

SO: C4. C5
K
Oversatt
Feb. 96/ute

X

OSLO KOMMUNE
GEOTEKNISK KONTOR



Saksbehandler: E. Strøm

RAPPORT OVER
GRUNNUNDERSØKELSER FOR
KAI KONGSHAVN

R-2334-01 10. desember 1987

INNHold:

INNLEDNING
FELTARBEID
GRUNNFORHOLD
FUNDAMENTERING KAIPLATE
UTFYLLING
LOELVA
FREMDRIFT AV KAIPROSJEKTET
SAMMENDRAG - KONKLUSJON

BILAG- OG TEGNINGSOVERSIKT:

Bilag 0: Beskrivelse av bormetoder og laboratorieundersøkelser
Bilag 1: Borrporter

Tegn.nr.2334-1: Lengdeprofil A-A
" " " -2: Profil C-C og D-D
" " " -3: Dreietrykksonderinger
" " " -4: Lengdeprofil B-B
" " " -5: Situasjons- og borplan



INNLEDNING

Etter oppdrag fra Oslo Havnevesen har geoteknisk kontor utført grunnundersøkelser for planlagt ny kai ved Kongshavn.

Området mellom Grønliautstikkeren og Sjursøya, en strekning på over 800 m, skal fylles ut. Utfyllingsarbeidene har allerede foregått i lengre tid. Selve kaien er planlagt som en konvensjonell platekai på stålørspeler.

Omfanget av grunnundersøkelsene ble skissert i vårt brev av 28.08.87. Tilbudet ble akseptert i brev fra Oslo havnevesen av 15.10.87. Undersøkellesprogrammet er fortløpende justert under arbeidets gang, kfr. vårt brev av 29.10.87.

FELTARBEID

Det er totalt utført 24 boringer, hvorav 18 er utført fra flåte. Boringene er hovedsakelig utført som fjellkontrollboringer. For noen av boringene er det i tillegg målt nedpressingsmotstand ved en standardisert utførelse. Det er ikke opptatt noen prøveserier. Prøveseriene som var forutsatt opptatt i sjøen ved Loelvas utløp er sløffet da massene er såvidt grove at det ikke lot seg gjøre å oppta uforstyrrede prøver.

Borpunktene er dels koordinatbestemt (borpunkt 3,5,8,10,11,14) og dels innmålt i forhold til eksisterende bygninger og konstruksjoner og en utsatt siktelinje fra Grønlia til Sjursøya. Borpunktene på land er nivellert inn i forhold til Pp. 15426 med angitt høyde 2.432. Dybdene for borpunktene på sjøen er angitt i forhold til vannstanden. Utgangshøydene vil således variere i takt med vannstanden. Dato og klokkeslett for alle boringene på sjøen er imidlertid gitt i vedlagte berrapporter slik at det er mulighet for å finne tilbake til nøyaktigere utgangsnivå for boringene. Vi vil imidlertid bemerke at ingen av boringene er utført ved ekstreme høy- eller lavvannssituasjoner og at unøyaktighetene p.g.a. varierende utgangsnivå trolig ikke er større enn de unøyaktighetene som eksisterer p.g.a. loddavvik ved så dype og kompliserte boringer.

Feltarbeidet er gjennomført ved et praktisk samarbeid med Norges Geotekniske Institutt. Geoteknisk kontor alene er imidlertid formelt ansvarlig ovenfor Oslo havnevesen.

Det er tidligere utført grunnundersøkelser ved Kongshavn. Undersøkelsene er utført i flere etapper, både av geoteknisk kontor og av flere private firmaer. Noen av resultatene fra disse undersøkelsene er, i den grad de er relevante, inkludert i foreliggende rapprt.

GRUNNFORHOLD

Beliggenhet og boret dybde for alle boringene er vist på situasjons- og borplanen, tegn.nr.2334-5. Kartgrunnlag for borplanen er Oslo Havnevesens tegning 6803, som viser utfyllingen pr. 12.10.87.

Boringer utført ved Loelvas utløp, av geoteknisk kontor i 1967, og ved planlagt kaiavslutning mot Sjursøya, utført av Noteby i 1971, er innlagt på borplanen.

Resultatene fra boringene er vist i profil på tegning 2334-1 til -4. Dessuten er det gitt ett resymé av alle berrapportene i bilag 1.



Tegning 2334-1 viser et profil langs planlagt kaifront fra Grønliautstikkeren til Sjursøya, dvs. en lengde på ca. 850 m.

Fjellnivået langs profilet synker fra ca. kote -40 i nord ved Grønliautstikkeren til ca. kote -90 omtrent midtveis mellom Grønli og Sjursøya og stiger så til ca. kote -20 ved planlagt kaiavslutning til Sjursøya.

Der hvor borprofilet krysser tidligere utførte seismiske profiler, er antatt fjell på grunnlag av disse målingene lagt inn på tegningene. Som vist er overenstemmelsen mellom seismiske målinger og boringer relativ dårlig.

Boringene tyder på at de opprinnelige løsmassene består av leire og et lag grovere masser over fjell.

De tidligere utførte seismiske målingene har indikert at dette laget med grovere masser kunne være opptil ca. 50 m tykt. Boringene tyder imidlertid på at tykkelsen er begrenset til ca. 20 m langs midtre del av profilet og avtar vesentlig både mot Grønli og Sjursøya.

Boringene viser at tykkelsen av fyllmassene langs prosjektert kailinje varierer fra null til ca. 40 m. Fra Grønli og sydover til den søndre del av de tre duc d'albene er påvist tykkelse av fyllmasser mindre enn 10 m. Over en ca. 100 m lang strekning hvor planlagt kailinje går over landfylling ser tykkelsen ut til å være 30-40 m. Sør for dette området er det ikke påvist fyllmasser.

Boringene tyder på at fyllmassene er noe blandet opp med opprinnelige leirmasser. Det kan heller ikke utelukkes at det finnes leirlommer i fyllmassene.

Tverrprofilene ved Loelvas utløp, tegning 2334-2, viser at fjellnivå faller fra ca. kote -10 ved Loelvas nåværende utløp til ca. kote -60 ved planlagt kaifront.

For den indre delen av bukten tyder boringene på at den opprinnelige leiren er fullstendig fortrenget av fyllmassene. Boringene 20, 23 og 24 tyder på en direkte overgang fra fyllmasser til naturlige sand-/grusmasser, mens boring nr. 19 tyder på at det er 4-5 m leire mellom fyllmassene og naturlige sand-/grusmasser. Videre utover mot prosjektert kailinje tyder boring nr. 16 og 4 på at leirmassene fortsatt har en mektighet på 35-40 m.

Tegning 2334-3 viser resultatene fra dreietrykksonderingene utført i nedre del av borhull 10 og 11. Diagrammene er noe vanskelig å tyde da det ikke finnes erfaringsmateriale fra tilsvarende sonderinger utført gjennom 30-40 m fylling. Vi antar imidlertid at massene ned mot fjell er leire, muligens noe sand- og grusholdig.

Tegning nr. 2334-4 viser et lengdeprofil ca. 90 m bak prosjektert kailinje. Også boringene langs dette profilet tyder på at de opprinnelige leirmassene nesten fullstendig er fortrenget av fyllmasser. Boringene langs dette profilet viser at dybden til fjell varierer mellom ca. 16 og ca. 30 m. Dybden til fjell er mindre nord for Loelvas utløp enn syd for dette.

FUNDAMENTERING KAIPLATE

Kaiplaten er forutsatt fundamentert på rammede stålørspeler.



Boringene som er utført i denne fasen tyder generelt på at pelene må rammes til fjell for å få tilstrekkelig bæreevne.

Tidligere seismiske målinger indikerte et morenelag opptil 50 m tykt over fjell. Boringene har vist at dette laget er adskillig tynnere enn tidligere antatt. Boringene har ikke gitt et entydig svar på hvilke masser som ligger over fjellet. Undersøkelsene tyder imidlertid ikke på at massene er en fast bunnmorene. Bormotstanden tyder på at det er sand-/grusmasser med varierende fasthet. Det må generelt forutsettes at pelene må rammes gjennom dette laget og til fjell for å oppnå tilstrekkelig bæreevne.

På grunnlag av boringene må det forventes at pelelengdene vil bli opptil ca. 90 m. Gjennomsnittelig pelelengde vil bli noe kortere enn det som var forutsatt ut fra tidligere seismiske undersøkelser.

Gjennomsnittlig pelelengde vil trolig bli av størrelsesorden 50- 55 m. Med ca. 850 m kailengde og antatt gjennomsnittlig en pel pr. 1-1,5 m målt langs kaifronten gir dette 600-800 peler med en totallengde på over 30 km. Vi gjør oppmerksom på at dette overslaget er meget grovt. Negativ friksjon (påhengskrefter på pelene p.g.a. setninger) og redusert utnyttelse av pelekapasiteten p.g.a. de store pelelengdene kan f.eks. medføre en vesentlig økning i antall peler.

UTFYLLING

Utfylling for fremtidig kaiareal er igang og foregår avhengig av tilgangen på fyllmasser. Tippingen foregår hovedsakelig fra land. Utenfor Loelvas utløp blir det utført noe mudring før utfylling.

Utfyllingen medfører store deformasjoner i de opprinnelige havbunnsmassene. Ytre del av Grønliautstikkeren har trolig sunket mellom 0,5 og 1 m. Vanndybden langs planlagt kaifront er nå omkring 10 m, mens undersøkelsene i 1971/73 viste at naturlig vanndybde dengang var omkring 20 m. Deformasjonene foregår stort sett langsomt og kontrollert. Det har imidlertid skjedd i hvert fall en plutselig utglidning. Utglidningen skjedde omkring 20. oktober d.å. rett syd for Loelvas utløp. Etter de opplysninger vi har lå raskanten 4-5 m innenfor fyllingsfronten og var ca. 20 m lang målt langs fyllingen.

Raset skjedde etter en ekstrem høyvannssituasjon og etter at fyllingsfronten var utvasket på grunn av høy vannføring i Loelva. Raset har således trolig blitt utløst av ekstreme værforhold.

Senere grunnundersøkelser har ikke påvist leirmasser i området hvor raset gikk. Raset har trolig skjedd i fyllmassene og ikke i opprinnelige leirmasser.

Utfyllingen medfører økede poretrykk i leirmassene. Stabilitetsforholdene for fyllingen er avhengig av geometri, belastninger, poretrykk og leirens fasthetsparametre. Disse forholdene er lite kjent og i stor grad endres de kontinuerlig.

Stabiliteten av fyllingen er imidlertid meget lav. Dette bekreftes nettopp ved at det stadig foregår store deformasjoner og også har forekommet plutselige ras.

Fyllingsprosedyren er hensiktsmessig med tanke på den fremtidige utnyttelse av arealene. Utfyllingen fra land medfører stor massefortrengning og derved reduserte fremtidige setninger i de underliggende leirmassene.



Erfaringene med denne utfyllingsmetoden, både ved Kongshavn og andre av Oslo Havnevesen's prosjekter, er stort sett at deformasjonene har latt seg kontrollere og at det ikke har oppstått faresituasjoner. "Kontrollerte deformasjoner" er imidlertid avhengig av at bruddutviklingen er seig, dvs. at massene ikke er sensitive. Ved Kongshavn viser flere vingeboringer og en prøveserie (Noteby 1971 og 1973) at leirmassene er lite sensitive. Det kan likevel ikke sees bort fra at det forekommer områder med mer sensitive masser eller at det oppstår andre ugunstige forhold som kan medføre raskere bruddutvikling (ras).

Vi vil således understreke at metoden innebærer en viss reell fare for mer plutselige ras/utglidninger.

Massefortrengning av leiren kan også oppnåes ved mudring eller sprengning i leirmassene foran fyllingen. På denne måten kan fyllingen avstenges med visse mellomrom og bruddene utløses med mindre risiko for menneskap og utstyr.

Hvis Oslo Havnevesen velger å fortsette fyllingsarbeidene som hittil, og ta den begrensede risikoen dette innebærer, må arbeidene følges nøye opp på tippområdet. Det må utføres stadige observasjoner av sprekkeutviklingen etc. og fyllingsarbeidene må kontinuerlig styres på grunnlag av disse observasjonene.

For å fremskynde setninger og horisontaldeformasjoner vil vi generelt anbefale at fyllingen midlertidig fylles lenger frem og legges ut høyere enn fremtidig kaiplate. Før pelearbeidene starter må fyllingen "trimmes", dvs. fyllingsfronten må muligens slakes ut og overhøyden fjernes. Det kan også bli nødvendig å mudre foran kaifronten. Situasjonen i dag er trolig allerede slik at de ytterste deler av fyllingen mellom ca. pel 450 og 600 må justeres for å oppnå tilstrekkelig kaidybde over denne strekningen.

Deformasjonsutviklingen før peleramming og under peleramming må overvåkes meget nøye. Vi forutsetter at det etableres en rekke punkter på fyllingen som kontinuerlig måles inn både i horisontal- og vertikalplanet. Videre må det etableres inklinometerkanaler for å måle deformasjonene i dybden.

I tillegg må det installeres poretrykksmålere for kontroll av poretrykket under pelerammingen.

Det er forutsatt at det skal rammes stålrørspeler gjennom fyllingen. Erfaringsmessig kan stålrørspeler rammes gjennom steinfylling hvor maksimal blokkstørrelse er ca. 2/3 av pelediameteren. Med antatt pelediameter 80 cm må steinstørrelsen i fyllmassene derfor begrenses til ca. 50 cm.

LOELVA

Loelvas utløp ligger i dag ca. 120 m innefor framtidig kaifront. Utbygging av kaiområdet medfører at Loelva må legges i kulvert over denne strekningen.

Utfyllingen medfører imidlertid så store deformasjoner at det ikke er realistisk å kulvertere Loelva før meget sent i anleggsperioden. I mellomtiden er det sannynligvis ingen annen løsning enn å føre Loelva i åpen kanal over utfyllingsområdet.

Vi har ikke kjennskap til de hydrauliske forholdene for Loelva. Vi vil likevel anta at bunnivå for kanalen må avta fra kote -2/-3 ved nåværende utløp til -3/-4 ved front av ferdig fylling. Nødvendig bunnbredde vil trolig være av størrelsesorden 5-6 m. Maksimal høydeforskjell mellom bunn kanal og topp fylling vil bli 6-7 m.



Deformasjonene som foregår vil medføre vanskligheter med å holde det teoretiske tverrsnitt for kanalen. Oslo Havnevesen må være forberedt på utgraving/mudring parallelt med fyllingsarbeidene for å holde kanalen åpen. Nødvendig utstrekning av dette arbeidet må vurderes underveis og sees i sammenheng med hydrauliske krav som stilles.

Fundamenteringen av permanent kulvert for Loelva gjennom utfyllingsområdet må vurderes senere. Avhengig av deformasjonsutvikling, materialvalg og hvilke krav som stilles kan kulverten tenkes direkte fundamentert på fyllingen eller på peler til fjell gjennom fyllingen.

FREMDRIFT AV KAIPROSJEKTET

Vi har ikke i detalj vurdert mulig fremdrift for prosjektet, men vi vil likevel peke på enkelte forhold som vil ha betydning.

Utfyllingen vil medføre store og langvarige setninger i de underliggende leirmassene. I tillegg vil det skje egensetninger i fyllmassene.

Setningene i leirmassene vil selvsagt bli mindre jo større massefortrengning som skjer under utfyllingen. Videre kan setningene fremskyndes noe ved at fyllingen legges ut med en midlertidig overhøyde. Setningene kan teoretisk også fremskyndes ved installering av kunstige drencsystemer i leirmassene. Vi tror imidlertid dette siste er økonomisk lite realistisk.

Fremtidige setninger i fyllmassene kan reduseres ved en midlertidig overhøyde. Videre kan setningene reduseres ved hjelp av såkalt dynamisk komprimering. Metoden innebærer at et lodd slippes i fritt fall ned på fyllingsoverflaten i et systematisk mønster. Metoden er effektiv, men vil for Kongshavn kreve store loddvekter og fallhøyde og således bli kostbar.

SAMMENDRAG - KONKLUSJON

Utførte boringer viser at dybden til fjell langs planlagt kaifront er opptil ca. 90 m. Boringene tyder på at det tidligere antatte laget med grove masser under leirmassene er tynnere enn det de seismiske målingene indikerte. Boringene tyder videre på at dette laget består av sand-/grusmasser med varierende fasthet.

For å oppnå tilstrekkelig bæreevne må pelene rammes gjennom dette laget og til fjell.

Utfyllingen på Kongshavn medfører meget store fyllmassevolum. For å redusere fremtidige setninger og for å oppnå tilfredsstillende stabilitet ved fyllingsfronten forutsettes fyllmassene tvunget ned på stor dybde ved en tilsiktet grunnbruddutvikling. Denne fyllingsprosedyren forutsetter lite sensitive leiravsetninger i utfyllingsområdet slik at bruddutviklingen forløper langsomt. Så langt vi kjenner til har bruddutviklingen på Kongshavn stort sett fulgt dette mønster. Lokalteter med noe mer sensitive leiravsetninger kan imidlertid ikke utelukkes og dette vil kunne medføre grunnbrudd av mer dramatiske forløp.

Av sikkerhetsgrunner må det være kontinuerlig kontroll på fyllingen når utfylling pågår. Kontrollen må utføres av erfarne folk med forståelse for bruddutvikling.



OSLO KOMMUNE
Geoteknisk kontor

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

7

Vi står gjerne til tjeneste med videre arbeid med prosjektet.

Geoteknisk kontor

H. Sem

kst. geoteknisk sjef

E. Strøm

overingeniør



Bilag 1

BORRAPPORTER

NB! Det er ikke opptatt noen prøver. Alle massebetegnelsene er antatte på grunnlag av bormannskapenes inntrykk under feltarbeidet.

- Borhull 1: Start 20.10.87 kl.0740
Vanndybde 10,5 m.
Fyllmasser til 19,5 m. Leire fra 19,5 til 34 m. Morene/sand/grus til 37,5 m. Ca. 1 m innboring i fjell.
- Borhull 2: Start 02.11.87 kl 1300.
Vanndybde 8,6 m.
Leire, med noe stein fra 10 til 11m, til 36,9 m. Morene/sand/grus til 48,4 m. Lett å bore. 2 m innboring i fjell.
- Borhull 3: Start 21.10.87 kl 1215.
Vanndybde 7,4 m.
Leire uten noe stein til 57,4. Morene/sand/grus til 61,8 m. Ca. 1 m innboring i fjell.
- Borhull 4: Start 29.10.87 kl. 0825.
Vanndybde 8,3 m. Ureine (fylling & leire) masser til 14,7 m. Leire til 54,8 m. Morene/sand/grus til 59,0 m. Lett å bore. 2 m innboring i fjell.
- Borhull 5: Start 22.10.87 kl 1230.
Vanndybde 12,6 m. Leire uten tegn til stein til 64,6 m. Morene/sand/grus til 65,0 m. 1 m innboring til fjell.
- Borhull 6: Start 03.11.87 kl 0910.
Vanndybde 9,9 m. Leire uten stein til 68 m, bortsett fra et gruslag fra 46,1 til 46,6 m. Morene/sand/grus til 75,5 m. Avsluttet med boret langs skråfjell? Meget hardt å dra opp borstålet.
- Borhull 7: Start 04.04.87 kl 0835.
Vanndybde 8,4 m. Leire til 66 m. Morene/sand/grus til 80 m. 2 m innboring til fjell.
- Borhull 8: Start 23.10.87 kl 0910.
Vanndybde 8,8 m. Leire, bortsett fra stein 11,1 til 11,6 m, til 67,5 m. Morene/sand/grus til 88,5 m. 1 m innboring i fjell.
- Borhull 9: Start 09.11.87 kl 1100.
Vanndybde 4,3 m. Fyllmasser til ca. 38 m, vanskelig å bore. Overgang til leire på ca. 38 m dybde og overgang til morene/sand/grus på ca. 60 m dybde. Avsluttet på 65 m, meget vanskelig å bore og meget hardt å dra opp borstålet.
- Borhull 10: Antagelig fyllmasser til ca. 38 m dybde. Antagelig leire fra dette nivå til 65,7 m dybde (kote-64.0). Kfr. dreietrykksonderingsdiagram tegning 2334-4.
0,5 m innboring i fjell.



OSLO KOMMUNE
Geoteknisk kontor

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

2.

- Borhull 11: Antagelig fyllmasser til 40-50 m dybde. Gradvis overgang til leire, kfr. dreitrykksonderingsdiagram tegning 2334-4, dybde 53,0 - 59,5 m (kote -50,0 til 56,5). Antagelig fjell.
- Borhull 12: Start 06.11.87 kl 0830.
Vanndybde 8,0 m. Leire til 33,5 m og morene/sand/grus til 33,9 m. 2 m innboring til fjell.
- Borhull 13: Start 27.10.87 kl 1255.
Vanndybde 11,8 m. Leire til 32,6 m. 2 m innboring i fjell.
- Borhull 14: Start 05.11.87 kl 0915.
Vanndybde 16,7 m. Leire til 25,5 m og morene/sand/grus til 27 m. Skråfjell? Brukket borstål.
- Borhull 15: Start 28.10.87 kl 0850.
Vanndybde 13,1 m. Leire til 24,7 m og morene/sand/grus til 25,7 m. 3 m innboring i fjell.
- Borhull 16: Start 29.10.87 kl 1250.
Vanndybde 7,1 m. Leire til 44,7 m og morene/sand/grus til 47,5 m. 2 m innboring i fjell.
- Borhull 17: Fyllmasser med varierende fasthet til fjell.
Antagelig fjell i 16,5 m dybde, men kan også være blokk da innboring ikke er mer enn 20-30 cm.
- Borhull 18: Fyllmasser med varierende fasthet til fjell.
Antagelig fjell i 16,2 m dybde, men kan også være blokk da innboring ikke er mer enn 20-30 cm.
- Borhull 19: Start 30.10.87 kl 1050.
Vanndybde 8,8 m. Fyllmasser til ca. 15 m dybde. Leire fra 15 til 20 m dybde. Morene/sand/grus til 32,9 m. Lett å borre. 2 m innboring i fjell.
- Borhull 20: Start 13.11.87 kl 0800.
Vanndybde 8,3 m. Fyllmasser med overgang til morene/sand/grus på ca. 24 m dybde. 2 m innboring i fjell fra 27,9 m dybde.
- Borhull 21: Steinfylling til ca. 8 m dybde. Her urene masser (fyllmasser & leire) til ca. 25. m. Morene, ikke fast, til 32 m. Antagelig fjell i 32,0 m dybde, men kan også være blokk da innboring ikke er mer enn 20-30 cm.
- Borhull 22: Fyllmasser med varierende fasthet.
Antagelig fjell i 31,5 m, men kan også være blokk da innsoning ikke er mer enn 20-30 cm
- Borhull 23: Start 16.11.87 kl 1010.
Vanndybde 4,3 m. Fyllmasser. 2 m innboring i fjell fra 12,5 m dybde.
- Borhull 24: Start 13.11.87 kl. 1120.
Vanndybde 4,8 m. Fyllmasser med overgang til morene/sand/grus på ca. 18 m dybde.
2 m innboring i fjell fra 22,8 m dybde.

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 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 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/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 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 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.

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:

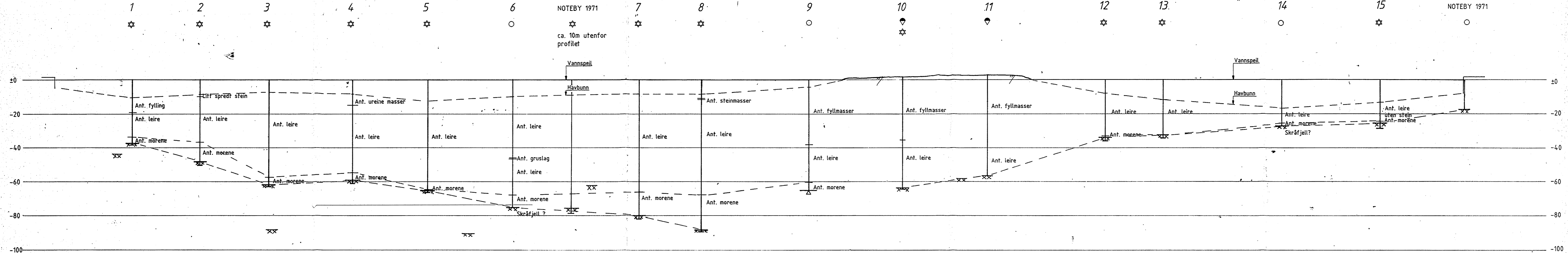
Fibertorv	H 1 - H 4, planterester lett synlig
Mellomtorv	H 5 - H 7, planterester svakt synlig
Svarttorv	H 8 - H10, planterester ikke synlig.

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.

Grønnli-utsikker | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | Sjursløya

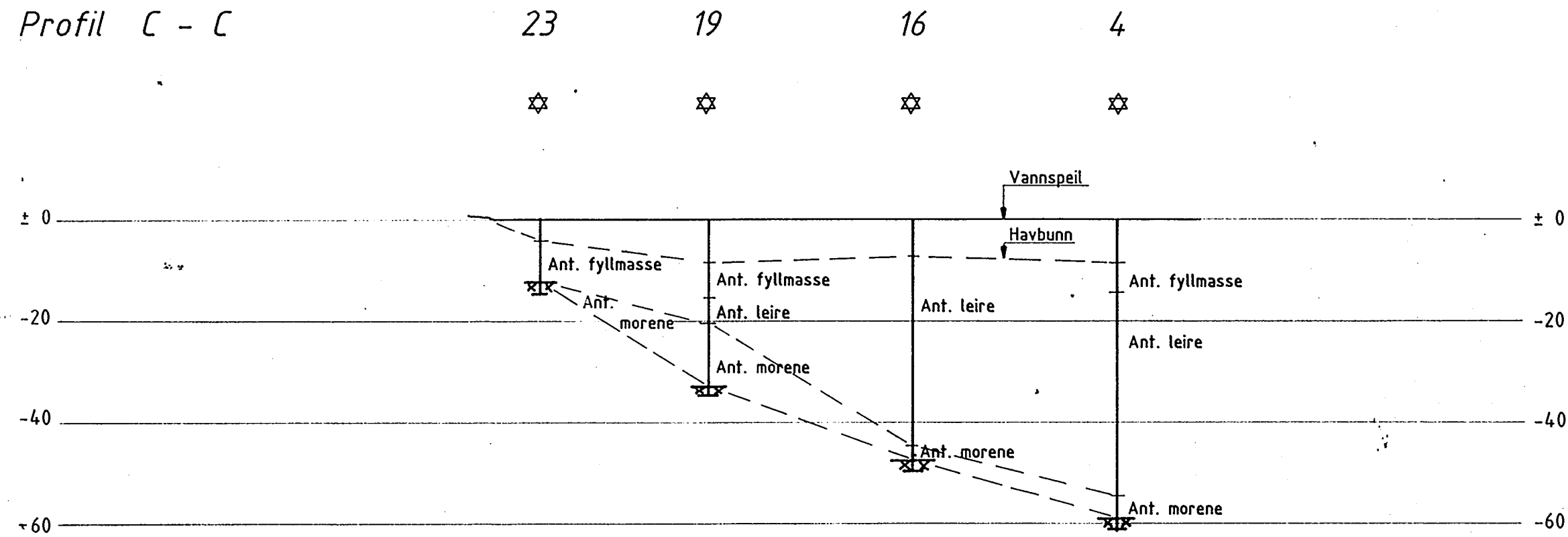
Lengdeprofil A - A



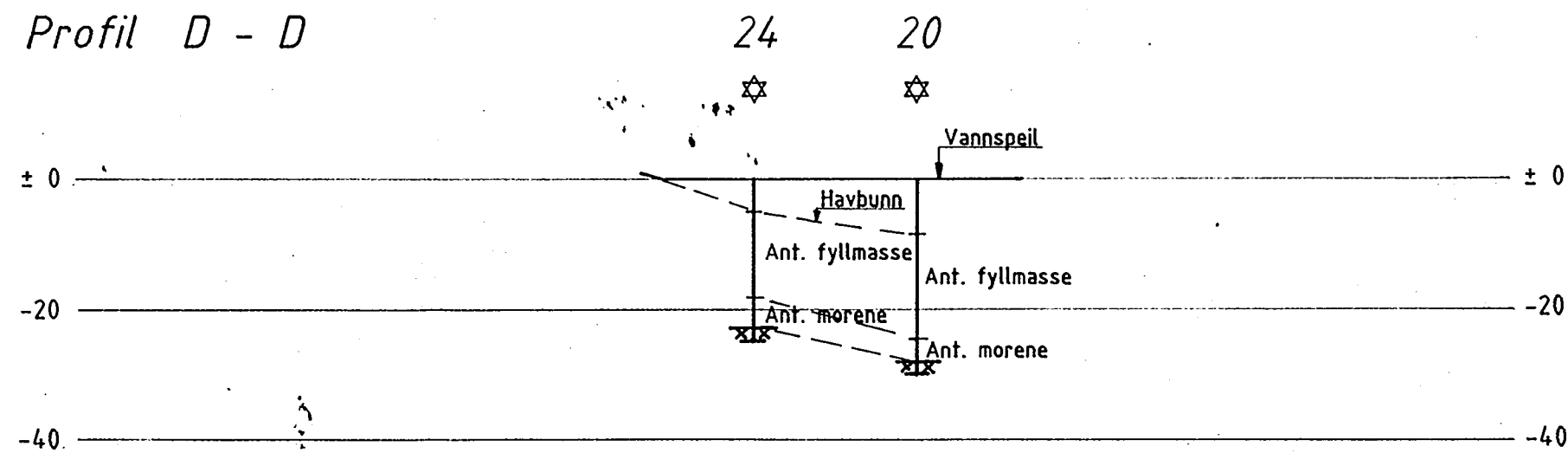
- TEGNFORKLARING
- Enkel sondering
 - ☆ Fjellkontrollboring
 - ◆ Dreietrykksondering
 - △ Avsluttet i løsmasser
 - xx Ant. fjell
 - ⊕ Boret i fjell
 - ⊗ Ant. fjell i henhold til seismiske målinger 1971 og 1973

Bokst.	Forandring	Dato	Bokst.	Forandring	Dato
KONGSHAVN		Tegn. EML		Dato Nov. 87	
Lengdeprofil A - A		Målestokk		Kartref.	
		1 : 1000		SO C 3 II - III	
				SO C 4 I - II	
				SO C 5 I	
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor		Tegn. nr.		2334 - 1	

Profil C - C




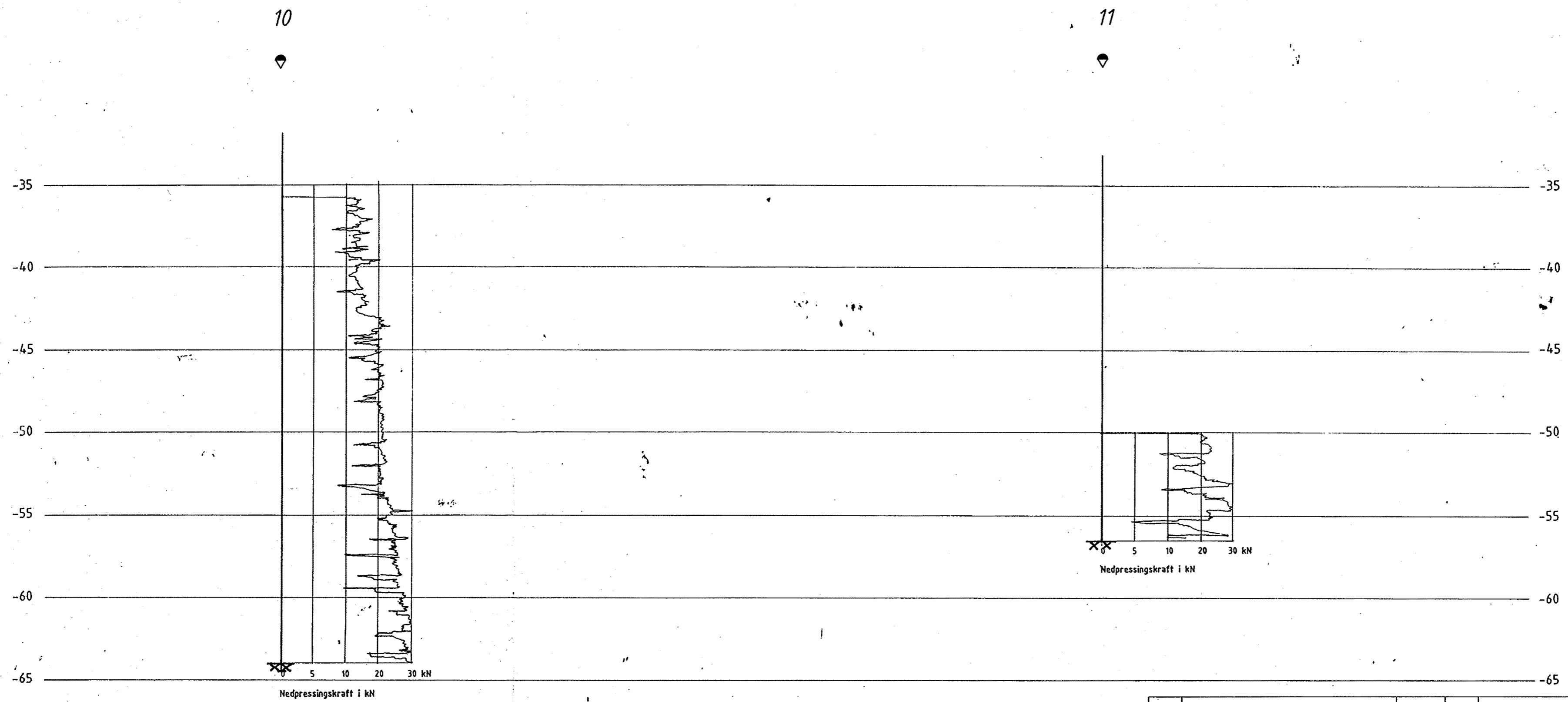
Profil D - D



TEGNFORKLARING


- ☆ Fjellkontrollboring
- ✚ Boret i fjell

Bokst.	Forandring	Dato	Bokst.	Forandring	Dato
KONGSHAVN Profil C - C og D - D					
				Tegn. EML Målestokk 1 : 1000	Dato Nov. 87 Kartref. SO C 3 II - III SO C 4 I - II SO C 5 I
 OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor				Tegn. nr. 2334 - 2	

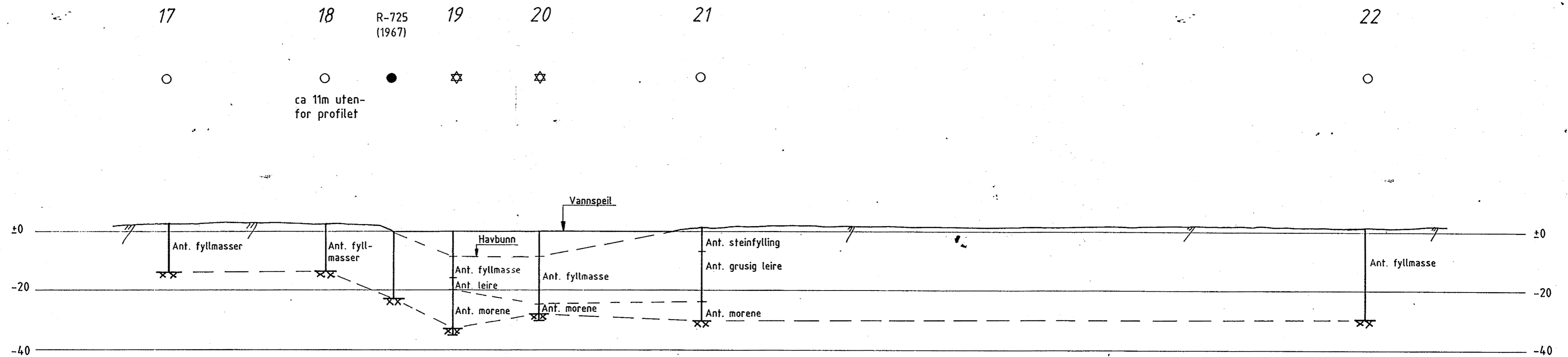


TEGNFORKLÄRING

- ◆ Dreietrykkssondering
- ✕✕ Ant. fjell
- ⊥ Boret i fjell

Bokst.	Forandring	Dato	Bokst.	Forandring	Dato
KONGSHAVN Dreietrykkssonderinger, borpkt. 10 og 11					
				Tegn. EML	Dato Nov. 87
				Målestokk	Kartref.
				1 : 200	SO C 3 II - III SO C 4 I - II SO C 5 I
 OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor				Tegn. nr. 2334 - 3	

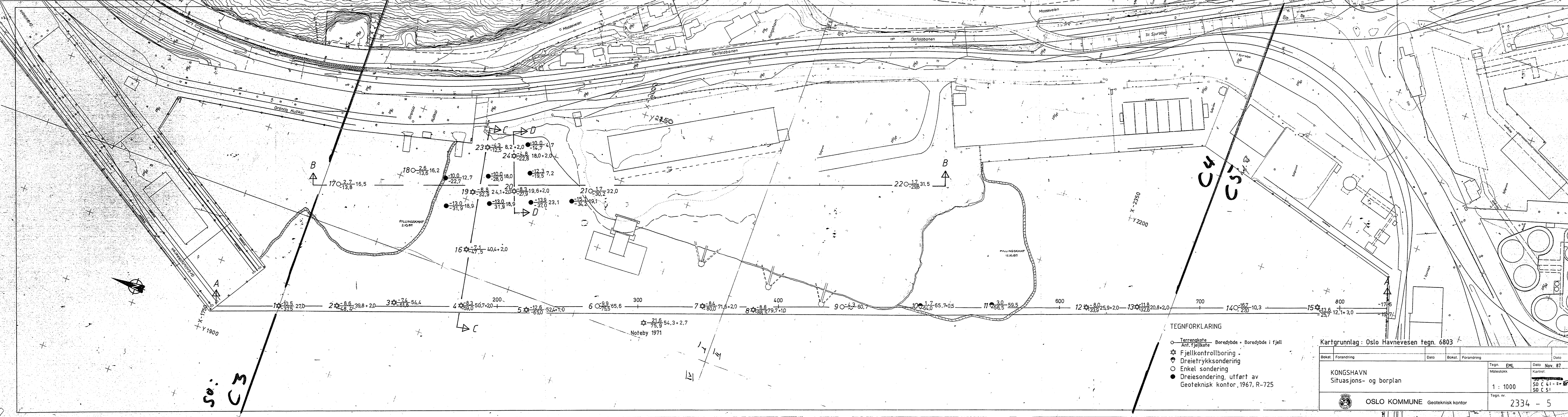
Lengdeprofil B - B



TEGNFORKLARING

- Enkel sondering
- Dreiesondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ✱ Ant. fjell
- ✱ Boret i fjell

Bokst.	Forandring	Dato	Bokst.	Forandring	Dato
KONGSHAVN			Tegn. EML		Dato Nov. 87
Lengdeprofil B - B.			Målestokk	Kartref.	
			1 : 1000	SO C 3 II - III SO C 4 I - II SO C 5 I	
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor			Tegn. nr.	2334 - 4	



sa: C3

- TEGNFORKLARING**
- Terrennkote
 - Ant. fjellkote
 - ★ Fjellkontrollboring
 - ◆ Dreietrykkssondering
 - Enkel sondering
 - Dreiesondering, utført av Geoteknisk kontor, 1967, R-725

Kartgrunnlag: Oslo Havnevesen tegn. 6803

Bokst.	Forandring	Dato	Bokst.	Forandring	Dato
KONGSHAVN			Tegn. EML		
Situasjons- og borplan			Målestokk		
			1 : 1000		
			Tegn. nr. 2334 - 5		
			Dato Nov. 87		
			Kartref. SO C 41 - II		
			SO C 51		

★ 21,6 54,3 + 2,7
75,9
Noteby 1971