


NGU Rapport 99.130

Prøvepumping av grunnvannsbrønner ved
Melan og Elvemo, Åfjord kommune

Rapport nr.: 99.130		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Prøvepumping av grunnvannsbrønner ved Melan og Elvemo, Åfjord kommune			
Forfatter: Bernt Olav Hilmo		Oppdragsgiver: Åfjord kommune	
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: Melan og Elvemo		Sidetall: 23 Kartbilag:	Pris: 45
Feltarbeid utført: Februar-oktober 1999	Rapportdato: 22.12.1999	Prosjektnr.: 271216	Ansvarlig: 
<p>Sammendrag:</p> <p>Norges geologiske undersøkelse er engasjert av Åfjord kommune til å bistå med prøvepumping av grunnvannsbrønner ved Melan og Elvemo. Brønnene er planlagt brukt som ny vannkilde til Åfjord komm. vannverk som har et vannbehov på 12 l/s. I januar og februar i år ble det boret to skråbrønner ved Melan og to skråbrønner ved Elvemo. Brønnene ble først testpumpet separat i ca. en uke. Brønnenes samlede kapasitet inklusiv tidligere borede brønner ved Melan ble målt til 27 l/s.</p> <p>I juni ble det satt i gang en prøvepumping av alle de fire nye brønnene, samt av en eksisterende brønn ved Melan. Brønnene er prøvepumpet til desember 1999. Samlet kapasitet under prøvepumping har variert mellom 10 og 20 l/s, men det må bemerkes at en av brønnene har vært ute av drift i perioder. Vannkvaliteten har vært bra idet alle målte parametere i fire av brønnene ved slutten av pumpeperioden tilfredsstillende til kravene til drikkevann i Drikkevannsforskriften. I en av brønnene ved Elvemo har grunnvannet for høyt innhold av mangan i forhold til kravene i forskriften.</p> <p>Resultatene av prøvepumpingen gir grunnlag for å foreslå hvordan brønnene skal styres under vanlig drift, samt grunnlag for forslag til klausuleringssoner rundt brønnene.</p> <p>Ved en optimal styring av anlegget vil det kunne levere nok vann av god kvalitet.</p>			
Emneord: Hydrogeologi	Grunnvannsforsyning	Løsmasse	
Borebrønn	Prøvepumping	Grunnvannskvalitet	
Prøvetaking		Fagrapport	

INNHOOLD

1. INNLEDNING	4
2. BRØNNBORING OG KORTTIDS PUMPETEST	4
3. LANGTIDS PRØVEPUMPING	5
3.1 Formål	5
3.2 Gjennomføring	5
3.3 Brønnenes kapasitet.....	6
3.4 Grunnvannsnivå under prøvepumping	7
3.5 Grunnvannskvalitet	9
4. STYRING AV BRØNNENE UNDER DRIFT	9
5. SIKRINGSTILTAK I BRØNNOMRÅDET	10
6. REFERANSER	12

KARTBILAG

- 1 Detaljkart i M. 1 : 5000 som viser plasseringen av produksjonsbrønner og observasjonsbrønner
- 2 Detaljkart i M 1: 5000 som viser forslag på klausuleringssoner

DATABILAG

- 1.1 Skisse av nye produksjonsbrønner ved Melan
- 1.2 Skisse av nye produksjonsbrønner ved Elvemo
- 2.1-2.3 Kornfordelingskurver av masseprøver tatt under brønnboring
- 3 Brønnenes kapasitet under langtids prøvepumping
- 4 Grunnvannsnivå i observasjonsbrønner under langtids prøvepumping
- 5.1 Fysikalsk-kjemiske analyser av grunnvann under prøvepumping
- 5.2-5.3 Bakteriologiske analyser av grunnvann under prøvepumping

1. INNLEDNING

Det er tidligere gjort omfattende grunnvannsundersøkelser i området ved Melan og Elvemo. Disse undersøkelsene er rapportert i:

- NGU Rapport 92.297 Geofysiske grunnvannsundersøkelser i Åfjord kommune
- NGU Rapport 93.074 Hydrogeologiske undersøkelser i Åfjord kommune
- NGU Rapport 94.018 Oppfølgende hydrogeologiske undersøkelser i Åfjord kommune
- NGU Rapport 96.035 Grunnvann for produksjon av mineralvann, Åfjord kommune
- NGU Rapport 98.017 Plassering og utforming av nye grunnvannsbrønner ved Elvemo og Melan, Åfjord kommune

Formålet med denne rapporten er på grunnlag av prøvepumpingsdata å gi en beskrivelse av brønnenes innbyrdes og samlede kapasitet, dokumentere grunnvannets kvalitet i hver enkelt brønn og gi et forslag til sikring av brønnområdet.

Forsker Bernt Olav Hilmo, NGU har vært ansvarlig for opplegg og gjennomføring av prøvepumpingen, avd.ing. Magne Silseth, Åfjord kommune har vært kontaktperson for oppdragsgiver og oppsynsmann Jan Valderaune, Åfjord kommune har overvåket prøvepumpingen og tatt vannprøver.

2. BRØNNBORING OG KORTTIDS PUMPETEST

På grunnlag av de tidligere undersøkelsene anbefalte NGU boring av fire nye produksjonsbrønner, to ved Elvemo og to ved Melan. Brønnene ble boret i januar - februar 1999 av Brødrene Myhre AS. Plassering og dimensjonering er gjort i henhold til NGU Rapport 98.017. Plasseringen av brønnene framgår av kartbilag 1. Databilag 1.1 og 1.2 viser en skisse av brønnene, databilag 2.1-2.3 viser kornfordelingskurver til masseprøver tatt under brønnboring og tabell 1 viser brønndata.

Tabell 1 *Brønndata*

Brønn nr	Lengde (m)	Helning (o)	Dyp (m)	Dyp GV (m)	Filterplassering (m)	Filterplassering (moh)	Kapasitet (l/s)
A	34	40	21,9	10,2	21-24 og 28-32	2,3 - 0,4 og -2,2 - -4,8	3,1
B	32	40	20,6	9,7	23-30	0,6 - -3,9	6,5
C	34	27	15,4	4,4	23-33	0,6 - -4,0	6,5
D	32	28,5	15,3	4,4	20-30	1,5 - -3,3	7,7
I (94)	18	90	18	6,2	11-16	0,4 - -4,6	3,0
II (94)	18	90	18	6,2	11-16	0,4 - -4,6	1,0 *
SUM							27,8

* Kapasiteten er målt når det også pumpes fra brønn I (94).

Brønnene ble først pumpet enkeltvis. For å utnytte grunnvannsmagasinet best mulig ble pumpene plassert i sumprøret under filteret i brønnene B, C og D, mens i brønn A ble pumpa plassert mellom filtrene (se tabell 1). Kapasiteten i brønnene B, C og D gikk opp fra ca. 3 til 6-7 l/s ved å senke pumpa under filteret. For å få fjernet mest mulig finstoff rundt filtrene og

for dermed å øke kapasiteten, ble det i starten av testpumpingen foretatt intervallpumping, dvs. 5 min. pumping, 2 min. opphold, 5 min. pumping osv. Dette hadde en klar positiv effekt, særlig på brønn A hvor dette medførte en kapasitetsøkning fra ca. 1,5 til over 3 l/s. Den samlede kapasiteten på alle 6 brønnene i området ble målt til 27,8 l/s. Dette må forventes å gå ned når alle brønnene pumpes samtidig.

Under testpumpingene av brønnene ble det også registrert senkninger av grunnvannsnivået i nærliggende peilebrønner. Pumpingene medførte en senkning av grunnvannsnivået på opptil 3 m i de nærmeste peilebrønnene, mens det i en avstand på over 50 m fra pumpebrønnene ble målt mindre enn 0,5 m senkning.

Analyseresultater av grunnvannsprøver tatt under korttids pumpetester er vist i databilag 5.1 og kommentert i kap. 3.5.

3. LANGTIDS PRØVEPUMPING

3.1 Formål

Langtids prøvepumping skal vanligvis pågå over en periode på ett år, men i dette tilfelle hvor det allerede er utført flere prøvepumping er perioden redusert til 5 måneder. I løpet av pumpeperioden har det vært perioder med både høy og lav elvevannsstand. Formålet med prøvepumpingen har vært følgende:

- Vurdere kapasiteten til hver enkelt brønn og samlet kapasitet i hele brønnumrådet.
- Vurdere kvaliteten i hver enkelt brønn.
- Finne gunstigste fordeling på grunnvannsuttaget mellom brønnene for å oppnå tilstrekkelig kapasitet og tilfredsstillende kvalitet.
- Skaffe bakgrunnsdata for beregning av klausuleringssoner.
- Vurdere hvordan de nye brønnene innvirker på kapasiteten og kvaliteten i de eksisterende brønnene (mineralvannbrønner).

3.2 Gjennomføring

For å kunne vurdere hvordan de enkelte brønnene påvirker hverandre ble pumpene startet og stoppet på forskjellig tidspunkt (tabell 2).

Tabell 2 *Start- og avslutningstidspunkt for brønnpumpene under langtids prøvepumping*

Brønn nr.	Start dato	Avsluttet dato
B (Melan)	12.07	07.12
A (Melan)	13.07	26.11
1 (94) (Melan)	14.07	07.12
C (Elvemo)	19.07	26.11
D (Elvemo)	20.07	07.12

Under pumpingen ble det foretatt kapasitetsmålinger av hver enkelt brønn, målinger av grunnvannsnivå i observasjonsbrønner og tatt vannprøver av hver enkelt brønn for fysikalsk-kjemiske og bakteriologiske analyser.

3.3 Brønnenes kapasitet

Brønnenes kapasitet ble registrert av vannmålere som ble tilkoblet utløpet av hver pumpe. Kapasitetene framgår av databilag 2 og figur 1.

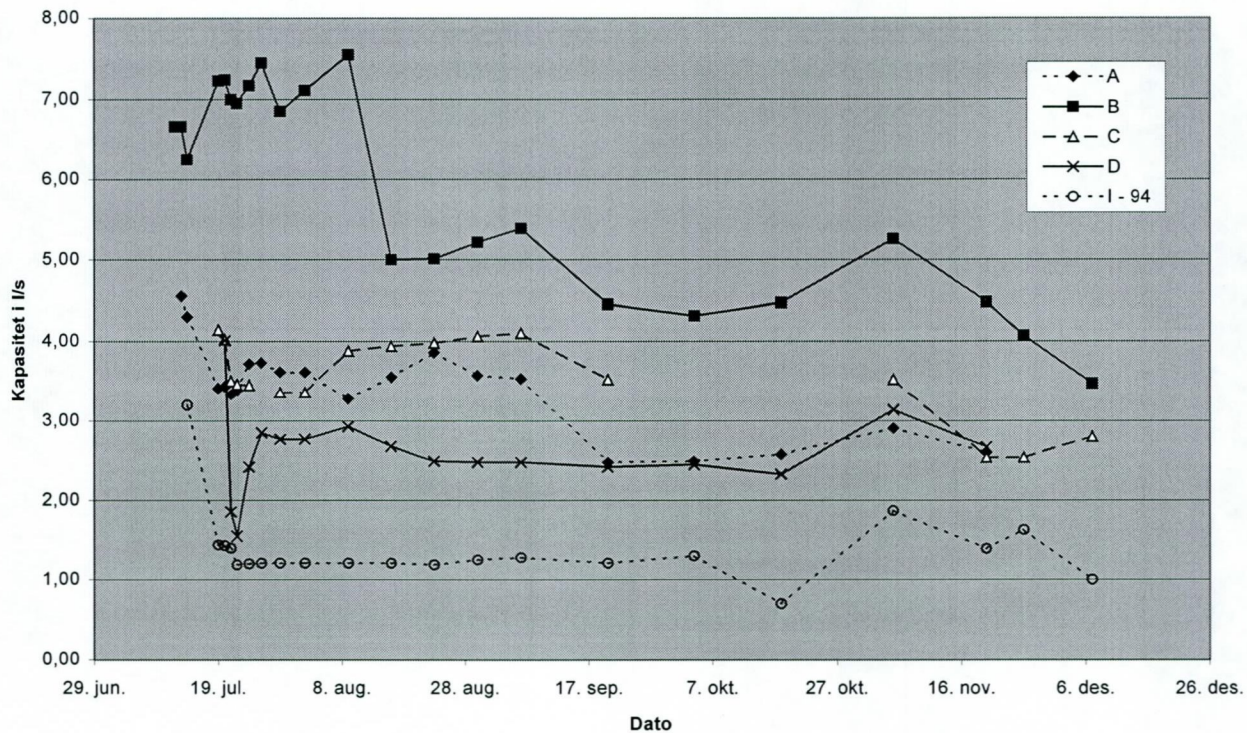


Fig. 1 Kapasiteten til hver enkelt brønn under prøvepumping.

Kapasiteten til brønn A og B viser en klar synkende tendens. I brønn A har kapasiteten gått ned fra ca. 4 l/s til drøyt 2,5 l/s, mens kapasiteten i brønn B ble redusert fra ca. 7 l/s til ca. 4 l/s i løpet av pumpeperioden. Kapasiteten i brønn C, D og I (94) viser mindre endringer, men ligger klart under de kapasiteter som ble oppnådd under korttids pumpe testen/tidligere pumpinger. Den samlede kapasiteten på alle 5 brønnene gikk ned fra 20 l/s i starten til 13,7 l/s i slutten av pumpeperioden. Årsakene til reduksjon i kapasitet kan være følgende:

- Mindre tilsig på grunn av mindre nydannelse av grunnvann. Dette kan forklare reduksjoner i kapasiteten i Brønn A og B under den tørre perioden fra ca. 10 august og ut september. I denne perioden var det meget lav elvevannføring, noe som ga mindre infiltrasjon av vann fra elva og inn i grunnvannsmagasinet.
- Gjensidig påvirkning. Dette skjer hvis brønnene trekker på samme grunnvann. Kapasiteten i brønn B og C er lite påvirket av oppstart/stopp i brønn A og D. Dette tyder på at brønnene bare i liten grad påvirker hverandre.
- Igjenslamming av brønnfilterene. Forundersøkelsene og brønnboringen viste at massene inneholder noe finstoff (silt). Etter lengre tids pumping kan noe av dette finstoffet trekkes mot filterene og gradvis tette igjen filterene noe som vil resultere i lavere kapasiteter. Dette er den mest sannsynlige årsaken til at kapasiteten i brønn C, D og I (94) er vesentlig lavere

enn ved tidligere prøvepumping/korttids pumpetest. Igjenslamming kan også være årsaken til at kapasiteten i brønn B ikke økte igjen etter at brønn A ble stanset.

3.4 Grunnvannsnivå under prøvepumping

Grunnvannsnivået i observasjonsbrønnene under prøvepumping er vist i databilag 4, fig. 2 og fig. 3. Grunnvannsstanden er omregnet fra avstand under topp rør til meter over havet ved hjelp av innmålinger av pumpebrønner og observasjonsbrønner utført av Åfjord kommune. På Elvemo er imidlertid denne omregningen gjort ut fra antatte høyder på observasjonsbrønnene. Disse antagelsene er basert på topografisk kart og grunnvannsstanden før pumping.

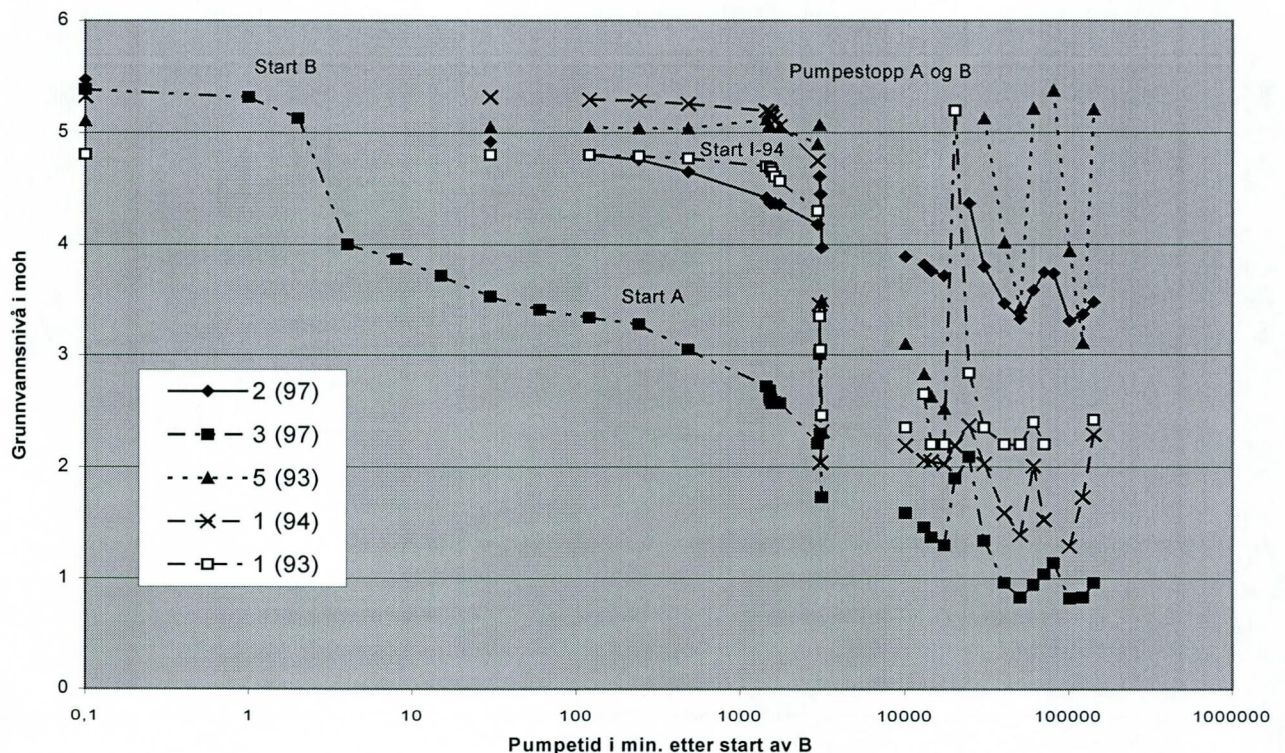


Fig. 2 Grunnvannsnivå i peilebrønner ved Melan under prøvepumping.

Figur 2 viser at bare 2(97) og 3(97) påvirkes av pumping fra brønn B. Når brønn A starter i tillegg får 2 (97) og 3(97) et brattere senkningsforløp som følge av økt uttak, mens det registreres mindre senkninger i de andre peilebrønnene. Ved start av pumpa i brønn I (94) får man en markert senkning i peilebrønnene 5 (93), 1 (94) og 1 (93). Grunnvannsnivået fortsetter å synke i alle peilebrønnene utover i pumpeperioden. Dette skyldes både pumpingen og en generell senkning av grunnvannsnivået grunnet lite nedbør og lav elvevannføring. Økninger i grunnvannsnivået, som for eksempel etter 14 dagers pumping, skyldes mye nedbør med høy elvevannstand. Etter 5 ukers pumping har grunnvannsnivået stabilisert seg, slik at svingninger etter den tid for det meste skyldes endringer i elvevannstand og redusert uttak. Det må bemerkes at kapasiteten i brønn B gikk ned fra 7,5 l/s til 5,0 l/s mellom 4 og 5 uker etter pumpestart.

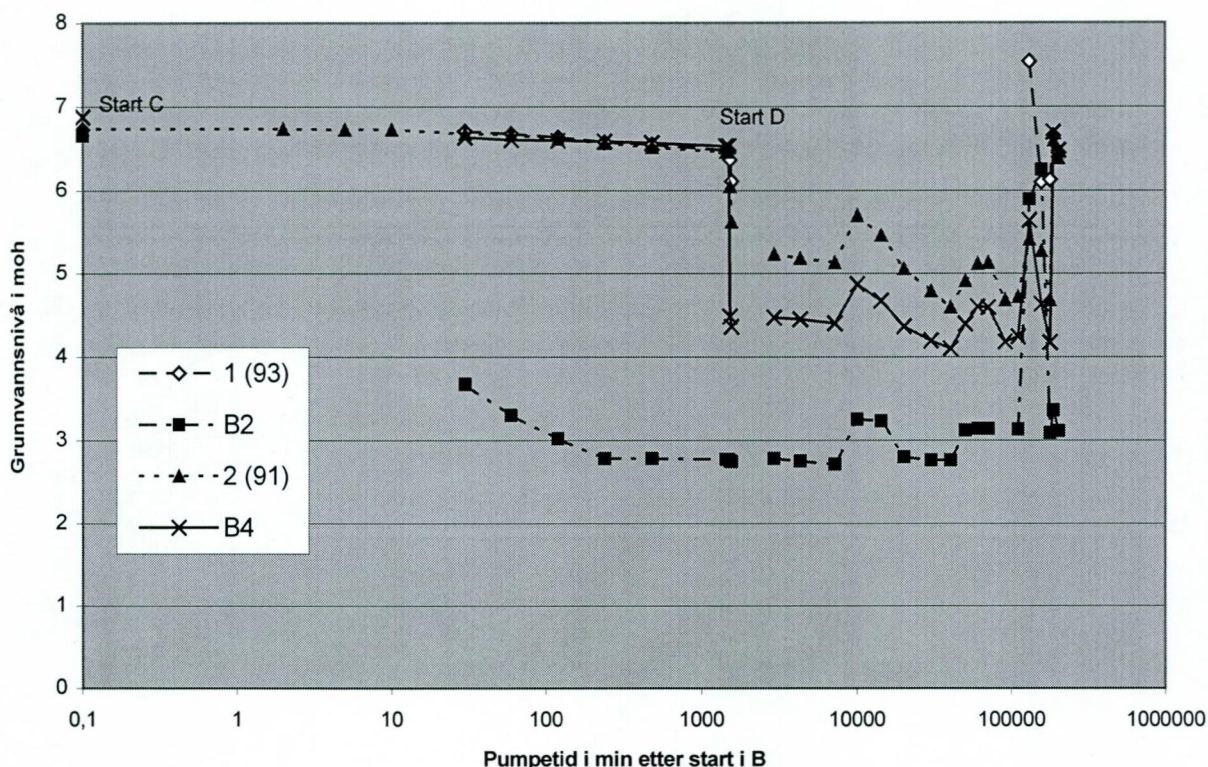


Fig. 3 Grunnvannsnivå i peilebrønner ved Elvemo under prøvepumping.

Pumpestart i brønn C medfører i løpet av ett døgn en senkning av grunnvannsnivået i B2 på ca. 4 m, mens senkningen i de andre peilebrønnene er mindre enn 0,4 m. Ved pumpestart i brønn D, registreres det en senkning i 2(91) og B4 på hhv. 1,2 m og 2,1 m etter ett døgn pumping. Etter den tid registreres det en viss senkning i 2(91), men ellers skyldes svingningene i grunnvannsnivået endringer i elvevannstanden og/eller stopp på en av pumpene.

Forløpet på senkningskurvene kan benyttes til å regne ut de hydrauliske parametere; transmissivitet, T, magasinkoeffisient, S og hydraulisk ledningsevne, k.

$$T = Q/5,55 \Delta s, \quad S = 2,25T t_0 / r^2 \quad \text{og} \quad k = T/m \quad \text{der}$$

Q er uttatt vannmengde i m³/s, 6,7*10⁻³ i brønn B og 3,5*10⁻³ i brønn C.

Δs er gjennomsnittlig senkning (i meter) i en peilebrønn i løpet av en ln-enhets tid, f.eks mellom 10 og 100 min.

t_0 er tidspunktet der senkningskurven skjærer 0-linjen for hver enkelt peilebrønn

r er avstanden fra valgte peilebrønn til pumpebrønn

m er tykkelsen av vannførende sone (satt til 6 m ved Melan og 5 m ved Elvemo).

I tabell 2 er de hydrauliske parameterene beregnet på grunnlag av pumping i hhv. brønn B og C, og måling av senkningsforløpet i peilebrønnene 3(97) og B2.

Tabell 2 Hydrauliske parametere under prøvepumping

Peilebrønn	Δs (m)	t_0 (s)	r (m)	T m^2/s	S	k (m/s)
3(97), Melan	0,54	50	10	$2,27 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$3,79 \cdot 10^{-4}$
B2, Elvemo	0,58	6	2	$1,10 \cdot 10^{-3}$	$3,7 \cdot 10^{-3}$	$2,20 \cdot 10^{-4}$

Såpass lave verdier på magasinkoeffisienten (S), tyder på lukket grunnvannsmagasin, dvs. at det er dårlig hydraulisk kontakt mellom overflata/elva og grunnvannsførekosten. De beregnede verdiene av transmissivitet (T) og hydraulisk ledningsevne (k) er noe høyere enn tilsvarende verdier beregnet ut fra tidligere prøvepumper (NGU Rapport 98.017), men de er fortsatt relativt lave sammenlignet med mange andre grunnvannsmagasin i sand- og grusavsetninger. Dette er forårsaket av høyt finstoffinnhold som gir forholdsvis lav vanngjennomgang i sand- og grusmassene.

3.5 Grunnvannskvalitet

Den fysikalsk-kjemiske grunnvannskvaliteten i brønnene er gjengitt i databilag 5.1, mens databilag 5.2 og 5.3 viser bakteriologiske analyser.

Følgende kan bemerkes:

- Grunnvannet fra alle brønnene har lavt fargetall (mindre enn 9), er svakt basisk (pH rundt 8), har en middels-høy alkalitet (0,9-2,5 mmol/l), har en middels-høy hardhet og er ellers relativt rikt på løste mineraler.
- Grunnvann fra brønn A, B og I(94) tilfredsstillter alle krav i Drikkevannsforskriften
- Grunnvannet fra brønn C, og særlig brønn D har for høyt manganinnhold. For brønn C ligger manganinnholdet i de to første vannprøvene like over kravet på 0,05 mg/l, mens de to siste ligger under kravet. Manganinnholdet i brønn D reduseres i løpet av pumpeperioden fra 0,26 mg/ til 0,07 mg/l. Høyt manganinnhold i grunnvannet ved Elvemo var kjent fra tidligere undersøkelser som også viste at manganinnholdet gikk ned etter lengre tids pumping.
- En vannprøve fra brønn D har for høy turbiditet, men turbiditeten er også relativt høy i resten av prøvene fra brønn D og i prøvene fra brønn C. Dette er antatt å skyldes inntrekking av sand- og siltekorn som en følge av høyt finstoffinnhold i massene og fluktuasjoner i grunnvannsnivå og/eller partikler av utfelte jern- og manganforbindelser i grunnvannet. Turbiditeten i brønn D gikk ned, mens den gikk noe opp i brønn C i løpet av pumpeperioden. Alle andre målte parametere tilfredsstillter kravene i Drikkevannsforskriften.
- Ioneinnholdet (Ca, Mg, Na, Si, Cl og SO_4) i alle brønnene reduseres i løpet av pumpeperioden. Dette kan forklares ved at etter en tids pumping vil brønnene trekke på grunnvann med kortere oppholdstid i grunnen. Dette grunnvannet som antas hovedsakelig å stamme fra elveinfiltrert vann, har ikke fått tid til å få tilført så store mengder løste mineraler som eldre grunnvann.
- Det er ikke påvist koliforme eller termotolerante koliforme bakterier i noen av brønnene. Kimtallet i vannprøver fra brønnene C og D, tatt ut 24.08.1999, er imidlertid noe høyt.

4. STYRING AV BRØNNENE UNDER DRIFT

Prøvepumpingsdataene gir grunnlag for å anbefale hvordan de forskjellige brønnene bør belastes under drift. Like før igangsetting må alle brønnene rehabiliteres ved blåsing/spyling

og pumping. Dette gjøres for å rense bort finkornige masser rundt filterne, slik at brønnenes kapasitet kommer opp på samme nivå som ved korttids pumpe testen i mars 1999. I de første driftsårene må man regne med å gjenta denne operasjonen 1-2 ganger hvert år.

Når anlegget settes i drift anbefales det at brønn A, B, og II (94) kjøres kontinuerlig, mens brønn C kobles inn etter behov. Brønn II (94) velges framfor brønn I (94) for å oppnå størst mulig spredning på brønnene. Brønn I (94) og brønn D vil da fungere som reservebrønner. Grunnen til at brønn I (94) er valgt som reservebrønn er at tidligere prøvepumping har vist at man oppnår under 1 l/s i kapasitetsøkning ved å kjøre brønn I (94) samtidig som brønn II (94).

Under prøvepumpingen ble brønnene kjørt med maksimal kapasitet. Med en plassering av pumpene under brønnfilterne ble grunnvannsnivået i brønnen stående i filteret. Variasjoner i grunnvannsnivå kan da føre til en innvasking av silt- og sandpartikler inn i brønnen. Dette er en ulempe, men samtidig er det nødvendig å ha pumpene plassert under brønnfilterne for å oppnå tilstrekkelig kapasitet. For å begrense dette problemet anbefales det å montere nivåbrytere i brønnene, slik at pumpa stopper når grunnvannsnivået når nederste nivåbryter og starter igjen når grunnvannsnivået stiger opp til øverste nivåbryter. Tabellen nedenfor viser anbefalte plasseringer av nivåbryterne. I og med at pumpa i brønn A er plassert mellom filterne, anses det som ikke nødvendig med nivåbrytere i denne brønnen.

Tabell 3 Plassering av nivåbrytere i brønner og antatt brønnkapasiteter under drift

Brønn nr.	A	B	I (94)	II (94)	C	D
Brønndyp	33	32	18	18	35	32
Pumpeplassering (m)	27-28	30-31	16-17	16-17	33-34	30-31
Filterplassering (m)	21-24 og 27-31	23-30	11-16	11-16	23-33	20-30
Nivåbryter A (m)		27	14	14	28	25
Nivåbryter B (m)		21	10	10	21	18
Antatt kapasitet (l/s)	3,0	5,0	1,0	2,0	4,5	3,5

Alle avstander er fra topp brønnrør, målt langs brønnen.

I tabellen er det også angitt forventet kapasitet under drift med de foreslåtte pumpeplasseringer og plasseringer av nivåbrytere. Samlet kapasitet på brønner med kontinuerlig drift blir da 14,5 l/s, mens samlet kapasitet på alle brønnene er anslått til 19 l/s.

Dette forslaget til kjøring av brønnene vil gi et grunnvann som tilfredsstillende alle kravene i Drikkevannsforskriften. Eneste nødvendige behandling vil være lufting som enklest kan foretas i høydebasseng. Dette er nødvendig for å gi vannet en friskere smak samtidig som et eventuelt jerninnhold vil felles ut.

5. SIKRINGSTILTAK I BRØNNOMRÅDET

Brønnene ligger i utmarksområder på begge sidene av Stordalselva, 300-800 m fra Åfjord sentrum. Fylkesvei 52 går på NV-sida av Stordalselva, ca 50 m fra brønnene ved Elvemo. Hele elvestrekningen forbi brønnene benyttes til fiske/friluftsliv. I tillegg benyttes området ved Melan til beite, samt sporadisk skogsdrift.

Grunnvannsforekomstene ved Melan og Elvemo er dekket av finkornige masser med lav vanngjennomgang. Dette gir god beskyttelse mot eventuelle forurensninger både fra elva og fra terrengoverflata. Likevel er det nødvendig med en klausulering av området rundt brønnene.

Vannets oppholdstid i umettet og mettet sone har stor betydning for grunnvannets kjemiske og hygieniske kvalitet. Folkehelsa 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 (GiN-veileder nr. 7).

- 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.

I forbindelse med vurdering av grunnvann for produksjon av mineralvann fra brønn I (94) og brønn II (94) ble det utarbeidet et forslag til soneinndeling (NGU Rapport 96.035). I og med at det er boret flere brønner og uttaket blir vesentlig større, er det nødvendig med en utvidelse av disse sonene ved Melan. Det nye forslaget til soneinndeling er vist i kartbilag 2.

Brønnområdet (sone 0) skal inngjerdes og er kun forbeholdt aktivitet for drift av anlegget. I dette tilfellet blir det tre soner som bør inngjerdes; en sone rundt brønn A og B (min. 10 x 10 m), en rundt I (94) og II (94) (min. 20 x 10 m) og en rundt C og D (min. 10 x 10 m).

Utbredelsen av 60 døgns grensen (sone 1) kan beregnes ut fra hydrauliske modeller, tracerforsøk eller «sylindermetoden». Avgrensningen av sone 1 som er vist i kartbilag 2, er beregnet ut fra en kombinasjon av sylindermetoden og hastighet og retning på grunnvannstrømmen under prøvepumping. I tillegg er det tatt hensyn til topografiske og geologiske forhold. I denne sonen må det ikke igangsettes forurensende aktivitet (kloakkutslipp, lagring av olje, bensin etc., grusuttak, veibygging, P-plasser, bolig- eller hyttebygging, intensivt jordbruk).

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 hele løsmasseavsetningen fra ca. 50 m nedenfor brønnene og opp mot Støvelfossen (kartbilag 2). I dette området kan det tillates en viss aktivitet forutsatt at det kan dokumenteres at den ikke kan innvirke på grunnvannskvaliteten.

Sone 3 som utgjør det ytre verneområdet vil i dette tilfellet omfatte hele nedbørsfeltet til Stordalselva fra brønnfeltet og opp til Stordalsvatnet. Dette området er ikke inntegnet på kart.

Selv om det er få større potensielle forurensningskilder i området, må det ved sikring av grunnvannsforekomsten gjøres diverse tiltak og settes restriksjoner på arealbruk. Nedenfor er det angitt mulige forurensningskilder og en vurdering av tiltak/restriksjoner ut fra dagens arealbruk.

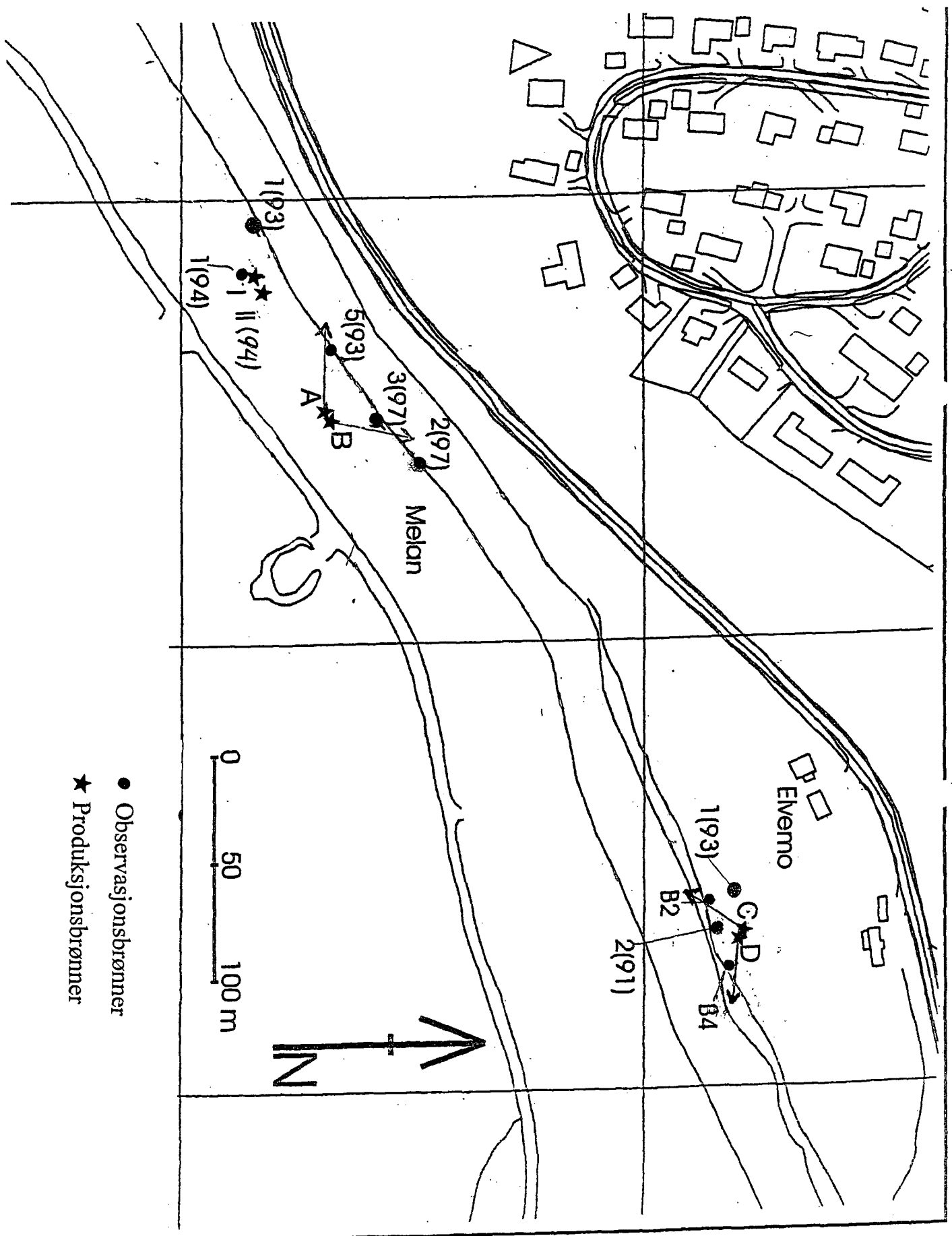
- Stordalselva. Det er ingen forurensende aktivitet mellom Stordalsvatnet og brønnene, slik at elvevannet antas å ha en rimelig god råvannskvalitet. Elva har tidligere fungert som vannkilde til vannverket, og i de siste åra som reservevannkilde. I tillegg vil finkornige masser hindre rask infiltrasjon av elvevann i grunnvannsmagasinet. Elva er derfor ingen alvorlig forurensningstrussel for grunnvannet.
- Avløp fra et bolighus ved Elvemo. Dette representerer ingen alvorlig trussel, men avløpet bør renses eller tilkobles kommunalt avløpsnett.
- Fiske/friluftsliv. I fiskesesongen er det mye ferdsel langs elva. Det bør derfor settes opp lukkede toalettløsninger ved de mest brukte fiskeplassene. Ellers er det ikke grunnlag for begrensninger på denne aktiviteten.
- Beiting (Melan). Det er ikke behov for restriksjoner på beitingen, bortsett fra i selve brønnområdet som skal inngjerdes.
- Trafikk på fylkesvei 52. Det bør være høyt autovern som sikrer mot eventuelle avkjøringer og tankbilvelt.
- Skogsdrift (Melan). Ingen restriksjoner utover et forbud mot lagring av petroleumsprodukter innenfor sone 1.
- Grusuttak (Melan). Det er tidligere tatt ut noe grus oppe på terrasseflata ovenfor brønnene ved Melan. Eventuelle framtidige grusuttak bør ikke tillates innenfor sone 1.

Det må presiseres at dette kun er forslag til restriksjoner/tiltak. Den endelige plan for sikring av vannkilden skal godkjennes av helserådet i kommunen.

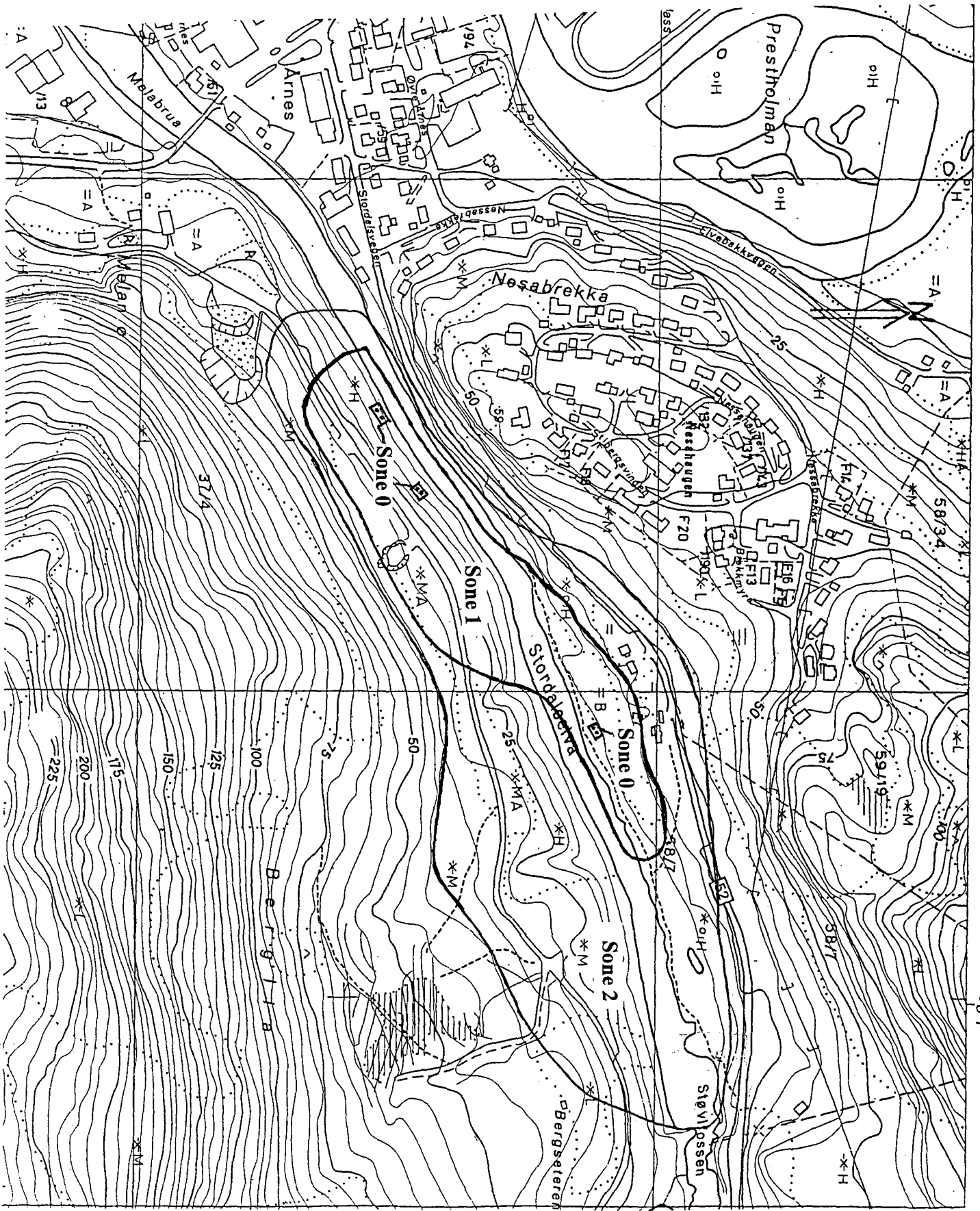
6. REFERANSER

- Eckholdt, E. 1992: *Grunnvann. Beskyttelse av drikkevannskilder*. GiN-veileder nr 7. NGU.
- Hilmo, B. O. og Elvebakk H. 1998: *Plassering og utforming av nye grunnvannsbrønner ved Elvemo og Melan, Åfford kommune*. NGU Rapport 98.017
- Hilmo, B. O. 1996: *Grunnvann for produksjon av mineralvann, Åfford*. NGU Rapport 96.035.
- Hilmo, B. O. 1994: *Oppfølgende hydrogeologiske undersøkelser i Åfford kommune*. NGU Rapport 94.018.
- Klemetsrud, T. 1993: *Hydrogeologiske undersøkelser i Åfford kommune*. NGU Rapport 93.074.
- Koziel, J., Tønnesne, J. F. og Hilmo B. O. 1992: *Geofysiske grunnvannsundersøkelser i Åfford kommune*. NGU Rapport 92.297.
- Sosial- og helsedepartementet, 1995: *Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m.*

Detaljkart i M. 1 : 2200 som viser plasseringen av produksjonsbrønner og observasjonsbrønner ved Melan og Elvemo

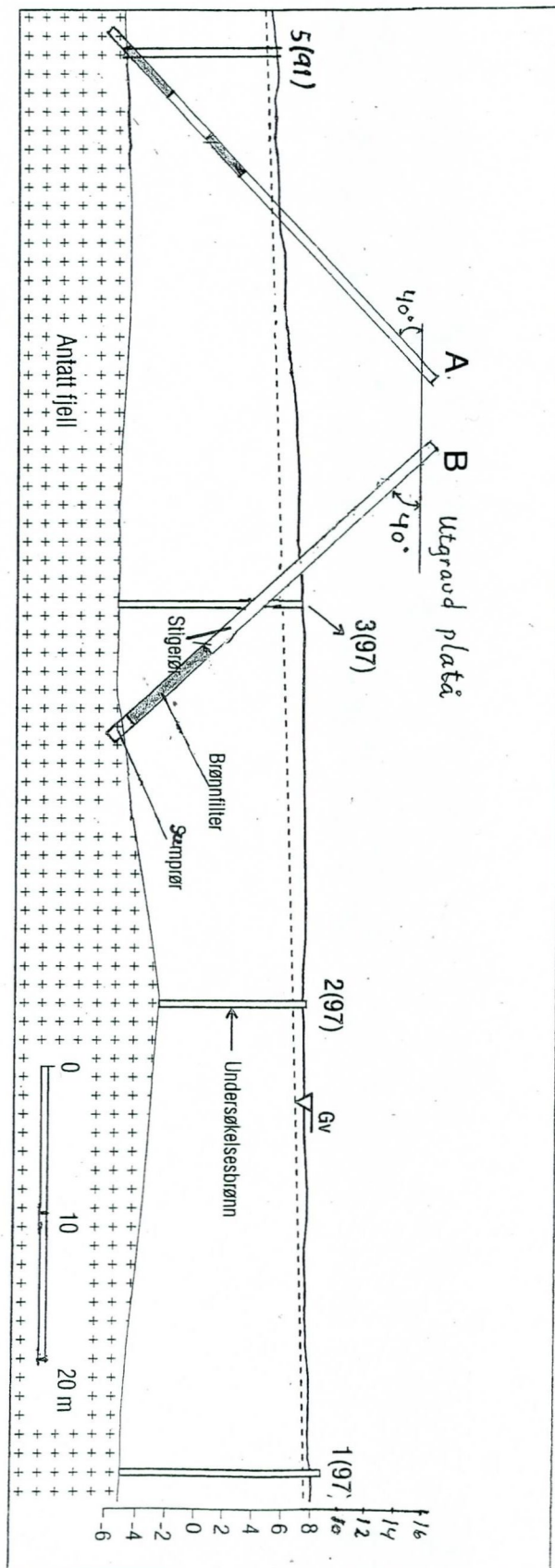


Detaljkart i M 1: 5000 som viser forslag på klausuleringssoner

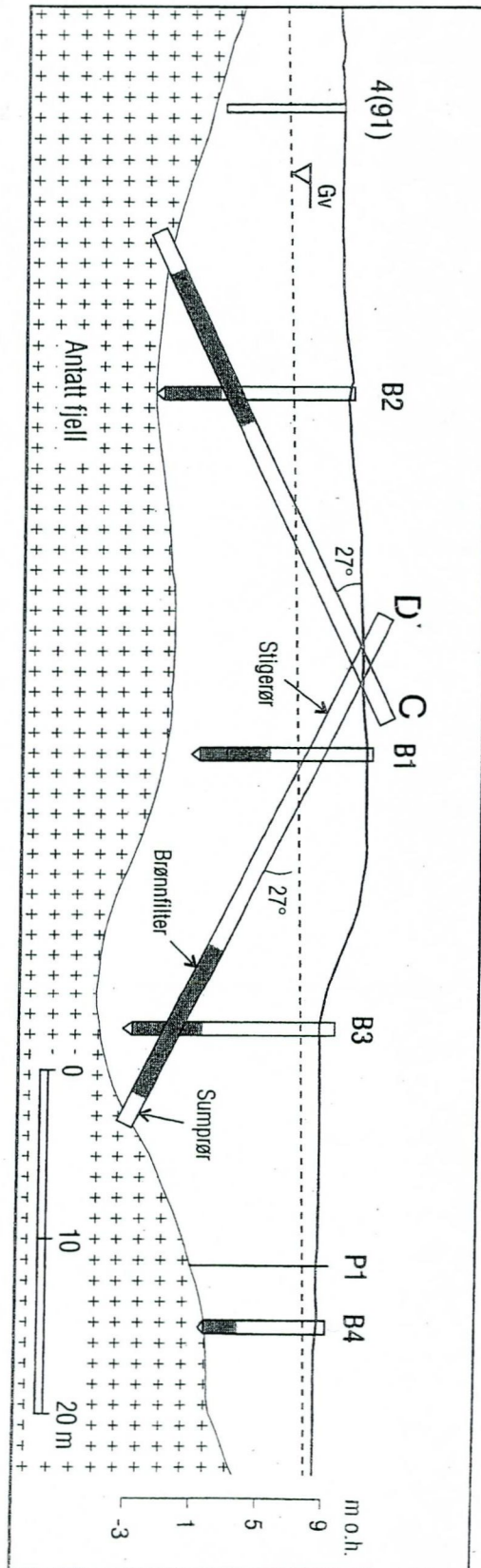


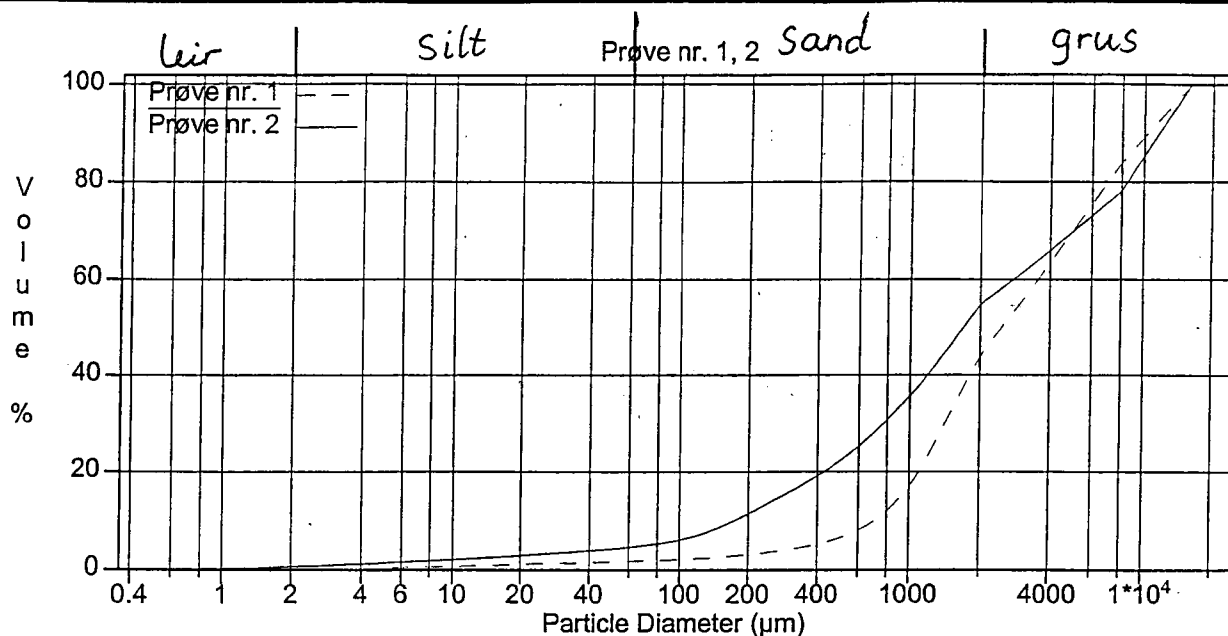
(HUTJØRNNA)

Skisse av nye produksjonsbrønner ved Melan



Skisse av nye produksjonsbrønner ved Elvemo

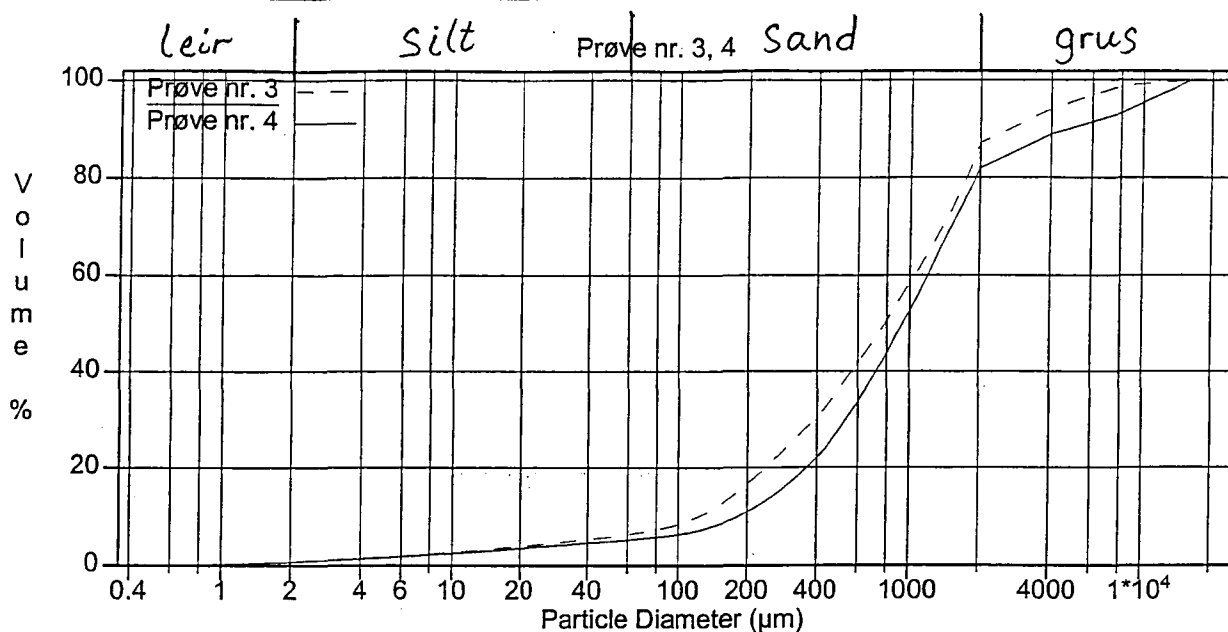




Volume %	1a.\$02 Particle Diameter µm	2a.\$av Particle Diameter µm
1.000	20.63	3.805
2.000	102.5	10.69
5.000	392.0	74.64
10.00	713.3	174.4
15.00	927.9	279.5
20.00	1099	426.6
25.00	1259	594.8
40.00	1811	1191
50.00	2631	1702
60.00	3661	2953
70.00	5303	5355
75.00	6274	6980
80.00	7245	8681
90.00	11034	12340

Prøve nr	Brønn nr	Dyp
1	C	24 m
2	C	30 m

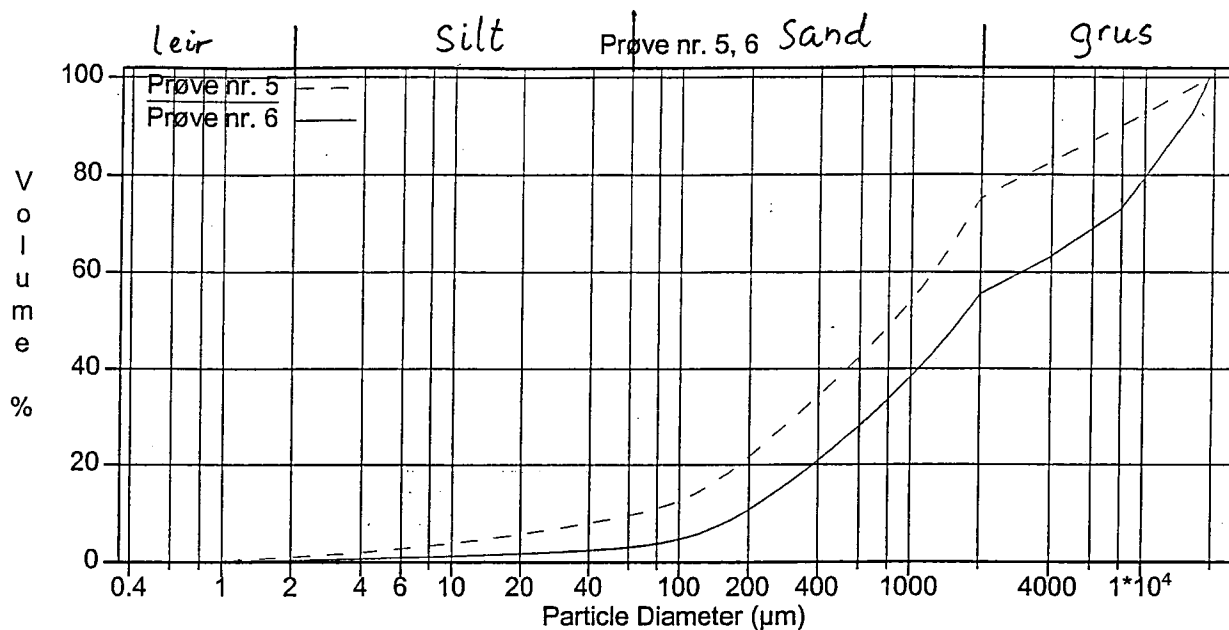
Dypet er fra topp brønn og målt langs brønnen.



Volume %	3a.\$02 Particle Diameter µm	4a.\$02 Particle Diameter µm
1.000	2.776	3.071
2.000	6.526	7.422
5.000	35.70	56.29
10.00	123.8	183.2
15.00	181.6	274.2
20.00	241.1	363.4
25.00	309.1	453.2
40.00	567.6	720.0
50.00	784.9	939.1
60.00	1053	1193
70.00	1388	1510
75.00	1574	1705
80.00	1750	1915
90.00	2815	5002

Prøve nr	Brønn nr	Dyp
1	D	24 m
2	D	30 m

Dypet er fra topp brønn og målt langs brønnen.



Volume %	5a. \$av Particle Diameter µm	6a. \$02 Particle Diameter µm
1.000	2.044	7.735
2.000	4.034	27.63
5.000	15.80	106.5
10.00	65.33	188.0
15.00	127.9	273.6
20.00	181.6	379.3
25.00	241.7	508.6
40.00	530.9	1076
50.00	843.1	1622
60.00	1243	3159
70.00	1708	6749
75.00	1986	8793
80.00	3264	10846
90.00	7929	14953

Prøve nr	Brønn nr	Dyp
1	B	24 m
2	B	30 m

Dypet er fra topp brønn og målt langs brønnen.

Brønnkapasiteter Melan og Elvemo Afjord kommune

Alle kapasiteter er oppgitt liter/sekund

Dato	Brønn nr					SUM
	A	B	C	D	I - 94	
12.07.1999		6,66				6,66
13.07.1999	4,55	6,66				11,21
14.07.1999	4,30	6,25			3,20	13,75
19.07.1999	3,41	7,23	4,14		1,44	16,22
20.07.1999	3,43	7,24	4,02	4,01	1,43	20,13
21.07.1999	3,33	7,00	3,50	1,86	1,40	17,09
22.07.1999	3,38	6,95	3,46	1,55	1,19	16,53
24.07.1999	3,72	7,17	3,45	2,42	1,20	17,96
26.07.1999	3,73	7,45		2,85	1,21	15,24
29.07.1999	3,61	6,85	3,36	2,77	1,21	17,80
02.08.1999	3,61	7,11	3,36	2,77	1,21	18,06
09.08.1999	3,28	7,55	3,88	2,93	1,21	18,85
16.08.1999	3,55	5,00	3,94	2,68	1,21	16,38
23.08.1999	3,86	5,01	3,98	2,49	1,19	16,53
30.08.1999	3,57	5,22	4,06	2,48	1,25	16,58
06.09.1999	3,53	5,39	4,10	2,48	1,28	16,78
20.09.1999	2,48	4,45	3,52	2,42	1,21	14,08
04.10.1999	2,49	4,31		2,45	1,30	10,55
18.10.1999	2,58	4,47		2,33	0,70	10,08
05.11.1999	2,91	5,26	3,52	3,14	1,87	16,70
20.11.1999	2,60	4,48	2,54	2,67	1,39	13,68
26.11.1999		4,07	2,54		1,63	8,24
07.12.1999		3,47	2,80		1,00	7,27

Grunnvannsnivå under prøvepumping ved Melan, Afjord kommune

Alle høyder er oppgitt i meter over havet (moh).

Dato	Tid (min)	Peilebrønner Melan				
		2 (97)	3 (97)	5 (93)	1 (94)	1 (93)
12.07.1999	0,1	5,48	5,39	5,11	5,33	4,81
12.07.1999	1		5,32			
12.07.1999	2		5,13			
12.07.1999	4		4			
12.07.1999	8		3,87			
12.07.1999	15		3,72			
12.07.1999	30	4,92	3,53	5,05	5,32	4,8
12.07.1999	60		3,41			
12.07.1999	120	4,8	3,34	5,05	5,3	4,8
12.07.1999	240	4,76	3,28	5,04	5,29	4,79
12.07.1999	480	4,65	3,05	5,04	5,26	4,77
13.07.1999	1440	4,42	2,72	5,12	5,2	4,7
13.07.1999	1502		2,68	5,07		
13.07.1999	1505		2,65	5,06		
13.07.1999	1510		2,63	5,06		
13.07.1999	1515	4,37	2,62	5,06	5,19	4,69
13.07.1999	1530	4,37	2,6		5,18	4,68
13.07.1999	1560	4,37	2,57		5,15	4,65
13.07.1999	1620	4,37	2,58		5,11	4,61
13.07.1999	1740	4,36	2,57	5,05	5,06	4,57
14.07.1999	2940	4,18	2,21	4,9	4,75	4,3
14.07.1999	3030	4,61	3,01	5,07	3,46	3,35
14.07.1999	3060	4,45	2,3		2,04	3,05
14.07.1999	3120	3,97	1,73	3,49	2,32	2,46
19.07.1999	10080	3,89	1,59	3,1	2,19	2,35
21.07.1999	13020	3,82	1,46	2,83	2,06	2,65
22.07.1999	14400	3,76	1,37	2,63	2,05	2,2
24.07.1999	17280	3,72	1,3	2,52	2,03	2,2
26.07.1999	20160		1,9		2,19	5,2
29.07.1999	24480	4,37	2,09		2,37	2,84
02.08.1999	30240	3,8	1,34	5,13	2,03	2,35
09.08.1999	40320	3,47	0,96	4,02	1,59	2,2
16.08.1999	50400	3,33	0,83	3,43	1,39	2,2
23.08.1999	60480	3,59	0,94	5,22	2,01	2,4
30.08.1999	70560	3,75	1,04		1,53	2,2
06.09.1999	80640	3,74	1,14	5,38		
20.09.1999	100800	3,31	0,82	3,94	1,29	
04.10.1999	120960	3,37	0,83	3,11	1,73	
18.10.1999	141120	3,48	0,96	5,21	2,29	2,42
05.11.1999	167040	3,77	1,23		2,96	3
20.11.1999	188640	3,44	0,99		1,4	
26.11.1999	197280	3,68	1,55		2	
07.12.1999	213120	3,5	1,5	5,07	2,05	

Grunnvannsnivå under prøvepumping ved Elvemo, Åfjord kommune

Alle høyder er oppgitt i meter over havet (moh).

Dato	tid (min)	1 (93)	B2	2 (91)	B4
19.07.1999	0,1	6,73	6,66	6,74	6,88
19.07.1999	2			6,74	
19.07.1999	5			6,73	
19.07.1999	10			6,73	
19.07.1999	30	6,71	3,67	6,68	6,64
19.07.1999	60	6,68	3,3	6,67	6,61
19.07.1999	120	6,64	3,02	6,62	6,6
19.07.1999	240	6,58	2,78	6,57	6,59
19.07.1999	480	6,55	2,78	6,52	6,57
20.07.1999	1440	6,48	2,77	6,46	6,53
20.07.1999	1500	6,48	2,77	6,46	6,53
20.07.1999	1530	6,37	2,75	6,05	4,48
20.07.1999	1560	6,11	2,74	5,62	4,36
21.07.1999	2940		2,78	5,23	4,47
22.07.1999	4320		2,75	5,18	4,45
24.07.1999	7200		2,71	5,13	4,4
26.07.1999	10080		3,25	5,7	4,87
29.07.1999	14400		3,23	5,46	4,67
02.08.1999	20160		2,8	5,06	4,36
09.08.1999	30240		2,76	4,79	4,19
16.08.1999	40320		2,76	4,59	4,1
23.08.1999	50400		3,12	4,91	4,39
30.08.1999	60480		3,14	5,12	4,6
06.09.1999	70560		3,14	5,13	4,59
20.09.1999	90720			4,68	4,18
04.10.1999	110880		3,13	4,72	4,24
18.10.1999	131040	7,54	5,89	5,41	5,64
05.11.1999	156960	6,1	6,25	5,27	4,63
20.11.1999	178560	6,13	3,09	4,68	4,17
26.11.1999	187200	6,66	3,36	6,6	6,7
07.12.1999	203040	6,45	3,11	6,39	6,48

Vannanalyser av grunnvannsbrønner, Mælan og Elvemo, Åfjord, 1999

Dato	Brønn	Kapa. l/s	pH-verdi lab	Ledn.ev mS/m	Alkalitet mmol/l	Fargetall	Turbiditet F.T.U.	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Si mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3 mg/l
04.03.1999	A	3,1	8,17	24,6	1,94	< 1,4	0,17	38,6	2,9	8,5	2,9	2,0	< 0,01	0,010	12,3	15,7	0,50
15.07.1999	A	3,8	8,10	28,2	2,31	< 1,4	0,12	46,2	3,5	10,6	3,1	2,5	< 0,01	0,012	15,0	19,0	0,55
20.07.1999	A	3,4	8,13	23,8	1,88	< 1,4	0,14	38,1	2,9	9,0	2,5	2,4	< 0,01	0,009	12,3	15,6	0,56
23.08.1999	A	3,8	8,13	18,6	1,52	1,6	0,29	29,9	2,0	6,4	2,1	2,2	< 0,01	0,004	6,8	9,8	0,25
20.09.1999	A	2,5	8,10	13,8	0,99	4,5	0,40	21,0	1,4	5,1	1,7	1,7	< 0,01	0,004	6,4	11,2	0,27
18.10.1999	A	2,6	8,10	13,2	0,93	3,7	0,34	19,9	1,3	4,9	2,2	1,8	< 0,01	0,003	6,4	11,5	0,23
11.03.1999	B	6,5	8,00	26,7	2,32	< 1,4	0,15	43,5	3,1	8,8	2,2	2,5	< 0,01	0,005	13,2	11,7	1,00
15.07.1999	B	7,4	8,11	29,3	2,59	< 1,4	0,23	48,7	3,5	10,8	2,7	3,1	< 0,01	0,005	14,2	13,1	1,07
20.07.1999	B	7,2	8,11	24,5	2,20	2,1	0,16	40,6	2,9	8,7	2,7	3,0	< 0,01	0,005	9,9	10,0	0,67
23.08.1999	B	5,0	8,09	18,7	1,52	1,4	0,31	30,0	2,0	6,4	2,1	2,2	< 0,01	0,005	8,5	10,2	0,45
20.09.1999	B	4,5	8,08	17,7	1,40	6,4	0,54	27,9	1,8	6,0	2,0	1,9	< 0,01	0,004	8,8	10,3	0,47
18.10.1999	B	4,5	8,05	16,9	1,31	4,2	0,48	26,4	1,7	5,7	2,3	2,0	< 0,01	0,004	7,8	9,9	0,42
22.03.1999	C	6,5	8,09	19,3	1,44	3,2	0,57	28,2	2,5	11,0	1,6	2,0	0,019	0,067	12,6	14,0	0,16
22.07.1999	C	3,5	8,12	18,2	1,25	2,5	0,52	25,7	2,2	8,6	2,0	1,7	0,027	0,067	9,9	17,5	0,10
23.08.1999	C	4,0	8,08	13,0	0,92	3,5	1,20	17,8	1,4	5,9	1,8	1,5	0,026	0,031	8,3	14,3	< 0,05
20.09.1999	C	3,5	8,13	12,9	0,90	7,1	1,40	18,0	1,4	5,5	1,9	1,4	0,013	0,028	6,0	10,8	< 0,05
17.03.1999	D	7,7	7,90	27,1	2,22	3,2	3,20	43,5	3,3	12,0	1,6	3,0	< 0,01	0,231	14,3	18,9	0,14
22.07.1999	D	1,9	7,90	28,2	2,22	1,4	8,70	44,7	3,4	11,6	1,7	3,1	0,014	0,259	14,5	22,8	0,48
23.08.1999	D	2,5	7,97	17,9	1,34	8,5	1,40	27,1	2,0	7,4	1,5	2,2	0,167	0,101	8,0	14,7	< 0,05
20.09.1999	D	2,4	8,02	16,9	1,20	8,7	1,40	25,3	1,8	6,4	1,3	1,9	0,108	0,081	7,7	16,1	< 0,05
18.10.1999	D	2,3	7,95	16,7	1,12	7,8	1,00	24,9	1,8	6,1	1,8	2,0	0,108	0,074	7,3	16,4	< 0,05
20.07.1999	I - 94	1,4	8,13	23,4	1,73	< 1,4	0,12	35,5	2,9	9,7	2,8	2,3	< 0,01	0,004	13,6	18,6	0,66
18.10.1999	I - 94	0,7	8,06	21,7	1,42	1,6	0,17	32,5	2,7	7,5	2,6	2,0	< 0,01	0,004	8,6	27,80	< 0,05
Krav			6,5-8,5			< 20	< 4		< 20	< 150	< 12		< 0,2	< 0,05		< 100	< 50
Veil.verdi			7,5-8,5	< 40	0,6-1	< 1	0,40	15-25			< 10		< 0,05	< 0,02	< 25	< 25	

Konsentrasjonen av andre målte elementer ligger enten under deteksjonsgrensen og/eller under kravet til største tilatte konsentrasjon i drikkevannsforskriften

ÅFJORD KOMMUNE Sektor landbruk, kultur og tekniske tjenester		
Saksnr. 6144/99	Dok.nr.	
03 .08. 1999		
Saksbeh. KSI	Kopi til: Jord	
Arkivkode: F81		

Date: 02.08.1999
 Lab.nr: 99/ 773
 Arkiv: 003002/H

ÅFJORD KOMMUNE T
 V/MILJØ OG TEKNISKE TJENESTER

7170 ÅFJORD

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 27.07.99 Analyseperiode: 27.07.99 - 02.08.99 Uttaksprosedyre: Enkel stikkprøve

	Referanse	Merking	Tatt ut:
1: Grunnvann, ubehandlet	Mælan	Brønn A	26.07.1999
2: Grunnvann, ubehandlet	Mælan	Brønn B	26.07.1999
3: Grunnvann, ubehandlet	Elvemo	Brønn C	26.07.1999
4: Grunnvann, ubehandlet	Elvemo	Brønn D	26.07.1999

	Metode	Benevning	Prøve 1:	Prøve 2:	Prøve 3:	Prøve 4:
Hetroroft kimtall 22°C 3 døgn	ISO 6222	/ml	27	26	29	17
Koliforme bakterier MF vann	NS 4788	/100 ml	0	0	0	0
Termotolerante kolif. bakt. MF	NS 4792	/100 ml	0	0	0	0

KOMMENTAR

Prøve nr. 4 var blakket.

Med hilsen

Torill Aune

Torill Aune
 Lab. leder

Resultatene gjelder kun de undersøkte prøvene.
 Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig tillatelse
 Måleusikkerhet kjemi kan fås ved henvendelse laboratoriet.

Side 1 av 1

ÅFJORD KOMMUNE		
Sektor landbruksk., kultur og tekniske tjenester		
Åfjord kommune nr P127	Saksnr.	Dok.nr.
6728/99		
30 .08. 1999		
Saksbeh. KSI	Kopi til: Jan	
Arkivkode: 781		

Dato: 27.08.1999

Lab.nr: 99/ 872

Arkiv: 003002/H

ÅFJORD KOMMUNE T
V/MILJØ OG TEKNISKE TJENESTER

7170 ÅFJORD

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 24.08.99 Analyseperiode: 24.08.99 - 27.08.99

	Referanse	Merking	Tatt ut:
1: Grunnvann, ubehandlet	Brønn A	Melan	23.08.1999
2: Grunnvann, ubehandlet	Brønn B	Melan	23.08.1999
3: Grunnvann, ubehandlet	Brønn C	Elvemo	23.08.1999
4: Grunnvann, ubehandlet	Brønn D	Elvemo	23.08.1999

	Metode	Benevning	Prøve 1:	Prøve 2:	Prøve 3:	Prøve 4:
Hetrotroft kimtall 22°C 3 døgn	ISO 6222	/ml	31	8	92	91
Koliforme bakterier MF vann	NS 4788	/100 ml	0	0	0	0
Termotolerante kolif. bakt. MF	NS 4792	/100 ml	0	0	0	0

Med hilsen

Torill Aune

Torill Aune
Lab. leder

Resultatene gjelder kun de undersøkte prøvene.

Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig tillatelse

Måleusikkerhet kjemi kan fås ved henvendelse laboratoriet.

Side 1 av 1