

NGU Rapport 99.029

Grunnvannsundersøkelser ved Haugsbakken,  
Lærdal kommune.

Rapport nr.: 99.029	ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Grunnvannsundersøkelser ved Haugsbakken, Lærdal kommune.		
Forfatter: Øystein Jæger og Eilif Danielsen	Oppdragsgiver: Lærdal kommune og Norges Geologiske Unders.	
Fylke: Sogn og Fjordane	Kommune: Lærdal	
Kartblad (M=1:250.000) Årdal	Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1417 - II, Lærdalsøyri	
Forekomstens navn og koordinater: Haugsbakken, UTM-sone 32, Ø: 4 20 30, N: 67 73 00	Sidetal: 26 Pris: 45,- Kartbilag: 2	
Feltarbeid utført: juni 1998	Rapportdato: april 1999	Prosjektnr.: 2713.14 Ansvarlig: <i>Øystein Jæger</i>

## **Sammendrag:**

Etter henvendelse fra Lærdal kommune har NGU undersøkt mulighetene for uttak av grunnvann i løsmasser til kommunal vannforsyning ved Haugsbakken i Lærdal. Undersøkelsene har omfattet to borer til 34 og 35 m dyp. Boringene viser at løsmassene har god vanngjennomgang og at det er gode muligheter for grunnvannsuttak.

Vannkvaliteten er undersøkt ved analyse av sju grunnvannsprøver. Noen av prøvene viser høye verdier for jern- og delvis manganinnhold, men dette skyldes trolig partikler i det prøvetatte vannet. Ved permanent vannuttak forventes partikkellinnholdet og dermed jern- og manganverdiene å synke.

Vannprøve fra etablert grunnvannsbrønn ca 70 m nordøst for undersøkelsesboringene har god kjemisk kvalitet og alle målte parametre tilfredstiller kravene til drikkevann.

I tillegg til de to undersøkelsesboringene er det sonderboret og drevet ned fire observasjonsrør rundt det undersøkte området. Ved prøvepumping av fullskala brønner vil registreringer av vannstanden i disse rørene danne grunnlag for beregning av klausuleringssoner rundt et eventuelt vannverk.

Emneord: Hydrogeologi	Grunnvannsforsyning	Sonderboring
Grunnvannskvalitet	Ressurskartlegging	Løsmasse
		Fagrapport

## **INNHOLD**

1 INNLEDNING .....	4
2 UNDERSØKELSER OG RESULTATER.....	4
2.1 Boringer.....	4
2.1 Vannkvalitet .....	5
3 KONKLUSJON .....	5
4 REFERANSER .....	6

## **TEKSTBILAG**

- 1 Hydrogeologiske undersøkelsesmetoder i løsmasser ved NGU

## **VEDLEGG**

- 1 Oversiktskart, M 1: 50 000, Lærdal
- 2 Kart over området ved Haugsbakken, M 1: 5000, med undersøkelsespunktene  
inntegnet
- 3 Undersøkelsesboringer, boreprofiler
- 4 Kornfordelingskurver av masseprøver
- 5 Analyseresultater, fysisk - kjemiske parametre, av vannprøver

## **1 INNLEDNING**

I 1996 utførte NGU omfattende grunnvannsundersøkelser i Lærdal for å utrede grunnvannsforekomster til vannforsyning til Lærdal vannverk (Hilmo & Tønnesen 1997). Konklusjonen etter disse undersøkelsene var at det er gode muligheter for grunnvannsuttak fra løsmasser ved Hauge og langtids prøvepumping av fullskala brønn ble anbefalt. Prøvepumping er senere gjennomført. Her er det imidlertid arealkonflikter i tilknytning til nærliggende gårdsbruk. Lærdal kommune ønsket derfor å få utredet mulighetene for grunnvannsuttak i løsmasser ved Haugsbakken (se kartene, vedlegg 1 og 2) der arealkonfliktene er mindre.

Etter henvendelse fra kommunen utførte NGU borer i området ved Haugsbakken i juni 1998. Plasseringen av borepunktene ble bestemt i samråd med Lærdal kommune og Hallingdal Bergboring A/S.

## **2 UNDERSØKELSER OG RESULTATER**

### **2.1 Borer**

Boringene er utført med NGUs beltegående Hafo borerigg og plasseringen av boringene går fram av kartet, vedlegg 2. Resultatene av boringene er gjengitt i boreloggene, vedlegg 3.

Boringene 1 og 2 (vedlegg 3.1 og 3.2) ble utført på eiendommen som er mest aktuell for utbygging av nytt vannverk. Løsmassene består av sortert sand og grus til 30 m dyp og deretter sand. Boringene er avsluttet på 34 m dyp. Etter boring ble det drevet ned 5/4" rør med 1 m slisset spiss i borehullet. Grunnvannstanden ble målt til henholdsvis 9,2 og 10,4 m under bakken. På grunn av for stor løftehøyde var det ikke mulig å teste vannkapasiteten ved hjelp av sugepumpe. Vanngjennomgangen i de ulike nivå ble allikevel anslått til middels til god ved observasjoner av hvor fort vannet sank i brønnrøret. Boringene viser at det er mer enn 20 m vannmettet sand og grus i de to profilene og at massene er egnet for etablering av grunnvannsbrønner.

Ved hjelp av trykkluft ble det blåst opp masseprøver for kornfordelingsanalyser fra ulike nivå mellom 16 og 30 m dyp i de to borehullene. Resultatet av analysene er gjengitt i vedlegg 4 og bekrefter at massene består av grusig sand og sand.

I tillegg til undersøkelsesboringene 1 og 2 ble det i området rundt sonderboret og etablert peilebrønner i fire punkter (boring 3 – 6). Boreloggene er gjengitt i vedlegg 3.3 – 3.6 og viser samme type masser som i de to første boringene. Peilebrønnene skal brukes til observasjoner av vannstanden under en eventuell prøvepumping og dermed gi data for å beregne klausuleringer rundt et eventuelt vannverk.

## **2.1 Vannkvalitet**

På grunn av for stor løftehøyde var det ikke mulig å pumpe opp grunnvann, men ved hjelp av kompressor ble det blåst opp vannprøver fra ulike dyp i borehull 1 og 2 for analyse (vedlegg 5). Disse prøvene inneholdt mye slam som kan ha innvirket på vannanalysene. Analysene visere høyt innhold av jern (inntil 0,67 mg/l) og delvis mangan (inntil 0,041 mg/l), særlig i borehull 2, og også høyt innhold av fosfat i prøven fra 28,7 – 29,7 m i borehull 1. Prøvene med størst jern- og manganinnhold inneholder mer silisium, aluminium, titan og kalium enn prøvene med lavere jern- og manganinnhold. Dette indikerer at jern- og manganinnholdet er betinget av innholdet av partikulært materiale i vannet.

Det ble også tatt en vannprøve fra en eksisterende rørbrønn i løsmasser, ca. 70 m nordøst for boring 1 (vedlegg 5.2). Grunnvannet fra denne brønnen har meget god fysisk – kjemisk kvalitet og alle parametre tilfredsstiller kravene til drikkevann (Sosial- og helsedepartementet 1995). Man kan forvente samme vannkvalitet fra eventuelle produksjonsbrønner plassert i området ved boring 1 og 2.

Det må bemerkes at det under prøvetakingen ble registrert svak lukt av hydrogensulfid av vannet fra nivå 22,7 - 23,7 m i borehull 1 og fra nivå 26,7 - 27,7 i borehull 2. Dette tyder på reduserende forhold, noe som kan gi opphav til høye jern- og manganverdier i grunnvannet.

## **3 KONKLUSJON**

På grunnlag av de utførte undersøkelsene vurderes mulighetene for grunnvannsproduksjon fra rørbrønner i området ved boring 1 og 2 som gode.

En sikker vurdering av vannmengde og grunnvannskvalitet krever oppfølgende undersøkelser i form av langtids prøvepumping av fullskala brønn(er). Data fra forundersøkelsen bør ligge til grunn for utformingen av brønnen(e). Prøvepumpingen bør foregå over en periode på minimum 3 mnd. med jevnlige uttak av vannprøver for kjemiske og bakteriologiske analyser. Brønnen(e)s kapasitet og variasjoner i grunnvannsnivået må registreres.

Registreringen av grunnvannsnivåene i peilebrønnene i feltet vil gi data for beregning av klausuleringssoner rundt et eventuelt vannverk.

## **4 REFERANSER**

Hilmo, B.O. og Tønnesen, J.F. 1997: Grunnvannsundersøkelser i nedre Lærdal, Lærdal kommune. NGU Rapport 97.044.

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

## **HYDROGEOLOGISKE UNDERSØKELSESMETODER I LØSMASSER VED NGU**

### **1 SONDERBORINGER**

#### **a) Metodikk**

Standard sonderboringer i løsmasser blir gjort med Borros/Hafo borerigg og Ø57 mm krone med vannspyping. Boringen er hydraulisk drevet og kan gjøres med både rotasjon og slag. Vanligvis bores det til 20-30 m dyp eller til fjell, men ellers er lengden av sonderstrenget eneste begrensning i mulig boredyp. For å få en mest mulig sikker kontroll av fjelldyp, bores det min. 0.5 m ned i fjellet.

Sonderboringer kan også gjøres med håndholdt borutstyr (pionar slagbormaskin). Det benyttes 40 mm firkantet sonderspiss og Ø25 mm sonderstenger av en meters lengde. Denne boremetoden er mest brukt på lokaliteter med vanskelig tilgjengelighet og ved grunne borer.

#### **b) Dataregistreringer**

Under boring med Borros/Hafo borerigg registreres borsynk (sekund/m), vanntrykk (kg), om det brukes slag under boring og karakterisering av boreslammet (farge og kornstørrelse). Ved sonderboring med håndholdt borutstyr registreres borsynk og friksjonslyden ved dreiling av sonderspissen.

#### **c) Tolkning**

Ut fra dataregistreringene og egne vurderinger gjør boreingeniøren en tolkning av massene for hver meter. Fargen på boreslammet sier i tillegg noe om det er oksyderende (brunt spylevann) eller reduserende forhold (grått spylevann) i magasinet. Hvis spylevannet forsvinner i grunnen, gir vanntrykket en indikasjon på massenes hydrauliske ledningsevne.

Ved sonderboring med håndholdt borutstyr vurderes løsmassetypen for hver meter ut fra borsynk, dreiemotstand og friksjonslyd ved dreiling av sonderspissen.

### **2 TESTPUMPINGER**

#### **a) Metodikk**

Hvis sonderboringen indikerer egnede masser for grunnvannsuttak, blir det boret en undersøkelsesbrønn for kapasitetsmålinger og prøvetaking av masser og grunnvann i bestemte nivå i magasinet. Brønnen bores med samme utstyr som sonderboringene og den settes ned i et forboret hull. Undersøkelsesbrønner lages av Ø32 mm damprør med en meter filterlengde bestående av 3-5 mm brede slisser. Det finnes også spesielle sandspisser til dette formålet. Før testpumpinga spyles brønnen ren for masser som har trengt inn under boring. Testpumpinga

skjer ved bruk av bensindrevet sugepumpe med en kapasitet på 5 l/s. For å kunne vurdere kapasiteten i hvert nivå og for å få klart grunnvann til prøvetaking, må det bygges opp et naturlig grusfilter rundt brønnfilteret. Dette gjøres ved vekselsvis spyling og pumping av brønnen, dreiling av hele brønnrøret og/eller ved å starte og stoppe pumpa gjentatte ganger. For å få pumpet opp vann med sugepumper må dybden til grunnvannsnivået ikke være større enn 6-7 m.

#### **b) Dataregistreringer**

Før pumpingen starter måles grunnvannsstanden i testbrønnen. I hvert nivå hvor det blir testpumpet, blir brønnens vanngiverevn målt (l/s) og det blir tatt prøver av grunnvannet etter ca. 15 min. pumping. Grunnvannsstanden blir også målt like etter pumpingen. I tillegg blir det gjort en bedømming av vanngjennomgangen ut fra hvor raskt nedspylt vann synker i testbrønnen. Ved en undersøkelse av en grunnvannsforekomst er det vanlig med 2-10 undersøkelsesbrønner som prøvetas og testpumpes i 2-5 forskjellige nivå. Alle sonderboringer og undersøkelsesbrønner blir lagt inn i NGU's hydrogeologiske database.

#### **c) Tolkning**

De forskjellige nivåenes vanngiverevn, vanngjennomgangen i massene og senkningen av grunnvannsstanden under testpumpinga blir brukt til en helhetlig vurdering av grunnvannsmagasinets hydrauliske egenskaper og til å bestemme lokalisering og filterplassering til eventuelle fullskala pumpebrønner.

### **3 SEDIMENTPRØVETAKING**

Sedimentprøver kan tas av oppspylte/oppumpedde masser i hvert nivå hvor det blir testpumpet. Vanligvis tas det oppumpedde prøver, men i tilfeller med lav grunnvannsstand eller for liten prøvemengde ved pumping, tas det oppspylte prøver. Oppspylte prøver tas etter at brønnen er spylt ren for masser som er trengt inn under boring, mens oppumpedde prøver tas like etter oppstart av testpumpinga. Disse sedimentprøvene er ikke helt representative for jordarten idet man mister korn større enn filteråpningen og de minste korna som ikke sedimenterer i prøvekaret. Ved undersøkelser som stiller strengere krav til representative og mer uforstyrrende prøver blir det benyttet gjennomstrømningsprøvetaker.

Ut fra sedimentprøvenes kornfordeling kan man gjøre overslag av massenes hydrauliske ledningsevne og anbefale filteråpning på eventuelle produksjonsbrønner.

### **4 FULLSKALA, LANGTIDS PRØVEPUMPING**

#### **a) Metodikk**

Fullskala, langtids prøvepumping av løsmassebrønner kan skje ved bruk av forskjellige brønntyper og pumper avhengig av forventet grunnvannsnivå under pumping og vannbehov.

Det vanligste er å sette ned fullskala brønner som senere kan benyttes til produksjonsbrønner, men ved usikre forhold brukes det ofte enklere prøvebrønner til prøvepumping.

For å kunne måle grunnvannsnivået rundt prøvebrønnen før og under pumpeperioden blir det satt ut observasjonsbrønner av Ø32 mm damprør med filter bestående av oppslisset rør. Det er viktig at disse brønnene blir satt ned i samme nivå som filteret på prøvebrønnen eller i et nivå med god hydraulisk kommunikasjon til prøvebrønnen. Opp-pumpet grunnvann blir ledet bort fra brønnens influensområde eller til et vassdrag med mye større vannføring enn pumperaten for å unngå reinfiltrasjon og tilbakestrømning til pumpebrønnen.

#### **b) Dataregistrering**

Før og under prøvepumpingen blir grunnvannsstanden i observasjonsbrønnene målt ved hjelp av et spesiallaget målebånd. Målingene blir gjort med korte tidsintervall i starten og stadig lengre intervall etter hvert. I tillegg blir pumperaten målt, enten manuelt med målekår og stoppeklokke eller ved hjelp av automatisk vannmåler. Det prøvepumpes i min. 3 måneder, men for større vannverk bør det prøvepumpes ett år slik at man får med eventuelle sesongvariasjoner i nedbør og vannføring i nærliggende vassdrag som kan ha innvirkning på kapasitet og grunnvannskvalitet.

#### **c) Tolkning**

Pumperaten og senkingen av grunnvannsnivået under pumping gir grunnlag for beregning av hydrauliske parametere som igjen brukes til vurderinger av magasinets/brønnens totale kapasitet og utbredelsen av klausulerinssonene (se GiN-veileder nr. 7).

## **5 VANNPRØVETAKING**

Under grunnvannsundersøkelser tas det vannprøver til fysisk-kjemiske analyser fra:

- undersøkelsesbrønner i løsmasser
- borede fjellbrønner
- kildeutslag
- prøvepumpingsbrønner
- nærliggende produksjonsbrønner
- nærliggende overflatevann som kan infiltrere i grunnvannsmagasinet

Prøvetakingen av grunnvann fra undersøkelsesbrønner blir tatt etter min. 15 min. pumping og fra borede fjellbrønner etter min. 1 times pumping. Vannprøver fra eksisterende produksjonsbrønner tas så nær inntaket som mulig.

Hver vannprøve omfatter en 500 ml ufiltrert prøve til analyse av pH, elektrisk ledningsevne, alkalitet, turbiditet og fargetall, en filtrert (0.45 µm papirfilter) 100 ml prøve til anionanalyser og en 100 ml filtrert og surgjort prøve (tilsatt 0.5 ml ultraren 65 % salpetersyre) til

kationanalyser. Vannprøvene blir lagret i kjølerom/kjøleskap før analyse på NGU's laboratorium.

## **6 FELTANALYSER**

Feltanalyser blir gjort for å få en foreløpig vurdering av grunnvannskvaliteten, og av parametre som må/bør analyseres i felt. Aktuelle kationer og anioner (Fe, Mn, NO<sub>3</sub>), CO<sub>2</sub>-innhold og O<sub>2</sub>-innhold blir bestemt ved bruk av fargespektrometri, mens til feltmålinger av pH, Eh og ledningsevne brukes sensoriske metoder.

Den største fordelen med feltanalysene er at de gir raske indikasjoner på grunnvannskvaliteten. Dette kan ha stor betydning for feltundersøkelsene i og med at foreløpige resultater av grunnvannskvalitet gir grunnlag for omprioriteringer av borerter/lokalisering og filterplasseringen av testbrønner. Forundersøkelser og nedsetting av testbrønner kan dermed gjøres i samme tidsrom.

## **7 LABORATORIEUNDERSØKELSER**

I forbindelse med grunnvansundersøkelser blir det ved NGU's laboratorium utført kornfordelingsanalyser av masseprøver og fysikalsk-kjemiske analyser av grunnvannsprøver. Kornfordelingen er bestemt ved tørrsikting av materiale større enn 0.063 mm med bruk av følgende siktessats: 0.0625 mm, 0.125 mm, 0.25 mm, 0.5 mm, 1.0 mm, 2.0 mm, 4.0 mm, 8.0 mm og 16 mm. Hvis mer enn 10 % av prøven er mindre enn 0.0625 mm blir det kjørt sedigrafanalyse på oppslemt materiale av denne prøvedelen.

Som standard analyseres følgende fysikalsk-kjemiske parametre på vannprøver:

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- ledningsevne</li> <li>- pH</li> <li>- alkalitet</li> <li>- fargetall</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- turbiditet</li> <li>- 30 kationer</li> <li>- 7 anioner</li> </ul> |
|--|--|

Bestemmelse av ledningsevne blir gjort etter Norsk Standard (NS) 4721 og måleinstrumentet er et Radiometer CDM 83 Conductivity meter med en nedre bestemmelsesgrense på 0.004 mS/m og en målenøyaktighet på ± 2% for verdier over 0.2 mS/m, ± 0.004 mS/m i måleområdet 0.004-0.2 mS/m og ± 0.003 mS/m i måleområdet < 0.004 mS/m.

pH-verdien blir bestemt etter NS 4720 og måleinstrumentet er et Radiometer PHM 84 Research pH meter med en analyseusikkerhet på ± 0.05 pH.

Bestemmelse av alkalitet blir gjort etter NS 4754. Måleinstrumentet er et Radiometer PHM 84 Research pH-meter med en nedre bestemmelsesgrense på 0.03 mmol/l og en målenøyaktighet på ± 2.5 % for verdier over 2.0 mmol/l, ± 0.04 mmol/l i måleområdet 0.2-2 mmol/l og ± 0.03 mmol/l i måleområdet 0.03-0.2 mmol/l.

Fargetallet bestemmes etter NS 4787 og instrumenttypen er et SHIMADZU UV-1201 Spektrofotometer med en nedre bestemmelsesgrense på 1.4 og en analyseusikkerhet på  $\pm 7.5\%$ .

Bestemmelse av turbiditet blir gjort etter NS 4723. Måleinstrumentet er et Hach 2100 A Turbidimeter med en nedre bestemmelsesgrense på 0.05 FTU og en analyseusikkerhet på  $\pm 0.04$  FTU i måleområde 0.05-1.0,  $\pm 0.4$  FTU i måleområde 1.0-10,  $\pm 4$  FTU i område 10-100 og  $\pm 40$  FTU i område 100-1000 FTU.

Standardanalyse av 30 forskjellige elementer bestemmes ved ICP og bruk av måleinstrumentet Thermo Jarrell Ash ICP 61. Nedre bestemmelsesgrenser og analyseusikkerhet går fram av tabell 2:

I tillegg kan tungmetaller som Pb, Cd, Hg, As, Se og Sb bestemmes ved bruk av atomadsorbsjon og med en målenøyaktighet som tilfredsstiller de krav som stilles i Forskriftene om vannforsyning og drikkevann m.m. (Sosial- og Helsedepartementet, 1995).

**Tabell 1: Nedre bestemmelsesgrense og analyseusikkerhet for analyserte kationer.**

Element	Nedre bestemmelsesgrense	Analyseusikkerhet	Element	Nedre bestemmelsesgrense	Analyseusikkerhet
Si	20 ppb	10 %	V	5 ppb	
Al	20 ppb	10 %	Mo	10 ppb	10 %
Fe	10 ppb		Cd	5 ppb	20 %
Ti	5 ppb		Cr	10 ppb	
Mg	50 ppb		Ba	2 ppb	
Ca	20 ppb		Sr	1 ppm	
Na	50 ppb	10 %	Zr	5 ppb	10 %
K	500 ppb	20 %	Ag	10 ppb	10 %
Mn	1 ppb		B	10 ppb	10 %
Å	100 ppb		Be	1 ppb	
Cu	5 ppb		Li	5 ppb	20 %
Zn	2 ppb		Sc	1 ppb	
Pb	50 ppb	20 %	Ce	50 ppb	20 %
Ni	20 ppb		La	10 ppb	10 %
Co	10 ppb		Y	1 ppb	

Sju forskjellige anioner bestemmes ved en IC-analyse der instrumenttypen er en Dionex ionekromatograf 2120i. Nedre bestemmelsesgrense går fram av følgende tabell:

**Tabell 2: Nedre bestemmelsesgrense for analyserte anioner**

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	0.10	0.05	0.2	0.1

Analyseusikkerheten er 10 % rel. for alle ionene.

Kvaliteten av analysene er kontrollert ved beregning av ionebalansen ( $\Sigma$ kationer =  $\Sigma$ anioner) Ionebalanseavviket er beregnet etter formelen:

$$(\Sigma\text{kationer}-\Sigma\text{anioner})/(\Sigma\text{kationer} + \Sigma\text{anioner}) \times 100 \%$$

Avhengig av totalkonsentrasjonen kan ionebalanseavviket si om totalkvaliteten i analysen er tilfredsstillende. Ionebalanseavviket bør være mindre enn følgende verdier for at analysen er akseptabel:

$\Sigma\text{Anioner} + \Sigma\text{Kationer}$ [mekv/l]	20	7	0.9
Ionebalanseavvik [%]	2	3	12

Sammenligning av totalt ioneinnhold og målt elektrisk ledningsevne gir også muligheter for å kontrollere analyseresultatene.

NGU, faggruppe for laboratorier er akkreditert for alle de nevnte analysene (akkreditidingsdokument P020), og en nærmere beskrivelse av kvalitetssikring, produksjonsrutiner og måleutstyr er gitt i NGU-SD 0.1 Kvalitetshåndbok for NGU-lab.

## LITTERATUR

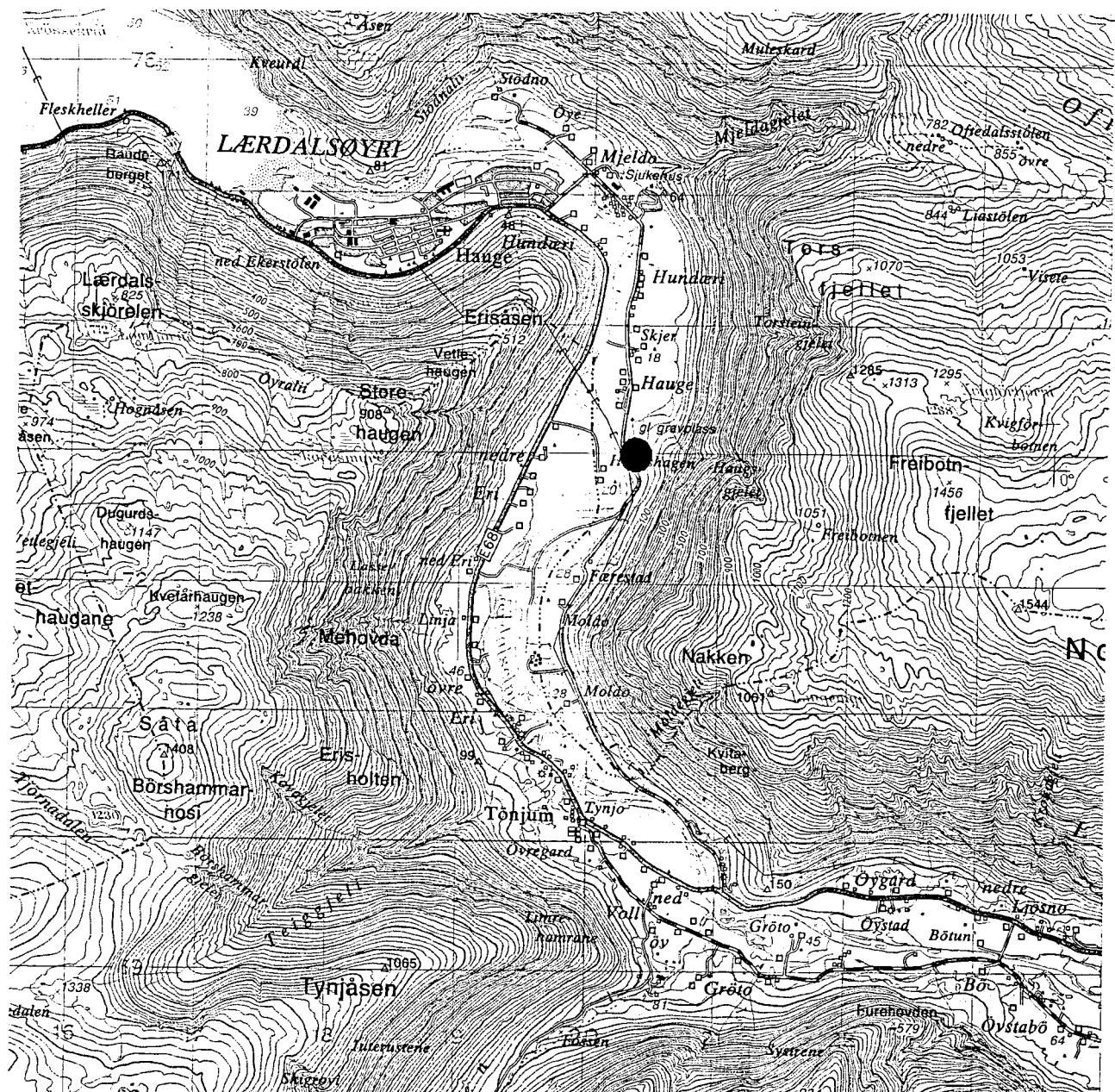
Sosial- og helsedepartementet, 1995: Forskrifter om vannforsyning og drikkevann m.m.

Bjerkli, K., 1994: NGU-SD 0.1 Kvalitetshåndbok for NGU-LAB. *Norges geologiske undersøkelse*.

GiN-veileder nr. 3, 1990: Grunnvannsundersøkelser i løsmasser. *Norges geologiske undersøkelse, Miljøverndepartementet*.

GiN-veileder nr. 6, 1990: Grunnvatn i fjell til spreidd busettnad. *Norges geologiske undersøkelse, Miljøverndepartementet*.

GiN-veileder nr. 7, 1990: Grunnvann. Beskyttelse av drikkevannskilder. *Norges geologiske undersøkelse, Miljøverndepartementet*.



Tegnforklaring:

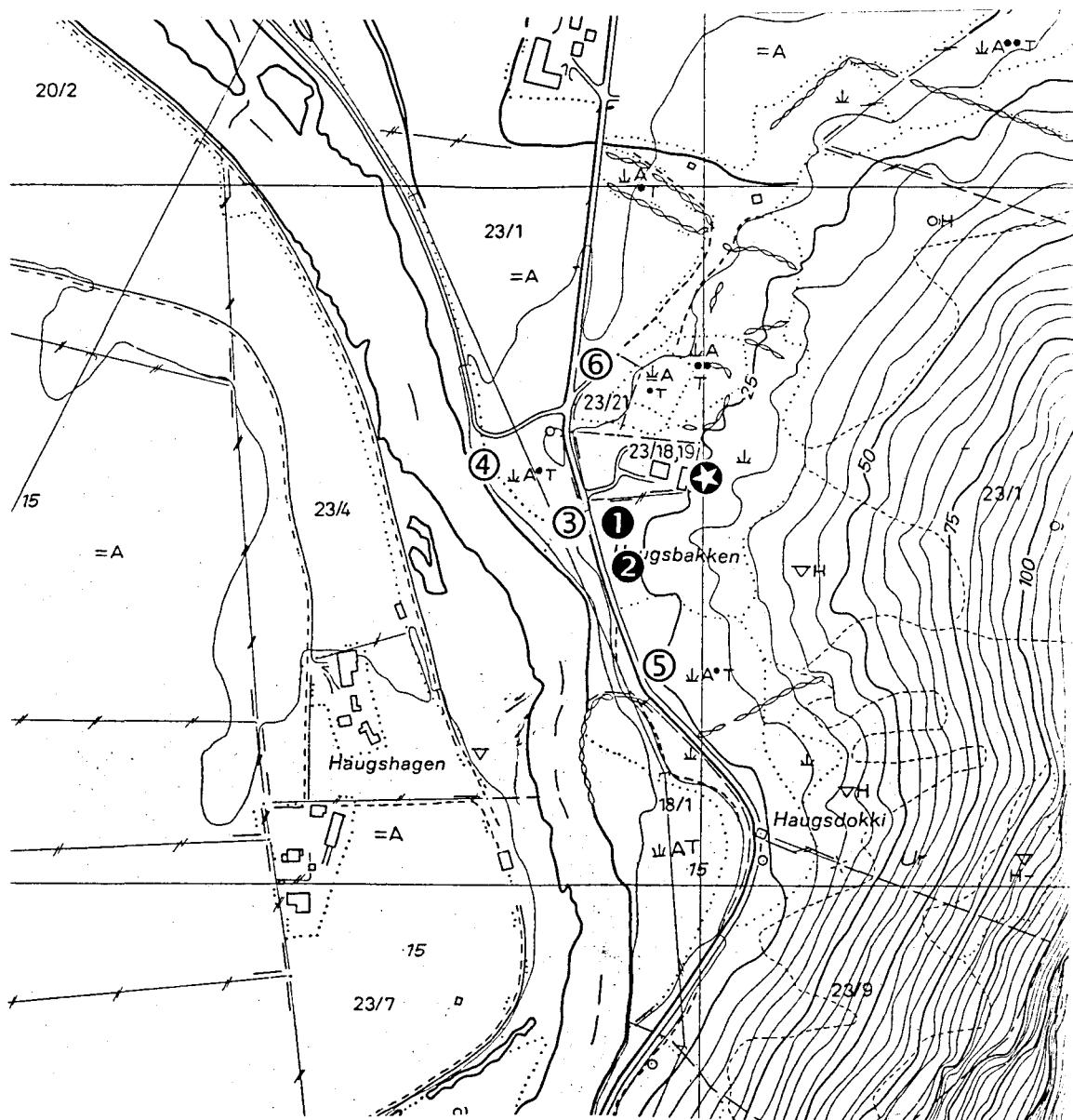
- lokalisering av undersøkt område



N

**HAUGSBAKKEN  
LÆRDAL KOMMUNE  
OVERSIKTSKART**

MÅLESTOKK 1: 50 000	MÅLT	øj, juni -98
	TEGN	øj, mai -99
	TRAC	
	KFR.	



Tegnforklaring:

- ③ Sonderboring
- ① Sonderboring m/testing av vanngjennomgang
- ★ Hyttebrønn

↑  
N

HAUGSBAKKEN  
LÆRDAL KOMMUNE  
DETALJKART

MÅLESTOKK	MÅLT	øj, juni -98
	TEGN	øj, mai -99
	TRAC	
	KFR.	

1: 5000



## Sond, unders.- og obs.brønn

## Norges geologiske undersøkelse

Fra (m)	Til (m) Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvet.metode	Merknader
24,70	25,70 Grusig sand	1-14	Borte				Ja	Ja	Luftblåsing (L)	God vannig.g.
25,70	26,70 Grusig sand	1	Borte				Ja	Ja	Luftblåsing (L)	God vannig.g.
26,70	27,70 Grusig sand	5	Borte							
27,70	28,70 Sand	5	Borte							
28,70	29,70 Grusig sand	5	Borte							
29,70	33,70 Sand	5	Borte							

### Merknad:

Andre opplysninger: Grunnvannstanden før dyp for å pumpe. Blåste med kompressor

Uffyllingsdato: 26.10.1998 Ansvarlig signatur: Ellif Danielsen

**Brønn-ID:** 229 **Type brønn:** Observasjonsbrønn **Fylke:** Sogn og Fjordane **Kommune:** Lærdal (1422)  
**UTM Zone:** 32 **ØV-koordinater:** 420263,00 **NS-koordinater:** 6773075,00 **Høyde over havet:** 25 meter  
**Oppdragsgivers navn:** Lærdal kom. og N.G.U.

Borefirma: Norges geologiske Undersøkelse

Børnedato: 15.06.1998 Børerens navn: E. Danielsen

Borodulin (mønstre fra overværtion):  
33-70 mm Dur til støt (mønstre fra overværtion):  
Hundre øre støttonn (øres hundertal):  
200 Hundre øre støttonn (øres hundertal):

Fra (m)	Til (m)	Filterdiameter (mm)	Lysåpning (mm)	Filtertype	Filtermateriale	Merknad
24,00	25,00		32			Stål

**Ved pravechumming, angi pravayem gingasmetode:**

Yannstand ved endt horning (målt fra rættend):

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvet.metode	Merknader
0,00	5,70	Sand og stein	0	Borte							
5,70	6,70	Sand	0	Borte							
6,70	7,70	Grusig sand	0	Borte							
7,70	10,70	Grov grus	0	Borte							
10,70	12,70	Grus	0	Borte							
12,70	13,70	Grusig sand	0	Borte							
13,70	14,07	Sand	0-5	Borte							
14,70	15,70	Sand	0	Borte							
15,70	16,70	Grusig sand	0	Borte							
16,70	17,70	Grusig sand	1-10	Borte							
17,70	18,70	Grusig sand	1-10	Borte							
18,70	19,70	Grusig sand	5	Borte							
19,70	20,70	Grusig sand	5	Borte							
20,70	21,70	Grusig sand	5	Borte							
21,70	22,70	Grus	5	Borte							
22,70	23,70	Grus	5	Borte							
23,70	24,70	Grus	1-5	Borte							
24,70	25,70	Grus	1-5	Borte							
25,70	26,70	Grus og sand	1-8	Borte							
26,70	27,70	Grus	1-8	Borte							
					Luftblåsing (L)						
					Rødbrun farge. Lite vann						
					Luftblåsing (L)						
					Luftblåsing (L)						
					Middels vannngj.g.						
					Middels vannngj.g.						
					Middels vannngj.g.						
					Middels vannngj.g.						
					Middels til god vannngj.g.						
					God vannngj.g. Bark og lukt						

## Sond., unders.- og obs.brønn

## Norges geologiske undersøkelse

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvet.metode	Merknader
27,70	28,70	Grusig sand	1-10	Borte							
28,70	29,70	Grus	1-10	Borte							
29,70	30,70	Grusig sand	1-10	Borte							
30,70	33,70	Grusig sand	6	Borte							

### Merknad:

Andre opplysninger: Grunnvannstanden for dyp til å pumpe. Brukte kompressor.

Utfyllingsdato: 26.10.1998 Ansvarlig signatur: Eilif Danielseen

Brunn-ID:	230	Type brønn:	Observasjonsbrønn	Fylke:	Sogn og Fjordane	Kommune:	Lærdal (1422)
UTM Sone:	32	ØV-koordinater:	420312.00	NS-koordinater:	6772989.00	Høyde over havet:	20 meter
Oppdragsgivars navn:	Lærdal kom. og N.G.U.						

**Borefirma:** Norges geologiske undersøkelse

Boredato: 15.06.1998 Børerens navn: Ellif Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten):	23,70 m	Dyp til fjell (målt fra overflaten):	m	Høyde av rørtopp (over havnivå):	m	Høyde av rørtopp (over bakkenivå):	m
Fra (m)	Til (m)	Filterdiameter (mm)	Lysåpning (mm)	Filtertype	Filtermateriale	Merknad	
18,00	19,00	—	—	32	—	—	Stål

Ved prøvepumping, angiver prøvepumpingsmetoden:

Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten):  
m Vannstand ved endt boringa (målt fra overflaten):  
Målt dato: 15.06.1998

0,00	1,70 Sand, grus, stein, blokk	0	Grått
1,70	2,70 Sand og stein	0	Grått
2,70	4,70 Grusig sand	1-5	Borte
4,70	7,70 Sand	1-5	Borte
7,70	9,70 Grusig sand	0	Borte
9,70	13,70 Grusig sand	1-3	Borte
13,70	17,70 Siltig sand	2-5	Borte
17,70	19,70 Grusig sand	1-5	Borte
19,70	22,70 Grusig sand	3	Borte
22,70	23,70 Grusig sand	3-12	Borte

- 2 -

Merknad: □ □ □ □ □

## Sond., unders.- og obs.brønn

## Norges geologiske undersøkelse

Brønn-ID: 231 Type brønn: Observasjonsbrønn Fylke: Sogn og Fjordane Kommune: Lærdal (1422)  
UTM Sone: 32 ØV-koordinater: 420204,00 NS-koordinater: 6773166,00 Høyde over havet: 15 meter  
Oppdragsgivers navn: Lærdal komm. og NGU.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse

Boredyp (målt fra overflaten): 11,70 m Dyp til fjell (målt fra overflaten): m Høyde av rørtopp (over havnivå): m

Fra (m)	Til (m)	Filterdiameter (mm)	Lysåpning (mm)	Filtertype	Filtermateriale	Merknad
8,00	9,00	32			Stål	

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode:

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten): m

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvet.metode	Merknader
0,00	2,70	Sand og stein	0	Borte							
2,70	4,70	Sand og stein	1-5	Borte							
4,70	5,70	Sand	5	Borte							
5,70	8,70	Grusig sand	0-5	Borte							
8,70	9,70	Sand	0-5	Borte							
9,70	11,70	Grusig sand	0-3	Borte							

Merknad:

Andre opplysninger: Peilerør

Uffyllingsdato: 27.10.1998 Ansvarlig signatur: Ellif Danielsen

## Sond., unders.- og obs.brønn

## Norges geologiske undersøkelse

Brønn-ID: 232 Type brønn: Observasjonsbrønn Fylke: Sogn og Fjordane Kommune: Lærdal (1422)  
UTM Sone: 32 ØV-koordinater: 420273,00 NS-koordinater: 6772975,00 Høyde over havet: 25 meter  
Oppdragsgivers navn: Lærdal komm. og NGU.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse

Boredyp (målt fra overflaten): 19,70 m Dyp til fjell (målt fra overflaten):

Boredato: 15.06.1998 Borerens navn: E. Danielsen

m Høyde av rørtopp (over havnivå):

m Høyde av rørtopp (over bakkenivå):

Bore (m) Til (m) Filterdiameter (mm) Lysåpning (mm) Filtertype

Filtermateriale

Merknad

Stål

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode:

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp):

m Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten):

m Høyde av rørtopp (over havnivå):

m Høyde av rørtopp (over bakkenivå):

Fra (m) Til (m) Løsmasseprofil Vanntrykk

Boreslamfarge

Vannuttak (l/s)

Temperatur (°C)

Pumpetid (min)

Vannprøve?

Jordprøve?

Prøvet.metode

Merknader

0,00 1,70 Grus og sand 0

Grått

1,70 3,70 Sand, grus, Stein, blokk 0

Grått

3,70 4,70 Sand, grus, Stein, blokk 0

Borte

4,70 5,70 Sand 1

Borte

5,70 6,70 Grusig sand 1

Borte

6,70 7,70 Grus 1

Borte

7,70 8,70 Grus 1-5

Borte

8,70 9,70 Grusig sand 1-8

Borte

9,70 12,70 Grusig sand 0-2

Borte

12,70 13,70 Grus 0

Borte

13,70 15,70 Grusig sand 0

Borte

15,70 17,70 Grus 0

Borte

17,70 19,70 Grusig sand 1-8

Borte

Merknad:

Andre opplysninger: Peilerør

Ufyllingsdato: 27.10.1998 Ansvarlig signatur: Ellif Danielsen

## Sond., unders.- og obs.brønn

## Norges geologiske undersøkelse

Brønn-ID: 233 Type brønn: Observasjonsbrønn Fylke: Sogn og Fjordane Kommune: Lærdal (1422)  
UTM Sone: 32 ØV-koordinater: 420384,00 NS-koordinater: 6773060,00 Høyde over havet: 18 meter  
Oppdragsgivers navn: Lærdal komm. og NGU.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse

Boredyp (målt fra overflaten): 15,70 m Dyp til fjell (målt fra overflaten):

Boredato: 15.06.1998 Borerens navn: E. Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 15,70 m Dyp til fjell (målt fra overflaten): m Høyde av rørtopp (over havnivå): m

Høyde av rørtopp (over bakkenivå): m

Fra (m) Til (m) Filterdiameter (mm) Lysåpning (mm) Filtertype Filtermateriale Merknader

10,00 11,00 32 Stål

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode:

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten): m

Målt dato: 15.06.1998

## Boring 6

Boredato: 15.06.1998 Borerens navn: E. Danielsen

Høyde av rørtopp (over havnivå): m

Høyde av rørtopp (over bakkenivå): m

Fra (m) Til (m) Løsmasseprofil Vanntrykk Boreslamfarge Vannuttak (l/s) Temperatur (°C) Pumpetid (min) Vannprøve? Jordprøve? Prøvet.metode Merknader

0,00 1,70 Grus og stein 0 Grått

1,70 2,70 Sand og stein 0 Grått

2,70 3,70 Sand 0 Grått

3,70 4,70 Siltig sand 0 Grått

4,70 5,70 Grus 0 Grått

5,70 11,70 Grusig sand 0 Borte

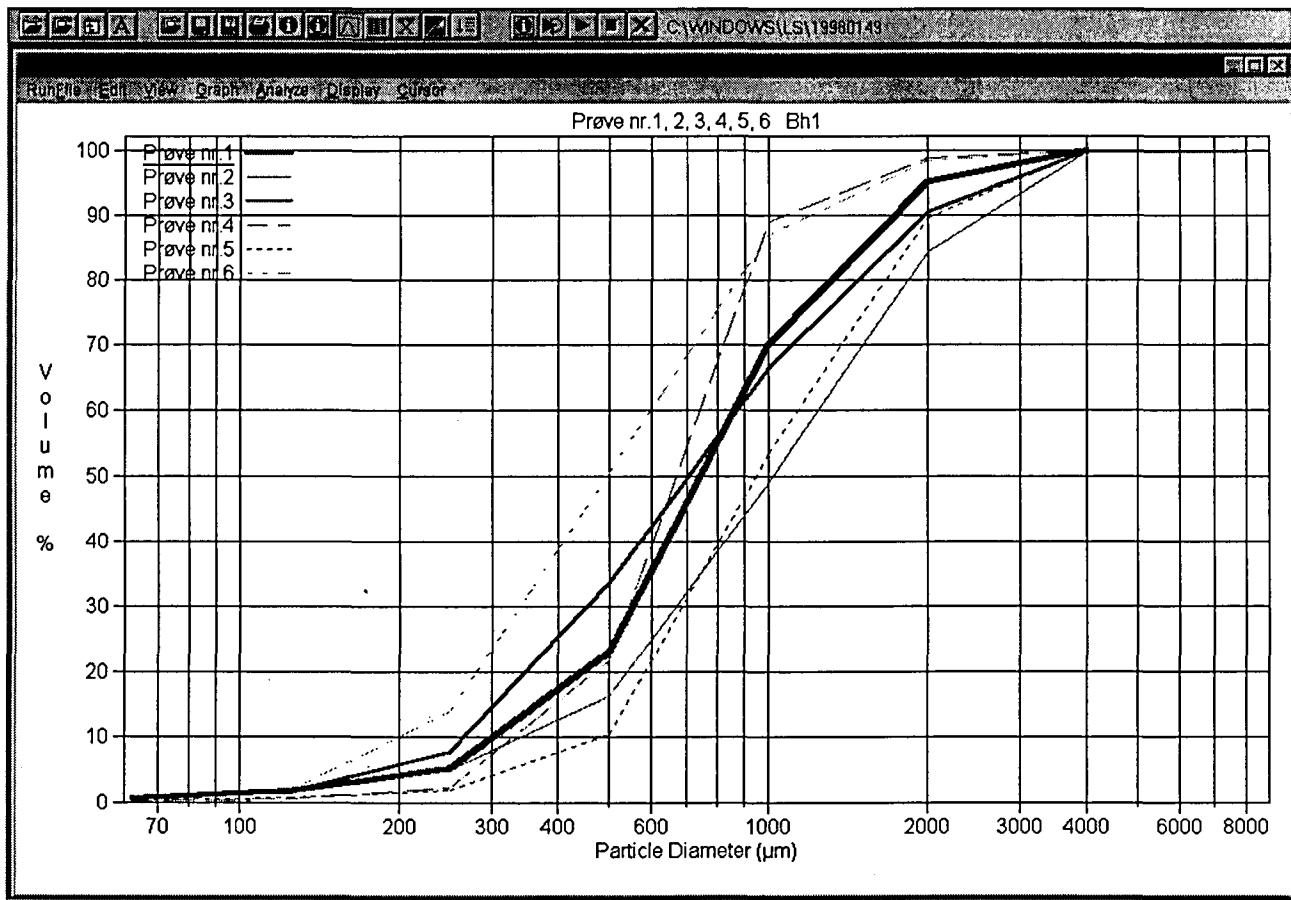
11,70 13,70 Grusig sand 1-3 Borte

13,70 15,70 Grusig sand 0-5 Borte

Merknad:

Andre opplysninger: Peierør

Utfyllingsdato: 27.10.1998 Ansvarlig signatur: Ellif Danielsson

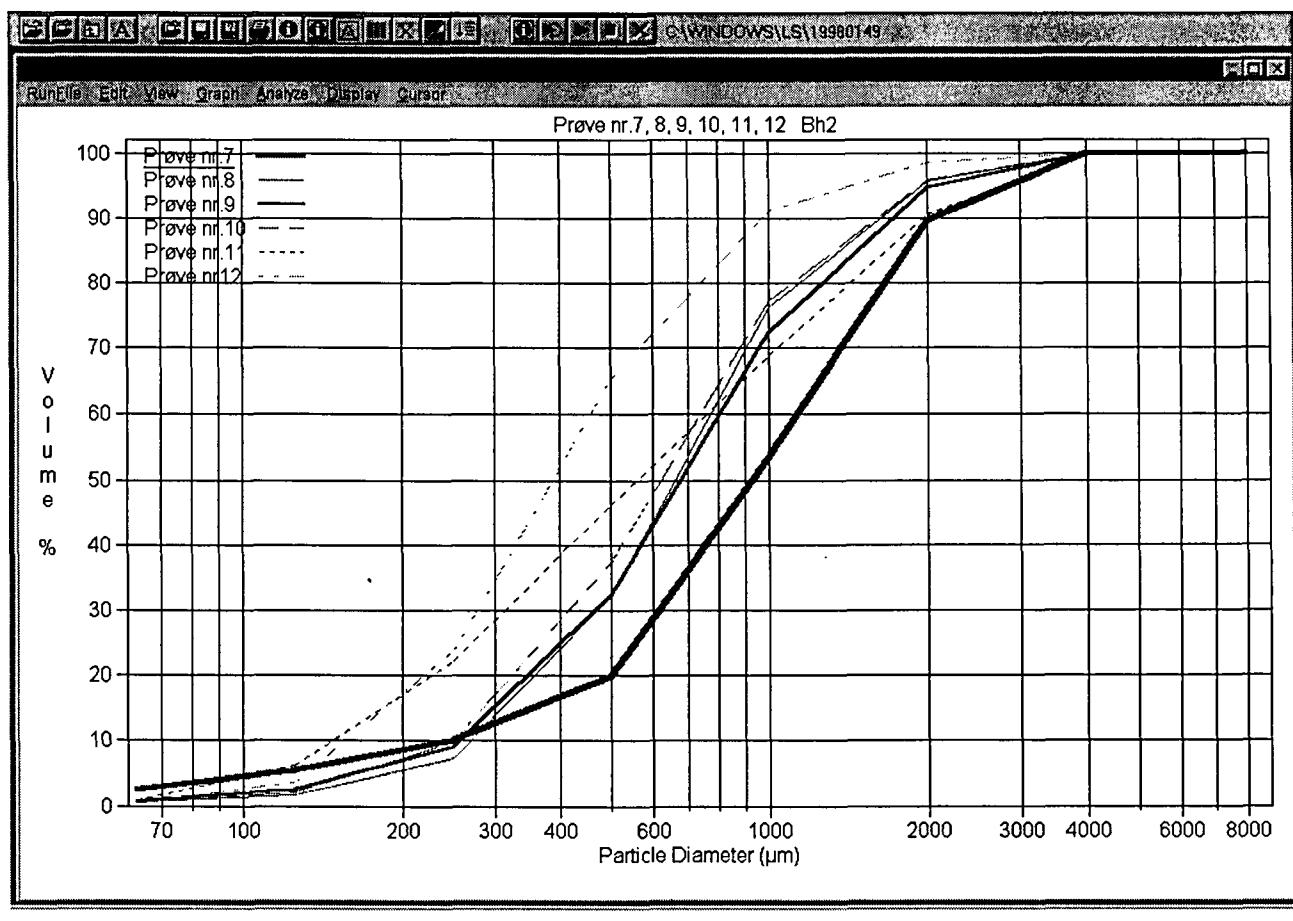


SAND

GRUS

#### Kornfordelingskurver av masseprøver fra borehull 1:

Prøve nr. 1	-	16.7 – 17.7 m
Prøve nr. 2	-	18.7 – 19.7 m
Prøve nr. 3	-	20.7 – 21.7 m
Prøve nr. 4	-	24.7 – 25.7 m
Prøve nr. 5	-	26.7 – 27.7 m
Prøve nr. 6	-	28.7 – 29.7 m



Kornfordelingskurver av masseprøver fra borehull 2:

Prøve nr. 7	-	16.7 – 17.7 m
Prøve nr. 8	-	18.7 – 19.7 m
Prøve nr. 9	-	20.7 – 21.7 m
Prøve nr. 10	-	22.7 – 23.7 m
Prøve nr. 11	-	26.7 – 27.7 m
Prøve nr. 12	-	28.7 – 29.7 m

## VANNANALYSER

FYLKE: Sogn og Fjordane

KART (M711): 1417-2 Lærdalsøyri

KOMMUNE: Lærdal

PRØVESTED: Haugsbakken

OPPDRAKSNUMMER: 130/98

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	1	1	1				
Dato	15.06.98	15.06.98	15.06.98				
Brønntype	prøvebrønn	prøvebrønn	prøvebrønn				
Prøvedyp m	16,7-17,7	24,7-25,7	28,7-29,7				
Brønndimensjon mm	32	32	32				
X-koordinat Sone: 32	420299	420299	420299				
Y-koordinat Sone: 32	6773053	6773053	6773053				

Fysisk/kjemisk								Veilegende verdi	Største tillatte koncentrasjon
Surhetsgrad, felt/lab	pH	7,29	8,01	7,99				7,5-8,5	6,5-8,5 <sup>2</sup>
Leitungsevne, felt/lab	mS/m	9,6	33,8	26,9				< 40	
Temperatur	°C							< 12	25
Alkalitet	mmol/l	0,31	1,66	2,68				0,6-1,0 <sup>2</sup>	
Fargetall	mg Pt/l	5,9	9,1	178				< 1	20
Turbiditet	F.T.U	78	31	15				< 0,4	4
Oppløst oksygen	mg O <sub>2</sub> /l							> ca 9	
Fritt karbodioksid	mg CO <sub>2</sub> /l							< 5 <sup>2</sup>	
Redoks.potensial, E <sub>h</sub>	mV								
Anioner									
Fluorid	mg F/l	0,32	0,96	0,94					1,5
Klorid	mg Cl/l	1,70	1,51	5,07				< 25	
Nitritt	mg NO <sub>2</sub> /l	<0,05	<0,05	<0,05					0,16
Brom	mg Br/l	<0,1	<0,1	<0,1					
Nitrat	mg NO <sub>3</sub> /l	2,87	0,34	0,25					44
Fosfat	mg PO <sub>4</sub> /l	<0,2	<0,2	7,62					
Sulfat	mg SO <sub>4</sub> /l	18,6	73,0	<0,1				< 25	100
<i>Sum anioner+alkalitet</i>	<i>meq/l</i>	<i>0,809</i>	<i>3,30</i>	<i>2,88</i>					
Kationer									
Silisium	mg Si/l	4,7	10,0	16,7					
Aluminium	mg Al/l	0,04	<0,02	0,07				< 0,05	0,2
Jern	mg Fe/l	0,07	0,04	0,67				< 0,05	0,2
Magnesium	mg Mg/l	1,02	3,21	1,94					20
Kalsium	mg Ca/l	12,2	57,4	4,9				15-25 <sup>2</sup>	
Natrium	mg Na/l	2,2	3,4	51,9				< 20	150
Kalium	mg K/l	2,28	2,43	3,12				< 10	12
Mangan	mg Mn/l	0,009	0,028	0,023				< 0,02	0,05
Kobber	mg Cu/l	<0,005	<0,005	<0,005				< 0,1	0,3
Sink	mg Zn/l	0,004	<0,002	0,005				< 0,1	0,3
Bly	mg Pb/l	<0,05	<0,05	<0,05					0,02
Nikkel	mg Ni/l	<0,02	<0,02	<0,02					0,05
Kadmium	mg Cd/l	<0,005	<0,005	<0,005					0,005
Krom	mg Cr/l	<0,01	<0,01	<0,01					0,05
Sølv	mg Ag/l	<0,01	<0,01	<0,01					0,01
<i>Sum kationer<sup>3</sup></i>	<i>meq/l</i>	<i>0,85</i>	<i>3,3442</i>	<i>2,741</i>					
<i>Ionebalanseavvik<sup>4</sup></i>	<i>%</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>-2</i>					

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

2. Vannet bør ikke være aggressivt.

3. Sum kationer = Na + Ca + Mg + K.

4. Ionebalanseavvik = Σkationer-Σanioner/(Σkationer+Σanioner)-100%

## VANNANALYSER

FYLKE: Sogn og Fjordane  
KOMMUNE: Lærdal  
OPPDRAKSNUMMER: 130/98

KART (M711): 1417-2 Lærdalsøyri  
PRØVESTED: Haugsbakken  
ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	2	2	2	Hyttebrønn		
Dato	16.06.98	16.06.98	16.06.98	16.06.98		
Brønnstype	prøvebrønn	prøvebrønn	prøvebrønn	prod.brønn		
Prøvedyp m	16,7-17,7	18,7-19,7	28,7-29,7	24		
Brønndimensjon mm	32	32	32	125		
X-koordinat Sone: 32	420263	420263	420263	420325		
Y-koordinat Sone: 32	6773040	6773040	6773040	6773070		

Fysisk/kjemisk								Veilegende verdi	Største tillatte koncentrasjon
Surhetsgrad, felt/lab	pH	7,08	7,22	7,43	7,01			7,5-8,5	6,5-8,5 <sup>2</sup>
Ledningsevne, felt/lab	µS/cm	9,5	10,9	12,3	8,9			< 400	
Temperatur	°C							< 12	25
Alkalitet	mmol/l	0,32	0,37	0,57	0,29			0,6-1,0 <sup>2</sup>	
Fargetall	mg Pt/l	12,1	9,6	25,2	2,0			< 1	20
Turbiditet	F.T.U		120	140	1,0			< 0,4	4
Oppløst oksygen	mg O <sub>2</sub> /l							> ca 9	
Fritt karbodioksid	mg CO <sub>2</sub> /l							< 5 <sup>2</sup>	
Redoks.potensial, E <sub>h</sub>	mV								

### Anioner

Fluorid	mg F/l	0,34	0,21	0,41	0,28				1,5
Klorid	mg Cl/l	2,46	1,97	1,77	1,34			< 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	1,91	0,59	0,46	1,74				44
Fosfat	mg PO <sub>4</sub> /l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2				
Sulfat	mg SO <sub>4</sub> /l	19,6	25,2	23,2	18,9			< 25	100
<i>Sum anioner+alkalitet</i>	meq/l	0,846	0,93	1,13	0,76				

### Kationer

Silisium	mg Si/l	5,1	5,9	7,7	4,1				
Aluminium	mg Al/l	0,16	0,09	0,26	0,03			< 0,05	0,2
Jern	mg Fe/l	0,61	0,21	0,49	0,02			< 0,05	0,2
Magnesium	mg Mg/l	1,14	2,31	3,42	0,81				20
Kalsium	mg Ca/l	9,9	11,4	8,7	11,3			15-25 <sup>2</sup>	
Natrium	mg Na/l	2,9	3,3	5,0	1,8			< 20	150
Kalium	mg K/l	3,95	2,60	2,77	2,09			< 10	12
Mangan	mg Mn/l	0,018	0,027	0,041	0,003			< 0,02	0,05
Kobber	mg Cu/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005			< 0,1	0,3
Sink	mg Zn/l	0,002	0,003	0,002	0,004			< 0,1	0,3
Bly	mg Pb/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05				0,02
Nikkel	mg Ni/l	<0,02	<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
<i>Sum kationer<sup>3</sup></i>	meq/l	0,82	0,9701	1,0047	0,7634				
<i>Ionebalanseavvik<sup>4</sup></i>	%	-2	2	-6	0				

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

2. Vannet bør ikke være aggressivt.

3. Sum kationer = Na + Ca + Mg + K.

4. Ionebalanseavvik = Σkationer-Σanioner/(Σkationer+Σanioner)-100%