

OSLO KOMMUNE
GEOTEKNISK KONTOR

overf. NVEI III
okt 90 SVEI IV

NV: E 1, SV: E 1



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

RAPPORT OVER:

HOVEDLEDNINGER VÆKERØ

R-1965-1 4. juni 1984.

Bilag 0: Beskrivelse av bormetoder og laboratorieundersøkelser
" 1: Profil
" 2: Situasjons- og borplan

INNLEDNING

I henhold til rekvisisjon nr. 14187 av 9. sept. 1983 fra Oslo vann- og kloakkvesen har geoteknisk kontor utført spredte sonderboringer til antatt fjell, og vurdert virkningen av grunnvannsenkning i nærheten av et hovedledningsanlegg som er under bygging på Vakerø.

Første byggetrinn av Norsk Hydros prosjekterte administrasjonsbygg på Vakerø vil få laveste kjellergulv på kote + 2,4. Dette innebærer et drenasjenivå rundt bygget på ca kote + 2,0, hvilket fører til en senking av grunnvannstanden i de nærliggende områder. Vannverkets nye hovedledningsanlegg er under utførelse.

Hensikten med grunnundersøkelsene har vært å fremskaffe supplerende data for å kunne vurdere om ledningsanlegget vil få setninger/skader som følge av den forventede grunnvannsenkningen.

Det er tidligere utført omfattende geotekniske undersøkelser av NOTEBY A/S i tidsrommet fra 1980 til 1982. Resultater fra disse undersøkelsene er fremstilt i NOTEBYS rapport nr. 18740 av 1. des. 1982. Det er i hovedsak ovennevnte rapport som er lagt til grunn når virkningen av grunnvannsenkningen er vurdert.

MARKARBEID

Markarbeidet er utført av mannskap fra vårt kontor. Blant annet på grunn av traseforandringer ble arbeidet utført i flere omganger. Boringene ble utført 2.9, 25.11, 27.12 1983 og 6.1 1984 og omfatter 24 enkle sonderinger til ant. fjell, samt nedsetting av en poretrykksmålere. Resultatene er fremstilt på situasjons- og borplanen, bilag 2.

Borpunktene ble satt ut etter utmål fra kumpunkter som var utsatt av OVK. Borpunktene er nivellert med utgangspunkt i fastmerker nr. 25 og 34 som trolig er utsatt av Noteby A/S. I følge OVK har fastmerkene høyder på henholdsvis 7,04 og 10,09.

GRUNNFORHOLD

Mellom kum 2 og 4 viser grunnboringene at løsmassemektheten varierer opp til 10 m, og med fjell i dagen ved kum 2. Knappt 5 m vest for kum 3 faller fjelloverflaten steilt mot kum 3 til ca 10 m dybde, hvoretter fjellet stiger igjen mot kum 4. Bordybene 5 m vest for kum 3 er imidlertid noe usikker.

Poretrykkmåleren, Pz 1, som er satt ned mellom kum 3 og 4, viser at poretrykket varierer med nedbørsmengden. Gjennomsnittsvannstanden er imidlertid drøye 2 m under terrengnivået i dette området (dvs. ca kote 3,0).

Mellom kum 7 og 9 varierer bordybde til ant. fjell i den endelige traseen. Mellom kum 7 og 8 er løsmassemekktigheten i gjennomsnitt 4-5 m. Ved kum 8 faller imidlertid fjellet meget steilt mot nord (mot kum 9) og løsmassemekktigheten øker til mer enn 15 m. Fjellforløpet mellom kum 7 og 9 er vist på lengdeprofilen, bilag 1.

Borprofilene fra prøveseriene som er tatt opp og analysert av NOTEBY A/S viser at løsmassene stort sett er ensartet over hele det aktuelle området (kum 7-9). Under ca 2 m tørrskorpeleire er leiren sensitiv og meget bløt, tildels kvikk. Udrenert skjærstyrke er flere steder målt mindre enn 10 kN/m². På grunnlag av borprofilene er det også antatt at leiren er normalkonsolidert under 4,5 m dybde. Kompresjonsmodulen M antas gitt ved formelen $M \approx m \sigma'$ hvor modultallet m er satt lik 15 og σ' angir effektiv vertikalspenning i jorden.

Poretrykkmålerene (Pz 3) nedsatt av NOTEBY A/S ca 30 m vest for kum 6 viser også variasjon med nedbørsmengden. I gjennomsnitt står imidlertid grunnvannstanden ca 2 m under terrengnivå (dvs. ca kote 6,0).

Ca. 30 m vest for ledningstraseen mellom kum 8 og 9 står det også en poretrykkmåler (Pz 2) hvor poretrykket varierer mellom nedbørsmengden. Også denne er nedsatt av NOTEBY A/S og viser en grunnvannstand i gjennomsnitt drøye 2 m under terrengnivå, (dvs. på ca kote 8,0).

Det er trolig at grunnvannsenkningen får størst betydning i dette området (kum 8-9), hvilket skyldes at løsmassemekktigheten er størst her, og at det planlagte byggets dretnivå vil ligge ca 6 m under dagens grunnvannspeil.

SETNINGER

Kum 2-4

Setningene på ledningsanlegget mellom kum 2 og 4 vil bli ubetydelig fordi det her ikke kan bli nevneverdig grunnvannsenkning. Boringene ble her primært utført fordi man hadde stabilitetsproblemer under utførelsen av ledningsanlegget.

Kum 7-9

Setningene på ledningsanlegget mellom kum 7 og 8 blir ubetydelig fordi ledningsgrøfta enten ligger i fjellskjæring eller med meget små dybder til fjell. Dette er vist på lengdeprofilen, bilag 1.

Mellom kum 8 og 9 er imidlertid grunnforholdene av en slik art at en drenering av Norsk Hydro's nybygg på kote 2,0 kan medføre relativt store setninger på ledningsanlegget. Det er meget vanskelig å forutsi hvor stor grunnvannsenkningen vil bli langs ledningen mellom kum 8 og 9 som ligger 80-90 m øst for drenskilden. Foruten avstanden til drenskilden, er størrelsen på grunnvannsenkningen under ledningsanlegget avhengig av løsmassenes og fjellets permeabilitet. Ofte er permeabiliteten av fjell større enn i løsmassene.

Løsmassemekktigheten mellom kum 8 og 9 er på det meste 15-20 m. Setningene antas å bli størst der løsmassemekktigheten er størst. I denne forbindelse har vi vurdert faren for om setningene kan bli så store at det blir motfall på spillvannsledningene. Denne faren anses imidlertid som meget liten. Under de mest ugunstige forutsetninger kan setningene ut fra våre beregninger teoretisk sett maksimalt bli ca 40 cm ved kum 9. I praksis vil imidlertid setningene trolig bli maksimalt 20-30 cm og gradvis avta mot nord og syd etterhvert som løsmassemekktigheten avtar. Setninger av en slik størrelsesorden vil ikke forårsake motfall og det antas at ledningene kan utsettes for disse setninger uten å bli skadet.

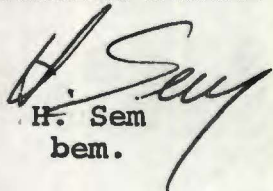
Ved kum 8 skifter fundamentet i ledningsgrøften fra fjell til 4-5 m bløt leire over en strekning på 4-5 m. Vi har vurdert hvor store setningsforskjeller som kan oppstå her. Et par meter vest for kum 8 hvor ledningene blir fundamentert på fjell vil det ikke oppstå noen setninger. Et par meter nord for kum 8 kan en fullstendig drenering til kote 2,0, noe som imidlertid er urealistisk, teoretisk sett forårsake en setning på i størrelsesorden 10 cm. I praksis anses det imidlertid sannsynlig at setningene ikke vil overstige 5 cm. Denne setning har vi forutsatt at ledningene kan tåle over en strekning på 4-5 m.

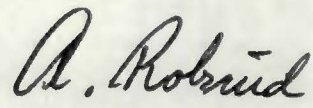
Det forventes at setningene vil foregå over meget lang tid. Dette skyldes bl.a. at grunnvannstanden trolig vil variere med årstid og nedbør. Det er ikke urimelig å regne med at setninger kan pågå i 20-30 år.

Som nevnt er det vanskelig å forutsi noenlunde nøyaktig hvor stor grunnvannsenkningen vil bli ved kum 8. Grunnforholdene er imidlertid meget ugunstige her, og faren for setningsskader anses å være størst i dette området. Av den grunn vil vi anbefale at det monteres en poretrykkmåler og en setningsmåler i nærheten av kum 8. På den måten vil vi kunne holde setnings- og poretrykkutviklingen under oppsikt og eventuelt treffe tiltak hvis grunnvannsenkningen eller setningene skulle bli større enn antatt.

Montering og avlesning av det nevnte utstyret vil i installasjonsåret koste ca kr 10000,-. Avlesningsutgifter vil i fremtiden beløpe seg til i størrelsesorden kr. 1-2000,- pr. år. Disse målingene vil være meget nyttige når det skal tas stilling til tiltak eller begrensninger i forbindelse med Norsk Hydro's 2. byggetrinn.

Geoteknisk kontor


H. Sem
bem.


/ 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 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 tette sluttende 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 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/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	> ' "

Skjærfastheten $x) s$ (t/m^2) bestemmes ved enaksede trykkforsøk. Normalt blir det skåret ut et prøveestykke 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 $x) S_t = \frac{s}{s'}$, 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 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.

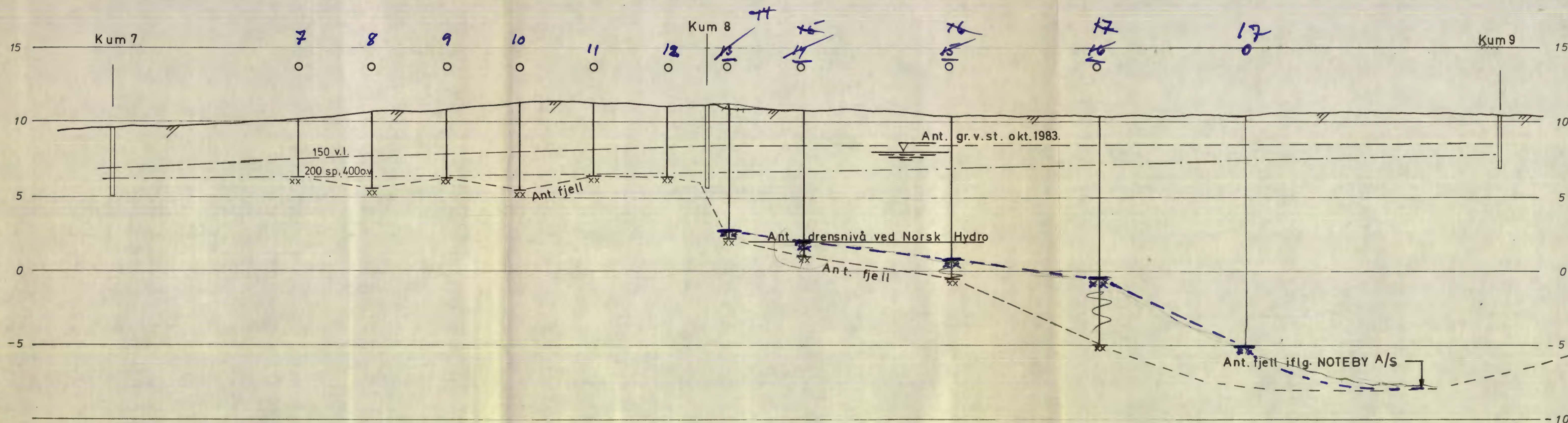
Kornfordelingsanalyser av friksjonsjordarter (grovere enn silt og leire) utføres ved sikting, som regel i helt tørt tilstand. Inneholder massen en del finere stoff blir den våtsiktet. For silt og leire benyttes hydrometeranalyse. En viss mengde tørt materiale oppslemmes i en bestemt mengde vann. Ved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

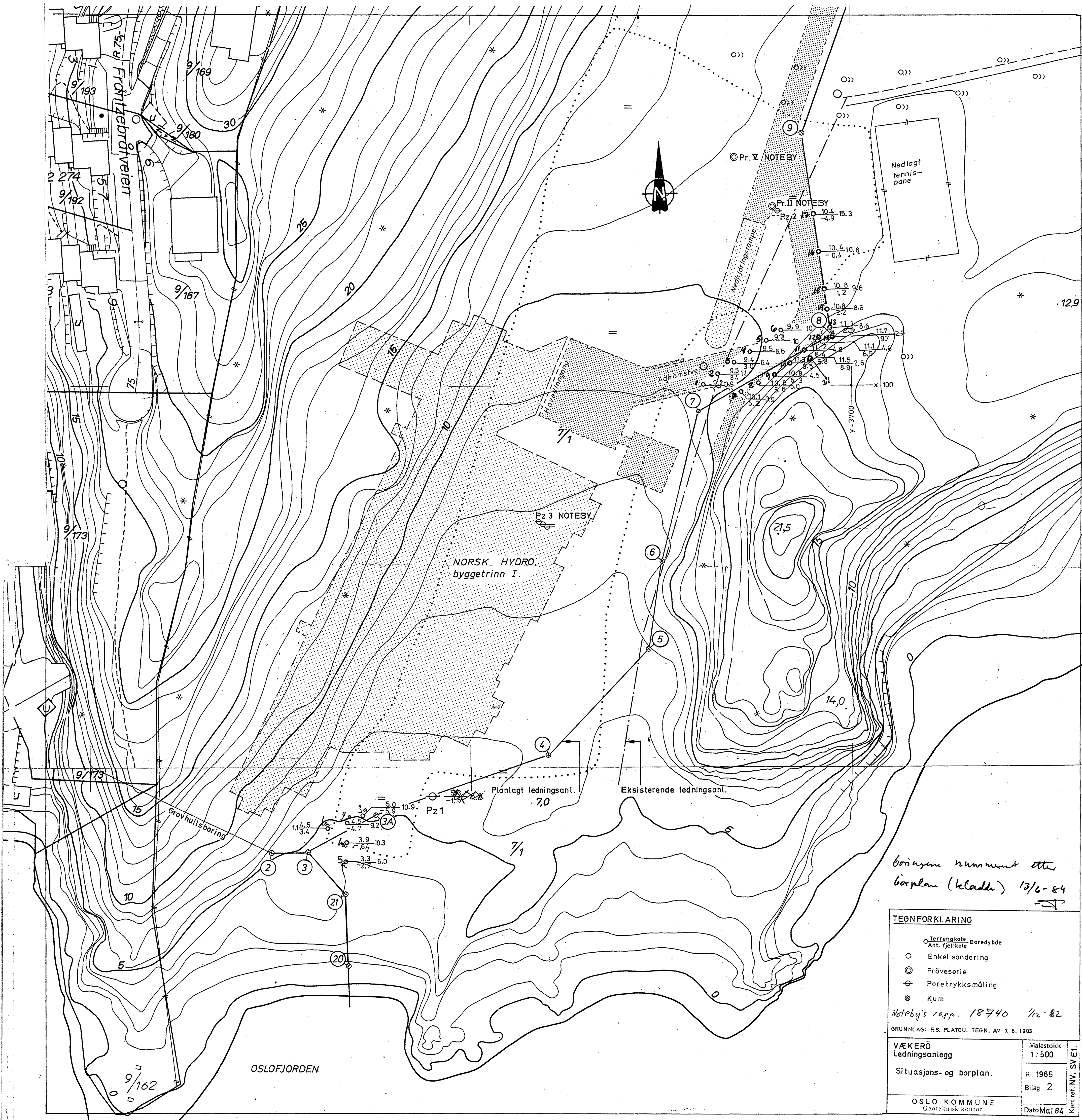
Organisk innhold (humusinnhold) bestemmes vanligvis ved glødning av tørt materiale. Glødetapet (vekttapet) angis i prosent av tørt materiale.

Proctorforsøk brukes til å undersøke pakningsegenskapene 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.



originalen rettet 13/6 - 84

VÆKERÖ Ledningsanlegg.	Målestokk 1:200	Kart ref. NV, SV E 1
LENGDEPROFIL	R. 1965	
	Bilag 1	
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Dato Mai 84	



*boringsnummeret etter
borplan (kolladde) 13/6-84*

TEGNFORKLARING	
○	Terrenkote Boredybde Ant. fjellkote
○	Enkel sondering
⊙	Prøveserie
⊕	Poretrykksmåling
⊗	Kum
Noteby's rapp. 18740 1/2-82	
GRUNNLAG: FS. PLATOU. TEGN. AV 7. 6. 1983	
VÆKERØ Ledningsanlegg	Målestokk 1:500
Situasjons- og borplan.	R. 1965 Bilag 2
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Dato: Mai 84

Kart ref. NV. SV. ET.