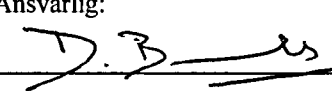


NGU Rapport 98.052

Grunnvannsundersøkelser i Sjørdalen og ved
Stordalsvatnet, Åfjord kommune

| | | | |
|--|--------------------|---|------------------------|
| Rapport nr.: 98.052 | | ISSN 0800-3416 | Gradering: Åpen |
| Tittel: Grunnvannsundersøkelser i Sørдалen og ved Stordalsvatnet, Åfjord kommune | | | |
| Forfatter: Bernt O. Hilmo og Harald Elvebakk | | Oppdragsgiver: Åfjord kommune og NGU | |
| Fylke: Sør-Trøndelag | | Kommune: Åfjord | |
| Kartblad (M=1:250.000) Trondheim | | Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1622-IV Åfjord | |
| Forekomstens navn og koordinater: Sørдалen og Stordalsvatnet | | Sidetall: 42 | Pris: 120,- |
| Feltarbeid utført: 1996-1997 | | Rapportdato: 03.06.1998 | Prosjektnr.: 271316 |
| | | Ansvarlig:  | |
| Sammendrag: <p>Som en del av grunnvannsundersøkelsene i Åfjord kommune er det foretatt undersøkelsesboringer og langtids prøvepumping ved Stordalsvatnet og georadarmålinger og undersøkelsesboringer i Sørдалen. Tidligere undersøkelser ved Stordalsvatnet har påvist en stor grunnvannsressurs, men med høye konsentrasjoner av jern og mangan mot dypet. For å finne gunstigste brønnplassering med hensyn på kvalitet ble det innledningsvis gjort flere undersøkelsesboringer ved Stordalsvatnet. Ut fra disse undersøkelsene, samt tidligere undersøkelser ble det satt ned en Ø54 mm prøvebrønn med filter fra 7-10 m. Brønnen har gitt minimum 5 l/s i hele pumpeperioden, og bortsett fra noe lav pH-verdi og alkalitet var vannkvaliteten god i starten av pumpeperioden. Etter en kort tids pumping økte imidlertid konsentrasjonen av mangan og siden økte også konsentrasjonen av jern. Ved en eventuell utbygging av denne grunnvannsføremkomsten må man derfor regne med å bygge et rensetrinn for fjerning av jern og mangan og i tillegg bør vannet alkaliseres og pH-justeres.</p> <p>I Sørдалen viste de innledende georadarmålingene egnede masser for grunnvannsuttak på elvedeltaet øst for Litjvatnet, mens målingene ved Breivoll viste varierende forhold og mer usikre muligheter for uttak av grunnvann. En undersøkelsesboring på elvedeltaet ved Litjvatnet bekreftet georadarmålingene da det ble påvist gode forhold for grunnvannsuttak ned til ca. 14 m dyp. Grunnvannet er av god fysikalsk-kjemisk kvalitet bortsett fra noe lav pH-verdi og alkalitet.</p> <p>Ved Breivoll ble det boret tre undersøkelsesboringer hvorav den ene viste gode forhold for grunnvannsuttak. Her ble det påvist en grunnvannsføremkomst under et leirlag. Vannet står under trykk slik at det spruter kontinuerlig ut av undersøkelsesbrønnen. Den fysikalsk-kjemiske kvaliteten på dette grunnvannet er god, i det alle målte parametere tilfredsstillende til kravene til drikkevann.</p> | | | |
| Emneord: Hydrogeologi | Geofysikk | Grunnvannsforsyning | |
| Sonderboring | Grunnvannskvalitet | Prøvepumping | |
| Ressurskartlegging | Løsmasse | Fagrapport | |

INNHold

| | |
|---|----|
| 1. INNLEDNING | 5 |
| 1.1 Bakgrunn | 5 |
| 1.2 Gjennomføring | 5 |
| 2. METODEBESKRIVELSE..... | 6 |
| 2.1 Georadar | 6 |
| 2.2 Undersøkelsesboringer | 7 |
| 2.3 Prøvepumping | 7 |
| 3. RESULTATER | 7 |
| 3.1 Undersøkelsesboringer, Stordalsvatnet | 7 |
| 3.2 Prøvepumping, Stordalsvatnet | 8 |
| 3.2.1 Brønnutforming | 8 |
| 3.2.2 Kapasitetsvurderinger..... | 8 |
| 3.2.3 Grunnvannskvalitet | 9 |
| 3.2.4 Forslag på klausulering | 10 |
| 3.3 Grunnvannsundersøkelser i Sjørdalen..... | 11 |
| 3.3.1 Georadarmålinger..... | 11 |
| 3.3.2 Undersøkelsesboringer | 14 |
| 3.3.3 Anbefalinger..... | 15 |
| 4. REFERANSER | 15 |

TEKSTBILAG

- 1 Metodebeskrivelse av georadarundersøkelser
- 2 Hydrogeologiske undersøkelsesmetoder i løsmasser

DATABILAG

- 1.1-1.7 Borprofil, undersøkelsesboringer
- 2.1-2.4 Fysikalsk-kjemiske analyser av grunnvannsprøver
- 3 Bakteriologiske analyser av en grunnvannsprøve fra prøvepumping ved Stordalsvatnet
- 4.1-4.2 Kornfordelingsanalyser av masseprøver, Sjørdalen
- 5 Grunnvannsstand i observasjonsbrønner under prøvepumping ved Stordalsvatnet

KARTBILAG

- 1 Oversiktskart i M 1: 50 000 som viser undersøkte områder i Sjørdalen
- 2 Detaljkart i M 1: 5000 som viser plasseringen av georadarprofil og undersøkelsesboringer ved Breivoll, Sjørdalen, samt utskrift av georadarprofil.
- 3 Detaljkart i M 1: 5000 som viser plasseringen av georadarprofil og undersøkelsesboringer ved Litjvatnet, Sjørdalen, samt utskrift av georadarprofil.
- 4 Detaljkart i M 1:5000 som viser plasseringen av observasjonsbrønner, prøvepumpingsbrønn og forslag på klausuleringssoner ved Stordalsvatnet i Stordalen.

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Norges geologiske undersøkelse (NGU) og Åfjord kommune har inngått en samarbeidsavtale om grunnvannsundersøkelser flere steder i kommunen, deriblant Stordalen og Sjørdalen.

NGU har tidligere undersøkt mulighetene for grunnvannsuttak i Stordalen. Geofysiske målinger og undersøkelsesboringer ved Rømma og ved Stordalsvatnet viste at det bare ved Stordalsvatnet var muligheter for større uttak av grunnvann. Stordalen vannverk som har et vannbehov på 3-5 l/s, forsynes i dag fra en overflatevannskilde hvor det er behov for desinfeksjon, pH-justering og humusfjerning (SCC-prosjektering 1996). I hovedplan vannforsyning foreligger det planer om bygging av vannbehandlingsanlegg for vannverket. Som et alternativ til dette ønsket kommunen en nærmere utredning av grunnvannsforekomsten ved Stordalsvatnet.

I Sjørdalen er det tidligere ikke gjort detaljerte grunnvannsundersøkelser. Vannforsyningen består av fire mindre private vannverk som forsynes fra overflatevannskilder med for høyt fargetall, for lav pH-verdi og tidvis for høye bakterietall (SCC-prosjektering 1996). Det samlede vannbehovet i Sjørdalen er anslått til 2-3 l/s. Formålet med undersøkelsene i Sjørdalen var å påvise grunnvannsressurser som kan forsyne alle fire vannverk i bygda.

1.2 Gjennomføring

Undersøkelsesboringer og nedsetting av brønn for prøvepumping ved Stordalsvatnet ble gjort i oktober 1996, mens pumpemontering og igangsetting av langtids prøvepumping ble gjort i juni 1997. Prøvepumpingen pågikk til oktober 1997.

På bakgrunn av eksisterende geologiske kart (Thorsnes og Reite, 1991) og en feltbefaring ble elvedeltaet øst for Litjvatnet og en breelvavsetning sør for Breivoll valgt ut for grunnvannsundersøkelser i Sjørdalen. Undersøkelsene som har bestått av georadarmålinger og undersøkelsesboringer ble gjort i oktober 1997.

Forsker Bernt Olav Hilmo har vært ansvarlig for arbeidet på begge stedene. Forøvrig har følgende deltatt:

Harald Elvebakk (georadarmålinger)

Frank Sivertsvik (boringer)

Jan S. Rønning (georadarmålinger)

Aase K. Midtgård (prøvepumping)

Bjørn Iversen (boringer, pumpemontering)

Kommunen har hatt ansvaret for overvåkning av prøvepumpingen ved Stordalsvatnet, innhentet tillatelser fra grunneiere og skaffet nødvendig bakgrunnsmaterialer.

2. METODEBESKRIVELSE

2.1 Georadar

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av løsmassenes lagdeling og strukturer, samt grunnvannsnivåets beliggenhet. En mer detaljert beskrivelse er vedlagt i tekstbilag 1.

Målingene ble utført med georadar av typen pulseEKKO IV (Sensors & Software Inc., Canada). Det ble brukt 50 MHz-antenner og 1000V sender. Ved målingene ble det benyttet en antenneavstand på 1 m og flyttavstand på 0,5 m. Profilene ble stukket på forhånd med 50 m avstand mellom stikkene. På grunn av unøyaktig flytting vil posisjonene som er angitt øverst på opptakene ikke alltid stemme med reelle avstander. Kommentarer under opptakene ved passering av avstandsstikker og andre faste objekter kan gjøre at en lettere kan plassere posisjoner riktig i forhold til kartet. Samplingsintervall var 1,6 ns og det ble foretatt 32 summerte registreringer (stacks) i hvert punkt. Opptakstid var 1000 ns. Det ble målt 5 profiler på til sammen 1,3 km.

Opptakene er terrengkorrigert der det er benyttet kart i målestokk 1:5000 (ekvidistanse 5 m) som grunnlag for høydeavlesning. Ved utskrift av opptakene er det benyttet 5-punkts gjennomsnitt langs traser for å redusere høyfrekvent støy. Det ble benyttet egendefinert forsterkning og SEC forsterkning (Spreading and Exponential Compensation). Ved dybdekonvertering er det benyttet en EM-bølgehastighet på 0,07 m/ns (vanntettet grus), som ble funnet ved å gjøre hastighetsanalyse. (CMP-målinger).

Det ble målt 3 profiler like sør for Breivoll ved Kvernelva, og 2 ved utløpet av Sördalselva. Tabell 1 viser en oversikt over alle målte profiler med sted, lengde, opptakstid og kartbilagsnummer.

Tabell 1. Oversikt over profilenes plassering, lengde og opptakstid

| | Sted | Lengde (m) | Opptakstid (ns) | Kartbilagsnr. |
|----|-------------------|------------|-----------------|---------------|
| P1 | Breivoll | 356 | 1000 | -02 |
| P2 | Breivoll | 242 | 700 | -02 |
| P3 | Breivoll | 166 | 700 | -02 |
| P4 | Utløp Sördalselva | 162 | 1000 | -03 |
| P5 | Utløp Sördalselva | 400 | 1000 | -03 |

2.2 Undersøkelsesboringer

Undersøkelsesboringene ble gjort med Borros beltegående borerigg. Der hvor sonderboringen indikerte egnede løsmasser for grunnvannsuttak, ble det satt ned en Ø32 mm testbrønn med en meter filter som ble pumpet i forskjellige nivå for kapasitetsvurderinger og prøvetaking av grunnvann og løsmasser.

Tekstbilag 2 gir en mer detaljert beskrivelse av grunnvannsundersøkelser i løsmasser.

2.3 Prøvepumping

Den nedsatte prøvebrønnen ble pumpet med en elektrisk sugepumpe med maksimal kapasitet på ca. 6 l/s. Grunnvannsstanden ble målt i tre peilebrønner plassert rundt pumpebrønnen. I tillegg ble det foretatt enkelte målinger av vannstanden i Stordalsvatnet. Under pumpeperioden ble det til sammen tatt 6 vannprøver til fysikalsk-kjemiske analyser, og i tillegg ble det av kommunen tatt 1 vannprøve til bakteriologiske analyser.

3. RESULTATER

3.1 Undersøkelsesboringer, Stordalsvatnet

Tidligere undersøkelser ved Stordalselvas utløp i Stordalsvatnet (Klemetsrud, 1993) påviste over 20 m med vannmettet sand og grus. Det ble konkludert med muligheter for store uttak av grunnvann, men vannkvaliteten ble dårligere mot dypet på grunn av økende konsentrasjoner av jern og mangan. I tillegg var pH-verdi og alkalitet lav i forhold til Drikkevannsforskriften, og det ble også målt relativt høye konsentrasjoner av nitrat i grunnvannet. For å finne gunstigste brønnplassering med hensyn på grunnvannskvalitet ble det i oktober 1996 gjort ytterligere tre undersøkelsesboringer. Plasseringen av disse fremgår av kartbilag 4, mens databilag 1.1-1.3 viser resultatet av boringene. Undersøkelsesbrønnene ble brukt som observasjonsbrønner under prøvepumpingen. Fysikalsk-kjemiske analyser av grunnvannsprøver fra undersøkelsesbrønnene er vist i databilag 2.1.

I borhull 1 ble det påvist sand og finsand til 9,5 m dyp. Testpumping på 8,5-9,5 m ga 0,25 l/s. Fysikalsk-kjemiske analyser av en vannprøve viser et jerninnhold på 5 mg/l som er langt over høyeste tillatte verdi i Drikkevannsforskriften. Lokaliteten ble på grunn av finstoffholdige masser og dårlig vannkvalitet vurdert som uegnet for plassering av prøvepumpingsbrønn.

I borhull 2 ble det påvist sand og grus til minimum 15,5 m dyp. Testpumper i tre forskjellige nivå mellom 6,5 og 13,5 m ga mellom 3,3 og 4,2 l/s. Analyser av en vannprøve fra 8,5-9,5 m viste et jerninnhold på hele 14,7 mg/l. I tillegg lå også manganinnholdet over

høyeste tillatte konsentrasjon i Drikkevannsforskriften. På grunn av de høye konsentrasjoner av jern og mangan ble heller ikke dette stedet vurdert som egnet for plassering av prøvepumpingsbrønn.

Den siste undersøkelsesboringen ble foretatt i nærheten av tidligere boring fra 1993. Testpumper i tre forskjellige nivå mellom 6,5 og 13,5 m ga mellom 4 og 5 l/s. Analyser av en vannprøve fra 6,5-7,5 m viste et jerninnhold på bare 0,01 mg/l, mens manganinnholdet var 0,1 mg/l. En grunnvannsprøve fra 12,5-13,5 m hadde et jerninnhold på 1,1 mg/l og et manganinnhold på 0,046 mg/l. På grunnlag av grunnvannskjemien og kapasiteten på undersøkelsesbrønnene ble dette stedet valgt for nedsetting av prøvepumpingsbrønn.

3.2 Prøvepumping, Stordalsvatnet

3.2.1 Brønnutforming

For å skaffe sikre data på kapasitet og vannkvalitet ble det satt i gang en langtids prøvepumping av en brønn i juni 1997. Det ble benyttet en Ø54 mm brønn og filter med 1 mm lysåpning fra 7-10 m dyp. Filterplasseringen ligger over de nivåene hvor det tidligere ble påvist høyt innhold av jern og mangan. Kartbilag 4 viser plasseringen av observasjonsbrønner og prøvepumpingsbrønn.

3.2.2 Kapasitetsvurderinger

Utviklingen av grunnvannsstanden i observasjonsbrønnene under prøvepumpingen er vist i databilag 5 og fig. 1. Vannstanden i Stordalsvatnet er satt lik 20 mo.h ved pumpestart, mens vannstanden (i mo.h.) ved pumpestart i observasjonsbrønnene er anslått. I løpet av den første timen er det svært små senkninger av grunnvannsstanden. Dette skyldes at uttaksmengden er liten i forhold til magasinets totale kapasitet. Samvariasjon i vannivå mellom observasjonsbrønnen og vatnet viser at senere variasjoner i grunnvannsnivået skyldes endringer i vannstanden i Stordalsvatnet. De små endringer i grunnvannsnivå som følge av pumpingen gjør det vanskelig å beregne hydrauliske parametere. Det kan konkluderes med at grunnvannsmagasinet har meget god vanngiverevne, noe som skyldes stor utbredelse og tykkelse på magasinet, masser med god vanngjennomgang og gode forhold for nydannelse av grunnvann ved infiltrasjon fra vatnet og elva.

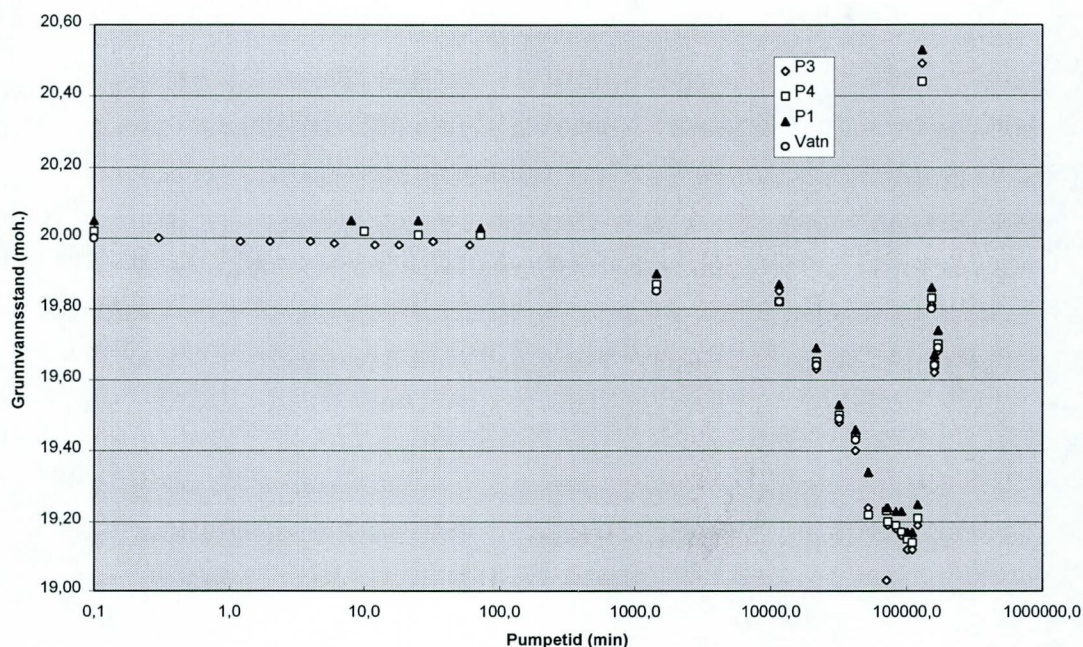


Fig. 1 Grunnvannsstand observasjonsbrønner som funksjon av pumpetiden (log-skala) under prøvepumping ved Stordalsvatnet.

Kapasiteten i hele prøvepumpingsperioden (juni - oktober, 1997) var på ca. 5 l/s som er over vannbehovet til Stordalen vannverk, men som ligger langt under mulige uttaksmengder fra dette grunnvannsmagasinet.

3.2.3 Grunnvannskvalitet

En oversikt over fysisk-kjemisk vannkvalitet er vist i databilag 2.2. Bortsett fra noe lav alkalitet og for lav pH-verdi var kvaliteten god i starten av pumpeperioden, men konsentrasjonen av mangan begynte å øke, slik at etter en ukes pumping lå den over kravet i Drikkevannsforskriften på 0,05 mg/l. Mangankonsentrasjonen stabiliserte seg på mellom 0,1 og 0,15 fra to ukers pumping og ut hele pumpeperioden. De ble ikke påvist jern i vannprøven tatt like etter pumpestart, men etter 15 dager økte også jerninnholdet, slik at det etter ca. 50 dagers pumping lå over høyeste tillatte verdi i drikkevannsforskriften på 0,2 mg/l. I den siste vannprøven var jerninnholdet nesten 1 mg/l.

På tross av at brønnen ligger i nærheten av dyrket mark og liten umettet sone, er nitratinnholdet lavt. Konsentrasjonene av andre analyserte ioner ligger også klart innenfor kravene i drikkevannsforskriften. I løpet av pumpeperioden har det skjedd en liten økning i elektrisk ledningsevne og i konsentrasjonen av de fleste ionene og en reduksjon i fargetall. Dette tyder på et stadig mer grunnvannspreg på vannet som kan skyldes inntrekking av vann

fra dypere i avsetningen. Det er tidligere vist at dette grunnvannet har høyere innhold av jern og mangan og dette forklarer økningen i jern- og manganinnhold under pumpeperioden. Under prøvepumpingsperioden ble det tatt en vannprøve for bakteriologiske analyser, og resultatet av denne analysen er vist i databilag 3. Prøven inneholder hverken koliforme eller termotolerante koliforme bakterier. I tillegg er totalantall bakterier såpass lavt som 3/ml.

På grunnlag av grunnvannskjemien må man ved en eventuell utbygging av denne grunnvannsforekomsten regne med å bygge et rensetrinn for fjerning av jern og mangan og i tillegg bør vannet alkaliseres og pH-justeres.

3.2.4 Forslag på klausulering

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

For å beskytte grunnvannskilden brukes en soneinndeling, basert på grunnvannets oppholdstid. For sonene er det satt opp restriksjoner som avtar i styrke med økende avstand fra uttaksstedet (SIFF, 1987).

- Sone 0: Brønnområdet
- Sone 1: Det nære tilsigsområdet. Grense for 60 døgns oppholdstid ved et uttak tilsvarende dimensjonerende vannforbruk.
- Sone 2: Det fjerne tilsigsområde. Hele infiltrasjonsområdet.
- Sone 3: Det ytre verneområde. Omfatter arealer som vil kunne influere på grunnvannets kvalitet.

Brønnområdet (sone 0) skal inngjerdes og er kun forbeholdt aktivitet for drift av anlegget. Det anbefales en sone på ca. 10 x 10 m. Utbredelsen av 60 døgns grensen (sone 1) kan beregnes ut fra hydrauliske modeller, tracerforsøk eller «sylindermetoden». Da den naturlige gradienten på grunnvannsstrømmen er neglisjerbar har vi valgt å bruke den sistnevnte metoden som går ut på å beregne størrelsen på magasinet som berøres av et uttak på 3,0 l/s i løpet av 60 døgn. Uttaket i løpet av 60-døgn blir 15552 m³. Med en magasintykkelse på 20 og en anslått effektiv porøsitet på 20 %, tilsvarer dette en sylinder med radius på 35 m. Dette betyr at vannet nærmere brønnen enn 35 m har kortere oppholdstid enn 60 døgn. Ved å ta hensyn til en mulig økning i vannuttaket og inhomogene forhold, anbefales **50 m** som grense for sone 1. I denne sonen må det ikke igangsettes forurensende aktivitet (kloakkutslipp, lagring av olje, bensin etc., grusuttak, veibygging, P-plasser, bolig- eller hyttebygging, intensivt jordbruk med bruk av naturgjødsel og sprøytemidler).

Sone 2 omfatter hele infiltrasjonsområdet, det vil si den delen av grunnvannsmagasinet hvor grunnvannet strømmer mot brønnen under pumping. I dette tilfellet vil sone 2 bestå av deltaflata mellom elva og gammelt elveøp like nord for Uggdal (se kartbilag 4). Innenfor sone 2 kan det tillates en viss aktivitet forutsatt at det kan dokumenteres at den ikke kan innvirke på grunnvannskvaliteten.

Sone 3 som omfatter resten av deltaavsetningen og nedbørsfeltet til bekker som renner ut på avsetningen innenfor sone 1 og 2 er ikke avmerket på kartet.

Området rundt brønnen består av vann, dyrket mark og krattskog. I og med at det ikke er påvist koliforme eller termotolerante koliforme bakterier og innholdet av nitrat er lavt, er det intet som tyder på at dagens gjødsling av nærliggende dyrkamark har særlig innvirkning på grunnvannskvaliteten. I forhold til dagens arealbruk er det derfor kun små endringer som er påkrevet. Dette er inngjerding av sone 0 og et forbud mot bruk av naturgjødsel og sprøytemidler i sone 1. Engslått med begrenset bruk av kunstgjødsel kan aksepteres. I sone 2 er det ikke påkrevet med restriksjoner i forhold til dagens arealbruk.

3.3 Grunnvannsundersøkelser i Sjørdalen

3.3.1 Georadarmålinger

Kartbilag -02 og -03 viser georadaropptak og plassering av profiler. Ved undersøkelse av muligheter for uttak av grunnvann kan resultater fra georadarmålinger ofte gi informasjon om løsmassenes beskaffenhet (grovkornig/finkornig), grunnvannsspeilets beliggenhet og sedimenttykkelse (dyp til fjell).

Hastighetsanalyse

Hastighetsanalyse ble utført på deltaavsetningen ved Sjørdalselvas utløp. Resultatet viste en gjennomsnittshastighet på 0,07 m/ns i vannmettet sone. Denne hastigheten er brukt ved dybdekonvertering av data. Hastigheten i umettet sone er noe større, og angitte dyp til grunnvannsspeil på radarplottene blir dermed litt mindre enn det reelle dyp.

Profil 1

Profil 1 ble målt fra grusveg sørover fra Breivoll langs en traktorveg østover ca 50 m fra Kvernelva (kartbilag -02). Penetrasjonen langs profilet varierer fra 5 - 15 m. Den beste penetrasjonen har en fra posisjon 0 til 65 og fra 100 til 210 hvor penetrasjonsdypet er ca 15 m. Årsaken til mindre penetrasjon i visse områder skyldes trolig underliggende finkornige masser (silt/leire). Refleksjonsmønsteret er tilnærmet hauget som tyder på lagdelt sand og grus. Varierende penetrasjon og reflektivitet tyder på innslag av mer finkornige masser. Fra

posisjon 210 og ut profilet er penetrasjonen tydelig mindre 5 - 6 m, stedvis 10 m. De siste 50 m av profilet går over dyrket mark som vanligvis gir redusert penetrasjon av EM-bølgene, ellers tilskrives årsaken til den reduserte penetrasjonen underliggende finkornige masser (leire). Det beste området for uttak av grunnvann antas å være mellom posisjon 0 og 30, 95 og 115 og mellom 130 og 150. Områdene som synes best egnet til grunnvannsuttak ser ut til å ligge som lommer i noe tettere masser (mindre penetrasjon på sidene). Det er ingen klare indikasjoner på fjelloverflaten under løsmassene.

Profil 2

Profil 2 ble målt fra Kvernelva i nordøstlig retning mot Breivollshølen i Sjørdalselva (kartbilag -02) Profilet krysset P1 ved posisjon 215. Bortsett fra et område mellom posisjon 50 og 110 er penetrasjon dårlig, ca 5 - 6 m. I det nevnte området er penetrasjonen 10 - 15 m.

Refleksjonsmønsteret er kaotisk i dette området og kan indikere sand/grus. I dette området kan det være muligheter for grunnvannsuttak. Fra posisjon 110 og ut profilet er penetrasjonen liten, 5 - 6 m, med antydning til parallelt refleksjonsmønster som kan indikere tynne lag av sand/silt. Penetrasjonen slutter brått noe som kan tyde på underliggende leire. Området antas å være lite egnet til grunnvannsuttak. Fra posisjon 110 til 155 er det en viss refleksivitet også under topplaget. Årsaken til at denne er borte fra posisjon 155 og ut profilet er trolig at profilet går over dyrket mark.

Profil 3

Profil 3 ble målt fra grusvegen i nordøstlig retning og krysset P1 ved posisjon 26 (kartbilag -02). Opptaket viser bra penetrasjon, ca 15 m, men noe varierende refleksivitet.

Refleksjonsmønsteret er hauget som kan tyde på lagdelt sand/grus. Varierende refleksivitet kan tyde på innslag av finkornige masser som vil redusere mulighetene for grunnvannsuttak. I området mellom posisjon 25 og 70 er det antydning til skrått refleksjonsmønster som tyder på lagdelt sand/grus. Den beste muligheten for grunnvannsuttak synes å være i dette området. Fra posisjon 70 og ut profilet varierer penetrasjonen under et ca 5 m tykt topplag som kan tyde på noe innhold av fine masser med små muligheter for grunnvannsuttak av betydning.

Profil 4

Profil 4 og 5 ble målt ved Sjørdalselvas utløp i Litjvatnet (kartbilag -03). Profil 4 ble målt over et jorde på sørsiden av elveutløpet. Opptaket viser et meget tydelig skrått refleksjonsmønster som betyr skrålag av sand og grus. Opptaket viser en typisk breelavsetning med grove masser som er meget godt egnet for grunnvannsuttak. Penetrasjonsdypet er 20 - 25 m. Enkelte steder er penetrasjonen og refleksiviteten noe mindre som kan bety innslag av finere masser (silt/leire).

Det er trolig fine masser på dypet under sand/gruslagene da ingen markert fjellreflektor observeres. Grunnvannsspeilet indikeres som en horisontal reflektor ved kote 83 m.o.h. , dvs. på 2 - 3 m dyp. Mulighetene for grunnvannsutttak er gode langs hele profilet.

Profil 5

Profil 5 ble målt langs elvebredden på vestsiden av elva og ble målt helt til utløpet i Litjvatnet. Også dette profilet viser tydelig skrått refleksjonsmønster som tyder på lagdelt sand/ grus. Fra posisjon 0 til 100 avtar penetrasjonen fra 25 til 17 m. Gruslagene viser en slak helning som tyder på at en går nesten på tvers av avsetningsretningen. Fra posisjon 100 svinger profilet vestover, og gruslagene indikeres brattere. Fra posisjon 130 til 205 indikeres en ryggformet reflektor. Tolkningen av denne er noe usikker. Det kan være en fjellrygg da en ser antydninger til diffraksjonsmønster. Det kan også være leire som stopper penetrasjonen. På begge sider av denne "ryggen" er det finstoff (finsand/leire) som stopper penetrasjonen på 15 - 20 m dyp. Dypet til "ryggen" er 12 - 13 m i det grunneste partiet. Fra posisjon 200 øker penetrasjonen til 20 - 25 m. I et område mellom posisjon 222 og 248 er penetrasjonsdypet redusert til ca 10 m. Dette skyldes trolig et lag av finstoff (leire ?) på dette dyp. Fra ca posisjon 270 indikeres sand/gruslagene som tilnærmet horisontale lag som betyr at profilet går på tvers av avsetningsretningen. Noe varierende penetrasjon og refleksivitet kan tyde på innslag av tettere masser. Nederst på opptaket, 20 - 25 m dyp, kan en observere antydning til parallelt refleksjonsmønster som betyr tynne lag, laminasjoner av silt, fin sand. Den gradvise svekkelsen av penetrasjon tyder også på finere masser mot dypet med leire i bunnen som stopper penetrasjonen helt. Bortsett fra den nevnte ryggen, som kan være fjelloverflaten, ser en ikke fjellet.

Fra posisjon 0 til 145 ser en grunnvannsspeilet ved nivå 83 m.o.h. på 2 - 3 m dyp. Profilet startet på elvesletten ca 3 m over elvenivå, så dette stemmer bra. Fra posisjon 145 går profilet helt nede ved elvebredden og grunnvannsspeilet kan ikke følges pga. interferens med direkte bølger mellom sender og mottaker. Muligheten for grunnvannsutttak ut fra de indikerte masser er meget gode langs hele profilet. Området nede ved elvebredden er trolig flomutsatt.

Sammendrag

Georadarundersøkelsene i Sjørdalen viser at området nede ved Sjørdalselvas utløp klart har de beste massene med hensyn til grunnvannsutttak. Området består av en typisk breelvavsetning med tykke lag av grus/sand. Slike grove masser vil være et godt reservoar for grunnvann. Det andre området sør for Breivoll har ikke tilsvarende grove masser. Stedvis er det imidlertid indikert områder med sand/grus som er egnet for grunnvannsutttak dog ikke i samme mengder som ved Litjvatnet.

3.3.2 Undersøkellesboringer

Det ble utført tre boringer (1-3) på breelvavsetningen sør for Breivoll (kartbilag -02) og en boring (4) på elvedeltaet ved Litjvatnet (kartbilag -03). Resultatet av boringene framgår av databilag 1.4-1.7 som er brønnskjema hentet fra hydrogeologisk database. Databilag 2.3 og 2.4 viser resultatene av fysikalsk-kjemiske analyser av grunnvannsprøver og databilag 4.1-4.2 viser kornfordelingen til masseprøver fra borhull 3 og 4.

I borhull 1 ble det påtruffet 4,5 m sand og grus over leirige masser til minst 25,5 m. På grunn av lite egnede masser til grunnvannsuttag ble det ikke satt ned undersøkelsesbrønn.

Borhull 2 viste ca. 2,5 m stein og sand over leire til 5,5 m. Fra dette nivået og til fjell på 6,9 m ble det registrert grusig sand. Heller ikke i dette borhullet ble det satt ned undersøkelsesbrønn.

I borhull 3 ble det registrert 2,5 m stein, grus og sand over leire til 6,5 m. Derifra består massene av sand som fra 11,5 m går over til en grusig sand. Fra 14,5 til 17,5 m ble det påtruffet morene. Det ble satt ned en undersøkelsesbrønn som ble testpumpet annenhver meter fra 7,5 m til 17,5 m. Kapasiteten var best i nivåene 10,5-11,5 m og 12,5-13,5 m hvor den ble målt til 1,2 og 1,5 l/s. Både over og under dette laget var massene tettere (jmf. kornfordelingskurvene i databilag 4.1) og ga mindre enn 0,3 l/s.

På grunn av topografiske forhold og det tette leirlaget over det vannførende sand- og gruslaget, står grunnvannet under trykk, slik at det kontinuerlig spruter opp av undersøkelsesbrønnen. Det er derfor mulig å ta prøver for å undersøke hvordan grunnvannskvaliteten endrer seg med tiden.

Fysikalsk-kjemiske analyser viser at to grunnvannsprøver fra 10,5-11,5 m og 12,5-13,5 m som ble tatt i forbindelse med undersøkelsesboringene, er av god kvalitet idet alle målte parametere tilfredsstillende kravene til drikkevann. Tilsvarende analyser av en grunnvannsprøve fra samme brønn tatt en uke senere viser at konsentrasjonen av jern har økt litt og ligger nå over kravet til drikkevann, men ellers er det små endringer i den fysikalsk-kjemiske kvaliteten. I en grunnvannsprøve tatt fra samme brønn 20.05.98 er jerninnholdet borte og alle målte parametere tilfredsstillende kravene i Drikkevannsforskriften.

I borhull 4 ble det påtruffet ca. 14 m grusig sand over sand og finsand til 24,5 m dyp hvor massene går over til leire. Boringen stemmer overens med tolkningen av georadarprofilene, som viser sand og grusmasser med tykkelse mellom 10 og 25 m i begge de to målte profilene. Det ble satt ned en undersøkelsesbrønn for testpumping og prøvetaking. Kapasiteten var 3 - 4 l/s i tre forskjellige nivå mellom 4,5 og 13,5 m. I finsandlaget på 16,5-17,5 m dyp ga testpumpingen bare 0,2 l/s.

Det ble tatt vannprøver fra 4,5-5,5 m, 8,5-9,5 m og fra 12,5-13,5 m dyp. Bortsett fra noe lav pH og alkalitet, tilfredsstillende alle målte parametere kravene i drikkevannsforskriften. Prøven fra 4,5-5,5 m er tydelig preget av overflatevann, siden den har et relativt lavt ioneinnhold, særlig lavt innhold av silisium, relativt høyt fargetall til grunnvann å være og det ble anmerket

at grunnvannstemperaturen var høy uten at dette ble målt. Nedover i profilet avtar fargetallet, samtidig som ioneinnholdet øker. Dette tyder på grunnvann med lengre oppholdstid.

3.3.3 Anbefalinger

Det er påvist gode forhold for grunnvannsuttak både ved Litjvatnet og ved Breivoll. Det kan tas ut mest vann fra grunnvannsforekomsten ved Litjvatnet, men et grunnvannsuttak ved Breivoll vil også kunne dekke hele SørDALens vannbehov. På grunnlag av grunnvannskvalitet og beliggenhet anbefales nedsetting av en produksjonsbrønn ved borhull 3 ved Breivoll. Sammenlignet med en brønnplassering ved Litjvatnet vil et grunnvannsuttak ved Breivoll komme i mindre konflikt med dyrket mark, det vil kreve mindre vannbehandling (kun lufting mot lufting og alkalisering ved Litjvatnet) og det vil trolig gi lavere utbyggingskostnader da dette alternativet vil kreve kortere vannledning enn en utbygging ved Litjvatnet. Forekomsten ved Breivoll er også bedre beskyttet mot eventuelle forurensninger fordi den ligger under et lag med tett leire.

Det anbefales en Ø 130 mm brønn med filter med lysåpning på 1 mm fra 11-14 m dyp. For sikker dokumentasjon av kapasitet og kvalitet bør brønnen prøvepumpes i minst tre måneder. Hvis denne brønnen ikke gir grunnvann av god nok kvalitet, anbefales boring av brønn på elvedeltaet ved Litjvatnet.

4. REFERANSER

Klemetsrud, 1993: Hydrogeologiske undersøkelser i Åfjord kommune. *NGU Rapport 93.074*.

SCC Prosjektering, 1996: Utkast til Hovedplan for vann for Åfjord kommune.

Sosial og helsedepartementet, 1995: Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m. *Nr 68, 1-9/95*.

Statens Institutt for Folkehelse 1987: A3 Beskyttelse av grunnvannskilder. *Veiledning i A-serien: Vannkilde med nedbørfelt/infiltrasjonsområde*.

GEORADAR - METODEBESKRIVELSE

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

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

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

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

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

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

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

Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere demping av bølgepulsene og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin silt og leire vil penetrasjonen være helt ubetydelig. I dårlig ledende materiale som f.eks. tørr sand, kan det forventes en dybderekkevidde på flere titalls meter når det benyttes en lavfrekvent antenne (f.eks. 50 eller 100 Mhz). For grunnere undersøkelser vil en mer høyfrekvent antenne gi bedre vertikal oppløsning.

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

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

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 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/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 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 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 pumpe 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. Alle sonderboringer og undersøkelsesbrønner blir lagt inn i NGU's hydrogeologiske database.

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 prøvekarer. 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 dampør 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).

5 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.

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, NO₃), CO₂-innhold og O₂-innhold blir bestemt ved bruk av fargespektrometri, mens til feltmålinger av pH, Eh og ledningsevne brukes sensoriske metoder.

Den største fordelene 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.

7 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 tørrsiktning 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, ± 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 $\pm 2.5\%$ 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 ± 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 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 ⁻ | Cl ⁻ | NO ₂ ⁻ | Br ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ |
|---------------------------------|----------------|-----------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 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 ($\Sigma\text{kationer} = \Sigma\text{anioner}$)
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 (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*.

Brønn-ID: 148 **Type brønn:** Observasjonsbrønn / **Fylke:** Sør-Trøndelag **Kommune:** Åfjord (1630) **Stordalsvatnet**
UTM Sone: 32 **ØV-koordinater:** 567473.00 **NS-koordinater:** 7095227.00 **Høyde over havet:** meter
Oppdragsgivers navn: Åfjord komm. og NGU

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse **Boredato:** 15.10.1996 **Borerens navn:** Bjørn Iversen

Boredyp (målt fra overflaten): 9.50 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 |
|---------|---------|---------------------|----------------|------------|-----------------|---------|
| 8.50 | 9.50 | 32 | | | Stål | |

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode: Pumpetest **Brønnrørmateriale:** Damprør

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

| Fra (m) | Til (m) | Løsmasseprofil | Vanntrykk | Boreslamfarge | Vannuttak (l/s) | Temperatur (°C) | Pumpetid (min) | Vannprøve? | Jordprøve? | Prøvetakingsmetode | Merknader |
|---------|---------|---------------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|------------|--------------------|------------------------------|
| 0.00 | 1.50 | Stein, grus og sand | | Grått | | | | | | | |
| 1.50 | 2.50 | Stein, grus og sand | | Borte | | | | | | | |
| 2.50 | 3.50 | Sand og finsand | | Borte | | | | | | | |
| 3.50 | 4.50 | Sand og finsand | | Borte | | | | | | | |
| 4.50 | 5.50 | Sand og finsand | | Borte | | | | | | | |
| 5.50 | 6.50 | Sand og finsand | | Borte | | | | | | | |
| 6.50 | 7.50 | Sand og finsand | | Borte | | | | | | | |
| 7.50 | 8.50 | Sand og finsand | | Borte | | | | | | | |
| 8.50 | 9.50 | Sand og finsand | | Borte | 0.25 | 7.8 | 15 | Ja | | Pumping (P) | Jern 6,5.Ledningsevne 169,3. |

Merknad:

Andre

opplysninger: 10 meter står igjen som peilerør.

Utfyllingsdato: 04.05.1998 **Ansvarlig signatur:** Bjørn Iversen

Brønn-ID: 149 **Type brønn:** Observasjonsbrønn **2** **Fylke:** Sør-Trøndelag **Kommune:** Åfjord (1630) **Stordalsvatnet**
UTM Sone: 32 **ØV-koordinater:** 567386.00 **NS-koordinater:** 7094980.00 **Høyde over havet:** meter
Oppdragsgivers navn: Åfjord komm. og NGU

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse **Boredato:** 15.10.1996 **Borerens navn:** Bjørn Iversen

Boredyp (målt fra overflaten): 15.50 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 |
|---------|---------|---------------------|----------------|------------|-----------------|---------|
| 6.50 | 7.50 | 32 | | | Stål | |

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode: Pumpetest **Brønnrørmateriale:** Damprør

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

| Fra (m) | Til (m) | Løsmasseprofil | Vanntrykk | Boreslamfarge | Vannuttak (l/s) | Temperatur (°C) | Pumpetid (min) | Vannprøve? | Jordprøve? | Prøvetakingsmetode | Merknader |
|---------|---------|----------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|------------|--------------------|--|
| 0.00 | 1.50 | Sand og grus | | Grått | | | | | | | Myr det første stykket. Spylevannet er gråbrunt. |
| 1.50 | 2.50 | Sand og grus | | Borte | | | | | | | |
| 2.50 | 3.50 | Sand og grus | | Borte | | | | | | | |
| 3.50 | 4.50 | Grusig sand | | Borte | | | | | | | |
| 4.50 | 5.50 | Grusig sand | | Borte | | | | | | | |
| 5.50 | 6.50 | Grusig sand | | Borte | | | | | | | |
| 6.50 | 7.50 | Grusig sand | | Borte | 4.16 | | | | | Pumping (P) | Jern mer enn 7,6. |
| 7.50 | 8.50 | Grusig sand | 0-2 kg | Borte | | | | | | | |
| 8.50 | 9.50 | Grusig sand | | Borte | 4.16 | 7.8 | | Ja | | Pumping (P) | Ledningsevne 250. Mye jern. |
| 9.50 | 10.50 | Grusig sand | | Borte | | | | | | | |

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Hilmo, Bernt Olav

Norges geologiske undersøkelse

Side 2 av 2

| Fra (m) | Til (m) | Løsmasseprofil | Vanntrykk | Boreslamfarge | Vannuttak (l/s) | Temperatur (°C) | Pumpetid (min) | Vannprøve? | Jordprøve? | Prøvetakingsmetode | Merknader |
|---------|---------|----------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|------------|--------------------|--------------------------|
| 10.50 | 11.50 | Grusig sand | 0-3 kg | Borte | | | | | | | |
| 11.50 | 12.50 | Grusig sand | | Borte | | | | | | | Endel finsand,vekslende. |
| 12.50 | 13.50 | Grusig sand | | Borte | 3.30 | 7.1 | | | | Pumping (P) | Mye jern. |
| 13.50 | 14.50 | Grusig sand | | Borte | | | | | | | |
| 14.50 | 15.50 | Grusig sand | 0-2 kg | Borte | | | | | | | |

Merknad:

Andre opplysninger:

Utfyllingsdato: 04.05.1998 Ansvarlig signatur: Bjørn Iversen

Brønn-ID: 151 **Type brønn:** Observasjonsbrønn **3** **Fylke:** Sør-Trøndelag **Kommune:** Åfjord (1630) **Stordalsvatnet**
UTM Sone: 32 **ØV-kordinater:** 567389.00 **NS-kordinater:** 7095041.00 **Høyde over havet:** meter
Oppdragsgivers navn: Åfjord komm. og NGU.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse **Boredato:** 15.10.1996 **Borerens navn:** Bjørn Iversen

Boredyp (målt fra overflaten): 11.50 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 |
|---------|---------|---------------------|----------------|------------|-----------------|---------|
| 10.00 | 11.00 | 32 | | | Stål | |

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode: Pumpetest **Brønnrørmateriale:** Damprør

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

| Fra (m) | Til (m) | Løsmasseprofil | Vanntrykk | Boreslamfarge | Vannuttak (l/s) | Temperatur (°C) | Pumpetid (min) | Vannprøve? | Jordprøve? | Prøvetakingsmetode | Merknader |
|---------|---------|----------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|------------|--------------------|------------------------|
| 0.00 | 1.50 | Sand og grus | | Borte | | | | | | | |
| 1.50 | 2.50 | Sand og grus | | Borte | | | | | | | |
| 2.50 | 3.50 | Sand og grus | | Borte | | | | | | | |
| 3.50 | 4.50 | Sand og grus | | Borte | | | | | | | |
| 4.50 | 5.50 | Sand og grus | | Borte | | | | | | | |
| 5.50 | 6.50 | Sand og grus | | Borte | | | | | | | |
| 6.50 | 7.50 | Sand og grus | | Borte | 4.58 | 4.3 | | Ja | | Pumping (P) | Ledningsevnen er 54,2. |
| 7.50 | 8.50 | Sand og grus | | Borte | | | | | | | |
| 8.50 | 9.50 | Sand og grus | | Borte | 5.00 | 4.0 | | | | Pumping (P) | |
| 9.50 | 10.50 | Sand og grus | | Borte | | | | | | | |

| Fra (m) | Til (m) | Løsmasseprofil | Vanntrykk | Boreslamfarge | Vannuttak (l/s) | Temperatur (°C) | Pumpetid (min) | Vannprøve? | Jordprøve? | Prøvetakingsmetode | Merknader |
|---------|---------|----------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|------------|--------------------|-----------|
| 10.50 | 11.50 | Sand og grus | | Borte | 4.16 | | | Ja | | Pumping (P) | |

Merknad:**Andre**

opplysninger: Det ble boret til 12 m. med 89 mm. borkrone og satt ned 10 m. 2 " rustfri stålrør med 3 m. filter konslått med 1,5 mm. lysåpning. Pumper ca.300-400 l/m. (5-6,6 l/s).

Utfyllingsdato: 04.05.1998 **Ansvarlig signatur:** Bjørn Iversen.

Brønn-ID: 27 Type brønn: Sondering 1 Fylke: Sør-Trøndelag Kommune: Åfjord (1630) Sjørdalen
 UTM Sone: 32 ØV-kordinater: 569111.00 NS-kordinater: 7088508.00 Høyde over havet: 93 meter
 Oppdragsgivers navn: Åfjord kommune

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse Boredato: 10.10.1997 Borerens navn: B. Iversen

Boredyp (målt fra overflaten): 25.50 m Dyp til fjell (målt fra overflaten): m Høyde av rørtopp (over havnivå): m Høyde av rørtopp (over bakkenivå): m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode:

Brønnrørmateriale:

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

| Fra (m) | Til (m) | Løsmasseprofil | Vanntrykk | Boreslamfarge | Vannuttak (l/s) | Temperatur (°C) | Pumpetid (min) | Vannprøve? | Jordprøve? | Prøvetakingsmetode | Merknader |
|---------|---------|---------------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|------------|--------------------|-----------|
| 0.00 | 1.50 | Stein, grus og sand | | | | | | | | | |
| 1.50 | 2.50 | Grusig sand | | | | | | | | | blokk |
| 2.50 | 3.50 | Grusig sand | | | | | | | | | stein |
| 3.50 | 4.50 | Sand | | | | | | | | | |
| 4.50 | 5.50 | Leirig sand | | | | | | | | | |
| 5.50 | 14.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 14.50 | 22.50 | Leirig finsand | | | | | | | | | |
| 22.50 | 25.50 | Leirig silt | | | | | | | | | |

Merknad:
Andre opplysninger:

Utfyllingsdato: 05.12.1997 Ansvarlig signatur: Bernt Olav Hilmo

Brønn-ID: 28 **Type brønn:** Sondering 2 **Fylke:** Sør-Trøndelag **Kommune:** Åfjord (1630) **Sørdalen**
UTM Sone: 32 **ØV-koordinater:** 569010.00 **NS-koordinater:** 7088508.00 **Høyde over havet:** 95 meter
Oppdragsgivers navn: Åfjord kommune

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse **Boredato:** 10.10.1997 **Borerens navn:** B. Iversen

Boredyp (målt fra overflaten): 7.20 m **Dyp til fjell (målt fra overflaten):** 6.90 m **Høyde av rørtopp (over havnivå):** m **Høyde av rørtopp (over bakkenivå):** m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode: **Brønnrørmateriale:**

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

| Fra (m) | Til (m) | Løsmasseprofil | Vanntrykk | Boreslamfarge | Vannuttak (l/s) | Temperatur (°C) | Pumpetid (min) | Vannprøve? | Jordprøve? | Prøvetakingsmetode | Merknader |
|---------|---------|----------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|------------|--------------------|----------------|
| 0.00 | 1.50 | Stein og sand | | | | | | | | | blokk |
| 1.50 | 2.50 | Stein og sand | | | | | | | | | blokk |
| 2.50 | 3.50 | Leirig sand | | | | | | | | | |
| 3.50 | 5.50 | Leire | | | | | | | | | gruskorn |
| 5.50 | 6.90 | Grusig sand | | | | | | | | | fjell på 6,9 m |

Merknad:
Andre opplysninger:

Utfyllingsdato: 05.12.1997 **Ansvarlig signatur:** Bernt Olav Hilmo

Brønn-ID: 19 Type brønn: Undersøkelsesbrønn **3** Fylke: Sør-Trøndelag Kommune: Åfjord (1630) Sjørdalen
 UTM Sone: 32 ØV-koordinater: 569108.00 NS-koordinater: 7088398.00 Høyde over havet: 91 meter
 Oppdragsgivers navn: Åfjord kommune

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse Boredato: 10.10.1997 Borerens navn: 91

Boredyp (målt fra overflaten): 17.50 m Dyp til fjell (målt fra overflaten): 17.20 m Høyde av rørtopp (over havnivå): 92.00 m Høyde av rørtopp (over bakkenivå): 1.00 m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode: Pumpetest Brønnrørmateriale: Damprør

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): 0.00 m Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten): m Målt dato: 10.10.1997

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

| Fra (m) | Til (m) | Løsmasseprofil | Vanntrykk | Boreslamfarge | Vannuttak (l/s) | Temperatur (°C) | Pumpetid (min) | Vannprøve? | Jordprøve? | Prøvetakingsmetode | Merknader |
|---------|---------|----------------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|------------|--------------------|-------------------|
| 0.00 | 1.50 | Stein, grus og sand | | | | | | | | | |
| 1.50 | 2.50 | Stein, sand og leire | | | | | | | | | |
| 2.50 | 5.50 | Leire | | | | | | | | | |
| 5.50 | 6.50 | Leire | | | | | | | | | gruskom |
| 6.50 | 7.50 | Sand | | | 0.25 | | | | Ja | Pumping (P) | mye slam i vannet |
| 7.50 | 10.50 | Sand | | | | | | | | | |
| 10.50 | 11.50 | Sand | | | 1.17 | | 15 | Ja | Ja | Pumping (P) | artesisisk |
| 11.50 | 12.50 | Grusig sand | | | | | | | | | |
| 12.50 | 13.50 | Grusig sand | | | 1.50 | | 15 | Ja | Ja | Pumping (P) | artesisisk |
| 13.50 | 14.50 | Grusig sand | | | | | | | | | hardere |
| 14.50 | 15.50 | Morene | | | 0.13 | | | | | | tette masser |

| Fra (m) | Til (m) | Løsmasseprofil | Vanntrykk | Boreslamfarge | Vannuttak (l/s) | Temperatur (°C) | Pumpetid (min) | Vannprøve? | Jordprøve? | Prøvetakingsmetode | Merknader |
|---------|---------|----------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|------------|--------------------|-----------------|
| 15.50 | 16.50 | Morene | | | | | | | | | |
| 16.50 | 17.50 | Morene | | | 0.13 | | | | | | fjell på 17,2 m |

Merknad:**Andre****opplysninger:** Brønnen er artesisk.**Utfyllingsdato:** 08.12.1997 **Ansvarlig signatur:** Bernt Olav Hilmo

Brønn-ID: 20 Type brønn: Undersøkelsesbrønn **4** Fylke: Sør-Trøndelag Kommune: Åfjord (1630) Sördalen
 UTM Sone: 32 ØV-koordinater: 568858.00 NS-koordinater: 7089469.00 Høyde over havet: 87 meter
 Oppdragsgivers navn: Åfjord kommune

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse Boredato: 15.10.1997 Borerens navn: B. Iversen

Boredyp (målt fra overflaten): 25.50 m Dyp til fjell (målt fra overflaten): m Høyde av rørtopp (over havnivå): 88.00 m Høyde av rørtopp (over bakkenivå): 1.00 m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode: Pumpetest Brønnrørmateriale: Damprør

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): 3.30 m Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten): 2.30 m Målt dato: 15.10.1997

| Fra (m) | Til (m) | Løsmasseprofil | Vanntrykk | Boreslamfarge | Vannuttak (l/s) | Temperatur (°C) | Pumpetid (min) | Vannprøve? | Jordprøve? | Prøvetakingsmetode | Merknader |
|---------|---------|-----------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|------------|--------------------|-------------------------------------|
| 0.00 | 4.50 | Grusig sand | | | | | | | | | |
| 4.50 | 5.50 | Grusig sand | | | 3.33 | | 15 | Ja | Ja | Pumping (P) | Uvanlig varmt grunnvann |
| 5.50 | 8.50 | Grusig sand | | | | | | | | | |
| 8.50 | 9.50 | Grusig sand | | | 3.33 | | 15 | Ja | Ja | Pumping (P) | lavere temperatur, men fortsatt høy |
| 9.50 | 12.50 | Grusig sand | | | | | | | | | |
| 12.50 | 13.50 | Grusig sand | | | 4.17 | | 15 | Ja | Ja | Pumping (P) | normal temperatur |
| 13.50 | 16.50 | Sand og finsand | | | | | | | | | |
| 16.50 | 17.50 | Sand og finsand | | | 0.17 | | | | | | tette masser |
| 17.50 | 24.50 | Sand og finsand | | | | | | | | | |
| 24.50 | 25.50 | Leire | | | | | | | | | |

Merknad:
Andre
opplysninger:

Utfyllingsdato: 08.12.1997 **Ansvarlig signatur:** Bernt Olav Hilmo

VANNANALYSER

FYLKE: Sør-Trøndelag

KART (M711): 1622-1 Åfjord

KOMMUNE: Åfjord

PRØVESTED: Stordalsvatnet

OPPDRAKSNUMMER: 1996.0271

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

| Brønn-nr/sted | 1 Stordalsv | 2 Stordalsv | 3 Stordalsv. | 3 Stordalsv. | | | | | |
|---|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------|------|----|----------------------|--------------------------------|
| Dato | 15.10.96 | 15.10.96 | 15.10.96 | 15.10.96 | 15.10.96 | | | | |
| Brønntype | u.brønn | u.brønn | u.brønn | u.brønn | pumpebrøn | | | | |
| Prøvedyp m | 8,5-9,5 | 8,5-9,5 | 6,5-7,5 | 10,5-11,5 | 7-10 | | | | |
| Brønndimensjon mm | 32 | 32 | 32 | 32 | 54 | | | | |
| X-koordinat Sone: | | | | | | | | | |
| Y-koordinat Sone: | | | | | | | | | |
| Fysisk/kjemisk | | | | | | | | Veiledende verdi | Største tillatte konsentrasjon |
| Surhetsgrad, felt/lab pH | | 6,36 | 6,38 | 6,21 | 6,21 | 7,42 | | 7,5-8,5 | 6,5-8,5 ² |
| Ledningsevne, felt/lab µS/cm | 169 | 135 | 176 | 54 | 52 | 61 | 87 | < 400 | |
| Temperatur °C | | | | | | | | < 12 | 25 |
| Alkalitet mmol/l | 0,52 | 0,79 | 0,10 | 0,15 | 0,43 | | | 0,6-1,0 ² | |
| Fargetall mg Pt/l | 8,9 | 3,2 | 1,5 | < 1,4 | 2,4 | | | < 1 | 20 |
| Turbiditet F.T.U | 17 | 41 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | | | < 0,4 | 4 |
| Oppløst oksygen mg O ₂ /l | | | | | | | | > ca 9 | |
| Fritt karbondioksid mg CO ₂ /l | | | | | | | | < 5 ² | |
| Redoks.potensial, E _h mV | | | | | | | | | |
| Anioner | | | | | | | | | |
| Fluorid mg F/l | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | | | | 1,5 |
| Klorid mg Cl/l | 20,3 | 22,7 | 8,8 | 11,0 | 9,6 | | | < 25 | |
| Nitritt mg NO ₂ /l | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | | | | 0,16 |
| Brom mg Br/l | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | | | | |
| Nitrat mg NO ₃ /l | < 0,05 | < 0,05 | 0,52 | 0,08 | 0,62 | | | | 50 |
| Fosfat mg PO ₄ /l | < 0,2 | < 0,2 | < 0,2 | < 0,2 | < 0,2 | | | | |
| Sulfat mg SO ₄ /l | < 0,1 | < 0,1 | 3,64 | 3,12 | 3,73 | | | < 25 | 100 |
| Sum anioner+alkalitet meq/l | 1,11 | 1,44 | 0,44 | 0,54 | 0,80 | | | | |
| Kationer | | | | | | | | | |
| Silisium mg Si/l | 3,7 | 4,4 | 1,8 | 2,9 | 1,8 | | | | |
| Aluminium mg Al/l | 0,023 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | | | < 0,05 | 0,2 |
| Jern mg Fe/l | 5,0 | 14,7 | 0,01 | 1,1 | 0,03 | | | < 0,05 | 0,2 |
| Magnesium mg Mg/l | 3,3 | 4,3 | 0,9 | 1,1 | 0,9 | | | | 20 |
| Kalsium mg Ca/l | 4,5 | 3,9 | 2,7 | 4,0 | 2,7 | | | 15-25 ² | |
| Natrium mg Na/l | 15,4 | 21,2 | 5,1 | 6,6 | 5,2 | | | < 20 | 150 |
| Kalium mg K/l | 1,3 | 0,63 | 0,58 | 0,55 | 0,77 | | | < 10 | 12 |
| Mangan mg Mn/l | 0,096 | 0,165 | 0,100 | 0,046 | 0,003 | | | < 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 | 0,009 | 0,003 | < 0,002 | < 0,002 | 0,004 | | | < 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 |
| Sum kationer ³ meq/l | 1,20 | 1,49 | 0,45 | 0,59 | 0,45 | | | | |
| Ionebalanseavvik ⁴ % | 4 | 2 | 1 | 4 | -28 | | | | |

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: Sør-Trøndelag

KART (M711): 1622-1 Åfjord

KOMMUNE: Åfjord

PRØVESTED: Stordalsvatnet

OPPDRAKSNUMMER: 1997.0145

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

| Brønn-nr/sted | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------|----------------------|--|------------------|--------------------------------|--|--|
| Dato | | 11.06.97 | 18.06.97 | 26.06.97 | 28.07.97 | 13.08.97 | 30.09.97 | | | | | | | |
| Brønntype | | pumpebrøn | pumpebrøn | pumpebrøn | pumpebrøn | pumpebrøn | pumpebrøn | | | | | | | |
| Prøvedyp | m | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | | | | | | | |
| Brønndimensjon | mm | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | | | | | | | |
| X-koordinat | Sone: | | | | | | | | | | | | | |
| Y-koordinat | Sone: | | | | | | | | | | | | | |
| Fysisk/kjemisk | | | | | | | | | | | Veiledende verdi | Største tillatte konsentrasjon | | |
| Surhetsgrad, felt/lab | pH | 6,18 | 6,12 | 6,18 | 6,88 | 6,08 | 6,48 | 7,5-8,5 | 6,5-8,5 ² | | | | | |
| Ledningsevne, felt/lab | µS/cm | 75,2 | 81,2 | 82,0 | 156 | 106 | 124 | < 400 | | | | | | |
| Temperatur | °C | | | | | | | < 12 | 25 | | | | | |
| Alkalitet | mmol/l | 0,22 | 0,23 | 0,22 | 0,87 | 0,22 | 0,24 | 0,6-1,0 ² | | | | | | |
| Fargetall | mg Pt/l | 6,5 | 5,7 | 4,9 | 2,4 | 2,4 | < 1,4 | < 1 | 20 | | | | | |
| Turbiditet | F.T.U | 0,08 | 0,10 | 0,07 | 0,28 | 0,16 | 0,52 | < 0,4 | 4 | | | | | |
| Oppløst oksygen | mg O ₂ /l | | | | | | | > ca 9 | | | | | | |
| Fritt karbondioksid | mg CO ₂ /l | | | | | | | < 5 ² | | | | | | |
| Redoks.potensial, E _h | mV | | | | | | | | | | | | | |
| Anioner | | | | | | | | | | | | | | |
| Fluorid | mg F/l | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | | 1,5 | | | | | |
| Klorid | mg Cl/l | 11,9 | 14,4 | 13,4 | 16,6 | 19,2 | 21,7 | < 25 | | | | | | |
| Nitritt | mg NO ₂ /l | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | | 0,16 | | | | | |
| Brom | mg Br/l | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | | | | | | | |
| Nitrat | mg NO ₃ /l | 0,56 | 1,08 | 0,92 | 1,00 | 0,88 | 1,32 | | 50 | | | | | |
| Fosfat | mg PO ₄ /l | < 0,2 | < 0,2 | < 0,2 | < 0,2 | < 0,2 | < 0,2 | | | | | | | |
| Sulfat | mg SO ₄ /l | 4,33 | 4,50 | 3,96 | 4,07 | 3,86 | 3,71 | < 25 | 100 | | | | | |
| Sum anioner+alkalitet | meq/l | 0,67 | 0,76 | 0,71 | 1,45 | 0,87 | 0,96 | | | | | | | |
| Kationer | | | | | | | | | | | | | | |
| Silisium | mg Si/l | 2,3 | 2,4 | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 2,4 | | | | | | | |
| Aluminium | mg Al/l | < 0,02 | < 0,02 | 0,0342 | 0,037 | < 0,02 | 0,022 | < 0,05 | 0,2 | | | | | |
| Jern | mg Fe/l | < 0,01 | < 0,01 | 0,0191 | 0,201 | 0,366 | 0,98 | < 0,05 | 0,2 | | | | | |
| Magnesium | mg Mg/l | 1,5 | 1,6 | 1,6 | 1,9 | 2,0 | 2,1 | | 20 | | | | | |
| Kalsium | mg Ca/l | 4,5 | 5,0 | 4,7 | 5,35 | 5,58 | 5,57 | 15-25 ² | | | | | | |
| Natrium | mg Na/l | 6,9 | 7,4 | 7,3 | 8,7 | 10,9 | 12,3 | < 20 | 150 | | | | | |
| Kalium | mg K/l | 0,89 | 0,64 | 1,2 | 0,9 | 1,22 | 1,53 | < 10 | 12 | | | | | |
| Mangan | mg Mn/l | 0,045 | 0,098 | 0,146 | 0,130 | 0,122 | 0,120 | < 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 | < 0,002 | 0,006 | 0,004 | 0,002 | < 0,002 | < 0,002 | < 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 ³ | meq/l | 0,67 | 0,72 | 0,71 | 0,83 | 0,95 | 1,02 | | | | | | | |
| Ionebalanseavvik ⁴ | % | 0 | -3 | 0 | -27 | 4 | 3 | | | | | | | |

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%

ÅFJORD KOMMUNE T
V/MILJØ OG TEKNISKE TJENESTER
7170 ÅFJORD

| | | | |
|------------------------|---------------|---------------|-------|
| ÅFJORD Miljø og tet | | Reg.nr. _____ | KOPI: |
| Dato: 07.07.97 | Jnr. _____ | Jan | |
| Emnekode: J81 | _____ | _____ | |
| Obj.kode _____ | _____ | _____ | |
| Kassasjon _____ | Saksbeh. SFj. | _____ | |

Dato: 04.07.1997
Lab.nr: 97/ 611
Arkiv: 003002/F

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 01.07.97 Analyseperiode: 01.07.97 - 04.07.97

| 1: Grunnvann, ubehandlet | | | Referanse Stordalsvatnet | Merking Prøvepumping | Tatt ut: 30.06.1997 |
|--------------------------------|----------|-----------|-----------------------------|-------------------------|------------------------|
| | Metode | Benevning | Prøve 1: | | |
| Totalantall bakt. 22°C 3 døgn | NS 4791 | /ml | 3 | | |
| Koliforme bakterier MF | NS 4788 | /100 ml | 0 | | |
| Termotolerante kolif. bakt. MF | NS 4792 | /100 ml | 0 | | |
| pH, surhetsgrad | NS 4720 | | 5.63 | | |
| Fargetall, spektrofotometrisk | NS 4786 | | 1.8 | | |
| Konduktivitet | ISO 7888 | mS/m | 8.68 | | |
| Turbiditet | NS 4723 | FTU | 0.13 | | |

KOMMENTAR

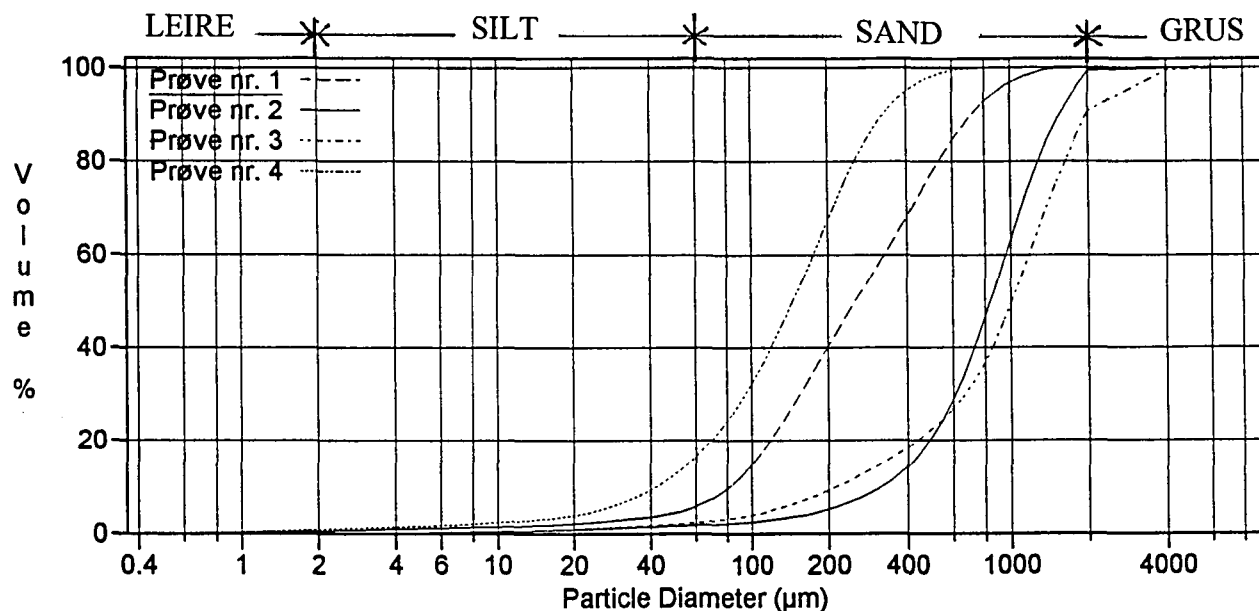
Vannet viser god hygienisk kvalitet og tilfredsstillende gjeldende bakteriologiske krav.

Med hilsen

Marit Kvitland

Marit Kvitland
Avd.ingeniør

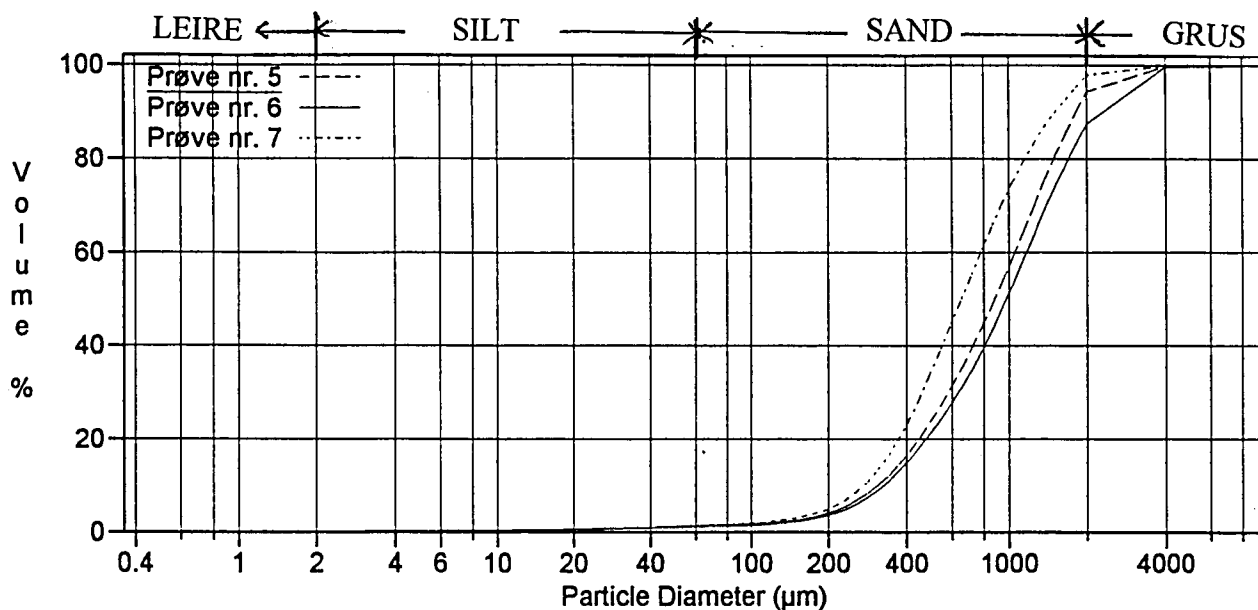
Aase Mariann Vemundstad
Aase Mariann Vemundstad
Lab. Ingeniør



| Volume % | 1.\$02 Particle Diameter µm | 2a.\$02 Particle Diameter µm | 3a.\$02 Particle Diameter µm | 4.\$02 Particle Diameter µm |
|----------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1.000 | 5.391 | 25.75 | 23.56 | 2.770 |
| 2.000 | 18.88 | 78.92 | 52.32 | 8.232 |
| 5.000 | 54.25 | 194.5 | 120.4 | 24.87 |
| 10.00 | 81.29 | 316.6 | 213.4 | 41.93 |
| 15.00 | 100.6 | 410.3 | 315.2 | 56.06 |
| 20.00 | 118.1 | 486.5 | 436.6 | 69.06 |
| 25.00 | 135.8 | 552.8 | 557.1 | 81.58 |
| 40.00 | 198.3 | 726.6 | 850.6 | 119.4 |
| 50.00 | 254.4 | 839.1 | 1011 | 146.1 |
| 60.00 | 326.9 | 959.4 | 1179 | 175.1 |
| 70.00 | 417.0 | 1101 | 1376 | 209.2 |
| 75.00 | 470.9 | 1186 | 1498 | 229.6 |
| 80.00 | 533.3 | 1284 | 1638 | 253.5 |
| 90.00 | 715.7 | 1564 | 1974 | 327.1 |

| Prøve nr. | Borhull nr. | Dyp (m) |
|-----------|-------------|-----------|
| 1 | 3 | 6,5- 7,5 |
| 2 | 3 | 10,5-11,5 |
| 3 | 3 | 12,5-13,5 |
| 4 | 3 | 14,5-15,5 |

Breivoll

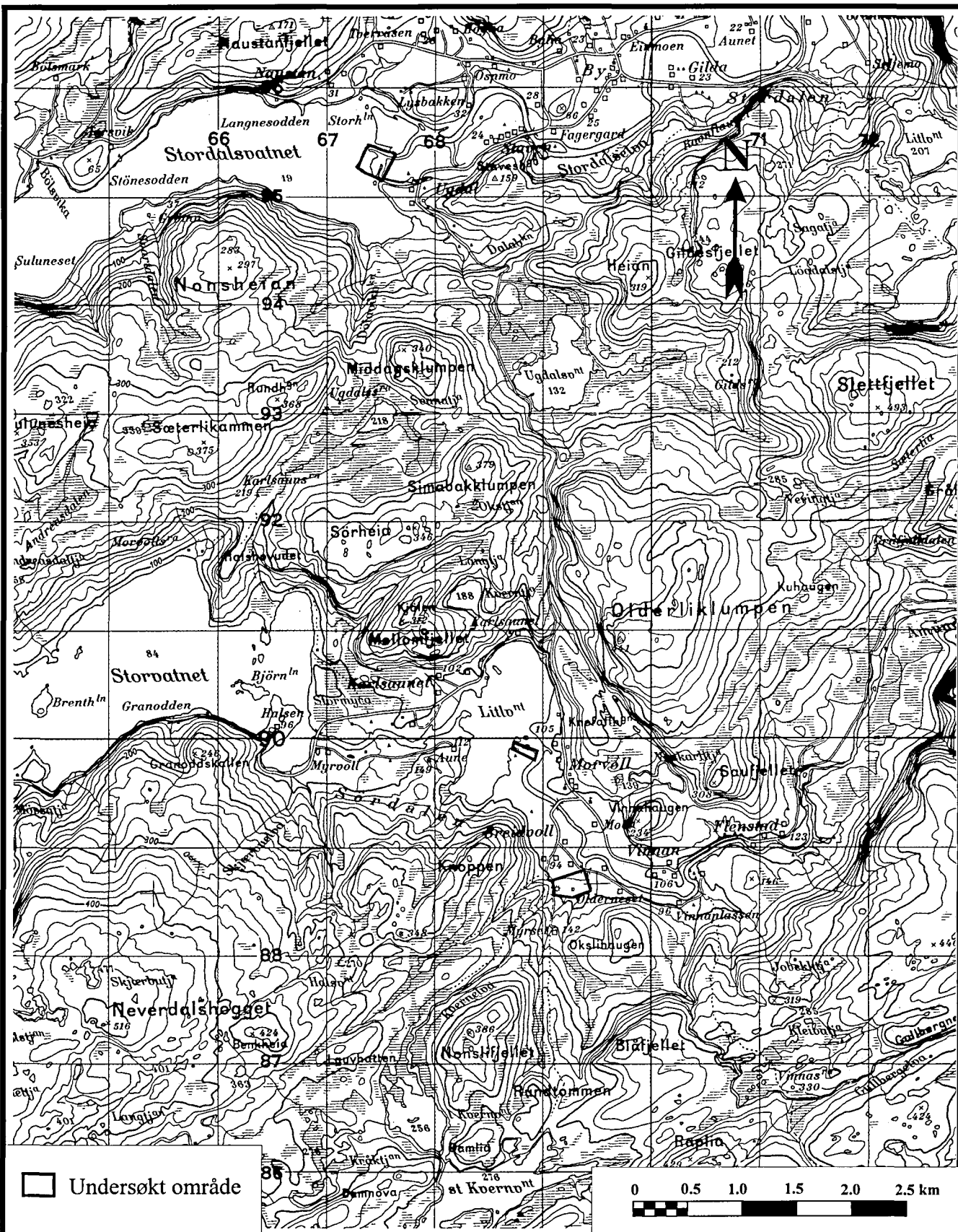


| Volume % | 5a.\$02 Particle Diameter µm | 6a.\$02 Particle Diameter µm | 7a.\$02 Particle Diameter µm |
|----------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1.000 | 44.76 | 43.12 | 42.99 |
| 2.000 | 134.0 | 129.0 | 111.6 |
| 5.000 | 222.4 | 237.3 | 200.9 |
| 10.00 | 308.9 | 326.1 | 272.6 |
| 15.00 | 378.9 | 399.8 | 324.7 |
| 20.00 | 444.7 | 474.3 | 370.8 |
| 25.00 | 510.5 | 552.8 | 414.4 |
| 40.00 | 724.1 | 804.8 | 548.8 |
| 50.00 | 882.2 | 979.1 | 652.6 |
| 60.00 | 1055 | 1171 | 777.9 |
| 70.00 | 1254 | 1402 | 935.5 |
| 75.00 | 1368 | 1544 | 1034 |
| 80.00 | 1499 | 1707 | 1154 |
| 90.00 | 1820 | 2403 | 1516 |

| Prøve nr. | Borhull nr. | Dyp (m) | Litjvatnet |
|-----------|-------------|-----------|------------|
| 5 | 4 | 4,5- 5,5 | |
| 6 | 4 | 8,5- 9,5 | |
| 7 | 4 | 12,5-13,5 | |

Grunnvannsstand under prøvepumping ved Stordalsvatnet

| Dato | Tid (min) min. | Kapasitet l/s | P3 moh | P4 moh | P1 moh | Vatn moh |
|----------|-------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| 11.06.97 | 0,1 | 5,00 | 20,02 | 20,02 | 20,05 | 20,00 |
| 11.06.97 | 0,3 | 5,00 | 20,00 | | | |
| 11.06.97 | 1,2 | 5,00 | 19,99 | | | |
| 11.06.97 | 2 | 5,00 | 19,99 | | | |
| 11.06.97 | 4 | 5,00 | 19,99 | | | |
| 11.06.97 | 6 | 5,00 | 19,99 | | | |
| 11.06.97 | 8 | 5,00 | | | 20,05 | |
| 11.06.97 | 10 | 5,00 | | 20,02 | | |
| 11.06.97 | 12 | 5,00 | 19,98 | | | |
| 11.06.97 | 18 | 5,00 | 19,98 | | | |
| 11.06.97 | 25 | 5,00 | | 20,01 | 20,05 | |
| 11.06.97 | 32 | 5,00 | 19,99 | | | |
| 11.06.97 | 60 | 5,00 | 19,98 | | | |
| 11.06.97 | 72 | 5,00 | | 20,01 | 20,03 | |
| 12.06.97 | 1440 | 5,00 | 19,85 | 19,87 | 19,90 | 19,85 |
| 19.06.97 | 11520 | 5,00 | 19,85 | 19,82 | 19,87 | 19,82 |
| 26.06.97 | 21600 | 5,00 | 19,63 | 19,65 | 19,69 | 19,64 |
| 03.07.97 | 31680 | 5,00 | 19,48 | 19,50 | 19,53 | 19,49 |
| 10.07.97 | 41760 | 5,00 | 19,40 | 19,44 | 19,46 | 19,43 |
| 17.07.97 | 51840 | 5,00 | 19,24 | 19,22 | 19,34 | |
| 29.07.97 | 70795 | 5,00 | 19,03 | 19,23 | 19,24 | |
| 31.07.97 | 72000 | 5,00 | 19,19 | 19,20 | 19,24 | |
| 08.08.97 | 83520 | 5,00 | 19,18 | 19,19 | 19,23 | |
| 14.08.97 | 92160 | 5,00 | 19,16 | 19,17 | 19,23 | |
| 21.08.97 | 102240 | 5,00 | 19,12 | 19,15 | 19,17 | |
| 27.08.97 | 110880 | 5,00 | 19,12 | 19,14 | 19,17 | |
| 04.09.97 | 120960 | 5,00 | 19,19 | 19,21 | 19,25 | |
| 10.09.97 | 129600 | 5,00 | 20,49 | 20,44 | 20,53 | |
| 26.09.97 | 152640 | 5,00 | 19,81 | 19,83 | 19,86 | 19,80 |
| 01.10.97 | 159840 | 5,00 | 19,62 | 19,64 | 19,67 | 19,64 |
| 08.10.97 | 169920 | 5,00 | 19,68 | 19,70 | 19,74 | 19,69 |



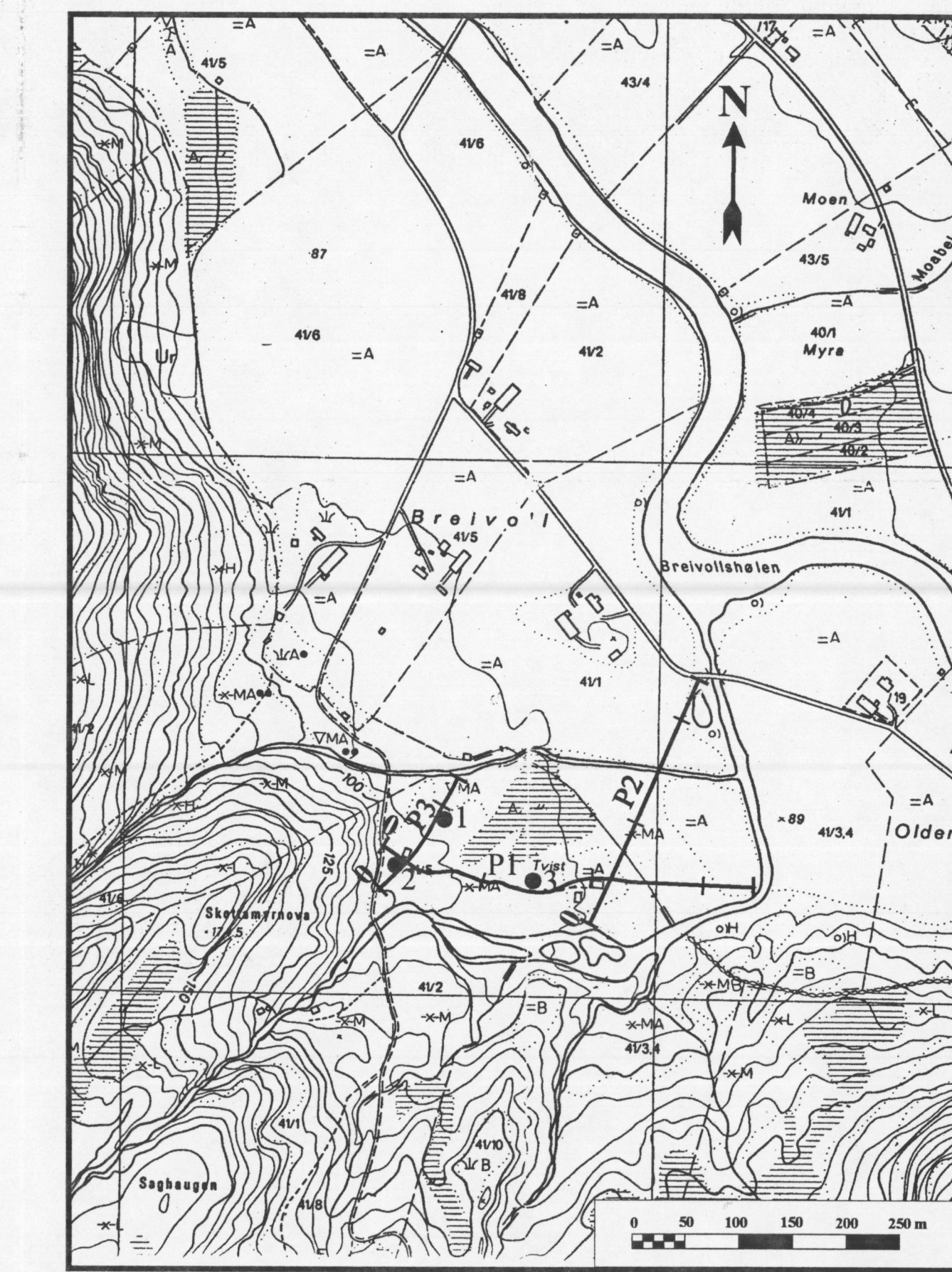
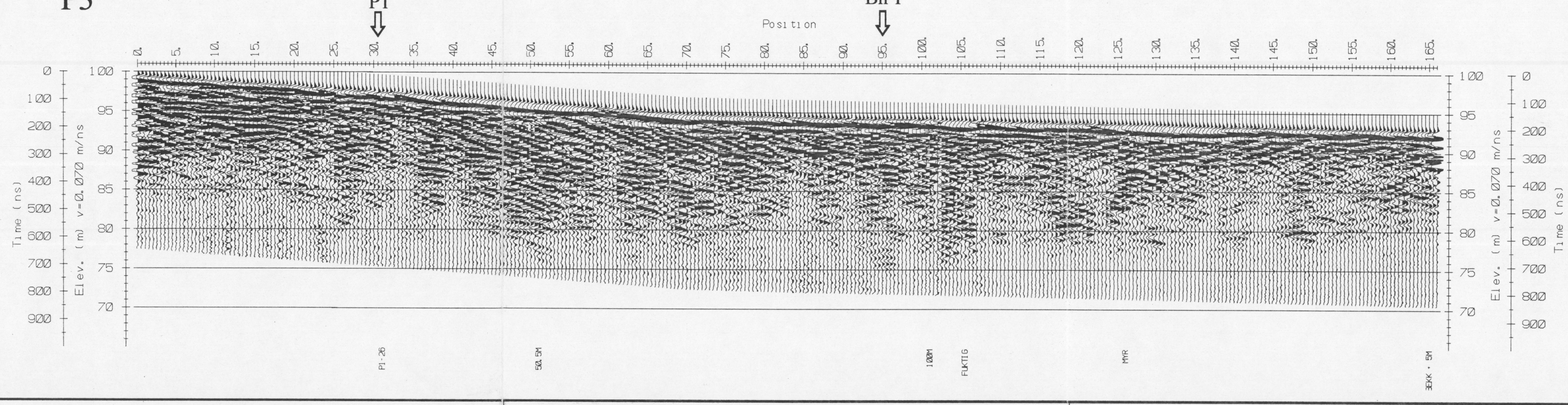
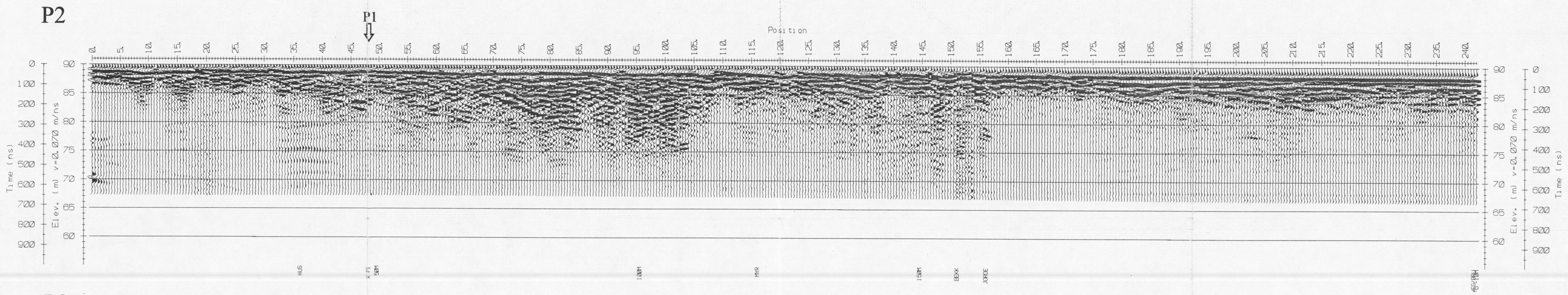
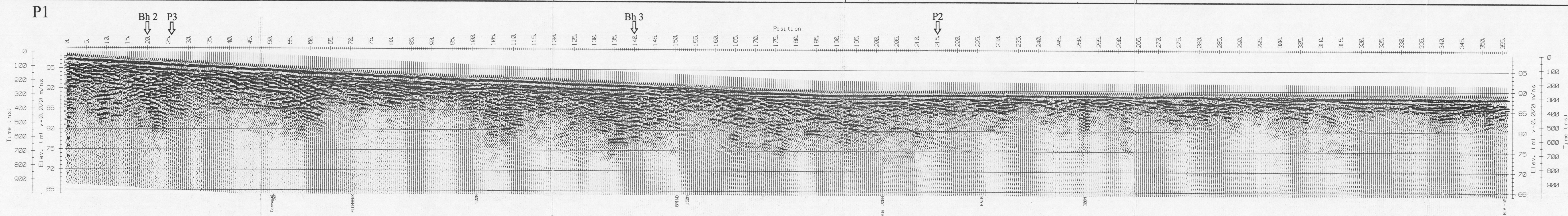
NGU/ÅFJORD KOMMUNE
 GEORADAROPPTAK
SØRDALEN, ÅFJORD
 ÅFJORD KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG

| | | |
|--------------------------|-------------|----------|
| MÅLESTOKK 1:50000 | MÅLT JSR/HE | Okt. -97 |
| | TEGN HE | Des. -97 |
| | TRAC | |
| | KFR | |

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR
 98.052-01

KARTBLAD NR
 1622 IV



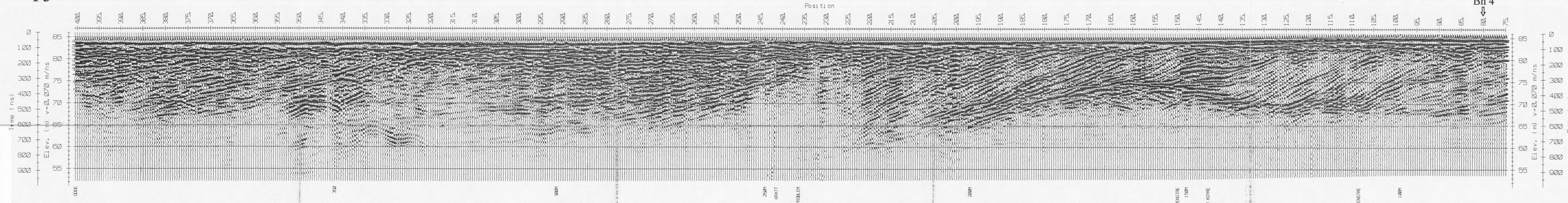
TEGNFORKLARING

0 — P1 — Georadarprofil m/startposisjon og markering for hver 100 profilmeter

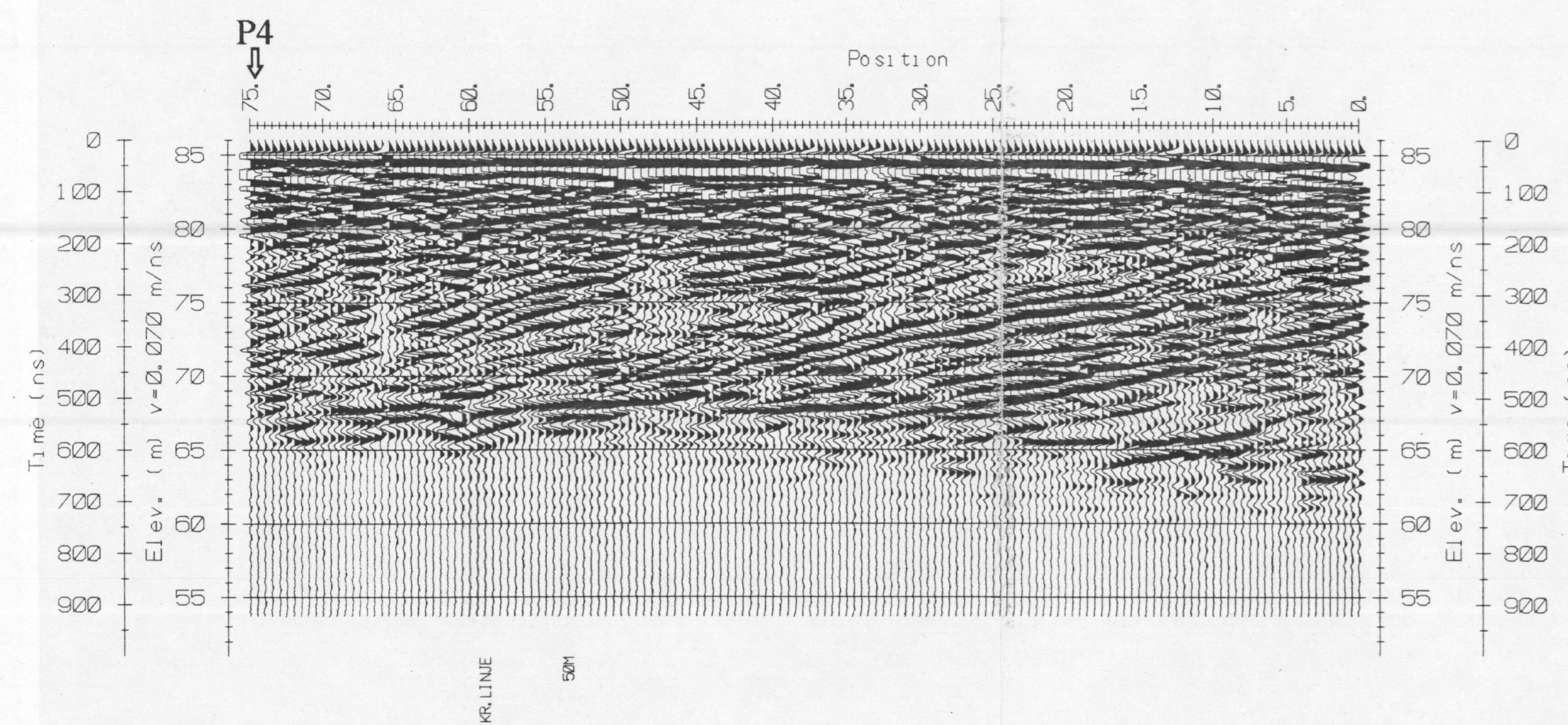
● Sonderboring med testpumping

| | | | |
|--|-----------------|-------------|----------|
| NGU/ÅFJORD KOMMUNE GEORADAROPPTAK SØRDALEN, ÅFJORD ÅFJORD, SØR-TRONDELAG | MÅLESTOKK | MÅLT JSR/HE | Okt. -97 |
| | 1 : 5000 (kart) | TEGN HE | Des. -97 |
| NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM | TEGNING NR | KARTBLAD NR | |
| | 98.052-02 | 1622 IV | |

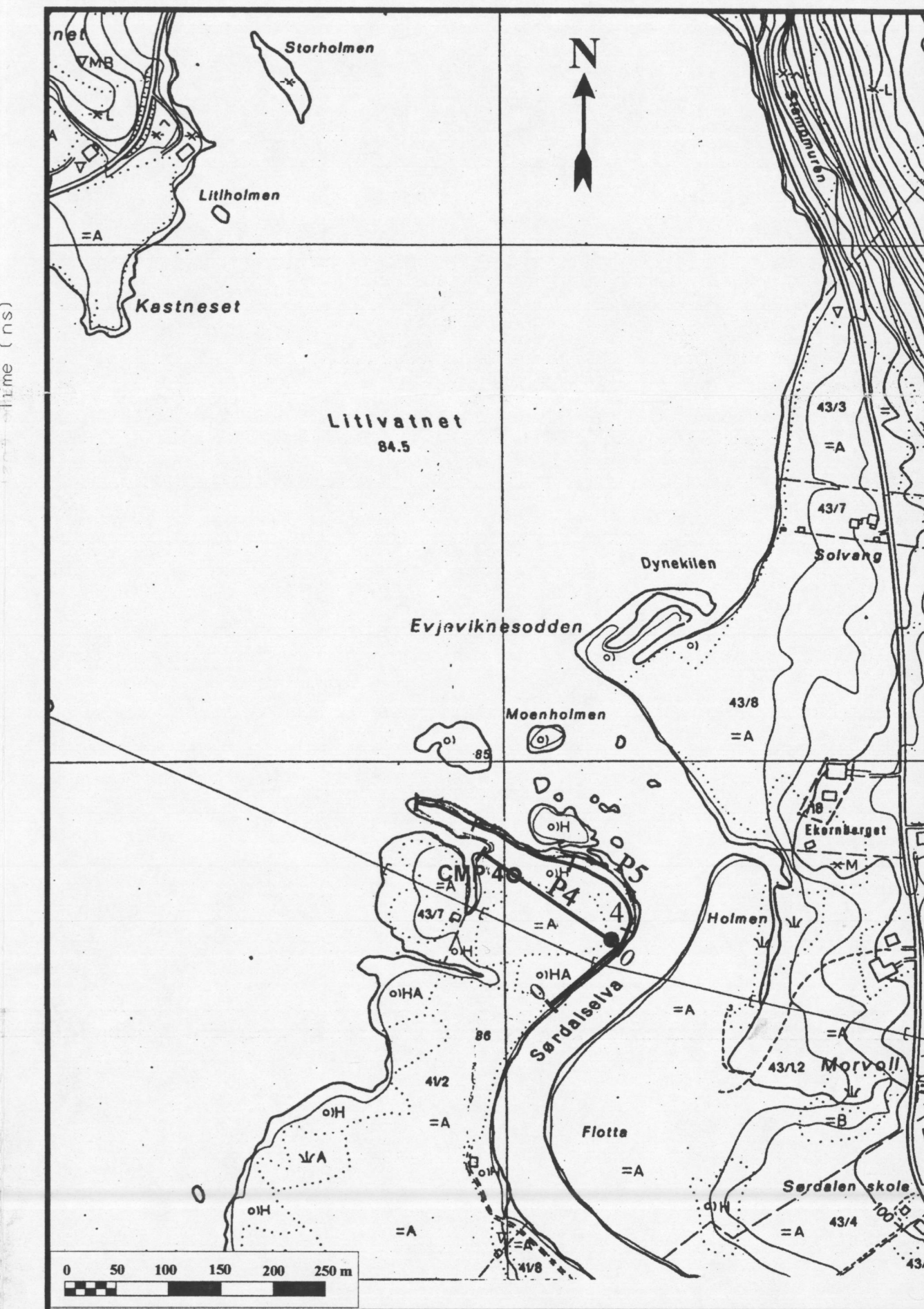
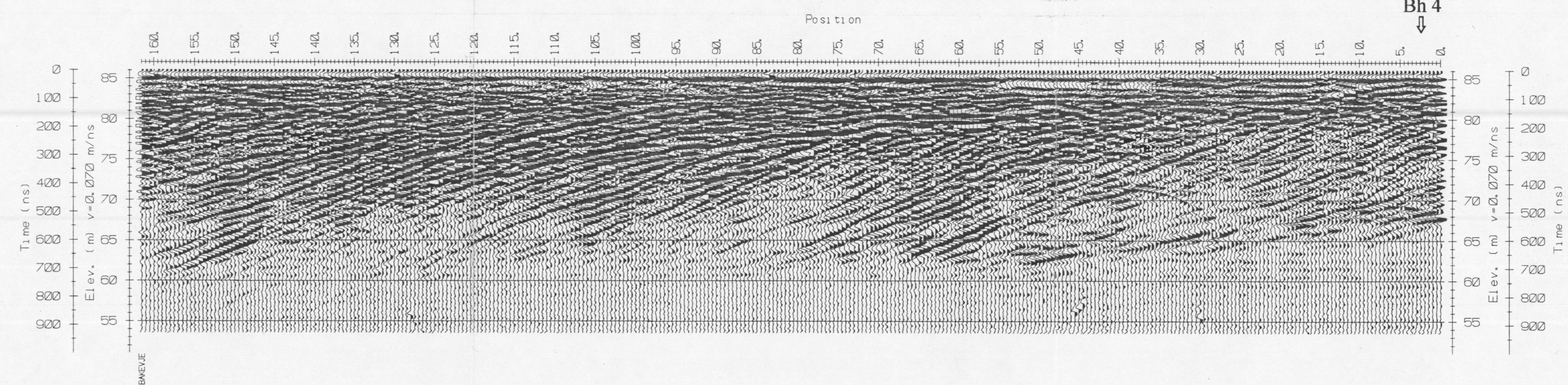
P5



P5 (forts.)



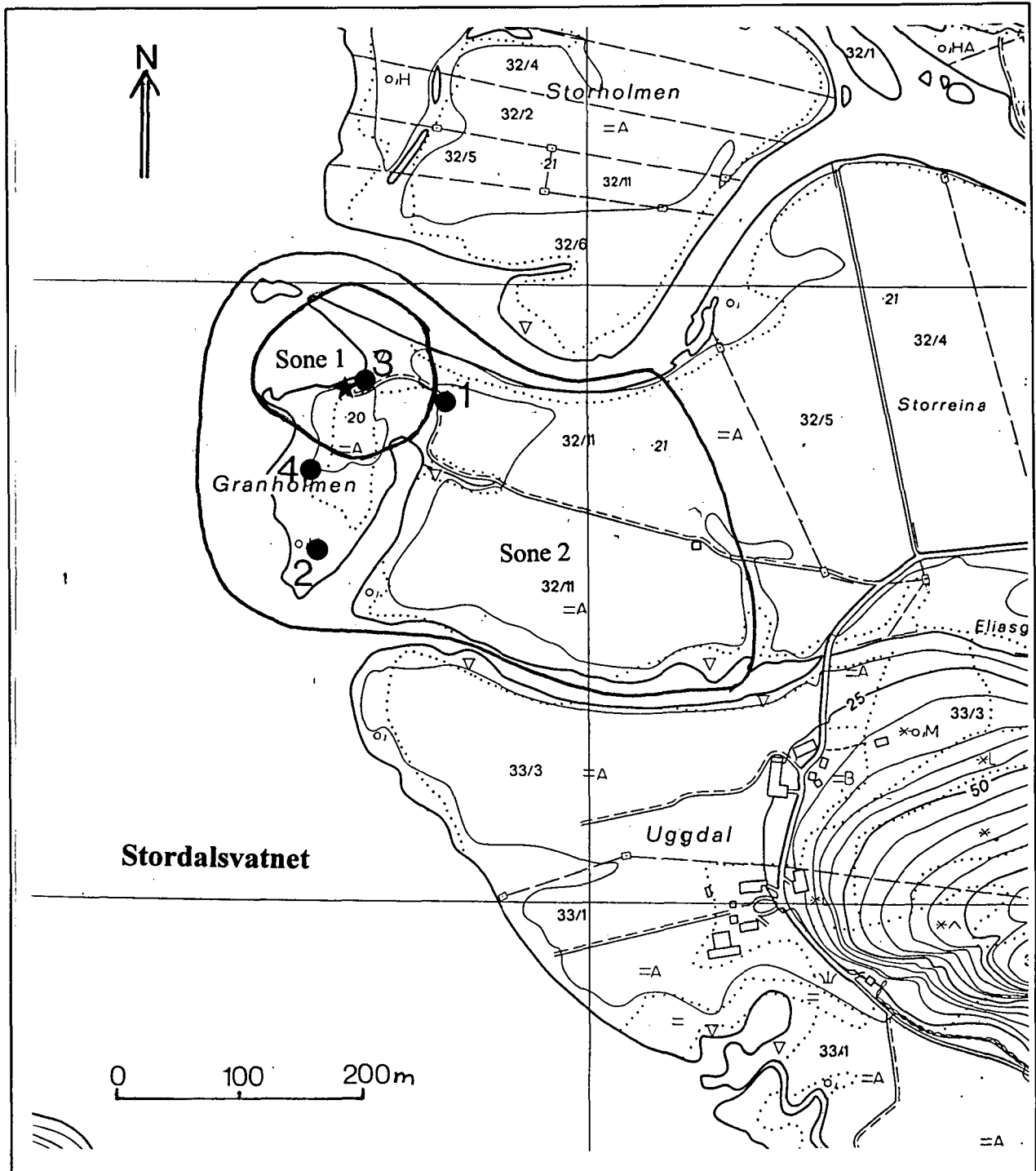
P4



TEGNFORKLARING

- 0 — P1 — Georadarprofil m/startposisjon og markering for hver 100 profilmeter
- Sonderboring med testpumping
- ⊙ CMP Hastighetsanalyse

| | | | |
|---|-----------------|-------------|----------|
| NGU/ ÅFJORD KOMMUNE GEORADAROPPTAK SØRDALEN, ÅFJORD ÅFJORD, SØR-TRØNDELAG | MÅLESTOKK | MÅLT JSR/HE | Okt. -97 |
| | 1 : 5000 (kart) | TEGN HE | Des. -97 |
| NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM | TEGNING NR | KARTBLAD NR | |
| | 98.052-03 | 1622 IV | |



Detaljkart M 1: 5000

Plasseringer av observasjonsbrønner
 prøvepumpingsbrønn og forslag på
 klausuleringssoner ved Stordalsvatnet

Tegnforklaring

- Observasjonsbrønn
- ★ Prøvepumpingsbrønn
- Klausuleringssoner