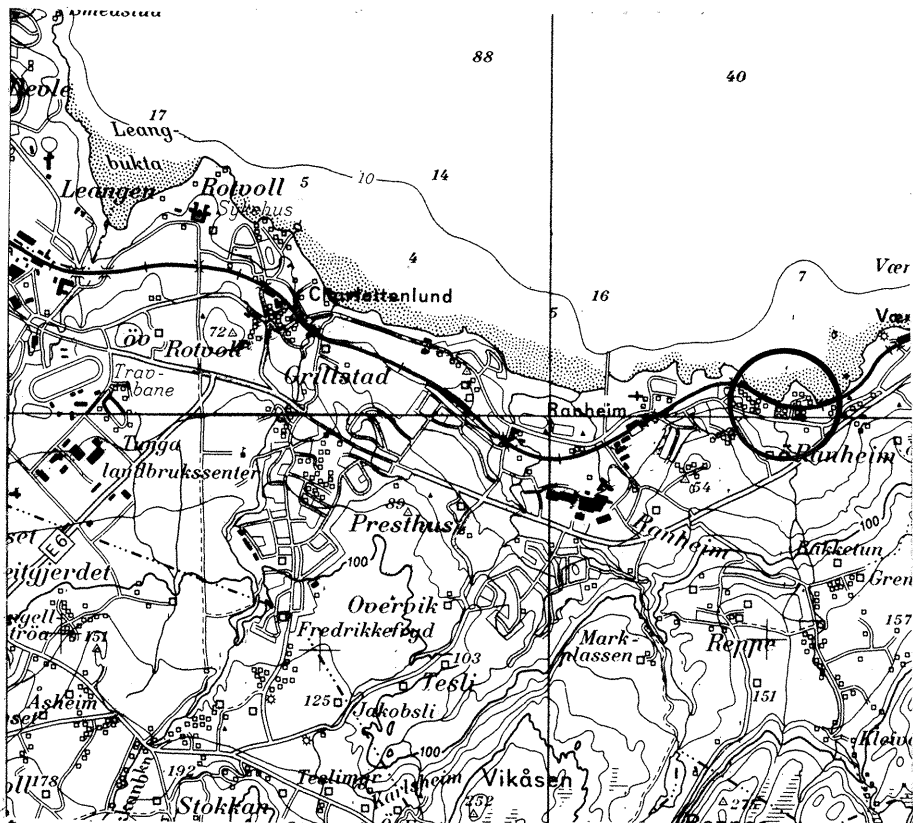


R. 680 LEDNINGSTRACEER OG PUMPE- STASJON. SURVIKA, RANHEIM

GRUNNUNDERSØKELSE
GEOTEKNISK VURDERING



14. 11. 85
GEOTEKNISK SEKSJON
PLANKONTORET TRONDHEIM KOMMUNE

R 680 LEDNINGSTRACEER OG PUMPESTASJON SURVIKA, RANHEIM
Grunnundersøkelse og geoteknisk vurdering

1. ORIENTERING

I forbindelse med utarbeidet forslag til reguleringsplan for Grytbakkstranda, Væresbukta og deler av Hansbakken er det planlagt avskjærende ledninger som samler avløpsvannet i en pumpestasjon i Survika nær utløpet av Reppebekken. Avløpsvannet skal derfra pumpes opp til krysset Ranheimsvegen/Ranheimslivegen.

Etter forespørsel fra Kommunalteknisk seksjon v/avd.ing. H. Kierulf har geoteknisk seksjon utført grunnundersøkelser for prosjektet.

De planlagte ledningstraceer er vist inntegnet på situasjonskartet, bilag 1. Vurderte plasseringer av pumpestasjonen er i krysningspunktet (prof. 0) rett sør for jernbanelinja, alternativt på nordsida av jernbanen, ca prof. nr 50.

2. MARKARBEID

Borearbeidet er utført i månedene april og juli d.å. ved seksjonens eget borelag.

Det er utført sonderboringer med dreiebor, stort sett for hver 20. meter av traceene nummerert A - D. Traceene er satt ut i marka og kjedet av Kommunalteknisk seksjon.

Boreddybden er stort sett 5 m langs ledningstraceene. Ved de aktuelle plasseringssteder for pumpestasjonen er det sonderboret dypere, maks. ca 17 m i profil 0.

I tillegg til dreiesonderingene er det i 5 punkt tatt opp prøver med 54 mm stempelprøvetaker. Prøvetakingsdybden er fra ca 5 til 16 m.

Poretrykket er målt sør og nord for jernbanelinja ved nedsetting av piezometre til h.h.v. 4,5 og 4 m dybde.

Plasseringen av borpunktene er vist på situasjonskartet. Her er også avmerket tidligere boringer i området, utført av NSB.

Resultatet av boringene er tegnet inn på lengdeprofilene, bilag 2 og 3. Terrenghøyder er tatt ut av kart i M=1:1000.

3. LABORATORIEUNDERSØKELSER

Det er ialt tatt opp nærmere 50 prøver, hovedsaklig uforstyrrede sylinderprøver. Undersøkelsene av prøvene er foretatt i vårt laboratorium.

Prøvene er først klassifisert og beskrevet, og det er utført bestemmelser av vanninnhold og romvekt. Udrenert skjærstyrke er målt ved konus og enaksiale trykkforsøk. Konusforsøk er også utført for bestemmelse av omrørt skjærstyrke. Sensitiviteten er utreknet på grunnlag av konusforsøkene.

Leiras effektive skjærstyrkeegenskaper er undersøkt ved doble treaksialforsøk på prøver fra 3 hull, profil 0, C 50 og B 190, dvs. 6 forsøk i alt.

Resultatet av klassifisering og rutineundersøkelser er gitt i borprofilene, bilag 4 - 7. Spenningsstiene fra treaksialforsøkene er vist i bilag 8 - 10.

4. GRUNNFORHOLD

Tidligere undersøkelser som NSB har utført langs jernbanelinja, har avdekket masser av bløt og tildels kvikk leire. Løsmassemektigheten synes å variere betydelig, og på et parti er det fjell i dagen, jfr. situasjonskartet.

Våre undersøkelser for ledningstraceene og pumpestasjon bekrefter at det er forekomster av bløt og kvikk leire i området, særlig markert i dalsøkket langs Reppebekken.

For å vurdere ledningstraceene var en primært interessert i grunnforholdene i de øvre lag. Boringene er således ikke ført dypt nok til å gi en helhetlig oversikt over mektighet og utstrekning av bløte eller kvikke leirforekomster.

I det følgende er gitt en mer detaljert (strekningsvis) beskrivelse av grunnundersøkelsesresultatene. Det vises spesielt til lengdeprofilene, bilag 2 og 3, samt til borprofiler (bilag 4 - 7).

Trace A:

a. Strekingen prof. 0 - 100:

I profil 0 (opprinnelig foreslått plasseringssted for pumpestasjonen) viser den dype prøveserien øverst et ca 2 m tykt lag av blandingsjord (antatt fyllmasse), derunder kvikkleire helt ned til 12,5 m dybde. Videre ned til avsluttet prøvetaking er det lagvis leire, sand og silt. Kvikkleira har endel variasjon i vanninnhold, mens udrenert skjærstyrke er relativt jevn, $S_u = 20 - 30 \text{ kN/m}^2$, dvs. omkring overgangen fra bløt til middels fast leire.

Treaksialforsøkene (jfr. bilag 8) er ikke helt entydige, trolig fordi den dypeste prøven har vært endel forstyrret. Den øverste prøven viser normal poretrykksoppbygning og oppnår kontraktant flytning fra ca 7% deformasjon.

Forsøket gir følgende effektive styrkeparametre:

Attraksjon	$a \approx 2,5 \text{ kN/m}^2$
Friksjon	$tg\phi \approx 0,60$

Elektrisk piezometer nedsatt til 4,5 m dybde viser i perioden 20. april - 31. mai et trykk tilsvarende en stighøyde (5,4 - 5,5 m): et poreovertrykk på 0,9 - 1,0 m.

Videre sørover til kryssing av Ranheimsvegen kan en rekne med noenlunde tilsvarende masser ned til boreddybden (5 m) som i profil 0.

Således er det ved dreiesonderingene registrert synk av boret under et ca 1,5 - 2 m noe fastere topplag.

Prøveserien i prof. 40 viser kvikkleire fra vel 1,5 m dybde, og udrenert skjærstyrke er lav; $S_u = 10 - 20 \text{ kN/m}^2$.

b. Strekningen prof. 100 - 200:

Dreiesonderingene indikerer noe varierende fasthet. I noen boringer har en lag med synk av boret uten dreining.

Det er følgelig tegn til noe bedre grunnforhold enn for nedre del av traceen, men en kan ikke se bort fra lommer med relativt bløt event. kvikk leire.

c. Strekningen prof. 200 - 300:

Dreiemotstanden er stort sett middels høg (35 - 125 halvomdr. pr meter), og en vil her anta at det ned til boreddybden (5 m) er klart fastere masser enn for traceen forøvrig.

Fjell er ikke påtruffet innen boreddybden for noen del av traceen.

Trace_B:

Traceen går nordvestover langs sørsida av jernbanefyllingen.

Prøveserien i prof. 30 viser lagvis fyllmasse, tørrskorpeleire og leire ned til ca 4 m dybde. Fra dette nivå har en kommet ned i et lag med bløt kvikkleire.

På partiet ca prof. 100 - 150 stikker fjellet opp i dagen.

Langs siste del av delstrekningen, prof. 150 - 220, faller fjellet av. Dreiesonderingene i prof. 173 viser lagdelte avsetninger med ujevn fasthet, mens en i prof. 220 ikke har registrert markert faste lag.

Prøveserien i prof. 190 viser et 2,5 m topplag hovedsaklig av sand, derunder tørrskorpeleire, et tynt kvikkleirelag og homogen leire. Leira er bløt og noe sensitiv.

Også NSB's boringer i nærheten antyder at løsmassene på dette partiet består av bløt til middels fast, sensitiv leire.

Trace C:

Etter kryssing av jernbanen er det sonderboret fram til prof. 200 og tatt opp prøver i prof. 30 og 50.

Prøveserien i prof. 30 viser følgende: Et tynt topplag av grusig fyllmasse ($\sim 0,8$ m), derunder middels fast leire. Sensitiviteten øker med dybden, og lokale kvikke lag synes å forekomme i 4 - 5 m dybde.

I prof. 50 (mest aktuelle plassering av pumpe-stasjonen) er det øverst et 2,5 m tykt sandlag, videre ned har en middels fast leire som blir bløt og sensitiv fra ca 5,5 m dybde. Fra ca 8 m dybde er det registrert kvikk leire.

Effektive styrkeparametre bestemt ved tre aksialforsøk på prøver av den middels faste leira er (jfr. bilag 9):

$$\begin{array}{ll} \text{Attraksjon} & a \approx 10 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Friksjon} & tg\phi \approx 0,63 \end{array}$$

Poretrykksmålinger i prof. 50 viser et trykk tilsvarende en grunnvannsstand ca 0,9 m under terreng.

Sonderboringene videre østover langs traceen markerer lagdelte avsetninger av noe varierende fasthet. I prof. 170 er det registrert synk av boret fra ca 1,7 m dybde, og en kan her ikke utelukke bløt og/eller kvikk leire.

Fjell er ikke registrert langs traceen.

Trace D:

Dreiesonderingene indikerer vekslende fasthet. Særlig fast er det i topplaget, som antas å være oppfylte masser. Utenom profil 0 er det ikke registrert spesielt bløte lag langs denne parsellen. Eventuell bløt eller kvikk leire antas derved å ligge dypere enn i 5 m dybde.

En har ikke truffet på fjell ved boringene.

5. VURDERING

a. Generelt

Den påviste bløte og kvikke leira og i tillegg tildels ugunstige poretrykksforhold stiller generelt strenge krav til prosjektering og utførelse av anlegg på området.

For de planlagte ledningstraceer samt pumpe-stasjon er problemet først og fremst å sikre stabiliteten i gravetilstanden.

I særlig bløt eller kvikk leire kan enhver lokal utglidning i ei grøft eller sjakt være kritisk for de som arbeider på stedet, og en skal dessuten være oppmerksom på faren for dramatisk viderefplantning fra et utløst initialras.

Også hensynet til jernbanens sikkerhet tilsier at en her tar utgangspunkt i alvorligste skadekonsekvensklasse, jfr. NS 3479.

b. Pumpestasjonen

Pumpestasjonen vil bli en ca 3,5 m dyp nedgravd betongkonstruksjon + overbygg.

Sør for jernbanelinja (i prof. 0) har en de dårligste grunnforhold på området, med bløt og kvikk leire allerede fra 2 m dybde samt markerte poreovertrykk.

For å sikre utgravningen for pumpestasjonen stabilitetsmessig ville det måtte kreves ganske omfattende tiltak, i første rekke en lang og solid oppstøttet spuntveggskonstruksjon.

Etter å ha drøftet situasjonen med Kommunalteknisk seksjon, har en forstått at en plassering i profil 0 ikke lenger er aktuell.

Nord for jernbanelinja (i prof. C 50) innebærer ifølge grunnundersøkelsene en utgravning gjennom sandlaget og ca 1 m ned i middels fast og lite sensitiv leire. Fra bunn utgravning synes det å være vel 2 m ned til bløt leire, mens kvikkleira ligger enda dypere. Forholdene er derved gunstigere enn rett sør for jernbanelinja.

Utgravningen til ca kote -0,20 må sikres ved nedrammet spunt, mot jernbanefyllinga. Beregninger viser at p.g.a. den lave skjærstyrken i dybden vil en eventuell fri (uavstivet) spuntvegg måtte være svært kraftig og rammes til meget stor dybde. En tilrå derfor at spuntveggen støttes opp. Det vises til skisse i bilag 11, med forslag til utførelse og med anførte spesifikasjoner ut fra beregninger.

c. Ledningsgrøfter

Ifølge mottatt lengdeprofil vil gravedybden langs lengre strekninger bli under 2,5 m. Dypere ledningsgrøft vil en først og fremst ha langs trace D øst for ca prof. 70 (maks. ca 4,0 m dybde) og dessuten vestre parti av trace A og B (maks. ca 4,0 og 5,0 m dybde).

Ved grøftearbeidene vil vi tilrå at en graver etappevis og legger rørene etterhvert, f.eks. 6 m lange seksjoner.

Gravemasser må ikke legges for nær grøftekantene, minimumsavstand bør settes lik grøftedybden + 1,0 m.

Uavstivede grøfter må ikke graves vertikalt dypere enn 1,5 m (jfr. Utkast til graveforskrifter fra Direktoratet for Arbeidstilsynet).

Graveskråninger bør tilpasses grøftedybde og grunnforhold. Kortvarige ikke særlig dype utgravninger i tørrskorpeleire eller relativt fast, uforstyrret leire kan stå med helning opp til 1,5:1. For størstedelen må en imidlertid rekne med å måtte grave med slakere helning, maks. 1:1.

Avstiving av grøft, f.eks. med grøftekasser, tilrås for grøfter dypere enn ca 2,5 m og dessuten for grunnere grøfter der f.eks. plasshensyn forhindrer stabil graveskråning. Grøftekassene må spennes opp mot grøfteveggene for å unngå utrasing.

På partier med dyp grøft hvor en også kan komme ned i dårlige masser, kan det bli nødvendig med særlige tiltak for å sikre stabiliteten, f.eks. terrengavlastning på sidene, graving med vann i grøfta eller spunting.

Ut fra boreresultatene og de mottatte profiler rekner vi med at slike forhold først og fremst vil gjelde de siste ca 50 m av trace B.

Med gravedybde omkring 5 m vil en da komme ned i lag av kvikk og bløt leire. Dette innebærer lav beregningsmessig sikkerhet mot bunnheving.

Vi vil her tilrå avstivet spuntvegg på begge sider av grøfta. Dimensjoneringsdata ifølge beregninger er gitt i bilag 11. Eventuell terrengavlastning av betydning kan gi grunnlag for justerte beregninger og reduserte dimensjoner.

Fjellsprenkning vil bli nødvendig for delstrekningen ca profil 80 - 160 av trace B. Forøvrig antar en ikke å treffe på fjell langs de traceer som er undersøkt.

På terrengprofilene, bilag 2 og 3, er anført de sikringstiltak som ut fra de foreliggende planer og grunnundersøkelsesresultater anses nødvendige.

På nederste strekning av trace A (sør for jernbanen) vil ledningene på et parti bli liggende meget grunt i forhold til dagens terreng. For at en ikke skal risikere oppløft av ledningen p.g.a. poretrykket tilrås vi at det om nødvendig fylles på masse slik at overdekningen overalt blir minimum 0,5 m over topp av øverste ledning.

For å krysse jernbanen er det foreslått rørpresing, på ca kote +1,5. En vil da være nær overgangen sandig fyllmasse/leire. Trekker en seg noe vest for eksisterende kulvert, er det størst sjanse for å komme hovedsaklig ned i leirmasser, jfr. bilag 2 og 3.

6. SAMMENDRAG

Undersøkelsene viser varierte og tildels meget dårlige grunnforhold langs ledningstraceene, kortfattet oppsummert:

Trace A: Betydelige forkomster av bløt og kvikk leire sør-
over til Ranheimsvegen. Kvikkleira har meget liten over-
dekning. Poreovertrykk i grunnen.
Gradvis fastere masser videre vestover opp til enden av
traceen.

Trace B: Dårlige grunnforhold dominert av bløt, kvikk leire
mot profil 0. Lagvise avsetninger med muligheter for lommer
av kvikkleire videre vestover. Fjell i dagen på strekningen
ca profil 100 - 150. Lagdelte løsavsetninger lengst vest.
Kvikkleire og bløt, sensitiv leire registrert fra ca 4 m
dybde i profil B 190.

Trace C: Løsavsetninger av vekslende fasthet, hovedsaklig leire. Gjennomgående større overdekning av kvikkleira enn sør for jernbanen.

I profil 50 (foreslått plassering av pumpestasjonen) er påvist følgende lagrekkefølge: Et topplag av sand, fra ca 2,5 til 8 m dybde har en leire som blir gradvis bløt og sensitiv. Derunder er registrert kvikkleire.

Trace D: Lagdelte masser øverst, partivis noe fyllmasse. Utenom profil 0 er det ikke tegn til særlig bløt eller sensitiv leire de øverste 5 m.

Hensynet til personsikkerhet, viktige konstruksjoner (jernbanen) samt nabobebyggelse tilsier at det med de registrerte grunnforhold må legges særlig vekt på sikring av stabiliteten under gravearbeidene.

Ledningstraceer

På partier med moderat gravedybde og hvor det er plass nok kan det graves med graveskråning, helning maks. 1:1. Bare på eventuelle strekninger med fast, intakt leire kan det graves steilere (helning maks. 1,5:1). Uavstivede, vertikale grøfter må ikke gjøres dypere enn 1,5 m.

Oppstøtting med grøftkasser tilrås på strekninger med ledningsgrøft dypere enn ca 2,5 m og der en forøvrig har problemer med å få til stabil graveskråning.

Grøft dypere enn ca 4 m og med bløt leire omkring gravnivå kan kreve spesielle tiltak. En rekner således med at det langs siste del av trace B må rammes ned spunt som avstives. Se bilag 11.

Lagring av gravemasser nær grøftkant bør generelt unngås.

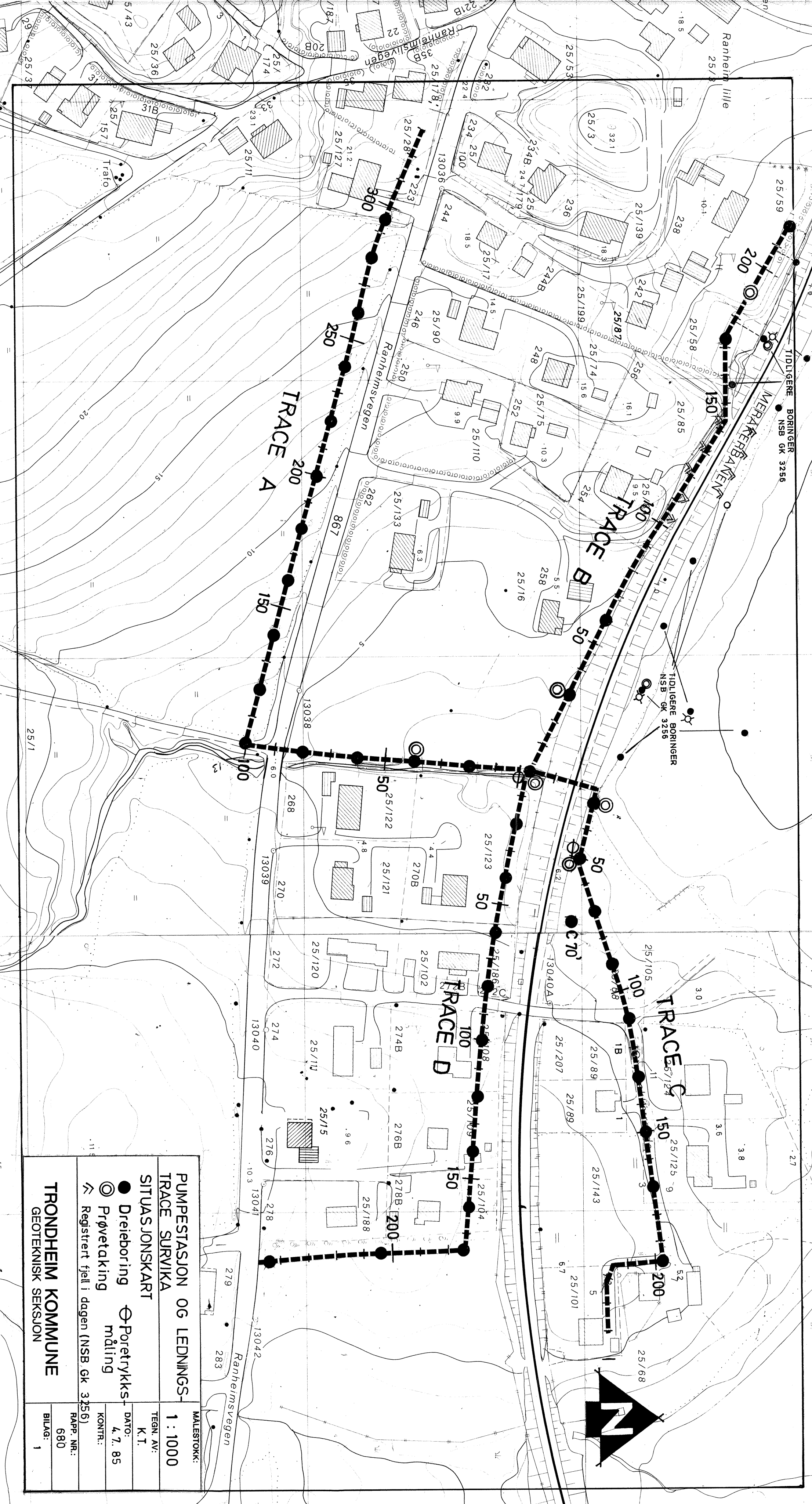
Pumpestasjon

Pumpestasjonen er planlagt plassert rett nord for jernbanelinja, ca profil 50 trace C. Utgravningen til ca 3,5 m dybde må støttes opp med avstivet spuntvegg mot jernbanefyllingen, jfr. bilag 11.

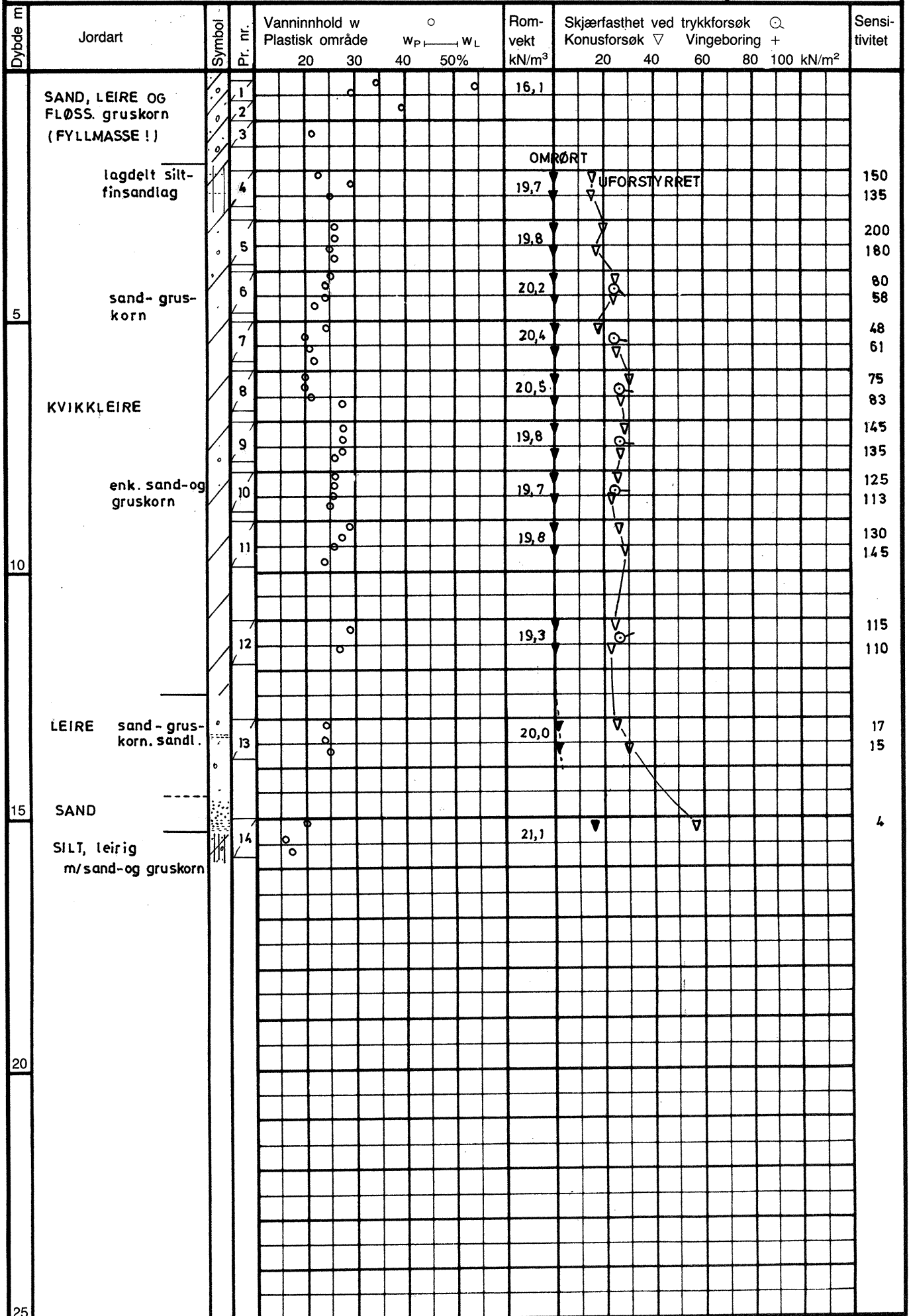
Vi er gjerne med på en fortsatt oppfølging av prosjektet, f.eks. nærmere drøfting av løsninger i forbindelse med anleggsarbeidene.

PLANKONTORET
Geoteknisk seksjon

Leif I. Finborud
Leif I. Finborud

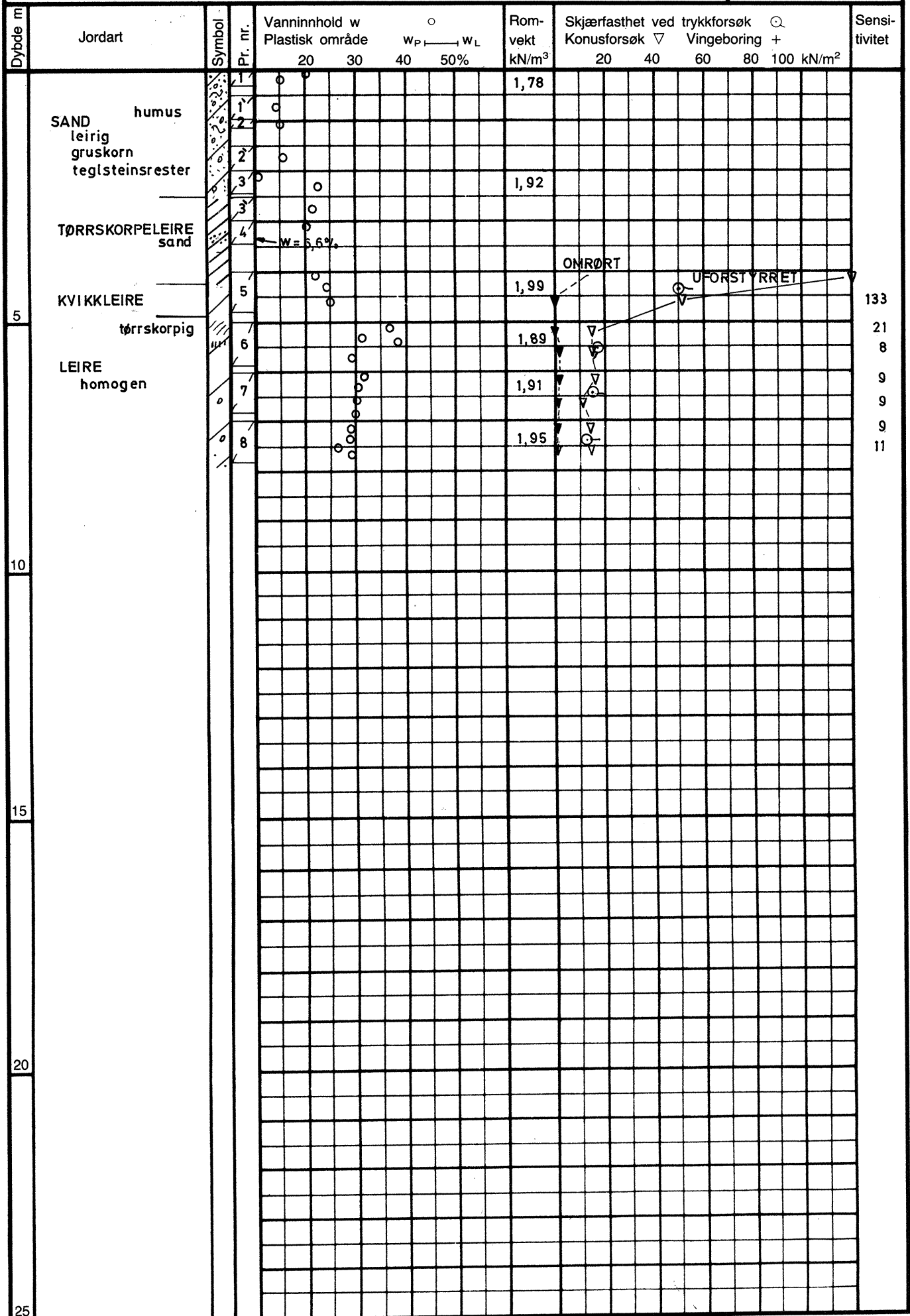


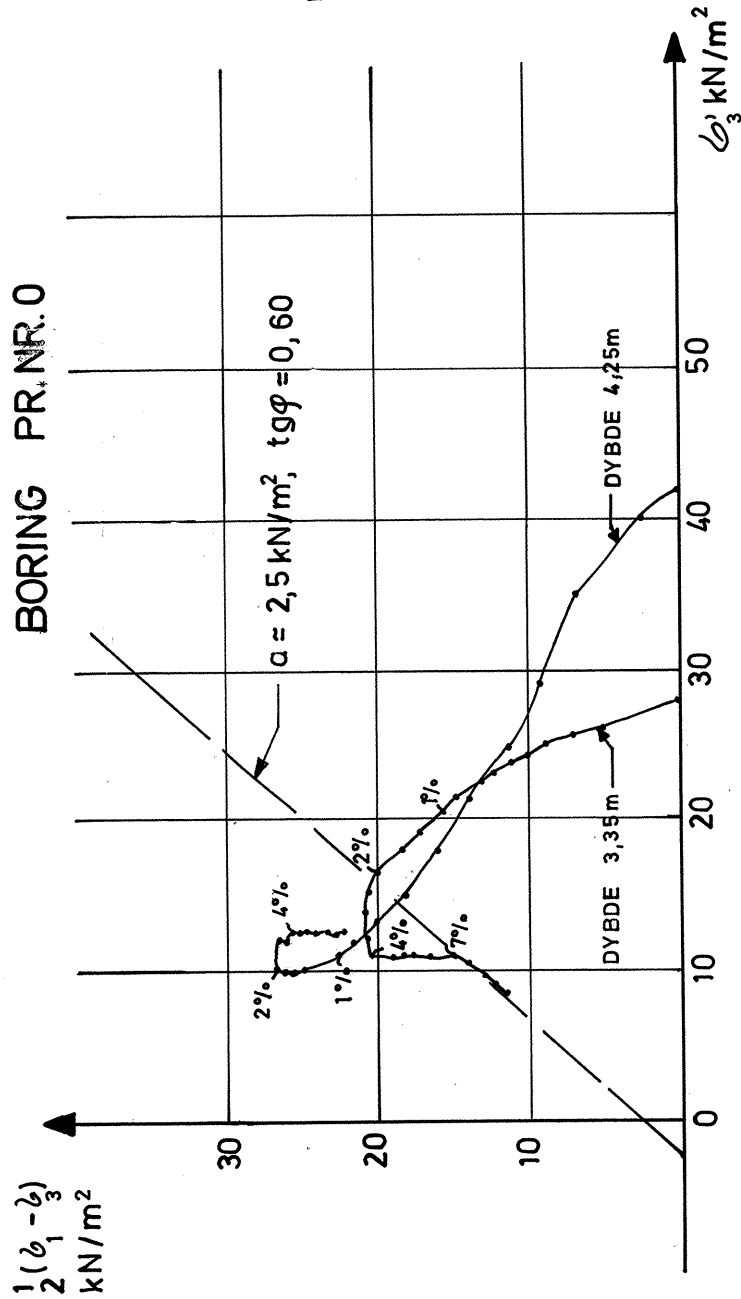
PUMPESTASJON OG LEDNINGS- TRACE SURVIKA		MALESTOKK: 1 : 1000	
SITUASJONSKART		TEGN. AV: K.T.	
● Dreie boring	⊖ Poretrykks- måling	DATO: 4.7. 85	
⊙ Prøvetaking	↙ Registrert fjell i dagen (NSB Gk 3256)	KONTR.:	
TRONDHEIM KOMMUNE		RAFP. NR.:	
GEOTEKNISK SEKSJON		680	
		BILAG: 1	



Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Romvekt kN/m ³	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensitivitet	
				Plastisk område		W _P	W _L		Konusforsøk	Vingeoring		+		
				20	30	40	50%		20	40	60	80	100	kN/m ²
0	A-40 SAND, GRUS, LEIRE (FYLLM.?) LEIRE m/gruskorn KVIKKLEIRE enk. sand-gruskorn		1											
			2					14,7?	omrørt	uførstyrret				100
			3											
			4					19,1						130
			5					19,3						80
5													78	
10	B-30 SAND, GRUS, LEIRE (FYLLMASSE) TØRRSKORPELEIRE m/sand-gruskorn LEIRE noe sand-gruskorn KVIKKLEIRE m/sand-og grusk.		1					17,5						
			2	w = 6,8%				18,1						220
			3	w = 4,5%				20,3	omrørt					170
			4					20,2						8
			5					20,1	noe omrørt	uførstyrret				42
5													50	
10	C-30 GRUS m/humus (FYLLMASSE) LEIRE sand-gruskorn silt silt og kvikkbl.		1											
			2						omrørt	uførstyrret				
			3					20,1						3
			4					20,6						8
			5					20,5						30
15														

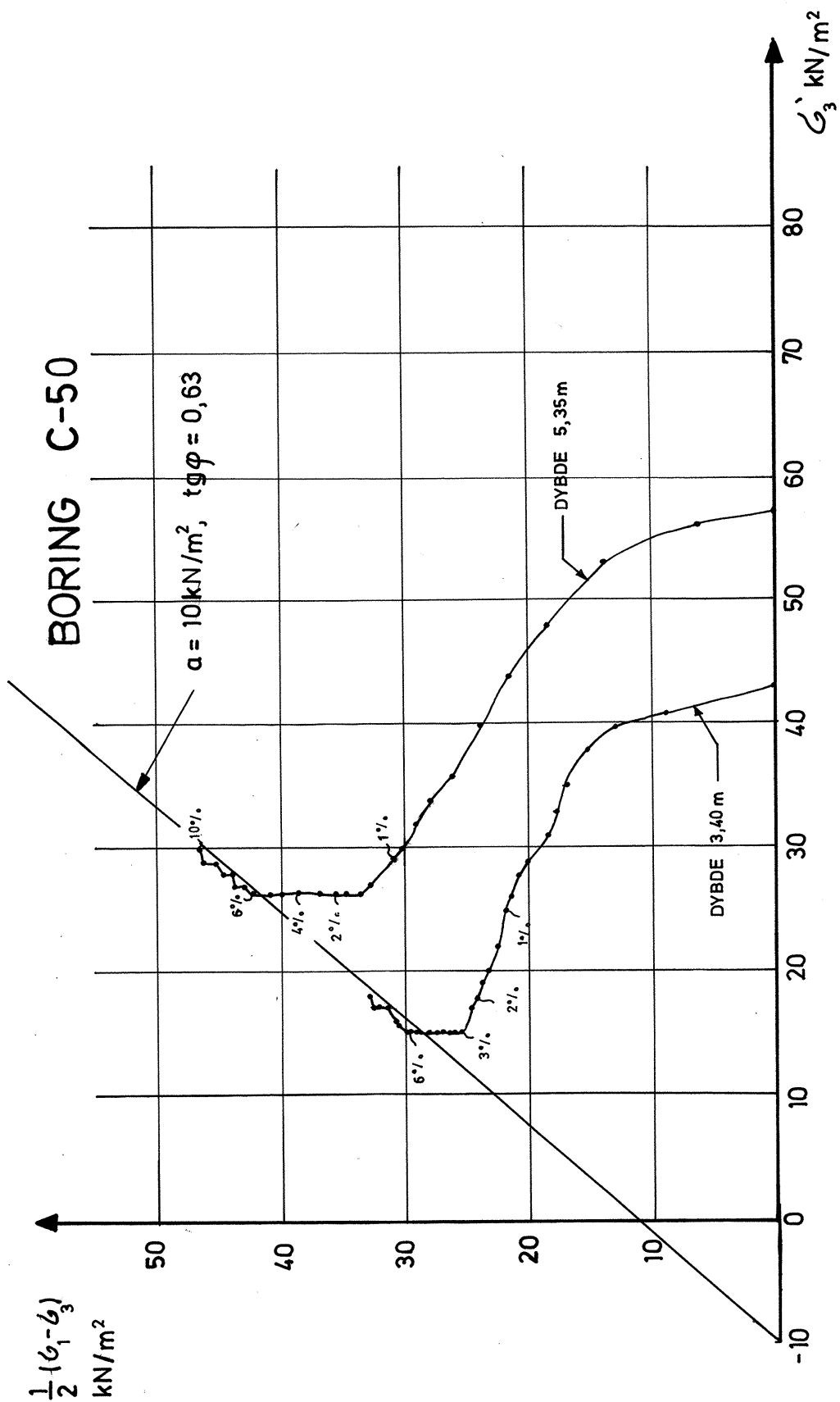
Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w		Plastisk område	W _P — W _L	Romvekt kN/m ³	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensitivitet	
				20	30				20	40	60	80		100
	SAND gruskorn	leirbl.	1	w = 2,7%				14,8						
			2	w = 2,2%					20,0					
	LEIRE siltig enk. sand-gruskorn	siltlag	3	w = 8,1%										
			3'	w = 8,9%										
			4						20,2					2
			5						20,4					3
5			6						20,6					4
			7						21,2					12
			8						21,2					13
			9						21,2					20
			10						21,2					27
			10						21,2					52
	KVIKKLEIRE sandblandet gruskorn	enk. siltlag	10										41	
			10											25
													80	
													38	
10														
15														
20														
25														





MERKNAD : PRØVE FRA DYBDE 4,25 m
KAN VÆRE NOE FORSTYRRET

TRONDHEIM KOMMUNE GEOTEKNISK SEKSJON	PUMPESTASJON OG LEDNINGS- MÅLESTOKK TRACE SURVIKA	
	TEGNET AV K.T.	RAPP NR. 680
	DATO 4.7.85	BILAG 8



TRONDHEIM KOMMUNE
GEOTEKNISK SEKSJON

SURVIKA, RANHEIM

TRIAKSIALFORSØK

BORING C-50

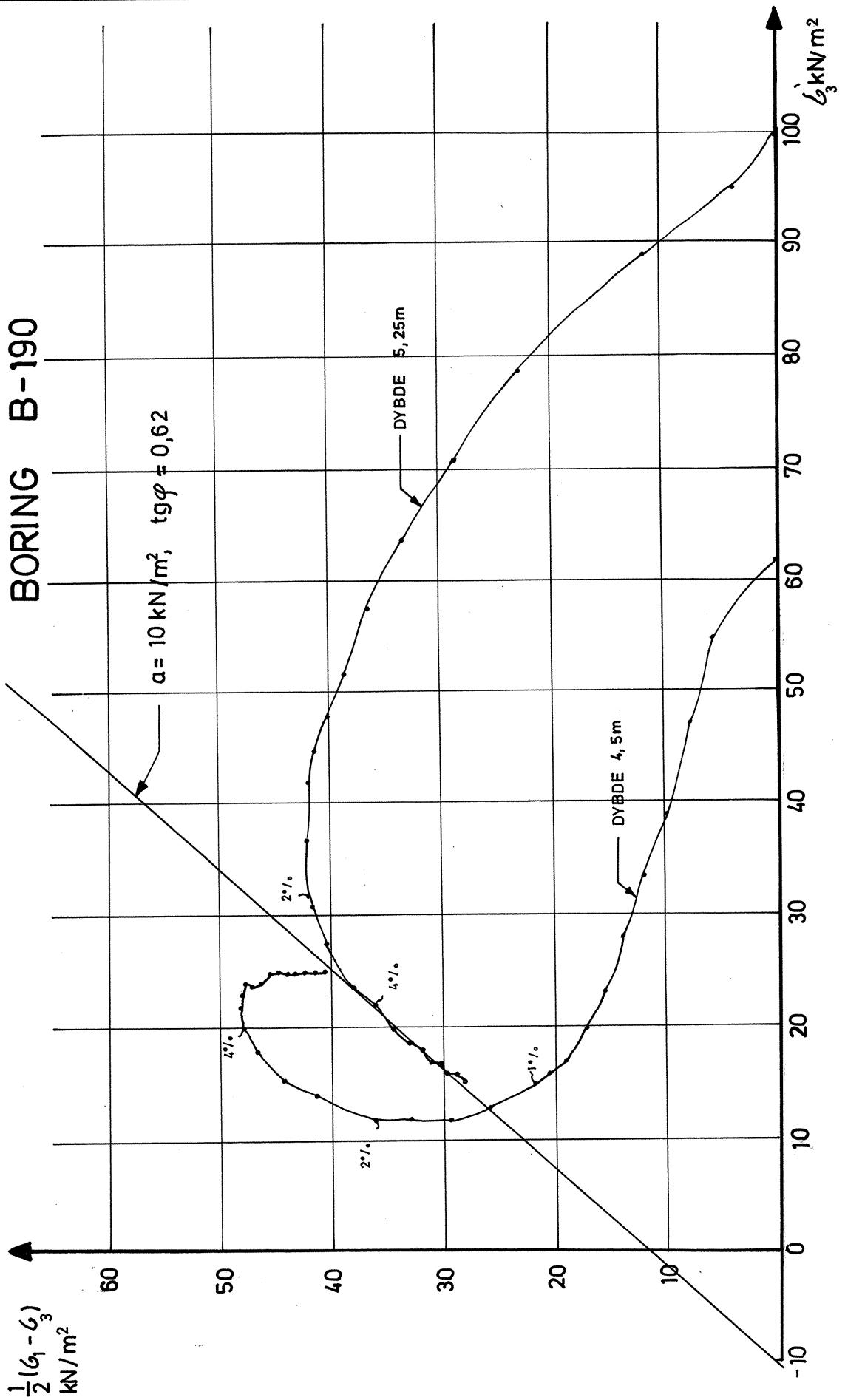
MÅLESTOKK

TEGNET AV
K.T.

DATO
12. 9.. 85

RAPP NR.
680

BILAG
9



TRONDHEIM KOMMUNE
GEOTEKNISK SEKSJON

SURVIKA, RANHEIM

TRIAKSIALFORSØK

BORING B-190

MÅLESTOKK

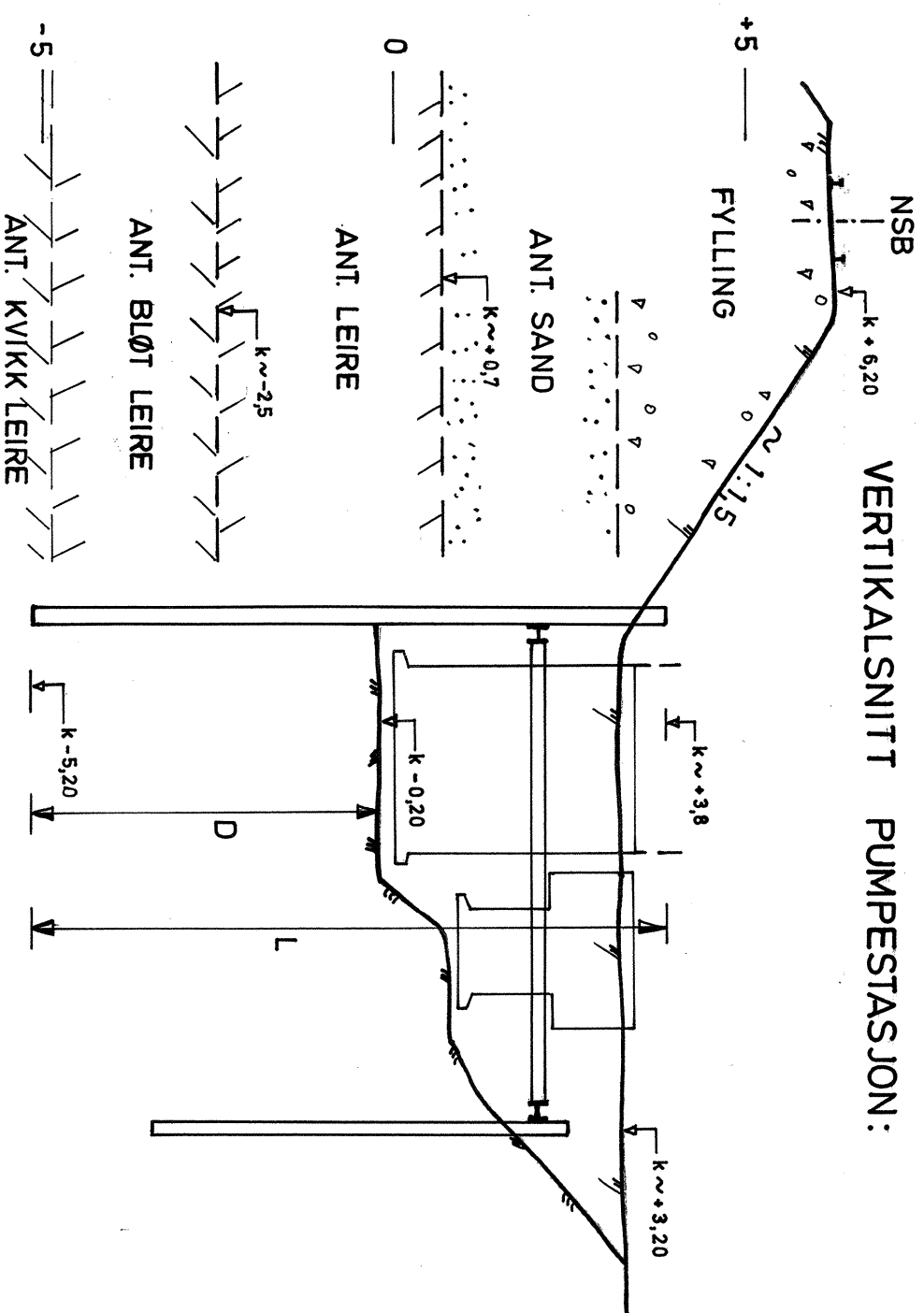
TEGNET AV
K.T.

RAPP NR.
680

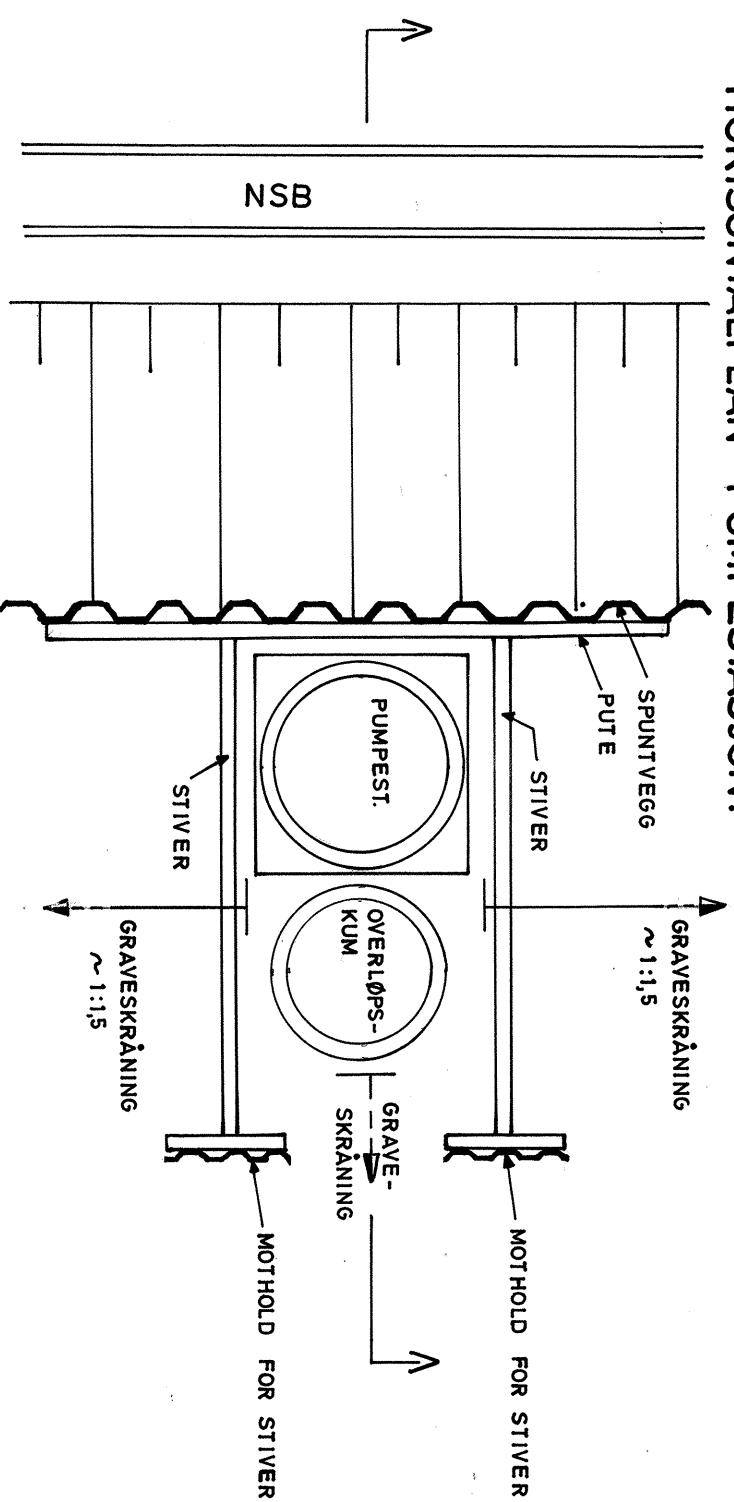
DATO
12.9.85

BILAG
10

VERTIKALSNIITT PUMPESTASJON:



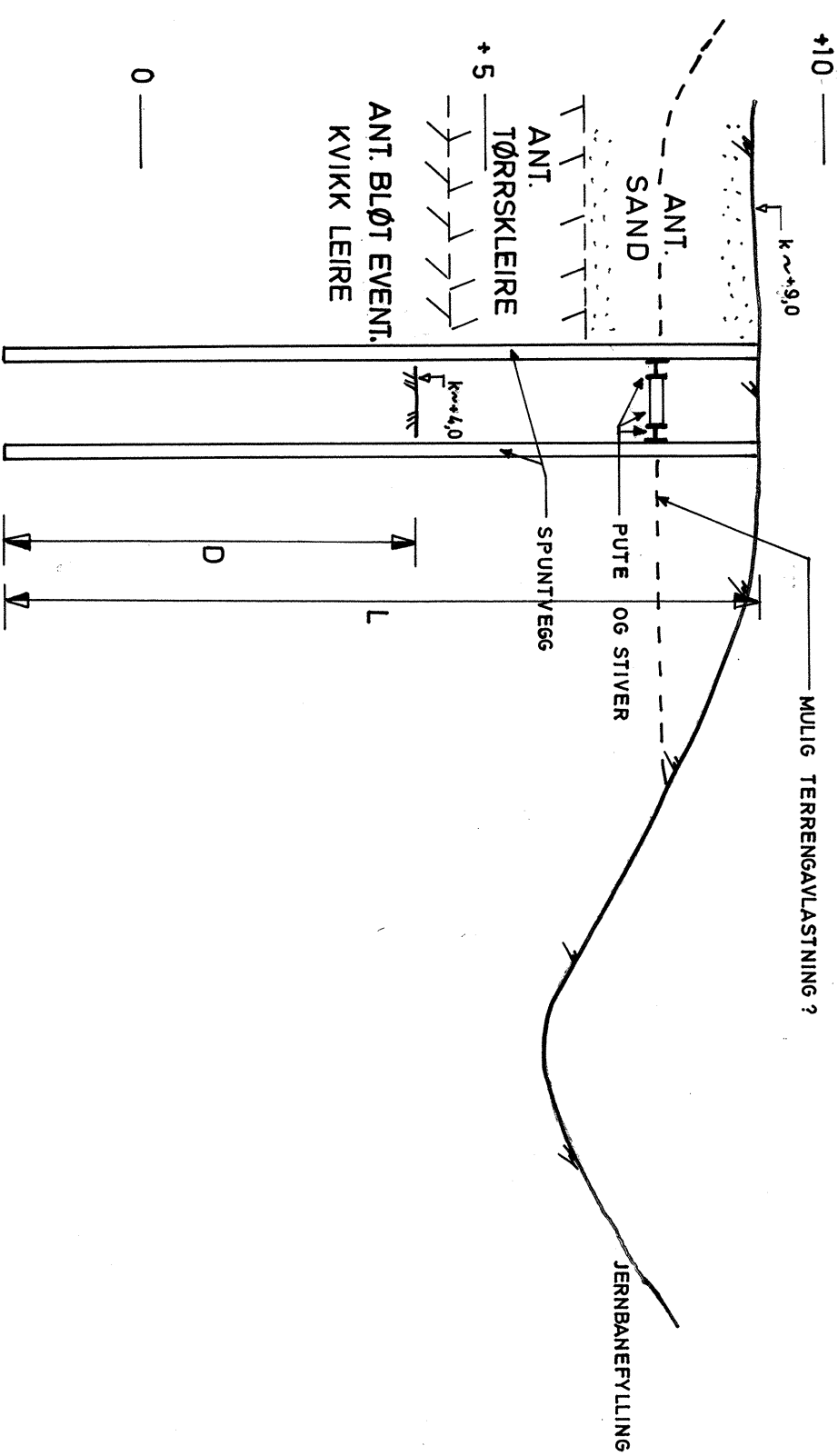
HORISONTALPLAN PUMPESTASJON:



DIMENSJONERINGSDATA:

Spunt : D_{ndv} = 5,0m → L ≈ 9,0m
 W_{min} = 900 cm³/m
 Avstivere : Q_{dim} = 80 kN/m

VERTIKALSNIITT GRØFT TRACE B,
 CA. PR. NR. 200:



DIMENSJONERINGSDATA:

Terreng ca. kote 9,0 c: grøftedybde ca. 5,0m
 Spunt : D_{ndv} = 6,0m → L_{min} = 11m
 W_{min} = 1500 cm³/m
 Avstivere: Q_{dim} = 130 kN/m

Med terrengavlastning vil dimensjonene kunne reduseres.
 NB! Må kontrollregnes!

SURVIKA, RANHEIM. Pumpest. og
 grøft trace B, ca. Pr. nr. 200.

Utgravning-, oppstøttingssystem og
 dimensjoneringsdata.

MALESTOKK:
 1 : 100

TEGN. AV:
 L.I.F. K.T.

DATO:
 12. 11.. 85

KONTR.:

RAPP. NR.:
 R. 680

BILAG:
 11

TRONDHEIM KOMMUNE
 GEOTEKNISK SEKSJON