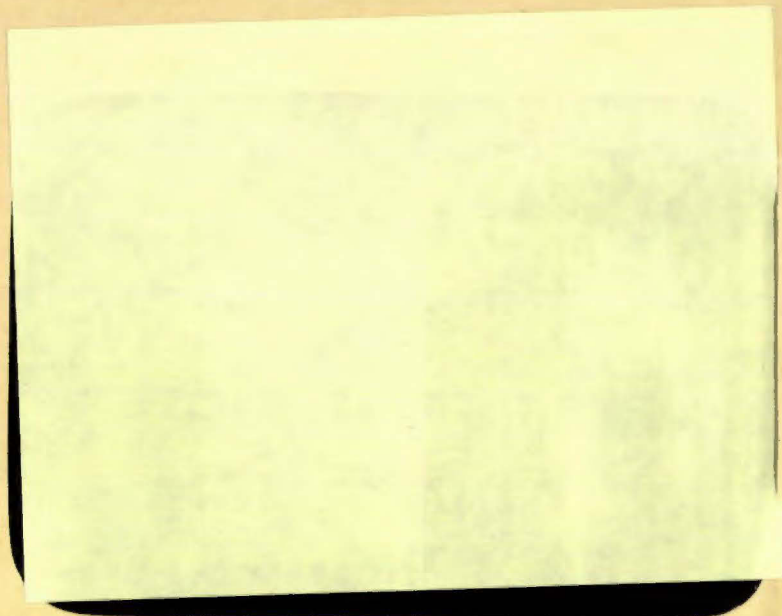


Tilhører **Undergrundskartverket**  
Må ikke fjernes



NO: C1 II

*mai 84*

**OSLO KOMMUNE**

GEOTEKNISK KONTOR



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

RAPPORT OVER:

STØTTEMUR MOT AKERSELVA  
V/VATERLAND BRU.

R-1704-1

1. april 1981.

INNHOLDSFORTEGNELSE	Side
INNLEDNING	2
MARKARBEID	2
LABORATORIEUNDERSØKELSER	2
GRUNNFORHOLD	2
EKSISTERENDE STØTTEMUR	3
FREMTIDIG " "	4

Bilag	0: Beskrivelse av bormetoder og laboratorieundersøkelser
"	1-5: Borprofil og vingeboringer fra 1970
"	6: Borprofil (mellom hull 1 og 2)
"	7: Helning på støttemur
"	8: Tverrsnitt av støttemur
"	9: Situasjons- og borplan.

#### INNLEDNING:

I henhold til rekvisisjon nr. 41287 av 5. sept. 1980 fra Oslo Lysverker har Geoteknisk kontor utført geotekniske undersøkelser langs Akerselva ved Vaterland bru.

Hensikten med undersøkelsen var å skaffe opplysninger om grunnforholdene ved en støttemur som har begynt å tippe mot Akerselva, og vurdere om denne kan stabiliseres eller om den må bygges om og fundamenteres på nytt.

#### MARKARBEID:

Markarbeidet ble utført av mannskap fra vårt kontor 3. og 4. november 1980. Arbeidet omfatter 2 dreiesonderinger til ant. fjell eller annet hardt lag og opptak av 1 uforstyrret prøveserie til 5 m dybde. Videre ble det tatt opp to profiler ved nivellering. Borpunktene og profilenes plassering og borresultater er vist på bilag 8 og 9.

Det aktuelle området er relativt godt dekket med resultater fra tidligere undersøkelser, som vi har i vårt arkiv. Resultatene fra disse er tatt med i den grad de er av interesse for dette oppdraget. Av ovennevnte grunn kunne antall boringer for dette oppdraget reduseres vesentlig.

Borpunktene er satt ut med utmål fra Vaterland bru og fra nedgangen til T-banen som begge ligger i nærheten. Disse målene ble tatt fra situasjonsplanen (M 1:1000). Nivellement ble utført med utgangspunkt i FM 1345 med høyde  $h=3,927$ , dette gjelder også profilene.

#### LABORATORIEUNDERSØKELSER:

Prøvene fra den uforstyrrede prøveserien ble først visuelt klassifisert. I tillegg ble det målt vanninnhold og romvekt. Videre ble plastisk område bestemt, og udrenert skjærstyrke ble bestemt ved konusforsøk og enaksialt trykkforsøk. Omrørt skjærstyrke ble også bestemt ved konusforsøk, hvoretter sensitiviteten er angitt. Resultatene fra denne prøveserien er angitt på bilag 6.

Samme type rutineundersøkelser ble i sin tid utført på prøveserien fra 1970 som er vedlagt på bilag 2.

#### GRUNNFORHOLD:

Det aktuelle området inngår på et av våre undergrunnskart (NO C1 <sup>11</sup>) som gir et relativt godt bilde av dybdene til fjell. Ifølge undergrunnskartet er det 15-16 m fra foten av støttemuren og til fjell. De to dreiesonderingene som ble utført i profil A og B bekrefter disse opplysningene.

En nøyaktig registrering av løsmassene helt ned til fjell ble ikke ansett som nødvendig for dette oppdraget; prøveserien ble derfor avsluttet i 5 meters dybde.

Prøveserien fra foten, av støttemuren, se bilag 6, viser at løsmassene består av ca. 1 m løs fylling (slam, leire, stein, etc.) over en lite sensitiv, middels fast leire. Udrenert skjærstyrke ( $S_u$ ) er ved konusmetoden målt til ca.  $40 \text{ kN/m}^2$  ( $4,0 \text{ t/m}^2$ ), mens de enaksiale trykkforsøkene gir  $S_u$   $30 \text{ kN/m}^2$ . Vingeboringene I og II som er utført 30-40 meter øst for muren viser tilnærmeelsesvis samme skjærstyrke som de enaksiale trykkforsøkene. Det legges derfor mest vekt på disse resultatene.

Vingeboringene og prøveserien fra 1970 viser at under kote - 5,0, hvor den siste prøveserien ble avsluttet, varierer den udrenerte skjærstyrken mellom 20 og  $30 \text{ kN/m}^2$ . Dette fremgår av bilagene 1-5.

#### EKSISTERENDE STØTTEMUR:

Støttemuren som nå tipper utover mot Akerselva, ble satt opp høsten 1978 som erstatning for en gammel tørrstensmur. Byggingen av lysverkenes tunnel langs Akerselva forårsaket at den gamle tørrstensmuren raste ut. Den nye støttemuren består av prefabrikerte elementer med høyde ca. 3 m. Elementenes fotbredde er noe usikker, men antas iflg. Oslo Lysverker å være ca. 2,2 m.

Før et år var gått var den nye støttemuren begynt å helle så mye ut mot elva i toppen, at man ønsket å holde øye med utviklingen. Det ble igangsatt målinger av muren og resultatene av disse er vist på bilag 7. Der fremgår det at hvis man tar utgangspunkt i en vertikal posisjon har muren tippet ut opptil 20 cm i toppen.

Arsaken til at muren tipper antas å være dårlig fundamentering, muligens kombinert med telespregning bak muren. Når vannstanden i Akerselva er lav kan elementfoten besiktiges og det ser ut til at elementene er fundamentert på gamle forskalingslemmer som er lagt rett oppå elvebredden. Noe av løsmassene (leiren) under lemmene er allerede erodert, og det antas at erosjonen vil fortsette.

Vi kan ikke se at det er noen umiddelbar fare for utrasning av muren, men vi er enige med Oslo Lysverker i at det bør foretas en oppretting av denne muren, kanskje mest av skjønnhetsmessige hensyn. I påvente av denne reparasjonen bør Oslo Lysverker fortsette med å utføre helningsmålinger. Resultatene av disse målingene vil vi gjerne ha oversendt fortløpende.

FREMTIDIG STØTTEMUR:

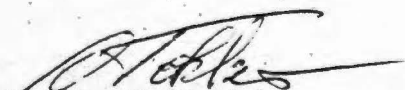
Som permanent oppretting av den eksisterende muren bør det foretas en fullstendig refundamentering, som medfører at alle elementene fjernes og fundamenteres på nytt, minst 1 m ned i løsmåssene langs elvebredden. Beregningsmessig vil murens bæreevne da være tilstrekkelig til å oppta den eksentriske belastningen som muren er utsatt for gjennom vertikalt- og horisontalt jordtrykk. Videre bør elvebredden foran muren steinsettes for å hindre erosjon under fundamentene.

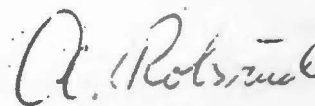
Hvis O.L. ønsker å utsette denne omfattende refundamenteringen i lengre tid bør det foretas en midlertidig avstivning av muren. Flere alternativer kan være aktuelle, blant annet å holde toppen av muren på plass ved å montere stag som forankres i O.L.s eksisterende kabeltunnel. Disse stagene kan legges i en grøft 0,5 - 1,0 m under terrengnivå, og monteres med et par meters mellom. Videre bør de festes i en pute som legges på utsiden av muren.

Det er også mulig å stabilisere muren ved å støpe på en ny tå som boltes fast på forsiden av den eksisterende fundamentfoten. Under denne tåen må det først massutskiftes. Gammel fylling, slam o.l. fjernes seksjonsvis og etter at fiberduk er utlagt fylles det tilbake med stein og pukk. Denne tilbakefyllingen må utføres forskriftsmessig da dette blir tåens fundament. Beregningsmessig bør den nye tåen ha en bredde på minst 40 cm. i hele murens lengde. Dette vil gi tilfredsstillende bæreevne på det nivå muren nå er fundamentert.

Målingene av muren bør ikke avsluttes før det er utført en permanent oppretting, men tidsintervallene kan økes noe (f.eks. ½ år mellom hver måling).

Geoteknisk kontor

  
O. Tokheim

  
/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  $\phi$  54 mm sylindrerprøvetaker som er forsynt med et tettsluttende stempel. Prøven skjæres ved at sylinderen skyves nedover i grunnen mens stemplet holdes tilbake. Sylinderen 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. Dernest blir følgende undersøkelser rutinemessig utført, (undersøkelser merket <sup>x</sup>) kan bare utføres på uforstyrrede prøver):

Romvekt <sup>x</sup>)  $\gamma$  ( $t/m^3$ ) 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 ( $\phi$  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 <sup>2</sup>
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 trinnsvis, og sammentrykkingen av prøven observeres som funksjon av tiden for hvert lasttrinn. Resultatene fremstilles ved å tegne opp den relative sammentryking  $\epsilon$  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 pakkningsegenskapene hos jordarter, spesielt hos velgraderte friksjonsmasser. Massen blir stampet lagvis inn i en stålsylinder av bestemt volum, og tørt 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 tørt romvekt kalles optimalt. Den høyeste romvekt kalles 100% Proctor.





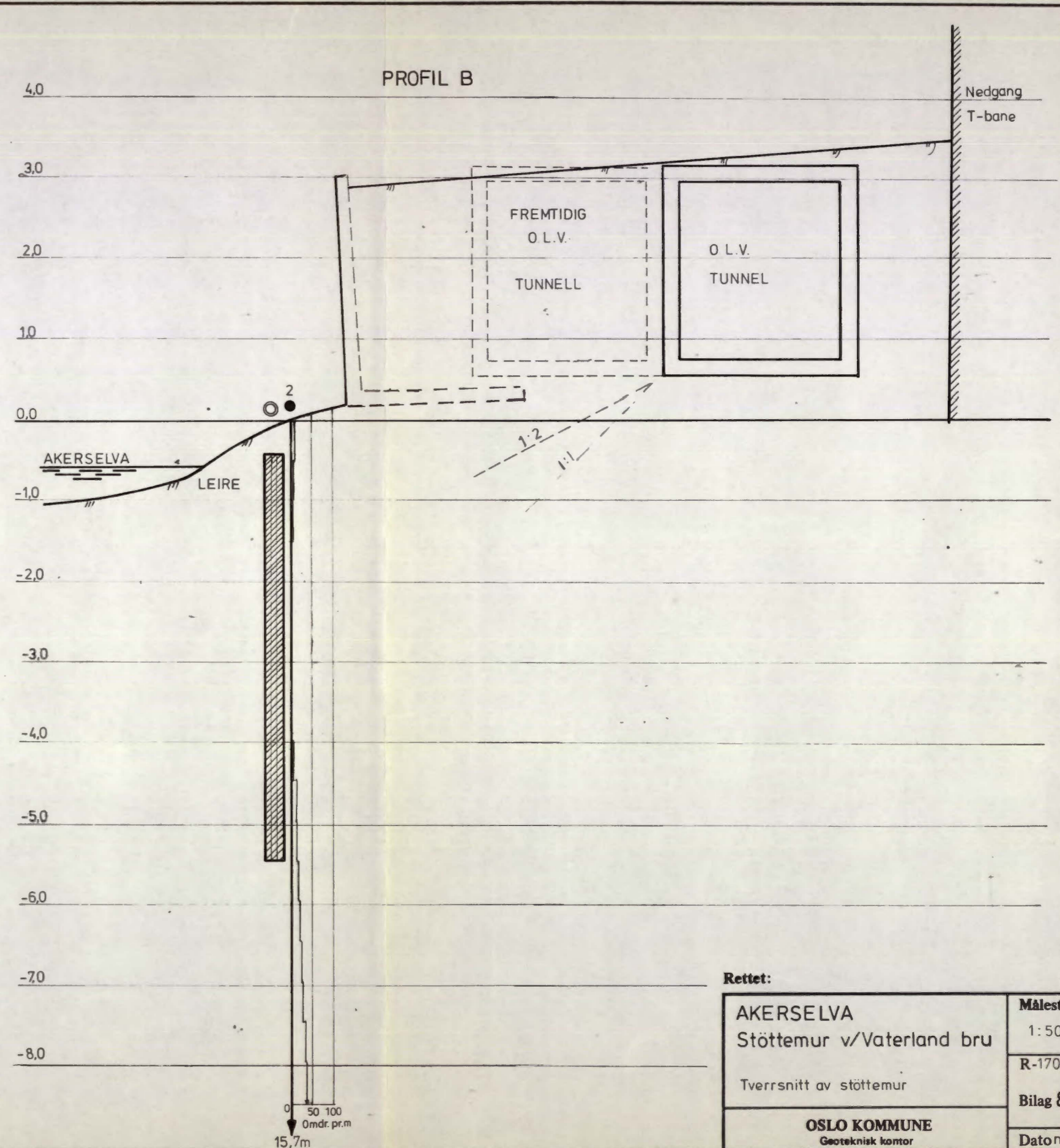
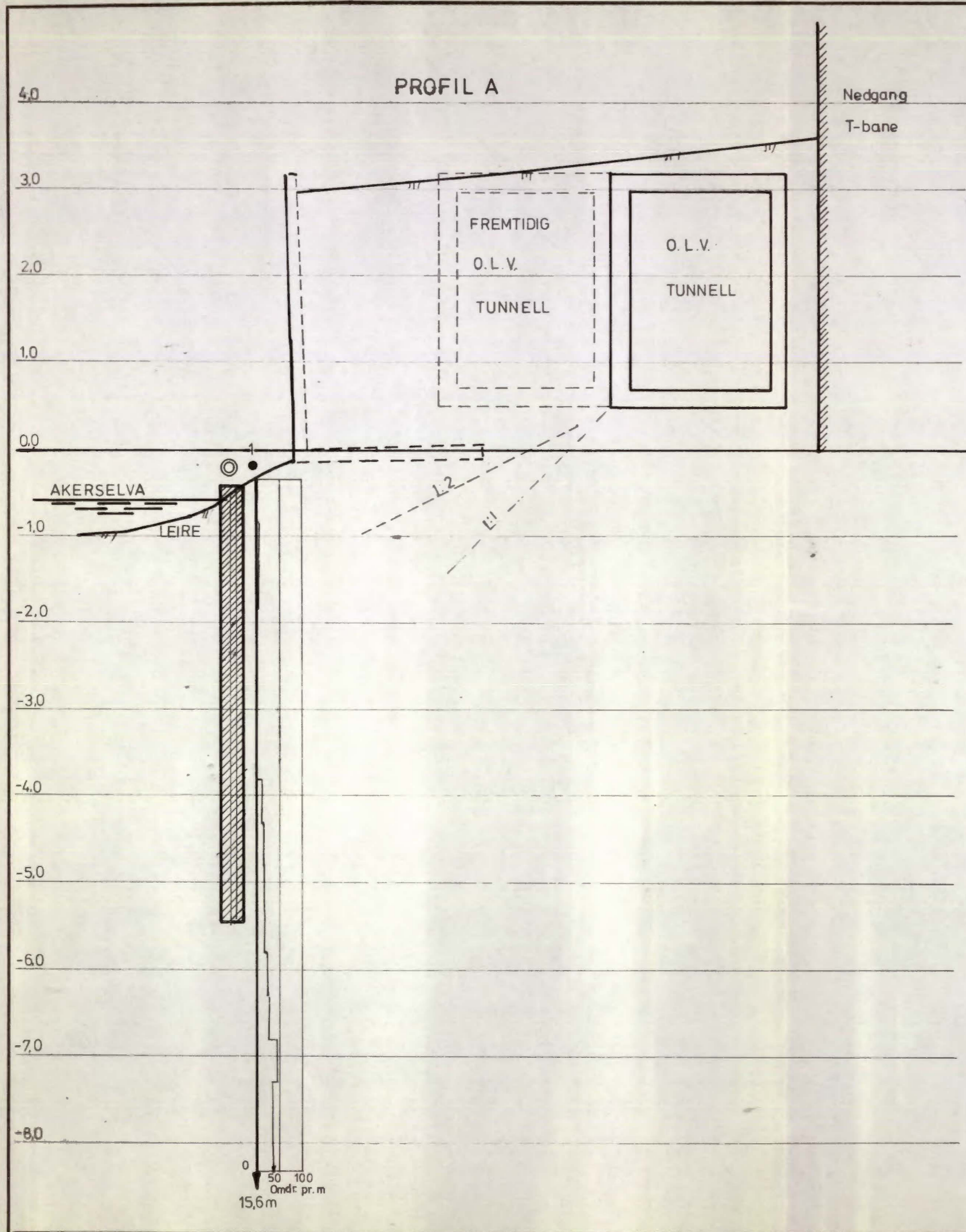












Rettet:

AKERSELVA  
Støttemur v/Vaterland bru

Tverrsnitt av støttemur

OSLO KOMMUNE  
Geoteknisk kontor

Målestokk

1:50

R-1704

Bilag 8

Dato nov.80

Kart ref.

