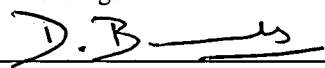


NGU Rapport 98.018

Oppfølgende grunnvannsundersøkelser ved  
Austerheim, Sauda kommune.

Rapport nr.: 98.018		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Oppfølgende grunnvannsundersøkelser ved Austerheim, Sauda kommune.				
Forfatter: Øystein Jæger, Aase Midtgård, Gaute Storrø og Bjørn Iversen		Oppdragsgiver: Sauda kommune og NGU		
Fylke: Rogaland		Kommune: Sauda		
Kartblad (M=1:250.000) Sauda		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1314 - III Sauda		
Forekomstens navn og koordinater: Austerheim UTM - sone: 32V Ø-V: 35400 N-S: 661700		Sidetall: 26	Pris: kr 50,-	
Feltarbeid utført: september 1997	Rapportdato: 20.01.98	Prosjektnr.: 2713.11	Ansvarlig: 	
Sammendrag:				
<p>Høsten 1997 utførte NGU oppfølgende grunnvannsundersøkelser i løsmasser ved Austerheim i Sauda kommune. Undersøkelsene har omfattet sonderboringer, etablering av undersøkelsesbrønner for kapasitetstester og uttak av vann- og masseprøver. Det er utført kjemiske analyser av vannprøvene og kornfordelingsanalyser av masseprøvene.</p> <p>Undersøkelsene viser at mektigheten av løsmassene varierer fra 18,5 m til mer enn 27,5 m. Massene består av sortert sand og grus med god vanngjennomgang og mulighetene for store grunnvannsuttak er tilstede.</p> <p>Vannkvaliteten er stort sett god, men vannet har lav pH og alkalitet. I noen av vannprøvene overskrider konsentrasjonen av jern og mangan veiledende verdier i «Forskrift om vannforsyning og drikkevann». Jern- og manganinnholdet er likevel godt under største tillatte konsentrasjon i forskriften.</p> <p>Det anbefales etablering og prøvepumping av fullskala brønn for å avklare kapasitet og kvalitet over tid før eventuell utbygging av grunnvannsanlegg.</p> <p>Data fra en slik langtids prøvepumping vil også gi grunnlag for å utarbeide framtidige klausuleringssoner rundt anlegget.</p>				
Emneord: hydrogeologi	grunnvann		grunnvannsforsyning	
grunnvannskvalitet	sonderboring		løsmasse	
ressurskartlegging	vannverk stort		fagrapport	

## **INNHOOLD:**

FORORD.....	4
1 INNLEDNING .....	5
2 METODEBESKRIVELSE.....	6
3 FELTUNDERSØKELSER OG ANBEFALINGER.....	6
3.1 Boringer.....	6
3.2 Vannkvalitet .....	7
4 KONKLUSJON .....	8
5 REFERANSER .....	9

## **TEKSTBILAG:**

- 1 Metodebeskrivelse av hydrogeologiske og hydrokjemiske felt- og laboratoriemetoder

## **KARTBILAG:**

- 1 Detaljkart, M 1: 5000, over det undersøkte området ved Austerheim med undersøkelsespunktene inntegnet.

## **VEDLEGG:**

- 1.1 -1.5 Undersøkelsesboringer; boreprofiler
- 2.1 - 2.2 Kornfordelingskurver av masseprøver fra undersøkelsesbrønnene
- 3.1 - 3.2 Vannanalyser

## FORORD

En god vannforsyning med hensyn til kapasitet og kvalitet er grunnleggende og burde være en selvfølge i vårt land som har så mye lett tilgjengelig og lite forurenset ferskvann. Likevel har nesten 1 mill nordmenn for dårlig vannforsyning, mest på grunn av feil valg av vannkilde og mangelfullt rensset vann. EU-normene og de nye norske drikkevannsforskriftene medfører behov for en bedring av drikkevannsforsyningen i mange områder. I en femårsperiode fra 1995-1999 vil ulike departement bevilge 100 mill. kr. hvert år til forbedring av vannforsyningen.

Etter initiativ fra Miljøverndepartementet gjennomførte Norges geologiske undersøkelse (NGU) i perioden 1989-1992 prosjektet *Grunnvann i Norge (GiN)*. Det overordnede mål for GiN-prosjektet var å skape grunnlag for økt bruk og bedre beskyttelse av grunnvannsressurser. En viktig del av prosjektet bestod i registrering av potensielle grunnvannsressurser i 301 av landets kommuner. Registreringen ble gjennomført dels ved feltarbeid (30 % av kommunene) og dels ved gjennomgang av eksisterende bakgrunnsmateriale. GiN-prosjektet viste muligheter for grunnvannsforsyning til over 800 forsyningssteder (over 600 000 p.e.).

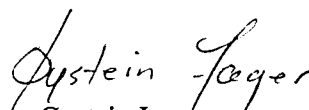
NGU har på bakgrunn av de forannevnte momentene startet prosjektet «Økt bruk av grunnvann». Formålet er en sikker dokumentasjon av kvantitet og kvalitet av grunnvannsforekomster som kan nyttes til allminnelig drikkevannsforsyning. Bedre vannforsyning til næringsmiddel- og reiselivsbedrifter er også prioritert.

Prosjektet gjennomføres som et samarbeidsprosjekt mellom NGU, fylkeskommuner og kommuner. Prioriteringen av kommuner vil bli gjort i samarbeid med fylkeskommunene, mens prioriteringen av forsyningssteder vil bli foretatt i samråd med kommunene.

I samråd med fylkesmyndighetene i Rogaland og ut fra kommunenes interesse for prosjektet ble kommunene Bjerkreim, Gjesdal, Hjelmeland, Hå, Sauda og Suldal valgt for grunnvannsundersøkelser i 1996. I 1997 ble det utført oppfølgende undersøkelser i kommunene Sauda og Suldal i tillegg til grunnvannsundersøkelser i Strand kommune. Arbeidet i de enkelte kommunene er planlagt i samarbeid med teknisk etat.

I 1997 finansieres prosjektet av de enkelte kommunene (50 %) og NGU (50 %). I tillegg har kommunene/vannverka bidratt med egeninnsats i form av innhenting av bakgrunnsmateriale og teknisk tilrettelegging.

  
Bernt Olav Hilmo  
Hovedprosjektleder

  
Øystein Jæger  
avd.ing.

## 1 INNLEDNING

I området ved Birkelandsmoen i Sauda er det mektige sand- og grusavsetninger som ble avsatt i brefronten under avsmeltingen av innlandsisen på slutten av siste istid.

I tilknytning til disse løsmasseavsetningene er det tidligere utført omfattende grunnvannsundersøkelser med tanke på grunnvannsforsyning til Sauda som alternativ til dagens overflatevannkilde. Undersøkelsene har vært konsentrert til to områder langs Storelva; Kleivflåta og Austerheim.

Ved Kleivflåta er uttakspotensialet anslått til ca 20 l/sek( Viak A/S 1991 og 1992 og Segar m/flere 1997).

Ved Austerheim er det også påvist muligheter for grunnvannsuttak i løsmasser (Huseby 1983 og Segar m/flere 1997). På grunnlag av disse resultatene har Sauda kommune derfor henvendt seg til NGU for å få utredet mulighetene for uttak ved Austerheim nærmere.

Vannbehovet for Sauda er angitt til ca. 40 l/sek.

Feltarbeidet ble gjennomført i perioden 15 - 16 september 1997 og mannskapet fra NGU var:

Forsker Aase Midtgård  
Forsker Gaute Storrø  
Ingeniør Bjørn Iversen (løsmasseboringer)

Alle analyser av vann- og masseprøver er utført ved NGUs laboratorium.

Kommunens kontaktperson har vært Tor Magne Ramsnes. Kommunen har bl.a. innhentet boretillatelse fra grunneierne.

## **2 METODEBESKRIVELSE**

På grunnlag av tidligere undersøkelser ble det i samråd med kommunen laget et prosjektforslag med kostnadsoverslag for undersøkelsen ved Austerheim.

Undersøkelsen ble gjennomført høsten -97 og har omfattet fem løsmasseboringer med NGUs beltegående Borros borerigg. I to av borehullene ble det etablert undersøkelsesbrønner for kapasitetstesting og uttak av vann - og masseprøver i ulike dyp. Det er utført kornfordelingsanalyser av 8 masseprøver og fysikalsk-kjemiske analyser av 9 vannprøver.

Det understrekes at kapasitetstestene angir vannmengder fra undersøkelsesbrønn (φ 32 mm) med 1 m filter. Målingene gir informasjon om vanngjennomgangen i ulike løsmasselag og representerer ikke vannkapasiteten i en evt. produksjonsbrønn.

Metodebeskrivelse for hydrogeologiske/hydrokjemiske felt- og laboratoriemetoder står nærmere beskrevet i tekstbilag 1 og er fulgt i gjennomføringen av denne undersøkelsen.

## **3 FELTUNDERSØKELSER OG ANBEFALINGER**

Undersøkelsesområdet vest for Saghølen i Storelva er vist på kartbilag 1. Området er ei dyrket elveslette avgrenset av bart fjell mot øst og nordøst, Storelva mot sørvest og en markert terrasseskråning mot nordvest. I den nordlige delen av undersøkelsesområdet er det en liten bekk/kanal som har overløp fra Storelva oppstrøms Saghølen og som munner ut i elva nedstrøms undersøkelsesområdet.

Det er tidligere utført seismikk (Geoteam A/S 1981), boring (Huseby 1983) og georadarprofileringer (Segar m/fl. 1997) i området. På dette grunnlaget ble undersøkelsespunktene valgt ut.

### **3.1 Boringer**

Plasseringen av borepunktene er vist i kartbilag 1.

Ved sonderboring i borepunkt 1 (vedlegg 1.1) ble det registrert 17,5 m sand- og grusmasser med god vanngjennomgang over tettere masser. Fjelloverflaten ble påvist på 18,5 m dyp. Prøvepumping av undersøkelsesbrønn (φ 32 mm), påmontert 1 m sandspiss, annenhver meter

mellom 5,5 og 17,5 m ga vannmengder mellom 4,2 og 5,8 l/sek. i hvert nivå. Dette bekrefter at vanngjennomgangen i massene er svært god. Kornfordelingskurver av masseprøver som ble pumpet opp (vedlegg 2.1) viser grusig sand.

I borepunkt 2 og 3 (vedlegg 1.2 og 1.3) indikerer sonderboringene samme type løsmasser som i borepunkt 1; grusige masser med god vanngjennomgang over fjell på henholdsvis 18,5 og 20,4 m dyp.

Sonderboringen i borepunkt 4 (vedlegg 1.4) viser grusige masser med god vanngjennomgang til 9,5 m, men boringen måtte avsluttes på grunn av flom i Storelva.

Boremaskinen ble flyttet til borepunkt 5 (vedlegg 1.5) og her viser sonderboringen grus til 20,5 m over mer hardpakket sand/grus. Boringen ble avsluttet på 29,5 m dyp.

Prøvepumping av undersøkelsesbrønn (φ 32 mm), påmontert 1 m sandspiss, hver fjerde meter mellom 5,5 og 17,5 m ga vannmengder mellom 4,6 og 5 l/sek. i hvert i nivå. Dypere nede er vanngjennomgangen dårligere og i nivåene 20,5 - 21,5 m og 26,5 - 27,5 m og ble vannmengdene målt til 2,5 og 2,2 l/sek. Kornfordelingskurvene av masseprøver (vedlegg 2.2) bekrefter at massene er mer sandige i de dypeste nivåene og dette forklarer at vanngjennomgangen er dårligere enn i de overliggende grusige massene.

### **3.2 Vannkvalitet**

Kjemiske analyser av to grunnvannsprøver fra borehull 1 og seks grunnvannsprøver fra borehull 5 (vedlegg 3.1 og 3.2) viser at vannet har lav pH ( 5,58 - 6,76) og alkalitet (0,05 - 0,28). Det vil derfor bli nødvendig med pH-justering og alkalisering av vannet ved eventuell grunnvannsproduksjon.

I noen av prøvene overstiger jern- og manganverdiene såvidt veiledende verdi i drikkevannsforskriften (Sosial- og helsedepartementet 1995). Verdiene er allikevel godt under største tillatte konsentrasjon.

Det er målt for høye verdier for turbiditet i noen av prøvene, men dette skyldes trolig slam fra boringen og verdiene forventes å synke ved lengre tids pumping.

Analyse av vannprøve fra Storelva (vedlegg 3.2) viser at ioneinnholdet i elvevannet er mye lavere enn i grunnvannet samtidig som temperaturen er høyere. Dette indikerer at grunnvannet har forholdsvis lang oppholdstid i grunnen.

## 4 KONKLUSJON

Undersøkelsen ved Austerheim viser at løsmassene i området har stor mektighet og svært god vanngjennomgang. NGU mener på dette grunnlaget at mulighetene for store grunnvannsuttak er tilstede. For å beregne potensialet for uttak vil det være nødvendig å gjennomføre et fullskala langtids pumpeforsøk. Den gunstigste plasseringen av fullskala brønn for langtids prøvepumping vil være ved borepunkt 5. Brønnen bør utformes etter følgende spesifikasjoner:

Brønntype:	vertikal rørbrønn
Brønndiameter:	bestemmes av pumpevalg (minimum D = 250 mm)
Filterplassering:	14 - 28 m u/bakkenivå (14 m filter)
Filtertype/lysåpning:	14 - 20 m: kontinuerlige slisser (con - slot) / 1,4 mm
	20 - 28 m: kontinuerlige slisser (con - slot) / 0,7 mm

Brønnen må utstyres med 1 meter sumprør.

Prøvepumpingen bør strekke seg over ett år med jevnlig uttak av vannprøver for kjemiske og bakteriologiske analyser for å kontrollere vannkvalitet og kapasitet over tid.

Ved eventuell utbygging av permanent grunnvannsanlegg må uttaket baseres på pumping fra minst to brønner.

For å skaffe data for utarbeidelse av klausuleringssoner rundt et eventuelt vannverk må det etableres et nett av overvåkningsbrønner for måling av grunnvannstanden under pumpeforsøk og langtids prøvepumping.



## 5 REFERANSER

Geoteam A/S, 1981: Seismiske målinger for grunnvannsforsyning i området Birkelandsmoen.  
*Rapport 6481.01*

Huseby, S., 1983: Grunnvannsundersøkelser i Sauda, oppsummering pr. 1. Juni 1983. *NGU Rapport O-81081.*

Segar, D., Muring, E. og Jæger, Ø. 1997: Oppfølgende grunnvannsundersøkelser og numerisk modellering, Birkelandsmoen, Sauda kommune. *NGU Rapport 97.015.*

Sosial- og helsedepartementet, 1995: Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m.  
*Nr 68, I-9/95.*

Viak A/S, 1991: Sauda kommune, Grunnvannsundersøkelser, Kleivflåta. *AsplanViak Sør A/S, Rapport nr. 45-4344, D-var8, AD.*

Viak A/S, 1992: Sauda kommune, Grunnvann, Kleivflåta. *AsplanViak Sør A/S, Statusrapport nr. 45-4344, D-var15, AD.*

## HYDROGEOLOGISKE OG HYDROKJEMISKE FELT- OG LABORATORIEMETODER

### 1 SONDERBORINGER I LØSMASSER

#### a) Metodikk

Standard sonderboringer i løsmasser blir gjort med Borros 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 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 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 borutstyr 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 borutstyr 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 dampør 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 grunnvannsmagasinetes 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 prøvekarer. 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 Nemec borerigg og Ø140 mm borkrone 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 borhullet (til pumpa suger luft) og så måle utpumpet vannmengde over en periode på 1-3 timer. Hvis brønnens kapasitet er så stor at pumpa 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 tilbakestrømming 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 seshongvariasjoner 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 tilsiget 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 NGU's 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/lokaliteter 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 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 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 ± 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  $\pm 0.05$  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  $\pm 2.5$  % for verdier over 2.0 mmol/l,  $\pm 0.04$  mmol/l i måleområdet 0.2-2 mmol/l og  $\pm 0.03$  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 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:

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

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 (akkrediteringsdokument 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.

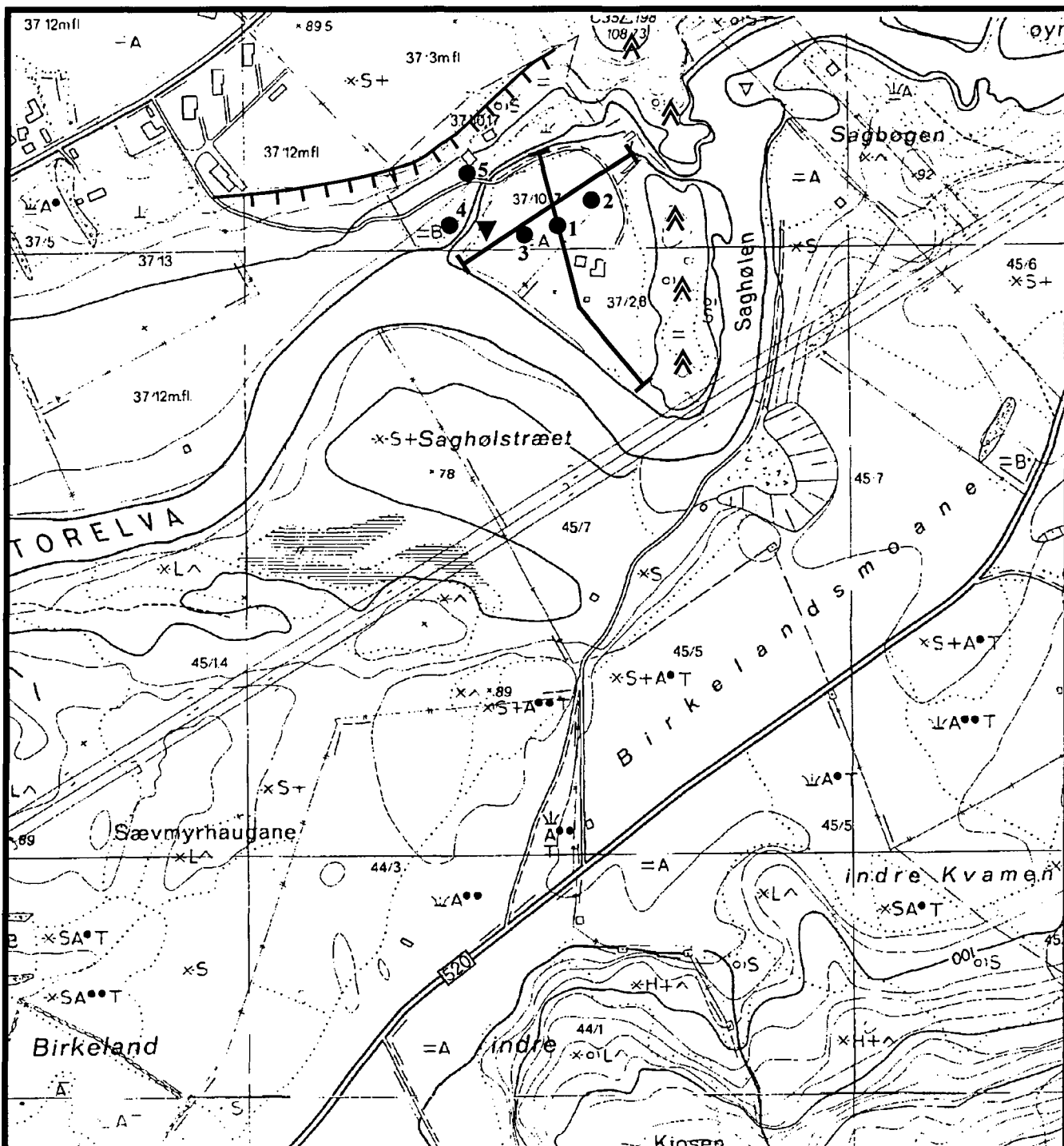
Bjerkli, K., 1994: NGU-SD 0.1 Kvalitetshåndbok for NGU-LAB. *Norges geologiske undersøkelse*.

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*.





● Borepunkter 1997

▼ Sonderboring (Huseby 1983)

Georadarprofiler 1996  
(Segar m. fl. 1997)

▲ Fjell i dagen

Terrasse



NGU/SAUDA KOMMUNE  
PLASSERING AV BOREHULL OG GEORADARPROFILER

## AUSTERHEIM

SAUDA KOMMUNE, ROGALAND

MÅLESTOKK

1:5000

MÅLT GS

Sept. -97

TEGN EM

Jan. -98

TRAC

KFR

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

KARTBILAG NR  
98.018-01

KARTBLAD NR  
1314 III

## GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Sauda

UTFØRT DATO: 15.09.97

BORPUNKT NR: 1

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X                      UNDERSØKELSESRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1314 - III    SONE: 32 V                      Ø-V: 35417    N-S: 661707

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: ca 70 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 1,49 m

MERKNAD: 18 m 5/4" rør står igjen som observasjonsrør

Dyp [m]	Materialtype (tolking ved sonderboring)	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	grus, sand		DS	-	B				
	grus, sand	1,00	DS	-	B				
3,5	grus, sand	1,15	DS	-	B				
	grus, sand	1,10	DS	-	borte				
5,5	grusig sand	1,00	-	-	"	8,6	8	5	
	grusig sand	1,10	DS	-	"				
7,5	sand, grus	0,45	-	-	"	6,5	6	5,8	
	grus, sand	0,45	-	-	"				
9,5	sand, grus	0,55	-	-	"	5,8	9	5	
	grusig sand	0,50	DS	-	"				
11,5	sand, grus	1,05	DS	-	"	5,7	11	5	MP + VP
	sand, grus	1,00	S	-	"				
13,5	sand	1,15	S	0-5	"	5,8	12	5	lagdelt
	sand, tett pakket	1,30	DS	-	"				lagdelt
15,5	sand, tett pakket	1,00	DS	-	"	5,8	6	5	MP + VP    mye finsand
	sand, tett pakket	0,20	S	-	"				mye finsand
17,5	sand, tett pakket	0,35	S	-	"	6,2		4,2	mye finsand
	finsand / silt	0,45	S	-	"				
19,5	fjell fra 18,5 m								
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 [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]

## GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Sauda

UTFØRT DATO: 15.09.97

BORPUNKT NR: 2

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X                      UNDERSØKELSEBRØNN:

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1314 - III    SONE: 32 V                      Ø-V: 35420    N-S: 661708

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: ca.70 m

BRØNN-/FILTERTYPE:

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD:

Dyp	Materialtype	Borsynk	Slag	Vann-trykk	Boreslam	Temp.	P.tid for prøve taking	Vann-føring	Merknad
[m]		[min/m]		[kg]		[°C]	[min]	[l/s]	
1,5	sand, grus		-	-					
	grus	1,00	DS	-	B				
3,5	grus, sand	1,05	S	0-5	borte/B				
	hardpakket sand, grus	1,25	S	0-8	B				
5,5	hardpakket sand, grus	1,35	S	0-5	B				
	grus	0,45	S	-	borte				
7,5	grus	0,30	S	-	"				
	grus	0,25	S	-	"				
9,5	grus	0,20	S	-	"				
	grus	0,20	S	-	"				
11,5	grus	0,20	S	-	"				
	grus	0,15	S	-	"				
13,5	grus	0,20	S	-	"				
	grus	0,20	S	-	"				
15,5	grus, noe grovt	0,25	S	-	"				
	grus, noe grovt	1,25	S	-	"				
17,5	grus, noe grovt	1,00	S	-	"				
	grus, noe grovt	1,20	S	-	"				
19,5	fjell fra 18,5 m								
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: Sauda

UTFØRT DATO: 15.09.97

BORPUNKT NR: 3

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X                      UNDERSØKELSESTRØNN:

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1314 - III    SONE: 32 V                      Ø-V: 35414    N-S: 661706

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: ca. 70 m

BRØNN-/FILTERTYPE:

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD:

Dyp	Materialtype	Borsynk	Slag	Vann-trykk	Boreslam	Temp.	P.tid før prøve taking	Vann-føring	Merknad
[m]		[min/m]		[kg]		[ °C]	[min]	[l/s]	
1,5	grus		S	-	borte				
	grus	0,35	S	-	"				
3,5	grus	0,35	S	-	"				
	grus	0,25	S	-	"				
5,5	grus	0,25	S	-	"				
	grus	0,15	S	-	"				
7,5	grus	0,20	S	-	"				
	grus	0,20	S	-	"				
9,5	grus	0,20	S	-	"				
	grus	0,20	S	-	"				
11,5	grus	0,20	S	-	"				
	grus, noe grovt	1,00	S	-	"				
13,5	grus, noe grovt	1,00	S	-	"				
	grus, noe grovt	0,50	S	-	"				
15,5	grus, noe grovt	0,35	S	-	"				
	grus, noe grovt	0,35	S	-	"				
17,5	grus, hardpakket	1,10	S	-	"				
	grus, hardpakket	1,05	S	5	"				
19,5	grus, hardpakket		S	5	"				
21,5	fjell fra 20,4								
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: Sauda

UTFØRT DATO: 16.09.97

BORPUNKT NR: 4

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X                      UNDERSØKELSESRØNN:

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1314 - III    SONE: 32 V                      Ø-V: 354090    N-S: 661707

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: ca. 70 m

BRØNN-/FILTERTYPE:

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD: måtte flytte (til borehull 5) p.g.a. flom i Storelva

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	stein, grus, sand		DS	-	B				
	stein, grus, sand	0,55	S	-	B				
3,5	grus	0,20	S	-	borte				
	grus	0,25	S	-	"				
5,5	grus	0,20	S	-	"				
	grus, stein	0,35	S	-	"				
7,5	grus, stein	1,00	S	-	"				
	grus	0,20	S	-	"				
9,5	grus, noe grovt	0,40	S	-	"				
	boringen avsluttet								
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 [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]

## GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Sauda

UTFØRT DATO: 16.09.97

BORPUNKT NR: 5

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSESRØNN: X

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1314 - III SONE: 32 V Ø-V: 35410 N-S: 661709

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: ca. 70 m

BRØNN-/FILTERTYPE: 32 mm rør med 1 m filter og 3-5 mm slisseåpning

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 0,58 m etter pumping

MERKNAD: Høy grunnvannstand p.g.a. flom i Storelva

Dyp [m]	Materialtype (tolking ved sonderboring)	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [ °C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	sand, grus		-	-	B				
	stein	0,45	S	-	B				
3,5	grus	0,25	S	-	borte				
	grus	0,20	S	-	"				
5,5	grus	0,20	S	-	"	7,7	18	4,6	MP + VP
	grus	0,20	S	-	"				
7,5	grus	0,20	S	-	"				
	grus	0,20	S	-	"				
9,5	grus	0,25	S	-	"	6,4	7	5	MP + VP
	grus	0,20	S	-	"				
11,5	grus	0,20	S	-	"				
	grus	0,20	S	-	"				
13,5	grus	0,20	S	-	"	6,5	7	5	MP + VP
	grus	0,20	S	-	"				
15,5	grus	0,25	S	-	"				
	grus	0,20	S	-	"				
17,5	grus, noe grovt	0,30	S	-	"	6,5	8	5	MP + VP
	grus	0,20	S	-	"				
19,5	grus, noe grovt	0,35	S	-	"				
	grus	0,20	S	-	"				
21,5	sand/grus, hardpakket	1,10	S	0-12	"	6,9	11	2,5	MP + VP
	sand/grus, hardpakket	1,30	S	5	"				
23,5	sand/grus, hardpakket	1,45	S	5-7	"				
	sand/grus, hardpakket	0,55	S	3	"				
25,5	sand/grus, hardpakket	1,15	S	3-5	"				
	sand/grus, hardpakket	1,20	S	3-5	"				
27,5	sand/grus, løsere	1,10	S	5	"		9	2,2	MP + VP
	sand/grus, løsere	0,40	S	7	"				
29,5	vekslende sand/grus lag	1,05	S	3-5	"				

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

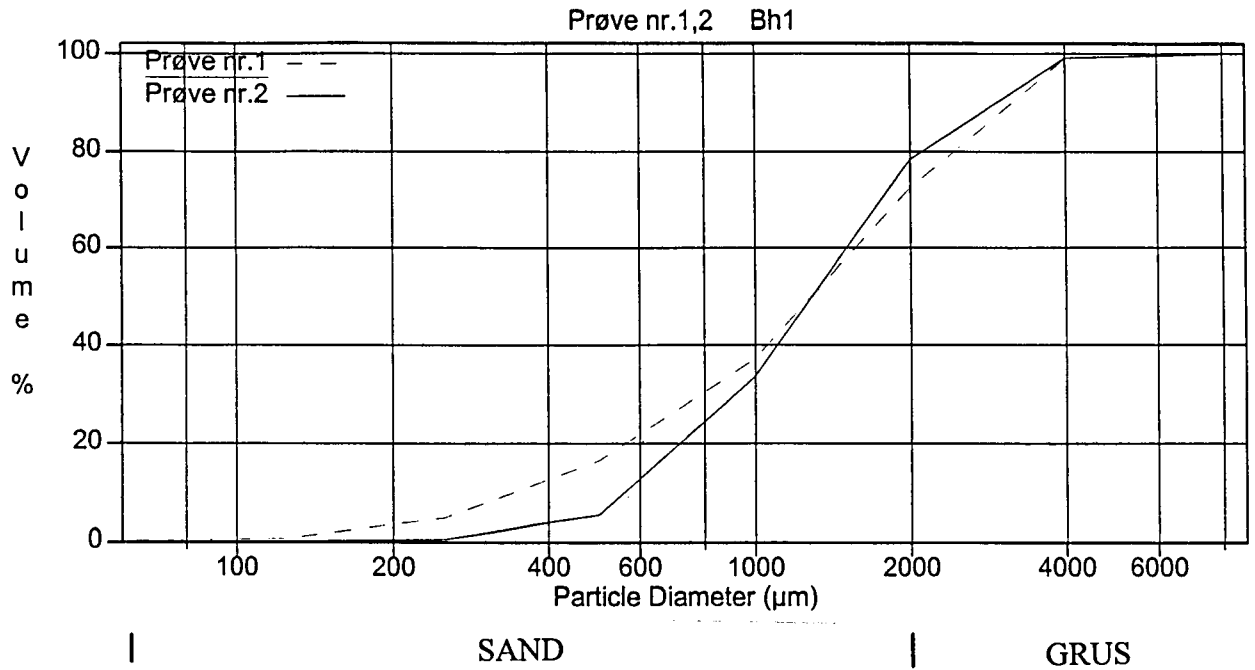
S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

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



Prøve nr 1: 10,5 - 11,5 m  
Prøve nr 2: 14,5 - 15,5 m

Kornfordelingskurvene av oppsugde masseprøver fra borehull 1





## VANNANALYSER

FYLKE: Rogaland

KART (M711): 1314 III

KOMMUNE: Sauda

PRØVESTED: Austerheim

OPPDRAGSNUMMER: 1997.0243

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	VP 1 Bh. 1	VP 2 Bh. 1	VP 3 Bh. 5	VP 4 Bh. 5	VP 5 Bh. 5	VP 6 Bh.5		
Dato	15.09.97	15.09.97	15.09.97	15.09.97	15.09.97	15.09.97		
Brønntype								
Prøvedyp m	10,5 - 11,5	14,5 - 15,5	4,5 - 5,5	8,5 - 9,5	12,5 - 13,5	16,5 - 17,5		
Brønndimensjon mm	32	32	32	32	32	32		
X-koordinat Sone: 32 V	35417	35417	35410	35410	35410	35410		
Y-koordinat Sone: 32 V	661706	661706	661709	661709	661709	661709		
<b>Fysisk/kjemisk</b>							<b>Veiledende verdi</b>	<b>Største tillatte konsentrasjon</b>
Surhetsgrad, felt/lab pH	5,79	5,58	5,70	5,96	5,89	6,03	7,5-8,5	6,5-8,5 <sup>2</sup>
Ledningsevne, felt/lab $\mu\text{S/cm}$	68 61,3	37 33,7	52 44,8	56 53,9	59 54,1	54 49,2	< 400	
Temperatur $^{\circ}\text{C}$	5,7	5,8	7,7	6,4	6,5	6,5	< 12	25
Alkalitet mmol/l	0,13	0,05	0,06	0,10	0,11	0,10	0,6-1,0 <sup>2</sup>	
Fargetall mg Pt/l	2,4	<1,4	<1,4	<1,4	<1,4	<1,4	< 1	20
Turbiditet F.T.U	7,1	16	0,36	0,52	0,52	5,3	< 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	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		1,5
Klorid mg Cl/l	4,23	3,03	3,37	3,97	3,64	3,35	< 25	
Nitritt mg NO <sub>2</sub> /l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		0,16
Brom mg Br/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		
Nitrat mg NO <sub>3</sub> /l	11,8	4,34	5,53	8,75	9,07	7,91		44
Fosfat mg PO <sub>4</sub> /l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2		
Sulfat mg SO <sub>4</sub> /l	2,45	2,28	4,45	3,72	4,16	3,37	< 25	100
Sum anioner+alkalitet meq/l	0,50	0,26	0,35	0,44	0,46	0,40		
<b>Kationer</b>								
Silisium mg Si/l	0,913	0,734	1,57	1,56	1,43	1,36		
Aluminium mg Al/l	0,0751	0,166	0,0737	0,0514	0,0340	0,0309	< 0,05	0,2
Jern mg Fe/l	0,0368	0,0432	0,0320	0,0224	0,0288	0,0384	< 0,05	0,2
Magnesium mg Mg/l	0,982	0,471	0,613	0,795	0,756	0,711		20
Kalsium mg Ca/l	6,09	2,42	2,86	4,41	4,53	4,04	15-25 <sup>2</sup>	
Natrium mg Na/l	2,28	1,90	2,58	2,98	2,86	2,65	< 20	150
Kalium mg K/l	1,71	0,995	2,22	1,78	1,78	1,56	< 10	12
Mangan mg Mn/l	0,0250	0,0266	0,0181	0,0280	0,0236	0,0224	< 0,02	0,05
Kobber mg Cu/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	< 0,1	0,3
Sink mg Zn/l	0,0103	0,0452	0,00360	0,00448	0,00299	0,00439	< 0,1	0,3
Bly mg Pb/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		0,02
Nikkel mg Ni/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02		0,05
Kadmium mg Cd/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005		0,005
Krom mg Cr/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		0,05
Sølv mg Ag/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		0,01
Sum kationer <sup>3</sup> meq/l	0,53	0,27	0,36	0,46	0,46	0,42		
Ionebalanseavvik <sup>4</sup> %	3	2	1	2	0	2		

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 =  $\frac{\sum \text{kationer} - \sum \text{anioner}}{(\sum \text{kationer} + \sum \text{anioner})} \cdot 100\%$

