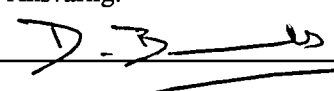


NGU Rapport 97.138

Grunnvannsundersøkelse ved Furestøyl i  
Brokke, Valle kommune

Rapport nr.: 97.138		ISSN 0800-3416	Gradering: åpen	
Tittel: Grunnvannsundersøkelse ved Furestøyl i Brokke, Valle kommune				
Forfatter: Helge Skarphagen		Oppdragsgiver: Valle kommune		
Fylke: Aust Agder		Kommune: Valle		
Kartblad (M=1:250.000) Sauda		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) Valle 1413 2		
Forekomstens navn og koordinater: Furestøyl sone 32 V 04110 65517		Sidetall: 38	Pris: kr. 60,-	
Feltarbeid utført: juni 96		Rapportdato:	Prosjektnr.: 2712.09	Ansvarlig: 
Sammendrag:				
<p>Det er ønsket fra kommunen å få påvist den best egnete lokaliteten for vannforsyning til et fremtidig utbyggingsområde for fritidseiendommer. Det ble boret opp 4 lokaliteter på grunnlag av georadarprofiler (NGU Rapport 95.148). To lokaliteter ble prøvetatt og den østligste lokaliteten lengst fra elven ved gamle tufter, synes best egnet.</p> <p>Det opplyses om drikkevannsforskriftene § 15 og kravet til beskyttelsestiltak av vannkilden, samt mulig finansiell støtte fra KAD.</p> <p>Det er gitt et forslag til brønndimensjonering: Ø 200 mm, Con-Slot, slisseåpning 0,7 mm, filterplassering 6,5 - 11,5 m dyp, forventet maks kapasitet 500 l/min</p>				
Emneord: Grunnvann	Boringer		Lite vannverk	
Løsmasser	Hydrogeologi			
			Fagrapport	

## **INNHold**

1. INNLEDNING.....	4
2. LOKALITETER-UNDERSØKELSER-RESULTATER.....	4
3. KONKLUSJONER - ANBEFALINGER.....	5

## **VEDLEGG**

Vedlegg 1.	Kartbilag Valle
Vedlegg 2.	Kartbilag Furestøyl
Vedlegg 3 a.	Sonderboring og undersøkelsesbrønn pkt 1
Vedlegg 3 b.	Sonderboring pkt 2
Vedlegg 3 c.	Sonderboring pkt 3
Vedlegg 3 d.	Sonderboring og undersøkelsesbrønn pkt 4
Vedlegg 4.	Vannanalyser
Vedlegg 5.	Kornfordelingsanalyse
Vedlegg 6.	Hydrogeologiske og hydrokjemiske felt- og laboratoriemetoder
Vedlegg 7.	Analyserapport fra NGU-lab. Analyserapport 1996.0190

## 1. INNLEDNING

Rapporten er utarbeidet som følge av en henvendelse fra Valle kommune, hvor NGU ble anmodet om å påvise en mulig grunnvannsforsyning til et fremtidig hyttefelt på Furestøyl i Brokke. Vannbehovet som ble lagt til grunn er beregnet ut fra et maksimum på 200 hytter. Dette gir anslagsvis et behov på 150 l/minutt. Etter oversiktsbefaringen høsten 1995 som ga indikasjoner om relativt grunne løsmasseforekomster, ble det av NGU anbefalt å utføre georadarmålinger. Disse ble utført høsten 1995, og er beskrevet i NGU rapport 95.148. Georadarprofilene ble tolket til å vise relativt liten løsmassemektighet i den vestligste delen av det aktuelle undersøkelsesområdet, men brukbare mektigheter og gode muligheter for grunnvannsuttak i den sentrale og østligste delen. På dette grunnlaget ble det besluttet å utføre sonderboringer og rørdriking sommeren 1996 med NGUs Borro boremaskin.

## 2. LOKALITETER-UNDERSØKELSER-RESULTATER

Undersøkelsesområdet og borepunktene lokalisering er vist i kartbilag 1 og 2. Sonderboringene i pkt. 2 og 3 bekreftet georadarmålingene og det ble ikke påvist tilstrekkelige løsmassemektigheter som kunne egne seg for å etablere en drikkevannsbrønn i den vestligste delen av området. I den sentrale delen av elvesletten kom det frem på georadarprofilene lokaliteter med muligheter til å oppnå tilstrekkelig dyp. Det ble boret på de to antatt beste lokalitetene (pkt 1 og 4) som fremkom på georadarmålingene, og som samtidig synes å bli minst mulig negativt påvirket av myrvann og minst utsatt med tanke på flom.

Elveslettens flomkappe bestod for en stor del av stor stein og blokk, slik at hver av sonderingene i pkt 1, 2 og 3 representerer flere forsøk før man kom gjennom flomkappen. Det vises til detaljer i vedlegg 2 a, b, c, d som beskriver sonderboringene.

Rørdriking ble utført i pkt 1 og 4 med 5/4" damprør, hvor den nederste meteren er slisset opp med 2 - 4 mm lysåpning. Dette gir muligheter for å pumpe/spyle opp sand og grus til kornfordelingsanalyse for å dimensjonere brønfilter. Se vedlegg 2 a og 2 d «Skjema for grunnvannsundersøkelse» for detaljer.

Resultatene av undersøkelsen viser at pkt. 4 oppe ved hustuftene er best egnet. Ved at brønnen kommer noe opp og vekk fra elvebredden, oppnår man bedre sikkerhet ved høy vannføring/-flom, ved at elvevannet ikke vil kunne infiltrere direkte ned fra overflaten i brønnens nærområde. Slik infiltrasjon gir kort oppholdstid og kan medføre øket fare for forurensning av drikkevannet. Ved at brønnen kommer noe opp fra grunnvannsnivået (som styres av vannstanden i elven), får man en umettet sone som også beskytter brønnen mot overflate-

forurensning. Undersøkelsene viste også at kapasitet og vannførende mektighet var klart best i pkt 4. Etter eventuell boring av en produksjonsbrønn vil langtidspumping og vannprøvetaking måtte foretas for å teste kapasitet og kvalitet.

I henhold til drikkevannsforskriftene av 1. januar 1995 med kommentarer, skal alle vannforsyningsanlegg større enn 20 hus/hytter godkjennes. Kravet i forskriftene § 15 (merknader) om to hygieniske barrierer innebærer at vannkildens influensområde må beskyttes for å få vannverket godkjent. Området rundt brønnen må da undersøkes nærmere for å fremskaffe data som er egnet til å beregne brønnens influensområde. Det må da settes ned peilerør før prøvepumpingen tar til, som så benyttes til vannstandsobservasjoner i feltet. De registrerte dataene legges til grunn for å beregne brønnens tilstrømningsområde. Normalt innebærer det å sette ned peilerør som benyttes til i feltet vannstandsobservasjoner før prøvepumpingen tar til. Under prøvepumping, tas det regelmessige prøver for kjemisk/bakteriologisk analyse. Det vises til Folkehelsas veileder: A3 «Beskyttelse av grunnvann».og GIN-veileder nr. 7 Grunnvann, beskyttelse av drikkevannskilder.

Vi antar at kostnadene til slike undersøkelser delvis vil kunne dekkes over Kommunal- og arbeidsdepartementets program for vannforsyning - PROVA (550. Post 54) etter foreskrevet prosedyre. Det anbefales derfor å kontakte Folkehelsa som er tillagt sekretariatsfunksjonen i PROVA for detaljer.

### **3. KONKLUSJONER - ANBEFALINGER**

Undersøkelsene som er gjennomført, viser at det er gode muligheter for å dekke vannbehovet til den planlagte utbyggingen.

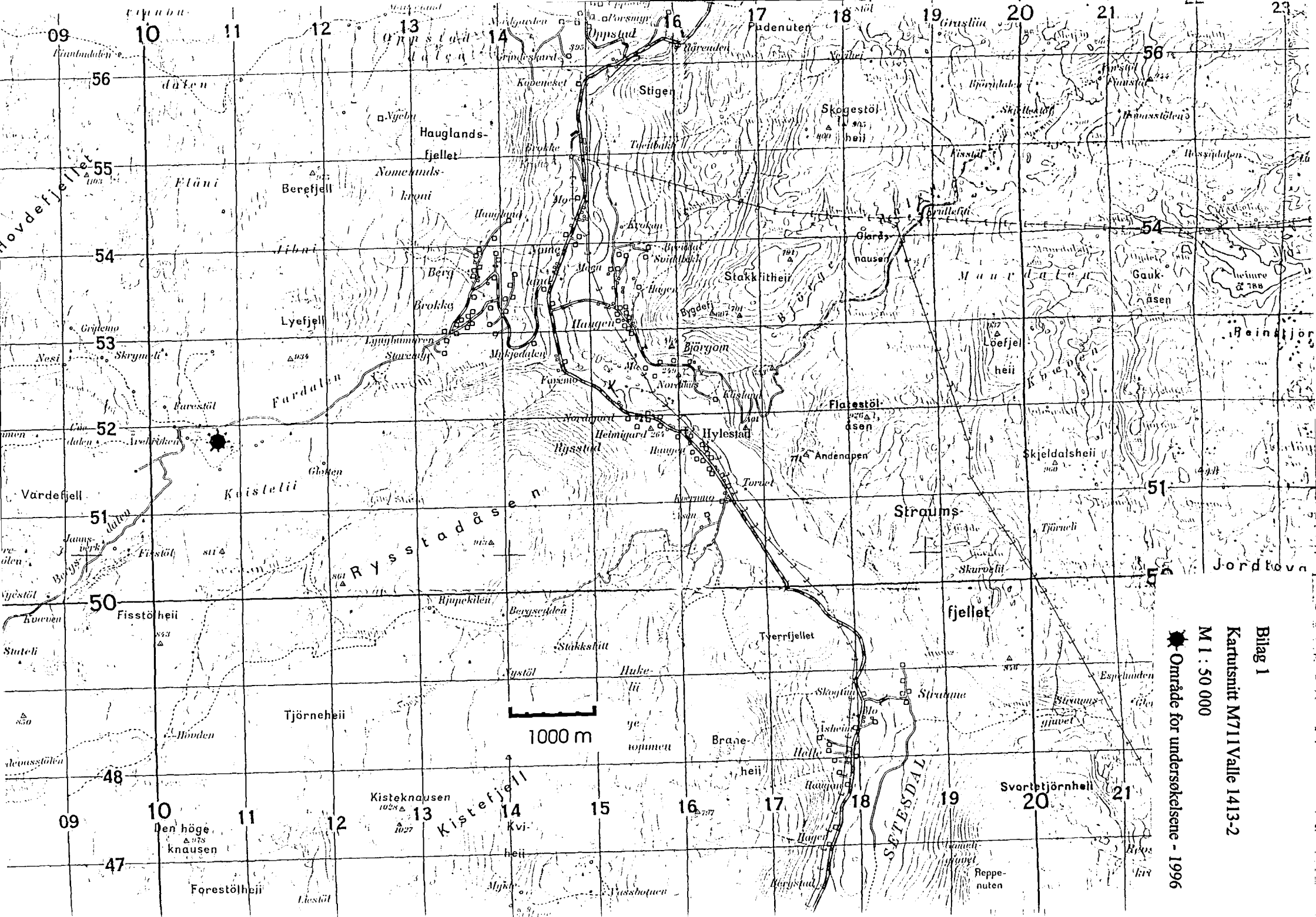
Vannkvaliteten synes å være god, med unntak av litt lave verdier for pH og alkalitet, se vedlegg 3. Det vil derfor være aktuelt å installere et marmorfilter eller tilsvarende alkaliserings-anlegg for å justere disse. De relativt små overskridelsene i forhold til drikkevannsforskriftenes normer for aluminium som er påvist i borepunkt 4, kan forventes å gå noe ned etter som brønnen blir tatt i bruk. Verdiene for turbiditet ved uttak av vannprøver i forbindelse med undersøkelsesboringer er vanligvis høyere enn i produksjonsbrønnen, dette gir seg til kjenne ved noe forhøyet verdier for aluminium og jern.

Vi anbefaler at det anlegges en brønn som prøvepumpes over tid, gjerne 3 - 4 mnd. Det er en fordel om prøvepumpingen foretas over en periode som innbefatter både liten og stor vannføring i elven, og at det tas flere vannprøver til bakteriologisk og fysisk/kjemisk analyse. Det bør ikke tas bakteriologiske prøver før det har gått noen uker etter at brønn, inklusive pumpe er installert, dette for å unngå at man får påvist bakterier i grunnvannet på feil grunnlag.

Nedsetting av peilerør, utarbeidelse av program for prøvepumping, prøvetaking, bearbeidelse av data og forslag til sikringssoner vil kunne foretas som et oppdrag av NGU eller et konsulentfirma.

Ut fra en plassering i pkt 4 og terrengnivå har vi følgende forslag til dimensjonering av brønn:

Materiale:	Rustfritt stål
Dimensjon:	Ø 200 mm
Total dybde:	12,5 m
Sumprør:	11,5-12,5 m
Filterplassering:	6,5 - 11,5 m
Filertype :	kontinuerlig slissefilter (Con-Slot eller tilsvarende)
Filteråpning:	0,7 - 0,8 mm
Pumpeplassering:	i filteret, eventuelt med skjørt
Antatt maks kapasitet:	500 l/ minutt



Bilag 1

Kartusnitt M711Valle 1413-2

M 1 : 50 000

★ Område for undersøkelsen - 1996

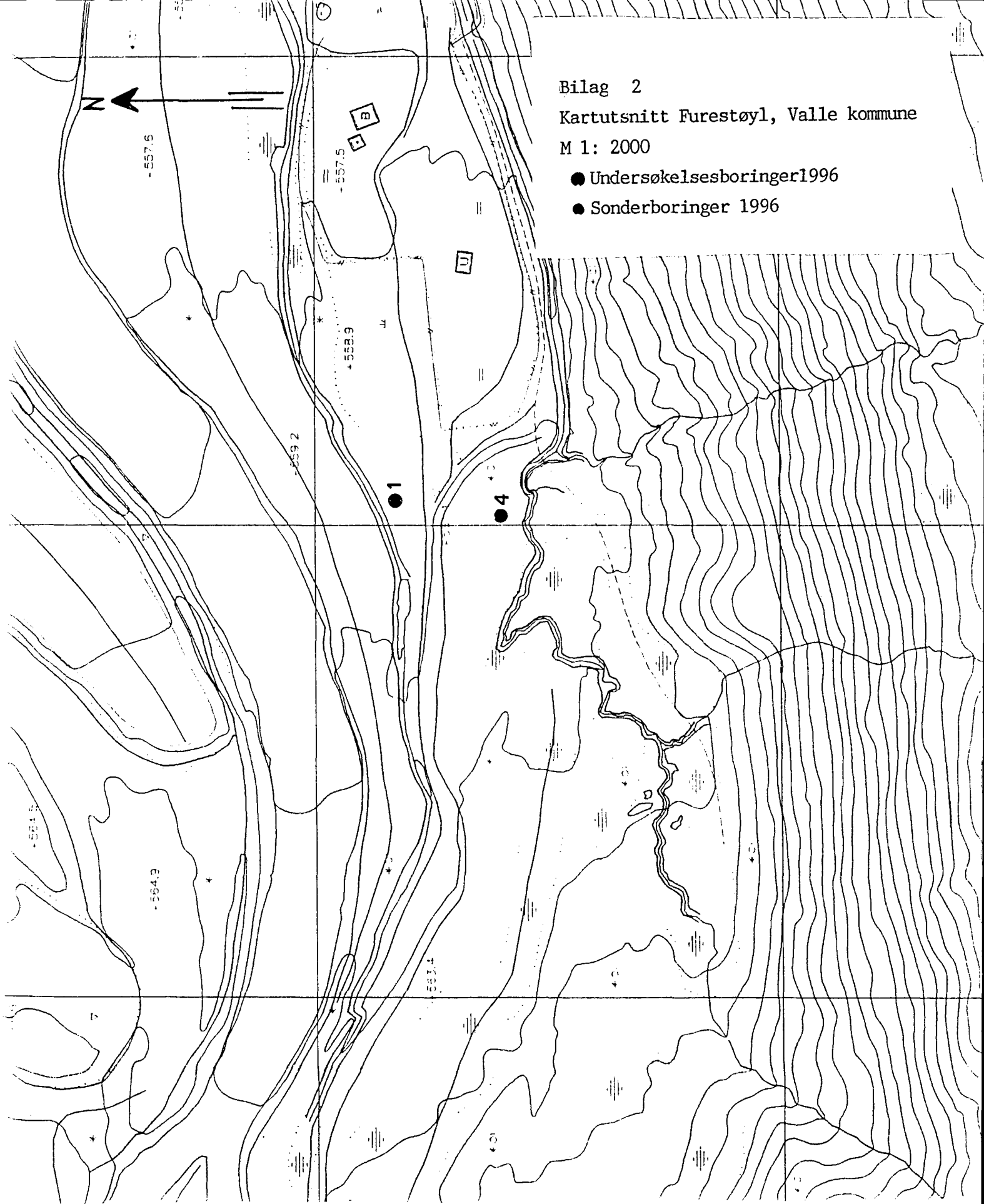
Bilag 2

Kartutsnitt Furestøyl, Valle kommune

M 1: 2000

● Undersøkelsesboringer1996

● Sonderboringer 1996



●2

●3



## GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

**STED:** Furestøy, Valle kommunel

**UTFØRT DATO:** 17.08.96

**BORPUNKT NR:** 1

**BORUTSTYR:** Borro borerigg

**SONDERBORING:** 64 mm      **UNDERSØKELSESRØNN:** x

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1413-2      **SONE:** 32 V      **Ø-V:** 0411005      **N-S:** 6551528

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:**

**BRØNN-/FILTERTYPE:** 32 mm rør med 1 m filter og 2-4 mm slisseåpning

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:**

**MERKNAD:**

Koordinater tatt med håndholdt GPS noe unøyaktig angivelse

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid for prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	myr, sten , grus		ds s		brunt brunt				mye blokk
	sten grus, sand	2,45	s						
3,5		0,5	ds		borte				
	sand	0,5	ds						
5,5		0,5	ds					60	
	sand	0,55	ds						VP MP
7,5	sand	1,07	ds					20	
	sand, finsand	1,4	ds						
9,5	sand, finsand	2,4	ds					ca 10	dårlig vanngjennomgang
	morene ?	3,05	s						
11,5	morene ?	3,15	s						
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [ $\mu$ S/cm]

**GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER**

**STED:** Furestøy, Valle kommunel

**UTFØRT DATO:** 18.08.96

**BORPUNKT NR:** 2

**BORUTSTYR:** Borro borerigg

**SONDERBORING:** 64 mm      **UNDERSØKELSESBRØNN:**

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1413-2      **SONE:** 32 v      **Ø-V:** 0410651      **N-S:** 6551684

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:**

**BRØNN-/FILTERTYPE:**

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:**

**MERKNAD:**

Koordinater tatt med håndholdt GPS noe unøyaktig angivelse

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann-trykk [kg]	Boreslam	Temp. [ °C]	P.tid for prøve taking [min]	Vann-føring [l/s]	Merknad
1,5	myr, sten, sand sten, sand		s s		brunt				
3,5	grus sand grus sand	1,4 1,3	s ds						
5,5	grus sand fjell/ blokk	1,5 2,17	ds s		lyst grått				stopp -fjell /blokk -5,6 m
7,5									
9,5									
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [ $\mu$ S/cm]

## GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

**STED:** Furestøy, Valle kommunel

**UTFØRT DATO:** 18.08.96

**BORPUNKT NR:** 3

**BORUTSTYR:** Borro borerigg

**SONDERBORING:** x      **UNDERSØKELSESRØNN:**

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1413-2      **SONE:** 32 V      **Ø-V:** 0410648      **N-S:** 6551597

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:**

**BRØNN-/FILTERTYPE:**

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:**

**MERKNAD:**

Koordinater tatt med håndholdt GPS noe unøyaktig angivelse

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	myr, grus		s		borte brunt				
	sten, grus sand	2	s		brunt				
3,5	sten, grus sand	1,2	s		brunt				
	grusig sand	1,25	s		borte				
5,5	grusig sand	1,45	s		borte				
	fjell								stopp -fjell ca -5,5 m
7,5									
9,5									
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [ $\mu\text{S/cm}$ ]

## GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

**STED:** Furestøy, Valle kommunel

**UTFØRT DATO:** 18.08.96

**BORPUNKT NR:** 4

**BORUTSTYR:** Borro borerigg

**SONDERBORING:** 57 mm      **UNDERSØKELSESRØNN:** x

**UTM-KOORDINATER:**

**KARTBLAD (M711):** 1413-2      **SONE:** 32 V      **Ø-V:** 0410985      **N-S:** 6551490

**OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET:**

**BRØNN-/FILTERTYPE:** 32 mm rør med 1 m filter og 2-4 mm slisseåpning

**GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:**

**MERKNAD:**

Koordinater tatt med håndholdt GPS noe unøyaktig angivelse

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	sten , grus, sand sten , grus, sand		s s		brunt				
3,5	sten , grus, sand sten , grus, sand	1,45 0,50	s ds		borte				
5,5	sten , grus, sand sten , grus, sand	1,0 0,4	ds ds					160	VP+MP mye sand opp
7,5	sten , grus, sand sten , grus, sand	0,45 0,40	ds s						mye sand opp mye sand opp
9,5	sten , grus, sand sten , grus, sand	0,35 0,45	ds ds					150	mye sand opp VP+MP mye sand opp
11,5	tettere masser noe løsere	1,30 1,05	s s					90	mye sand opp VP+MP mye sand opp
13,5	tettere masser	1,30	s						
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [ $\mu\text{S/cm}$ ]

## VANNANALYSER

FYLKE: Aust Agder

KART (M711): Valle

KOMMUNE: Valle

PRØVESTED: Furestøyl, Brokke

OPPDRAKSNUMMER: 1996.0190

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	pkt 1	pkt 1	pkt 4	pkt 4	pkt 4								
Dato	17.8.96	17.8.96	18.8.96	18.8.96	18.8.96								
Brønntype	5/4	5/4	5/4	5/4	5/4								
Provedyp m	5,5	7,5	5,5	9,5	11,5								
Brønndimensjon mm	32	32	32	32	32								
X-koordinat Sone:32 V	0411005	0411005	0410985	0410985	0410985								
Y-koordinat Sone:	6551528	6551528	6551490	6551490	6551490								
							koordinatene er målt med						
							håndholdt	GPS- WGS 84					
<b>Fysisk/kjemisk</b>							<b>Veiledende verdi</b>	<b>Største tillatte konsentrasjon</b>					
Surhetsgrad, felt/lab pH		5,69		6,15		5,18		5,33		5,31		7,5-8,5	6,5-8,5 <sup>2</sup>
Ledningsevne, felt/lab mS/m		2,2		2,9		1,6		1,7		2,1		< 40	
Temperatur °C												< 12	25
Alkalitet mmol/l	0,10		0,16		0,02		0,03		0,03			0,6-1,0 <sup>2</sup>	
Fargetall mg Pt/l	<1,4		<1,4		<1,4		<1,4		<1,4			< 1	20
Turbiditet F.T.U	0,68		86		4,6		2,6		2,7			< 0,4	4
Oppløst oksygen mg O <sub>2</sub> /l												> ca 9	
Fritt karbondioksid mg CO <sub>2</sub> /l												< 5 <sup>2</sup>	
Redoks.potensial, E <sub>h</sub> mV													
<b>Anioner</b>													
Fluorid mg F/l	0,131		0,206		<0,05		<0,05		<0,05				1,5
Klorid mg Cl/l	2,39		1,95		1,51		1,78		2,42			< 25	
Nitritt mg NO <sub>2</sub> /l	<0,05		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05				0,16
Brom mg Br/l													
Nitrat mg NO <sub>3</sub> /l	0,133		0,153		0,128		0,196		0,137				44
Fosfat mg PO <sub>4</sub> /l	<0,2		<0,2		<0,2		<0,2		<0,2				
Sulfat mg SO <sub>4</sub> /l	0,981		1,23		2,32		2,20		2,13			< 25	100
<b>Kationer</b>													
Silisium mg Si/l	2,5		4,4		1,7		1,8		2,1				
Aluminium mg Al/l	0,09		0,15		0,39		0,311		0,27			< 0,05	0,2
Jern mg Fe/l	0,1		0,1		0,12		0,11		0,09			< 0,05	0,2
Magnesium mg Mg/l	0,1		0,3		0,1		0,1		0,1				20
Kalsium mg Ca/l	1,2		2,3		0,43		0,43		0,67			15-25 <sup>2</sup>	
Natrium mg Na/l	1,8		2,1		1,3		1,5		1,7			< 20	150
Kalium mg K/l	0,51		<0,5		<0,5		<0,5		<0,5			< 10	12
Mangan mg Mn/l	0,032		0,083		0,009		0,008		0,014			< 0,02	0,05
Kobber mg Cu/l	<0,005		<0,005		<0,005		<0,005		<0,005			< 0,1	0,3
Sink mg Zn/l	0,006		0,004		0,006		0,004		0,005			< 0,1	0,3
Bly mg Pb/l	<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				0,05
Kadmium mg Cd/l	<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				0,05
Sølv mg Ag/l	<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01				0,01

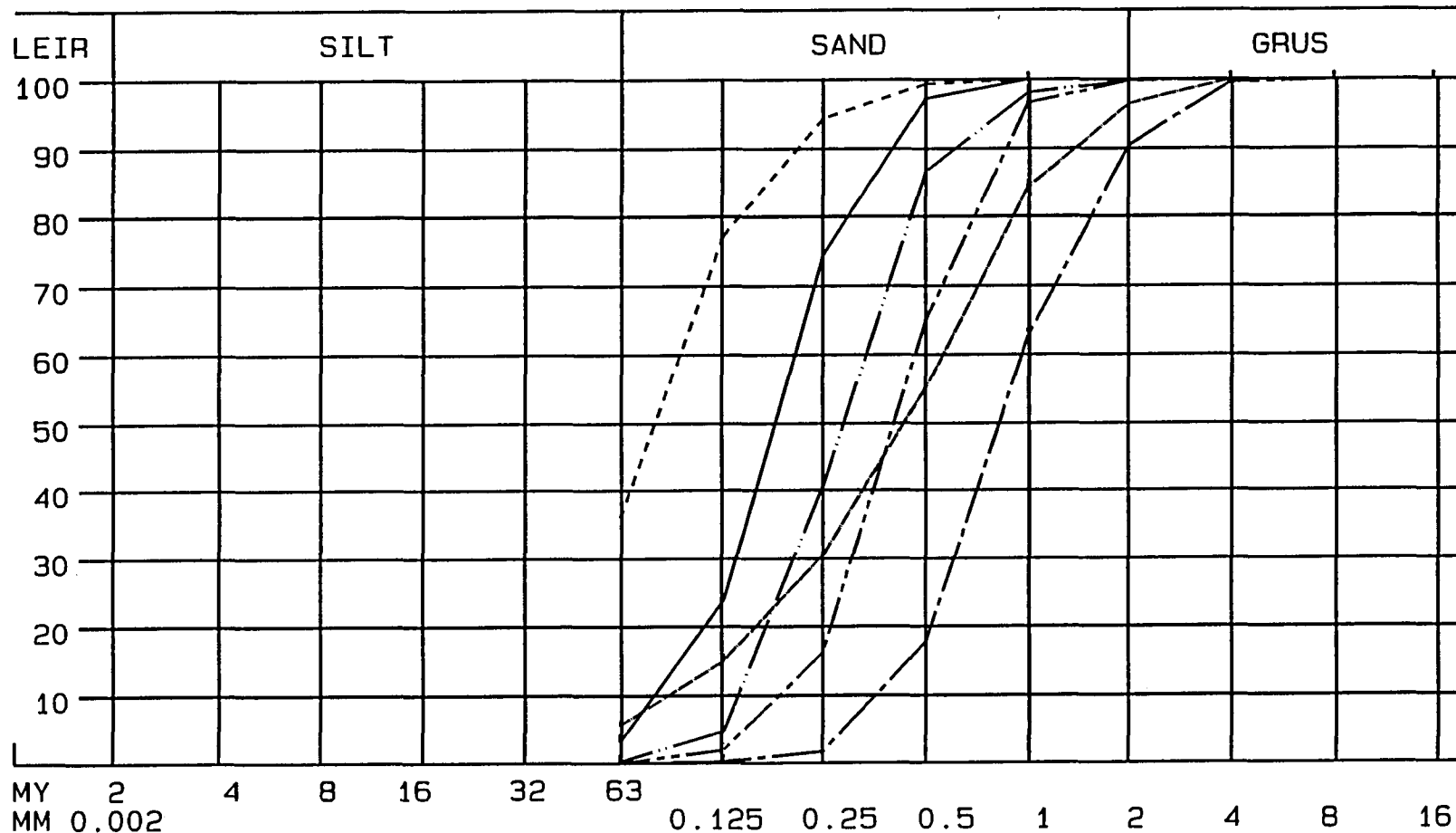
<sup>1</sup> Det Kgl. Sosial- og helsedepartement: Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m (1995).

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

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVE

Valle 14132



pkt	KORNSTØRRELSE	dyp m	UTM X	UTM Y	
1	—————	960425	5,5	0	6551
1	- - - - -	960426	7,5	411	6551
1	- · - · -	960427	9,5	411	6551
4	- - - - -	960428	5,5	410	6551
4	- · - · -	960429	9,5	0	0
4	- - - - -	960430	11,5	0	0

## HYDROGEOLOGISKE OG HYDROKJEMISKE FELT- OG LABORATORIEMETODER

### 1 SONDERBORINGER I LØSMASSER

#### a) Metodikk

Standard sonderboringer i løsmasser blir gjort med Borros/Hafo borerigg og Ø57 mm krone med vannspyling. 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 sonderstrengen 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 boreutstyr (Pionjär 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 boringer.

#### b) Dataregistreringer

Under boring med Borros borerigg registreres borsynk (sekund/m), vanntrykk (kg), om det brukes slag under boring og karakterisering av boreslammet (farge og kornstørrelse). Ved sonderboring med håndholdt boreutstyr registreres borsynk og friksjonslyden ved dreining 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 boreutstyr vurderes løsmassetypen for hver meter ut fra borsynk, dreiemotstand og friksjonslyd ved dreining 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 testpumpingen spyles brønnen ren for masser som har trengt inn under boring. Testpumpingen 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 vekselvis spyling og pumping av brønnen, dreining 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 vanngiverevne 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 grunnvannsføremst er det vanlig med 2-10 undersøkelsesbrønner som prøvetas og testpumpes i 2-5 forskjellige nivå.

### **c) Tolkning**

De forskjellige nivåenes vanngiverevne, vanngjennomgangen i massene og senkningen av grunnvannsstanden under testpumpingen blir brukt til en helhetlig vurdering av grunnvannsmagasinet's hydrauliske egenskaper og til å bestemme lokalisering og filterplassering til eventuelle fullskala pumpebrønner.

## **3 SEDIMENTPRØVETAKING**

Sedimentprøver kan tas av oppspylte/oppumpede masser i hvert nivå hvor det blir testpumpet. Vanligvis tas det oppumpede 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 oppumpede prøver tas like etter oppstart av testpumpingen. 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 spesielle prøvetakere.

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

## **4 BORINGER AV FJELLBRØNNER**

### **a) Metodikk**

Fjellbrønner blir boret med Nemecc borerigg og Ø140 mm borekrone med luftspyling. Det blir benyttet foringsrør ned til fast fjell. Boreriggen kan bore skråbrønner, opptil 45° fra loddlinjen. Vanligvis blir det boret til 60-150 m dyp, men boringen kan bli avsluttet før på grunn av fare for innrasing i hullet (løst fjell) eller på grunn av klare indikasjoner på tilstrekkelige vannmengder på mindre dyp.

### **b) Dataregistrering**

Under boring registreres borsynk, farge på borkaks, svakhetssoner/sprekker, dybde til eventuelle vanninnslag og anslått mengde vann som blåses opp under boring.

### **c) Tolkning**

Ut fra fargen og forandringer av fargen på borkakset kan man vurdere bergartstype, type svakhetssone og bergartsgrenser. Vannmengden som blåses opp under boring gir grunnlag for kapasitetsanslag.

## **5 TESTPUMPINGER AV FJELLBRØNNER**

Til testpumping av fjellbrønner benyttes en Ø95 mm elektrisk dykkpumpe og strømaggregat. Pumpa plasseres på min. 45 m dyp, eller ca. 2 m over bunnen hvis brønndypet er mindre enn 45 m. Kapasiteten kan måles på flere måter. En metode er å først lense borehullet (til pumpe suger luft) og så måle utpumpet vannmengde over en periode på 1-3 timer. Hvis brønnens kapasitet er så stor at pumpe ikke greier å lense hullet, kan kapasiteten beregnes ut fra senkningen av grunnvannsspeilet og pumperaten.

## 6 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, pumperate og av sjansene for at brønnen senere kan benyttes til produksjonsbrønn.

**Tabell 1: Brønn- og pumpetyper som benyttes til fullskala prøvepumping.**

Brønntype	Pumpetype	Pumperate	Grunnvannsstand under pumping	Produksjonsbrønn
Ø50-100 mm damprør med oppslisset filter	El. Sugepumpe (tørroppstilt)	1-20 l/s pr. brønn	Mindre enn ca. 6 m under overflaten	Nei
Ø50-76 mm brønn i rustfritt stål og med f.eks. Con Slot filter	El. Sugepumpe (tørroppstilt)	1-10 l/s pr. brønn	Mindre enn ca. 6 m under overflaten	Ja
Ø 150-500 mm rørbrønn.	El. Senkpumpe	1-50 l/s pr. brønn	Ingen begrensning	Ja

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 målekar 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 senkningen 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).

#### d) Langtids prøvepumping av fjellbrønner

Langtids prøvepumping av fjellbrønner skjer stort sett etter de samme prinsipper som prøvepumping av løsmassebrønner. Pumpeperioden bør være minst tre måneder. Pumpa bør dimensjoneres ut fra kapasiteten funnet ved testpumpingen og maksimal løftehøyde (i en driftsfase). Som oftest har man ingen eller svært få peilebrønner rundt pumpebrønnen. Dette gjør det vanskelig å beregne hydrauliske parametere og størrelsen på klausuleringssoner. Kapasiteten måles sikrest ved bruk av automatisk vannmåler på utløpsledningen fra pumpa etter at pumperaten er regulert slik at vannstanden i borehullet innstiller seg i et konstant nivå like over pumpa. Det er da likevekt mellom uttatt vannmengde og det maksimale tilsiaget av grunnvann til brønnen. Utløpsledningen føres såpass langt bort fra brønnen at det ikke kan skje reinfiltrasjon av opp-pumpet vann langs brønnrøret eller i nærliggende fjellsprekker som står i hydraulisk kontakt med grunnvannsmagasinet.

Under pumpeperioden tas det vannprøver til både fysikalsk - kjemiske og bakteriologiske analyser minimum en gang pr. måned.

## **7 VANNPRØVETAKING**

Under grunnvannsundersøkelser tas det vannprøver til fysikalsk - 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 NGUs laboratorium.

## 8 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 boringer/lokalteter og grunnlag for lokalisering og filterplasseringen av testbrønner. Forundersøkelser og nedsetting av testbrønner kan dermed gjøres i samme tidsrom.

## 9 LABORATORIEUNDERSØKELSER

I forbindelse med grunnvannsundersøkelser blir det ved NGUs 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 siktesats: 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 oppslemmet materiale av denne prøvedelen.

Som standard analyseres følgende fysikalsk - kjemiske parametre på vannprøver:

- |                |               |
|----------------|---------------|
| - ledningsevne | - turbiditet  |
| - pH           | - 30 kationer |
| - alkalitet    | - 7 anioner   |
| - fargetall    |               |

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  $\pm 2\%$  for verdier over 0.2 mS/m,  $\pm 0.004$  mS/m i måleområdet 0.004-0.2 mS/m og  $\pm 0.003$  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  $\pm 0.05$  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 ± 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 ± 0.04 FTU i måleområde 0.05-1.0, ± 0.4 FTU i måleområde 1.0-10, ± 4 FTU i område 10-100 og ± 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 atomadsorpsjon og med en målenøyaktighet som tilfredsstillende de krav som stilles i Forskriftene om vannforsyning og drikkevann m.m. (Sosial- og Helsedepartementet, 1995).

**Tabell 2: 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 %
P	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 3: 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:

$\Sigma$ Anioner + $\Sigma$ 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 (akrediteringsdokument 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 busetnad. *Norges geologiske undersøkelse, Miljøverndepartementet*.

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

NGU, Økt bruk av grunnvann,  
Aust-Agder  
v/Helge Skarphagen  
Prosjektnr. 2712.09

**Analysereport 1996.0190**

ANALYSEKONTRAKT NR.: 1996.0190  
NGU PROSJEKT NR.: 2712.09

OPPDRAGSGIVER: NGU, Økt bruk av grunnvann, Aust-Agder

ADRESSE:

TLF.: 22 95 98 00

KONTAKTPERSON: Helge Skarphagen

PRØVETYPE: Vann

ANTALL PRØVER: 5

IDENTIFIKASJON AV PRØVER: Iflg. liste fra oppdragsgiver

PRØVER MOTTATT: 13.09.96

ANMERKNINGER: Ingen

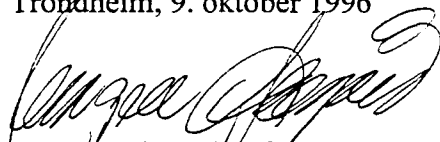
## SPESIFIKASJON AV OPPDRAGET I HENHOLD TIL ANALYSEKONTRAKT:

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 16 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, 9. oktober 1996

  
Magne Ødegård (e.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.-	10.-	1.-	5.0	1.-	50.-	10.-	1.-

3

**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.

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

**ANTALL PRØVER:** 5

**ANMERKNINGER:** Be rapporteres ikke p.g.a. at Be-kanalen er ustabil

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

Ferdig analysert	19. september 1996	Brit Inger Vongraven
	Dato	OPERATØR

	1	2	3	4	5
Si	2.5ppm	4.4ppm	1.7ppm	1.8ppm	2.1ppm
Al	92.8ppb	151ppb	391ppb	311ppb	277ppb
Fe	108ppb	108ppb	121ppb	106ppb	88.4ppb
Ti	< 5.0ppb	11.8ppb	9.2ppb	8.7ppb	< 5.0ppb
Mg	143ppb	316ppb	115ppb	147ppb	147ppb
Ca	1.2ppm	2.3ppm	430ppb	434ppb	671ppb
Na	1.8ppm	2.1ppm	1.3ppm	1.5ppm	1.7ppm
K	517ppb	< 500ppb	< 500ppb	< 500ppb	< 500ppb
Mn	32.7ppb	83.2ppb	8.8ppb	7.9ppb	14.8ppb
P	< 100ppb	< 100ppb	< 100ppb	< 100ppb	< 100ppb
Cu	< 5.0ppb	< 5.0ppb	< 5.0ppb	< 5.0ppb	< 5.0ppb
Zn	6.4ppb	3.6ppb	6.1ppb	3.9ppb	4.7ppb
Pb	<50.0ppb	<50.0ppb	<50.0ppb	<50.0ppb	<50.0ppb
Ni	<20.0ppb	<20.0ppb	<20.0ppb	<20.0ppb	<20.0ppb
Co	<10.0ppb	<10.0ppb	<10.0ppb	<10.0ppb	<10.0ppb
V	< 5.0ppb	< 5.0ppb	< 5.0ppb	< 5.0ppb	< 5.0ppb
Mo	<10.0ppb	<10.0ppb	<10.0ppb	<10.0ppb	<10.0ppb
Cd	< 5.0ppb	< 5.0ppb	< 5.0ppb	< 5.0ppb	< 5.0ppb
Cr	<10.0ppb	<10.0ppb	<10.0ppb	<10.0ppb	<10.0ppb
Ba	17.5ppb	8.4ppb	17.5ppb	19.6ppb	20.3ppb
Sr	12.6ppb	13.2ppb	5.1ppb	5.9ppb	8.2ppb
Zr	< 5.0ppb	< 5.0ppb	< 5.0ppb	< 5.0ppb	< 5.0ppb
Ag	<10.0ppb	<10.0ppb	<10.0ppb	<10.0ppb	<10.0ppb
B	<10.0ppb	<10.0ppb	<10.0ppb	<10.0ppb	<10.0ppb
Li	< 5.0ppb	< 5.0ppb	< 5.0ppb	< 5.0ppb	< 5.0ppb
Sc	<1.00ppb	<1.00ppb	<1.00ppb	<1.00ppb	<1.00ppb
Ce	<50.0ppb	<50.0ppb	<50.0ppb	<50.0ppb	<50.0ppb
La	<10.0ppb	<10.0ppb	<10.0ppb	<10.0ppb	<10.0ppb
Y	1.9ppb	<1.00ppb	2.5ppb	1.2ppb	2.7ppb
As	< 100ppb	< 100ppb	< 100ppb	< 100ppb	< 100ppb

7 ANIONER : F, Cl, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Br, 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

5

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

ANTALL PRØVER: 5

ANMERKNINGER:

\* 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	8. oktober 1996	Egil Kvam
------------------	-----------------	-----------

Dato

OPERATØR

Prøve Id.	F <sup>-</sup> [mg/l]	Cl <sup>-</sup> [mg/l]	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> [mg/l]	Br <sup>-</sup> [mg/l]	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg/l]	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> [mg/l]	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> [mg/l]
190/96 - 1	0.131	2.39	< 0.05	< 0.1	0.133	< 0.2	0.981
190/96 - 2	0.206	1.95	< 0.05	< 0.1	0.153	< 0.2	1.23
190/96 - 3	< 0.05	1.51	< 0.05	< 0.1	0.128	< 0.2	2.32
190/96 - 4	< 0.05	1.78	< 0.05	< 0.1	0.196	< 0.2	2.20
190/96 - 5	< 0.05	2.42	< 0.05	< 0.1	0.137	< 0.2	2.13

**UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4720.**

**INSTRUMENT TYPE :** Radiometer PHM 84 Research pH meter

**ANALYSEUSIKKERHET :** ± 0.05 pH

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

**ANTALL PRØVER:** 5

**ANMERKNINGER:** Ingen

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

Ferdig analysert	17.09.1996	Tomm Berg
	Dato	OPERATØR

Prøvemrk.	pH
1.	5.69
2.	6.15
3.	5.18
4.	5.33
5.	5.31

**UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4721.**

**INSTRUMENT TYPE :** Radiometer CDM 83 Conductivity meter

**NEDRE BESTEMMELSESGRENSE :** 0.004 mS m<sup>-1</sup>

**ANALYSEUSIKKERHET :**

Måleområde / mS m <sup>-1</sup>	Usikkerhet
0.004 - 0.2	± 0.004 mS m <sup>-1</sup>
> 0.2	± 2 % rel.

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

**ANTALL PRØVER:** 5

**ANMERKNINGER:** Ingen  
NS 4721 **8 Utregning.** Resultatet angis i mS/m. For prøver med konduktivitet mindre enn 10 mS/m skal resultatet oppgis med to gjeldende sifre, og for prøver med konduktivitet større enn eller lik 10 mS/m med tre gjeldende sifre.

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

Ferdig analysert	17.09.1996	Tomm Berg
	Dato	OPERATØR

Prøvemrk.	Ledn.-evne mS/m
1.	2.2
2.	2.9
3.	1.6
4.	1.7
5.	2.1



**UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4754.**

**INSTRUMENT TYPE :** Radiometer PHM 84 Research pH meter / Glasselektrode pHC 2701

**NEDRE BESTEMMELSES GRENSE :** 0.03 mmol l<sup>-1</sup>

**ANALYSEUSIKKERHET :**

Måleområde / mmol l <sup>-1</sup>	Usikkerhet
0.03 - 0.2	± 0.03 mmol l <sup>-1</sup>
0.2 - 2.0	± 0.04 mmol l <sup>-1</sup>
> 2.0	± 2.5 % rel.

11

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

**ANTALL PRØVER:** 5

**ANMERKNINGER:** Ingen

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

Ferdig analysert	17.09.1996	Tomm Berg
	Dato	OPERATØR

Prøvemrk.	Alkalitet mmol/l
1.	0.10
2.	0.16
3.	0.02
4.	0.03
5.	0.03

**UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4787.**

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

**NEDRE BESTEMMELSESGRENSE :** 1.4

**ANALYSEUSIKKERHET :**  $\pm 7.5$  % rel.

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

**ANTALL PRØVER:** 5

**ANMERKNINGER:** Ingen

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

Ferdig analysert	17.09.96	Bente Kjøsnes
	Dato	OPERATØR

Fargetall

---

1. <1.4
2. <1.4
3. <1.4
4. <1.4
5. <1.4

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

**INSTRUMENT TYPE :** Hach 2100 A Turbidimeter

**NEDRE BESTEMMELSESGRENSE :** 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:** 5

**ANMERKNINGER:** Ingen

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

Ferdig analysert	17.09.96	Bente Kjøsnes
	Dato	OPERATØR

Turbiditet F.T.U.

---

1.	0.68
2.	86
3.	4.6
4.	2.6
5.	2.7