

SO:K II . K12*

OSLO KOMMUNE
GEOTEKNISK KONTOR



OSLO KOMMUNE
Geoteknisk kontor

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

1

Saksbehandler: A. Robsrud

RAPPORT OVER
SKULLERUDÅSEN - GRØNMO
Hovedvannledning

R-2398-01

18. desember 1987

BILAG- OG TEGNINGSOVERSIKT

Bilag 0: Beskrivelse av bormetoder og laboratorieundersøkelser

Tegn.nr.2398-1: Lengdeprofil, hull 2-60 - 2+20 og 3 - 3+20
" " " -2: " " 5-7
" " " -3: " " 7+50 - 8
" " " -4: Situasjons- og borplan, kum 1-4
" " " -5: " " , " 4-10



INNLEDNING

I henhold til rekvisisjon nr. 15760 av 12. nov 1987 fra Oslo vann- og avløpsverk har geoteknisk kontor utført grunnundersøkelser på Skullerud.

OVA har på lang sikt planer om å legge en 800 mm hovedvannledning fra renseanlegget på Skullerud og sydover over Langbrudalen, Bjørnemyrene og Raumyr til Grønmo. Dette er en strekning på ca. 1,2 km. Oslo skogvesen skal på sin side bygge en turvei på den samme strekningen og har sagt seg villig til å samarbeide med OVA som ønsker å benytte turveien som anleggsvei når hovedvannledningen i fremtiden skal bygges. Dette betinger imidlertid at OVA har bestemt seg for en ledningstrasé før skogvesenet bygger turveien slik at skogvesenet kan tilpasse turveitraséen til ledningstraséen.

I den forbindelse har geoteknisk kontor utført grunnundersøkelser langs et forslag til ledningstrasé som er utarbeidet av Strømme A/S og geoteknisk kontor. På det tidspunkt ledningstraséen ble bestemt var undersøkelsene meget begrenset, men valget av trasé anses som endelig. De supplerende undersøkelsene som er utført anses nødvendig for å kunne utarbeide forslag til fundamentering av ledningen over områder med tildels dårlige grunnforhold.

MARKARBEID

Markarbeidet ble utført av mannskap fra vårt kontor. I forbindelse med valget av trasé ble det utført en begrenset undersøkelse 18. nov. d.å.. De supplerende undersøkelsene ble utført i tiden 7.-14. des. d.å.. Undersøkelsen omfatter 15 dreiesonderinger og registrering av torvtykkelsen i borpunktene.

Kumpunktene var satt ut av Strømme A/S og borpunktene ble satt ut på grunnlag av disse. Punktene ble nivellert med utgangspunkt i P.P. 19523 og P.P. 20091 som har høyde henholdsvis $h=164,807$ og $h=163,541$. Nummereringen angir antall meter før og etter respektive kummer.

Dreiesonderingene kan ikke trenge gjennom stein eller andre faste masser, det kan derfor forekomme feiltolkning av fjellnivået, spesielt i steinholdige (urlignende) områder. Det anses imidlertid uvesentlig å få registrert et eksakt fjellnivå i denne sammenheng.

Bormetodene er nærmere beskrevet på bilag 0.

Forøvrig har borarbeidet tatt noe tid på grunn av mangel på transportveier langs traséen.

GRUNNFORHOLD

Grunnforholdene varierer naturligvis over en strekning på ca. 1,2 km, men vi har ikke hatt som mål å registrere grunnforholdene i detalj langs hele traséen. Ut fra terrengforholdene i traséen har vi erfaringsmessig vurdert hvor det er sannsynlig å finne dårlige grunnforhold og utført nærmere undersøkelser i disse områdene.

Renseanlegg - kum 2-60 m

På denne strekningen er terrenget noe kupert og grunnforholdene består for en stor del av fjell i dagen.



Kum 2-60 m - kum 2

På denne strekningen ble grunnforholdene ansett for å være vanskelige og er derfor undersøkt nærmere. Boringene viser at største dybde til fjell er mer enn 10 m på denne strekningen, og av løsmasser ble det registrert inntil 3,2 m torv over meget bløt siltig leire hvor borstålet sank uten dreining med redusert belastning. Her anses grunnforholdene for å være vanskelige og det bør treffes spesielle tiltak med hensyn til ledningens fundamentering. Grunnvannstanden ligger trolig i terrengnivået.

Kum 2 - kum 3-10 m

På denne strekningen er terrenget steinholdig og trasèen ligger nær en steil fjellskråning slik at ledningen trolig vil bli liggende dels i fjell og dels i fast leire. Denne strekningen vil neppe forårsake geotekniske problemer av noe slag.

Kum 3 - kum 3+20 m

Over en kortere strekning ved kum 3 er det registrert ca. 1,5 m torv over bløt siltig leire med dybder til fjell på 4-5 m. Her bør det treffes enklere tiltak for å redusere muligheten for evt. setningsskader på ledningsanlegget. Grunnvannstanden ligger trolig like under terrengnivået.

Kum 3+20 - kum 6-30 m

På denne strekningen er grunnforholdene relativt gode. Ut fra terrenngforholdene forventes det ikke problematisk å fundamenter ledningen i denne delen av trasèen. Trasèen ligger stedvis helt inntil en steil fjellskråning som trolig medfører at ledningen periodevis vil ligge i fjellgrøft.

Kum 6-30 - kum 8

Store deler av denne strekningen går over Raumyr hvor grunnforholdene er tildels dårlige. Løsmassemektigheten varierer mellom 7,8 og 4,5 m i borpunktene og det er registrert inntil 2,2 m torv i borpunktene. Under torven finnes det trolig meget bløt siltig leire. Borstengene synker uten dreining med redusert belastning. Trasèen ligger meget nær en steil fjellskråning som kan forårsake fjellgrøft over korte strekninger. Her må det treffes tiltak for å sikre ledningen et godt fundament. Grunnvannstanden ligger trolig like under terrengnivået.

Kum 8 - kum 10

På denne strekningen vil neppe grunnforholdene forårsake vanskligheter av noe slag. Ledningen vil trolig bli liggende i løsmassegrøft, men ut fra terrenngforholdene antas disse å være middels faste og vil trolig være et godt fundament for ledningen.

TURVEI/LEDNINGSANLEGG

Utgangspunktet for undersøkelsen er at det i nær fremtid skal bygges en turvei som på sikt skal fungere som anleggsvei for et hovedledningsanlegg som skal bygges en gang i fremtiden. Det viktigste for turveien anses å være at den ligger på et nivå som aldri blir liggende under grunnvannstanden og at den ikke får så store setningsskader at den får et urimelig stort vedlikehold. Med dette som utgangspunkt har vi basert oss på at veinivået bør ligge 0,5 - 0,75 m over eksisterende terreng og underkant vannledning fundamenteres minst 2,0 m under terrengnivået.



OSLO KOMMUNE

Geoteknisk kontor

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

4

Der grunnforholdene er gode kan ledningstrasèen gjerne ligge i selve veikroppen, men der grunnforholdene er dårlige anses det fordelaktig å legge ledningstrasèen ved siden av turveien, ca. 3 m fra topp skulder på veifyllingen. For å oppnå et best mulig resultat der forholdene er vanskelige har vi lagt ledningen nærmest mulig et steilt fjellparti som ligger vest for ledningstrasèen. Turveien planlegges således på østsiden av ledningen.

I det følgende har vi beskrevet forskjellige tiltak som bør utføres i forbindelse med bygging av turvei og vannledning i vanskelige grunnforhold. Med vanskelige grunnforhold menes det for dette prosjektet en kombinasjon av torv og meget bløt siltig leire i den ledningstrasèen som er undersøkt.

Turvei

Torv er et meget kompressibelt materiale og begrensede fyllinger kan medføre forholdsvis store setninger. Turveien bør bygges på et underlag hvor all torv er masseutskiftet med f.eks. stein. Det vil allikevel oppstå en del setning i leiren, men størrelsen på disse vil være begrensede.

Hvis man velger å bygge veien på torv uten å masseutskifte må det fylles betydelig overhøyde for å kompensere for setningene i torvmassene som vil opptre relativt raskt (ca. 1/2 år). På torvgrunn fremskyndes ofte setningene ved hjelp av forbelastning, men denne teknikken er neppe aktuell her. I utgangspunktet vil vi foreslå at turveifyllingen bør bestå av stein og ha en mektighet som er lik 1/3 av torvtykkelsen i tillegg til den ordinære fyllingen som er foreslått til 0,5 - 0,75 m. Etter ca. 6 mnd. er trolig det meste av setningene unnagjort, men det må forventes relativt hyppig justering av veibanen i den første tiden dretter. På torv anses det viktig å benytte en kraftig fiberduk som filterlag.

Ca. 60-70 m nord for kum 2 går trasèen fra fjell i dagen og direkte over i meget dårlig grunn bestående av flere meter torv over bløt siltig leire. Der er grunnforholdene så dårlige at vi foreslår å legge ledningstrasèen adskilt fra veitrasèen.

For turveiens vedkommende anbefales det her å fjerne torven over en strekning på 5-10 m fra overgangen til fjell i dagen og erstatte denne med Leca. Videre forutsettes det at høydeforskjellen mellom fjell i dagen og løsmasseområdene utjamnes med skjæring i fjell og ikke med fylling på torv. På dette stedet vil det alltid bli et vedlikeholdsproblem for veiens vedkommende og siden vei og ledning allikevel foreslås adskilt, burde man kanskje vurdere å legge turveien i den eksisterende trasèen akkurat i overgangen mellom fjell og torv. Fjellet har trolig et gunstigere forløp der.

Vannledning

Vannledningen er mer følsom for setningsskader enn veifyllingen og tiltakene bør være mer omfattende.

I områder med dårlig grunn uten torv anses det som tilstrekkelig tiltak å unngå at ledningen blir overfylt. Da bør med andre ord ledningstrasèen ikke ligge i veikroppen, men med minst 3 m avstand fra veiskulder.

Der ledningstrasèen går over torvgrunn bør i tillegg til at ledningstrasèen ligger ved siden av turveien all torv masseutskiftes. Torvtykkelsen er maksimalt registrert til ca. 3,5 m og i ledningstrasèen bør hele torvlaget masseutskiftes. For å unngå belastningsøkning på det underliggende leirelaget bør tilbakefyllingsmassene under ledningen bestå av Leca. Her kan det benyttes enten løs Leca eller Leca i sekker. Som overfyllingsmasser rundt øvre del av



OSLO KOMMUNE
Geoteknisk kontor

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

5

ledningen foreslår vi at det benyttes pukk for å belaste den underliggende Leca som kan få oppdrift under grunnvannstanden. Utskiftende masser i torv bør omhylles i duk. Som tilbakefyllingsmasser i øverste del av grøften foreslår vi å bruke opprinnelige masser, evt. torv. Anbefalte løsninger er vist i prinsipp på tegn.nr. 2398-1, -2, og -3.

Nord for kum 2 går ledningstrasèen over et ekstremt følsomt område, fordi trasèen går direkte fra fjell i dagen over i meget dårlig grunn med flere meter torv over bløt siltig leire. Der er grunnforholdene så dårlige at vi foreslår å legge ledningstrasèen adskilt fra turveien med en avstand på minst 7 m. Dette er uheldig rent anleggsteknisk, men på denne måten unngås det at turveiens fylling påvirker ledningsanlegget. Forøvrig foreslås ledningen bygget etter samme prinsipp som omtalt ovenfor og som er vist på tegn.nr. 2398-1. Der ledningstrasèen legges adskilt fra turveitrasèen vil det trolig være enklest å utføre byggingen om vinteren.

Geoteknisk kontor står fortsatt til tjeneste og håper å bli kontaktet når byggingen av anlgget utføres.

Geoteknisk kontor

H. Sem
kst. geoteknisk sjef

A. Robsrud
overingeniør

STANDARD BESKRIVELSER

BESKRIVELSE AV BORMETODER

- Enkel sondering betegner neddriving av stålstenger uten registrering av motstand, for eks. slag-sondering 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 omdreining 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 er 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 trengte 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 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. Unntaksvís blir fullt tverrsnitt (ϕ 54 mm) benyttet. Det tas hensyn til prøvens tverrsnittsøkning 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	$s < 1,25 \text{ t/m}^2$	\approx	12,5 kN/m ²
Bløt leire	$s = 1,25 - 2,5 \text{ t/m}^2$	\approx	12,5 - 25 """"
Middels fast leire	$s = 2,5 - 5,0 \text{ t/m}^2$	\approx	25 - 50 """"
Fast leire	$s = 5,0 - 10,0 \text{ t/m}^2$	\approx	50 - 100 """"
Meget fast leire	$s > 10 \text{ t/m}^2$	\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 lastrinn. 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.

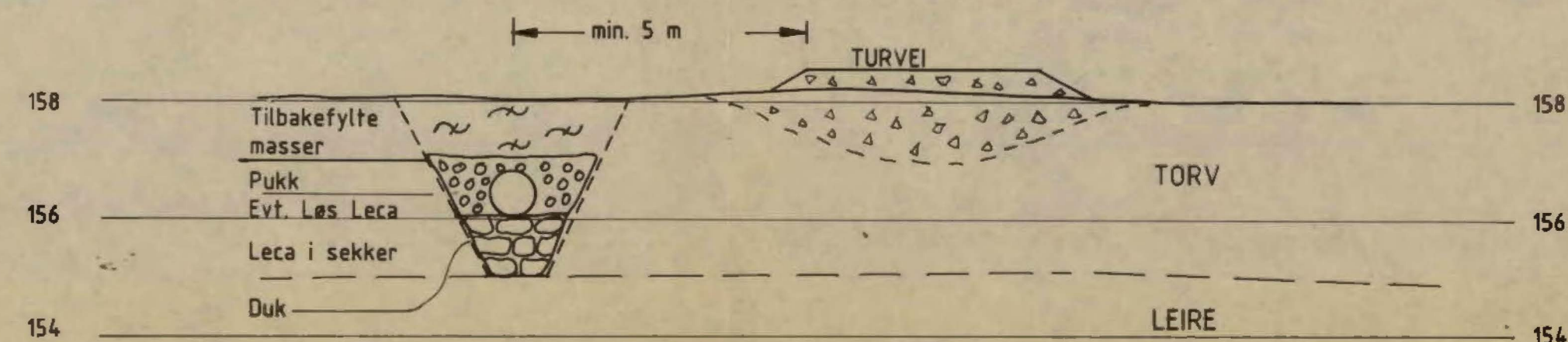
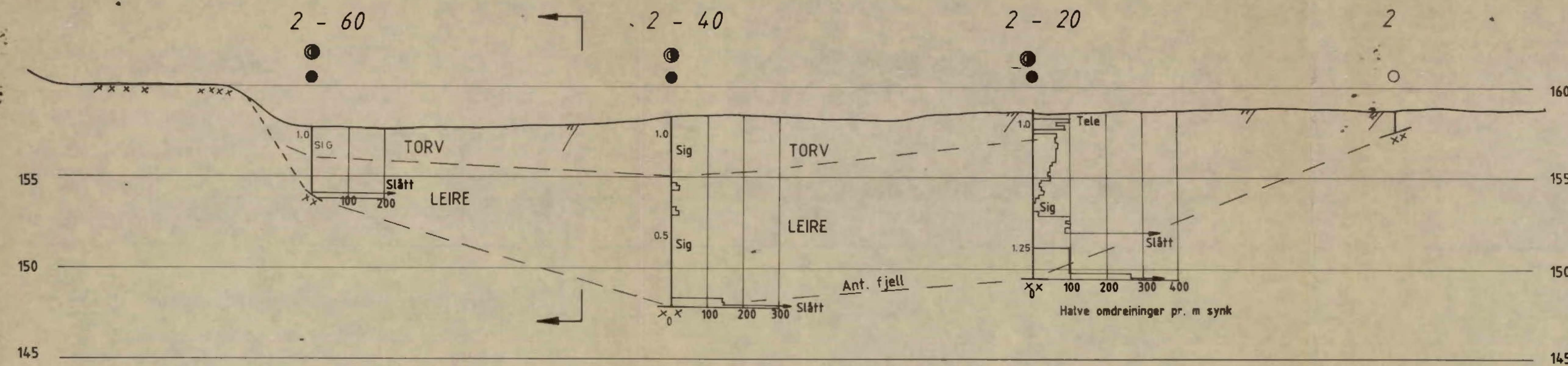
Fortorvningsgraden i organiske jordarter bestemmes ved besiktigelse og krysting av materiale mellom fingrene. Graderingen skjer i henhold til von Post's ti-delte skala H 1 - H 10. Torv kan deles i følgende grupper:

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.

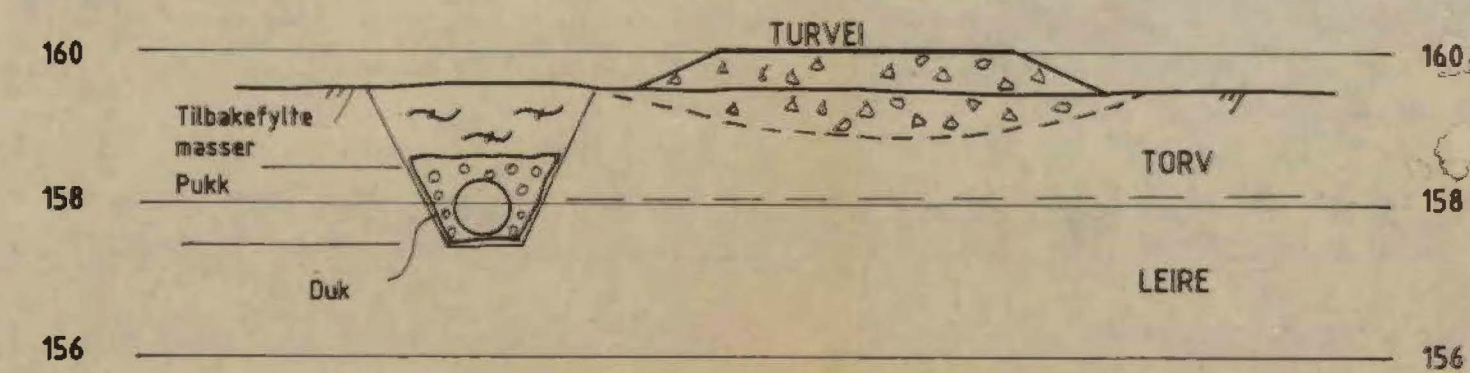
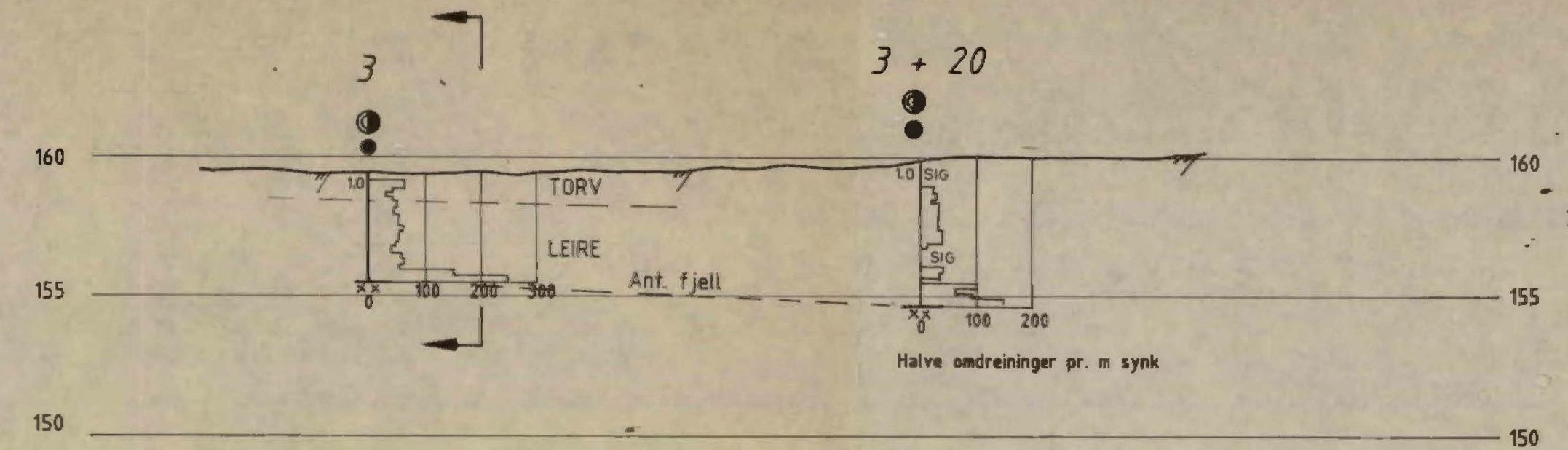
Proctorforsøk brukes til å undersøke pakkningsegenskapene hos jordarter, spesielt hos velgraderte friksjonsmasser. Massen blir stampet lagvis inn i en stålsylinder av bestemt volum, og tørr romvekt beregnet etter tørking av prøven. Avhengig av pakkingsarbeidet skilles mellom standard Proctor og modifisert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

LENGDEPROFIL M 1 : 200



TVERRPROFIL M 1 : 100
PROFIL 2 - 45m

LENGDEPROFIL M 1 : 200



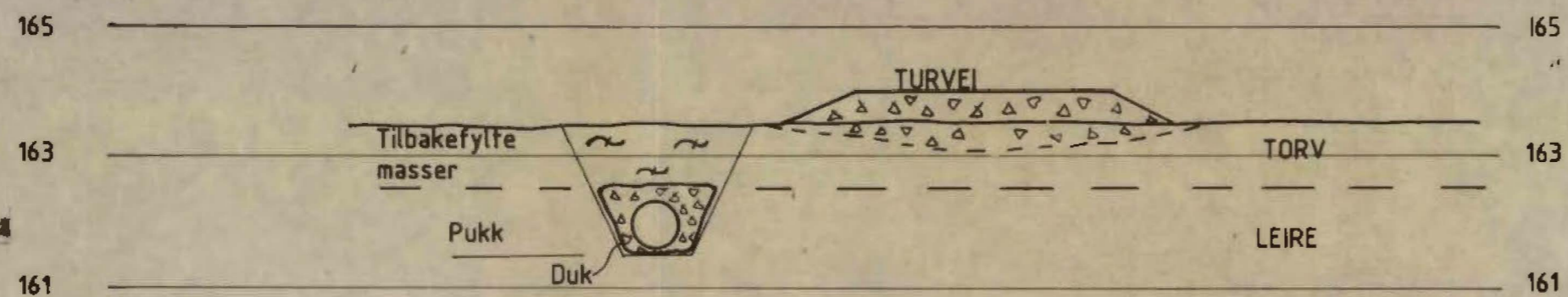
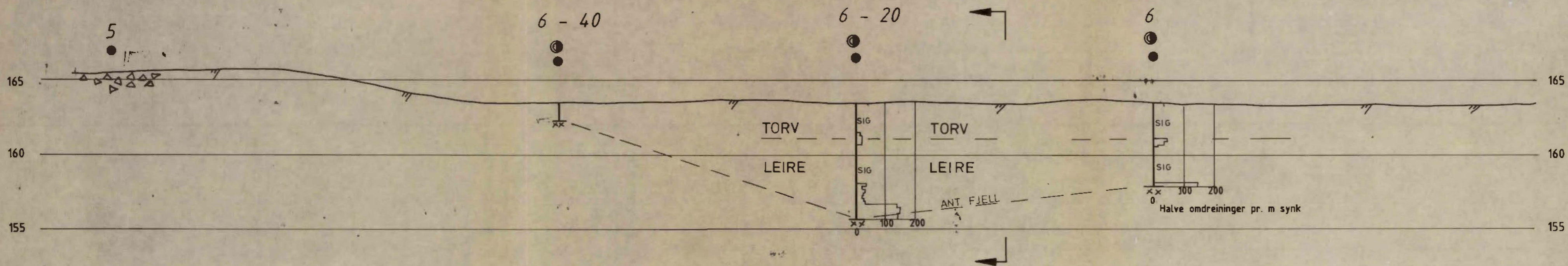
TVERRPROFIL M 1 : 100
PROFIL 3 + 4m

TEGNFORKLARING

- Skovtboring
- Dreiesondring

Bokst.	Forandring	Dato	Bokst.	Forandring	Dato
SKULLERUDÅSEN - GRØNMO Hovedvannledning Kum 1 - 4 Lengde- og tverrprofiler				Tegn. Amo Målestokk 1 : 200 1 : 100	Dato Des 87 Karref. 50 X 11
OSLO KOMMUNE - Geoteknisk kontor				2398	01

LENGDEPROFIL M 1 : 200



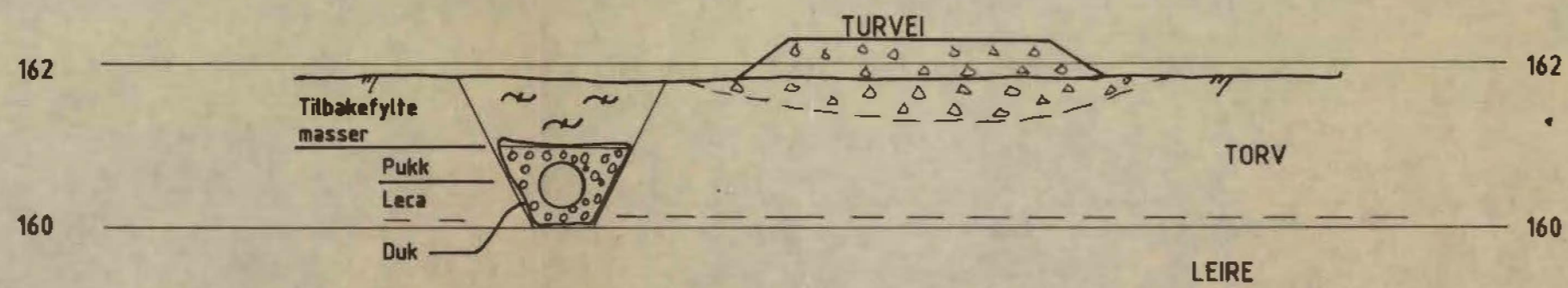
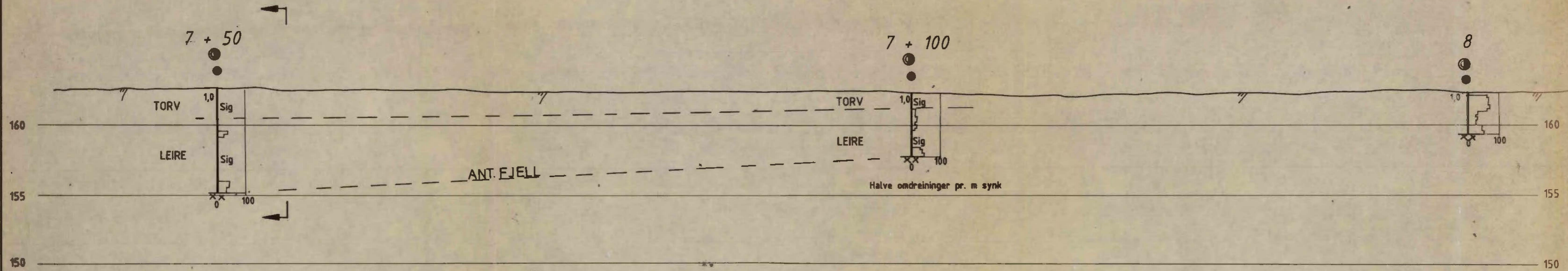
TVERRPROFIL M 1 : 100
PROFIL 6 + 30m

TEGNFORKLARING

- Skovlboring
- Dreiesondering

Bokst.	Forandring	Dato	Bokst.	Forandring	Dato
SKULLERUDÅSEN - GRØNMO			Tegn.		Dato
Hovedvannledning Kum 5 - 6			Målestokk	Kartref.	
Lengde- og tverrprofil			1 : 200	SO K 12	
			1 : 100		
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor			Tegn. nr.	2398. - 02	


LENGDEPROFIL M 1 : 200

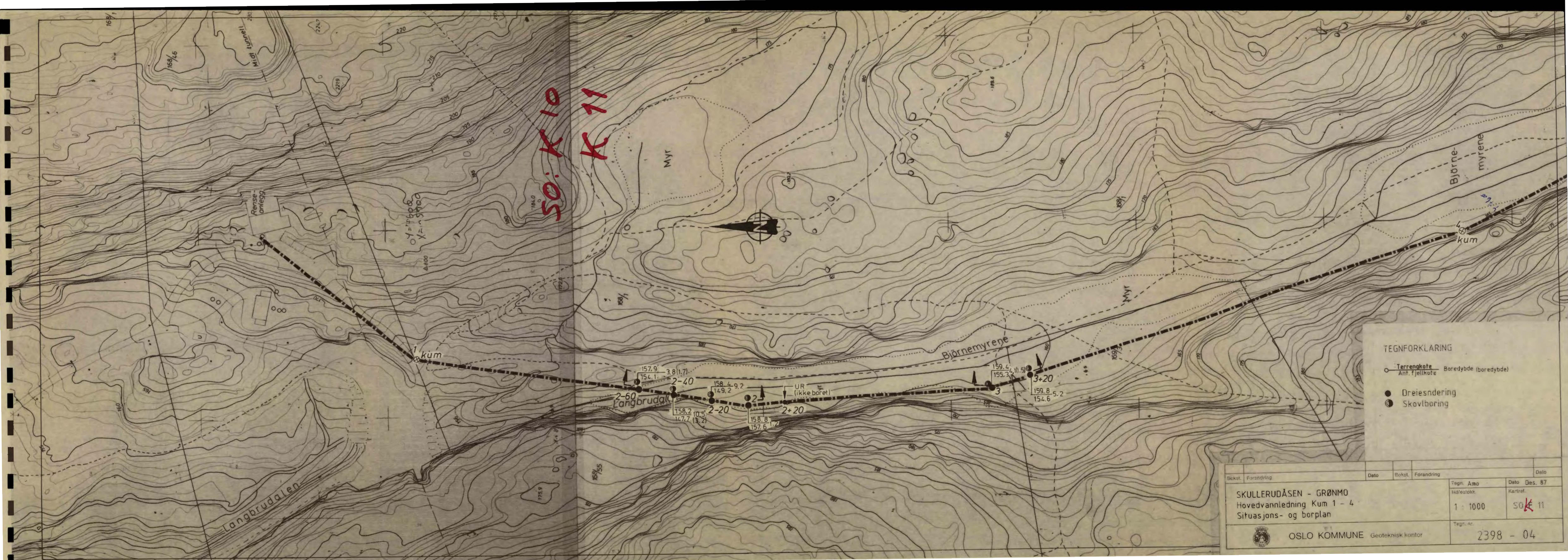


TVERRPROFIL M 1 : 100
PROFIL 7 + 55m

TEGNFORKLARING

- Skovlboring
- Dreiesondering

Bokst.	Forandring	Dato	Bokst.	Forandring	Dato
SKULLERUDÅSEN - GRØNMO Hovedvannledning Kum 7 - 8 Lengde- og tverrprofil				Tegn. Ans Målestokk 1 : 200 1 : 100	Dato Des.87. Kartref. SO 42
 OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor				Tegn. nr. 2398. -03	



Y = 1600
X = 5100
4.600

SO: K 10
K 11

TEGNFORKLARING

	Terrengkote	Boredybde (boredybde)
	Ant. fjellkote	
	Dreiesndering	
	Skovlboring	

Bekst.	Forsdring	Dato	Bekst.	Forsdring	Dato
SKULLERUDÅSEN - GRØNMO Hovedvannledning Kum 1 - 4 Situasjons- og borplan				Tegn. Amo Målestokk 1 : 1000	Dato Des. 87 Kartraf. SO: K 11
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor				Tegn. nr. 2398 - 04	

SO:K 11
K 12



- TEGNFORKLARING**
- Terrengkote / Ant. fjellkote Boreddybde (torvdybde)
 - Dreiesondering
 - ⊙ Skovlboring

Bokst.	Forandring	Dato	Bokst.	Forandring	Dato
SKULLERUDÅSEN - GRØNMO Hovedvannledning Kum 5 - 10 Situasjons- og borplan			Tegn. Ans Målestokk 1 : 1000 Tegn. nr. OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Dato Des.87 Kartref. SO:K 12 2398 - 05	