetssoner er observert der utsprengningen skal foregå.

FUNDAMENTERING

De nye konstruksjonene skal fundamenteres til fjell eller på eksisterende konstruksjoner som står på fjell.

Ventilasjonstunnellen og deler av nordre rampe skal settes på peler. Deler av de tekniske rom skal fundamenteres på pilarer.

Peleramning.

Det kan være nødvendig å forgrave gjennom de øverste fyllmassene før pelingen kan foretas. Forøvrig regner vi ikke med at grunnforholdene vil gi problemer i forbindelse med pelearbeidene. Eventuell sand/grus over fjell antas å være av så liten mektighet at pelene vil trenge gjennom og ned til fjell.

GRUNNARBEIDER

Ramning av spunt.

Vi regner med at det er nødvendig å foreta forgraving gjennom fyllmasser for mesteparten av spuntene. De naturlig avsatte løsmassene skulle ikke by på problemer hva spuntramning angår.

Spesielt for ventilasjonstunnellen er det viktig at spuntveggen er tett slik at man unngår unødig drenering av leiren. Spuntene skal derfor rammes i lås og det skal brukes hjørnelåser i spunt-hjørnene som ligger nærmest Karl Johans gate.

Graving.

Store deler av gravemassene vil være tørrskorpeleire og fyllmasser av grus og stein fra vei-overbygning m.v.

Ved utgraving for de tekniske rom og ventilasjonstunnellen, kan den naturlig avsatte leiren være bløt fra ca 6 meters dybde. Man må også være forberedt på at fyllmassene over NSB-tunnellen delvis kan være bløt leire. I anbudsgrunnlaget er det gitt retningslinjer for gravearbeidene.

Det er regnet med graveskråninger med helning 1:1. Lokalt vil skråningene kunne stå steilere i kort tid, men plutselig avskalking vil i så fall kunne inntreffe med fare for skader på personell og materiell. Hvis det viser seg å være bløt leire av flere meters mektighet, kan det bli nødvendig å gjøre skråningene slakere enn 1:1.

Selv om det ikke overalt skal graves ut til fjell, er spuntveggene dimensjonert for dette. Eventuelle endringer av de oppsatte

graveplaner skal imidlertid godkjennes av Geoteknisk kontor på forhånd.

Boring og sprenging.

De ordoviciske kalksteiner/leirsteiner er lettsprengte bergarter. De har normal til god borsynk og liten borslitasje. Diabasganger og andre eruptivganger er hardere og kan forårsake større slitasje på utstyr. De er imidlertid ofte smale og oppsprukne, og dersom mektigheten er mindre enn ca 5 cm på disse gangene, vil de ikke forårsake ekstra sprengningsmessige tiltak.

Vanntilstrømning.

Gjennom naturlig avsatt leire vil det strømme meget lite vann inn i byggegropene. Men pga. mye fyllmasser, og at det skal graves til fjell (med etterfølgende sprenging), vil det være nødvendig med pumping fra hver enkelt byggegrop. Til tross for grunnvannets lave potensialnivå ved fjell, må man regne med at løsmassene er tilnærmet vannmettet også over dette nivået.

Belastninger på terreng.

Nærmere enn 6 meter fra teoretisk topp (helning 1:1) av graveskråninger eller fra spuntvegger tillates ikke belastninger på terreng på over 10 kN/m². Forøvrig tillates belastninger på terreng på opptil 50 kN/m². Det tilsvarer f.eks. massedeponering i inntil ca 3 meters høyde.

Plassering av tyngre enkeltlaste, som f.eks. byggekraner, skal godkjennes av Geoteknisk kontor på forhånd.

HENSYN TIL NABOBYGNINGER

Rystelser.

I forbindelse med graving, spunting og sprenging må det tas hensyn til nabobygninger og eksisterende konstruksjoner, slik at disse ikke påføres skader. Det vil bli foretatt rystelsesmålinger, og om nødvendig vil grensene for rystelsene bli justert etter hvert som arbeidene går fremover.

Setninger.

Det er valgt et dretnivå som i den permanente situasjon ikke antas å ville påvirke poretrykkssituasjonen i nevneverdig grad. I anleggstiden regner vi imidlertid med at det kan bli noe dretnasje, spesielt gjennom fjell. Dette kan tenkes å gi et noe redusert poretrykk i grunnen, som igjen muligens kan gi noe dretnasje på løsmassefundamenterte nabobygninger. De aktuelle bygninger er blitt nivellert jevnlig de siste 10-15 år, og i anleggstiden vil setningsmålinger bli foretatt med korte intervaller.

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 låst 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 (det 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 ut fra 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 $\phi 54$ 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.

Poretrykkmåling 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 porevanntrykket 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/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. Unntakvis blir fullt tverrsnitt ($\phi 54$ 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 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 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 tørr 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.

Fortørvningsgraden 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 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.



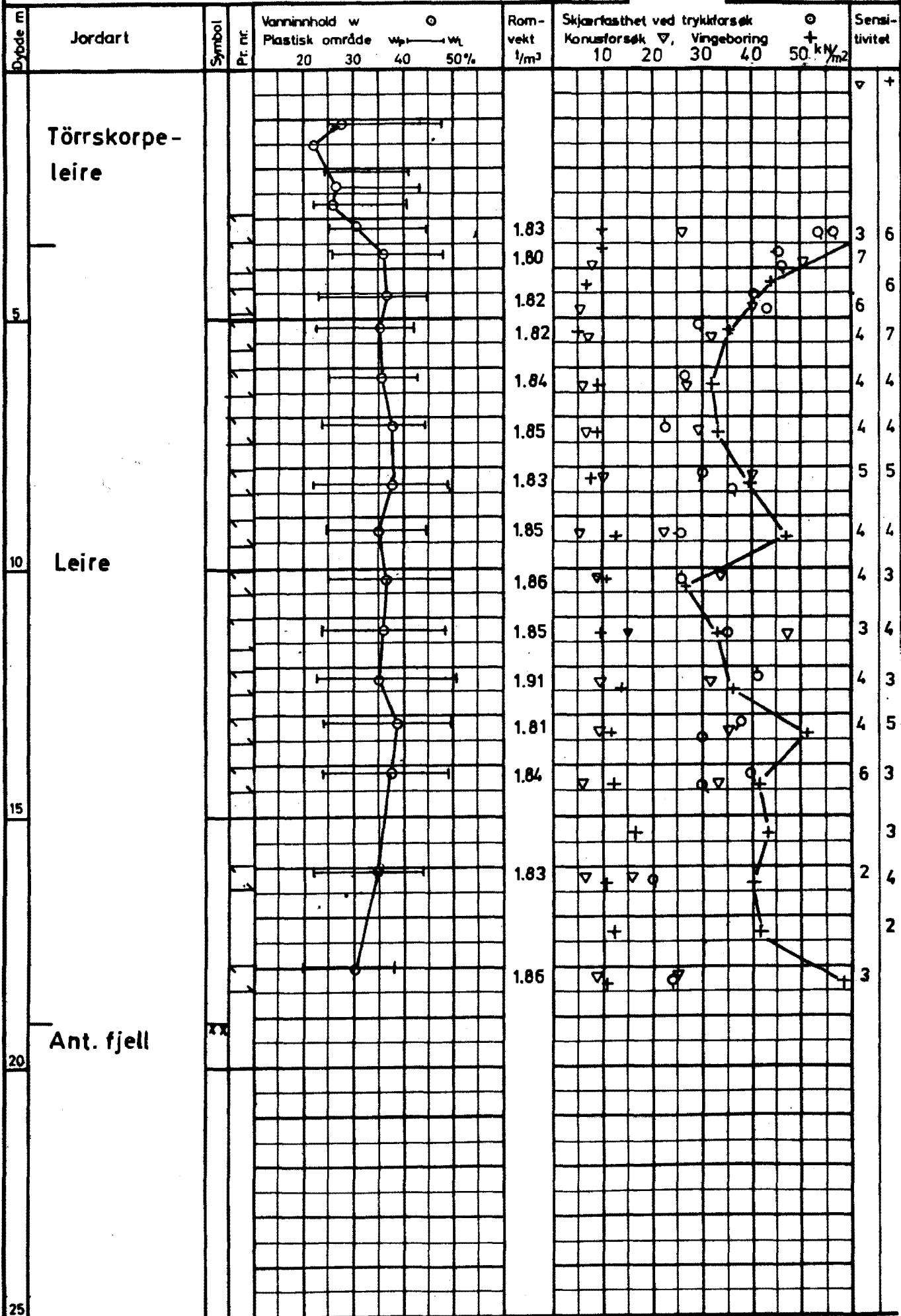
Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Romvekt γ/m^3	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensitivitet	
				Plastisk område		w_p	w_L		Konusforsøk ∇	Vingebooring		\oplus		
				20	30	40	50%		10	20	30	40	50 KN/m^2	
	FYLLING													
	Törrskorpeleire							193						6
								187						
5	Leire							186						19
								188						26
								186						25
								187						13
	Avsluttet													
10														
15														
20														
25														

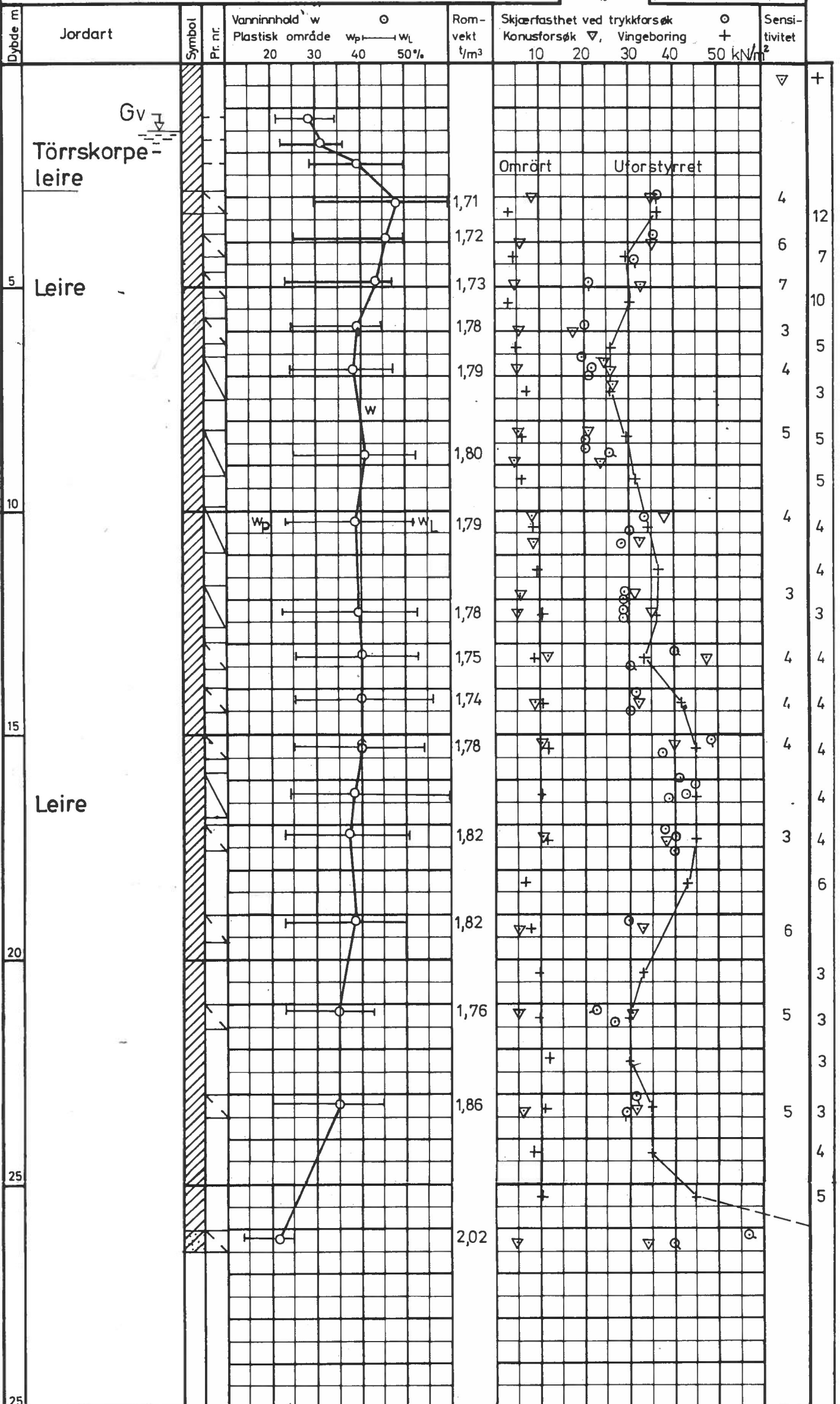
Bemerk!
Sensitiviteten er regnet ut som forholdet mellom relativ fasthet i uomrørt og omrørt prøve



Dybde m	Jordart	Symbol	Vanninnhold w				Romvekt γ_m	Skjærfasthet ved trykkforsøk					Sensitivitet
			Plastisk område		w_p	w_L		Konusforsøk ∇		Vingeborring		\oplus	
			20	30	40	50%	10	20	30	40	50 kN/m ²		
	Törrskorpe - leire												4
	Finsand												7
5	Leire												6
													9
													13
													18
													21
10													11
													9
	Ant. fjell	XX											
15													
20													
25													

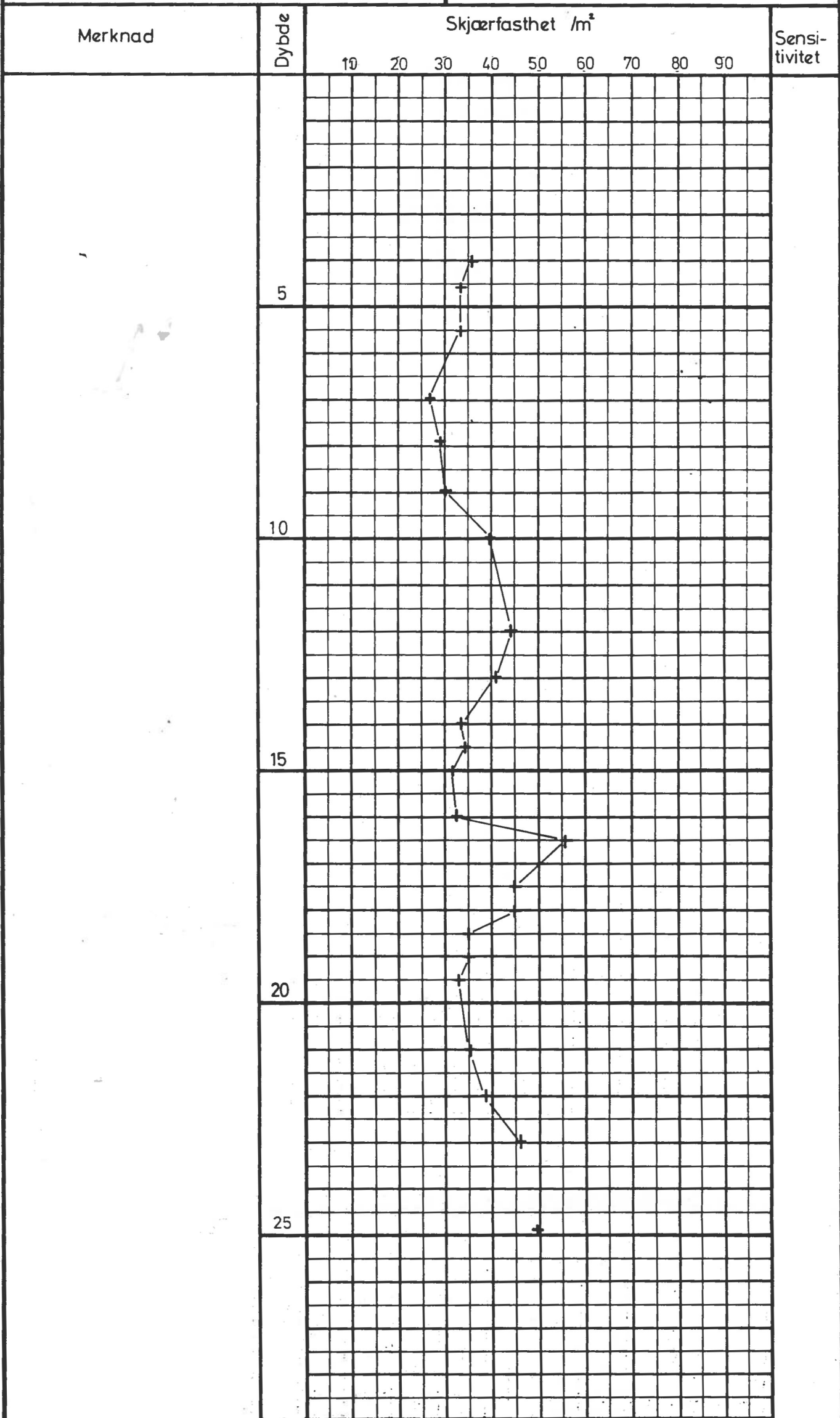
Bemerk!
Sensitiviteten er regnet ut som forholdet mellom relativ fasthet i uomrørt og omrørt prøve

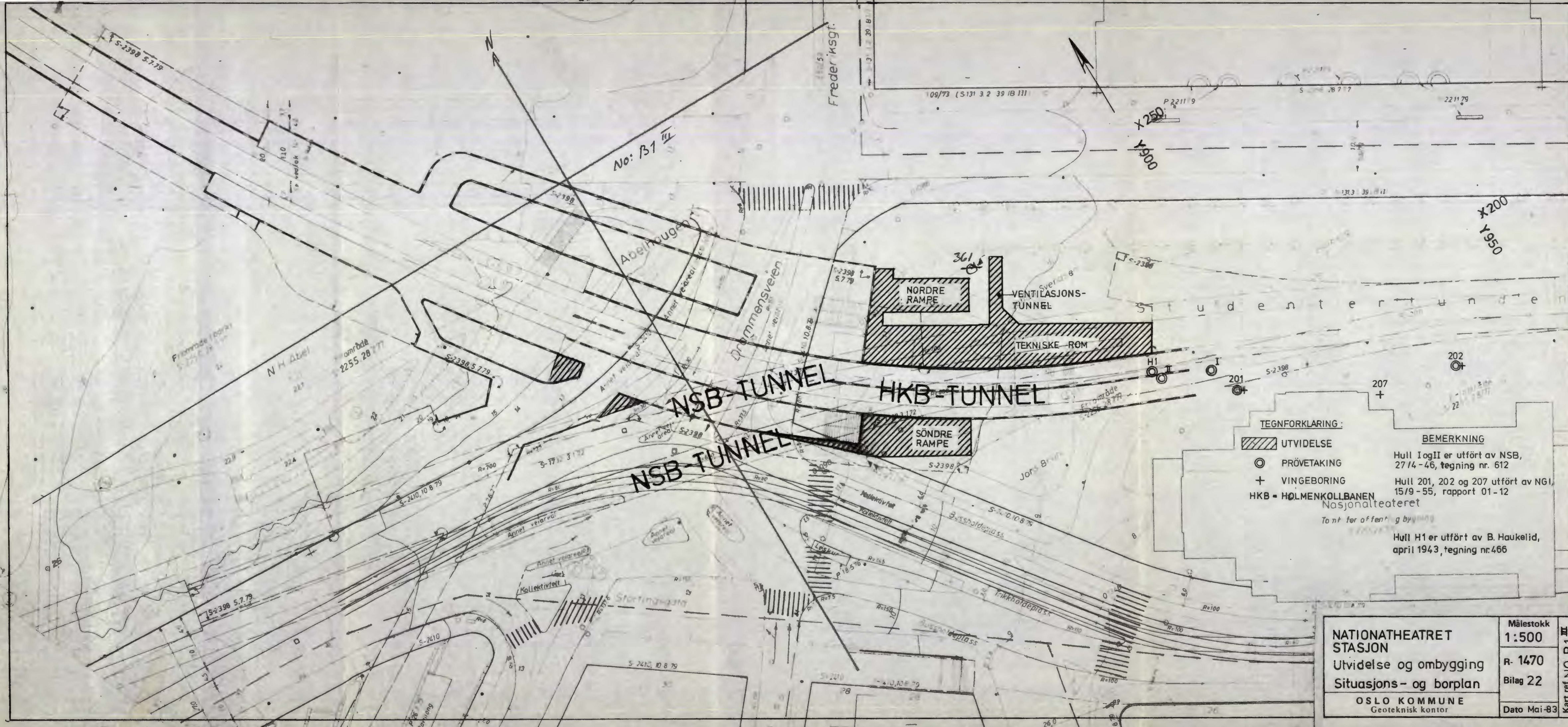




OSLO KOMMUNE GEOTEKNISK KONTOR
 VINGEBORING utført i 1955 av NGI
 Sted: NATIONALTHEATRET ST.

Hull: 207 Bilag: 21
 Nivå: 7,2 Oppdr.: R-1470
 Ving: _____ Dato: Mai -83





TEGNFORKLARING:

-  UTVIDELSE
-  PRÖVETAKING
-  VINGEBORING

BEMERKNING

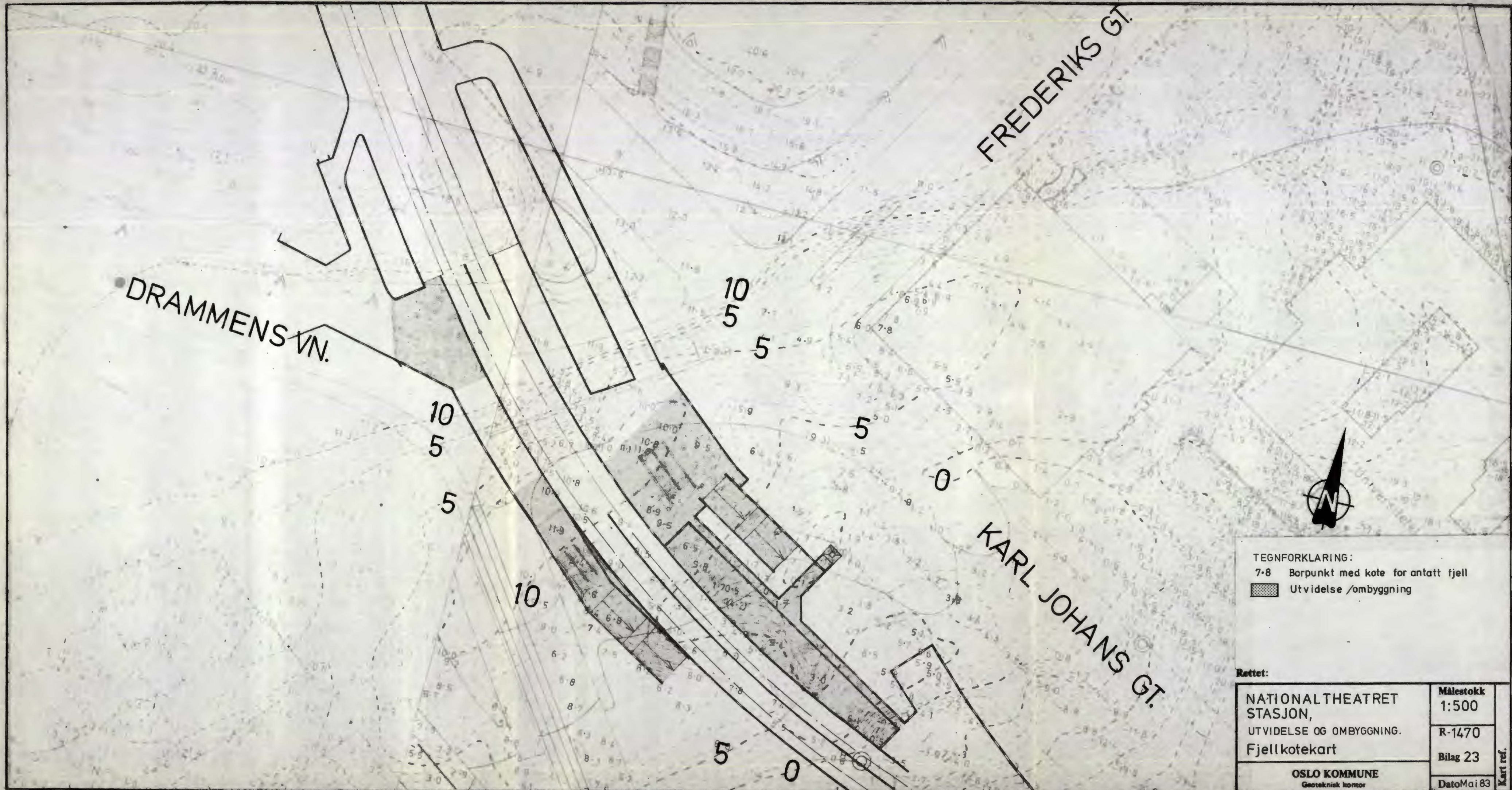
Hull I og II er utført av NSB, 27/4-46, tegning nr. 612

Hull 201, 202 og 207 utført av NGI, 15/9-55, rapport 01-12

Hull H1 er utført av B. Haukelid, april 1943, tegning nr. 466

NATIONATEATRET STASJON
 Utvidelse og ombygging
 Situasjons- og borplan
 OSLO KOMMUNE
 Geoteknisk kontor

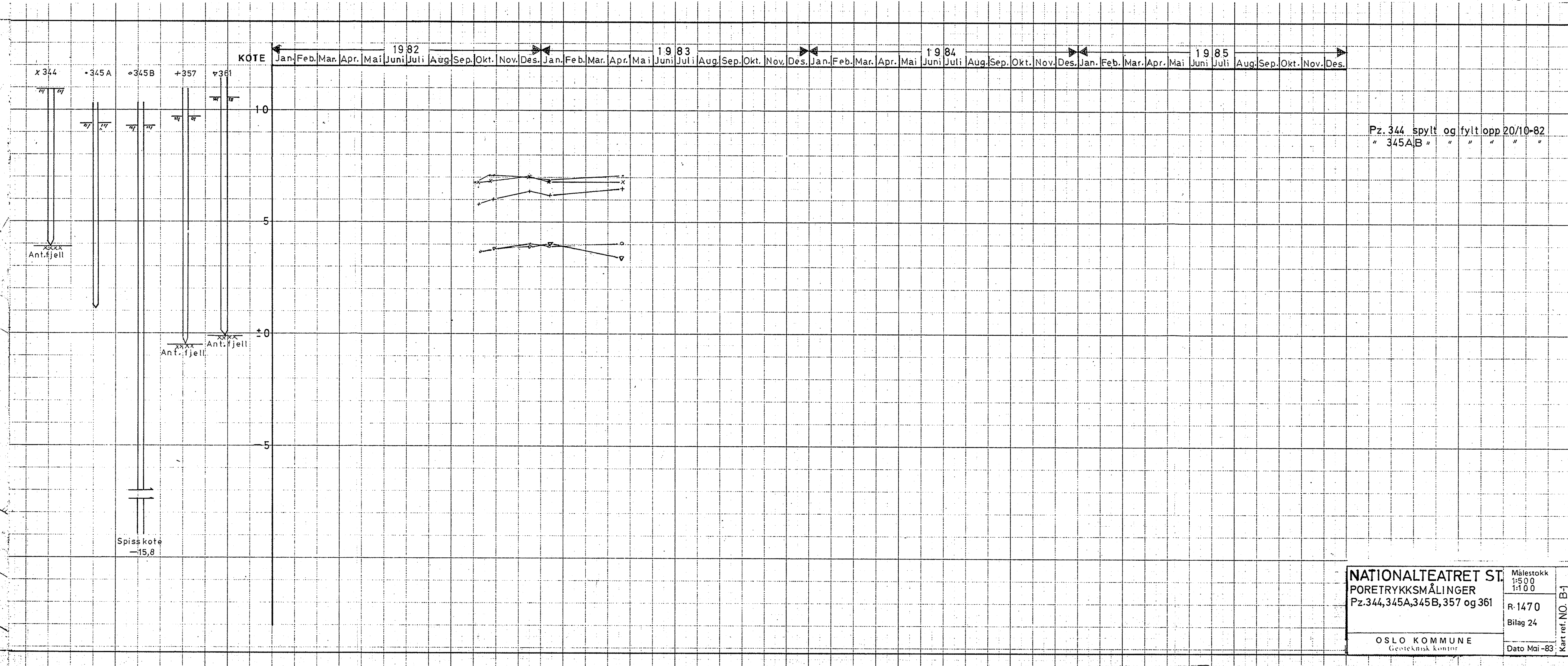
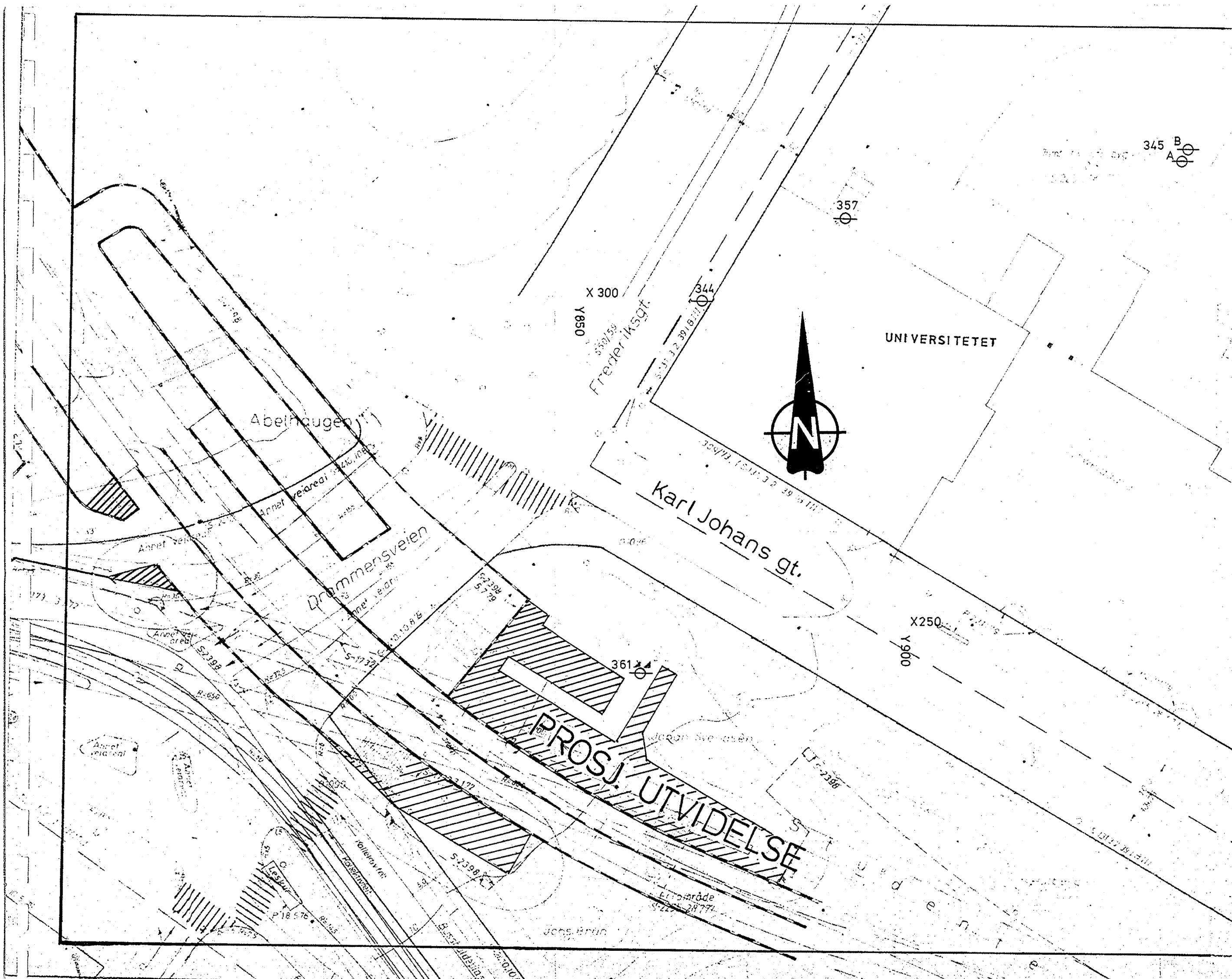
Målestokk
1:500
 R- 1470
 Bilag 22
 Dato Mai-83
 Kart ref. NO, B1 II



TEGNFORKLARING:
 7-8 Borpunkt med kote for antatt fjell
 [Shaded Box] Utvidelse /ombygning



Rettet:		Kart ref.
NATIONALTHEATRET STASJON, UTVIDELSE OG OMBYGGNING. Fjellkotekart		
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Målestokk 1:500 R-1470 Bilag 23 Dato Mai 83	



Pz. 344 spylt og fylt opp 20/10-82
 " 345A/B " " " " " " "

NATIONALTEATRET ST.
PORETRYKKS MÅLINGER
 Pz. 344, 345A, 345B, 357 og 361

Målestokk
 1:500
 1:100

R. 1470
 Bilag 24

Dato Mai-83

OSLO KOMMUNE
 Geoteknisk kontor

Kart ref. NO. B1