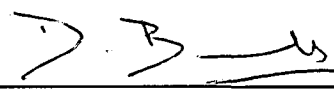


NGU Rapport 97.082

Lom vannverk, forslag til nye brønner og
sikringssoner

Rapport nr.: 97.082		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Lom vannverk, forslag til nye brønner og sikringssoner			
Forfatter: Erik Rohr-Torp, Torleif Lauritsen		Oppdragsgiver: Lom kommune, Oppland fylke, NGU	
Fylke: Oppland		Kommune: Lom	
Kartblad (M=1:250.000) Årdal		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1618 IV Lom	
Forekomstens navn og koordinater: Fossbergom 32 V 4773 68567		Sidetall: 62	Pris: 150,-
Feltarbeid utført: Sept. - okt. 1996		Rapportdato: 1. juli 1997	Prosjektnr.: 2713.05
		Ansvarlig: 	
Sammendrag:			
<p>Lom vannverk forsyner kommunesenteret Fossbergom fra to grunnvannsbrønner ved Grov. Det har lenge hersket en viss usikkerhet mht. vannverkets beliggenhet nær kirkegården. Etter møte og befaring med deltakere fra Lom kommune, Berdal Strømme og NGU i juli 96, ble det enighet om at NGU under «Program for vannforsyning» skulle bidra med hydrogeologiske undersøkelser og rådgivning i forbindelse med evt. ny lokalisering av vannverket, eller opprusting og klausulering av det eksisterende. Forslag til slike undersøkelser ble gitt i NGU rapport 96.093.</p> <p>Senere er undersøkelsene gjennomført, og herværende rapport beskriver undersøkelsene og resultatene. Hovedpunkter i rapporten er:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Etter befaringer, georadarundersøkelser og prøveboringer, anses det gunstigst å oppruste det eksisterende grunnvannsanlegget. • Basert på langtids prøvepumping på fremtidig vannbehov (ca. 1700 m³/ dg.) og vannstandsmålinger i 10 nedsatte peilerør, viser kotekart over grunnvannsstanden at evt. sigevann fra kirkegården følger et høyhastighetslag, og drenerer til Bøvra, og ikke mot brønnene. Dette sammen med ca. 15 m mektighet av umettet sone gjør at kirkegården ikke representerer noen trussel. • Prøvepumpingen viste at avsetningen har kapasitet til å dekke fremtidig vannbehov. • Tidvis utilfredstillende bakteriologisk vannkvalitet i forbindelse med ansamling av overflatevann på idrettsplassen nær brønnene, gjør at konstant desinfeksjon anbefales. Fortrinnsvis ved UV behandling. • Det anbefales å etablere tre nye rørbrønner i rustfritt stål, med Con-slot filtre til erstatning for dagens slissete jernrør. • Som beredskapsvannforsyning foreslås at en ubenyttet rørbrønn på Prestøya, på motsatt side av Bøvra utprøves og evt. benyttes. • Rapporten gir forslag til sikringssoner rundt vannverket og beredskapsbrønnen. 			
Emneord: Grunnvann	Løsavsetning	Vannverk stort	
Geofysikk	Georadar		
		Fagrapport	

INNHold

1. INNLEDNING	4
2. GEORADAR, METODEBESKRIVELSE	4
3. RESULTATER AV GEORADARUNDERSØKELSENE.....	4
3.1 Fossbergom.....	5
3.2 Årsjø	6
3.3 Geitøya.....	7
4. SONDERBORINGER, PEILEBRØNNER OG PROGRAM FOR PRØVEPUMPING.....	7
5. PRØVEPUMPING, GRUNNVANNSSTAND.....	7
6. GRUNNVANNSSTANDSKART	9
7. SIKRINGSSONER.....	10
8. FORSLAG TIL BESKYTTELSESBESTEMMELSER.....	11
8.1 Beskyttelsesoner.....	11
8.2 Beskyttelsesbestemmelser	11
9. VANNANALYSER, VANNKVALITET	12
10. FORSLAG TIL DIMENSJONERING OG LOKALISERING AV BRØNNER.....	13
10.1 Ny brønn ved observasjonsrør nr. 2.....	13
10.2 Brønner til erstatning for de eksisterende	13
11. ANLEGGSPERIODEN	14
12. FORSLAG TIL EVT. BEREDSKAPSVANNFORSYNING FOR FOSSBERGOM FRA BRØNN PÅ PRESTØYA, OG BESKYTTELSESSONE RUNDT DENNE	15
13. REFERANSER.....	16

VEDLEGG

- Vedlegg 1. Mulig grunnvannsforsyning til Fossbergom; valg av område
- Vedlegg 2. Georadarundersøkelser - metodebeskrivelse
- Vedlegg 3. Georadarundersøkelser, kart og profiler
- Vedlegg 4. Program for prøvepumping
- Vedlegg 5. Vannstandstabell og -kurver
- Vedlegg 6. Kotekart for ro-, høy- og lav grunnvannstand
- Vedlegg 7. Hydrauliske beregninger
- Vedlegg 8. Kart som viser forslag til soneinndeling
- Vedlegg 9. Fysisk - kjemiske og bakteriologiske vannanalyser
- Vedlegg 10. Kornfordelingsanalyser fra punkt nr. 2
- Vedlegg 11. Forslag til sikringssone for beredskapsbrønn på Prestøya

1. INNLEDNING

Lom vannverk som forsyner kommunesenteret Fossbergom, er i dag basert på grunnvann fra to 200 mm rørbrønner som er anlagt øst for idrettsanlegget på Grov. Brønnsesifikasjonene er uvisse, men brønnene er laget av jernrør, og filtrere er laget ved at rørene er slisset. Brønnene ligger nær kirkegården, slik at om anlegget skal beholdes og utbygges for å dekke fremtidig behov, har det vært nødvendig å gjennomføre hydrogeologiske undersøkelser for bl. a. å beregne grunnvannets strømningsretninger og oppholdstider. Fysisk- kjemisk og bakteriologisk vannkvalitet har ved dagens uttak vært gjennomgående god.

Forslag til undersøkelser er gitt av Rohr-Torp (1996), og beskrivelse av vannverket, økonomi, vannbehov, vannanalyser osv. finnes i Berdal Strømme (1996 a).

Med tanke på en alternativ lokalisering av et grunnvannsanlegg for Fossbergom, ble det etter møter, befarig av aktuelle områder, samt georadarundersøkelser og sonderboring på to mulige lokaliteter (Årsjø og Geitøya), konkludert med at lokaliteten ved dagens anlegg var best egnet, og at den burde undersøkes nærmere. Vurderingene som ble oversendt Lom kommune 28.02.97, er gjengitt i vedlegg 1.

2. GEORADAR, METODEBESKRIVELSE

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av løsmassenes lagdeling og strukturer, samt grunnvannsnivåets beliggenhet. Metoden er basert på registrering av reflekterte elektromagnetiske bølgepulser fra grenseflater i jorda. En mer detaljert beskrivelse av målinger med georadar er gitt i vedlegg 2.

Målingene ble utført med 50 MHz-antennene og 1 000 V sender. Ved målingene ble det benyttet en antenneavstand og flytteavstand på 1 m. På grunn av unøyaktig flytting av antenne vil posisjonene som er angitt øverst på opptakene, ikke alltid stemme nøyaktig med avstander på kartet. I slike tilfeller kan en støtte seg til merknadene nederst på opptakene, om kryssing av bekker, veier o.l. Oversikt som viser de målte profilene er gitt i vedlegg 3, kartbilag -02

3. RESULTATER AV GEORADARUNDERSØKELSENE

Det ble utført kun en CMP-måling for hastighetsanalyse, ved Årsjø (CMP1), kartbilag -03. Her kom en fram til en EM-bølgehastighet på 0,1 m/ns. Denne hastigheten ble også benyttet for dybdekonvertering i de andre områdene (Fossbergom og Geitøya). I områder hvor grunnvannsstanden er helt dagnær, kan denne hastigheten være for høy. I såfall blir det angitte

dyp på plottene for stort. Dybdekonverteringen har imidlertid senere vist seg stort sett å stemme godt overens med undersøkelsesboringene.

3.1 Fossbergom

Ved Fossbergom er det foretatt georadarmålinger langs 5 profiler, P1 - P5. Georadaropptakene og plasseringen av profilene framgår av kartbilag -02.. P.g.a. store topografiske variasjoner i området er profilene terrengkorrigert. Til dette har en benyttet økonomisk kartverk med 1 m koteavstand.

P1

Opptaket er preget av mange forstyrrelser fra kirkegårdsmurene og gravene. En kort reflektor ved nivå 362 m o.h. i starten av profilet skyldes trolig fjelloverflata. Det er ikke mulig å følge fjelloverflata i resten av profilet. En svak horisontal reflektor ved nivå 367 m o.h. indikerer overgangen til lagdelt sand/finsand. Under nivå 363 m. o.h. erkjennes ingen reflektorer. Her er trolig massene så godt ledende at radarbølgene dempes, og sedimentene tolkes derfor som morenemateriale.

P2

Ved nivå 368 m o.h. sees overgang til horisontale pallelle reflektorer. Disse indikerer lagdelt sand/finsand, bekreftet ved boring (borpunkt 9). En markert reflektor går på skrå fra overflata (nivå 377 m o.h.) ved posisjon 55 m, ned til nivå 369 m o.h. ved posisjon 95 m. Denne reflektoren representerer trolig skifte i avsetningsretning. Et hauget reflektormønster både over og under reflektoren indikerer grusige masser. Under nivå 362 m o.h. sees nesten ingen reflektivitet. Dette kan tyde på at massene her har god elektrisk ledningsevne som demper georadarbølgene (morenemateriale).

P3

Den delen av profilet som går oppe på terrassen viser grove masser (grus) ned til ca. nivå 368 m o.h. I området mellom observasjonsrørene 7 og 9, sees strukturer som indikerer et gammelt gjenfylt elveløp (trauform). Bunnan på trauet ligger på ca. nivå 370 m o.h. Ved nivå 368 m o.h. sees en markert overgang til parallell, horisontal lagdeling som tolkes til lag av sand/finsand (bekreftet ved boring). Ved nivå 363 - 364 m o.h. sees en markert horisontal reflektor som danner grense mot meget svak eller ingen reflektivitet. Under dette nivået tolkes massene som morene. I området rundt dagens produksjonsbrønner, dvs. fra foten av terrasseskråningen og ut til posisjon 135 m, sees en markert økning i reflektiviteten mot dypet. Dette kan skyldes at det meste av finstoffet, som ellers er med på å dempe radarbølgene, er vasket ut i tiden etter etableringen av brønnene, eller at endrede forhold helt i overflata er med på å påvirke penetrasjonen. I dette området kan trolig fjelloverflata erkjennes i bruddstykker ved tidsdyp 500 - 600 ns (nivå 347 - 349 m.o.h.). Dette er ikke helt i samsvar med borloggen for borehull 2 (fjell på 351 m o.h.). Dette kan skyldes at borehullet er noe feilplassert på

opptaket (unøyaktig inntegnet på kartet) eller at anvendt hastighet er noe for høy, slik at anvist fjelldyp blir for stort. Mellom posisjonene 132 m og 185 m sees en traufornet struktur med bunn ved nivå 354 m o.h. Denne representerer trolig et gammelt elveløp, og reflektormønsteret tyder på at elveløpet er fylt med finsand.

P4

Helt øverst i opptaket sees et topplag med svakt bølgende reflektorer ned til nivå 360 m o.h. Dette tolkes som lag av sand og grus. Under dette topplaget sees et hauget til kaotisk reflektormønster ned til ca. nivå 355 m o.h. Dette representerer trolig grovere masser, sannsynligvis grus. En stedvis kraftig refleksor ved dette nivået (355 m o.h.) kan representere fjelloverflata. Enkelte skrå reflektorer under denne avtegner i såfall sprekker i fjellet. Boring 3 antyder imidlertid fjell på 361 m o.h. Hastigheten som er valgt ved dybdekonverteringen av dette opptaket er derfor trolig for høy, slik at angitte dyp på plottet blir for store.

P5

Opptaket bekrefter resultatene fra første del av P3, og viser grove masser (grus) ned til nivå 366 - 367 m o.h. Under dette nivået gjenkjennes pakken med finere materiale (sand/finsand). I første del av profilet er reflektiviteten svak. Dette tyder på god elektrisk ledningsevne også i de øvre lag, trolig p.g.a. finstoff. Overgang til morenemateriale erkjennes ved ca. 363 - 365 m o.h. Nærmest elva er reflektiviteten god også mot dypet, i morenematerialet. Dette kan skyldes at påtrykk fra Bøvra har redusert innholdet av finstoff nærmest elva.

3.2 Årsjø

Ved denne lokaliteten er det utført georadarmålinger langs 4 profiler, P6 - P9. Profilenes plassering og georadaropptakene er vist i kartbilag -03. Ved dybdekonvertering har en benyttet en EM-bølgehastighet på 0,1 m/ns. P.g.a. meget liten topografisk variasjon langs profilene, er det ikke blitt foretatt terrengkorreksjon.

P6

Opptaket viser et lagdelt reflektormønster med horisontale, parallelle lag ned til ca. 10 - 13 meters dyp. Disse tolkes som laminasjoner av sand/finsand. Under dette dypet avtar reflektiviteten gradvis nedover i opptaket, noe som trolig skyldes økende innhold av finstoff (silt) mot dypet.

P7, P8 og P9.

I starten av profilene sees den lagdelte sand/finsand-pakken ned til ca. 10 - 13 meters dyp (størst ved P8) Opptakene viser at denne lagpakken avtar gradvis i tykkelse mot slutten av profilene, hvor reflektiviteten er lik null. Dette betyr at de underliggende siltige masser kommer

opp i dagen mot sør. Dette kan være gunstig for eventuelt å hindre inntregning av forurenset vann fra Årsjøen.

3.3 Geitøya

Beliggenhet av det ene profilet (P10) som er målt ved Geitøya er vist i kartbilag -03. Georadaropptaket er terrengkorrigert. P.g.a. profilets nære plassering til elva har en valgt 0,07 m/ns som EM-bølgehastighet ved dybdekonverteringen.

P10

Opptaket viser horisontale, parallelle reflektorer ned til ca. nivå 357 m o.h. (6 meters dyp). Disse tolkes som lag av sand og/eller finsand. Under dette nivået blir reflektiviteten merkbart mindre noe som indikerer innslag av siltige masser. Boring 1 tilsier finsand ned til 11.5 meters dyp.

4. SONDERBORINGER, PEILEBRØNNER OG PROGRAM FOR PRØVEPUMPING

Basert på georadarundersøkelsene og hydrogeologiske vurderinger, foretok NGU i oktober - 96 sonderboringer og nedsett av 10 stk. 32 mm peilebrønner i området omkring vannverket på Grov. Boringene ble utført for å vurdere muligheter for plassering av en ny produksjonsbrønn, og for å registrere grunnvanns-standen i brønnområdet under prøvepumpingen som senere skulle gjennomføres. Bore-lokaliteter, boreprofiler og program for prøvepumping ble utarbeidet av NGU, og oversendt Lom kommune 06.01.97. Det er gjengitt her som vedlegg 4.

Lom kommune gjennomførte prøvepumpingen i henhold til programmet i perioden 04.02. - 29.04.97, og måleresultatene ble oversendt NGU for vurdering. Fysisk-kjemiske vannanalyser fra pumpeperioden ble analysert ved NGU lab. i Trondheim, mens bakteriologiske prøver ble analysert ved Næringsmiddeltilsynet for Nord-Gudbrandsdal.

5. PRØVEPUMPING, GRUNNVANNSSTAND

I perioden 04.02 - 12.02.97 ble vannstander i samtlige peilerør, og utgått vannmengde målt daglig. I denne perioden produserte vannverket på normal måte til abonnentene. Forbruket varierte fra 311 - 410 m³/døgn i denne perioden.

Den 12.02 ca. kl. 09²⁰ ble pumpene stoppet, og de forble avskrudd til 13.02 ca. kl. 11¹⁰. I denne perioden ble vannstandene målt 5 ganger, siste gang 13.02 ca. kl. 08¹⁰, før pumpestart. Vannstandene i feltet ved denne siste målingen er å betrakte som feltets normale grunnvannstand, uten belastning i form av vannuttak, og ved en gitt vannstand i Bøvra og Vågåvatn.

Etter pumpestart ble vannstandene i feltet registrert meget hyppig den første tiden, mens måleintervallene ble lengre utover i pumpeperioden. Uttaket ble nå holdt på ca. 1 700 m³ pr. døgn frem til avsluttet prøvepumping 29.04.97.

Samtlige observasjoner fra prøvepumpingen og vannstanden i Vågåvatn ved Vike (innhentet fra Norges vassdrags- og energiverk, NVE) er gjengitt i tabellen, vedlegg 5, og kurver for vannstander i peilerør og Vågåvatn er gjengitt i samme vedlegg 5. For perioden med meget hyppige observasjoner (12. 02 - 15. 02., fra pumpene ble avslått, til grunnvannsstandene igjen stabiliserte seg etter pumpestart) er det for oversiktens skyld utarbeidet egne vannstandskurver.

Som det fremgår av figurene, er det i pumpeperioden en meget klar samvariasjon i vannstandene for samtlige peilerør. Det fremgår også at grunnvannstandene i hele pumpeperioden ligger omkring 2,5 m over vannstanden i Vågåvatn, og at grunnvannsstandene i feltet varierer i fase med vannstanden i Vågåvatn (og høyst sannsynlig Bøvra som NGU ikke har data for). Utslagene i Vågåvatn er mindre, og mer avrundete enn i peilerørene. Vannstandskurvene viser som ventet at grunnvannsstanden i brønnområdet styres av de tilgrensende vassdragene.

Samtlige kurver viser et jevnt, flatt forløp i perioden fra 04.02 og frem til pumpestopp 12.02. I løpet av 13.02, døgnet pumpene var avslått, stiger vannstanden i samtlige rør. Stigningen er liten. Av tabellen sees at rørene 2 og 4 som ligger nærmest brønnene hadde størst stigning, med henholdsvis 21 og 17 cm. Rør 3 og 5 som også ligger relativt nær brønnene hadde henholdsvis 11 og 8 cm stigning, mens vannstandene i øvrige rør steg fra 4 - 5 cm, bortsett fra rør 1 som steg 2 cm. Dette viser at ved de uttakene vannverket hadde i perioden forut for pumpestopp, var reaksjonene utover i avsetningen helt ubetydelige. Vågåvatn steg i samme periode med 1 cm, og denne stigningen kan forklare størsteparten av stigningene i rørene utenom 2, 4, 3 og 5, som også var påvirket av vannuttaket i brønnene.

Da pumpene igjen ble startet om formiddagen den 13.02, oppstod en rask grunnvannstands senkning i hele feltet, som så i løpet av mindre enn 2 døgn stabiliserte seg på et noe lavere nivå enn før pumpestopp. Igjen var det rørene 2 og 4 som viste størst reaksjon, begge med 56 cm senkning. Rørene 3 og 5 viste henholdsvis 44 og 36 cm senkning. Øvrige rør viste fra 14 til 20 cm senkning, bortsett fra rør 1 som sank 5 cm. I denne perioden var vannstanden i Vågåvatnet konstant. Mønsteret i vannstandsendinger er altså det samme som det stigningsobservasjonene viste. De små utslagene i rør 1 skyldes at massene her er meget finkornete, og vannstanden påvirkes derfor lite ved senkning av vannstanden i brønnområdet.

I en periode med varighet omkring en uke etter at vannstandene stabiliserte seg i feltet, og frem til og med 21.02, er grunnvannsstanden i hele feltet svært stabil, og det samme gjelder Vågåvatn. Herfra og videre utover i prøvepumpingsperioden er det vannstandsendringer i Vågåvatn (og Bøvra) som bestemmer vannstandsendringene i feltet. Økende grunnvannsstander henger hele veien sammen med økt vannstand i Vågåvatn på grunn av mildværs- og nedbørsperioder som de en hadde omkring 04.03, 01.04 og 11.04. Dette at vannstanden i en åpen grunnvannsavsetning styres av vannstanden i tiliggende vassdrag er normalt, og samme mønster finnes igjen for alle våre grunnvannsanlegg der nydannelse av grunnvann får tilskudd ved infiltrasjon fra vassdrag.

De lave vannstandene mot slutten av pumpeperioden er styrt av årets laveste vannstand i Vågåvatn. Fra begynnelsen av mai har imidlertid vannstanden i Vågåvatn igjen begynt å stige ifølge NVEs målinger, slik at den 14.05 var vannstanden igjen på samme nivå som ved prøvepumpingsens begynnelse. Dette viser at pumpeperioden har vært på den minst gunstige periode av året.

6. GRUNNVANNSSTANDSKART

I vedlegg 6 er gjengitt kotekart for tre datoer med ulike grunnvannsstander i løpet av prøvepumpingsperioden. Kartene er basert på kommunens vannstandsobservasjoner i peilerørene og nivellement av rørtoppene som også ble utført av kommunen. Kart nr. 1 viser «rovannstand» 13.02, ca. kl. 08⁰⁰, ved slutten av perioden pumpene var avstengte. Kart nr. 2 viser høyeste vannstand i prøvepumpingsperioden, 04.03, og kart nr. 3 viser laveste vannstand i pumpeperioden, 29.04.

Det er viktig å merke seg at under den høye terrassen syd for vannverket, mot kirkegården, ligger grunnvannsstanden ca. 15 m under terrengoverflaten, og at ekvidistansen mellom grunnvannskotene bare er 10 cm (for øverste kote ved «rovannstand», 5 cm). Det er altså små høydevariasjoner på grunnvannspeilet, 40 cm fra laveste til høyeste kote ved den laveste vannstanden som også viser det største relieffet.

Høyeste og laveste vannstandskart viser en senkning rundt brønnene, mens ved «rovannstand», er vannspeilet flatt nordover fra pkt. 5, med vannstander som varierer kun med opptil 2 cm for punktene 1, 2, 3, 4 og 5.

Selv om høyden på vannspeilet varierer noe mellom de tre kartene, viser alle det samme bildet, med en lav «renne» nordøstover fra pkt. 8, forbi pkt. 7, og ut til Bøvra. Nordvest for denne «renna», viser alle kartene en «rygg» parallelt med «renna», via pkt. 6 og 5 og ut til Bøvra. Langs denne «ryggen» står grunnvannet høyere enn i «renna». Dette er uhyre viktig, ettersom vann som eventuelt når ned til grunnvannsspeilet under kirkegården, vil drenere mot den lave

«renna», og videre ut i Bøvra, uten mulighet til å bevege seg nordover, over «ryggen» og mot vannverket.

Den beskrevne «renna» kan skyldes at det i den glasifluviale terrassen der kirken ligger, opptrer et noe grovere, evt finstoff-fattigere skråskikt, og at grunnvann dreneres raskere langs dette skiktet mot Bøvra enn i resten av den skråskiktete terrassen. En annen forklaring kan være at det nede i grunnvannsnivået finnes en «kanal» med mer permeabelt materiale enn det omkringliggende. Kanalen kan representere restene av et gammelt smeltevannsløp som i sin tid eksisterte under isbreen, og som senere er overleiret av den yngre glasifluviale terrassen som kirken ligger på.

7. SIKRINGSSONER

Følgende hydrauliske parametere er beregnet og lagt til grunn for utregning av sonen for 60 døgns oppholdstid omkring brønnene på Grov:

Q	Vannuttak.....	1 200 l/min
H	Gjennomsnittlig nyttbar vannhøyde	9 m
K	Permeabilitet (gjennomtrengelighetskoeffisient).....	0,0024 m/s
S	Effektivt poretall (nyttbar vannmengde pr. m ³).....	20 %

Vannuttaket er avlest på vannmåleren, og det tilsvarer fremtidig maks. døgnforbruk (Berdal Strømme 1996 a). Nyttbar vannhøyde er basert på filterplassering i eksisterende brønner og observasjoner fra sonderboringer og nedsett av peilerør. Permeabiliteten er beregnet ut fra kornfordeling i pkt. 2. Effektiv porøsitet er et erfaringstall fra norske fluviale avsetninger.

Sonen for 60 døgns oppholdstid, er beregnet ut fra avsetningens permeabilitet og den observerte avstand/senkning fra brønnoområdet (peilerør 2 og 4), og ut mot peilerør 3 ved slutten av en lengre periode med stabil vannstand i Vågåvatn (19.02). Nærmere beskrivelse av beregningene er gitt i vedlegg 7. Sonen for 60 døgns oppholdstid faller i hovedsak sammen med sone I på kartet med forslag til soneinndeling fra 0 - III, som er angitt på vedlegg 8. I området syd for brønnene, er imidlertid grensen for sone I lagt langs sydsiden av «grunnvannsryggen» som er beskrevet foran, og som representerer et naturlig grunnvannsskille. I nordlig retning er bare sone I foreslått, ettersom pkt.1 og tidligere utførte boringer (Ensby, S. 1973, Styringsutvalget for jordforskning 1982) har vist svært lite permeabel finsand/silt i dette området. De øvrige sonene er valgt ut fra kriterier som angitt i neste kapittel, der helsemyndighetenes vanlig brukte krav til beskyttelse av grunnvannskilder er angitt, for en del er kravene tilpasset forholdene på Grov.

8. FORSLAG TIL BESKYTTELSESBESTEMMELSER

8.1 Beskyttelsesoner

Sone 0. Brønnens nærområde.

Sone I. Grunnvannet vil nå brønnene på mindre enn 60 døgn.

Sone II . Grunnvannet vil nå brønnene etter lengre tid, >60 døgn.

Sone III. Området hvorfra grunnvann muligens vil nå brønnene, inklusive område hvorfra overvann kan renne til og infiltrere grunnvannsområdet.

8.2 Beskyttelsesbestemmelser

Det som er bestemt for en sone gjelder også i de innenforliggende sonene. Bestemmelsene må sikres varig gyldighet, og et hvert anleggsmessig tiltak innenfor klausulerte område skal godkjennes av Lom kommune. Det bør være forbud mot:

Sone III

1. Lagring eller produksjon av stoffer som anses forurensningsfarlige.
2. Avfalls- og slamdeponier.
3. Tanker over 3m³ for petroleumsprodukter og andre væsker som ved utlekking kan påvirke grunnvannet. Tanker inntil 3m³ kan tillates når tankene står på støpt eller på annet tett underlag med opphøyde kanter som er høye nok til å samle opp hele tankens innhold. Anlegget skal være overbygget og lett å inspisere for lekkasje.

Sone II.

4. Nye veier og parkeringsplasser.
5. Ny bebyggelse utover nødvendige bygg i tilknytning til vannverket. Ordinært vedlikehold og begrenset utvidelse av bygninger tillates.
6. Nydyrking.
7. Uttak av løsmasser.
8. Naturgjødsel.
9. Silosaft
10. Plantevernmidler i fareklasse X, A og B.
11. Infiltrasjon av kloakk i grunnen. Kloakkledninger skal være tette, og kunne prøves på tetthet

Sone I

12. Plantevernmidler, bortsett fra glyfosfat.

13. Bruk av handelsgjødsel og kulturbeite. Det kan gis dispensasjon til å fortsette dagens bruk av handelsgjødsel på gressmatten dersom vannkvaliteten ikke påvirkes. Eventuell økning i nitrat, nitritt, fosfor og kalium vil være en indikasjon på for sterk gjødsling. Analyse på disse stoffene bør foretas tre ganger i løpet av året (vår, sommer og høst). Type og mengde gjødsel må tas opp til ny vurdering av kommunen dersom vannkvaliteten påvirkes.
14. Kloakkledninger.
15. Oppbevaring av petroleumsprodukter eller andre kjemiske forbindelser.
16. Utstilling av dyr, maskiner o.l. som kan forurense (i forbindelse med «Lomsmarten»).

Sone 0.

17. All virksomhet som ikke er nødvendig for vannverkets drift. Sonen skal inngjerdes med høyt nettinggjerde og holdes avlåst.

9. VANNANALYSER, VANNKVALITET

I prøvepumpingsperioden ble det tatt prøver for fysisk-kjemisk analyse fire ganger. Det ble hver gang prøvetatt og analysert separat for brønn 1 og brønn 2. Resultatene er gjengitt i vedlegg 9, der også «Drikkevannsforskriftene» er angitt (Sosial- og helsedepartementet 1995). Som det fremgår av analysene, har vannet en god fysisk-kjemisk kvalitet.

I prøvepumpingsperioden er det prøvetatt og analysert seks ganger for bakteriologisk kvalitet. Analyseresultatene er gjengitt i vedlegg 9. I to av prøvene (10.03. og 01.04) er det påvist koliforme- og termotolerante koliforme bakterier. Selv om antallet er lite, fra 1 - 3 bakterier, så er dette ikke akseptabelt i henhold til «Drikkevannsforskriftene». Videre er kimtallet høyere enn akseptabelt i fire av de seks prøvene. 01.04 var kimtallet så høyt at det ikke lot seg telle. Også to prøver tatt før prøvepumpingen (08.01 og 20.01.97) hadde for høye kimtall.

Fra og med 1991 til og med 1996 er det tatt til sammen 65 bakteriologiske prøver fra vannverket. I disse prøvene er det ikke påvist termotolerante koliforme bakterier. I tre prøver er det påvist en koliform bakterie (08.02.93, 23.01.96 og 16.04.96). For høyt kimtall er registrert i til sammen 18 av prøvene.

Vannverket har altså under prøvepumpingen vist en dårligere bakteriologisk kvalitet enn i de seks foregående år. Dette kan skyldes flere ting, eller en kombinasjon av disse:

- Både i perioden omkring 10.03 og 01.04.97, da kolibakterier ble påvist, var det kraftig mildvær og snøsmelting. Terje Hoel fra Lom kommune laget et notat ang. dårlig vannkvalitet den 10.03, der han la ved fotografier av idrettsbanen som viste at snøsmelting og stor overflateavrenning hadde medført at overflatevann var oppdemt innover idrettsplassen med avstand ca. 10 m fra brønnene. Liten mektighet av umettet sone kan

under disse spesielle forhold ha medført en «kortslutning» mellom overflatevann og brønnene.

- Terje Hoel har opplyst at det i prøvepumpingsperioden har vært ekstremt liten vannføring i Bøvra. Meget lav vannstand i Bøvra som bidrar til å «mate» avsetningen der brønnene ligger, sammen med det meget store kontinuerlige prøvepumpingsuttaket (ca. 1 700 m³ pr. døgn), vil måtte medføre en større influensradius enn normalt rundt brønnene. Dette fører til at brønnene trekker på vann fra områder som normalt ikke er innenfor influensområdet. Dette forhold er det tatt hensyn til i forslaget til sikringssoner som er beskrevet tidligere i denne rapporten.

Tidvis opptreden av kolibakterier, og hyppig høyt kimtall gjør at det bør legges opp til en kontinuerlig desinfeksjon av vannet, fortrinnsvis ved UV. I tillegg, bør terrenget i sone 0 bygges opp til et høyere nivå enn i dag, med en mur ut mot idrettsbanen, og det bør etableres en bedre drenering for fjerning av overvann på idrettsbanen.

10. FORSLAG TIL DIMENSJONERING OG LOKALISERING AV BRØNNER

10.1 Ny brønn ved observasjonsrør nr. 2

Basert på undersøkelsesboringene, kornfordelingsanalysene, og resultatet av den gjennomførte prøvepumpingen, anbefales det å anlegge en ny brønn ved observasjonsrør nr. 2. Kornfordelingskurvene fra dette punktet er gjengitt i vedlegg 10. Brønnen bør ha følgende spesifikasjoner:

Materiale.....	Rustfritt stål
Totalt dyp	15 m
Dimensjon.....	Ø 200 mm (8")
Filterplassering.....	7 - 13 m
Filtertype.....	Con - slot
Lysåpning filter	1,0 mm
Sumprør for evt. plassering av pumpe m. skjørt	13 - 15 m
Forventet kapasitet.....	ca. 800 l/min

10.2 Brønner til erstatning for de eksisterende

Prøvepumpingen viste at de to eksisterende brønnene akkurat klarte å dekke det fremtidige maksimale døgnforbruket på 1 700 m³/døgn gjennom hele pumpeperioden. Vannstanden ble

imidlertid på slutten senket ned til pumpeinntaket for en av brønnene. Dette må antas å ha vært brønn II som ligger nærmest pumpehuset, og som ifølge oppgaver fra kommunen må antas å ha pumpens vanninntak omkring 7,5 m under terreng. Brønn I antas å ha inntaket 1 - 2 m dypere.

Brønnene er 14 år gamle, og utført av slissete jernrør, som ikke er rustfrie. Levetiden er derfor uviss. Det anbefales derfor å anlegge to nye brønner til erstatning for de gamle. Basert på informasjon fra de eksisterende brønnene, og undersøkelsesboringene 2 og 4, synes gunstigste plassering å være ved brønn I, der totaldypet antagelig er 11 - 12 m under terreng. Brønn II og undersøkelsesboring 4 synes å ha omtrent samme dyp til fjell, omkring 9,5 m. Det bør ut fra dette etableres en ny brønn ved eksisterende brønn I, og en i området mellom brønn II og punkt 4. Følgende brønnsesifikasjoner anbefales for de to brønnene:

Materiale.....	Rustfritt stål
Dimensjon.....	Ø 200 mm (8")
Filtertype.....	Con - slot
Lysåpning filter	1,0 mm
Forventet kapasitet.....	ca. 600 l/min. pr. brønn

Øvrige spesifikasjoner (totalt dyp, filterplassering, evt. sumprør) bestemmes under driving av arbeidsrøret, før filter og stigerør monteres. Brønnborer bør gjøres oppmerksom på at det må arbeides grundig med filtertil trekking for alle tre brønnene p.g.a. mye finstoff i massene. To brønner forventes å dekke vannbehovet, mens en tredje vil stå i reserve.

11. ANLEGGSPERIODEN

Ved etablering av nye brønner helt inntil de eksisterende, vil det sannsynligvis bli partikkelholdig og blakket vann i dagens brønner. Det vil derfor være fordelaktig om brønnen på Prestøya, som er tenkt benyttet som reservevannkilde i fremtiden, kan settes i stand for vannproduksjon i anleggsperioden. Da vil man samtidig kunne kontrollere om dette er en aktuell reservevannkilde, både mht. kapasitet og kvalitet.

Eventuelt kan en ny brønn ved pkt. 2 etableres, og benyttes som produksjonsbrønn i perioden mens de to brønnene nær de eksisterende etableres.

Etter at de nye brønnene er etablert, og pumping viser at de dekker det fremtidige vannbehovet, bør de gamle brønnene trekkes opp, mens boreutstyret enda er på plass. Derpå fylles kumringene igjen med tett morenemasse.

12. FORSLAG TIL EVT. BEREDSKAPSVANNFORSYNING FOR FOSSBERGOM FRA BRØNN PÅ PRESTØYA, OG BESKYTTELSESSONE RUNDT DENNE

En 250 mm rørbrønn som ble etablert på Prestøya i 1983, ble prøvepumpet fra 30.04.83 til mai -84. Til tross for en kapasitet på ca. 1 500 m³ pr. døgn, og god bakteriologisk og fysisk - kjemisk vannkvalitet i pumpeperioden, kan ikke brønnen anbefales som hovedvannkilde for Fossbergom. Dette på grunn av diverse aktiviteter i nærområdet (Kloakkanlegg, hovedkloakkledning, fremtidig riksvei mm.).

Forutsatt at brønnen fortsatt er intakt, og vannkvalitet og kapasitet er tilfredsstillende, bør brønnen kunne anvendes som beredskapsvannforsyning for Fossbergom. I en krisesituasjon bør i så fall vann fra brønnen på Prestøya passere det fremtidige desinfeksjonsanlegget før det går ut på nettet.

Hvis en velger å benytte brønnen, må nærområdet sikres mot etablering av flere mulige forurensende aktiviteter. Liten mektighet av umettet sone gjør at forurensning vil kunne nå brønnen relativt raskt, og den naturlige renseseffekten vil være begrenset.

Undersøkelsene som ble gjort i forbindelse med brønnetablering/prøvepumping er beskrevet i Berdal Strømme 1996 b). Her fremkommer at jordprofilet ved brønnen bestod av siltig sand over vannførende sand og grus. Dette er positivt med tanke på nedtrenging av forurensning fra overflaten, ettersom vannhastighet gjennom silt er meget langsom. Videre skal avsenkingen i feltet ha vært liten, noe som viser god transmissivitet (vanngjennomgang) i dypere deler av avsetningen.

Ettersom det her er snakk om en beredskapsvannforsyning, og massene i øvre del av avsetningen er siltige, mens senkningen inn mot brønnen er liten, er det i vedlegg 11 gitt forslag til en beskyttelsessone omkring brønnen. I denne sonen bør det ikke finne sted nyetableringer av noen art, utenom det som er nødvendig for vannverket.

Sonegrensen tar hensyn til eiendomsgrenser, etableringer og vedtatte etableringer på Prestøya. Minste avstand fra brønnen til beskyttelsesgrensen sammen med oppholdstid i umettet sone antas å være snaut 60 døgn ved et uttak omkring 700 m³/dg. Antagelsen bygger på det som er kjent fra undersøkelsene på Prestøya, og permabilitet som bestemt på Fossbergom.

Det nærmeste området rundt brønnen, i en avstand av ca. 15 m, gjerdes inn med et 2 m høyt nettinggjerde.

13. REFERANSER

Berdal Strømme 1996 a: Lom kommune hovedplan vannforsyning.

Berdal Strømme 1996 b: Lom kommune hovedplan vannforsyning. Framtidig vannkilde for Fossbergom. Innledende vurderinger.

Ensby, S. 1973: Rapport fra Norges geologiske undersøkelse vedrørende utvidelse av grunnvannsforsyningen til Lom sentrum.

Styringsutvalget for jordforskning 1982: Grunnvannsforsyning til Fossbergom, Lom kommune.

Rohr-Torp, Erik 1996: Forslag til undersøkelser for opprusting og klausulering av kommunale grunnvannsanlegg i Lom. NGU Rapport 96.093.

Sosial- og helsedepartementet 1995: Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m.

VEDLEGG 1

Mulig grunnvannsforsyning til Fossbergom; valg av område

MULIG GRUNNVANNSFORSYNING TIL FOSSBERGOM; VALG AV OMRÅDE

1. INNLEDNING

Kommunesenteret Fossbergom i Lom, har sin vannforsyning basert på to rørbrønner i løsmasser ved idrettsanlegget vest for Bøvra, nær dennes utløp i Otta. Brønnene ligger nedenfor Lom kirke, og dette har skapt noe usikkerhet med tanke på eventuell påvirkning av vannkvaliteten. Ved dagens vannforbruk som dekker ca. 1 500 pe., har vannanalyser i perioden 1991-96 vist god kvalitet, med unntak av små innslag av bakteriell forurensning i februar -93, og april -96. Det er imidlertid forbundet med usikkerhet om kvaliteten vil forbli god ved fremtidig økt forbruk.

Norges Geologiske undersøkelse (NGU) ble kontaktet, og etter innledende møter og befaring i 1996, ble det enighet om at NGU skulle vurdere, og undersøke alternative områder med tanke på eventuell ny grunnvannsforsyning til Fossbergom. Dersom alternativer ikke ble funnet, skulle det igangsettes undersøkelser for å beregne influensområdet rundt eksisterende anlegg ved uttak lik fremtidig vannbehov. Fremtidig uttak skal ifølge kommunens hovedplan for vannforsyning, dekke behovet for ca. 2 350 pe.

2. VURDERINGER / UNDERSØKELSER

Etter gjennomgang av tilgjengelig relevant bakgrunnsmateriale, ble områdene omkring Fossbergom befart og vurdert av NGU. Avsetningene langs Otta ble vurdert vestover til kommunegrensen mot Skjåk, og østover til ca. 2 km forbi Liabru, og langs Bøvra, opp til omkring Flåkløya. Generelt kan sies at avsetningene langs Otta er gjennomgående for finkornete for grunnvannsuttak, mens Bøvra i hovedsak har erodert seg gjennom løsavsetninger og ned til- eller nesten ned til fjell, slik at mulighetene også her er dårlige. Vurderinger og forslag til videre undersøkelser, bl. a. ved hjelp av georadar og prøveboringer, ble gitt i NGU rapport 96.093. Her skal kort nevnes de få avsetningene innenfor hele det vurderte området som ble ansett som mulige etter befarings.

2.1 Prestøya

På motsatt side av Bøvra, på Prestøya, har Institutt for georessurs- og forurensningsforskning foretatt grunnvannsundersøkelser. Her ble satt ned en fullskala prøvebrønn som ble prøvepumpet med et uttak omkring 16,5 l/s over ca. ett år, i 1983-1984. Det oppsto liten senkning i feltet, og fysisk/kjemiske og bakteriologiske vannprøver var gode.

Dagens, og planlagt fremtidig arealbruk på Prestøya gjør imidlertid denne lokaliteten lite egnet for etablering av et nytt grunnvannsanlegg. I brønnens nærområde er det anlagt et kloakkrenseanlegg, og det er lagt hovedkloakkledning forbi brønnområdet frem til renseanlegget. Dessuten er det nær brønnen etablert industriområde og biloppsluggeri. I tillegg er den nye riksveitraseen planlagt ca. 50 m fra brønnen.

Prestøya, der brønnen ligger, gir liten beskyttelse mot forurensninger. Området består av en lav elveslette, med minimal tykkelse av umettet sone over grunnvannsspeilet. Det betyr at en

eventuell forurensning på elvesletten vil trenge ned til grunnvannet meget hurtig, og rensseffekten i den tynne sonen over grunnvannet er liten.

Av grunnene som er angitt over, ble Prestøya frafalt som alternativ for nye undersøkelser med tanke på et grunnvannsanlegg for Fossbergom, selv om de opprinnelige naturgitte forhold her ville ha ligget godt tilrette.

2.2 Årsjø

Øst på samme avsetning som Prestøya, men lenger vekk fra mulige forurensningskilder, ligger tjernet Årsjø. NGU har tidligere gjennomført en prøveboring nær tjernet. Forholdene for uttak av grunnvann ble beskrevet som gode, men vannet hadde høye innhold av jern og mangan. Dette skyldes sannsynligvis stagnerende forhold i avsetningen (liten tilgang på oksygen), noe også det begrodde tjernet vitner om.

Nord for tjernet og den tidligere boringen, opptrer middelskornet sand i overflaten av en strandvoll opp for Otta. Hvis tilsvarende masser opptrer videre mot dypet, kunne forholdene her ha ligget tilrette, ettersom oksygenrikt vann fra Otta sannsynligvis ville ha nydannet grunnvannet i avsetningen ved større uttak.

NGU foretok derfor georadarundersøkelser på denne lokaliteten, og resultatet antydte at det opptrådte 8-10 m sand/finsand i flate lag over finsand/silt. Senere sonderboret NGU i det punktet som var antatt gunstigst etter georadarmålingene. Resultatet viste ensgradert finsand/silt, med enkelte grovere korn til 30 m dyp, hvor boringen ble avsluttet uten fjell. Massene var i hele profilet for finkornete for uttak av større mengder grunnvann.

Området ble frafalt som alternativ med tanke på etablering av et nytt grunnvannsanlegg for Fossbergom.

2.3 Geitøya

Geitøya ligger i Otta omkring 2 km nordøst for Fossbergom. Området omkring høyeste punkt på øya består av tilsvarende sand som på strandvullen ved Årsjø. Videre antydte NGUs georadarmålinger et tilsvarende jordprofil som det ved Årsjø. I antatt gunstigste punkt ble det også her sonderboret til 30 m dyp, hvor boringen ble avsluttet uten fjell. Også i dette profilet var massene hele veien for finkornete for uttak av større mengder grunnvann, og området ble derfor frafalt med tanke på etablering av et nytt grunnvannsanlegg for Fossbergom.

2.4 Bøverdalen

Som nevnt, har Bøvra i hovedsak erodert seg gjennom løsavsetningene i dalføret, slik at elva ikke bidrar til nydannelse som muliggjør større grunnvannsuttak fra disse. Først i området opp for Flåklypa opptrer avsetninger som synes gunstige med tanke på å etablere et større grunnvannsanlegg. Dette er imidlertid et meget kostbart alternativ, ettersom det vil måtte

legges bortimot 15 km overføringsledninger for å bringe vannet frem til Fossbergom. Avsetningene er derfor ikke nærmere undersøkt.

Det kan også nevnes at det ved campingplassen syd for Bøvra, i området ved Øyøygarden er utviklet en liten elveslette som kan gi visse muligheter for grunnvannsuttak. Avsetningen antas å ha meget liten vannførende mektighet og kapasitet, og en eventuell utnyttelse vil måtte medføre kostbare sikrings- og klausuleringstiltak. Avsetningen er av ovennevnte grunner ikke nærmere undersøkt.

3 KONKLUSJON

Lom vannverk fungerer i dag bra, og vannkvaliteten er tilfredsstillende. For å dekke fremtidig vannbehov, vil det måtte anlegges en ny rørbrønn i tillegg til de to som nå benyttes. Kapasiteten antas derved å bli tilstrekkelig. Det knytter seg imidlertid en viss usikkerhet til hvorvidt det fremtidige større vannuttaket vil kunne medføre forurensning av brønnvannet fra kirkegården.

Ettersom NGU ikke registrerte egnete forekomster for et nytt stort grunnvannsanlegg til Fossbergom i akseptabel avstand, anbefalte NGU at det ble igangsatt videre undersøkelser omkring det eksisterende vannverket.

I motsetning til brønnområdet på Prestøya, ligger kirkegården på en terrasse, anslagsvis 15 m over flaten der brønnene er ansatt. Dette ble antatt å gi en umettet sone av tilsvarende mektighet over grunnvannsspeilet. En slik sone vil gi meget lang oppholdstid og god renseseffekt før en eventuell forurensning oppe på terrassen kan nå ned til grunnvannsspeilet. Videre må en eventuell forurensning etter å ha nådd grunnvannet, bevege seg med dette videre nordover mot vannverket før den eventuelt når brønnene.

Ettersom hovedinfiltrasjonsretningen sannsynligvis er fra Bøvra mot brønnområdet, virker det umiddelbart lite sannsynlig at forurensning fra kirkegården skal kunne nå brønnene, og fremfor alt ikke i løpet av 60 døgn som er den oppholdstiden som helsemyndighetene foreskriver for grunnvannsanlegg.

Videre undersøkelser i form av georadarmålinger og sonderboringer/nedsett av peilebrønner ble utført av NGU høsten -96. Prøvepumping på fremtidig forbruk, vannstandsregistreringer og vannprøvetaking etter opplegg fra NGU, gjennomføres i disse dager av kommunen. Resultatene vil bli gjennomgått og bearbeidet av NGU, slik at strømningsretninger og oppholdstider kan legges til grunn for beregning av hvorvidt eventuell forurensning fra kirkegården vil kunne nå brønnene. Resultatene vil også danne grunnlag for beregning av beskyttelsessoner rundt vannverket.

VEDLEGG 2

Georadarundersøkelser - metodebeskrivelse

GEORADAR - METODEBESKRIVELSE

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av lagdeling og strukturer i grunnen. Med en spesiell antenne sendes elektromagnetiske bølgepulser ned i jorda. En del av bølgeenergien blir reflektert tilbake til overflaten når bølgepulsen treffer en grense som representerer en endring i mediets dielektriske egenskaper. Resten av energien vil fortsette nedover og det kan fås reflekterte signaler fra en rekke grenseflater. Refleksjonene kan registreres med en mottakerantenne på overflaten. De mottatte signaler overføres til en kontrollenhet for forsterkning (og digitalisering ved digital georadar). Signalene sendes derfra til skriver (ved analog georadar) eller PD (digital georadar). Fra en utskrift av et georadar-opptak kan toveis gangtid (t_{2v}) til de forskjellige reflektorene avleses. For å bestemme virkelig dyp til en refleksor må bølgehastigheten (v) i overliggende medium være kjent eller kunne bestemmes.

Bølgehastigheten kan bestemmes ved CDP-målinger ('common depth-point'). Slike målinger utføres ved å flytte sender- og mottakerantenne skrittvis og like langt ut til hver side fra et fast midtpunkt og registrere for hver ny posisjon. Refleksjoner vil da ideelt sett komme fra samme punkt på en refleksor som er planparallel med overflaten. Når antenneavstanden øker, vil reflekterte bølger få lenger gangvei og økning i gangtid. Denne økning i gangtid kan det ved digitale opptak kompenseres for ved å utføre NMO-korreksjon ('normal move-out'). Størrelsen på korreksjonen er avhengig av antenneavstand, toveis gangtid og bølgehastighet i materialet over reflektoren. Et CDP-opptak korrigeres med forskjellige hastigheter, og den hastighet som etter NMO-korreksjon gir best amplitude etter summering av trasene, angir radarbølgehastigheten i mediet.

Etter at hastigheten er bestemt kan dypet (d) beregnes etter uttrykket;

$$d = \frac{vt_{2v}}{2}$$

I vakuum er bølgehastigheten lik lyshastigheten: $c = 3.0 \cdot 10^8$ m/s. I alle andre media gjelder følgende relasjon;

$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

hvor ϵ_r er det relative dielektrisitetsstallet. ϵ_r -verdien for et materiale vil derfor være en bestemmende faktor for beregning av dyp til reflektorer. I tabellen på neste side er det gitt en oversikt over erfaringstall for ϵ_r i en del materialtyper. Tabellen viser også hastigheter og ledningsevne i de samme media.

Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere demping av bølgepulser og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin silt og leire vil penetrasjonen være helt ubetydelig. I dårlig ledende materiale

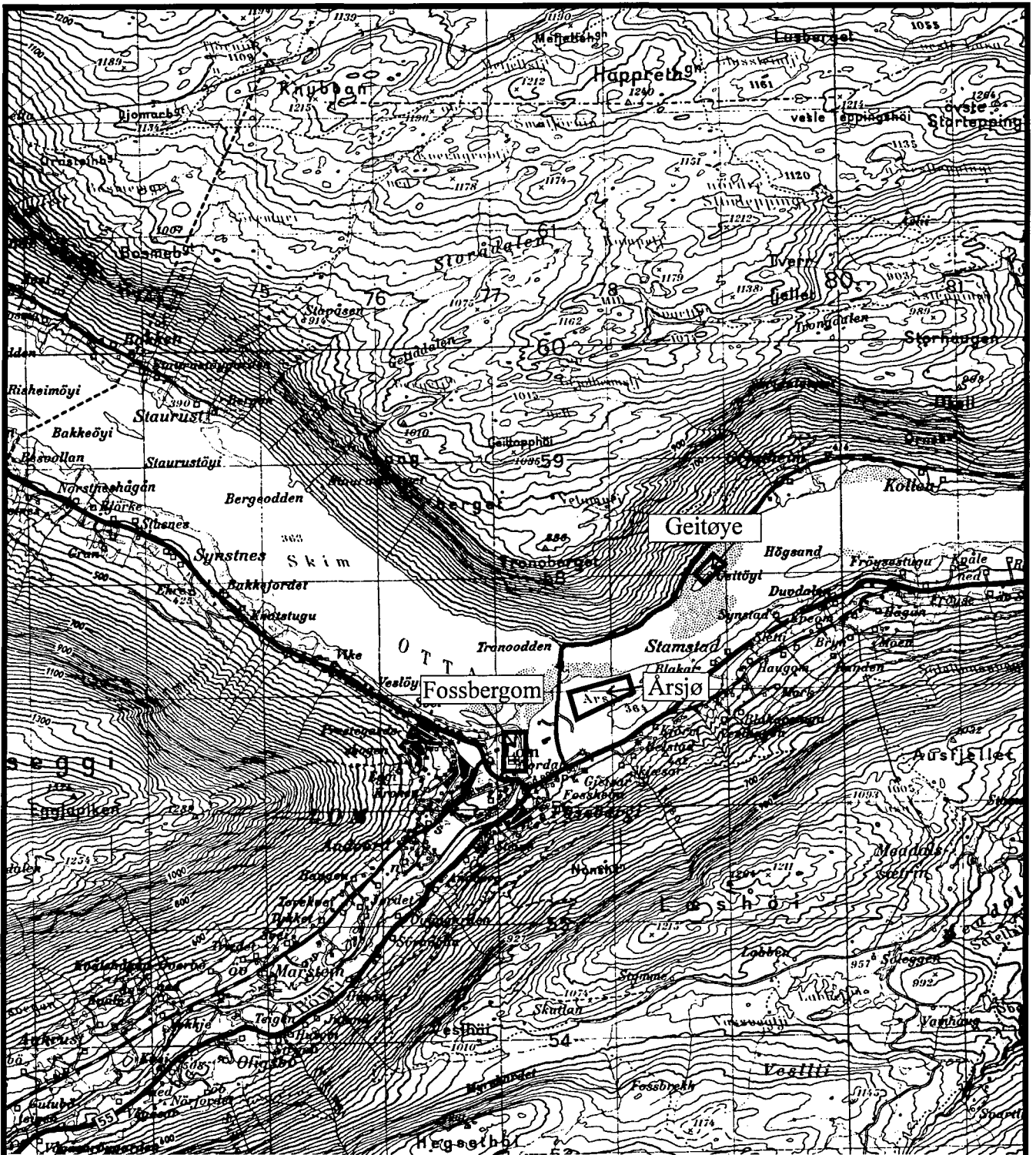
som f.eks. tørr sand, kan det forventes en dybderekkevidde på flere titalls meter når det benyttes en lavfrekvent antenne (f.eks. 50 eller 100 Mhz). For grunnere undersøkelser vil en mer høyfrekvent antenne gi bedre vertikal oppløsning.

<u>Medium</u>	<u>ϵ_r</u>	<u>v (m/ns)</u>	<u>ledningsevne (mS/m)</u>
<i>Luft</i>	<i>1</i>	<i>0.3</i>	<i>0</i>
<i>Ferskvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>0.1</i>
<i>Sjøvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>1000</i>
<i>Leire</i>	<i>5-40</i>	<i>0.05-0.13</i>	<i>1-300</i>
<i>Tørr sand</i>	<i>5-10</i>	<i>0.09-0.14</i>	<i>0.01</i>
<i>Vannmettet sand</i>	<i>15-20</i>	<i>0.07-0.08</i>	<i>0.03-0.3</i>
<i>Silt</i>	<i>5-30</i>	<i>0.05-0.13</i>	<i>1-100</i>
<i>Fjell</i>	<i>5-8</i>	<i>0.10-0.13</i>	<i>0.01-1</i>

Tabell over relativt dielektrisitetstall, radarbølge-hastigheter og ledningsevne i vanlige materialtyper.

VEDLEGG 3

Georadarundersøkelser, kart og profiler



Undersøkt område

NGU/LOM KOMMUNE

Oversiktskart

FOSSBERGAN, ÅRSJØ og GEITØYE

LOM KOMMUNE, OPPLAND

MÅLESTOKK

1 : 50000

MÅLT T.L.

TEGN T.L.

TRAC

KFR

September -96

Mai -97

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

KARTBILAG NR
97.082-01

KARTBLAD NR
1618 IV

VEDLEGG 4

Program for prøvepumping

LOM VANNVERK, FORSLAG TIL PRØVEPUMPING OG VANNSTANDSREGISTRERINGER.

Basert bl. a. på georadarmålingene som ble gjennomført i midten av september i år, foretok NGU i slutten av oktober prøveboringer, og satte ned 5/4" undersøkelsesbrønner i 10 punkter omkring det eksisterende vannverket. Lokalisering av dagens produksjonsbrønner og undersøkelsesbrønnene er angitt på vedlegg 1. Lokaliseringen er omtrentlig, ettersom punktene ikke er innmålt. I punktene 2 og 4 ble det prøvepumpet for uttak av vann- og masseprøver med tanke på anleggelse av en ny produksjonsbrønn. Resultatet av analysene foreligger foreløpig ikke fra vårt laboratorium i Trondheim, så disse resultatene vil bli rapportert senere. I de øvrige punktene ble det satt ned observasjonsrør etter sondering, uten prøvepumping.

Borprofilene er gjengitt i vedlegg 2 og 3. Utenom 2 og 4, er profilene basert på observasjoner fra sonderboringene. De fleste punktene er sondert til større dyp enn peilerørets bunn. Dyp til peilerørens bunn er angitt i profilene.

Før vannstandsmålinger igangsettes, må relative høyder for samtlige rørtopper og for en målestav som monteres i Bøvra, nivelleres inn. Videre monteres vannmåler på det samlede uttaket. Kommunen må også anskaffe to elektriske målebånd som piper når de når vannstanden. Målebåndene må være minst 25 m lange, og de må kunne benyttes i 5/4" rør. De kan kjøpes hos Geonor i Bærum, t. 67 14 75 50. For samtlige inngrep, målinger og uregelmessigheter noteres dato og klokkeslett. Samtlige observasjoner noteres umiddelbart i felt, og renskrives senere i vedlagte skjema. Vannstander målt fra rørtopp, føres med dato og klokkeslett på eget skjema.

Før prøvepumping igangsettes måles vannstander daglig i en uke i samtlige peilerør og i Bøvra, og vannmåleren avleses. Mot slutten av perioden tas vannprøve for fysisk/kjemisk analyse. (Helst av begge brønnene hvis det lar seg gjøre).

Umiddelbart før pumpene stanses måles samtlige vannstander. Ved pumpestopp leses vannmåleren av. Deretter måles samtlige vannstander, inklusiv Bøvra etter ca. ½ og 1 time, og deretter hver 7-8. time, siste gang umiddelbart før pumpestart etter ca. 24 timers stopp.

Pumpestart, uttak dimensjonert etter fremtidig forbruk, igangsettes ca. 24 timer etter pumpestopp. Overflødig vann pumpes til Bøvra. Det må under ingen omstendighet slippes ut på bakken i brønnenes nærrområde. Vannmåleren avleses ved pumpestart, og deretter samtidig med vannstandsobservasjonene. Til å begynne med, mens det observeres hyppig, må det benyttes to lag, hvert bestående av to mann. En måler, den andre noterer. Ett lag leser av vannmåleren, og måler vannstander i rørene 1, 2, 3, 4 og Bøvra. Det andre laget måler i rørene 5, 6, 7, 8, 9 og 10.

Nedenfor angis observasjonstakten etter pumpestart summarisk. Det er viktig, spesielt til å begynne med, at samtlige tidsangivelser noteres nøyaktig, ettersom det ikke er praktisk mulig å måle samtidig i alle peilerør.

Tid etter start	Observasjonspunkter		
5 min	Rør 2, 4, 5 og vannmåler		
10 min	"		
15 min	"		
20 min	"		
30 min	Samtlige rør og vannmåler		
40 min	"		
50 min	"		
60 min (1 t)	"		
75 min	"		
90 min	"		
105 min	"		
120 min (2 t)	"		
2 t 30 min	Samtlige rør, vannmåler og Bøvra		
3 t	"		
3 t 30 min	"		
4 t	"	samt grunnvannstemperatur	
4 t 30 min	"		
5 t	"		
6 t	"		
7 t	"		
8 t	"		
9 t	"		
10 t	"		
12 t	"		
14 t	"		
19 t	"		
24 t	"	samt grunnvannstemperatur	
Første uke etter start	"	"	måles daglig
Deretter (varighet ca. 2 mnd.)	"	"	måles to ganger pr. uke

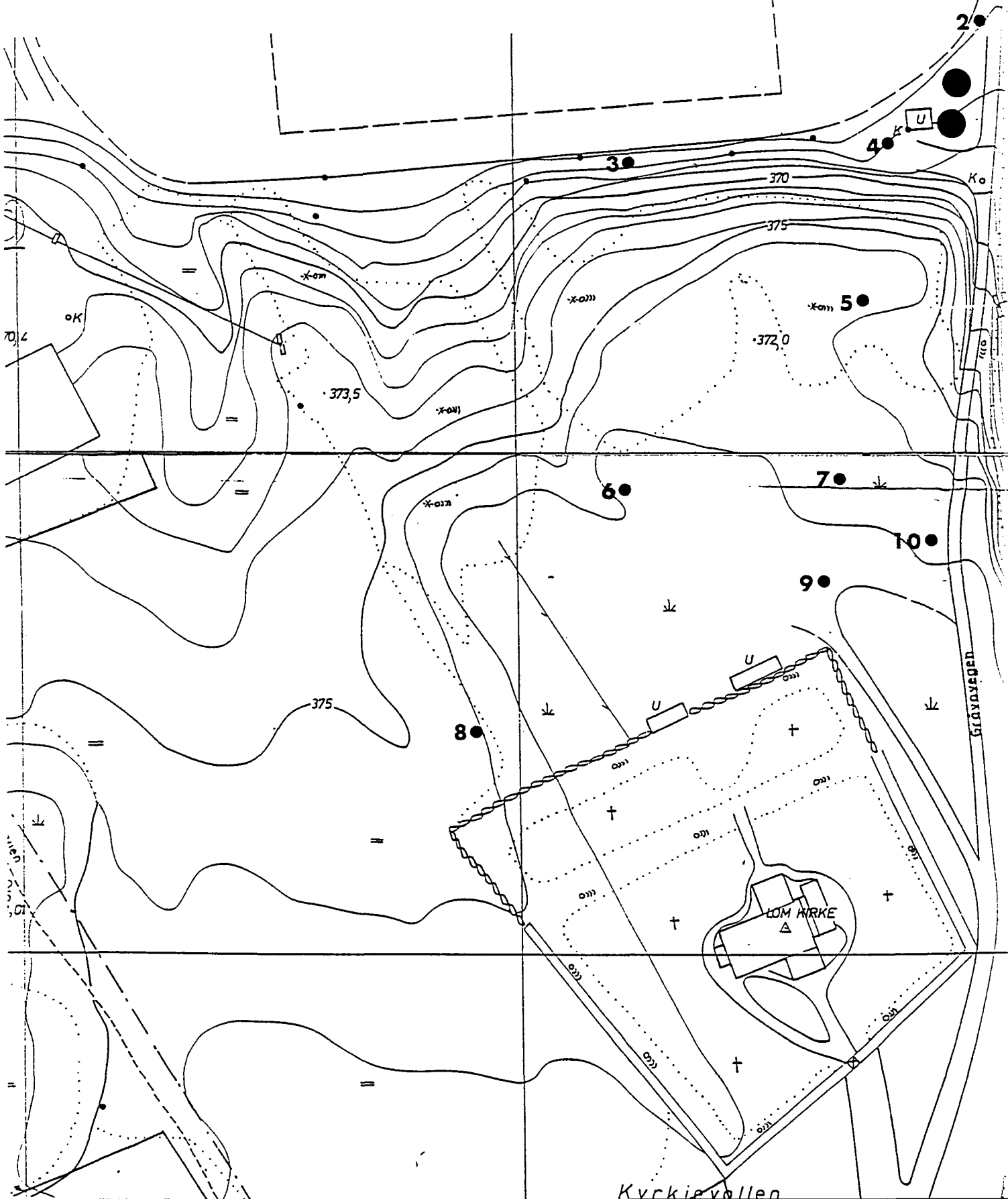
Prøvepumpingen (med uttak lik fremtidig behov) må pågå i minst to måneder. Vanntemperaturen måles ca. 30 min., 4 timer og 24 t etter start, og deretter i forbindelse med hver vannstands-målerunde. Hver 14. dag tas vannprøve for fysisk-kjemisk og bakteriologisk analyse, fysisk-kjemisk tas første gang ca. 14 dg. etter pumpestart, bakteriologisk tas første gang ca. 1 mnd. etter pumpestart. Siste gang prøvetas umiddelbart før pumpestop. Fysisk kjemiske prøver kan sendes NGU i Trondheim for analyse, mens bakteriologiske prøver sendes det lokale næringsmiddeltilsyn. Samtlige data renskrives og sendes NGU til vurdering etter avsluttet forsøk.

VEDLEGG 1

LOM VANNVERK

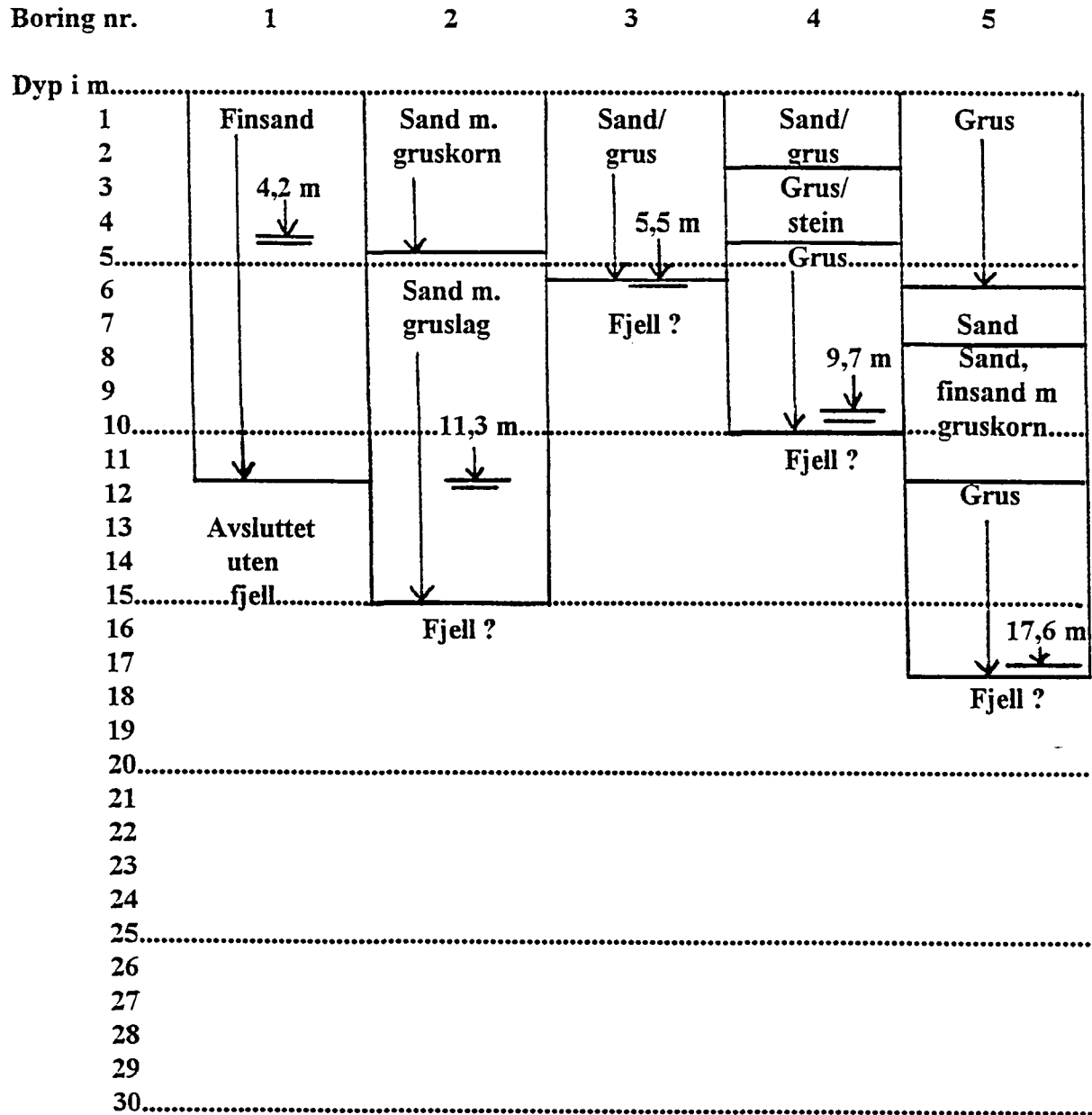
● Produksjonsbrønn

5 ● Observasjonsrør m. nummer



VEDLEGG 2

LOM VANNVERK. SONDERPROFILER OG PEILERØR. NGU OKTOBER 1996



12,7 m
 = Dyp under markoverflaten til peilerørets bunn

VEDLEGG 3

LOM VANNVERK. SONDERPROFILER OG PEILERØR. NGU OKTOBER 1996

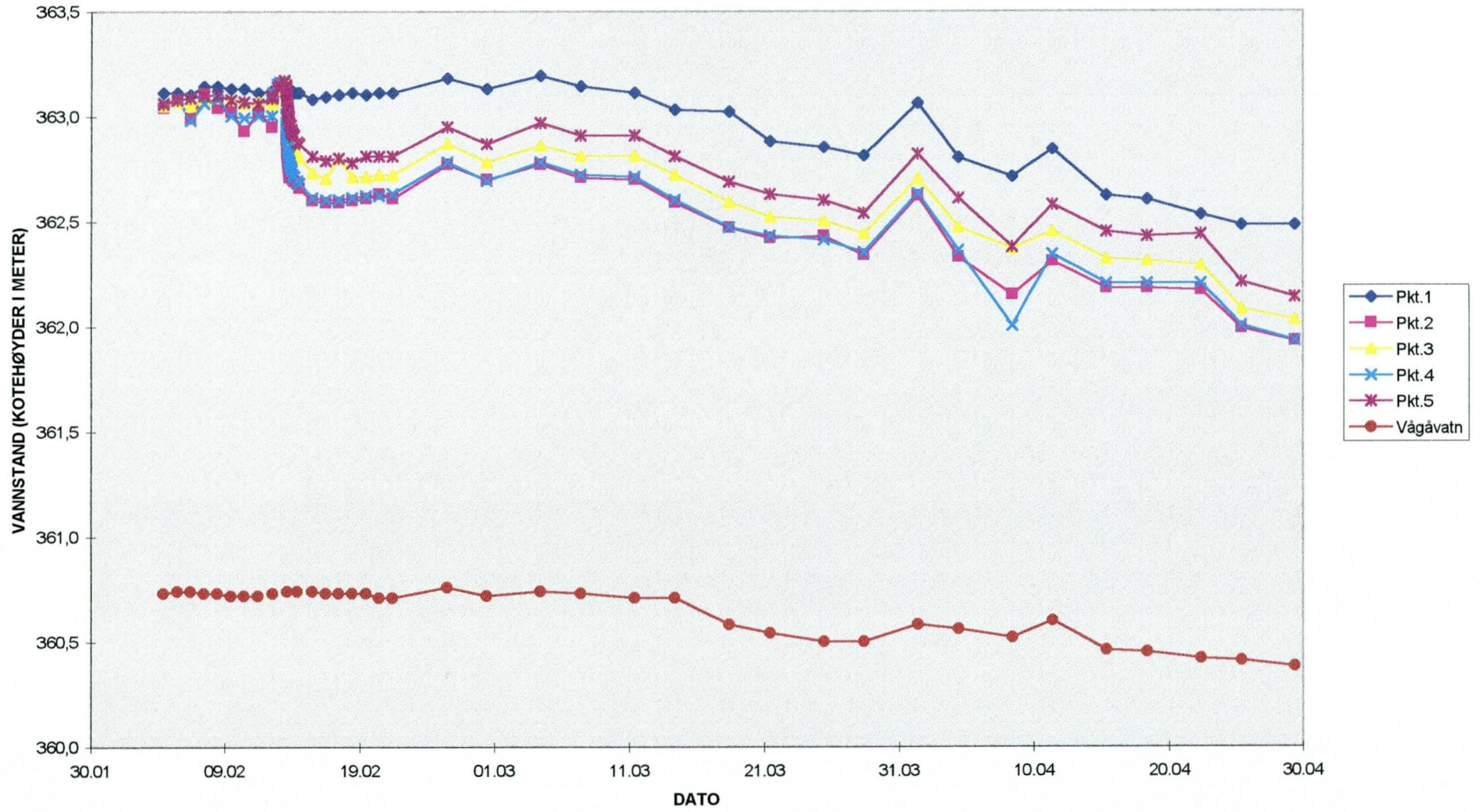
Boring nr.	6	7	8	9	10
Dyp i m.					
1	Grov sand	Grus, noe sand	Sand m. gruskorn	Sand/grus	Grus
2	↓	↓			↓
3				Grus	
4	↓	↓	Grus, noe sand	↓	↓
5	Sand m. gruslag	Grus			
6	↓	↓	↓	↓	↓
7	Grus				
8	↓	Sand, finsand	Sand m. gruskorn	Sand/grus	Sand, finsand m. gruskorn
9	Sand	↓	↓	↓	↓
10	Finsand	noe grus		sand, finsand	
11	↓	↓	↓	↓	↓
12					
13	↓	↓	Sand m. gruslag	↓	↓
14	Grus	Grus/stein		Morene	Sand/grus
15	Sand/grus	Morene			Morene
16	↓ 17 m	↓ 17 m	Morene 17 m	↓ 17,5 m	↓ 18,7 m
17	↓	↓	↓	↓	↓
18					
19	Morene		Avsluttet uten fjell	Avsluttet uten fjell	
20					
21	Avsluttet uten fjell	Avsluttet uten fjell			
22					
23					Avsluttet uten fjell
24					
25					fjell
26					
27					
28					
29					
30					

12,7 m

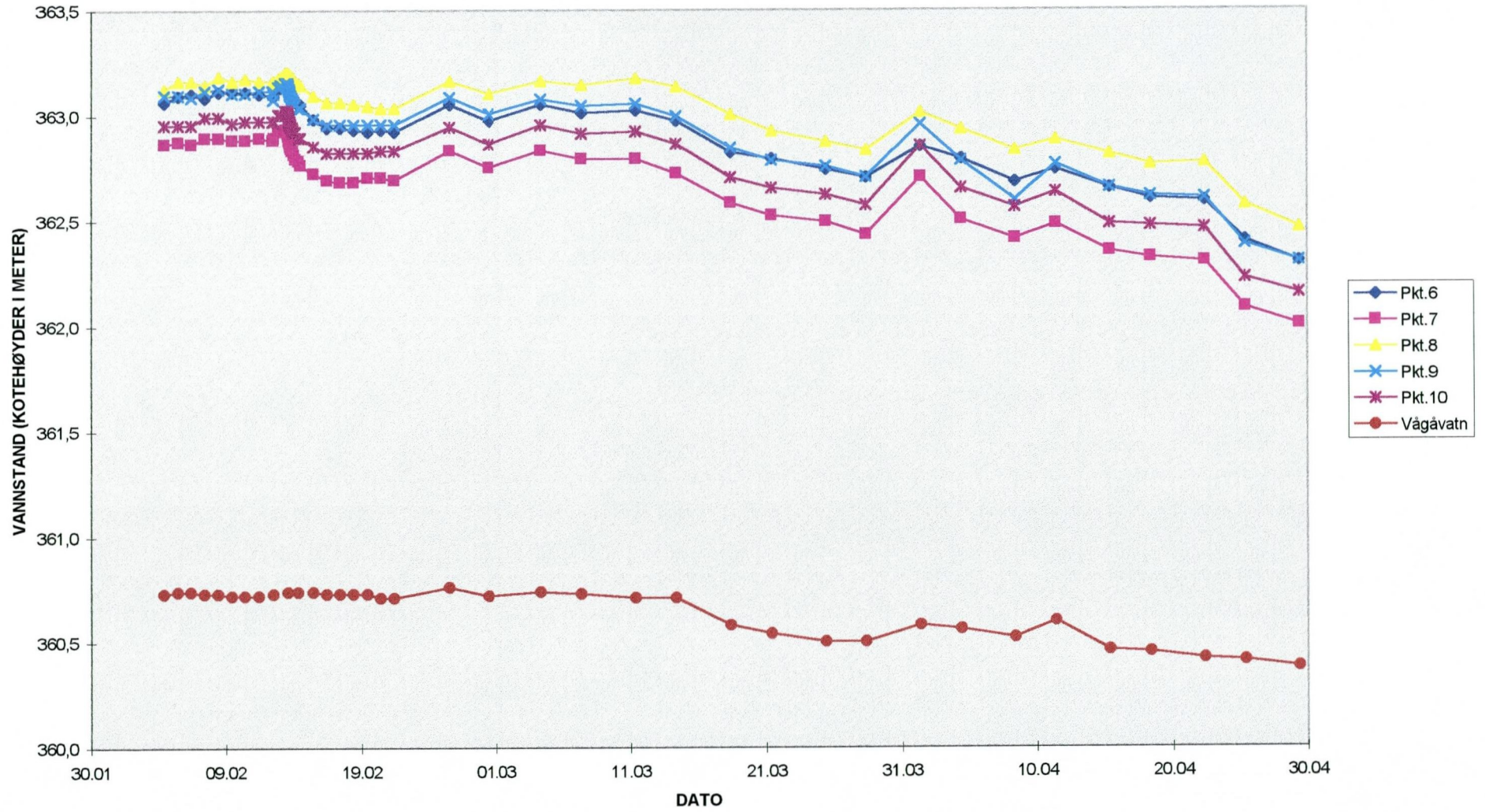


= Dyp under markoverflaten til peilerørets bunn

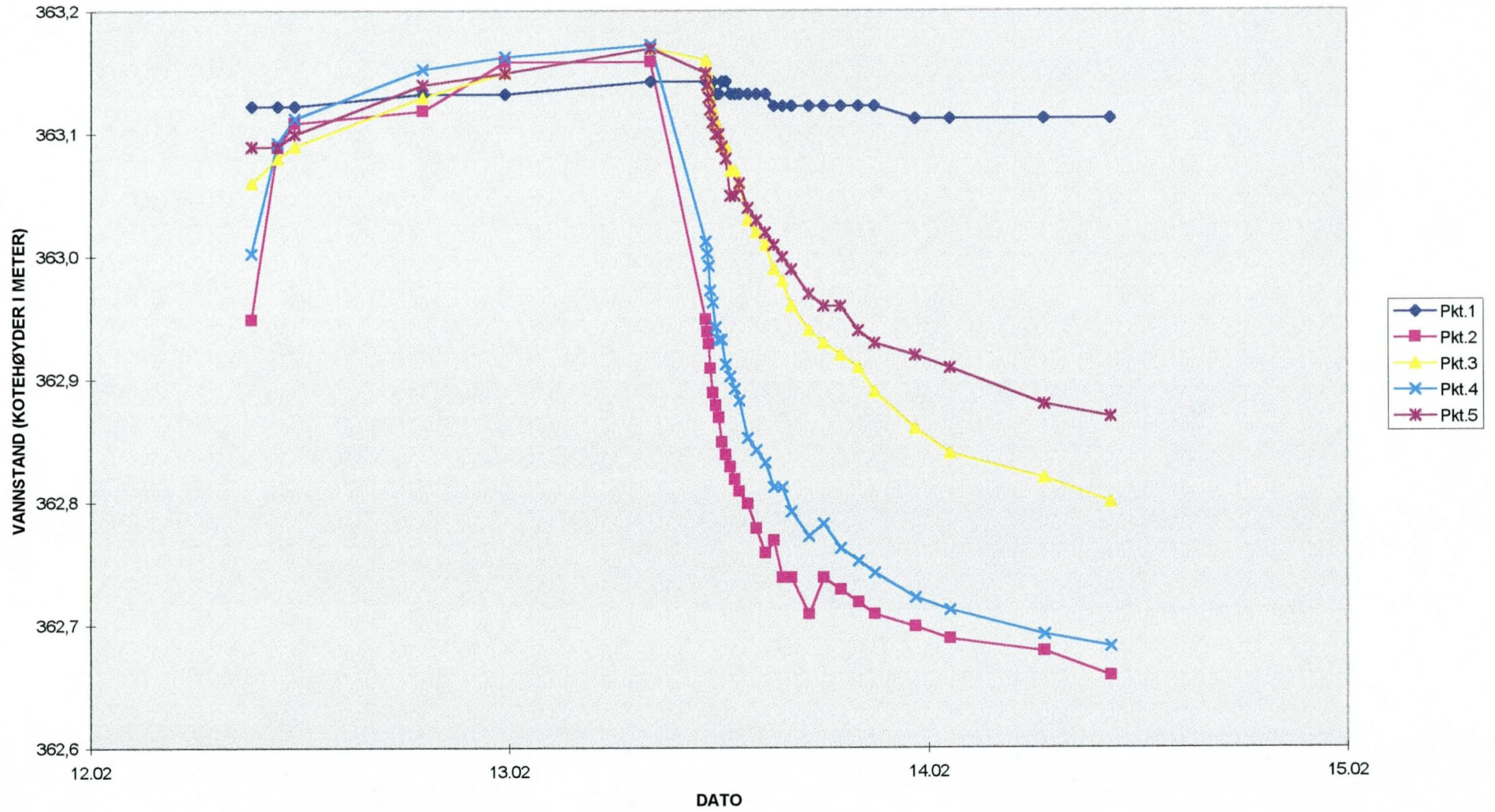
PRØVEPUMPING LOM 1997



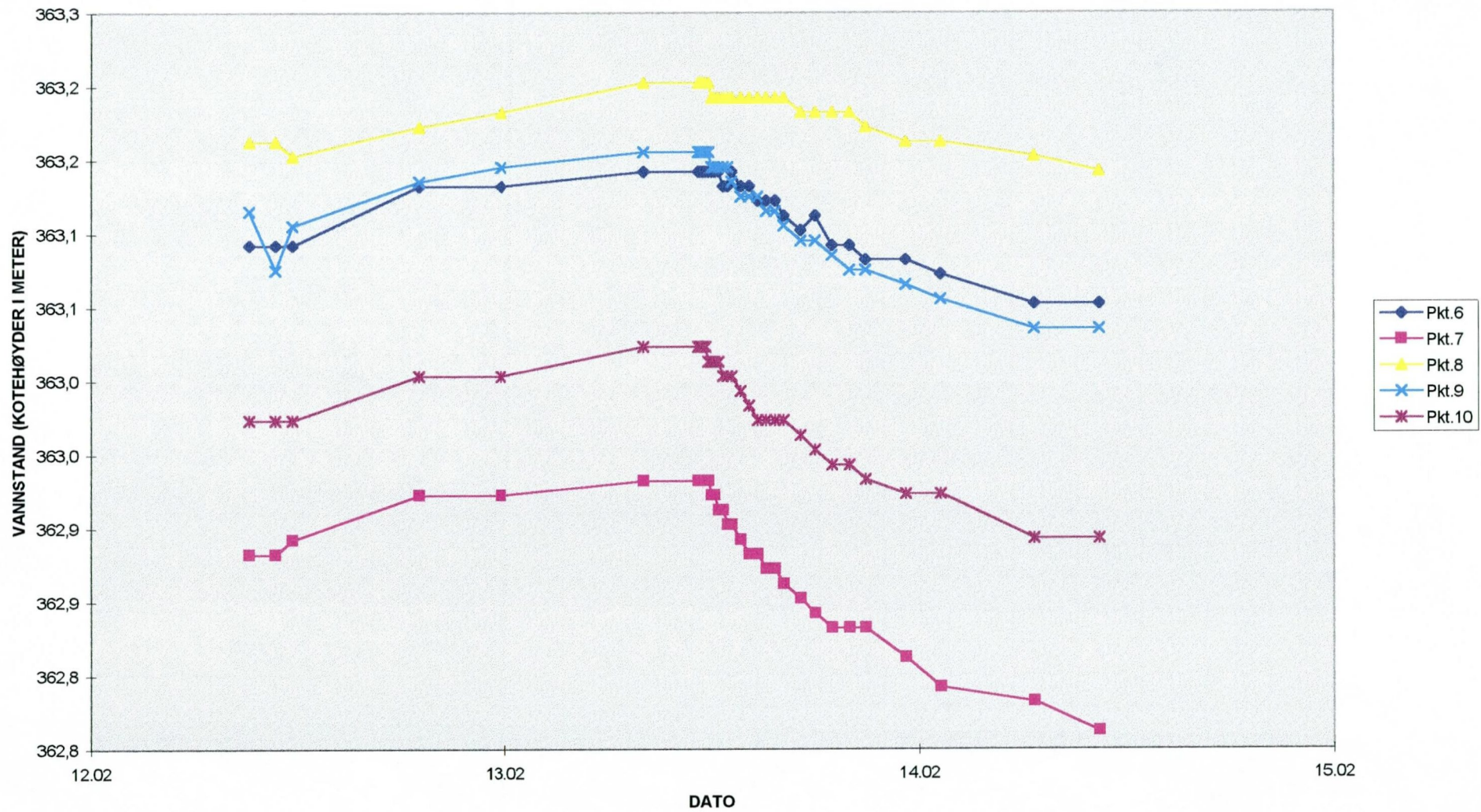
PRØVEPUMPING LOM 1997



PRØVEPUMPING LOM 1997



PRØVEPUMPING LOM 1997



VEDLEGG 5

Vanstandstabell og -kurver

PRØVEPUMPING LOM VANNVERK 1997, VANNSTANDER (m.o.h.)

Dato	Kl.	Pkt.1	Pkt.2	Pkt.3	Pkt.4	Pkt.5	Pkt.6	Pkt.7	Pkt.8	Pkt.9	Pkt.10	Vågå- vatn	Q m3/dg	T °C
04.02	09:20	363,11	363,04	363,05	363,06	363,06	363,06	362,86	363,12	363,10	362,95	360,73		
05.02	10:25	363,11	363,08	363,07	363,08	363,08	363,09	362,87	363,16	363,10	362,95	360,74	399	
06.02	09:05	363,10	362,99	363,05	362,98	363,09	363,10	362,86	363,16	363,09	362,95	360,74	311	
07.02	09:10	363,14	363,11	363,08	363,06	363,10	363,08	362,89	363,14	363,12	362,99	360,73	383	
08.02	09:30	363,14	363,04	363,09	363,08	363,10	363,11	362,89	363,18	363,13	362,99	360,73	410	
09.02	09:50	363,13	363,02	363,08	363,00	363,08	363,11	362,88	363,16	363,11	362,96	360,72	387	
10.02	08:55	363,13	362,93	363,06	362,99	363,07	363,11	362,88	363,17	363,11	362,97	360,72	323	
11.02	09:05	363,11	363,02	363,07	363,00	363,06	363,10	362,89	363,16	363,12	362,97	360,72	351	
12.02	09:10	363,12	362,95	363,06	363,00	363,09	363,09	362,88	363,16	363,12	362,97		387	
	10:40	363,12	363,09	363,08	363,09	363,09	363,09	362,88	363,16	363,08	362,97			
	11:40	363,12	363,11	363,09	363,11	363,10	363,09	362,89	363,15	363,11	362,97	360,73		
	19:00	363,13	363,12	363,13	363,15	363,14	363,13	362,92	363,17	363,14	363,00			
	23:45	363,13	363,16	363,15	363,16	363,15	363,13	362,92	363,18	363,15	363,00			
13.02	08:05	363,14	363,16	363,17	363,17	363,17	363,14	362,93	363,20	363,16	363,02			
	11:15	363,14	362,95	363,16	363,01	363,15	363,14	362,93	363,20	363,16	363,02			
	11:20	363,14	362,94	363,15	363,00	363,14	363,14	362,93	363,20	363,16	363,02			
	11:25	363,14	362,93	363,14	362,99	363,13	363,14	362,93	363,20	363,16	363,02			
	11:30	363,14	362,91	363,13	362,97	363,12	363,14	362,93	363,20	363,16	363,02			
	11:40	363,14	362,89	363,12	362,96	363,11	363,14	362,93	363,20	363,16	363,02			
	11:50	363,13	362,88	363,11	362,94	363,10	363,14	362,93	363,20	363,16	363,01			
	12:00	363,13	362,87	363,10	362,93	363,10	363,14	362,92	363,19	363,15	363,01			
	12:10	363,14	362,85	363,09	362,93	363,09	363,14	362,92	363,19	363,15	363,01			
	12:25	363,14	362,84	363,09	362,91	363,08	363,14	362,91	363,19	363,15	363,01			
	12:40	363,13	362,83	363,07	362,90	363,05	363,13	362,91	363,19	363,15	363,00			
	12:55	363,13	362,82	363,07	362,89	363,05	363,13	362,90	363,19	363,15	363,00			
	13:10	363,13	362,81	363,06	362,88	363,06	363,14	362,90	363,19	363,14	363,00	360,74		
	13:40	363,13	362,80	363,03	362,85	363,04	363,13	362,89	363,19	363,13	362,99			
	14:10	363,13	362,78	363,02	362,84	363,03	363,13	362,88	363,19	363,13	362,98			
	14:40	363,13	362,76	363,01	362,83	363,02	363,12	362,88	363,19	363,13	362,97			
	15:10	363,12	362,77	362,99	362,81	363,01	363,12	362,87	363,19	363,12	362,97			3,3
	15:40	363,12	362,74	362,98	362,81	363,00	363,12	362,87	363,19	363,12	362,97			
	16:10	363,12	362,74	362,96	362,79	362,99	363,11	362,86	363,19	363,11	362,97			
	17:10	363,12	362,71	362,94	362,77	362,97	363,10	362,85	363,18	363,10	362,96			
	18:00	363,12	362,74	362,93	362,78	362,96	363,11	362,84	363,18	363,10	362,95			
	19:00	363,12	362,73	362,92	362,76	362,96	363,09	362,83	363,18	363,09	362,94			
	20:00	363,12	362,72	362,91	362,75	362,94	363,09	362,83	363,18	363,08	362,94			
	20:55	363,12	362,71	362,89	362,74	362,93	363,08	362,83	363,17	363,08	362,93			
	23:15	363,11	362,70	362,86	362,72	362,92	363,08	362,81	363,16	363,07	362,92			
14.02	01:15	363,11	362,69	362,84	362,71	362,91	363,07	362,79	363,16	363,06	362,92			
	06:40	363,11	362,68	362,82	362,69	362,88	363,05	362,78	363,15	363,04	362,89	360,74		3,2
	10:25	363,11	362,66	362,80	362,68	362,87	363,05	362,76	363,14	363,04	362,89			
15.02	09:20	363,08	362,60	362,73	362,61	362,81	362,98	362,72	363,09	362,99	362,85	360,74	1659	3
16.02	09:50	363,09	362,59	362,70	362,60	362,79	362,94	362,69	363,06	362,96	362,82	360,73	1765	3
17.02	09:00	363,10	362,59	362,80	362,60	362,80	362,94	362,68	363,06	362,96	362,82	360,73	1660	3
18.02	08:55	363,11	362,60	362,71	362,61	362,78	362,93	362,68	363,05	362,96	362,82	360,73	1705	2,9
19.02	09:35	363,10	362,61	362,71	362,62	362,81	362,92	362,70	363,04	362,96	362,82	360,73	1719	2,9
20.02	08:40	363,11	362,63	362,72	362,62	362,81	362,93	362,70	363,03	362,96	362,83	360,71	1600	2,9
21.02	08:50	363,11	362,61	362,72	362,63	362,81	362,92	362,69	363,03	362,96	362,83	360,71	1640	2,9
25.02	10:55	363,18	362,77	362,87	362,78	362,95	363,05	362,83	363,16	363,09	362,94	360,76	1685	2,6
28.02	09:20	363,13	362,70	362,78	362,69	362,87	362,97	362,75	363,10	363,01	362,86	360,72	1641	2,6
04.03	09:05	363,19	362,77	362,86	362,78	362,97	363,05	362,83	363,16	363,08	362,95	360,74	1656	2,6
07.03	09:10	363,14	362,71	362,81	362,72	362,91	363,01	362,79	363,14	363,05	362,91	360,73	1705	2,6
11.03	08:40	363,11	362,70	362,81	362,71	362,91	363,02	362,79	363,17	363,06	362,92	360,71	1668	2,6
14.03	08:25	363,03	362,59	362,72	362,60	362,81	362,97	362,72	363,13	363,00	362,86	360,71	1709	2,6
18.03	08:35	363,02	362,47	362,59	362,47	362,69	362,82	362,58	363,00	362,85	362,70	360,58	1649	2,6
21.03	09:15	362,88	362,42	362,52	362,43	362,63	362,79	362,52	362,92	362,79	362,65	360,54	1745	2,6
25.03	09:40	362,85	362,43	362,50	362,41	362,60	362,74	362,49	362,87	362,76	362,62	360,50	1705	2,6
28.03	09:20	362,81	362,34	362,44	362,35	362,54	362,70	362,43	362,83	362,71	362,57	360,50	1669	2,6
01.04	09:20	363,06	362,62	362,70	362,63	362,82	362,85	362,70	363,01	362,96	362,85	360,58	Str.brudc	2,6
04.04	09:00	362,80	362,33	362,47	362,36	362,61	362,79	362,50	362,93	362,79	362,65	360,56	1733	2,6
08.04	09:10	362,71	362,15	362,37	362,30	362,38	362,68	362,41	362,83	362,60	362,56	360,52	1718	2,6
11.04	09:00	362,84	362,31	362,45	362,34	362,58	362,74	362,48	362,88	362,77	362,63	360,60	1761	
15.04	08:40	362,62	362,18	362,32	362,20	362,45	362,65	362,35	362,81	362,66	362,48	360,46	1716	2,7
18.04	09:20	362,60	362,18	362,31	362,20	362,43	362,60	362,32	362,76	362,62	362,47	360,45	1661	2,7
22.04	08:40	362,53	362,17	362,29	362,20	362,44	362,59	362,30	362,77	362,61	362,46	360,42	1230	2,7
25.04	08:30	362,48	361,99	362,08	362,00	362,21	362,40	362,08	362,57	362,39	362,22	360,41	1655	3
29.04	08:40	362,48	361,93	362,03	361,93	362,14	362,30	362,00	362,46	362,31	362,15	360,38	1729	3

VEDLEGG 6

Kotekart for ro-, høy- og lav grunnvannsstand

LOM VANNVERK

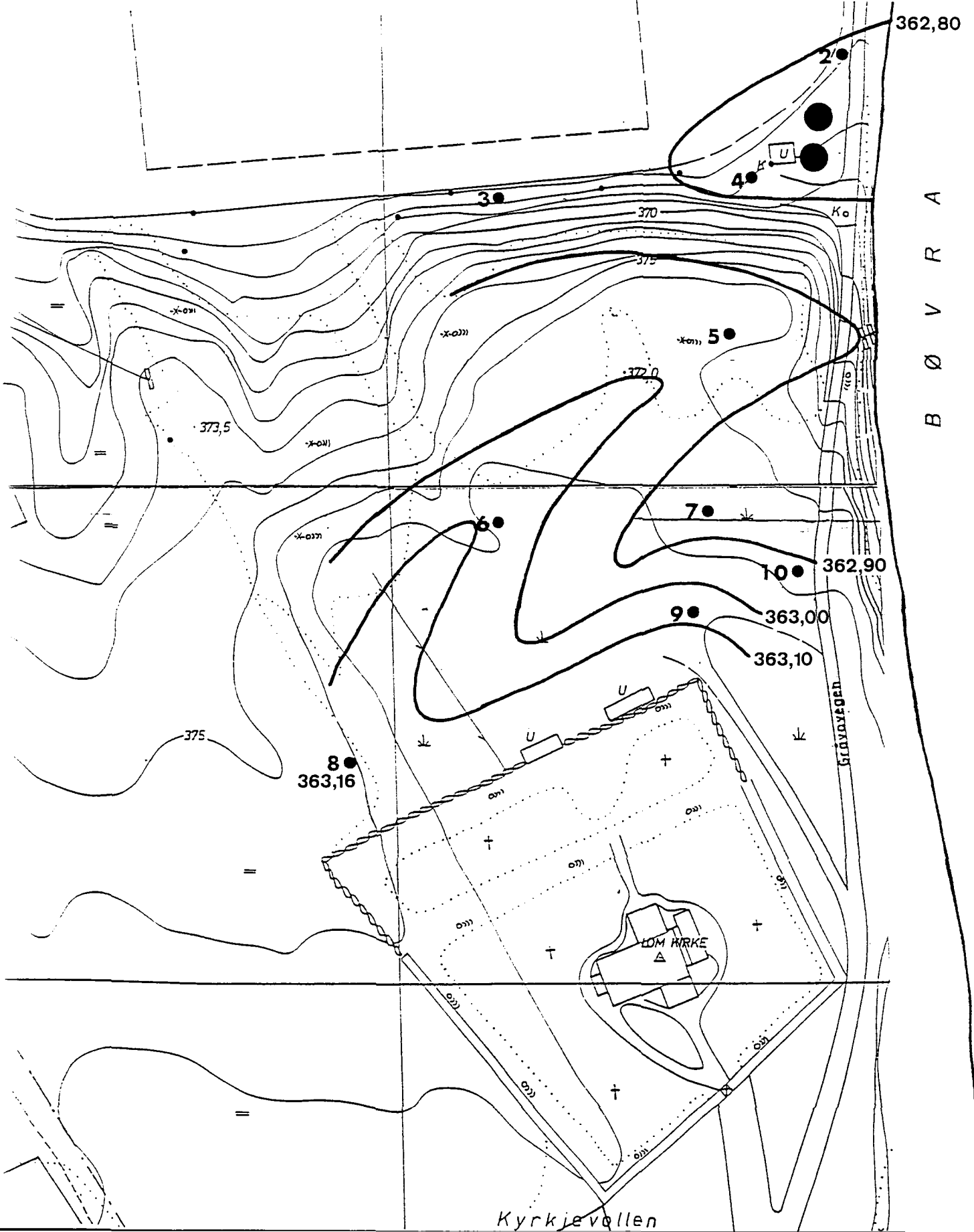
M 1:1000



● Produksjonsbrønn

5 ● Observasjonsrør m. nummer

Høyeste vannstand 04. 03. 97



LOM VANNVERK

M 1:1000

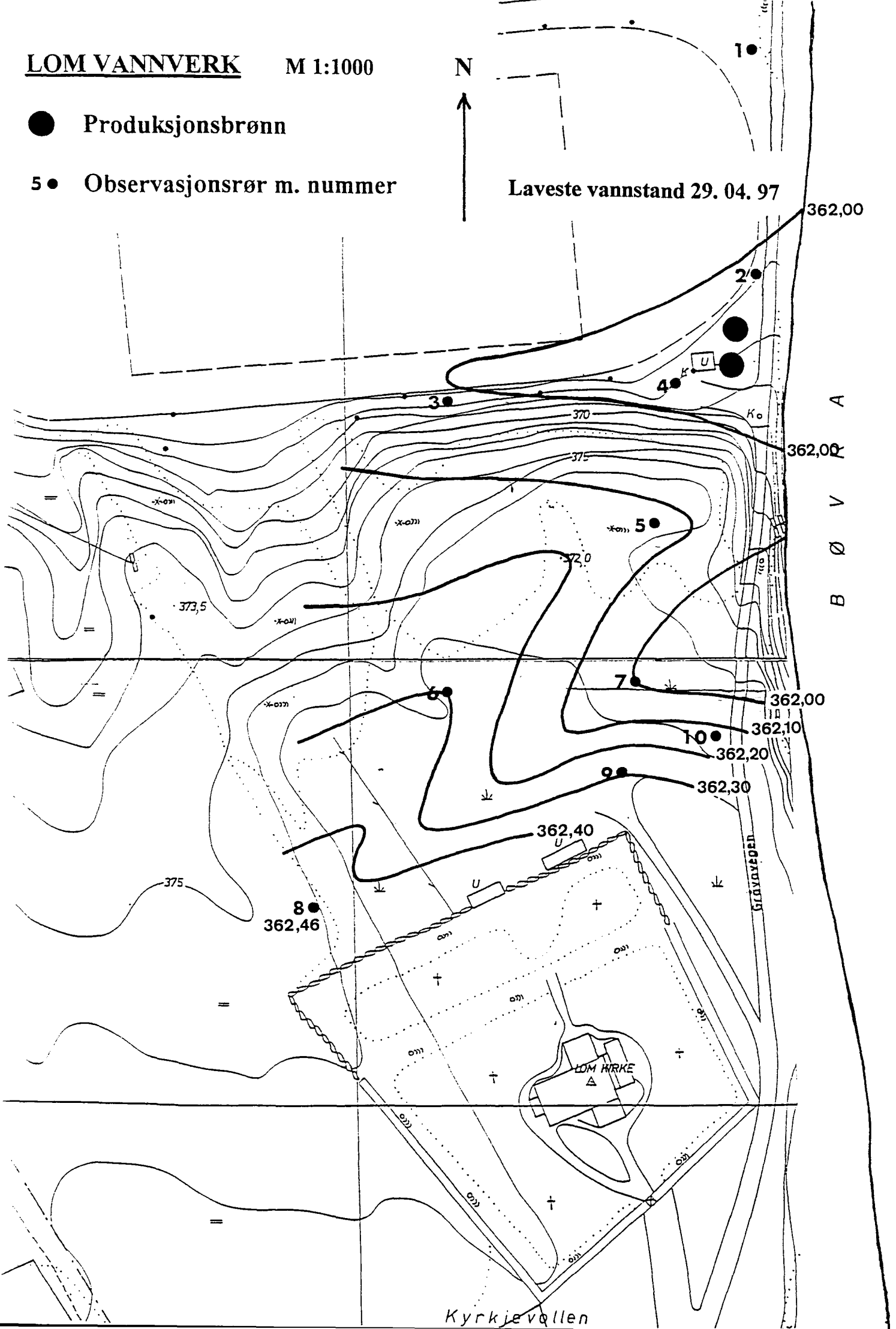
N



● Produksjonsbrønn

5 ● Observasjonsrør m. nummer

Laveste vannstand 29. 04. 97



VEDLEGG 7

Hydrauliske beregninger

DIVERSE BEREGNINGER, LOM VANNVERK

Permeabilitet (k), beregnet fra kornfordeling i pkt. 2

$$d_{10}: 0,24 \text{ mm} + 0,40 \text{ mm} / 2 = 0,33 \text{ mm}$$

$$d_{20}: 0,40 \text{ mm} + 0,57 \text{ mm} / 2 = 0,49 \text{ mm}$$

$$d_{50}: 0,81 \text{ mm} + 1,01 \text{ mm} / 2 = 0,91 \text{ mm}$$

$$d_{60}: 0,96 \text{ mm} + 1,19 \text{ mm} / 2 = 1,08 \text{ mm}$$

$$\text{Zielheim: } k = 0,00357 \times d_{50}^2 = \underline{0,0030 \text{ m/s}}$$

$$\text{Tidemann: } k = 0,01 \times d_{20}^2 = \underline{0,0024 \text{ m/s}}$$

$$\text{Gustavsson: } k = E(U) \times d_{10}^2 / 1000, (d_{60} / d_{10} = 1,08 / 0,33 = 3,27, \text{ da er } E(U) \text{ ca. } 15,7) \text{ dvs.}$$

$$k = 15,7 \times 0,33^2 / 1000 = \underline{0,0017 \text{ m/s}}$$

$$\text{Middelverdi: } k = (0,0030 + 0,0024 + 0,0017) / 3 = \underline{0,0024 \text{ m/s}}$$

Oppholdstider ved idrettsbanen beregnet etter avstand /senkning

Beregningene er basert på vannstander registrert 19. 02, som representerer slutten av en lengre periode med stabil vannstand i Vågåvatn.

$$\text{Pkt. 2 - 3: Avstand (L) = 72 m, nivåforskjell (h): 0,1 m}$$

$$\text{Pkt. 4 - 3: } = 52 \text{ m, nivåforskjell (h): 0,09 m}$$

Beregnet etter Hastighet $v = k \times h / L \times \text{eff. porøsitet}$. $k = 0,0024 \text{ m/s}$, dvs 207 m / døgn, effektiv porøsitet 20%.

$$\text{Pkt. 2 - 3: } v = 207 \times 0,10 / 72 \times 100 / 20 = 1,44 \text{ m / døgn, dvs. } \underline{86 \text{ m pr. 60 døgn.}}$$

$$\text{Pkt. 4 - 3: } v = 207 \times 0,09 / 52 \times 100 / 20 = 1,79 \text{ m / døgn, dvs. } \underline{107 \text{ m pr. 60 døgn.}}$$

$$\text{Middelverdi: } 60 \text{ døgns oppholdstid} = (86 \text{ m} + 107 \text{ m}) / 2 = \underline{96,5 \text{ m, dvs. ca } 100 \text{ m.}}$$

Nødvendig vannførende løsmassevolum for 60 døgns vannforbruk

Fremtidig vannbehov, og uttak ved prøvepumpingen: $Q = 17\,00 \text{ m}^3$ pr dag dvs. for 60 døgn: $102\,000 \text{ m}^3$. Ved homogene forhold, 9 m nyttbar vannhøyde (H), og 20% effektiv porøsitet vil det kreves følgende radius (R) i en løsmassesylinder for å oppnå tilstrekkelig volum (V) etter:

$$V = (3,14 \times R^2 \times H) \times 20 \%, \text{ dvs.}$$

$$R^2 = (102\,000 \times 100) / (3,14 \times 9 \times 20), \text{ da blir } \underline{R = 135 \text{ m}}$$

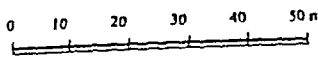

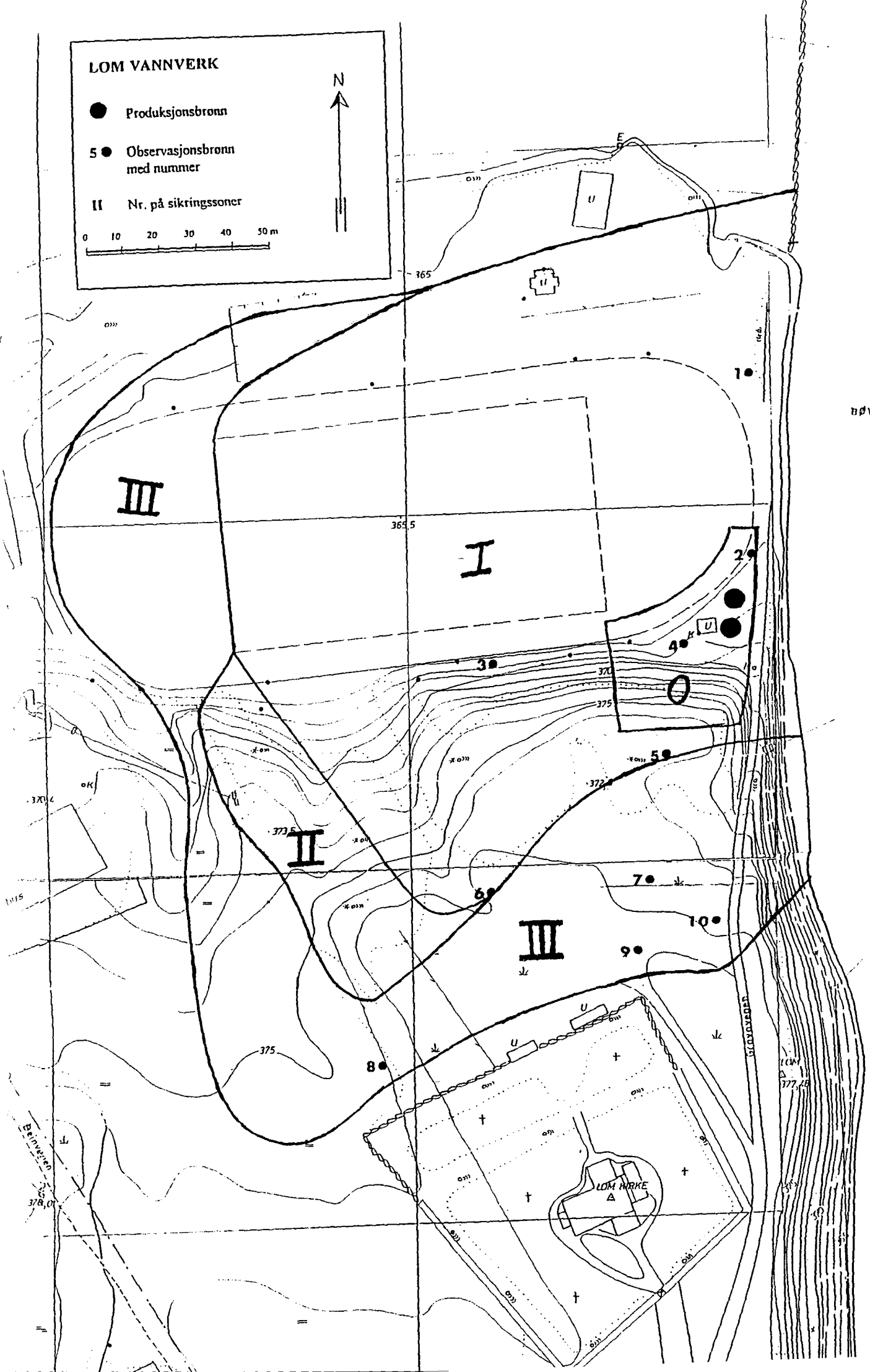
Med tanke på tilskudd fra infiltrert elvevann i 60 døgns perioden, er det god overensstemmelse mellom de to radiene.

VEDLEGG 8

Kart som viser forslag til soneinndeling

LOM VANNVERK

- Produksjonsbrønn
- 5 ● Observasjonsbrønn med nummer
- II Nr. på sikringssoner

VEDLEGG 9

Fysisk- kjemiske og bakteriologiske vannanalyser

VANNANALYSER

FYLKE: Oppland

KART (M711): 1618 IV

KOMMUNE: Lom

PRØVESTED: Lom vannverk

OPPDRAGSNUMMER: 2713.05

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	P1 B1	P2 B2	P1 B1	P2 B2	P1 B1	P2 B2			
Prøvetaknings dato	12. 02. 97	12. 02. 97	11.03..97	11.03.97	01.04.97	01.04.97			
Brønntype	Rørbrønn	Rørbrønn	Rørbrønn	Rørbrønn	Rørbrønn	Rørbrønn			
Provedyp	m								
Brøndimensjon	mm								
Vannføring	l/s								
X-koordinat	Sone: 32 V	4773	4773	4773	4773	4773	4773		
Y-koordinat	Sone: 32 V	68567	68567	68567	68567	68567	68567		
Fysisk/kjemisk							Veiledende verdi	Største tillatte konsentrasjon	
Surhetsgrad, felt/lab	pH	6.84	6.73	6.88	6.87	6.99	6.99	7.5-8.5	6.5-8.5 ¹
Ledningsevne, felt/lab	mS/m	13.8	7.15	10.8	10.1	9.30	8.57	< 40	
Temperatur	°C							< 12	25
Alkalitet	mmol/l	0.60	0.37	0.50	0.48	0.45	0.42	0.6-1.0 ²	
Fargetall	mg Pt/l	6.2	3.2	4.3	3.2	13.1	10.0	< 1	20
Turbiditet	F.T.U	0.55	0.68	0.18	0.23	0.27	0.13	< 0.4	4
Oppløst oksygen	mg O ₂ /l							> ca 9	
Fritt karbondioksid	mg CO ₂ /l							< 5 ²	
Redoks.potensial, E _h	mV								
Anjoner									
Fluorid	mg F/l	0,129	0,113	< 0,05	< 0,05	0,070	0,076		1,5
Klorid	mg Cl/l	11,7	3,96	7,66	6,65	5,49	4,34	< 25	
Nitritt	mg NO ₂ /l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		0,16
Brom	mg Br/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1		
Nitrat	mg NO ₃ /l	7,45	2,17	4,13	3,88	3,12	3,62		44
Fosfat	mg PO ₄ /l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2		
Sulfat	mg SO ₄ /l	15,7	9,82	10,0	9,34	9,14	8,18	< 25	100
Kationer									
Silisium	mg Si/l	3,1	2,5	2,7	2,6	2,6	2,4		
Aluminium	mg Al/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,05	0,2
Jern	mg Fe/l	0,0168	< 0,01	0,0179	0,0179	0,0219	< 0,01	< 0,05	0,2
Magnesium	mg Mg/l	3,3	1,5	2,4	2,2	2,1	1,8		20
Kalsium	mg Ca/l	15,1	7,9	11,4	10,8	10,1	9,1	15-25 ²	
Natrium	mg Na/l	3,7	1,8	2,7	2,6	2,4	2,2	< 20	150
Kalium	mg K/l	4,3	3,0	3,5	3,5	3,4	3,4	< 10	12
Mangan	mg Mn/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,02	0,05
Kobber	mg Cu/l	0,0051	0,0055	< 0,005	0,0143	0,0063	0,0070	< 0,1	0,3
Sink	mg Zn/l	0,0902	0,0544	0,0499	0,0410	0,0318	0,0308	< 0,1	0,3
Bly	mg Pb/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		0,02
Nikkel	mg Ni/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02		0,05
Kadmium	mg Cd/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		0,005
Krom	mg Cr/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		0,05
Sølv	mg Ag/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		0,01

¹ Sosial- og helsedepartement (1995): Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m.

² Vannet bør ikke være aggressivt.

Arbeidsskjema uttatt: 07.04.1997,13:43

Lab.nr: 97/545

Leverandør.....: 141402 Lom vassverk
 Oppdrag for kunde.: 001403 Lom kommune
 Gjelder/Prosjekt...:
 Prøve(r) mottatt...: 07.04.97 Av: _____

Tlf:

Fakturering: Ingen fakturering
 Skjema nr: 1 av 1

Prøve: 1: Grunnvann ubehandlet
 Sted.: Råvann

Utvidet Bakteriologi Vann

Analysestart dato	Analyseparameter Sign	Fortynning avlest	Verifisering	Resultat	Dato	Sign
7/4	tar 0102 Kimtall ved 22°C /ml			2/2	10/4	tar
	0107 Kimtall ved 37°C /ml			0	9/4	tar
	0112 Koliforme bakterier 37°C /100 ml			0	8/4	tar
	0122 Koliforme bakterier 44°C /100 ml			0		✓
	0132 Enterokokker /100ml			1	9/4	tar
	0137 Sulfittreducerende clostridier /g(ml)			0		✓

Prøve: 2: Grunnvann ubehandlet
 Sted.: Nettprøve

Utvidet Bakteriologi Vann

Analysestart dato	Analyseparameter Sign	Fortynning avlest	Verifisering	Resultat	Dato	Sign
7/4	tar 0102 Kimtall ved 22°C /ml			5/1	10/4	tar
	0107 Kimtall ved 37°C /ml			0	9/4	tar
	0112 Koliforme bakterier 37°C /100 ml			0	8/4	tar
	0122 koliforme bakterier 44°C /100 ml			0		✓
	0132 Enterokokker /100ml			0	9/4	tar
	0137 Sulfittreducerende clostridier /g(ml)			0		✓

Prøve: 2: Grunnvann ubehandlet
 Sted.: Nettprøve

Sensorisk analyse

Analysestart dato	Analyseparameter Sign	Fortynning avlest	Verifisering	Resultat	Dato	Sign
7/4	tar 0701 Lukt N/D			N	7/4	tar
	0702 Smak N/D			N		✓

DGS Endo 5 mfc 5 SPP2 Endo 2

Lom kommune
Teknisk etat
2686 LOM

Dato: 04.04.1997
Lab.nr: 97/ 503
Arkiv: 141402/I

Lom vassverk

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 01.04.97 Analyseperiode: 01.04.97 - 04.04.97

Uttaksprosedyre: Enkel stikkprøve

97/ 503-1 **Grunnvann ubehandlet**
Sted: Råvann

Tatt ut 01.04.1997

Parameter	Metode	Resultat	KRAV/NORM
Kimtall ved 22°C	NS 4791	For mange til å telle	Maksimum 100
Kimtall ved 37°C	NS 4791	8 /ml	Maksimum 10
Koliforme bakterier 37°C	NS 4788	1 /100 ml !!	Skal ikke påvises
Koliforme bakterier 44°C	NS 4792	3 /100 ml !!	Skal ikke påvises

97/ 503-2 **Grunnvann ubehandlet**
Sted: Nettprøve
A/S Midtgard

Tatt ut 01.04.1997

Parameter	Metode	Resultat	KRAV/NORM
Kimtall ved 22°C	NS 4791	210 /ml !!	Maksimum 100
Kimtall ved 37°C	NS 4791	7 /ml	Maksimum 10
Koliforme bakterier 37°C	NS 4788	0 /100 ml	Skal ikke påvises
Koliforme bakterier 44°C	NS 4792	0 /100 ml	Skal ikke påvises

!!) Resultatet ligger utenfor akseptabel verdi.

Med hilsen


Kristin Høstad Prestegarden
Avdelingsveterinær

Kopi til:

Kommunestyret i Lom, 2686 LOM
Kommunelege I i Lom, 2686 LOM

Lom kommune
Teknisk etat
2686 LOM

Dato: 03.04.1997

Lab.nr: 97/ 512

Arkiv: 141402/I

Lom vassverk

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 01.04.97 Analyseperiode: 01.04.97 - 03.04.97

Uttaksprosedyre: Enkel stikkprøve

97/ 512-1 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 01.04.1997
Sted: Råvann

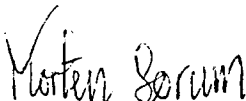
Parameter	Metode	Resultat	Forskriftens krav
pH, surhetsgrad	NS 4720	6.84	6.5 - 8.5
Konduktivitet	ISO 7888	9.8 mS/m	Veil.verdi 40
Turbiditet, uklarhet	NS 4723	0.38 FTU	Maksimum 4
Fargetall	NS 4786	< 5 mgPt/l	Maksimum 20

97/ 512-2 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 01.04.1997
Sted: Nettprøve
Kran a/s Midtgard

Parameter	Metode	Resultat	Forskriftens krav
pH, surhetsgrad	NS 4720	6.83	6.5 - 8.5
Konduktivitet	ISO 7888	9.8 mS/m	Veil.verdi 40
Turbiditet, uklarhet	NS 4723	0.07 FTU	Maksimum 4
Fargetall	NS 4786	< 5 mgPt/l	Maksimum 20

< betyr: Mindre enn

Med hilsen


Morten Sørum
Kjemiker

Kopi til:

Kommunestyret i Lom, 2686 LOM

Kommunelege I i Lom, 2686 LOM

Lom kommune
Teknisk etat
2686 LOM

Dato: 21.03.1997
Lab.nr: 97/ 450
Arkiv: 141402/I

Lom vassverk

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 17.03.97 Analyseperiode: 17.03.97 - 21.03.97 Uttaksprosedyre: Enkel stikkprøve

97/ 450-1 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 16.03.1997

Sted: Råvann

Pumpehus Grov

Merket: Uten klor

Parameter	Metode	Resultat	Forskriftens krav
pH, surhetsgrad	NS 4720	6.65	6.5 - 8.5
Konduktivitet	ISO 7888	11.1 mS/m	Veil.verdi 40

97/ 450-2 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 16.03.1997

Sted: Nettprøve

Pumpehus Grov

Merket: Med klor

Parameter	Metode	Resultat	Forskriftens krav
pH, surhetsgrad	NS 4720	6.65	6.5 - 8.5
Konduktivitet	ISO 7888	11.2 mS/m	Veil.verdi 40

Med hilsen

Morten Sørum
Kjemiker

Kopi til:
Kommunestyret i Lom, 2686 LOM
Kommunelege I i Lom, 2686 LOM

Lom kommune
Teknisk etat
2686 LOM

Dato: 21.03.1997
Lab.nr: 97/ 434
Arkiv: 141402/I

Lom vassverk

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 17.03.97 Analyseperiode: 17.03.97 - 21.03.97 Uttaksprosedyre: Enkel stikkprøve

97/ 434-1 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 17.03.1997
Sted: Råvann
Med klor

Parameter	Metode	Resultat	KRAV/NORM
Kimtall ved 22°C	NS 4791	1 /ml	Maksimum 100
Kimtall ved 37°C	NS 4791	3 /ml	Maksimum 10
Koliforme bakterier 37°C	NS 4788	0 /100 ml	Skal ikke påvises
Koliforme bakterier 44°C	NS 4792	0 /100 ml	Skal ikke påvises

97/ 434-2 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 17.03.1997
Sted: Råvann
Uten klor

Parameter	Metode	Resultat	KRAV/NORM
Kimtall ved 22°C	NS 4791	530 /ml !!	Maksimum 100
Kimtall ved 37°C	NS 4791	3 /ml	Maksimum 10
Koliforme bakterier 37°C	NS 4788	0 /100 ml	Skal ikke påvises
Koliforme bakterier 44°C	NS 4792	0 /100 ml	Skal ikke påvises

!!) Resultatet ligger utenfor akseptabel verdi.

Med hilsen

Kristin Høstad Prestegarden
Avdelingsveterinær

Kopi til:
Kommunestyret i Lom, 2686 LOM
Kommunelege I i Lom, 2686 LOM

Lom kommune
Teknisk etat
2686 LOM

Dato: 14.03.1997
Lab.nr: 97/ 404
Arkiv: 141402/I

Lom vassverk

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 10.03.97 Analyseperiode: 11.03.97 - 14.03.97

Uttaksprosedyre: Enkel stikkprøve

97/ 404-1 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 10.03.1997

Sted: Råvann
Pumpehus Grov


Parameter	Metode	Resultat	Forskriftens krav
pH, surhetsgrad	NS 4720	6.65	6.5 - 8.5
Konduktivitet	ISO 7888	10.3 mS/m	Veil.verdi 40

97/ 404-2 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 10.03.1997

Sted: Nettprøve
A/S Midtgard

Parameter	Metode	Resultat	Forskriftens krav
pH, surhetsgrad	NS 4720	6.65	6.5 - 8.5
Konduktivitet	ISO 7888	10.5 mS/m	Veil.verdi 40

Med hilsen


Morten Sørum
Kjemiker

Kopi til:
Kommunestyret i Lom, 2686 LOM
Kommunelege I i Lom, 2686 LOM

Lom kommune
Teknisk etat
2686 LOM

Dato: 14.03.1997
Lab.nr: 97/ 382
Arkiv: 141402/I

Lom vassverk

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 10.03.97 Analyseperiode: 10.03.97 - 14.03.97 Uttaksprosedyre: Enkel stikkprøve

97/ 382-1 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 10.03.1997
Sted: Råvann
pumpehus Grov

Parameter	Metode	Resultat	KRAV/NORM
Kimtall ved 22°C	NS 4791	350 /ml !!	Maksimum 100
Kimtall ved 37°C	NS 4791	14 /ml !!	Maksimum 10
Koliforme bakterier 37°C	NS 4788	2 /100 ml !!	Skal ikke påvises
Koliforme bakterier 44°C	NS 4792	1 /100 ml !!	Skal ikke påvises

97/ 382-2 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 10.03.1997
Sted: Nettprøve
A/S Midtgard

Parameter	Metode	Resultat	KRAV/NORM
Kimtall ved 22°C	NS 4791	130 /ml !!	Maksimum 100
Kimtall ved 37°C	NS 4791	6 /ml	Maksimum 10
Koliforme bakterier 37°C	NS 4788	1 /100 ml !!	Skal ikke påvises
Koliforme bakterier 44°C	NS 4792	1 /100 ml !!	Skal ikke påvises

Parameter	Metode	Resultat
Lukt		Normal
Smak		Normal

!!) Resultatet ligger utenfor akseptabel verdi.

Med hilsen


Kristin Høstad Prestegarden
Avdelingsveterinær

Kopi til:
Kommunestyret i Lom, 2686 LOM
Kommunelege I i Lom, 2686 LOM

Side 1 av 1

Lom kommune
Teknisk etat
2686 LOM

Dato: 21.02.1997
Lab.nr: 97/ 315
Arkiv: 141402/I

Lom vassverk

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 18.02.97 Analyseperiode: 18.02.97 - 21.02.97

Uttaksprosedyre: Enkel stikkprøve

97/ 315-1 **Grunnvann ubehandlet**
Sted: Råvann

Tatt ut 18.02.1997

Parameter	Metode	Resultat	KRAV/NORM
Kimtall ved 22°C	NS 4791	0 /ml	Maksimum 100
Kimtall ved 37°C	NS 4791	0 /ml	Maksimum 10
Koliforme bakterier 37°C	NS 4788	0 /100 ml	Skal ikke påvises
Koliforme bakterier 44°C	NS 4792	0 /100 ml	Skal ikke påvises

97/ 315-2 **Grunnvann ubehandlet**
Sted: Nettprøve

Tatt ut 18.02.1997

Parameter	Metode	Resultat	KRAV/NORM
Kimtall ved 22°C	NS 4791	1 /ml	Maksimum 100
Kimtall ved 37°C	NS 4791	0 /ml	Maksimum 10
Koliforme bakterier 37°C	NS 4788	0 /100 ml	Skal ikke påvises
Koliforme bakterier 44°C	NS 4792	0 /100 ml	Skal ikke påvises

Parameter	Metode	Resultat
Lukt		Normal
Smak		Normal

Med hilsen


Kristin Høstad Prestegarden
Avdelingsveterinær

Kopi til:

Kommunestyret i Lom, 2686 LOM
Kommunelege I i Lom, 2686 LOM

Lom kommune
Teknisk etat
2686 LOM

Dato: 26.02.1997
Lab.nr: 97/ 323
Arkiv: 141402/I

Lom vassverk

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 18.02.97 Analyseperiode: 18.02.97 - 26.02.97 Uttaksprosedyre: Enkel stikkprøve

97/ 323-1 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 17.02.1997
Sted: Råvann
Pumpehus Grov

Parameter	Metode	Resultat	Forskriftens krav
pH, surhetsgrad	NS 4720	6.66	6.5 - 8.5
Konduktivitet	ISO 7888	11.3 mS/m	Veil.verdi 40
Turbiditet, uklarhet	NS 4723	1.0 FTU	Maksimum 4
Fargetall	NS 4786	< 5 mgPt/l	Maksimum 20

97/ 323-2 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 17.02.1997
Sted: Nettprøve
A/S Midtgard

Parameter	Metode	Resultat	Forskriftens krav
pH, surhetsgrad	NS 4720	6.61	6.5 - 8.5
Konduktivitet	ISO 7888	11.4 mS/m	Veil.verdi 40
Turbiditet, uklarhet	NS 4723	0.06 FTU	Maksimum 4
Fargetall	NS 4786	< 5 mgPt/l	Maksimum 20

< betyr: Mindre enn

Med hilsen


Morten Sørum
Kjemiker

Kopi til:
Kommunestyret i Lom, 2686 LOM
Kommunelege I i Lom, 2686 LOM

Lom kommune
Teknisk etat
2686 LOM

Dato: 05.02.1997
Lab.nr: 97/ 199
Arkiv: 141402/I

Lom vassverk

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 03.02.97 Analyseperiode: 03.02.97 - 05.02.97 Uttaksprosedyre: Enkel stikkprøve

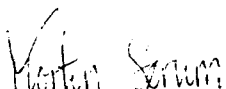
97/ 199-1 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 03.02.1997
Sted: Råvann
Pumpehus Grov

Parameter	Metode	Resultat	Forskriftens krav
pH, surhetsgrad	NS 4720	6.73	6.5 - 8.5
Konduktivitet	ISO 7888	11.4 mS/m	Veil.verdi 40

97/ 199-2 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 03.02.1997
Sted: Nettpørve
RA Fossbergom

Parameter	Metode	Resultat	Forskriftens krav
pH, surhetsgrad	NS 4720	6.72	6.5 - 8.5
Konduktivitet	ISO 7888	12.1 mS/m	Veil.verdi 40

Med hilsen


Morten Sørum
Kjemiker

Kopi til:
Kommunestyret i Lom, 2686 LOM
Kommunelege I i Lom, 2686 LOM

Lom kommune
Teknisk etat
2686 LOM

Dato: 07.02.1997
Lab.nr: 97/ 208
Arkiv: 141402/I

Lom vassverk

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 03.02.97 Analyseperiode: 03.02.97 - 07.02.97 Uttaksprosedyre: Enkel stikkprøve

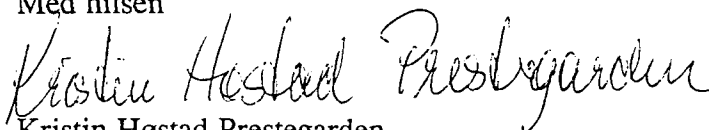
97/ 208-1 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 03.02.1997
Sted: Råvann
pumpehus Grov

Parameter	Metode	Resultat	KRAV/NORM
Kimtall ved 22°C	NS 4791	82 /ml	Maksimum 100
Kimtall ved 37°C	NS 4791	3 /ml	Maksimum 10
Koliforme bakterier 37°C	NS 4788	0 /100 ml	Skal ikke påvises
Koliforme bakterier 44°C	NS 4792	0 /100 ml	Skal ikke påvises

97/ 208-2 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 03.02.1997
Sted: Nettprøve
RA - Fossbergom

Parameter	Metode	Resultat	KRAV/NORM
Kimtall ved 22°C	NS 4791	12 /ml	Maksimum 100
Kimtall ved 37°C	NS 4791	0 /ml	Maksimum 10
Koliforme bakterier 37°C	NS 4788	0 /100 ml	Skal ikke påvises
Koliforme bakterier 44°C	NS 4792	0 /100 ml	Skal ikke påvises

Med hilsen



Kristin Høstad Prestegarden
Avdelingsveterinær

Kopi til:

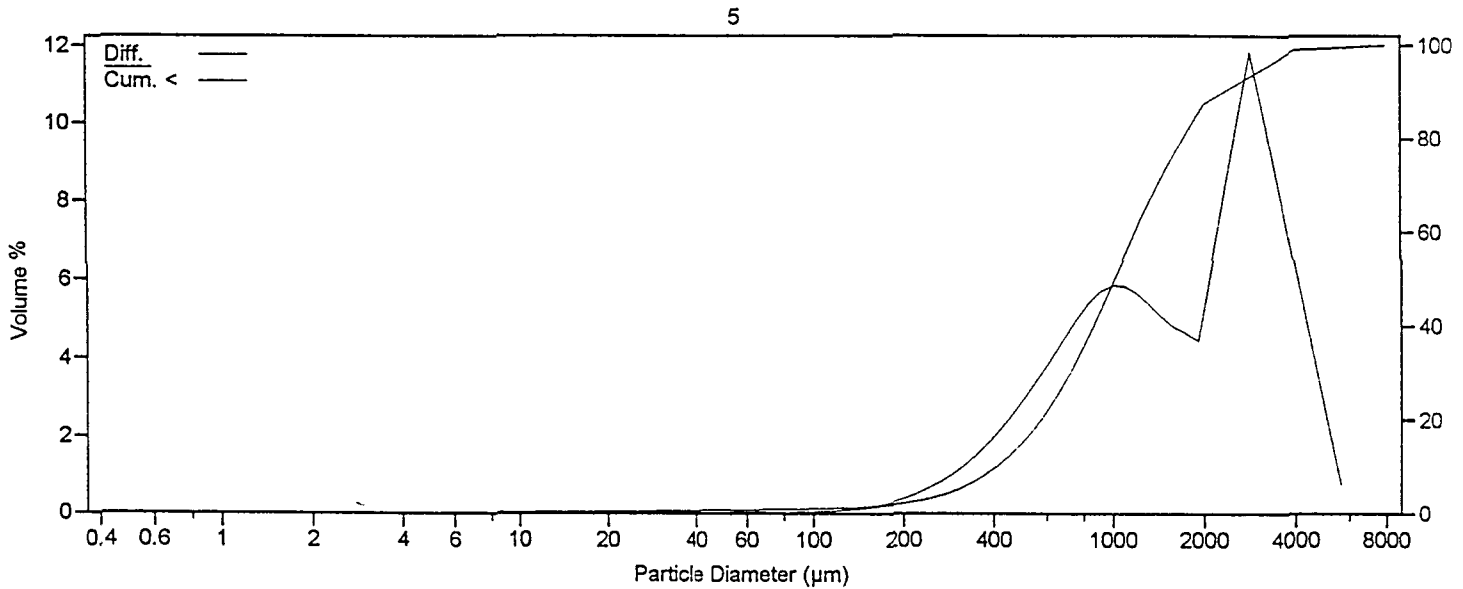
Kommunestyret i Lom, 2686 LOM
Kommunelege I i Lom, 2686 LOM

VEDLEGG 10

Kornfordelingsanalyser fra punkt nr. 2



File name: 5a.\$01 Group ID: NGU 1996.0300
 Sample ID: 5
 Operator: W. Koziel
 Comments: Lom pkt.2, 7.7 m, prøven er tørket og siktet
 total vekt 193.4 g, < 2 mm 169.1 g, > 2mm 22.9 g, > 4 mm 1.4 g
 Optical model: Fraunhofer
 LS 200 Fluid Module
 Start time: 15:12 5 Dec 1996 Run length: 60 Seconds
 Obscuration: 12%
 Fluid: Water
 EDITED SIZE DATA
 Average of Files:
 5.\$02 5#1.\$02
 Software: 2.09 Firmware: 2.02 2.02



Volume Statistics (Arithmetic) 5a.\$01

Calculations from 0.375 µm to 8000 µm

Volume	100.0%		
Mean:	1222 µm	95% Conf. Limits:	0-2860 µm
Median:	1013 µm	S.D.:	835 µm
D(3,2):	462.3 µm	Variance:	6.97e+005 µm ²
Mean/Median Ratio:	1.206	C.V.:	68.3%
Mode:	2828 µm	Skewness:	1.69 Right skewed
Specific Surf. Area	129.8 cm ² /ml	Kurtosis:	4.67 Leptokurtic

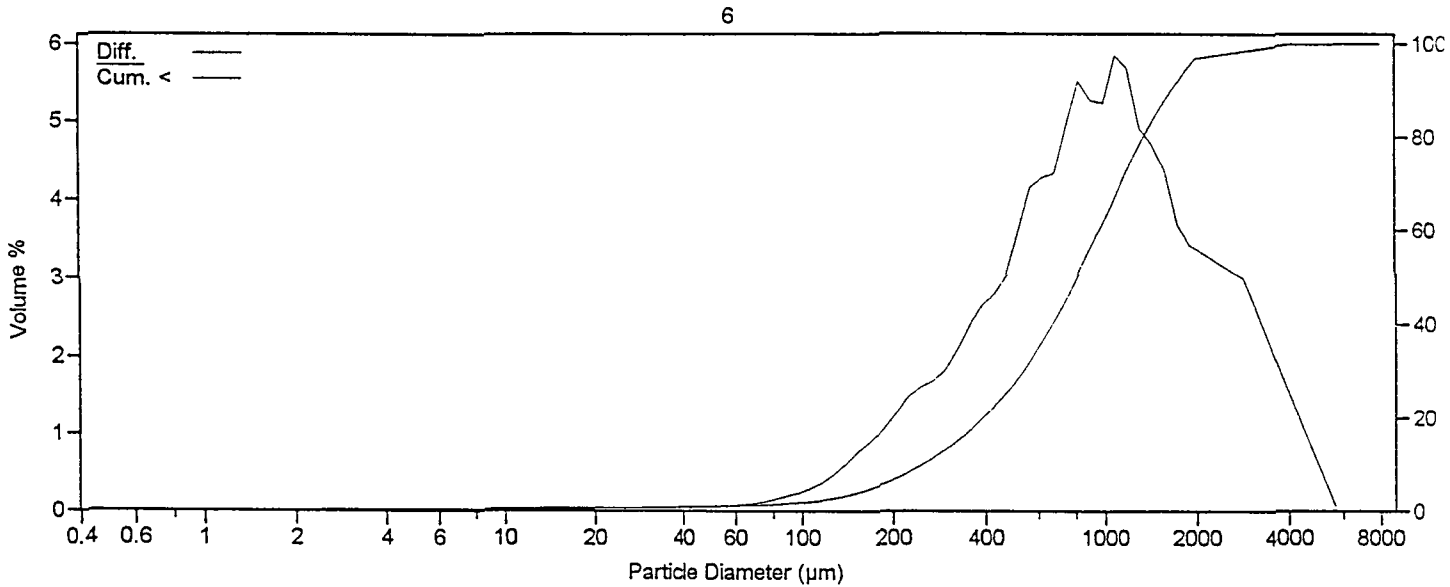
% <	10	25	50	75	90
Size µm	407.4	645.6	1013	1555	2432

5a.\$01

Volume %	Particle Diameter µm <
10.00	407.4
25.00	645.6
30.00	717.6
50.00	1,013
60.00	1,191
75.00	1,555
90.00	2,432



File name: 6a.\$01 Group ID: NGU 1996.0300
 Sample ID: 6
 Operator: W. Koziel
 Comments: Lom pkt.2, 11.7 m, prøven er siktet og terket
 total vekt 221.2 g, < 2 mm 214.5 g, > 2 mm 6.6 g, > 4 mm 0.1 g
 Optical model: Fraunhofer
 LS 200 Fluid Module
 Start time: 13:19 9 Dec 1996 Run length: 60 Seconds
 Obscuration: 11%
 EDITED SIZE DATA
 Average of Files:
 6.\$02 6#.\$04 6#1.\$02 6#2.\$02
 Software: 2.09 Firmware: 2.02 2.02



Volume Statistics (Arithmetic) 6a.\$01

Calculations from 0.412 µm to 8000 µm

Volume	100.0%			
Mean:	909.3 µm	95% Conf. Limits:	0-2070 µm	
Median:	809.7 µm	S.D.:	595 µm	
D(3,2):	344.4 µm	Variance:	3.54e+005 µm ²	
Mean/Median Ratio:	1.123	C.V.:	65.4%	
Mode:	1091 µm	Skewness:	1.27 Right skewed	
Specific Surf. Area	174.2 cm ² /ml	Kurtosis:	3.2 Leptokurtic	

% <	10	25	50	75	90
Size µm	247.6	463.1	809.7	1237	1665

6a.\$01

Volume %	Particle Diameter µm <
10.00	247.6
25.00	463.1
30.00	532.7
50.00	809.7
60.00	963.3
75.00	1,237
90.00	1,665

VEDLEGG 11

Forslag til sikringssone for beredskapsbrønn på Prestøya

RESERVEBRØNN PÅ PRESTØYA, FORSLAG TIL SIKRINGSSONE

