

INNHALDSFORTEGNELSE:

A. INNLEDNING	Side 3
B. UTFØRTE UNDERSØKELSER	" 3
C. GRUNNFORHOLD	" 3
D. FUNDAMENTERING	" 4
E. UTGRAVING	" 5
F. KONKLUSJON	" 5

TEGNINGER:

13334-0	Oversiktskart	
-1	Borplan	(løs i lomme)
-10	Prøveserie I	
-11	" II	
-41	Korngradering, prøveserie I	
-42	" " II	
-71	Ødometerforsøk, prøveserie II	
-72	" " II	
-100	Profil A-A	

4000-1 og -2 Geotekniske bilag.

Overingeniør: O.S. Holm

Gruppeleder: B. Haavardsholm/ÅS

A. INNLEDNING.

Halden kommune har planer om å føre opp et nytt hovedrenseanlegg i Halden. Vårt firma har tidligere etter oppdrag fra Miljøverndepartementet utført grunnundersøkelser på en tomt mellom Tista og Remmenbekken like syd for NSB's område. Resultatet av disse undersøkelsene er beskrevet i vår rapport nr. 13027 datert 16/5.1974. Etter oppdrag fra Halden kommune har vi nå utført grunnundersøkelser for en alternativ tomt i Remmendalen ca. 300 m nord for det første alternativet. Prosjektet i Remmendalen planlegges utbygget trinnvis; hvorav 1. byggetrinn blir liggende i den nordlige delen av det undersøkte området.

Den foreliggende rapporten inneholder resultatet av grunnundersøkelsene og en geoteknisk vurdering av tomtens anvendelighet.

B. UTFØRTE UNDERSØKELSER.

Halden kommune har utført en del spredte sonderboringer langs østsiden av Remmenbekken for å få et inntrykk av grunnens art og relative lagringsfasthet

Vårt firma har tatt opp to serier med uforstyrrede prøver for laboratoriebestemmelse av grunnens geotekniske data.

Vi viser forøvrig til bilag 4000-1 og -2 for nærmere beskrivelse av boringsutstyr og undersøkelsesmetoder.

C. GRUNNFORHOLD.

Resultatet av undersøkelsene er vist i profiler på tegning nr. 13334-10,-11 og -100. Boringenes beliggenhet fremgår av borplanen, tegning nr. 13334-1.

Tomten ligger i Remmendalen på en ca. 25 - 40 m bred og 200 m lang slette ved nedre del av Remmenbekken. Terrenget på sletten varierer fra ca. kote 3 i syd til ca. kote 7 i nord. Øst for sletten stiger terrenget bratt på til et platå varierende fra kote 15 i syd og 45 i nord. I den nordlige delen er det fjell i dagen. Tilsvarende stiger terrenget bratt på i vestlig retning til ca. kote 30 - 45. Topografien i området tyder på at det tidligere kan ha gått ras i skråningene. Dalen har opprinnelig antagelig vært fylt av marine løsmasser opp til ca. kote 15 - 40. Massene har siden blitt erodert bort ned til dagens terrengnivå.

Dreieboringene 1 og 2 lengst i syd har møtt middels høy motstand, hvilket indikerer friksjonsmasser. Prøveserie I er tatt opp like ved dreieboring 2 og den viser at det øverst er ca. 1 m med grus og derunder finsand og silt til ca. 10 m dybde hvor prøvetakingen er avsluttet. Porøsiteten i sand- og siltmassene er 40 - 45%, hvilket indikerer moderat kompressibilitet. Massene inneholder en del organiske bestanddeler. På tegning nr. 13334-41 er vist kornfordelingskurver av silt- og finsandmassene. Grunnvannstanden er målt ca. 1 m under terreng.

Dreieboringene 3 - 6 har møtt liten motstand og stort sett sunket fritt uten omdreining ned til 5 - 10 m dybde. Boringene indikerer at massene her vesentlig består av silt og leire. Prøveserie II er tatt like ved dreieboring 6. Den viser at det øverst er 3 m med sandig silt og derunder siltig leire til 8.5 m dybde. Under dette laget er det påtruffet 1.5 m med siltig kvikkleire. Den siltige leiren er meget fast med udrenert skjærfasthet $4 - 7 \text{ Mp/m}^2$. Sensitivitete er høy og leiren er på grensen til å karakteriseres som kvikk. Vanninnholdet er 20 - 25% og utførte ødometerforsøk viser lav kompressibilitet. Både de høye skjærfasthetene og den lave kompressibiliteten tyder på at leiren er overkonsolidert. Karakteristiske kornfordelingskurver av silt- og leirmassene i prøveserie II er vist på tegning nr. 13334-42. I den siltige kvikkleiren er skjærfastheten ca. 3 Mp/m^2 og vanninnholdet 25%. Grunnvannstanden i prøvehull II ble målt 1 m under terreng.

Dreieboringene 7, 8 og 9 indikerer at massene også her består av leire. Det er imidlertid ikke registrert fri synk på boret i disse punktene.

Massene i området må generelt karakteriseres som meget telefarlige.

D. FUNDAMENTERING.

Byggetrinn 1 dekker et areal på ca. 40 x 70 m og planlegges ført opp i området mellom dreieboring 3 og dreieboring 7. Bredden på anlegget betinger en omlegging og kulvertering av Remmenbekken. Fra kommunen har vi fått opplyst at tilførselsledningen i den nordlige delen ikke bør ligge under kote 7 og at bunn av bassenget blir liggende i dette nivået. Da terrenget i dag varierer mellom kote 3 og 7 betyr dette at det må fylles opp opptil 4 m i området nærmest Remmenbekken. Det foreligger ellers ingen opplysninger om renseanleggets utforming, men vi har forutsatt at det består av sedimenteringsbassenger, slamlopper etc. utført som kassekonstruksjoner i armert betong.

Aktuelle fundamenteringsmetoder er fundamentering direkte på grunnen på hel plate eller fundamentering på betongpeler til fast grunn eller fjell.

Spørsmålet om direkte fundamentering er avhengig av hvilke setninger som kan tolereres. Setningenes størrelse er avhengig av hvor anlegget plasseres i terrenget og hvor mye det skal fylles opp under og rundt anlegget. Vi har utført en orienterende setningsberegning basert på en maksimal oppfylling på 4 m samt en antatt jevnt fordelt belastning fra anlegget på 4 Mp/m^2 . Beregningene viser at setningene i vest ut mot Remmenbekken kan bli av størrelsesorden 15 cm, mens de i øst hvor terrenget ikke fylles opp kan bli ca. 3 cm. Setningene vil komme over en årrekke. Dersom anlegget legges f.eks. 2 m dypere i terrenget vil setningene reduseres til henholdsvis 10 cm og 0 cm.

M.h.t. en pelefundamentering så gir ikke de utførte undersøkelsene noe grunnlag for å vurdere hvor dypt det er til fast grunn eller fjell. Erfaringer fra Halden-området tilsier at det kan være store og variable dybder. Hvis senere supplerende undersøkelser og vurderinger viser at peler er et aktuelt alternativ, vil vi anbefale at det benyttes prefabrikerte, skjøtbare betongpeler. Trepeler er ikke aktuelt p.g.a. store påhengskrefter fra oppfyllingen.

E. UTGRAVING.

Utgravinger ned til ca. 3 m dybde vil foregå i siltmasser. Da grunnvannstanden ligger 1 m under terreng må man regne med at graving under grunnvannstanden kan by på problemer. For å forhindre oppbløtning av siltmassene kan det bli aktuelt med drenering og spunting, f.eks. ved å ramme en avskjærende spunt gjennom siltlaget og ned i de tette leirmassene.

F. KONKLUSJON.

Ut fra en foreløpig vurdering og visse forutsetninger m.h.t. utforming og plassering av anlegget mener vi at tomten er brukbar. Anlegget kan fundamenteres direkte på grunnen dersom man kan tolerere noe skjevsetninger. Alternativt kan det bli tale om fundamentering på spissbærende betongpeler. De utførte undersøkelsene gir ikke grunnlag for vurdering av pelelengder.

Dersom det blir aktuelt med en utbygging på tomten må det utføres
supplerende grunnundersøkelser.

Vi forutsetter en nærmere diskusjon av de geotekniske forhold før man
går videre med planleggingen av anlegget.

NOTEBY
NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A.S


O.S. Holm


B. Haavardsholm

ANG.: BORINGSUTSTYR OG OPPTEGNING AV RESULTATER.

● DREIESONDERING

utføres med 22 mm borstål med glatte skjøter og med en 30 mm skruespiss nederst. Boret belastes med opptil 100 kg og dreies ned med motorkraft eller for hånd.

Motstanden mot boret illustreres ved en tverrstrek på borhullstegningen ved den dybde spissen har nådd etter hver 100 halve omdreininger. Antall halve omdreininger påføres høyre side av borhullet.

Skrafert borhull angir at boret er sunket uten omdreining med den belastning som er påført venstre side av borhullet.

Krysset borhull angir at boret er slått ned.

○ ENKEL SONDERING

består av slagboring eller spyleboring til fast grunn eller antatt fjell.

▼ RAMSONDERING

utføres med 32 mm borstål med glatte skjøter og med en 38 mm 6-kantet spiss nederst. Boret rammes ned med et 75 kg fallodd som føres på borstangen og drives av en motornokk.

Motstanden mot boret illustreres i et diagram som viser rammearbeidet pr. m (Q_0) for å drive boret ned

$$Q_0 = \frac{\text{Loddvekt} \times \text{fallhøyde}}{\text{Synkning pr. slag}} \quad (\text{Mpm/m})$$

◇ TRYKKDREIESONDERING

utføres med 32 mm fjellbor med muffeskjøter og med en ca. 60 mm hardmetallkroner nederst. Boret opereres fra en motorisert borrygg som dreier boret ned med en konstant omdreiningshastighet på 25 o/min. og en konstant matningshastighet på 3 m/min.

Motstanden mot neddrivning i Mp registreres automatisk med en skriverenhet.

☆ FJELLKONTROLLBORING

utføres med 32 mm fjellbor med muffeskjøter og med 51 mm hardmetall kryss-skjær nederst. Boret drives av en tung pneumatisk borhammer under spyling med vann under høyt trykk. Det kreves en kompressor med minst 10 m³/min. kapasitet.

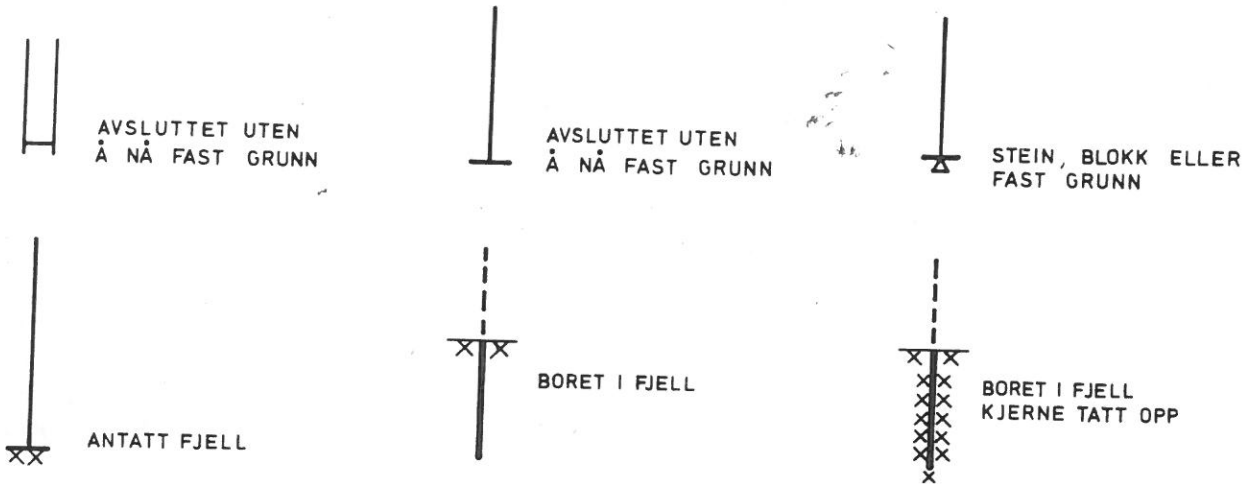
Boring gjennom leire, grus etc. eller gjennom større stein noteres. Når fjell er nådd, bores 3-5 m i fjellet for sikker påvisning og motstanden registreres som borsynk (cm/min.).

⊙ KJERNEBORING

utføres med borstenger som nederst har et ca. 3 m kjernerør påskrudd en diamantkroner. Det finnes en rekke typer bormaskiner, kronetyper og diametre, men i prinsipp utføres boringene alltid ved å ta opp kjernerøret når det er fullt, ta ut kjernen for oppbevaring og senke kjernerøret for boring av neste prøve.

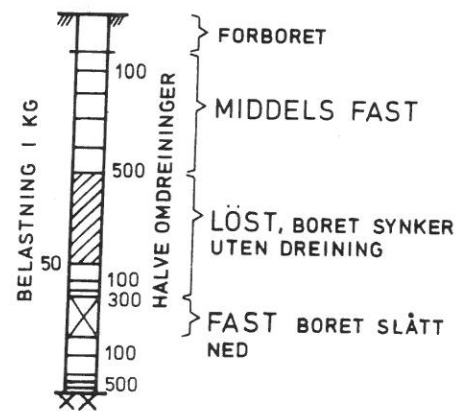
ANG.: BORINGSOPPTEGNING

AVSLUTTET BORING

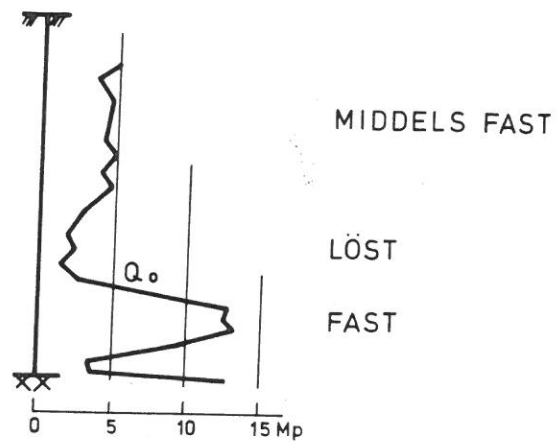


BORINGSRESULTATER

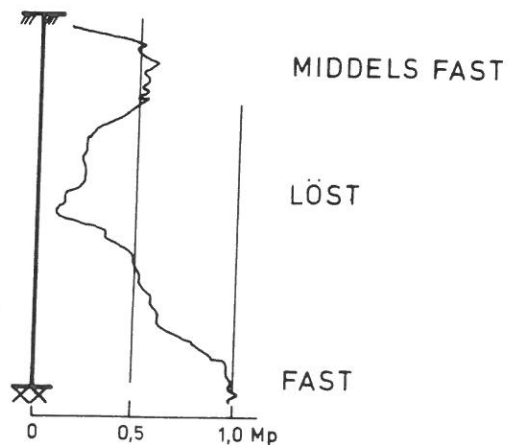
● DREIESONDERING



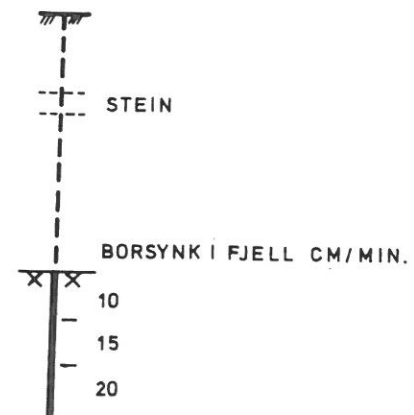
▼ RAMSONDERING



◇ TRYKKDREIESONDERING



☆ FJELLKONTROLLBORING



ANG.: GEOTEKNISKE DEFINISJONER, LABORATORIEUNDERSØKELSER AV PRØVER

JORDARTER

MINERALSKE JORDARTER klassifiseres på grunnlag av korngraderingen. Betegnelsen på de enkelte fraksjoner er:

Fraksjoner	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse mm	<0.002	0.002-0.06	0.06-2	2-60	60-600	>600

En jordart inneholder en eller flere kornfraksjoner, og betegnes med substantiv for den fraksjon som har størst betydning for dens egenskaper, og med adjektiv for medvirkende fraksjoner (eksempel: siltig og sandig leire).

Morene er en usortert istidsavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leire til blokk. Den største fraksjonen kan angis i beskrivelsen (eksempel: grusig morene, moreneleire).

ORGANISKE JORDARTER klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

Torv	består av omdannede rester av myrplanter
Gytje	består av omdannede vannavsatte plante- og dyrerester
Mold	sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur
Matjord	det øvre sammenfiltrede humuslag, som skarpt skiller seg fra mineraljorden

LABORATORIEUNDERSØKELSER. GEOTEKNISKE PARAMETRE

For nærmere undersøkelse av grunnens geotekniske egenskaper foretas laboratorieundersøkelser av opptatte prøver, og derved bestemmes forskjellige geotekniske parametre. Omfanget av slike undersøkelser avhenger av undersøkelsens art og den geotekniske problemstilling.

De viktigste geotekniske undersøkelser/parametre er:

SKJÆRFASSTHET (S_u , τ_f)
(udrenert skjærfasthet) bestemmes ved trykkforsøk og konusforsøk på uforstyrrede prøver i laboratoriet eller vingebor in situ. Skjærfastheten av leire er ikke entydig, den vil variere med retning, målehastighet og andre forhold.

SKJÆRFASSTHETSPARAMETRE
Kohesjon c (eller attraksjon a) og friksjonsvinkel ϕ angir variasjonen av skjærfasthet med effektivt korntrykk (totaltrykk minus poretrykk). Verdiene bestemmes ved triaksiale trykkforsøk eller skjærforsøk med poretrykksmåling.

SENSITIVITET (S)
er forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og i omrørt tilstand, som bestemt ved konusforsøk. Sensitiviteten varierer vanligvis ved norske leirer mellom verdier på ca. 3 til verdier større enn 100. Leire som blir flytende i omrørt tilstand betegnes kvikkleire.

VANNINNHold (w)
angir vekten av vann i % av vekten av fast stoff i prøven og bestemmes ved tørking ved 110°C.

77.

DATO
Jan. 1974

SAK NR.
4000

TEGN. NR.
2

REV.

ANG.: GEOTEKNISKE DEFINISJONER, LABORATORIEUNDERSÖKELSER AV PRÖVER

FLYTEGRENSE (w_L) (eller finhetstall w_F) og UTRULLINGSGRENSE (w_P) (Atterbergs grenser) er det vanninnhold hvor en omrørt leire går over fra plastisk til flytende konsistens, henholdsvis fra plastisk til smuldrende konsistens.

PORØSITET (n)
er volumet av porene i % av totalvolumet av prøven.

ROMVEKT (γ)
er vekten pr. volumenhet av prøven. Romvekt, vanninnhold og porøsitet er sammenhengende verdier ved vannfylte porer.

TØRR ROMVEKT (γ_D)
er vekten av tørrstoffet pr. volumenhet.

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER
for en jordart undersøkes ved pakningsforsøk (Proctor-forsøk). Prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid. Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr romvekt som funksjon av vanninnhold. Den maksimale tørre romvekt, som oppnås benyttes ved definisjon av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider.

CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)
er et uttrykk for relativ bæreevne av et jordmateriale. Et stempel presses fra overflaten av det pakke materiale med en bestemt hastighet. CBR-verdi angir nødvendig kraft for en bestemt deformasjon, angitt i % av en forhåndsbestemt kraft for tilsvarende deformasjon på et standard materiale av knust stein. CBR benyttes til dimensjonering av overbygning for asfaltdekker.

HUMUSINNHOLD (O_{na})
bestemmes ved en kolorimetrisk natronlutmetode og angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala.

KOMPRESSIBILITET
måles ved ødometerforsøk (eller ødo-triakslial forsøk). En prøve påføres belasting trinnvis og for hvert trinn måles sammentrykningen etter bestemte tidsintervaller. Av forsøket beregnes parametre som uttrykker materialets motstand mot sammenpresning og tilhørende tidsfunksjon, parametre som må kjennes for setningsberegninger.

KORNFORDELINGSANALYSE
utføres ved sikting av fraksjonene større enn 0.125 mm. For de mindre partier bestemmes den ekvivalente korndiameter ved hydrometeranalyse. Materialet slippes opp i vann, romvekten av suspensjonen måles med bestemte tidsintervaller og kornfordelingen kan dernest beregnes ut fra Stokes lov om partiklenes sedimenteringshastighet.

TELEFARLIGHET
bestemmes ut fra kornfordelingen eller ved å måle den kapillære stighøyde i et kapillarimeter. Telefarligheten graderes i gruppene T 1 (ikke telefarlig), T 2 (lite telefarlig), T 3 (middels telefarlig) og T 4 (meget telefarlig).

PERMEABILITETSKOEFFISIENTEN (k)
uttrykker strømningshastigheten for vann gjennom materialet under en hydraulisk gradient på 1. I leire er $k = 10^{-6} - 10^{-9}$ cm/sek. og i sand og grus er $k = 10^{-1} - 10^{-3}$ cm/sek.

Beregningsarbeidet som laboratorieundersøkelsene nødvendiggjør utføres hovedsakelig ved hjelp av programmer vi har utviklet for en bord-regnemaskin med plotterbord.

T.F.

DATO
Jan. 1974

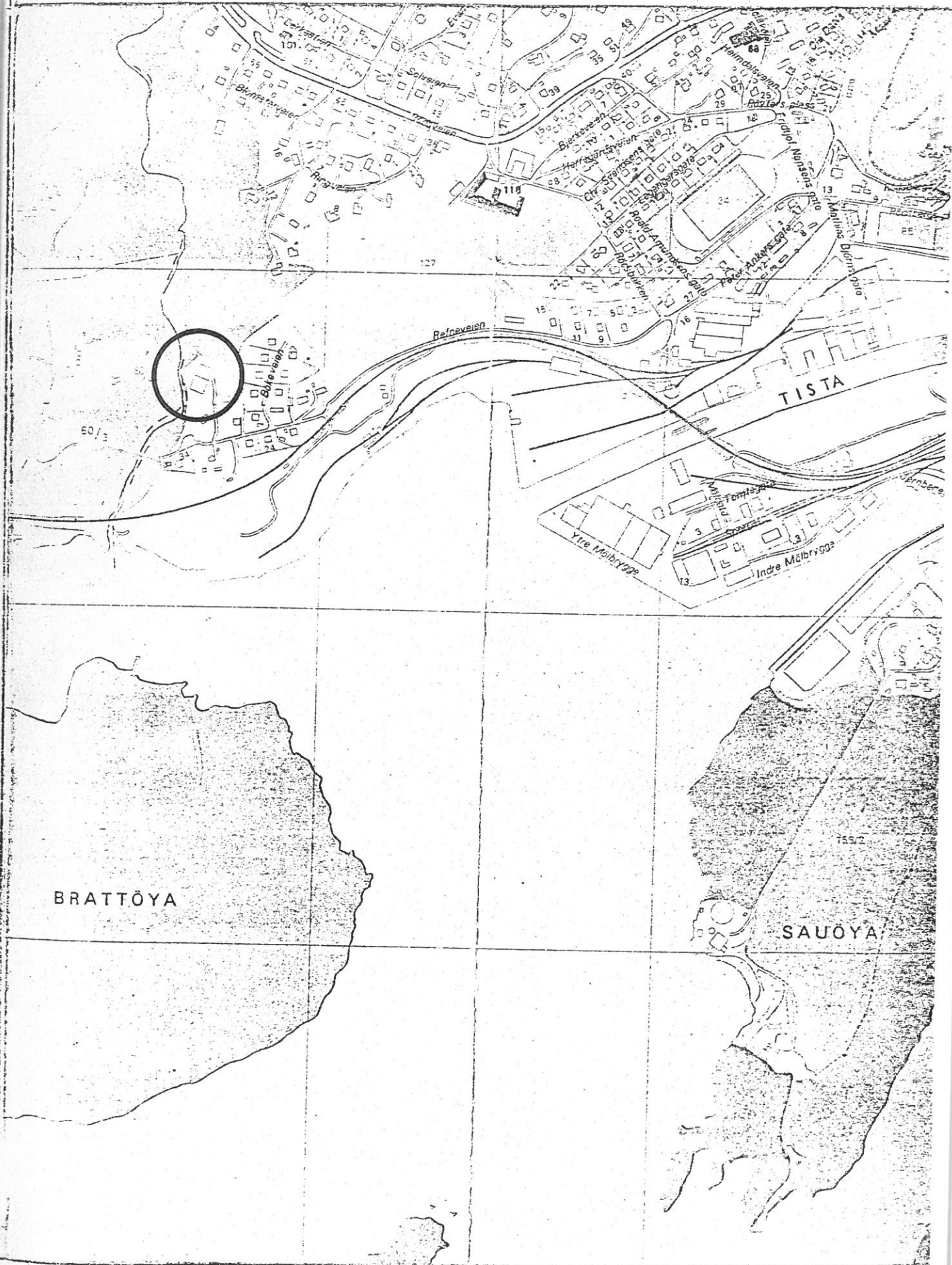
MÅL

SAK NR.

4000

TEGN. N
2

OVERSIKTSKART



TEGNET	DATO	MÅL	SAK NR.	TEGN. NR.	REV
LT	12. 11. 74	1: 7500	13334	0	

DRING NR. PR. I
RET DATO

GEOTEKNISKE DATA

BORPLAN N
- 1

BØRRENGKOTE 2,1 ANKOTE	DYBDE F PRØVE	VANNINNHOOLD OG KONSISTENSGRENSER %				n	O _{nd}	Y Mp m ³	SKJÆRFESTHET S _u (Mp/m ²)					S		
		20	30	40	50				%	%	m ³	1	2		3	4
							0,5									
						40	0,8	2,04								
T ANDIG M/ORG. MATR.	K					43	1,6	1,99								
						40	1,3	2,08								
SAND, IG M/ORG. MATR.	5 K					37	1,0	2,10								
						46	1,3	1,92								
						43	1,4	1,98								
SAND M/ENK. SANDLAG						44	1,4	1,96								
SAND SILT SJKT M/ ORG. MATR.	K					42	1,1	1,98								
	10					44	2,7	1,94								

PRØVESERIE
SKOVLEBORING
PRØVEGROP
VINGEBORING

o NATURLIG VANNINNHOOLD n = PORØSITET ∇ KONUSFORSØK
 — (W_F) FINHETSTALL ELLER O_{nd} HUMUSINNHOOLD ○ TRYKKFORSØK
 (W_L) FLYTEGRENSE (NATRONLUTMET.) 15-5 DEFOMASJON VED BRUDD %
 — (W_p) UTRULLINGSGRENSE y = TOTAL ROMVEKT 10
 ELLER (W) KONUSGRENSE y_d = TØRR ROMVEKT + VINGEBORING
 • OMRØRT SKJÆRFESTHET
 † SENSITIVITET

DOMETERFORSØK P=PERMEABILITETSFORSØK K=KORNGRADERING T=TRIAKSIALFORSØK

DO-515 KONTR. TEGNET DATO MÅL SAK NR. TEGN. REV.
 I T / 11 7/ 1:100 1222/ NR. 10

ING NR. PR. II
 ET DATO

GEOTEKNISKE DATA

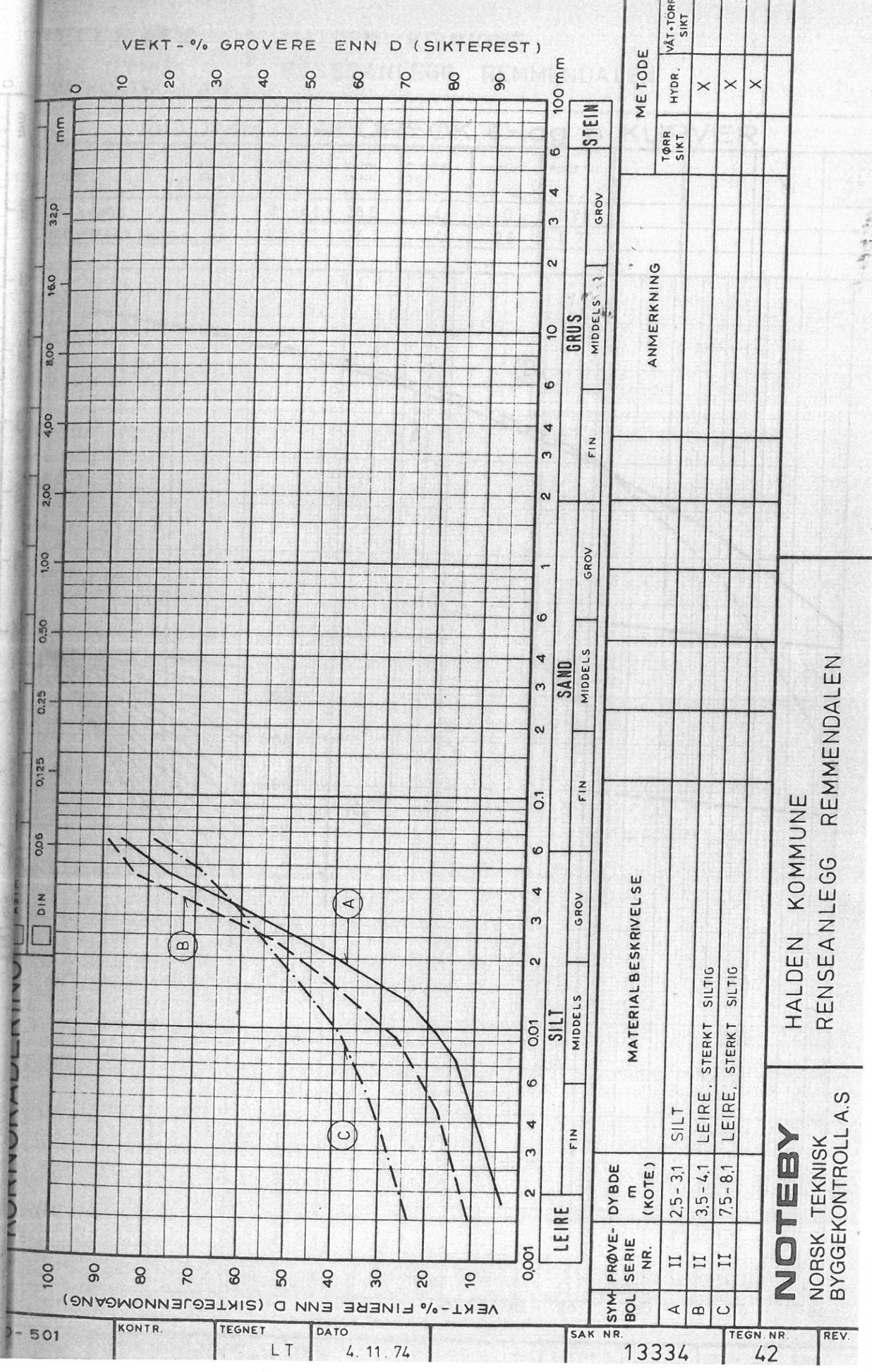
BORPLAN N
 - 1

RENGKOTE 4,2
 NKOTE

DYBDE I PRØVE	VANNINNHOOLD OG KONSISTENSGRENSER %				n %	O _{nd} %	γ Mp m ³	SKJÆRFESTHET S _u (Mp/m ²)					S
	20	30	40	50				1	2	3	4	5	
M/FINSANDLAG					2,1								
M/ENK. GRUSKORN													
K					0,8	1,99					∇		2:
Ö					1,0	2,02					∅ 62 ∇		4
K					1,0	2,01					7,1 ∇		7
5					0,8	2,06					7,0 ∇		3:
RE STERKT SILTIG M/SKJELLRESTER					0,8	2,06					7,5 ∇		4:
Ö					0,8	2,04					∅ 6,8 ∇		7
K					0	2,08					7,0 ∅		15
Ö					0	2,08					∅ ∇		6
KLEIRE SANDIG M/SKJELLRESTER													
10													
M/GRUSKORN													

PRØVESERIE
 SKOVLEBORING
 PRØVEGROP
 VINGEBORING

- NATURLIG VANNINNHOOLD
- (W_F) FINHETSTALL ELLER (W_L) FLYTEGRENSE
- (W_p) UTRULLINGSGRENSE ELLER (W) KONUSGRENSE
- n = PORØSITET
- O_{nd} HUMUSINNHOOLD (NATRONLUTMET.)
- γ = TOTAL ROMVEKT
- γ_d TØRR ROMVEKT
- ∇ KONUSFORSØK
- TRYKKFORSØK
- 15-5 DEFORMASJON VED BRUDD
- 10
- + VINGEBORING
- OMRØRT SKJÆRFESTHET
- St SENSITIVITET



NOTEBY
 NORSK TEKNISK
 BYGGEKONTROLL A.S

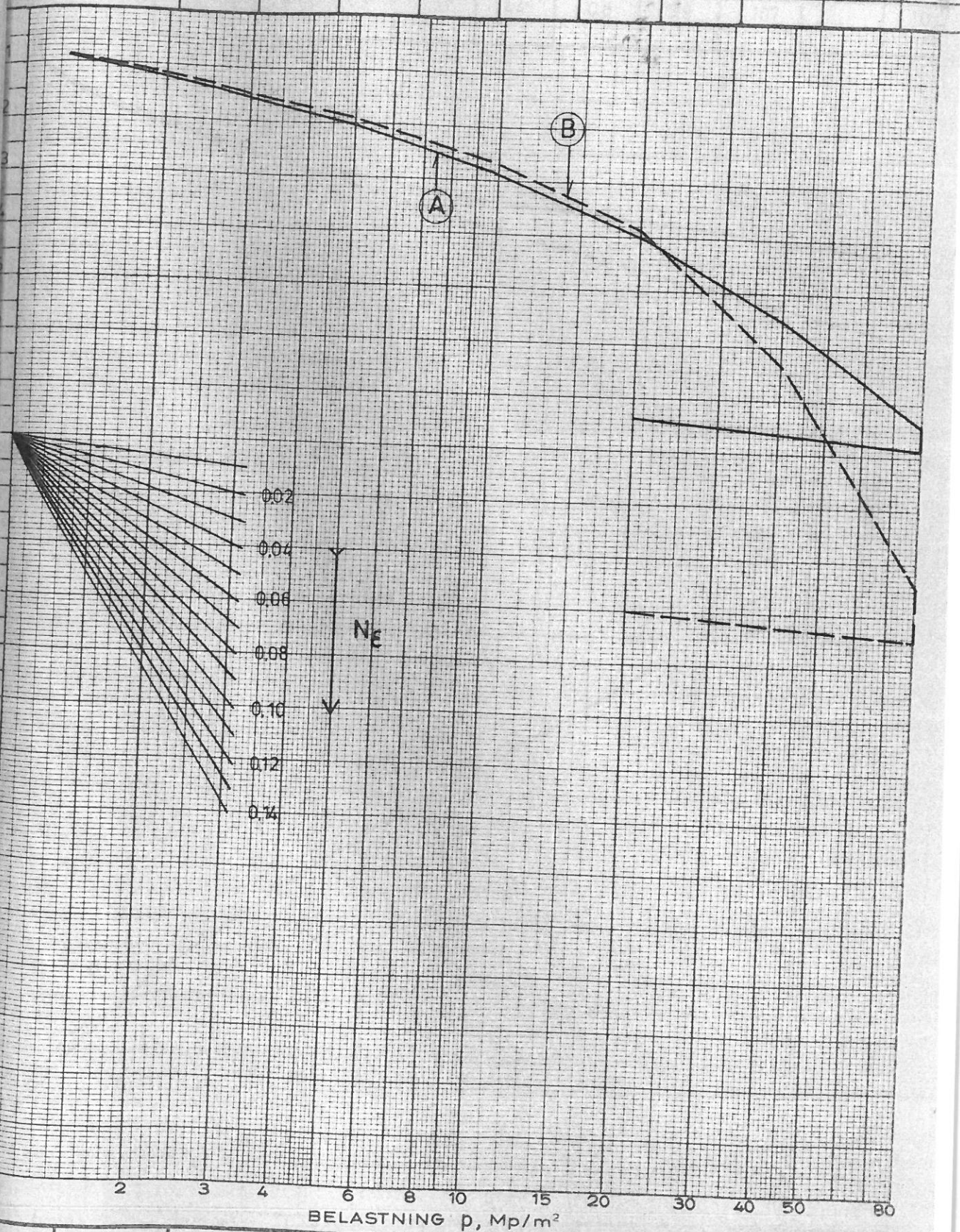
HALDEN KOMMUNE
 RENSEANLEGG REMMENDALEN

SYM- BOL	PRØVE- SERIE NR.	DYBDE m (KOTE)	MATERIALBESKRIVELSE
A	II	2,5 - 3,1	SILT
B	II	3,5 - 4,1	LEIRE, STERKT SILTIG
C	II	7,5 - 8,1	LEIRE, STERKT SILTIG

LEIRE			SILT			SAND			GRUS			STEIN		
FIN	MIDDELS	GROV	FIN	MIDDELS	GROV	FIN	MIDDELS	GROV	FIN	MIDDELS	GROV	TØRR SIKT	HYDR. SIKT	VÅT-TØRR SIKT

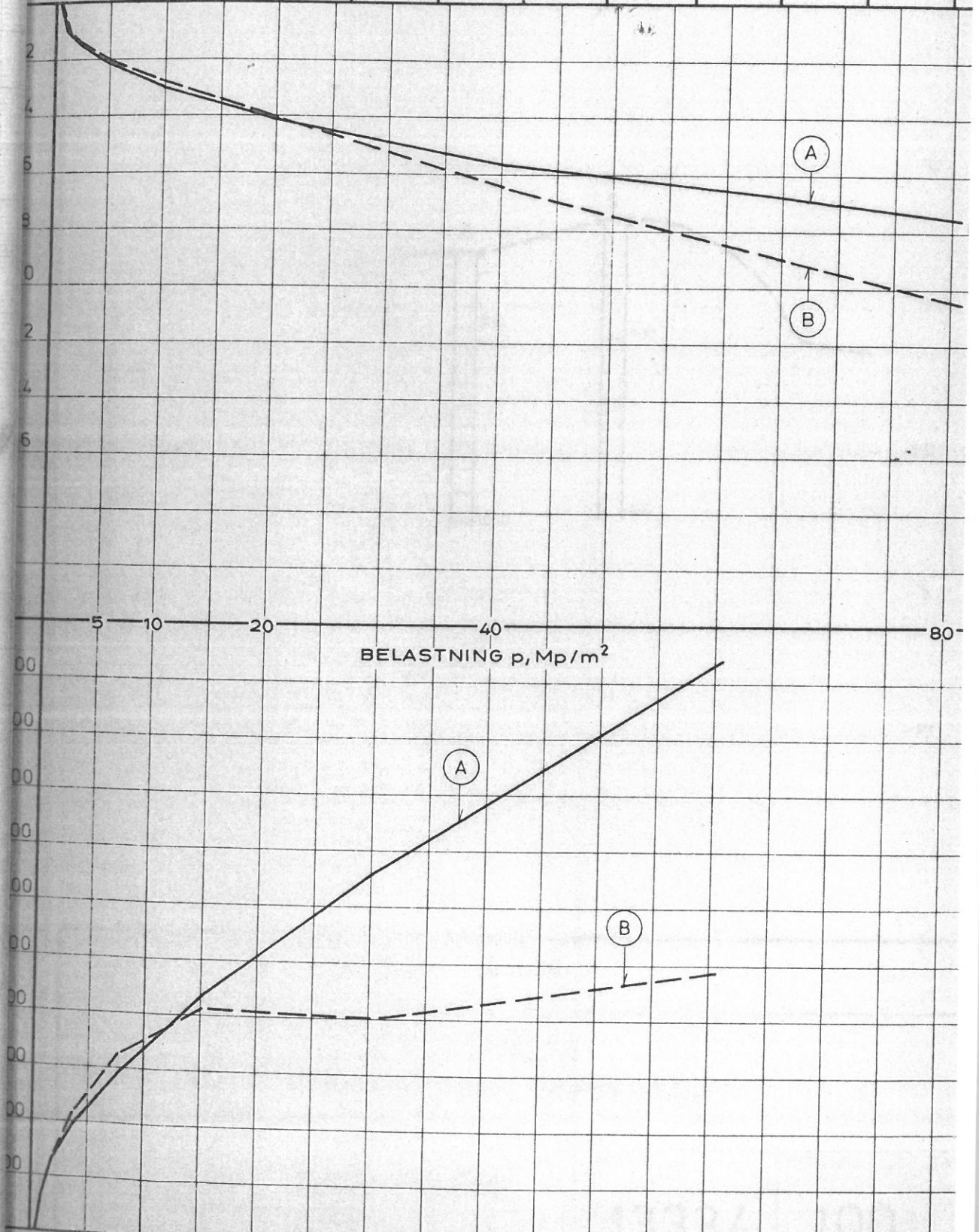
ØDOMETERFORSØK ϵ -log p KURVER

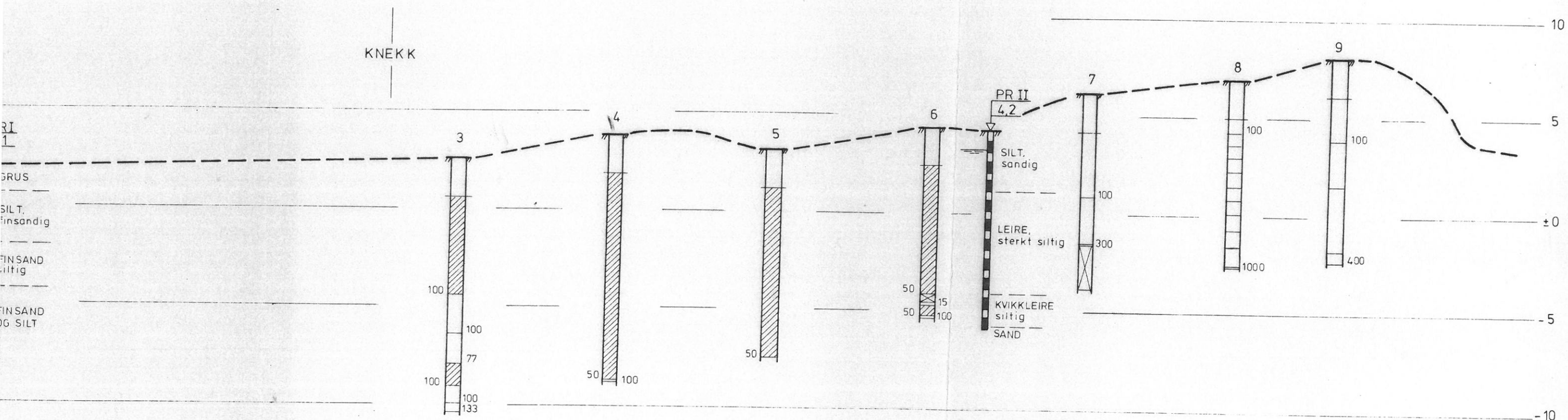
JORDART	PRØVE-SERIE NR.	DYBDE m (KOTE)	VANN-INNH. w. %	PORØSI-TET n _v	HUMUS o %	PORETALL e _o			N_E	C_v m ² /s
SILT, LEIRIG	II	3,5-4,1	26,0	44	1,0	0,78				
LEIRE, STERKT SILTIG	II	7,5-8,1	24,3	44	0,8	0,77				



OMETERFORSØK ϵ_p OG M_p -KURVER (ETTER JAN)

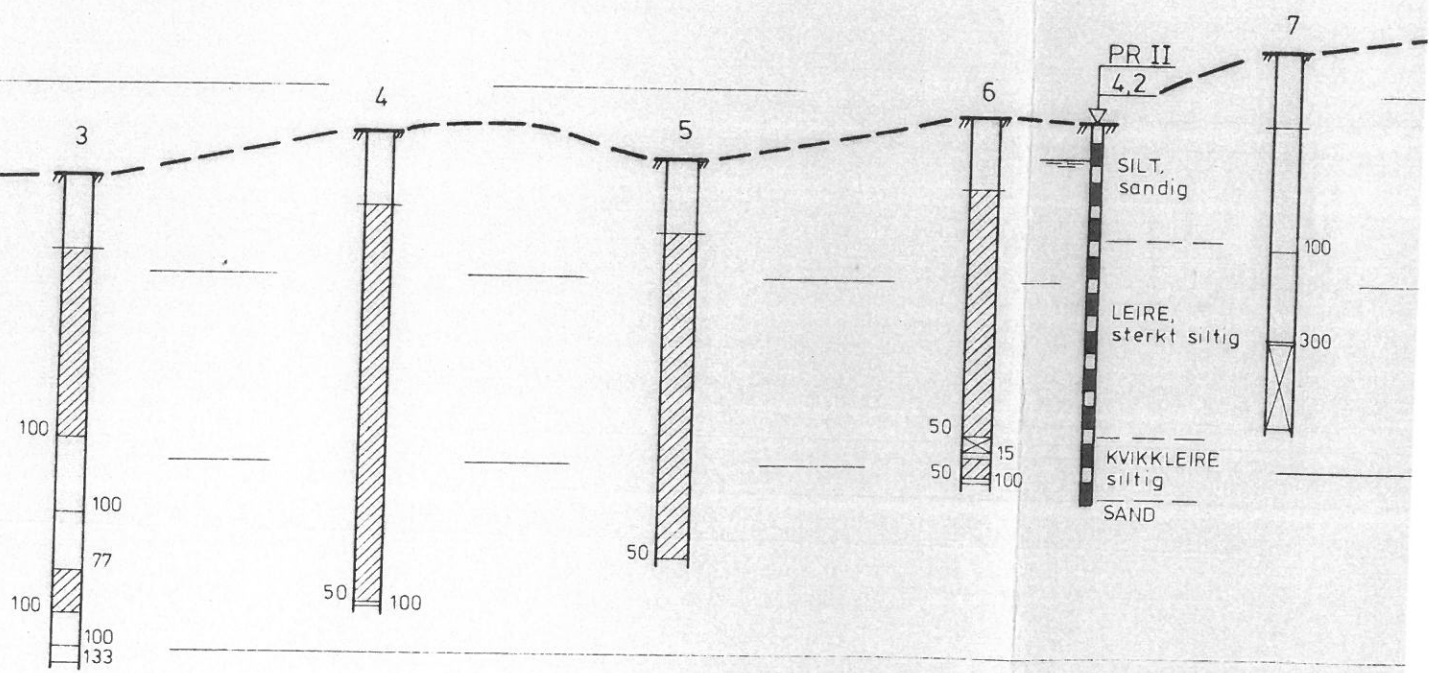
ORDART	PRØVE-SERIE NR.	DYBDE m (KOTE)	VANN-INNH. w_o %	PORE-TALL e_o	PORØSI-TET n_o	HUMUS 0, %	MODUL - TALL m	TRYKK-REDUK. p'_r Mp/m^2	FORKONS. TRYKK p'_{c2} Mp/m	SF E
T, LEIRIG	II	3,5 - 4,1	26,0	0,78	44	1,0	25,5	- 22		
IRE, STERKT SILTIG	II	7,5 - 8,1	24,3	0,77	44	0,8	5,9	- 107		



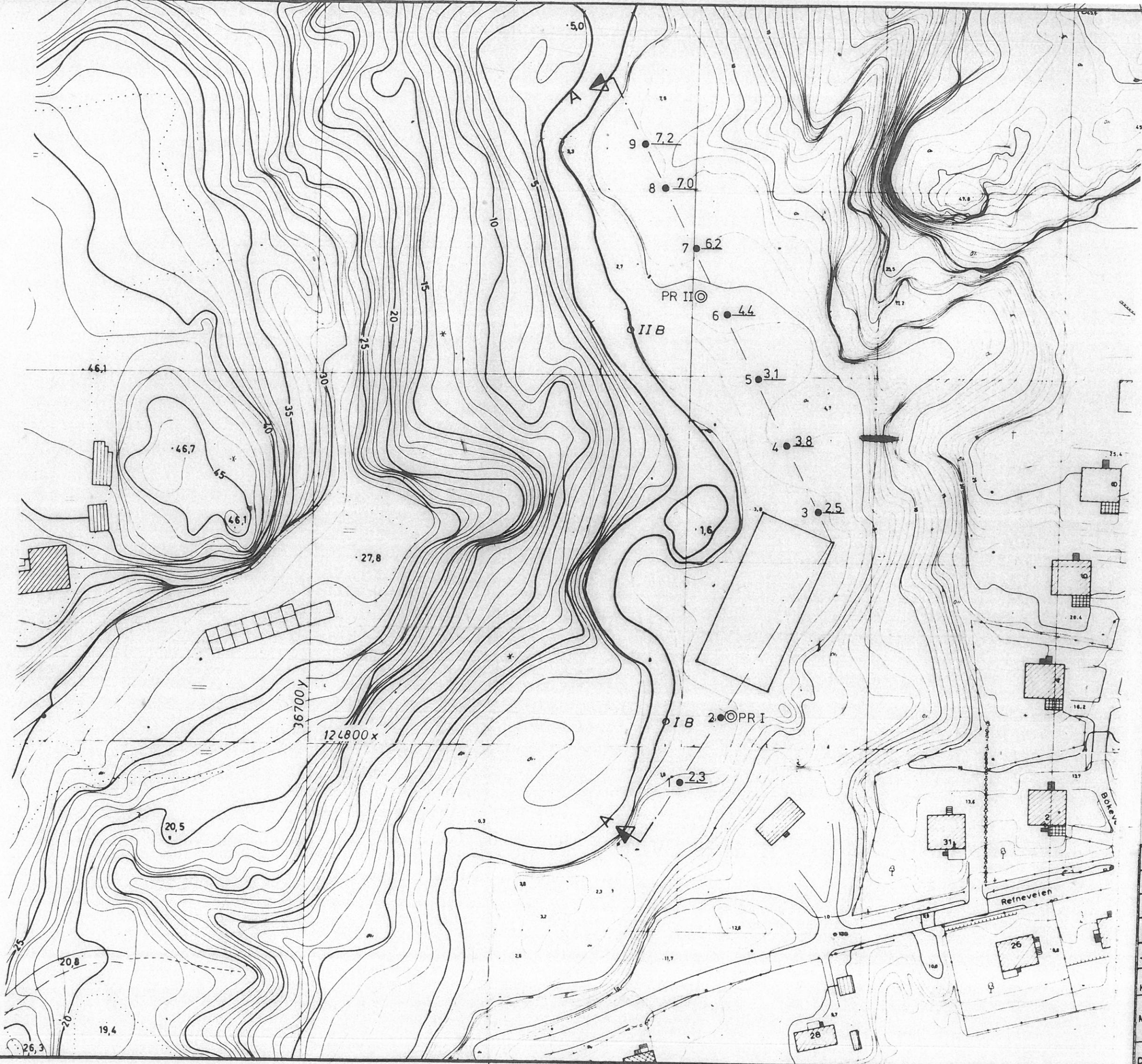


			PROFIL A - A		
			HALDEN KOMMUNE RENSEANLEGG REMMENDALEN		
REV.	SIGN.	DATO	NOTEBY NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A.S	SAK. NR. 13334	TEGN. NR. 100
TEGNET L T					
KONTR. <i>Bj.R.</i>			MÅL H = 1 : 200 L = 1 : 500	REV.	
DATO 5. 11. 74					

KNEKK



REV.	SIGN.	DATO	PF
TEGNET	LT		
KONTR.	<i>[Signature]</i>		HA
			RE
		H = 1:200	N



- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ☆ FJELLKONTR
- ⊙ KJERNEBORIN
- ◇ TRYKKDREIS

BORHULL NR. TERRENG (BUNN) KOTE ANTATT FJELLKOTE BORET D
BORBOK NR. 5479 LAB. BO
KARTGRUNNLAG:
UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: INNMÅLIN
DREIESONDERINGENE ER UTFORT

BORPLA		
HALDEN K RENSEANLE		
REV.	SIGN.	DATO
TEGNET LT		
KONTR.		
MÅL	1:1000	
DATO	4 11 74	
NOTEER NORSK TEKN BYGGEKONTR		