


NGU Rapport 97.085

Grunnvannsundersøkelser ved Galdesand  
vannverk, Lom kommune, 1996

Rapport nr.: 97.085		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Grunnvannsundersøkelser ved Galdesand vannverk, Lom kommune, 1996				
Forfatter: Erik Rohr-Torp, Torleif Lauritsen og Sylvi Gaut		Oppdragsgiver: NGU/Lom kommune		
Fylke: Oppland		Kommune: Lom		
Kartblad (M=1:250.000) Årdal		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1518 II Galdhøpiggen		
Forekomstens navn og koordinater: Galdesanden 32V 4655 68434 (WGS84)		Sidetall: 48	Pris: 70,-	
Feltarbeid utført: Sept. og okt. 1996		Rapportdato: Mai 1998	Prosjektnr.: 2713.05	Ansvarlig: 
Sammendrag:				
<p>I forbindelse med oppgradering av Galdesand vannverk, utførte NGU i september -96 georadarmålinger langs to profiler innenfor det inngjerdete området ved dagens produksjonsbrønn. Hensikten med målingene var å finne et gunstigst mulig punkt for plassering av ny produksjonsbrønn, samt å gi et bedre grunnlag for å beregne sikringssoner rundt vannverket.</p> <p>Innenfor det undersøkte området viser opptakene liten lateral variasjon. Dypet til fjell ligger jevnt på 10 - 11 m. Ned til 5 - 7 m dyp tolkes løsmassene som veksling av sand, grus og stein. Mektigheten av denne enheten ser ut til å være størst i området nærmest Bøvra, og avta svakt mot dalsiden. Mellom denne enheten og fjelloverflaten antas løsmassene å bestå av morene.</p> <p>I oktober -96 utførte NGU 4 undersøkelsesboringer ved vannverket, både for å kunne angi lokalisering og spesifikasjoner for en ny produksjonsbrønn, samt for å etablere peilerør for observasjon av grunnvannsnivåer under senere prøvepumping.</p> <p>Lom kommune utførte prøvepumping etter retningslinjer fra NGU i juli - september -97. Basert på de utførte undersøkelsene og prøvepumpingen er det foretatt beregning av grunnvannets strømningsforhold og oppholdstider i avsetningen.</p> <p>Rapporten angir lokalisering og spesifikasjoner for en ny produksjonsbrønn, samt forslag til sikringssoner rundt vannverket.</p>				
Emneord: Grunnvann	Geofysikk		Georadar	
Løsavsetning	Boringer		Vannverk stort	
			Fagrapport	

## INNHold

1. INNLEDNING .....	4
2. GEORADAR.....	4
2.1 Metodebeskrivelse.....	4
2.2 Resultater .....	5
2.3 Konklusjon .....	5
3. SONDERBORINGER, PEILERØR OG PROGRAM FOR PRØVEPUMPING .....	5
4. VANNBEHOV, PRØVEPUMPING, GRUNNVANNSSTAND .....	6
4.1 Hydrauliske parametere og kapasitet.....	6
5. FORSLAG TIL BESKYTTELSESSONER, GALDESAND VANNVERK.....	9
5.1 Beskyttelsessoner .....	9
5.2 Beskyttelsesbestemmelser .....	10
6. VANNANALYSER, VANNKVALITET .....	11
7. FORSLAG TIL DIMENSJONERING OG LOKALISERING AV NY BRØNN .....	12
8. UTBEDRING AV GAMMEL BRØNN.....	13
9. REFERANSER.....	13

## VEDLEGG

Vedlegg 1.	Vannverkets lokalisering. Oversiktskart 1:50 000
Vedlegg 2.	Georadar - metodebeskrivelse
Vedlegg 3.	Georadarundersøkelsene, kart og profiler
Vedlegg 4.	Program for prøvepumping med borelokalteter og profiler
Vedlegg 5.	Tabell over vannstander og vannføring målt under prøvepumpingen
Vedlegg 6.	Forslag til sikringssoner rundt vannverket
Vedlegg 7.	Fysisk-kjemiske vannanalyser og dokumentasjon av metoder, usikkerheter mv
Vedlegg 8.	Bakteriologiske vannanalyser

## 1. INNLEDNING

Galdesand vannverk har siden 1992 vært basert på en 200 mm rørbrønn med dyp ca. 7 m. Omkring 100 personer inklusiv ungdomsherberge og campingplass er tilknyttet vannverket. En nærmere beskrivelse er gitt i kommunens hovedplan for vannforsyning (Berdal Strømme 1996). Det regnes med en fremtidig belastning tilsvarende 150 personer. Beregnet etter 300 l/person og døgn, tilsvarer dette ca. 0,5 l/s.

I følge kommunens hovedplan for vannforsyning, bør anlegget utvides med en brønn, og klausuleringsbestemmelser må innføres. Etter møte og befaring 3. - 4. juli 1996, med deltakere fra Lom kommune, Berdal Strømme og Norges geologiske undersøkelse (NGU), ble det utarbeidet et forslag til undersøkelsesprogram, økonomi og fremdrift for dette (Rohr-Torp, E. 1996).

I september 1996 utførte NGU georadarmålinger langs to profiler i området omkring eksisterende produksjonsbrønn. Hensikten med målingene var å lokalisere et område med stort dyp til fjell, hvor ny produksjonsbrønn kunne anlegges, samt å gi et bedre grunnlag for beregning av sikringssoner omkring vannverket. Vannverkets lokalisering er vist på oversiktskartet i **vedlegg 1**.

Fra NGU har Erik Rohr-Torp stått ansvarlig for undersøkelsene og redigering av rapporten. Torleif Lauritsen har gjennomført og beskrevet georadarundersøkelsene, mens Sylvi Gaut har beregnet og beskrevet avsnittet om prøvepumping og sikring av vannverket.

## 2. GEORADAR

### 2.1 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-antenner og 1000 V sender. Ved målingene ble det benyttet en antenneavstand og flyttavstand på 1 m. På grunn av unøyaktig flytting av antennene 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.

## 2.2 Resultater

Ved Galdesand vannverk er det utført georadarmålinger langs 2 profiler, P1 og P2. Georadaropptakene og profilenes plassering er presentert i **vedlegg 3**. Opptakene viser liten lateral variasjon langs profilene. En forventer derfor at jordprofilet ved dagens produksjonsbrønn er representativt for resten av det undersøkte området. Dypet til fjell ligger jevnt på ca. 10-11 m.

### P1 og P2

Opptakene viser kraftig refleksivitet ned til ca 10-11 m dyp. En stedvis markert reflektor ved dette dypet, representerer trolig fjelloverflata. I løsmassene over, sees en stedvis markert reflektor ved ca 7 m dyp. Samme reflektor ser ut til å stige mot ca. 5 m dyp mot slutten av profil 2 (nærmest dalsiden). Reflektoren kan indikere overgang til morenemateriale. Over morenen tolkes massene som vekslning av sand, grus og stein (dårlig sortert materiale). Stratigrafien ser ellers ut til å variere lite innenfor det undersøkte området.

## 2.3 Konklusjon

Opptakene viser liten lateral variasjon langs profilene. En forventer derfor at jordprofilet ved dagens produksjonsbrønn er representativt for resten av det undersøkte området. Dypet til fjell ligger jevnt på ca. 10-11 m. Ned til ca. 5-7 m dyp tolkes løsmassene som vekslning av sand, grus og stein. Tykkelsen av denne enheten ser ut til å være størst (7 m) i området nærmest Bøvra, og avta svakt (5 m) mot dalsiden. Mellom denne enheten og fjelloverflata antas løsmassene å bestå av morenemateriale.

## 3. SONDERBORINGER, PEILERØR OG PROGRAM FOR PRØVEPUMPING

Basert bl. a. på georadarundersøkelsene, foretok NGU i oktober -96 sonderboringer og nedsett av 4 stk. 32 mm (5/4") observasjonsbrønner i området ved Galdesand vannverk. Boringene ble utført i forsøk på å finne en gunstig lokalitet for en ny brønn, og for å registrere grunnvannsstanden i brønnområdet under prøvepumpingen som senere skulle gjennomføres.

Generelt virker brønnområdet homogent, med svært grovblokket materiale ned til mellom ca. 5 og 7,5 m under terreng, der det er antatt meget tettpakket morene / fjell. De grovblokkete massene over morene / fjell inneholder mye finstoff som hindrer en god vanngjennomgang.

Borelokalteter, boreprofiler og program for prøvepumping ble utarbeidet av NGU, og oversendt Lom kommune 30. 04. 97. Det er gjengitt her som **vedlegg 4**. Boringene er senere lagt inn i NGUs hydrogeologiske database, der de har fått følgende nummerering:

Observasjonsbrønn 1 = ID nr. 141

Observasjonsbrønn 2 = " 142

Observasjonsbrønn 3 = " 143

Observasjonsbrønn 4 = " 144

Under drivingen av observasjonsbrønnene ble det i punktene 1, 2 og 3 prøvepumpet. I samtlige punkter var det beskjeden vanngjennomgang da kun 20 - 25 l/min kunne pumpes ut av sandspissene i ulike nivå ned til 7 m. Det er imidlertid mye grovkornet materiale i massen, slik at ved fjerning av finstoffet ved omhyggelig filtertiltrukking antas kapasiteten å kunne økes vesentlig.

#### **4. VANNBEHOV, PRØVEPUMPING, GRUNNVANNSSTAND**

##### **4.1 Hydrauliske parametere og kapasitet**

Lom kommune foretok prøvepumping i eksisterende produksjonsbrønn i perioden 30.06 - 15.09.97. Den første uken ble vannstander registrert under vanlig forbruk. Uttaket per døgn i denne perioden varierte fra drøyt 9 m<sup>3</sup> til 30 m<sup>3</sup> (0,1 - 0,35 l/s).

Under den videre prøvepumpingen (08. 07. 97 - 15. 09. 97) varierte kapasiteten i pumpeperioden mellom 0,6 l/s det første døgnet til gjennomsnittlig 1,1 l/s de resterende døgnene. Måleresultatene fra pumpeperioden ble oversendt NGU for vurdering sammen med vannprøver for fysisk-kjemisk analyse ved NGU lab i Trondheim. Bakteriologiske vannprøver ble analysert av Næringsmiddeltilsynet for Nord-Gudbrandsdal.

Under prøvepumpingen ble vannstanden målt i observasjonsrørene nummerert 1 - 4 (lokalteter fremgår av kartskissen, **Vedlegg 4**). Nivellering av peilebrønnene og måling av vannstander under prøvepumpingsperioden ble foretatt av kommunen. Tabell 1 viser peilebrønnenes relative høyde (topp rør), vannstanden målt fra topp rør ved pumpestart og den totale vannstandssenkningen i peilebrønnene ved pumpestestens slutt. Senkningen skyldes i hovedsak redusert vannstand i Bøvra. Målestav i Bøvra er satt som 0-punkt.

**Tabell 1** Tabellen viser peilerørens relative høyde (topp rør), vannstanden målt fra topp rør ved pumpestart og den totale vannstandssenkingen i peilebrønnene (1-4) ved pumpestartens slutt. Senkningen skyldes i hovedsak redusert vannstand i Bøvra. Målestav i Bøvra er satt som 0-punkt. I løpet av pumpeperioden var total vannstandssenkning i Bøvra 0,53 m.

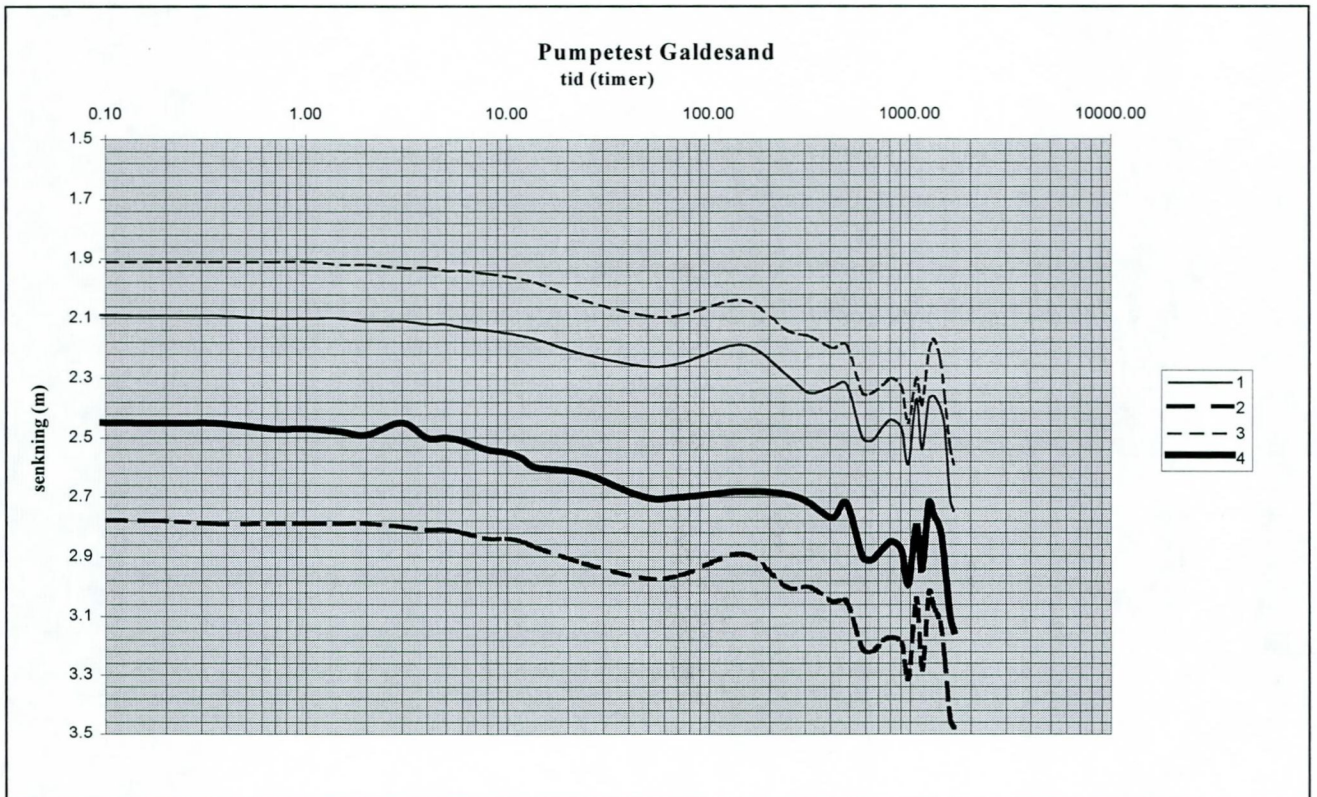
	1	2	3	4
Relativ høyde på topp rør (m)	3,24	3,83	2,82	3,02
Vannstand målt fra topp rør ved pumpestart (m)	2,08	2,77	1,91	2,44
Total vannstands-senkning (m)	0,67	0,71	0,68	0,71
Avstand fra brønn (m)	26,50	15,30	19,60	11,10

Figurene 1 og 2 viser senkningen i observasjonsbrønnene og vannstandsendingen i Bøvra plottet mot pumpeperioden. Bakgrunnsdata er vist i **vedlegg 5**. Pumpeperioden viser at vannstanden i observasjonsrørene styres av vannstanden i Bøvra og man oppnår derfor ingen jevn vannstandssenkning under pumpeperioden.

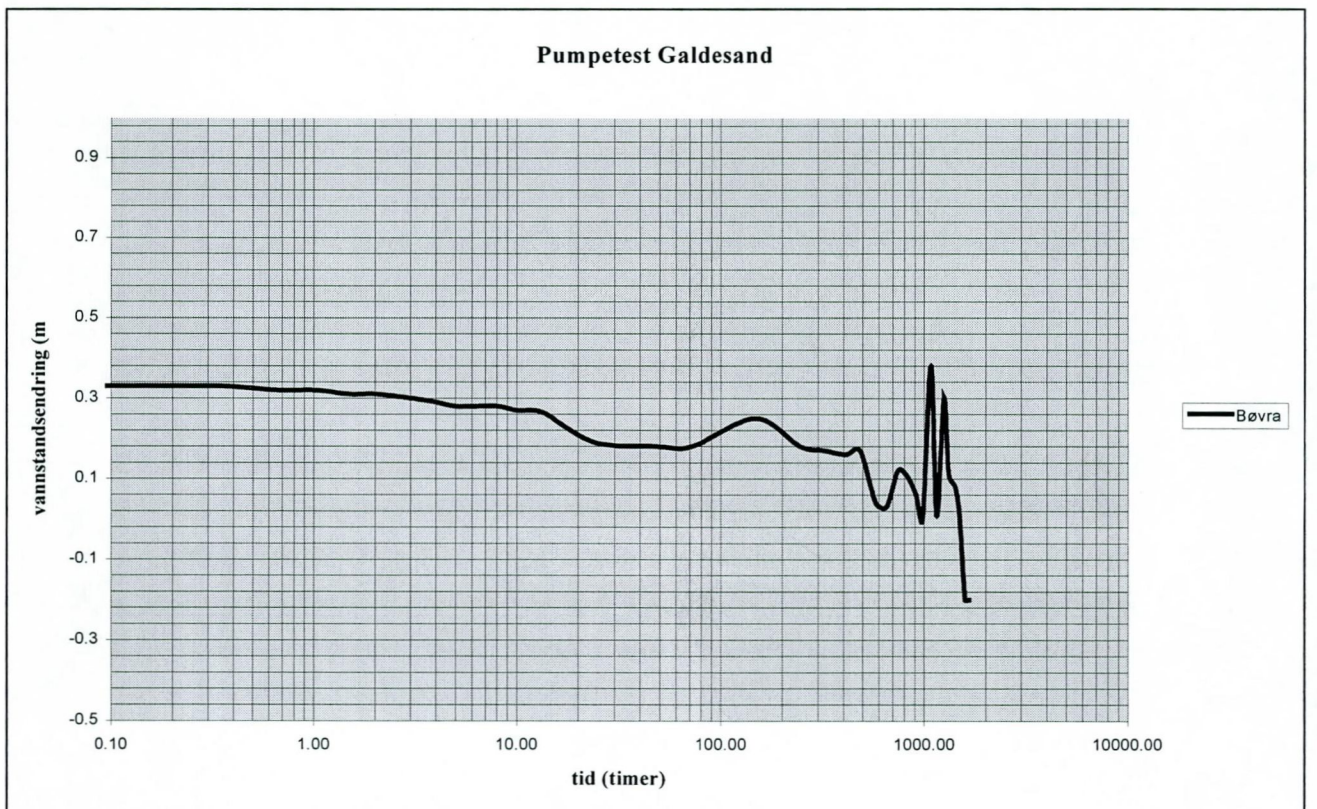
Da pumpeperioden ga svært liten senkning i observasjonsrørene ble Hantush metode (Kruseman & de Ridder 1994) for tilfeller med én positiv grense (her Bøvra) benyttet til beregning av hydraulisk konduktivitet (k). Resultatet er vist i tabell 2.

**Tabell 2** Beregnede verdier for hydraulisk konduktivitet (k) ut fra pumpeperioden. Hantush metode.

Observasjonsrør nummer	Beregnet k (m/s)
1	$2,50 \times 10^{-4}$
2	$2,26 \times 10^{-4}$
3	$2,26 \times 10^{-4}$
4	$1,73 \times 10^{-4}$



Figur 1 Senkning (m) målt i peilebrønnene 1-4 under prøvepumpingsperioden 8. juli til 15. september 1997



Figur 2 Vannstandsending (m) målt i Bøvra under prøvepumpingsperioden 8. juli til 15. september 1997



## 5. FORSLAG TIL BESKYTTELSESSONER, GALDESAND VANNVERK

### 5.1 Beskyttelsessoner

Vannets oppholdstid i umettet og mettet sone har stor betydning for både grunnvannets kjemiske og hygieniske kvalitet. Folkehelsa anbefaler at grunnvann som skal brukes til drikkevann bør ha en oppholdstid i mettet sone på minst 60 døgn for å oppnå tilfredsstillende bakteriologisk rensing (Folkehelsa 1987).

For å beskytte grunnvannskilden brukes en soneinndeling, basert på grunnvannets oppholdstid. For sonene er det satt opp restriksjoner som avtar i styrke med økende avstand fra uttaksstedet (Eckholt & Snilsberg 1992).

- Sone 0: Brønnområdet
- Sone I: Det nære tilsigsområdet. Vann i grunnvannssonen ved yttergrensen må bruke minimum 60 døgn frem til brønnen under full pumpebelastning.
- Sone II: Det fjerne tilsigsområdet. Alt utpumpet vann skal være infiltrert innenfor denne sonen.
- Sone III: Det ytre verneområdet. Omfatter arealer som vil kunne influere på grunnvannets kvalitet.

Sone 0, det vil si brønnområdet, skal inngjerdes og skjermes for all annen aktivitet enn det som er nødvendig for drift av anlegget. Størrelsen på denne sonen bør være minimum 15 m x 15 m.

Utbredelsen av 60 døgns grensen (sone I) kan beregnes ved bruk av "sylindermetoden", ved at man beregner radien til en sylinder der vannet bruker mindre enn 60 døgn på å nå frem til brønnen. Vannverkets fremtidige vannbehov er oppgitt til 150 pe (0.7 l/s). Under pumpe testen var gjennomsnittlig pumpekapasitet 1,1 l/s. Vannvolumet til sylinderen blir da:

$$1,1 \text{ l/s} \times 86400 \text{ s/døgn} \times 60 \text{ døgn} = 5702,4 \text{ m}^3.$$

Med en magasintykkelse på 4 m og en anslått effektiv porøsitet på 20%, tilsvarer dette en sylinder med radius **48 m**

Sylindermetoden forutsetter at tilførselen av vann til pumpebrønnen er like stor fra alle kanter. Dette er ofte ikke tilfelle og man vil derfor kunne få en for liten utbredelse av sone I. En annen metode er derfor å beregne strømningshastigheten til vannet ut fra den

hydrauliske konduktiviteten og antatt grunnvannsgradient. Til beregningene er gjennomsnittsverdien av  $k = 2,19 \times 10^{-4}$  m/s fra tabell 2 benyttet. Hastigheten  $v$  er:

$$v = k * \frac{dh}{dL} * \frac{1}{n_{eff}} = 2,19 \times 10^{-5} \text{ m / s}$$

der  $n_{eff}$  er effektiv porøsitet satt til 20%

$dh/dL =$  grunnvannsgradient = 0,02 (estimert ut fra topografien på elvesletta)

Avstanden fra pumpebrønn til yttergrensen av sone I blir derfor:

$$2,19 \times 10^{-5} \text{ m/s} * 86400 \text{ s/døgn} * 60 \text{ døgn} \approx 114 \text{ m.}$$

Dette resultatet er omtrent det dobbelte av hva man fikk ved bruk av sylindermethoden. Ut fra kunnskapen om at vannstanden i observasjonsrørene er styrt av Bøvra og at brønnene derfor vil trekke mesteparten av vannet fra Bøvra er sonegrensen for sone I trukket 150 m oppstrøms brønnen men bare 50 m nedstrøms brønnen. Grensen er ellers trukket i kanten av bekken nord og vest for brønnområdet (**vedlegg 6**).

Sone II (det fjerne tilsigsområdet) inkluderer jordene fra gården Nigard Galde oppstrøms brønnområdet og til Sygard Galde nedstrøms brønnområdet. Etersom det ble oppnådd svært liten senkning i observasjonsrørene under pumpetesten, og fremtidig vannbehov er mindre enn under prøvepumpingen, anses det forsvarlig å dele sone II i II a, med forbud mot bruk av naturgjødsel, og II b, der bruk av naturgjødsel tillates. Sonene fremgår av kartet, **vedlegg 6**.

Sone III fremgår ikke av **vedlegg 6**, men vil omfatte nedbørfeltet som grenser til den øvre delen av avsetningen.

## 5.2 Beskyttelsesbestemmelser

Nedenfor er angitt en oversikt over vanlige beskyttelsestiltak innenfor de enkelte sikringssonene. Oversikten er utarbeidet av Folkehelsa, og må oppfattes som en rettleiding som vil kunne tillempes noe i hvert enkelt konkrete tilfelle. Det som er bestemt for en sone gjelder også i de innenforliggende sonene.

I utgangspunktet bør det være forbud mot:

### Sone III

1. Lagring eller produksjon av stoffer som anses forurensningsfarlige.
2. Avfalls- og slamdeponier.
3. Tanker over 3m<sup>3</sup> for petroleumsprodukter og andre væsker som ved utlekking kan påvirke grunnvannet. Tanker inntil 3m<sup>3</sup> 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. Slike anlegg skal være overbygget og lett å inspisere for lekkasje.

### Sone II.b

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, også ute i vann og vassdrag.
8. Silosaft.
9. Plantevernmidler i fareklasse X, A og B.
10. Infiltrasjon av kloakk i grunnen. Kloakkledninger skal være tette, og kunne prøves på tetthet.

### Sone II a

11. Som sone 2 b, men forbud mot bruk av naturgjødsel.

### Sone I

12. Plantevernmidler, bortsett fra glyfosfat.
13. Bruk av handelsgjødsel og kulturbeite.
14. Kloakkledninger.
15. Oppbevaring av petroleumsprodukter eller andre kjemiske forbindelser.

### Sone 0.

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

## **6. VANNANALYSER, VANNKVALITET**

Under prøvepumpingen ble det til sammen tatt 4 vannprøver for fysisk-kjemisk analyse. Disse er analysert ved NGU lab. i Trondheim. Resultatene er sammenfattet i **vedlegg 7**. Fullstendige analyserapporter med angivelse av metoder, usikkerheter osv. er gitt i NGUs analyserapporter 1997.0200, 1997.0214, 1997.0225 og 1997.0233. En oversikt over

metoder, usikkerheter osv. er også gjengitt i **vedlegg 7**. Fysisk kjemisk vannkvalitet er god, men det vil være en fordel å foreta pH-justering.

Under pumpeperioden tok kommunen fire vannprøver for bakteriologiske analyser. Bortsett fra et svakt forhøyet kimtall i en prøve, tilfredsstillende alle prøvene helsemyndighetenes kvalitetsnormer. De bakteriologiske analyseresultatene er gjengitt i **vedlegg 8**. Det anbefales å installere et desinfeksjonsanlegg i beredskap.

## **7. FORSLAG TIL DIMENSJONERING OG LOKALISERING AV NY BRØNN**

I følge kommunens hovedplan for vannforsyning (Berdal Strømme 1996) er dagens produksjonsbrønn anlagt i 1992. Den har en diameter på 200 mm, og er ca. 7 m dyp. Brønnen består av et slisset jernrør som ikke er rustfritt, og filterplasseringen er uviss. Vinteren 1995 ble det registrert problemer med innsugning av luft i pumpen, noe som viser at uttaket den gang, som følge av liten vannførende mektighet, var større enn tilsiget til brønnen. For å unngå dette problemet anses det fornuftig å kunne fordele uttaket på to brønner i perioder med lite vann i Bøvra. Dette, sammen med uviss levetid på den eksisterende brønnen som følge av at den ikke er laget av rustfritt stål, gjør at det bør anlegges en ny brønn.

Ny brønn anbefales anlagt ca. 10 m fra observasjonsrør 1, langs en linje mellom observasjonsrør 1 og dagens produksjonsbrønn. Georadarmålingene og undersøkelsesboringene antyder at det her er ca. 7 m meget grovkornet materiale iblandet atskillig finstoff over tettpakket morene til 10 - 11 m dyp, hvorunder det er fjell. Følgende spesifikasjoner anbefales for den nye brønnen:

Materiale	Rustfritt stål
Totalt dyp	10, 5 m
Dimensjon	Ø 200 mm
Filterplassering.	4,5-7 m u/bakkenivå
Filtertype	con - slot
Lysåpning filter	1,5 mm
Sumprør for evt. plassering av pumpe m. skjørt	7-10 m dyp
Forventet kapasitet.	2 l/s

Brønnborer kan forvente tung driving på grunn av tett pakket, blokkrikt materiale. Mye finstoff medfører dessuten at filtertiltrukkingen må utføres omhyggelig.

## 8. UTBEDRING AV GAMMEL BRØNN

Den eksisterende brønnen har tidvis et kimtall som er høyere enn ønskelig. Dette antas å skyldes at overflatevann ved sterk nedbør / snøsmelting kan renne ned i brønnkummen. For å rette på dette forholdet, anbefales det å skjote på stigerøret til over terrengnivå.

Brønnkummen bør deretter fylles opp med finkornete masser, eventuelt med tett, usortert morene, og det plantes gress på overflaten.

## 9. REFERANSER

Berdal Strømme 1996: *Lom kommune, hovedplan for vannforsyning.*

Eckholt, E. & Snilsberg, P., 1992: Grunnvann. Beskyttelse av drikkevannskilder. *GiN-veileder nr. 7. Norges geologiske undersøkelse.*

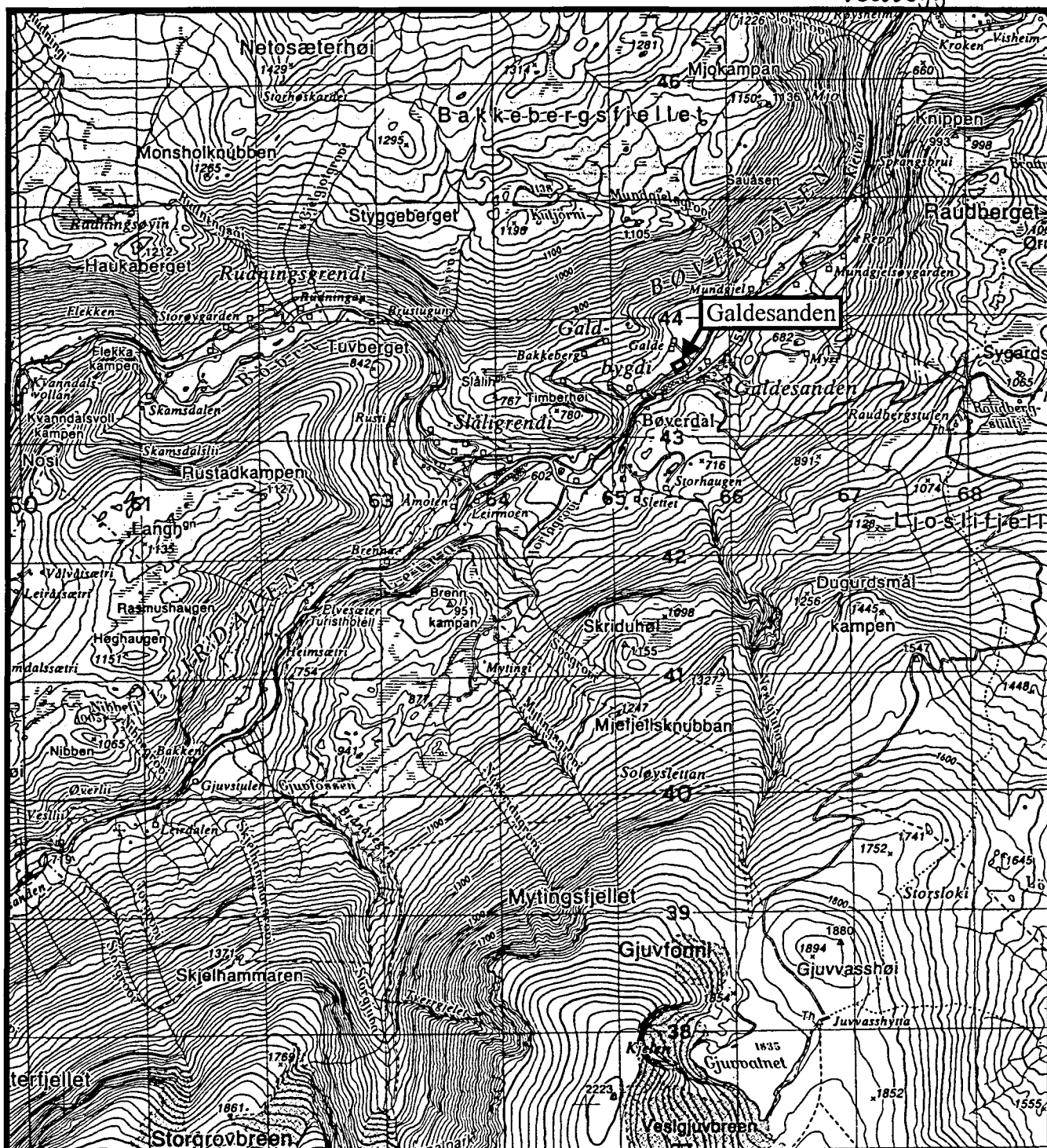
Folkehelsa, 1987: Drikkevann. Beskyttelse av grunnvannskilder. *Veileder A3. Aasens Trykkerier a.s.*


Kruseman, G.P. & de Ridder, N.A., 1991: Analysis and Evaluation of Pumping Test Data (2<sup>nd</sup> ed. Completely Revised). *ILRI publication 47. AA Wageningen, The Netherlands. 377 p.*

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

## **VEDLEGG 1**

### **Vannverkets lokalisering**



 **Galdesanden**      Undersøkt område

NGU/LOM KOMMUNE Oversiktskart <b>GALDESANDEN</b> LOM KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK 1 : 50000	MÅLT T.L.	September - 96
		TEGN T.L.	Mai - 97
		TRAC	
		KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR 97.085-01	KARTBLAD NR 1518 II	

**Georadar - 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 reflektor 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 reflektor som er planparallell 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  $\epsilon_r$  er det relative dielektrisitetsstallet.  $\epsilon_r$ -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  $\epsilon_r$  i en del materialtyper. Tabellen viser også hastigheter og ledningsevne i de samme media.

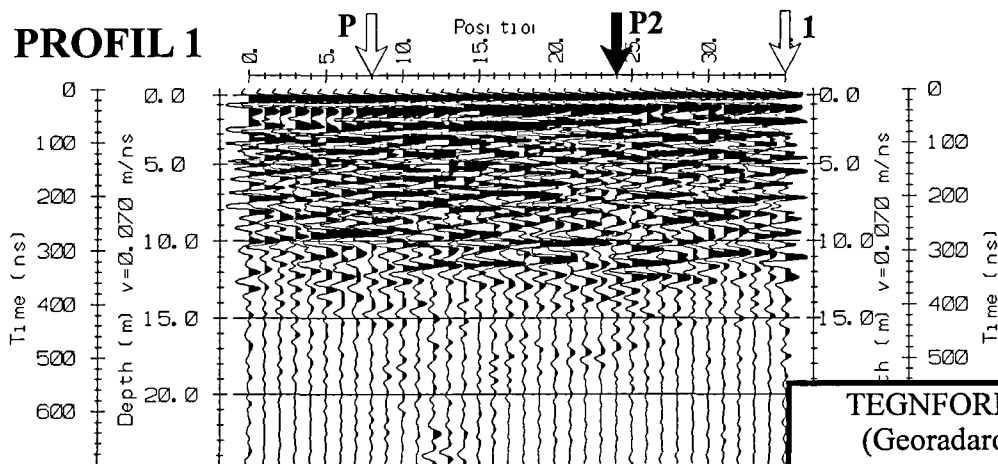
Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere dempning av bølgepulserne og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin 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.

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

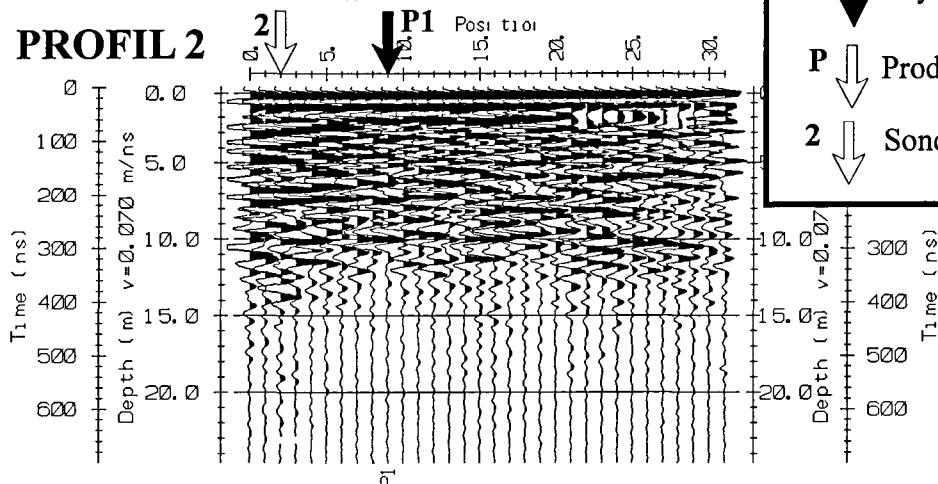
Tabell over relativt dielektrisitetsstall, radarbølge-hastigheter og ledningsevne i vanlige materialtyper.

**Georadarundersøkelsene, kart og profiler**

### PROFIL 1



### PROFIL 2

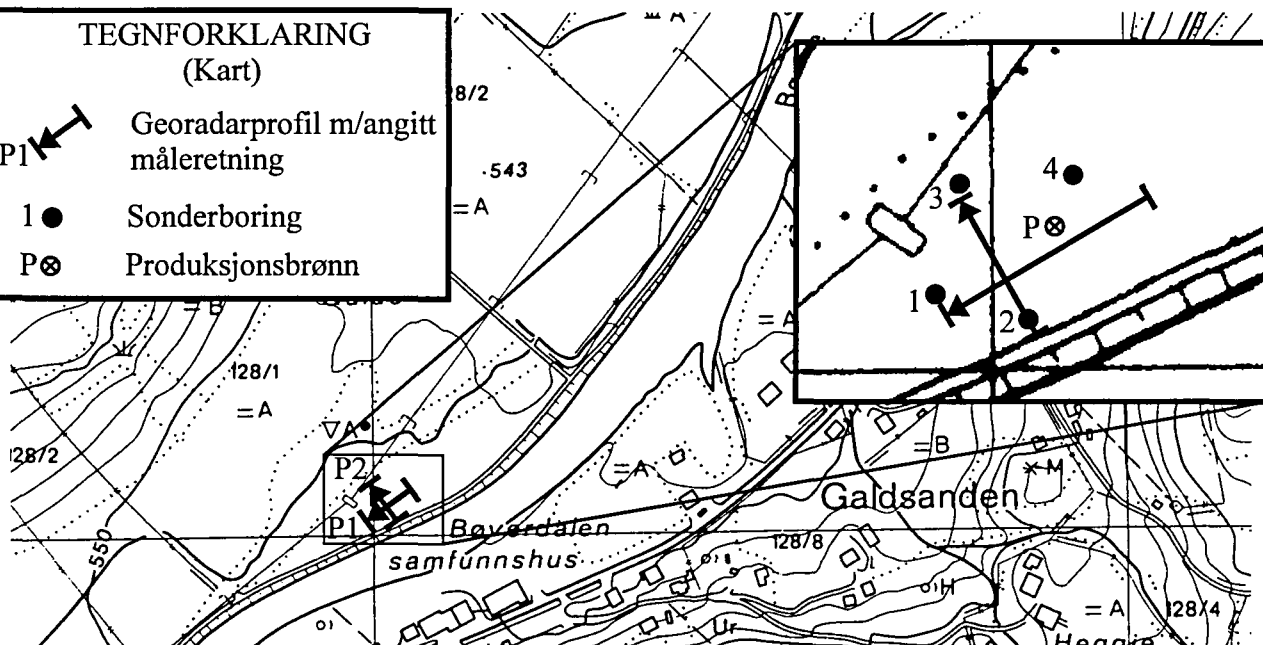


#### TEGNFORKLARING (Georadopptak)

- P2 ↓ Kryssende profil
- P ↓ Produksjonsbrønn
- 2 ↓ Sonderboring

#### TEGNFORKLARING (Kart)

- P1 ↖ Georadarprofil m/angitt måleretning
- 1 ● Sonderboring
- P ⊗ Produksjonsbrønn



NGU/LOM KOMMUNE

Georadopptak P1 og P2

## GALDESANDEN

LOM KOMMUNE, OPPLAND

MÅLESTOKK

1 : 5000  
(Kart)

MÅLT T.L.

TEGN T.L.

TRAC

KFR

September - 96

Mai - 97

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

KARTBILAG NR  
97.085-02

KARTBLAD NR  
1518 II

**Program for prøvepumping med borelokaliteter og profiler**

## **GALDESAND VANNVERK, FORSLAG TIL PRØVEPUMPING OG VANNSTANDSREGISTRERINGER**

Basert bl. a. på georadarmålingene som ble gjennomført i midten av september i fjor, foretok NGU i slutten av oktober prøveboringer, og satte ned 5/4" undersøkelsesbrønner i 4 punkter omkring den eksisterende brønnen. Lokalisering av dagens produksjonsbrønn og undersøkelsesbrønnene er angitt på skissen, vedlegg 1. I punktene 1,2 og 3 ble det prøvempumpe for uttak av vann- og masseprøver med tanke på anleggelse av en ny produksjonsbrønn. I punkt 4 ble det satt ned observasjonsrør etter sondering, uten prøvempumpe. Som tidligere georadarundersøkelser viste, er forholdene relativt like innenfor det inngjerdete, aktuelle området. Antatt fjell finnes på ca. 7 m dyp, og massene er blokkrike og meget fast lagret, tildels med morenepreg. Pumpingene viser at de inneholder relativt mye finstoff. Boreprofilene er gjengitt i vedlegg 2.

Før vannstandsmålinger igangsettes, må relative høyder for samtlige rørtopper og for en målestav som monteres i Bøvra ut for vannverket, nivelleres inn. Videre monteres vannmåler på uttaket. Samtlige målepunkter plottes inn på kart, om mulig i målestokk 1:1000. Kopi av kartet sendes NGU.

For samtlige inngrep, målinger og uregelmessigheter noteres dato og klokkeslett. Samtlige observasjoner noteres umiddelbart i felt, og renskrives senere.

Før prøvempumpe igangsettes, mens vannverket produserer på vanlig måte, måles vannstander daglig i en uke i samtlige peilerør, i Bøvra, og vannmåleren avleses. Mot slutten av perioden tas vannprøve for fysisk/kjemisk analyse.

Med dagens beskjedne vannforbruk (ca. 11 000 l/døgn), er det tilstrekkelig om vannverket kan stanses i ca. 10 timer før prøvempumpe på fremtidig uttak igangsettes.

Umiddelbart før pumpene stanses måles samtlige vannstander. Ved pumpestopp leses vannmåleren av. Deretter måles samtlige vannstander, inklusiv Bøvra etter ca. 15 min., ½ og 1 time, og deretter hver 2. time, siste gang umiddelbart før pumpestart etter ca. 10 timers stopp.

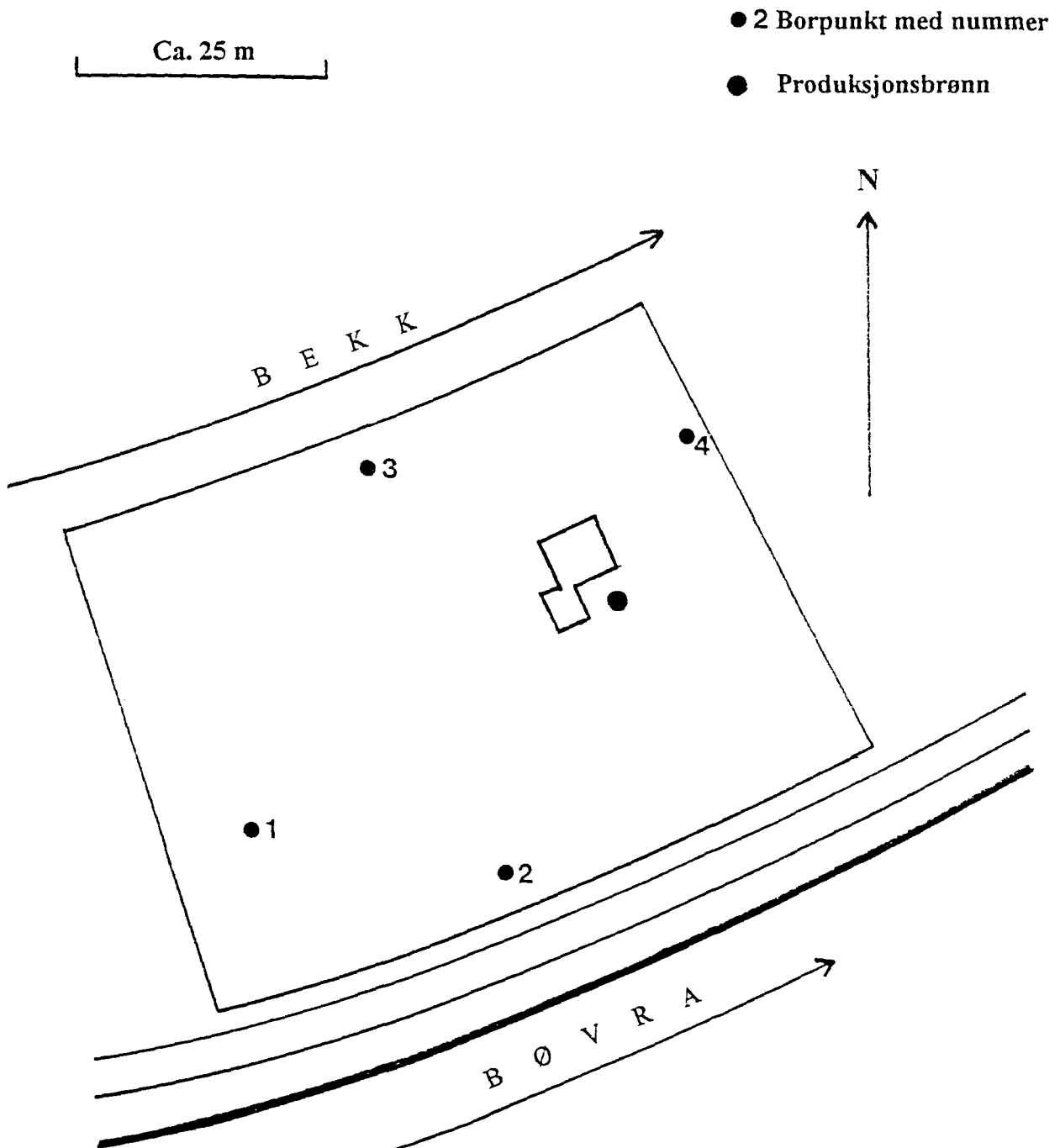
Pumpestart, uttak dimensjonert etter fremtidig forbruk, igangsettes ca. 10 timer etter pumpestopp. Overflødig vann pumpes til Bøvra. Det må under ingen omstendighet slippes ut på bakken i brønnens nærområde. Vannmåleren avleses ved pumpestart, og deretter samtidig med vannstandsobservasjonene. Til å begynne med, mens det observeres hyppig, vil det være fornuftig å benytte to lag, hvert bestående av to mann. En måler, den andre noterer, slik at samtlige vannstander inkl. Bøvra samt vannmålerverdiene kan registreres.

På neste side angis observasjonstakten etter pumpestart. 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.

<u>Tid etter start</u>	<u>Observasjonspunkter</u>		
10 min	Samtlige rør, Bøvra og vannmåler		
20 min	"		
40 min	"	samt vanntemperaturer	
60 min (1 t)	"		
90 min	"		
120 min (2 t)	"		
3 t	"		
4 t	"	samt vanntemperaturer	
5 t	"		
6 t	"		
8 t	"		
10 t	"		
12 t	"		
14 t	"		
19 t	"		
24 t	"	samt vanntemperaturer	
Første uke etter start	"	"	måles daglig
Deretter (varighet ca. 2 mnd.)	"	"	måles to ganger pr. uke

Prøvepumpingen (med uttak lik fremtidig behov) bør pågå i ca. to måneder. Vanntemperaturen på utpumpet vann samt i Bøvra og bekken nord for vannverket måles ca. 40 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.

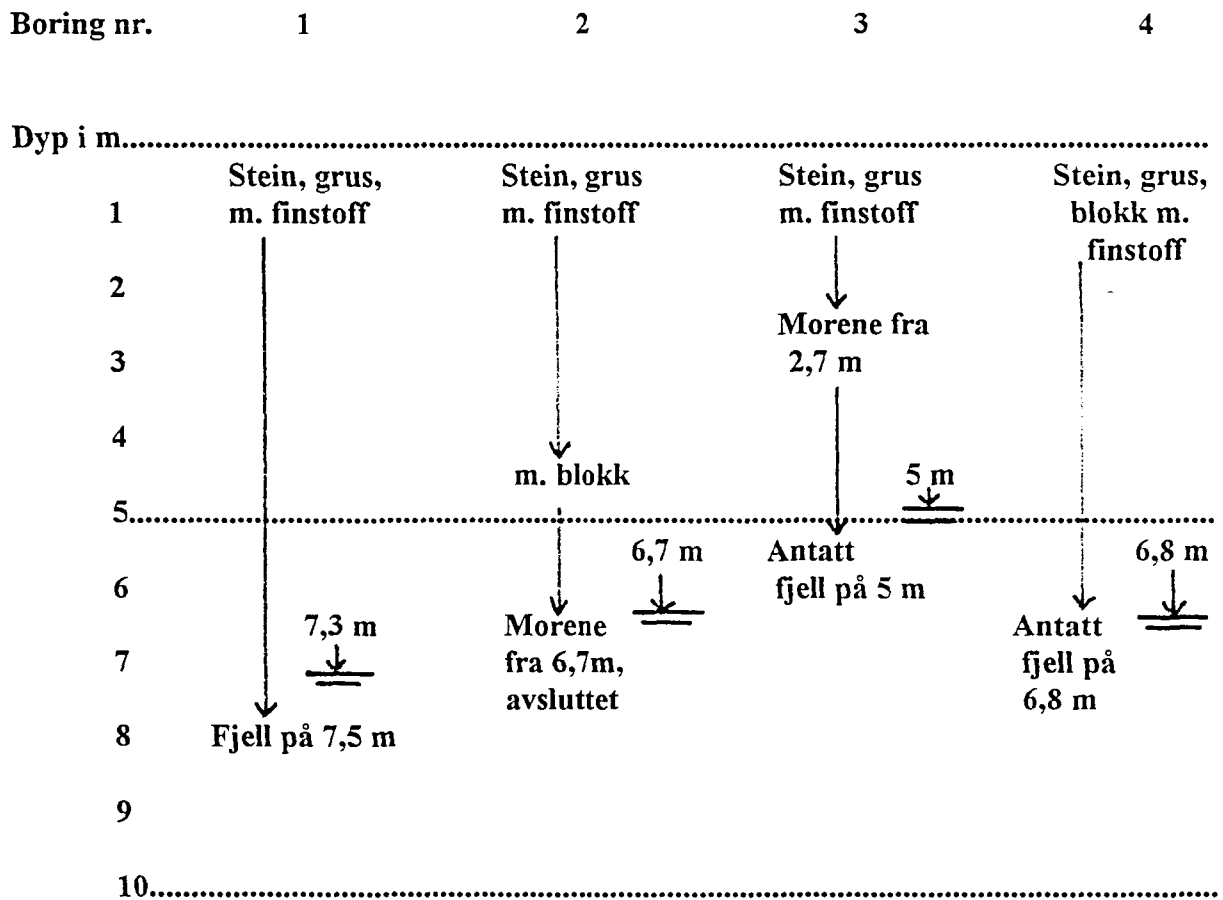
SKISSE AV GALDESAND VANNVERK





## VEDLEGG 2

### GALDESAND VANNVERK, SONDERPROFILER OG PEILERØR, NGU OKT. 1996



$\begin{array}{c} 6,7 \text{ m} \\ \downarrow \\ \underline{\quad} \end{array}$  = Dyp under markoverflaten til peilerørets bunn.

## **VEDLEGG 5**

**Vannstander og vannføring målt under prøvepumpingen**

GALDESAND VASSVERK:

HØGDE PÅ RØYRTOPPER:

Dette er relative høgder med topp røyr i brønn som basis. Høgde på målestav i Bøvra = 0 - punkt.

1        1,771 m.

2        2,358 m.

3        1,350 m.

4        1,547 m.

- 1,473 m. Målestav i Bøvra = 0 - punkt.

Teknisk avdeling  
3. nov. 1997

Terje Hoel.

## BOURA

Dato	Nr. 1		Nr. 2		Nr. 3		Nr. 4		<del>Nr. 5</del>	
	Kl.	Nivå	Kl.	Nivå	Kl.	Nivå	Kl.	Nivå	Kl.	Nivå
30/6	07 <sup>15</sup>	2,21	07 <sup>18</sup>	2,89	07 <sup>20</sup>	2,04	07 <sup>22</sup>	2,57	07 <sup>23</sup>	0,28
1/7	07 <sup>10</sup>	2,05	07 <sup>13</sup>	2,74	07 <sup>15</sup>	1,90	07 <sup>17</sup>	2,40	07 <sup>20</sup>	0,60
2/7	07 <sup>12</sup>	1,74	07 <sup>14</sup>	2,41	07 <sup>15</sup>	1,61	07 <sup>16</sup>	2,12	07 <sup>17</sup>	0,85
3/7	07 <sup>20</sup>	1,75	07 <sup>22</sup>	2,41	07 <sup>23</sup>	1,60	07 <sup>25</sup>	2,13	07 <sup>30</sup>	0,70
4/7	07 <sup>12</sup>	1,91	07 <sup>15</sup>	2,59	07 <sup>16</sup>	1,74	07 <sup>17</sup>	2,16	07 <sup>20</sup>	0,50
5/7	08 <sup>50</sup>	1,99	08 <sup>51</sup>	2,69	08 <sup>52</sup>	1,81	08 <sup>53</sup>	2,28	08 <sup>55</sup>	0,40
6/7	10 <sup>30</sup>	2,09	10 <sup>32</sup>	2,81	10 <sup>33</sup>	1,90	10 <sup>34</sup>	2,45	10 <sup>36</sup>	0,27
7/7	07 <sup>10</sup>	2,08	07 <sup>11</sup>	2,77	07 <sup>09</sup>	1,90	07 <sup>08</sup>	2,46	07 <sup>15</sup>	0,30
7/7	10 <sup>57</sup>	2,06	10 <sup>57</sup>	2,75	10 <sup>58</sup>	1,88	10 <sup>58</sup>	2,43	10 <sup>59</sup>	0,38
7/7	11 <sup>15</sup>	2,06	11 <sup>15</sup>	2,75	11 <sup>16</sup>	1,88	11 <sup>16</sup>	2,42	11 <sup>17</sup>	0,38
7/7	11 <sup>30</sup>	2,06	11 <sup>30</sup>	2,75	11 <sup>31</sup>	1,88	11 <sup>32</sup>	2,42	11 <sup>33</sup>	0,38
8/7	00 <sup>00</sup>	2,06	00 <sup>00</sup>	2,75	00 <sup>01</sup>	1,88	00 <sup>01</sup>	2,42	00 <sup>02</sup>	0,38
8/7	06 <sup>00</sup>	2,08	06 <sup>01</sup>	2,77	06 <sup>02</sup>	1,90	06 <sup>03</sup>	2,43	06 <sup>03</sup>	0,33
8/7	06 <sup>55</sup>	2,08	06 <sup>56</sup>	2,77	06 <sup>57</sup>	1,91	06 <sup>58</sup>	2,44	06 <sup>59</sup>	0,33
8/7	07 <sup>10</sup>	2,09	07 <sup>10</sup>	2,78	07 <sup>11</sup>	1,91	07 <sup>12</sup>	2,45	07 <sup>13</sup>	0,33
8/7	07 <sup>20</sup>	2,09	07 <sup>20</sup>	2,79	07 <sup>21</sup>	1,91	07 <sup>22</sup>	2,45	07 <sup>23</sup>	0,33
8/7	07 <sup>40</sup>	2,10	07 <sup>40</sup>	2,79	07 <sup>41</sup>	1,91	07 <sup>42</sup>	2,47	07 <sup>43</sup>	0,32
8/7	08 <sup>00</sup>	2,10	08 <sup>00</sup>	2,79	08 <sup>01</sup>	1,91	08 <sup>02</sup>	2,47	08 <sup>03</sup>	0,32
8/7	08 <sup>30</sup>	2,10	08 <sup>30</sup>	2,79	08 <sup>31</sup>	1,92	08 <sup>32</sup>	2,48	08 <sup>32</sup>	0,31
8/7	09 <sup>00</sup>	2,11	09 <sup>00</sup>	2,79	09 <sup>01</sup>	1,92	09 <sup>02</sup>	2,49	09 <sup>03</sup>	0,31
8/7	10 <sup>00</sup>	2,11	10 <sup>00</sup>	2,80	10 <sup>01</sup>	1,93	10 <sup>02</sup>	2,49	10 <sup>03</sup>	0,30
8/7	11 <sup>00</sup>	2,12	11 <sup>00</sup>	2,81	11 <sup>01</sup>	1,93	11 <sup>02</sup>	2,50	11 <sup>03</sup>	0,29
8/7	12 <sup>00</sup>	2,12	12 <sup>00</sup>	2,81	12 <sup>01</sup>	1,94	12 <sup>02</sup>	2,50	12 <sup>03</sup>	0,28
8/7	13 <sup>00</sup>	2,13	13 <sup>00</sup>	2,82	13 <sup>01</sup>	1,94	13 <sup>02</sup>	2,51	13 <sup>03</sup>	0,28
8/7	15 <sup>00</sup>	2,14	15 <sup>00</sup>	2,84	15 <sup>01</sup>	1,95	15 <sup>02</sup>	2,54	15 <sup>05</sup>	0,28
8/7	17 <sup>00</sup>	2,15	17 <sup>01</sup>	2,84	17 <sup>02</sup>	1,96	17 <sup>02</sup>	2,55	15 <sup>03</sup>	0,27
8/7	19 <sup>00</sup>	2,16	19 <sup>01</sup>	2,85	19 <sup>02</sup>	1,97	19 <sup>03</sup>	2,57	19 <sup>03</sup>	0,27
8/7	21 <sup>00</sup>	2,17	21 <sup>01</sup>	2,87	21 <sup>02</sup>	1,98	21 <sup>03</sup>	2,60	21 <sup>04</sup>	0,26
9/7	07 <sup>05</sup>	2,22	07 <sup>05</sup>	2,92	07 <sup>06</sup>	2,04	07 <sup>06</sup>	2,62	07 <sup>08</sup>	0,19
10/7	07 <sup>07</sup>	2,26	07 <sup>08</sup>	2,97	07 <sup>08</sup>	2,09	07 <sup>08</sup>	2,70	07 <sup>10</sup>	0,18
11/7	07 <sup>12</sup>	2,25	07 <sup>12</sup>	2,96	07 <sup>13</sup>	2,09	07 <sup>13</sup>	2,70	07 <sup>15</sup>	0,18
14/7	11 <sup>05</sup>	2,19	11 <sup>05</sup>	2,89	11 <sup>05</sup>	2,04	11 <sup>05</sup>	2,68	11 <sup>10</sup>	0,25



# GALDESAND VASSVERK - PRØVEPUMPING

## AVLESING VASSMÅLAR

Dato	Tid	Telleverk målar I	Telleverk målar II	m <sup>3</sup> /d Forbruk	Brønn Temp	Bøvra Temp
30.06	13.17	28002				
01.07	13.30	28015		13 m <sup>3</sup> /d		
02.07	07.10	28022		9,33 m <sup>3</sup> /d		
03.07	07.20	28035		13 m <sup>3</sup> /d		
04.07	07.10	28050		15 m <sup>3</sup> /d		
05.07	08.46	28061		13,3 m <sup>3</sup> /d		
06.07	10.29	28081		10,3 m <sup>3</sup> /d		
07.07	07.05	28097		13,9 m <sup>3</sup> /d		
07.07	23.00	28117		30 m <sup>3</sup> /d		
08.07	07.00	28117	31780,7			
08.07	10.00	28123				
08.07	11.00	28125				
08.07	12.00	28127				
08.07	13.00	28129			7,2 <sup>0</sup>	7,7 <sup>0</sup>
08.07	15.00	28134				
08.07	17.00	28139				
08.07	19.00	28146				
08.07	21.00	28157				
09.07	07.00	28210			4,6 <sup>0</sup>	6,4 <sup>0</sup>
09.07	11.35	28233	31804,3			
09.07	12.35	28239	31806,8			
10.07	07.05	28332	31848,4	166 m <sup>3</sup> /d		
11.07	07.05	28454		122 m <sup>3</sup> /d		
14.07	11.05	28793	32989,46	113 m <sup>3</sup> /d	4,7 <sup>0</sup>	
16.07	12.00	28994	32043,57	100,5 m <sup>3</sup> /d		
18.07	11.00	29179	32000	92,5 m <sup>3</sup> /d	4,6 <sup>0</sup>	8,6 <sup>0</sup>
21.07	11.50	29462	32173	94,3 m <sup>3</sup> /d	6,5 <sup>0</sup>	8,7 <sup>0</sup>
25.07	11.30	29831	32266	92,2 m <sup>3</sup> /d	7,1 <sup>0</sup>	10,0 <sup>0</sup>
28.07	11.05	30099	32349	89,3 m <sup>3</sup> /d	7,5 <sup>0</sup>	9,2 <sup>0</sup>
01.08	11.40	30464	32492	91,2 m <sup>3</sup> /d	8,1 <sup>0</sup>	9,5 <sup>0</sup>
04.08	12.30	30733	32605	89,6 m <sup>3</sup> /d	8,4 <sup>0</sup>	9,6 <sup>0</sup>
08.08	12.10	31119	32749	96,5 m <sup>3</sup> /d	8,7 <sup>0</sup>	11,2 <sup>0</sup>
11.08	11.40	31420	32837	100,3 m <sup>3</sup> /d	8,6 <sup>0</sup>	9,7 <sup>0</sup>
15.08	10.50	31814	32953	98,5 m <sup>3</sup> /d	8,6 <sup>0</sup>	9,8 <sup>0</sup>
18.08	11.40	32115	32039	100 m <sup>3</sup> /d	9,0 <sup>0</sup>	10,2 <sup>0</sup>
22.08	12.00	32501	32145	96,5 m <sup>3</sup> /d	9,3 <sup>0</sup>	9,4 <sup>0</sup>
25.08	11.25	32787		95,3 m <sup>3</sup> /d	9,3 <sup>0</sup>	8,7 <sup>0</sup>
29.08	11.40	33176		97,2 m <sup>3</sup> /d	9,4 <sup>0</sup>	9,2 <sup>0</sup>
01.09	11.15	33465		96,3 m <sup>3</sup> /d	9,7 <sup>0</sup>	8,9 <sup>0</sup>
05.09	11.25	33846	33476	95,3 m <sup>3</sup> /d	9,8 <sup>0</sup>	8,3 <sup>0</sup>
08.09	12.00	34133		95,6 m <sup>3</sup> /d	9,8 <sup>0</sup>	8,7 <sup>0</sup>

(F:teknisk/ivar/provgald)

# GALDESAND VASSVERK - PRØVEPUMPING

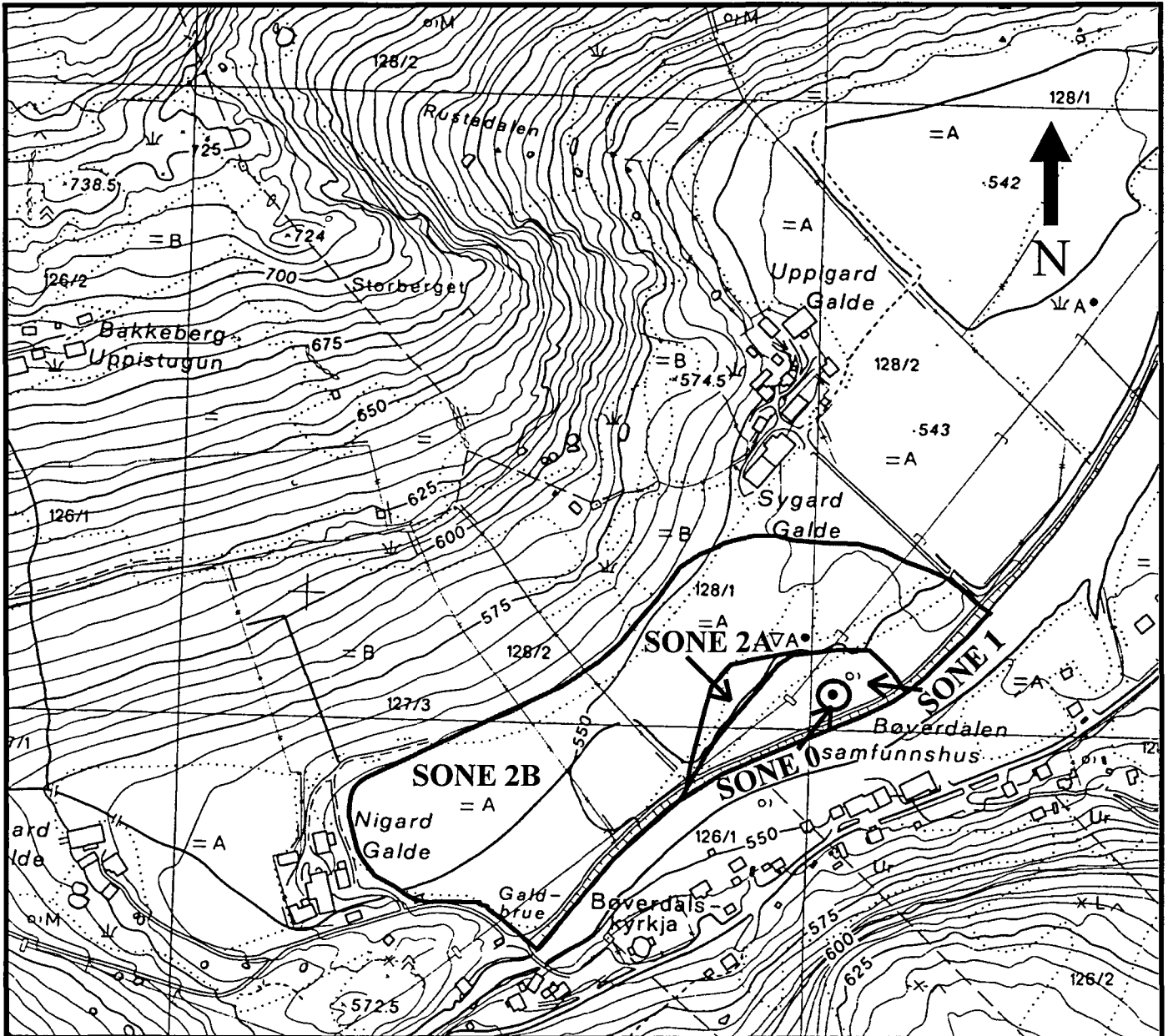
## AVLESING VASSMÅLAR

Dato	Tid	Telleverk målar I	Telleverk målar II	m <sup>3</sup> / d Forbruk	Brønn Temp	Bøvra Temp
12.09	11.25	34527		98,5 m <sup>3</sup> /d	9,7 <sup>0</sup>	7,3 <sup>0</sup>
15.09	11.25	34823	33740	98,7 m <sup>3</sup> /d	9,5 <sup>0</sup>	5,0 <sup>0</sup>

**Forslag til sikringssoner rundt vannverket**



## FORSLAG TIL SONEINNDELING GALDESAND VANNVERK



Grense for klausuleringszone



Brønn

0 m 125 m

**Fysisk - kjemiske vannanalyser  
og dokumentasjon av metoder, usikkerheter mv.**

## VANNANALYSER

FYLKE: Oppland

KART (M711): 1518 II Galdhøpiggen

KOMMUNE: Lom

PRØVESTED: Galdesand

OPPDRAKSNUMMER: 2713.05

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	Galdesand brønn	Galdesand brønn	Galdesand brønn	Galdesand brønn											
Dato	19.08.97	26.08.97	01.09.97	14.09.97											
Brønntype	Rørbrønn	Rørbrønn	Rørbrønn	Rørbrønn											
Prøvedyp m	5-7m (?)	5-7m (?)	5-7m (?)	5-7m(?)											
Brønndimensjon mm	200	200	200	200											
X-koordinat Sone: 32 V	4655	4655	4655	4655											
Y-koordinat Sone: 32 V	68434	68434	68434	68434											
<b>Fysisk/kjemisk</b>											<b>Drikkevannsforskriften<sup>1</sup></b>				
											<b>Veiledende verdi</b>	<b>Største tillatte konsentrasjon</b>			
Surhetsgrad, felt/lab pH		6,97		6,91		6,89		6,81						7,5-8,5	6,5-8,5 <sup>2</sup>
Ledningsevne, felt/lab mS/m		2,09		2,07		2,08		2,16						< 400	
Temperatur °C														< 12	25
Alkalitet mmol/l	0,15	0,15	0,14	0,15										0,6-1,0 <sup>2</sup>	
Fargetall mg Pt/l	3,1	4,0	2,0	2,0										< 1	20
Turbiditet F.T.U	0,23	0,24	0,42	0,21										< 0,4	4
<b>Anioner</b>															
Fluorid mg F/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05											1,5
Klorid mg Cl/l	0,464	0,471	0,603	0,431										< 25	
Nitritt mg NO <sub>2</sub> /l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05											0,16
Brom mg Br/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1											
Nitrat mg NO <sub>3</sub> /l	0,223	0,524	0,348	0,388											44
Fosfat mg PO <sub>4</sub> /l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2											
Sulfat mg SO <sub>4</sub> /l	1,46	1,53	1,54	1,53										< 25	100
<b>Kationer</b>															
Silisium mg Si/l	0,929	0,938	0,933	0,899											
Aluminium mg Al/l	0,0774	0,0229	0,0680	0,0343										< 0,05	0,2
Jern mg Fe/l	< 0,01	< 0,01	0,0176	< 0,01										< 0,05	0,2
Magnesium mg Mg/l	0,287	0,223	0,290	0,264											20
Kalsium mg Ca/l	2,51	2,47	2,45	2,56										15-25 <sup>2</sup>	
Natrium mg Na/l	0,463	0,473	0,523	0,525										< 20	150
Kalium mg K/l	0,952	1,15	0,826	0,747										< 10	12
Mangan mg Mn/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001										< 0,02	0,05
Kobber mg Cu/l	0,0112	< 0,005	< 0,005	< 0,005										< 0,1	0,3
Sink mg Zn/l	0,267	0,00716	0,00427	0,00404										< 0,1	0,3
Bly mg Pb/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05											0,02
Nikkel mg Ni/l	0,0205	< 0,02	< 0,02	< 0,02											0,05
Kadmium mg Cd/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005											0,005
Krom mg Cr/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01											0,05
Sølv mg Ag/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01											0,01
Fosfor mg P/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1											
Barium mg Ba/l	0,0148	0,0138	0,0158	0,0154										< 0,07-WHO	
Strontium mg Sr/l	0,0182	0,0181	0,0174	0,0187										< 0,1	
Titan mg Ti/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005											
Kobolt mg Co/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01											
Molybden mg Mo/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01											
Beryllium mg Be/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001											
Bor mg B/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02										< 0,3	

<sup>1</sup> Det Kgl. Sosial- og helsedepartement: Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m (1995).

<sup>2</sup> Vannet bør ikke være aggressivt.

ANALYSEKONTRAKT NR.: 1997.0200  
NGU PROSJEKT NR.: 2713.05

OPPDRAGSGIVER: NGU, Vannprogrammet Oppland

ADRESSE:

TLF.: 22 95 98 00

KONTAKTPERSON: E. Rohr-Torp

PRØVETYPE: Vann

ANTALL PRØVER: 1

IDENTIFIKASJON AV PRØVER: Iflg. liste fra oppdragsgiver

PRØVER MOTTATT: 25.08.97

ANMERKNINGER: Ingen

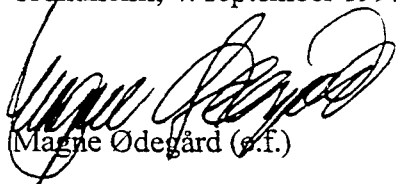
## SPESIFIKASJON AV OPPDRAGET I HENHOLD TIL ANALYSEKONTRAKT:

METODE	DOKUMENTASJON *)	OMFATTES AV AKKREDITERING
ICP-AES vann	NGU-SD 3.1	Ja
IC	NGU-SD 3.4	Ja
Bestemmelse av pH	NGU-SD 3.5	Ja
Bestemmelse av ledningsevne	NGU-SD 3.6	Ja
Bestemmelse av alkalitet	NGU-SD 3.7	Ja
Bestemmelse av fargetall	NGU-SD 3.8	Ja
Bestemmelse av turbiditet	NGU-SD 3.9	Ja

Denne rapporten inneholder i alt 15 sider. Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.

Alle forhold ved prøvetaking, behandling og transport av prøvene før innlevering til NGU-Lab er underlagt oppdragsgivers ansvar. Analyseresultater framlagt i denne rapporten refererer derfor kun til det prøvematerialet som er mottatt av NGU-Lab.

Trondheim, 4. september 1997

  
Magne Ødegård (o.f.)

\*) Fortegnelse over dokumentasjon finnes i NGU-Labs Kvalitetshåndbok, NGU-SD 0.1, som kan rekvireres fra NGU-Labs sekretariat.

**INSTRUMENT TYPE :**

**Thermo Jarrell Ash ICP 61**

**NEDRE BESTEMMELSESGRENSER VANNANALYSER**

(For vannprøver som tynnes, blir deteksjonsgrensene automatisk omregnet).

Si ppb	Al ppb	Fe ppb	Ti ppb	Mg ppb	Ca ppb	Na ppb	K ppb	Mn ppb	P ppb
20.-	20.-	10.-	5.-	50.-	20.-	50.-	500.-	1.-	100.-
Cu ppb	Zn ppb	Pb ppb	Ni ppb	Co ppb	V ppb	Mo ppb	Cd ppb	Cr ppb	Ba ppb
5.-	2.-	50.-	20.-	10.-	5.-	10.-	5.-	10.-	2.-
Sr ppb	Zr ppb	Ag ppb	B ppb	Be ppb	Li ppb	Sc ppb	Ce ppb	La ppb	Y ppb
1.-	5.-	10.-	20.-	1.-	5.0	1.-	50.-	10.-	1.-

**ANALYSEUSIKKERHET:**

± 20 rel. % for K, Pb, Cd, Li, Ce.

± 10 rel. % for Si, Al, Na, Mo, Cr, Zr, Ag, B og La.

± 5 rel. % for Fe, Ti, Mg, Ca, Mn, P, Cu, Zn, Ni, Co, V, Ba, Sr, Be, Sc, Y.

**PREISJON :** Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.

**ANTALL PRØVER:** 1

**ANMERKNINGER:** ingen

**Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.**

Ferdig analysert	03.09.97	Brit I. Vongraven
	Dato	OPERATØR

7 ANIONER : F, Cl, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

INSTRUMENT TYPE : DIONEX IONEKROMATOGRAF 2120i

NEDRE BESTEMMELSESGRENSER

ION	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-*</sup>	Br <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Nedre bestemmelsesgrense - mg/l	0.05	0.1	0.05	0.1	0.05	0.2	0.1

ANALYSEUSIKKERHET : 10 % rel. for alle ionene

PREISJON : Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.

ANTALL PRØVER: 1

ANMERKNINGER: Ingen.

\* NGU-LAB er ikke akkreditert for NO<sub>2</sub><sup>-</sup> \*

Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.

Ferdig analysert	3. september 1997	Egil Kvam
------------------	-------------------	-----------

Dato

OPERATØR

**UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS-ISO 7888**

**INSTRUMENT TYPE :** Radiometer Titralab 94 / CDM 210 Conductivity meter

**NEDRE BESTEMMELSES GRENSE :** 0.07 mS m<sup>-1</sup>

**ANALYSEUSIKKERHET :**

Måleområde / mS m <sup>-1</sup>	Usikkerhet
0.07 - 0.2	± 3 % rel
> 0.2	± 1 % rel.

**PREISJON :** Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.

**ANTALL PRØVER:** 1.

**ANMERKNINGER:**

- Elektrisk konduktivitet ved 25°C er beregnet ved automatiske temperaturkompensasjon. Temperatur verdier oppgitt i tabellen tilsvarer prøvetemperatur under måling.  
Resultat angis i mS/m (1mS/m=10µS/cm) med tre gjeldende siffer
- Resultater mindre enn 1 mS/m kan bli påvirket av atmosfærisk karbondioksyd og ammoniakk

**Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.**

Ferdig analysert	1. september 1997	Tomm Berg
	Dato	OPERATØR

**pH:** UTFØRES ETTER NORSK STANDARD -NS 4720

**ALKALITET:** UTFØRES ETTER NGU-SD 3.7B (følger tidligere NS 4754)

**INSTRUMENT TYPE :** Radiometer Titalab 94 / Glasselektrode pHc 2701

ANALYSE	NEDRE BESTEMMELSESGRENSE	ANALYSEUSIKKERHET		
		Måleområde	Usikkerhet	
pH	-	-	± 0.05 pH units	
Alkalitet	0.04 mmol l <sup>-1</sup>	0.04 - 0.2 mmol l <sup>-1</sup>	p-alkalitet ± 0.02 mmol l <sup>-1</sup>	t-alkalitet ± 0.04 mmol l <sup>-1</sup>
		0.2 - 2.0 mmol l <sup>-1</sup>	± 5.0 % rel.	± 4.0 % rel.
		> 2.0 mmol l <sup>-1</sup>	± 4.3 % rel.	± 1.0 % rel.

**PRESISJON :** Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.

**ANTALL PRØVER:** 1.

**ANMERKNINGER:** Ingen.

Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.

Ferdig analysert	1. september 1997	Tommy Berg
	Dato	OPERATØR



## METODE

Vannet filtreres gjennom et membranfilter med porestørrelse 0.45µm. Absorbansen måles ved 410nm. Resultatene er oppgitt uten benevning som konsentrasjon av platina (mg/l Pt) i en referanseløsning med samme absorbans. (Metoden tilsvarende tidligere Norsk Standard - NS 4787. 1 utg. 1988)

**INSTRUMENT TYPE :** SHIMADZU UV-1201 Spektrofotometer

**NEDRE BESTEMMELSESGRENSE :** 1.4

**ANALYSEUSIKKERHET :** ± 7.5 % rel.

**PRESISJON :** Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrollidiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.

**ANTALL PRØVER:** 1

**ANMERKNINGER:** Ingen

Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.

Ferdig analysert	28. august 1997	Tomm Berg
	Dato	OPERATØR

**UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4723.**

**INSTRUMENT TYPE :** Hach 2100 A Turbidimeter

**NEDRE BESTEMMELSES GRENSE :** 0.05 FTU

**ANALYSEUSIKKERHET :**

Måleområde / FTU	Usikkerhet
0.05 - 1.0	± 0.04 FTU
1.0 - 10	± 0.4 FTU
10 - 100	± 4 FTU
100 - 1000	± 40 FTU

**PRESISJON :** Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.

**ANTALL PRØVER:** 1

**ANMERKNINGER:** Ingen

**Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.**

Ferdig analysert	28. august 1997	Tomm Berg
	Dato	OPERATØR

**Bakteriologiske vannanalyser**

Lom kommune  
Teknisk etat  
2686 LOM

Dato: 27.06.1997  
Lab.nr: 97/1146  
Arkiv: 141405/I

### Galdesand vassverk

### ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 24.06.97 Analyseperiode: 24.06.97 - 27.06.97 Uttaksprosedyre: Enkel stikkprøve

97/1146-1 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 23.06.1997  
Sted: Råvann  
Pumpehus Galdesand

Parameter	Metode	Resultat	KRAV/NORM
Kimtall ved 22°C	NS 4791	38 /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

97/1146-2 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 23.06.1997  
Sted: Nettprøve  
RA - Galdesand

Parameter	Metode	Resultat	KRAV/NORM
Kimtall ved 22°C	NS 4791	81 /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

*Kor*  
Kristin Høstad Prestegarden  
Avdelingsveterinær

*Svanhild E. Vatn*  
Svanhild Krukhaug Vatn  
Avdelingsveterinær

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

Lom kommune  
Teknisk etat  
2686 LOM

Dato: 30.06.1997  
Lab.nr: 97/1150  
Arkiv: 141405/I

### Galdesand vassverk

### ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 24.06.97 Analyseperiode: 24.06.97 - 30.06.97 Uttaksprosedyre: Enkel stikkprøve

97/1150-1 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 23.06.1997  
Sted: Råvann  
pumpehus Galdesand

Parameter	Metode	Resultat	Forskriftens krav
pH, surhetsgrad	NS 4720	6.77	6.5 - 8.5
Konduktivitet	ISO 7888	3.4 mS/m	Veil.verdi 40
Turbiditet, uklarhet	NS 4723	0.07 FTU	Maksimum 4
Fargetall	NS 4786	<5 mgPt/l	Maksimum 20
UV-absorbans		0.013 abs/cm	

97/1150-2 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 23.06.1997  
Sted: Nettp prøve  
RA Galdesand

Parameter	Metode	Resultat	Forskriftens krav
pH, surhetsgrad	NS 4720	6.66	6.5 - 8.5
Konduktivitet	ISO 7888	4.1 mS/m	Veil.verdi 40
Turbiditet, uklarhet	NS 4723	<0.05 FTU	Maksimum 4
Fargetall	NS 4786	<5 mgPt/l	Maksimum 20
UV-absorbans		0.015 abs/cm	

< betyr: Mindre enn

Med hilsen

  
Morten Sørum  
Kjemiker

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

Side 1 av 1

Lom kommune  
Teknisk etat  
2686 LOM

Dato: 28.07.1997  
Lab.nr: 97/1373  
Arkiv: 141405/I

### Galdesand vassverk

### ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 23.07.97 Analyseperiode: 24.07.97 - 28.07.97      Utaksprosedyre: Enkel stikkprøve

97/1373-1      **Grunnvann ubehandlet**      Tatt ut 22.07.1997  
Sted: Råvann  
Pumpehus Galdesand

Parameter	Metode	Resultat	KRAV/NORM
Kimtall ved 22°C	NS 4791	110 /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

97/1373-2      **Grunnvann ubehandlet**      Tatt ut 22.07.1997  
Sted: Nettprøve  
Bøverdalen Samf. hus

Parameter	Metode	Resultat	KRAV/NORM
Kimtall ved 22°C	NS 4791	1 /ml	Maksimum 100
Kimtall ved 37°C	NS 4791	1 /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: 25.07.1997  
Lab.nr: 97/1367  
Arkiv: 141405/F

Galdesand vassverk

### ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 23.07.97 Analyseperiode: 24.07.97 - 25.07.97 Uttaksprosedyre: Enkel stikkprøve

97/1367-1 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 22.07.1997  
Sted: Råvann  
Pumpehus Galdesand

Parameter	Metode	Resultat	Forskriftens krav
pH, surhetsgrad	NS 4720	<b>6.80</b>	6.5 - 8.5
Konduktivitet	ISO 7888	<b>2.5</b> mS/m	Veil.verdi 40
Turbiditet, uklarhet	NS 4723	<b>0.15</b> FTU	Maksimum 4
Fargetall	NS 4786	<b>&lt; 5</b> mgPt/l	Maksimum 20
UV-absorbans		<b>0.012</b> abs/cm	

97/1367-2 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 23.07.1997  
Sted: Nettprøve  
Bøverdalen Samf.hus

Parameter	Metode	Resultat	Forskriftens krav
pH, surhetsgrad	NS 4720	<b>7.10</b>	6.5 - 8.5
Konduktivitet	ISO 7888	<b>3.0</b> mS/m	Veil.verdi 40
Turbiditet, uklarhet	NS 4723	<b>0.20</b> FTU	Maksimum 4
Fargetall	NS 4786	<b>&lt; 5</b> mgPt/l	Maksimum 20
UV-absorbans		<b>0.014</b> abs/cm	

< betyr: Mindre enn

Med hilsen

Morten Sørum  
Kjemiker

Jorun Selanger  
Lab. teknikker

Kopi til:

Kommunestyret i Lom, 2686 LOM

Kommunelege I i Lom, 2686 LOM

*Beclad Strømme v/T. Fossum*

Side 1 av 1

Lom kommune  
Teknisk etat  
2686 LOM

Dato: 26.08.1997  
Lab.nr: 97/1605  
Arkiv: 141405/I

### Galdesand vassverk

### ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 19.08.97 Analyseperiode: 19.08.97 - 26.08.97 Uttaksprosedyre: Enkel stikkprøve

97/1605-1 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 19.08.1997  
Sted: Råvann

Parameter	Metode	Resultat	KRAV/NORM
Kimtall ved 22°C	NS 4791	0 /ml	Maksimum 100
Kimtall ved 37°C	NS 4791	1 /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

97/1605-2 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 19.08.1997  
Sted: Nettprøve

Parameter	Metode	Resultat	KRAV/NORM
Kimtall ved 22°C	NS 4791	2 /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



Lom kommune  
Teknisk etat  
2686 LOM

Dato: 21.08.1997  
Lab.nr: 97/1624  
Arkiv: 141405/I

### Galdesand vassverk

### ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 19.08.97 Analyseperiode: 19.08.97 - 21.08.97

Uttaksprosedyre: Enkel stikkprøve

97/1624-1 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 18.08.1997  
Sted: Råvann

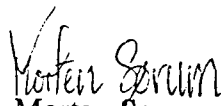
Parameter	Metode	Resultat	Forskriftens krav
pH, surhetsgrad	NS 4720	<b>6.72</b>	6.5 - 8.5
Konduktivitet	ISO 7888	<b>2.3</b> mS/m	Veil.verdi 40
Turbiditet, uklarhet	NS 4723	<b>0.41</b> FTU	Maksimum 4
Fargetall	NS 4786	<b>&lt; 5</b> mgPt/l	Maksimum 20
UV-absorbans		<b>0.012</b> abs/cm	

97/1624-2 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 18.08.1997  
Sted: Nettprøve  
RA Galdesand

Parameter	Metode	Resultat	Forskriftens krav
pH, surhetsgrad	NS 4720	<b>6.63</b>	6.5 - 8.5
Konduktivitet	ISO 7888	<b>2.4</b> mS/m	Veil.verdi 40
Turbiditet, uklarhet	NS 4723	<b>0.09</b> FTU	Maksimum 4
Fargetall	NS 4786	<b>&lt; 5</b> 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: 19.09.1997  
Lab.nr: 97/2183  
Arkiv: 141405/I

Galdesand vassverk

### ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 15.09.97 Analyseperiode: 15.09.97 - 19.09.97 Uttaksprosedyre: Enkel stikkprøve

97/2183-1 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 15.09.1997  
Sted: Nettprøve

Parameter	Metode	Resultat	KRAV/NORM
Kimtall ved 22°C	NS 4791	2 /ml	Maksimum 100
Kimtall ved 37°C	NS 4791	1 /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

Lom kommune  
Teknisk etat  
2686 LOM

Dato: 22.09.1997  
Lab.nr: 97/2190  
Arkiv: 141405/I

Galdesand vassverk

### ANALYSERESULTATER


Prøvemottak: 15.09.97 Analyseperiode: 15.09.97 - 22.09.97 Uttaksprosedyre: Enkel stikkprøve

97/2190-1 **Grunnvann ubehandlet** Tatt ut 15.09.1997

Sted: Råvann  
Pumpehus, Galdesand

Parameter	Metode	Resultat	Forskriftens krav
pH, surhetsgrad	NS 4720	<b>6.69</b>	6.5 - 8.5
Konduktivitet	ISO 7888	<b>2.3</b> mS/m	Veil.verdi 40
Fargetall (410 nm)	NS 4787	<b>2</b> mgPt/l	Maksimum 20
Turbiditet, uklarhet	NS 4723	<b>0.17</b> FTU	Maksimum 4
UV-absorbans		<b>0.010</b> abs/cm	

Med hilsen

  
Morten Sørum  
Kjemiker

Kopi til:

Kommunestyret i Lom, 2686 LOM

Kommunelege I i Lom, 2686 LOM

Birkel Stenme / Tore Fossheim