

NGU Rapport 96.035

Grunnvann for produksjon av mineralvann,
Åfjord kommune

Rapport nr. 96.035		ISSN 0800-3416	Gradering: åpen	
Tittel: Grunnvann for produksjon av mineralvann, Åfjord kommune.				
Forfatter: Bernt Olav Hilmo		Oppdragsgiver: Åfjord kommune og NGU		
Fylke: Sør-Trøndelag		Kommune: Åfjord		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1622-IV Åfjord		
Forekomstens navn og koordinater: Melan, 5605, 70935		Sidetall: 50	Pris: 70	
Feltarbeid utført: nov. 94-feb. 96		Rapportdato: 08.03.1996	Prosjektnr.: 63.2509.60	Ansvarlig: <i>Ave Nisund</i>
<p>Sammendrag:</p> <p>Det er gjort geologiske, geofysiske og hydrogeologiske undersøkelser av en løsmasseavsetning ved Melan, ca. 500 m øst for Årnes i Åfjord kommune. Formålet med undersøkelsene var å vurdere om den kartlagte grunnvannsforekomsten ut fra kapasitet og kvalitet er egnet for produksjon av mineralvann.</p> <p>På grunnlag av innledende undersøkelser ble det satt ned to produksjonsbrønner i terrasseskråningen ca. 6 m over elvenivået. Brønnene ble prøvepumpet i tidsrommet november 1994 - februar 1996. Kapasiteten varierte mellom 2.5 og 5 l/s. Vannkvaliteten var god og stabil i hele pumpeperioden. Det ble ikke påvist sykdomsfremkallende bakterier eller andre bakterier som kan indikere forurensning. Grunnvannskvaliteten er ikke påvirket av overflatevannskilder og det er heller ikke påvist sesongmessige variasjoner. Geokjemiske og mineralogiske undersøkelser av løsmassene i akviferen indikerer en klar sammenheng mellom grunnvannets og det geologiske materialets kjemiske sammensetning. Grunnvannsforekomsten oppfyller dermed de krav som stilles til mineralvann. Alle analyserte parametere tilfredsstillende også kravene til vanlig drikkevann, slik at grunnvannet kan markedsføres både som mineralvann og vanlig drikkevann.</p> <p>Et permanent uttak av grunnvann vil medføre restriksjoner på arealet rundt brønnstedet, men det er ikke nødvendig med særlige forandringer i forhold til dagens arealbruk.</p>				
Emneord: Hydrogeologi		Grunnvannskvalitet		Grunnvannsbrønn
Prøvepumping		Kjemisk analyse		Bakteriologisk analyse
				Fagrapport

INNHOLDSFORTEGNELSE

KONKLUSJON	5
1 INNLEDNING	6
1.1 Formål.....	6
1.2 Bakgrunn.....	6
2 FELT- OG ANALYSEMETODER	7
3 KRAV TIL MINERALVANN	8
4 RESULTATER OG DISKUSJON	9
4.1 Beskrivelse av avsetningen.....	9
4.2 Beskrivelse av løsmassene.....	9
4.3 Prøvepumping.....	10
4.4 Vannkvalitet.....	12
4.4.1 Fysikalske og kjemiske parametere.....	12
4.4.2 Mikrobiologiske parametere.....	15
4.5 Tolkning av grunnvannskjemi.....	16
4.6 Grunnvannsdannelse og oppholdstid.....	16
5 FORURENSNINGSTRUSLER OG FORSLAG TIL KLAUSULERING	17
REFERANSER	19

KARTBILAG

- 1.1 Detaljkart i M 1:5000 som viser brønnplasseringer og borpunkt ved Melan.
- 1.2 Detaljkart i M 1:5000 som viser klausuleringssoner rundt produksjonsbrønnene ved Melan.

TEKSTBILAG

- 1 Hydrogeologiske og hydrokjemiske felt- og laboratoriemetoder.
- 2 Forskrift om utvinning og frambud m. v. av naturlig mineralvann.

DATABILAG

- 1.1 Kornfordelingskurver til løsmasseprøver
- 1.2 Kornfordelingskurver til løsmasseprøver
- 2 Røntgendiffraktogram av løsmasseprøver basert på XRD-analyser.
- 3 XRF-analyse, hovedelement av løsmasseprøver.
- 4.1 Grunnvannsstand i peilebrønner under langtids prøvepumping.
- 4.2 Grunnvannsstand i peilebrønner under korttids prøvepumping.
- 5.1 Fysikalsk-kjemiske analyseresultater fra langtids prøvepumping.
- 5.2 Fysikalsk-kjemiske analyseresultater fra langtids prøvepumping.
- 5.3 Mikrobiologiske analyseresultater fra langtids prøvepumping.
- 6 Ombyttbare kationer for løsmasseprøver.

KONKLUSJON

Det er gjort geologiske, geofysiske og hydrogeologiske undersøkelser av en løsmasseavsetning ved Melan, ca. 500 m øst for Årnes i Åfjord kommune. Formålet med undersøkelsene var vurdere om den kartlagte grunnvannsforekomsten ut fra kapasitet og kvalitet er egnet for produksjon av mineralvann. Mesteparten av den aktuelle løsmasseavsetningen ligger på sørsida av Stordalselva, og den er kartlagt som et gammelt elvedelta med underliggende morene og breelvavsetninger. Selve akviferen ligger i en breelvavsetning ca. 5-10 m under elvenivået.

På grunnlag av tidligere undersøkelser i form av geofysiske målinger og sonderboringer med enkle testpumper ble det satt ned to produksjonsbrønner i terrasseskråningen ca. 6 m over elvenivået. Brønnene ble prøvepumpet i tidsrommet november 1994 - februar 1996. Kapasiteten varierte mellom 2.5 og 5 l/s. Den lave kapasiteten i forhold til brønndimensjon og pumpekapasitet skyldes relativt høyt finstoffinnhold i løsmassene og dårlig hydraulisk kommunikasjon med elva.

Vannkvaliteten var god og stabil i hele pumpeperioden. Det ble ikke påvist sykdomsfremkallende bakterier eller andre bakterier som kan indikere forurensning. På grunn av grunnvannets lange oppholdstid er grunnvannskvaliteten ikke påvirket av overflatevannskilder og det er heller ikke påvist sesongmessige variasjoner. Geokjemiske og mineralogiske undersøkelser av løsmassene i akviferen indikerer en sammenheng mellom grunnvannets og det geologiske materialets kjemiske sammensetning. Grunnvannsforekomsten oppfyller dermed de krav som stilles til mineralvann. Alle analyserte parametere tilfredsstiller også kravene til vanlig drikkevann, slik at grunnvannet kan markedsføres både som mineralvann og vanlig drikkevann.

Et permanent uttak av grunnvann vil medføre restriksjoner på arealet rundt brønnstedet, men det er ikke nødvendig med særlige forandringer i forhold til dagens arealbruk.

1 INNLEDNING

1.1 Formål

Formålet med de hydrogeologiske undersøkelser ved Melan i Åfjord har primært vært å vurdere kapasitet og vannkvalitet på en grunnvannsforekomst med tanke på produksjon av mineralvann og sekundært å vurdere mulighetene til kommunal vannforsyning. Denne rapporten gir kun en vurdering av grunnvannsforekomstens egnethet for produksjon av mineralvann. For en sikker vurdering av mulighetene for kommunal vannforsyning kreves ytterligere undersøkelser i form av prøvepumping med et større uttak fordelt på flere brønner.

1.2 Bakgrunn

Det er tidligere gjort omfattende geofysiske og hydrogeologiske undersøkelser i området. Følgende rapporter er tidligere utgitt:

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.

De geofysiske undersøkelsene omfattet refraksjonsseismikk og georadarmålinger på begge sider av Stordalselva, mens grunnvannsundersøkelsene omfattet sonderboringer med enkle testpumper og prøvetaking på begge sider av elva og en langtids prøvepumping på nordsida av elva.

Prøvepumpingen på nordsiden av elva ga en total kapasitet på 8 l/s. Uttaket ble fordelt på fire Ø50 mm brønner. Kvaliteten var god bortsett fra litt for høyt innhold av jern og mangan. Av den grunn ble det i samråd med kommunen besluttet å gjøre grunnvannsundersøkelser også på sørsida av elva. Det ble i første omgang gjort sonderboringer med enkle testpumper. Disse viste en sone på 4-6 m med vannmettet grusig sand under et tettere lag av finsand/silt med tykkelse på 3-5 m. Den fysikalsk-kjemiske vannkvaliteten var meget god.

På grunnlag av disse resultatene ble det utført en langtids prøvepumping i tidsrommet november 1994 - februar 1996.

Forsker Bernt Olav Hilmo har vært ansvarlig for arbeidet. Andre involverte fra NGU var:

Eilif Danielsen (sonderboringer)

Bjørn Iversen (sonderboringer)

Øystein Jæger (prøvetaking, korttids pumpe-test)

Gaute Storrø (korttids pumpe-test)

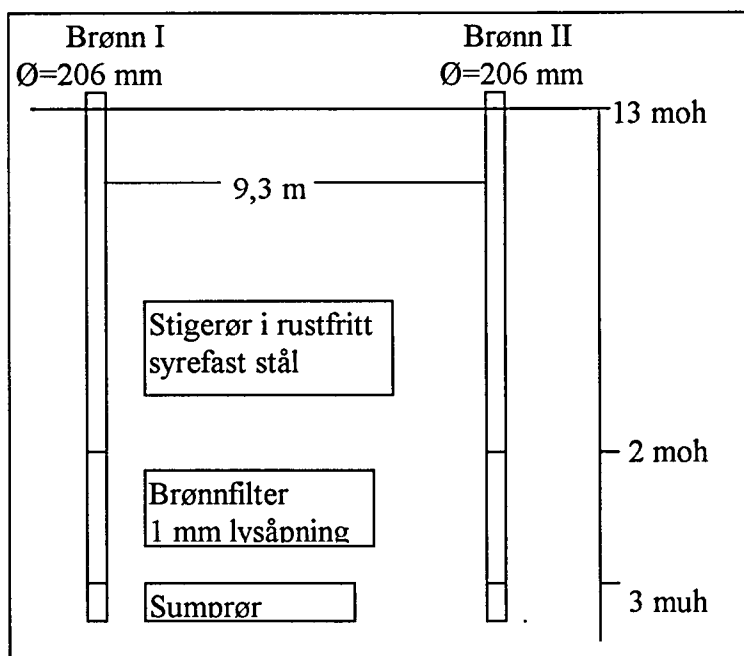
Tore Wolden (prøvetaking)

Oppsynsmann Jan Valderaune, Åfjord kommune har hatt ansvaret for overvåkning og prøvetaking under prøvepumpingsperioden, mens Odd A. Arnevik, Åfjord Næringsforening (tidligere ansatt i Åfjord kommune) har fungert som kontaktperson for oppdragsgiver. Åfjord kommune har sørget for framlegging av strøm til prøvepumping, innhentet boretillatelse fra grunneiere og ordnet med veibygging/planering for brønnboring.

Brønnboringfirmaet Brødrene Myhre A/S stod for nedsetting av to produksjonsbrønner (oktober 1994).

2 FELT- OG ANALYSEMETODER

Ut fra de positive forundersøkelsene på sørsida av elva ble det besluttet å bore to produksjonsbrønner i dette området. Kommunen fikk laget vei og planert ut et platå ca. 6 m over normal elvevannstand og ca. 15 m fra elva. Brønnene ble opprinnelig tenkt boret med ca. 50 m avstand, men på grunn av tette masser måtte de plasseres med bare ca. 10 m mellomrom. Figur 1 viser en skisse av brønnene, mens kartbilag 1.1 viser plasseringen av produksjonsbrønner, peilebrønner og sonderboringer. Begge de Ø206 mm brønnene er utformet i syrefast rustfritt stål. Brønnfiltrene har en lysåpning på 1 mm og er plassert i nivå 11-16 m under bakkenivå, dvs. ca 5-10 m under elvenivået.



Figur 1 Skisse av produksjonsbrønnene med plassering av brønnfiltrene.

Det ble satt ned en peilebrønn like ved brønnstedet, og i tillegg ble en undersøkelsesbrønn fra forundersøkelsene brukt til peilebrønn.

Masseprøver ble tatt både fra testpumping av peilebrønn P3 og ved hjelp av gjennomstrømningsprøvetaker i borhull 7, mellom produksjonsbrønnene.

Prøvepumpingen fra den ene brønnen startet den 08.11.94 og pågikk fram til 15.02.96, mens begge brønnene ble prøvepumpet samtidig i tidsrommet januar - august 95. Det ble benyttet elektriske senkpumper med maks. kapasitet på ca. 6 l/s.

Vannprøvetakingen er stort sett utført av kommunen. Det er ble tatt vannprøver i starten og etter ca. to måneders pumping. Fra januar 95 til september 95 var prøvetakingen noe mangelfull, idet det i dette tidsrommet bare ble tatt to prøver som ble analysert ved Næringsmiddeltilsynet i Fosen. Fra september 95 og til februar 96 er det tatt vannprøver for fysikalsk-kjemiske analyser og mikrobiologiske analyser min. en gang pr. måned. I perioden oktober 95 til februar 96 er det i tillegg gjort feltmålinger av temperatur og elektrisk ledningsevne.

For å kunne gi en utførlig beskrivelse av grunnvannets kvalitet og hvordan geologien påvirker grunnvannets kjemiske sammensetning er det utført et omfattende analyseprogram på både masseprøver og vannprøver. Analyseprogrammet er basert på spesielle krav til naturlig mineralvann som står i *Forskrift om utvinning og frambud m.v. av naturlig mineralvann* (Sosial- og helsedepartementet, 1993), se tekstbilag 2.

Masseprøvene er analysert på kornfordeling, mineralsammensetning (XRD) og kjemisk sammensetning (XRF). I tillegg er tre prøver analysert på ombyttbare kationer ved ekstraksjon med 0,2 M BaCl₂ (Hilmo, 1989).

Vannprøvene er analysert på fysikalsk-kjemiske parametere som beskrevet i tekstbilag 1. I tillegg er det gjort analyser av Hg, Pb, Cd, Se og As ved bruk av AAS, mens radoninnholdet er bestemt i en prøve ved hjelp av feltinstrumentet Radon Detector Model RD 200. Innholdet av CO₂ er bestemt i felt ved titrering. Grunnvannets tørrstoffinnhold er bestemt ved inndamping. Næringsmiddeltilsynet i Fosen har bestemt følgende parametere: Total nitrogen, total fosfor, UV-absorbans, kjemisk oksygenforbruk (CODMn/permanganat), totalantall bakterier (22 °C og 3 døgn/37 °C og 2 døgn), koliforme bakterier, termostabile koliforme bakterier, fluorescerende pseudomonader, presumptiv E-coli MF, sulfittreducerende clostridier og fekale streptokokker MF.

I tillegg er ledningsevne, pH, turbiditet, fargetall, jern (Fe), mangan (Mn), klorid (Cl) og sulfat (SO₄) i vannprøver tatt 17.01, 24.01, 10.04 og 28.08 analysert ved Næringsmiddeltilsynet i Fosen. Total organisk karbon (TOC), ammonium (NH₄) og pseudomonas aeruginosa MPN-vann er analysert ved Næringsmiddelkontrollen i Trondheim.

3 KRAV TIL MINERALVANN

Definisjonen på mineralvann er i følge forskriften (se tekstbilag 2):

Vann av god mikrobiologisk kvalitet med opphav i et grunnvannsreservoar og som uttas fra en kilde ved ett eller flere naturlige eller kunstige utspring. Naturlig mineralvann kjennetegnes ved:

- 1. sin naturlige beskaffenhet gjennom innholdet av mineraler, sporelementer eller andre bestanddeler og ved i gitte tilfelle å ha bestemte virkninger, og*
- 2. sin opprinnelige tilstand.*

Kvalitetskravene til naturlig mineralvann er først og fremst krav til fravær av sykdomsfremkallende parasitter og/eller mikroorganismer og bakterier som tyder på fekal forurensning. Videre skal det heterotrofe kimtallet ikke overstige 100 pr ml dyrket ved 20-22 °C i 72 timer og 20 pr. ml dyrket ved 37 °C. Ellers inneholder forskriften en rekke spesielle krav til geologiske og hydrologiske undersøkelser, krav til fysiske, kjemiske og fysikalsk-kjemiske undersøkelser, krav til mikrobiologiske undersøkelser og krav til kliniske og farmakologiske undersøkelser.

Naturlig mineralvann skal godkjennes av helse- og sosialstyret.

4 RESULTATER OG DISKUSJON

4.1 Beskrivelse av avsetningen.

Det undersøkte området ligger på sørsida av Stordalselva, ca. 500 m fra utløpet i fjorden. Terrenget stiger bratt opp fra elva (ca. 6 m.o.h.) og opp til en markert terrasseflate 26-28 m.o.h. Området består hovedsakelig av utmark.

Figur 2 viser løsmassefordelingen i et profil på tvers av elva ved produksjonsbrønnene. Profilet er tegnet på grunnlag av geofysiske målinger, sonderboringer, brønnboringer og feltobservasjoner. Den aktuelle avsetningen er kartlagt som en fluvial avsetning (gammelt elvedelta). Elveavsatt sand og grus kan sees i massetaket på toppen av avsetningen. På større dyp blir massene dårligere sortert og mer morenelignende. Disse massene kan påvises ned til 3-5 m under elvenivået (1-3 m.o.h.). Fra dette nivået og til fjell som er påtruffet 10-12 m under elvenivået (4-6 m.u.h.) består massene av grusig sand og et tynt lag av hard morene like over fjelloverflaten.

Ut fra topografiske kart, geologisk kartlegging og geofysiske undersøkelser er størrelsen på avsetningen ca. 120 dekar. Med en gjennomsnittlig tykkelse på 5 m kan volumet av selve akviferen anslås til ca. 600 000 m³, og hvis man antar en porøsitet på 20 % inneholder magasinet 120 000 m³ grunnvann.

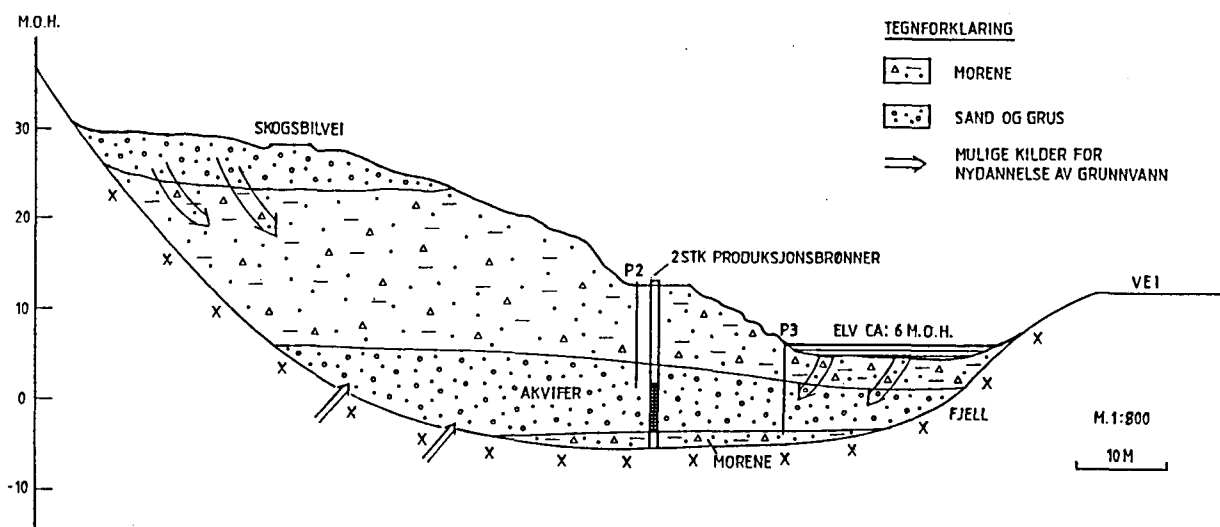


Fig. 2 Profil som viser løsmassefordelingen og brønnplasseringer ved Melan. Profillinjen er inntegnet på kartbillag 1.1.

4.2 Beskrivelse av løsmassene

Kornfordelingskurver for seks masseprøver er vist i databilag 1.1 og 1.2. Prøvene 1-5 som er tatt i borhull 7, fra 4-9 m.o.h. består av grusig og til dels siltig sand. Særlig prøve 4 som er tatt på nivå 6.5 m.o.h. har et høyt siltinnhold (20 %). Prøve 6 som er en prøve tatt fra testpumping av P3 på nivå 4 m.u.h består av middelskornig sand.

XRD-analyser av fire masseprøver viser små forskjeller i mineralsammensetning. Databilag 2 viser diffraktogrammene til masseprøvene med inntegning av de viktigste mineralene. Hovedmineralene er kvarts (23-35 %), plagioklas (44-51 %) og kalifeltspat (10-12 %). I tillegg er det observert mindre mengder kloritt (2-4 %), glimmer (3-5 %), amfibol (2-3 %), kalsitt (2-3 %) og muligens litt epidot, dolomitt, pyroksen og svovelkis. Disse mineralene stammer fra bergartene i akviferens nedslagsfelt som består av dioritt, granittisk gneis og mindre soner av amfibolitt, glimmerskifer og marmor (Thorsnes og Reite, 1991).

Den kjemiske sammensetningen til fire masseprøver er analysert på XRF. Disse analysene (se databilag 3) underbygger tolkningen av XRD-analysene.

4.3 Prøvepumping

Kapasiteten under prøvepumpingen har variert mellom 2.5 og 5 l/s, og med ca. 3.8 l/s i gjennomsnitt. Kapasiteten var litt høyere ved prøvepumping av begge brønnene samtidig (4,2 mot 3,5 l/s i gjennomsnitt). Årsaken til den forholdsvis lave kapasiteten i forhold til brønndimensjonen og pumpekapasiteten, er at massene er relativt tette. Dette gir stor strømningsmotstand og følgelig en bratt senkningstrakt inn mot brønnene. Dette kan sees av databilag 4.1 og 4.2 som viser grunnvannsstanden i peilebrønnene under hhv. langtids og korttids prøvepumping. Grunnvannsstanden under pumping gikk hurtig ned fra opprinnelig grunnvannstand på ca. 6,3 m til ca 11,5 m som tilsvarer øvre kant av brønnfiltrene. Grunnvannsstanden i P3 (ved elva) gikk ned til ca. 3,5 m under elvenivået på det meste. Den varierte noe med uttaksmengden og elvevannstanden men den var aldri mindre enn 1,6 m under elvenivået. Flomperioder (f. eks. i slutten av mai 95) førte til en midlertidig økning i grunnvannsstanden, men grunnvannsnivået har hele tiden ligget med noenlunde konstant dybde under elvenivået. Dette tyder på dårlig hydraulisk kommunikasjon mellom brønnene og elva noe som samsvarer godt med de tette massene under elvenivået som ble observert under sonderboringene. Svingningene i grunnvannsstanden etter en tids pumping skyldes variasjoner i uttatt mengde grunnvann og variasjoner i elvevannstanden som virker inn på grunnvannsnivået på grunn av økt trykk og ikke på grunn av direkte hydraulisk kommunikasjon.

I fig. 3 er grunnvannsnivået i P1, P2 og P3 under en korttids prøvepumping plottet mot tiden. Senkningskurvene gir grunnlag for utregning av de hydrauliske parametrene; transmissivitet T , magasinkoeffisienten S , hydraulisk ledningsevne k , og vannets netto hastighet v_n .

$$T = \frac{Q \ln 10}{4 \pi \Delta s}, \quad S = \frac{2.25 T t_0}{r^2} \quad \text{og} \quad k = \frac{T}{m}$$

Q er uttatt vannmengde i $\text{m}^3/\text{s} = 3.0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.

Δs er gjennomsnittlig senkning i peilebrønnene i løpet av en ln-enhets tid

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

r er avstanden fra hver enkelt peilebrønn til pumpebrønnen.

m er mektigheten av vannførende sone som i dette tilfellet er ca. 6 m.

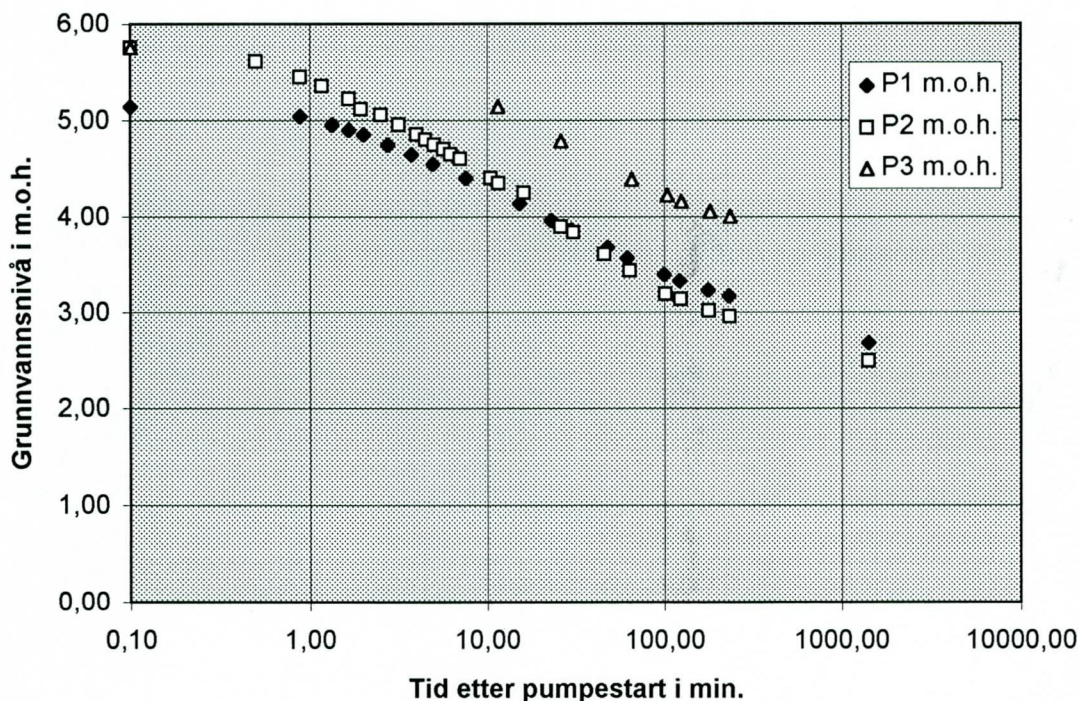


Fig. 3 Senkningskurver for P1 (brønn 1), P2 og P3 under en korttids pumpest.

I tabell 1 er hydrauliske parametere beregnet for hver peilebrønn på grunnlag av senkningskurvene ved korttids prøvepumping.

Tabell 1 *Hydrauliske parametere beregnet for P1, P2 og P3 ved korttids prøvepumping.*

Peilebrønn	Δs (m)	t_0 (s)	r (m)	T (m ² /s)	S	k (m/s)
P1	0,91	72	9,3	$6,0 \cdot 10^{-4}$	$1,13 \cdot 10^{-3}$	$10,1 \cdot 10^{-5}$
P2	1,21	48	4,0	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$3,04 \cdot 10^{-3}$	$7,5 \cdot 10^{-5}$
P3	0,97	186	20,0	$5,7 \cdot 10^{-4}$	$5,96 \cdot 10^{-4}$	$9,5 \cdot 10^{-5}$

Såpass lave verdier på magasinkoeffisienten tyder på lukket akvifer (Freeze and Cherry, 1979), mens den relativt lave transmissiviteten skyldes tette masser (høyt finstoffinnhold).

Vannets netto hastighet i akviferen finnes ut fra følgende formel: $v_n = \frac{k \times i}{n_e}$

i er hydraulisk gradient dvs. helningen på grunnvannspeilet.

n_e er effektiv porøsitet som ut fra kornfordelingskurvene og k -verdiene for P2 og P3 kan settes lik 20 %.

Etter 4 timers pumping er den hydrauliske gradienten mellom P2 og P3 ca. 0,05. Da P2 og P3 ikke ligger på en rett linje fra pumpebrønnen blir denne gradienten litt for lav. Hvis vi antar at gradienten er 0,06 og bruker en k -verdi på $8,5 \cdot 10^{-5}$ blir netto hastighet mellom P2 og P3 ca. 2,3 m/dag.

Denne hastigheten kan ikke brukes til å regne ut vannets oppholdstid fra elva til pumpebrønnen da det er en lavpermeabel sone mellom selve grunnvannsmagasinet og elva.

Den hydrauliske ledningsevnen kan også beregnes ut fra masseprøvenes kornfordeling ved bruk av formler basert på d_{10} og d_{60} (Anderson et. al., 1984).

I tabell 2 er k-verdiene beregnet for 6 forskjellige masseprøver tatt på forskjellig dyp i avsetningen.

Tabell 2 *Hydraulisk ledningsevne beregnet ut fra masseprøvers kornfordeling.*

	Borhull	Dyp (m.o.h)	D_{10} (mm)	D_{60} (mm)	k (m/s)	k (m/dag)
Pr. 1	7	8,5-9,0	0,088	1,5	$5,27 \cdot 10^{-5}$	4,55
Pr. 2	7	8,0-8,5	0,050	1,4	$1,27 \cdot 10^{-5}$	1,10
Pr. 3	7	6,5-7,0	0,059	1,5	$1,90 \cdot 10^{-5}$	1,60
Pr. 4	7	6,2-6,7	0,015	1,2	$0,064 \cdot 10^{-5}$	0,05
Pr. 5	7	3,8-4,3	0,068	1,1	$3,30 \cdot 10^{-5}$	2,85
Pr. 6	P3	-3.1- -4.1	0,092	0,22	$14,3 \cdot 10^{-5}$	12,1

Vi ser at k-verdien for masseprøven fra P3 ($14,3 \cdot 10^{-5}$ m/s) som er tatt i selve akviferen stemmer ganske godt overens med k-verdien beregnet ut fra pumpeforsøket ($9,5 \cdot 10^{-5}$ m/s) som må betraktes som en gjennomsnittlig k-verdi for massene mellom P3 og pumpebrønnen. Vi ser også at k-verdien til pr. 5 som er tatt på et nivå ca. 2 m over brønnfilteret er noe lavere enn k-verdiene beregnet ut fra pumpeforsøket. For masseprøvene 1-3 som er tatt over grunnvannsnivået varierer den beregnede k-verdien fra 1,1 til 4,5 m/dag.

Brønnfilterene er plassert på 2,0 m.o.h.- 3,0 m.u.h, og grunnvannsstanden ved pumpestart var på kote 6,5 m.o.h, mens elva renner på kote 6- 6.5 m.o.h. rett nedenfor brønnene. Masseprøven med den lave hydrauliske ledningsevnen (pr. 4) er tatt på samme nivå som grunnvannsspeilet før pumping og like under elvenivået. Det er dermed dokumentert at det er et lag med lav hydraulisk ledningsevne mellom elva og akviferen. I følge tidligere sonderboringer har dette laget en mektighet på ca. 4 m. Med en k-verdi på 0,05 m/døgn for dette laget, en antatt effektiv porøsitet på 0,1 og en gradient på 0,1 vil vannet bruke 80 dager på å renne igjennom dette laget. Dette er selvsagt meget usikre tall, men det gir likevel en indikasjon på at infiltrert elvevann har tilstrekkelig oppholdstid i grunnen til å sikre god bakteriologisk rensing og nedbryting av organisk stoff.

4.4 Vannkvalitet

Grunnvannets kvalitet er undersøkt ved analyser av fysiske, kjemiske og mikrobiologiske analyser av vannprøver tatt på 16 forskjellige tidspunkt i løpet av prøvepumpingsperioden. Databilag 5.1-5.3 viser alle analyseresultatene.

Resultatene er sammenlignet med kravene som stilles til drikkevann (Sosial- og helsedepartementet, 1995) og kravene som stilles til mineralvann (tekstbilag 2). Kravene som stilles til drikkevann gjelder ikke for mineralvann.

4.4.1 Fysiske og kjemiske parametere

Temperatur og ledningsevne ble målt i felt i perioden oktober 1995-februar 1996. Grunnvannets temperatur har gått ned fra 7,6 °C til 5,2 °C, mens temperaturen i elva var 10 °C i oktober og 0,1 °C i februar (se fig. 4). Dette viser at grunnvannstemperaturen bare i mindre grad er påvirket

av overflatetemperaturen og vanntemperaturen i elva noe som stemmer godt overens med den dårlige hydrauliske kommunikasjonen mellom elva og brønnene som ble registrert ut fra prøveumpingsresultatene og masseprøvene.

Grunnvannets elektriske ledningsevne er et mål på det totale ioneinnholdet. Ledningsevnen målt i felt har stemt godt overens med laboratoreimålingene av ledningsevnen. Feltemålingene har variert mellom 20,9 og 23,7 mS/m, mens laboratoriemålingene i samme tidsrom har variert mellom 21,4 og 25,9 mS/m. Ledningsevnen gikk ned fra 30,3 mS/m ved starten av pumpeperioden til ca. 20 mS/m ett 2 måneders pumping. Siden har den stort sett variert mellom 21 og 22 mS/m.

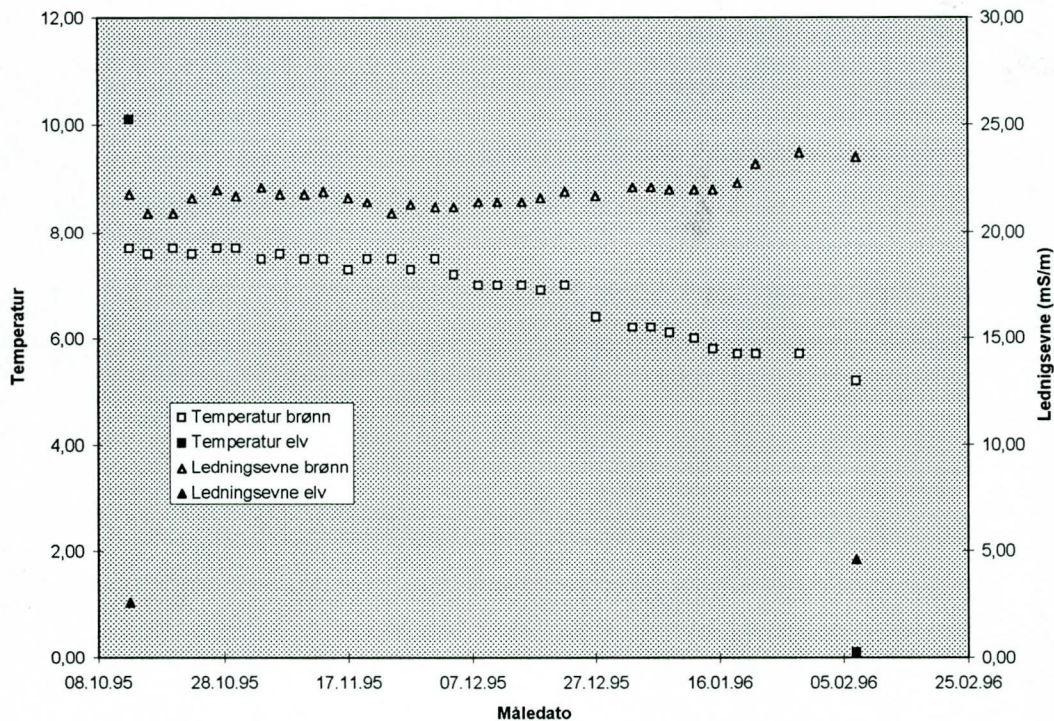


Fig. 4 Feltemålinger av temperatur og ledningsevne under prøvepumping.

Grunnvannets pH-verdi har variert mellom 7,6 og 8,2, og med et gjennomsnitt på 8,0. Det er intet tegn til sesongvise variasjoner i pH-verdi.

Alkaliteten har stort sett variert mellom 1,4 og 1,5 mmol, men den var litt høyere i starten (1,67 mmol) og i en prøve tatt 04.12.95 hvor den ble målt til 1,9 mmol.

Turbiditeten har vært klart under 0,4 unntatt i en prøve som ble tatt like etter pumpestart av brønn II hvor den var 1,5. Denne relativt høye turbiditeten skyldes at det lett trekkes inn noe partikler i vannet like etter pumpestart.

Fargetallet har vært under 5 i alle analyserte vannprøver. Grunnvannets tørrstoffinnhold i en prøve tatt 07.02.96 ble målt til 151 mg/l ved 180°C og 126 mg/l ved 260 °C. Dette samsvarer med det totale ioneinnholdet som utgjør ca. 160 mg/l for samme vannprøve.

Innholdet av de vanligste kationene framgår av fig. 5. Som vi ser er det relativt liten variasjon i innholdet av Ca, Mg, K og Na i løpet av pumpeperioden, bortsett fra en viss nedgang i starten og forhøyede verdier i vannprøven tatt 04.12.95. Denne vannprøven har også høyere alkalitet og innhold av sulfationer. Det høye ioneinnholdet i denne prøven kan skyldes inntrekking av mer ioniert grunnvann fra dypere eller mer perifere deler av akviferen.

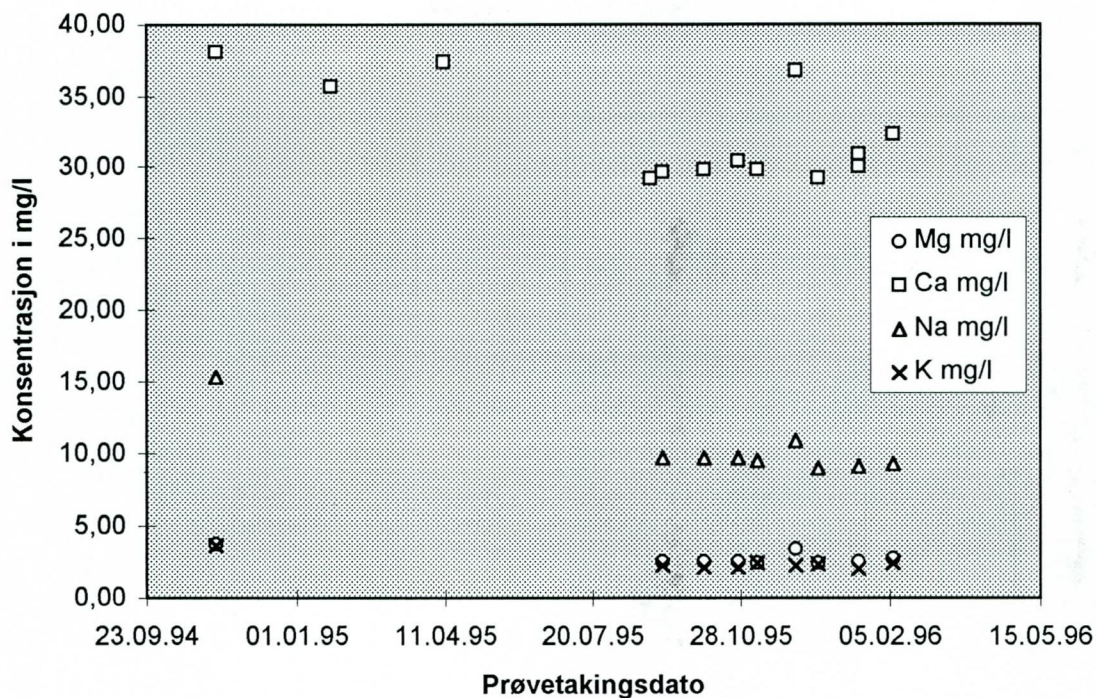


Fig. 5 Konsentrasjonen av magnesium, kalsium, natrium og kalium under prøvepumping.

Konsentrasjonen av aluminium (Al), jern (Fe) og mangan (Mn) er svært lav under hele pumpeperioden, og ligger klart under kravene som stilles til drikkevann. Med de målte konsentrasjoner er det dermed ingen fare for utfellinger av metalloksyder i rør, produksjonsutstyr eller emballasje.

Det er videre ikke påvist innhold av nikkel (Ni), kopper (Cu), sølv (Ag), krom (Cr), kvikksølv, kadmium (Cd) selen (Se) eller ammonium (NH_4). Deteksjonsgrensen til disse elementene ligger klart under kravet i Drikkevannsforskriften. Innholdet av bly (Pb) er målt til 1,22 μg , 0,5 μg , < 0,2 μg og 1,04 $\mu\text{g/l}$ som er langt under maksimumskonsentrasjonen på 20 $\mu\text{g/l}$ i

Drikkevannsforskriften. Det er påvist sink (Zn) i kun en prøve (5,2 $\mu\text{g/l}$), men også dette innholdet er langt under kravet i Drikkevannsforskriften. Arseninnholdet i en vannprøve tatt 07.02.96 ble målt til 0,52 $\mu\text{g/l}$ (grenseverdien for drikkevann er 10 $\mu\text{g/l}$).

Anioninnholdet består stort sett av bikarbonat (HCO_3^-), klorid (Cl^-) og sulfat (SO_4^{2-}). Fig. 6 viser hvordan innholdet av klorid og sulfat har variert i løpet av prøvepumpingen. Konsentrasjonen av bikarbonat er ikke målt direkte, men ved en pH-verdi på ca. 8 kan det antas at den målte alkaliteten skyldes bikarbonatinnholdet. Også for anionene er det en viss reduksjon den første tiden etter pumpestart, for så å komme på et mer stabilt nivå.

Fluoridinnholdet er mellom 0,05 og 0,1 mg/l i 4 vannprøver og mindre enn 0,05 mg/l i 3 vannprøver. Det kan virke som det har vært en reduksjon i fluoridinnholdet i løpet av prøvepumpingen.

Innhold av bromid (Br^-), nitritt (NO_2^-), fosfat (PO_4^{3-}) ligger under deteksjonsgrensen. Nitratinnholdet (NO_3^-) og innholdet av totalt nitrogen (tot. N) er også lavt idet alle prøvene har mindre enn henholdsvis 0,6 mg NO_3/l og 0,2 mg N/l.

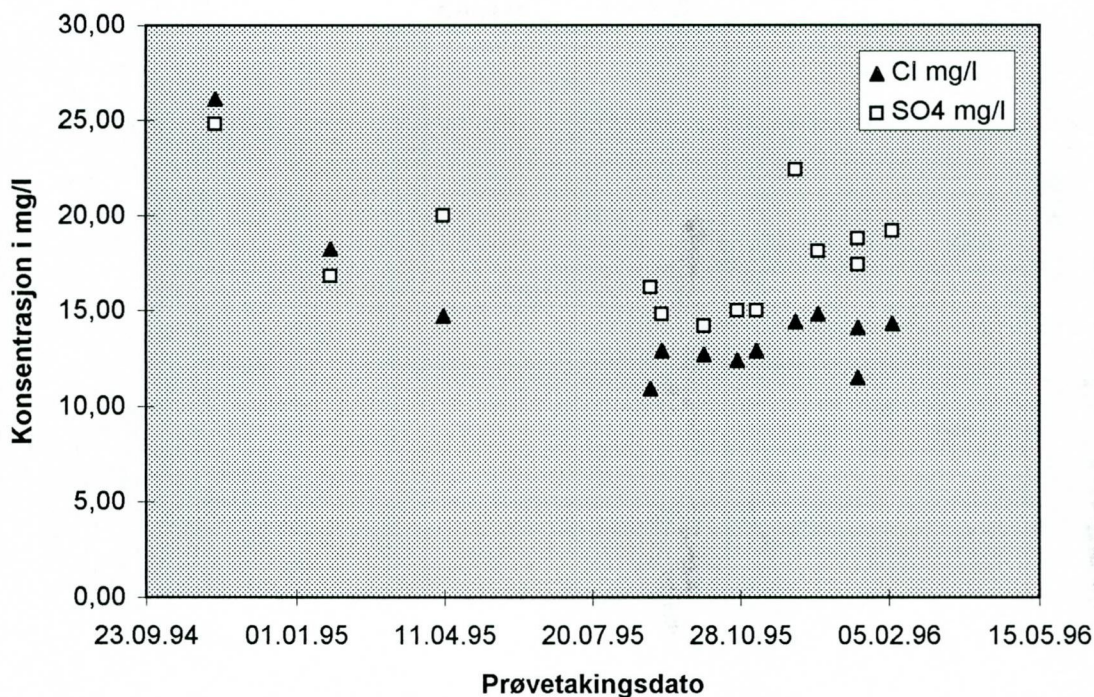


Fig. 6 Konsentrasjonen av klorid (Cl) og sulfat (SO_4^{2-}) under prøvepumping.

Innholdet av total organisk karbon (TOC) og kjemisk oksygenforbruk (CODMn) ligger klart innenfor kravene i Drikkevannsforskriften.

Grunnvannets innhold av CO_2 ble målt i felt tre ganger og alle målingene ga ca. 9 mg/l.

Innholdet av O_2 ble under testpumping av borhull 1 og 5 (se NGU rapport 94.018) målt til mellom 0,7 og 2,0 mg/l, mens det under prøvepumpingsperioden er målt til over 9 mg/l. Målingene under prøvepumpingen er svært usikker da grunnvannet muligens fikk innblandet luft i utløpsrøret før analysen.

I mineralvannforskriften (tekstbilag 2) stilles det også krav til dokumentasjon om radioaktivt innhold. Radoninnholdet i en vannprøve tatt 07.02.96 ble målt til 1.2 Bq/l som er langt under de tiltaksgrensene som er foreslått.

På bakgrunn av dets kjemiske sammensetning og totale ioneinnhold kan dette grunnvannet i følge Forskriften karakteriseres som grunnvann med lavt mineralinnhold (< 500 mg/l) og som på grunn av dets lave natriuminnhold (< 20 mg/l) er egnet for diett med lavt Na-innhold.

4.4.2 Mikrobiologiske parametere

Det er i løpet av den 15 mnd. lange prøvepumpingsperioden ikke registrert sykdomsfremkallende parasitter og/eller mikroorganismer eller bakterier som tyder på fekal forurensning (se databilag 5.3). Kimtallet dyrket ved 20-22°C i 72 timer er 53 i en prøve tatt like etter oppstart av pumpe II. Siden har dette kimtallet vært under 5. Kimtallet dyrket ved 37 °C i 24 timer er 2 eller mindre. Alle målte kimtall ligger klart innenfor kravet i Forskriften (tekstbilag 2). Grunnvannets mikrobiologiske kvalitet må dermed kunne karakteriseres som svært god.

4.5 Tolkning av grunnvannskjemi

Grunnvannets kjemiske sammensetning er generelt avhengig av kjemisk sammensetning på infiltrert overflatevann, oppholdstid, geokjemisk sammensetning på massene i akviferen og kjemiske/geokjemiske prosesser som skjer både i umettet og mettet sone fra grunnvannet infiltreres og til det tas ut i brønnene.

I databilag 5.1 og 5.2 er det også vist fysikalsk-kjemisk kvalitet til en vannprøve fra Stordalselva. Den fysikalsk-kjemiske kvaliteten er vesentlig forskjellig fra grunnvannets kvalitet både med hensyn til pH-verdi, alkalitet, fargetall, total ionemengde og ionesammensetning. Det er derfor intet som tyder på at vannkvaliteten i elva har noe som helst innvirkning på grunnvannets kvalitet. I slutten av prøvepumpingsperioden (februar 1996) ble det tatt en ny vannprøve fra P3 som står i elvekanten. I databilag 5.1 og 5.2 er analyseresultatene av denne grunnvannsprøven sammenlignet med en vannprøve tatt i september 1993 fra den samme brønnen og på samme nivå. Grunnvannets ioneinnhold har økt i denne perioden, og særlig innholdet av kalsium og sulfat. Dette er det motsatte av hva en kunne forvente dersom elva hadde hatt innflytelse på grunnvannskjemien.

Sammenligningene mellom elvevann og grunnvann viser at oppholdstiden fra eventuell infiltrasjon av elvevann til grunnvannet tas ut i brønnene er såpass lang at grunnvannets fysikalsk-kjemiske egenskaper er et resultat av kjemiske og geokjemiske prosesser (forvitningsprosesser) i grunnen. Disse prosessene er igjen avhengig av geokjemisk sammensetning/mineralsammensetning til massene i akviferen.

For å kunne vurdere dette er det gjort analyser av ombyttbare kationer og mineralsammensetning i masseprøver. Sammensetningen av ombyttbare kationer er vist i databilag 6. Kalsium er det dominerende ombyttbare kationet i alle de tre masseprøvene, men det er mulig at det registrerte innholdet av ombyttbare kalsiumioner er noe for høyt grunnet oppløsning av kalsitt som er identifisert ved XRD-analyser. Ellers inneholder prøvene mer kalium og magnesium i forhold til natrium sammenlignet med grunnvannsprøvene. Dette skyldes at disse ionene bindes sterkere til mineraloverflatene enn natrium.

4.6 Grunnvannsdannelse og oppholdstid

Grunnvannet i akviferen kan stamme fra følgende kilder: elva, overflatevann fra dalsida, nedbør og grunnvann fra fjell (se fig. 2).

Bidraget fra elva kan vurderes ut fra den hydrauliske ledningsevnen til massene i nivået mellom elvenivået og brønnfilterene. Vannets infiltrasjonshastighet ble i kap. 4.3 anslått til 0,05 m/dag. Ut fra kartet er arealet tilgjengelig for elveinfiltrasjon ca. 17000 m² ved normal vannstand. Dette gir en nydannelse av grunnvann fra elva på ca. 10 l/s. Nydannelsen vil variere mye med vannføringen i elva, da endringer i vannføringen vil innvirke både på tilgjengelig areal for infiltrasjon og dette arealets infiltrasjonskapasitet. Under flomperioder vil større områder være under vann, og det er også muligheter for at disse områdene har bedre infiltrasjonskapasitet enn de områder som dekkes av vann ved normal vannføring.

Akviferens nedbørsfelt på sørsida av elva er ca. 0.35 km². Med en gjennomsnittlig nedbørsmengde på 1800 mm/år og en antatt infiltrasjon på 25 % gir dette et tilskudd med grunnvann til akviferen på ca. 5 l/s. Dette bidraget alene er altså mer enn det som er tatt ut fra brønnene under pumpeperioden. Dette vannet har en lang oppholdstid i grunnen ettersom det må gjennom en umettet sone på 15-20 m med relativt tette masser av sand, grus og morene før vannet når grunnvannsspeilet.

På grunn av den lange oppholdstiden vil alt infiltrert overflatevann bli sterkt påvirket av forvitningsprosesser og få en kjemisk sammensetning som vil være i likevekt med mineralsammensetningen. Det kan dermed fastslås at oppholdstiden er såpass lang at grunnvannets kjemiske kvalitet er upåvirket av overflatevannets sammensetning.

Bidraget fra grunnvann i fjell er også vanskelig å vurdere, men ut fra akviferens beliggenhet i forhold til fjelloverflaten og markerte knusningssoner i området er det absolutt mulig at akviferen får et visst tilskudd av grunnvann fra fjell.

5 FORURENSNINGSTRUSLER OG FORSLAG TIL KLAUSULERING

I og med at akviferen er dekket av lavpermeable masser (lukket akvifer), er den godt beskyttet mot eventuelle forurensninger, både fra terrengoverflaten og fra elva. Likevel er det nødvendig med en klausulering av området rundt brønnene.

Vannets oppholdstid i umettet og mettet sone har stor betydning for både 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.

Sone 0, det vil si brønnområdet skal inngjerdes og skjermes for all annen aktivitet enn det som er nødvendig for drift av anlegget. Denne sonen bør i dette tilfellet omfatte hele østre del av plataet rundt de to produksjonsbrønnene og peilebrønn (P2). Størrelsen blir ca. 25 x 15 m.

Utbredelsen av 60 døgns grensen kan i dette tilfellet best finnes ved bruk av «sylindermetoden», det vil si man beregner radius på en sylinder der vannet bruker mindre enn 60 døgn på å nå fram til brønnen.

Vannvolumet til en sylinder der vannet bruker mindre enn 60 døgn blir $3 \text{ l/s} \times 86400 \text{ s/døgn} \times 60 \text{ døgn} = 15552 \text{ m}^3$. Med en magasintykkelse på 6 m og en anslått effektiv porøsitet på 20 %, tilsvarer dette en sylinder med radius på 64 m, dvs. at vannet nærmere brønnen enn **64 m** har kortere oppholdstid enn 60 døgn. Det er her ikke tatt hensyn til oppholdstiden i umettet sone som i dette tilfellet varierer mye ettersom tykkelsen på den umettede sonen øker fra elva og opp på terrasseflaten. Kartbilag 2 viser grensene for sone 0, 1 og 2.

Sone 2 (det fjerne tilsigsområdet) inkluderer hele terrasseskråningen og terrasseflata ca. 200 m nedstrøms og ca. 500 m oppstrøms. Det er også tatt med den delen av avsetningen som ligger på andre siden av elva ved Elvemo.

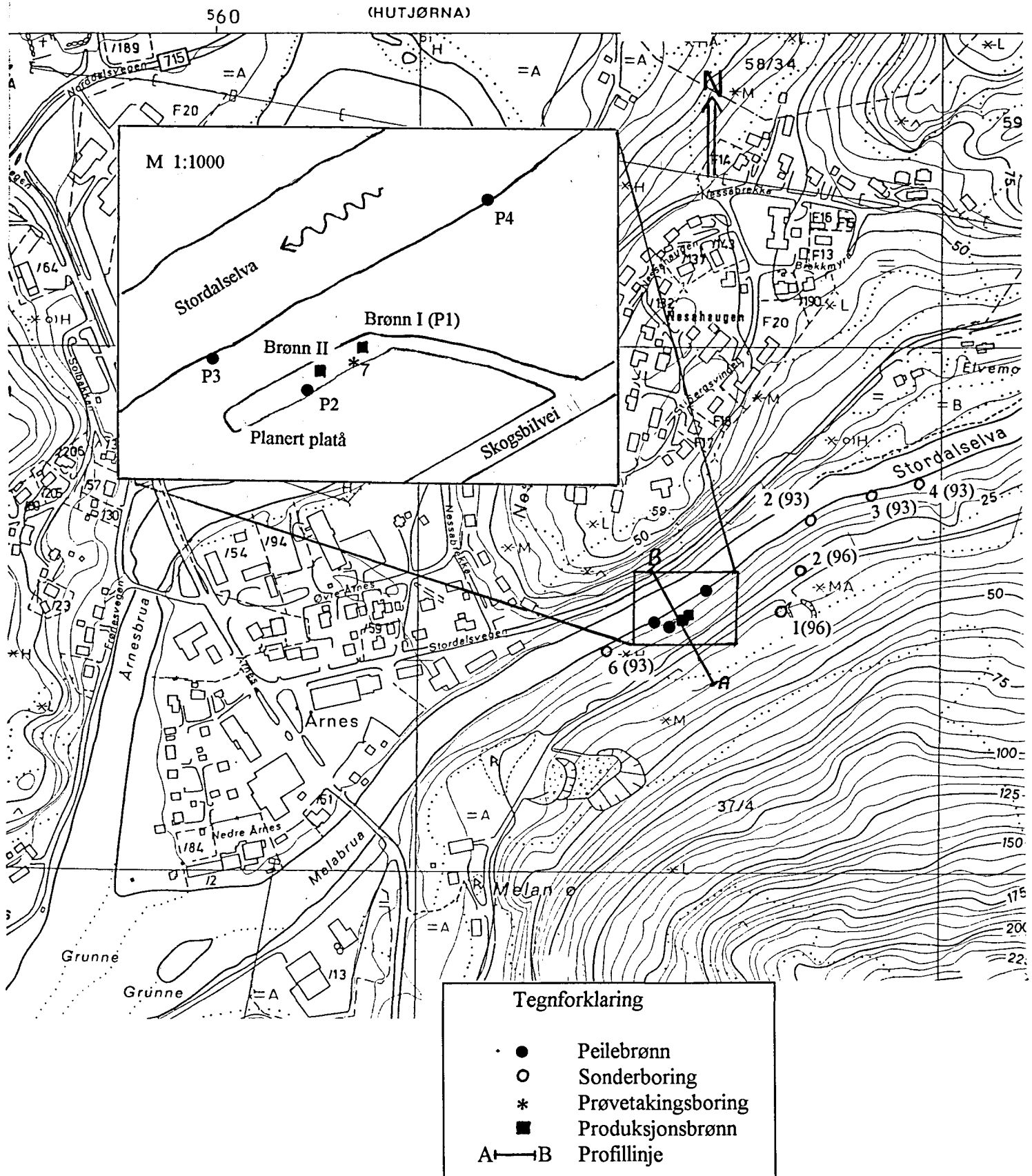
I forhold til dagens arealbruk er det ikke nødvendig med restriksjoner. Forurensninger som følge av grusuttak regnes som den eneste reelle forurensingstrusselen. Selv om det er en stor umettet sone på terrasseflaten bør eventuelle grusuttak begrenses i sone 2 og forbys i sone 1.

REFERANSER

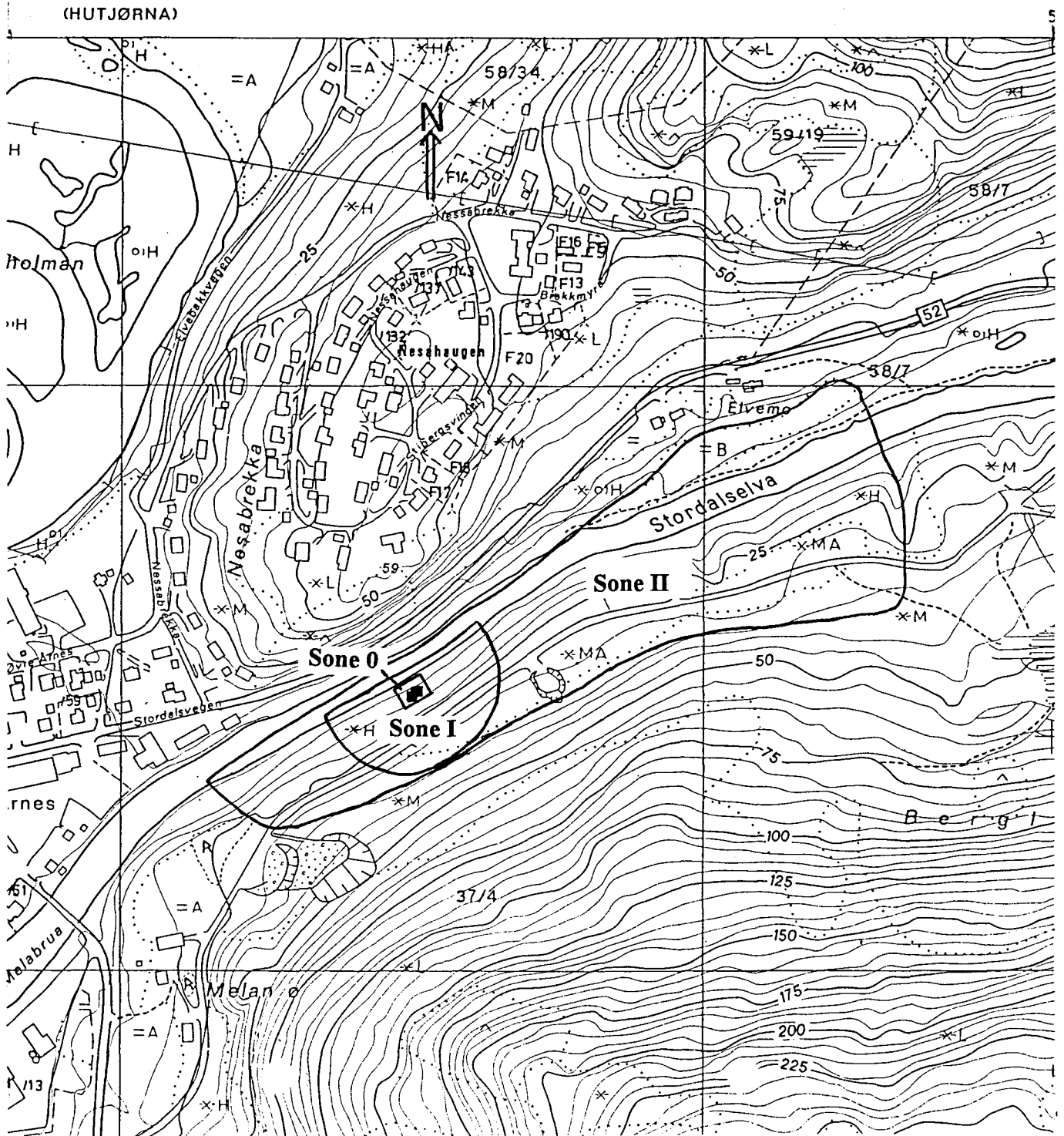
- Anderson, A. C., Anderson, O. og Gustafson, G., 1984: *Brunnar. Undersøkning - Dimensjonering - Borrning - Drift*. Statens råd for bygnadsforskning, Stockholm, Sverige.
- Freeze, R. A. and Cherry, J. A., 1979: *Groundwater*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J.
- Hilmo, B. O., 1989: *Marine sensitive leirers mineralsammensetning, kolloidkjemi og mekaniske egenskaper*. Doktor ingeniør avhandling 1989:21, Institutt for geologi og bergteknikk, NTH, Trondheim.
- Hilmo, B. O., 1994: *Oppfølgende hydrogeologiske undersøkelser i Åfjord kommune*. NGU Rapport 94.018.
- Klemetsrud, T., 1993: *Hydrogeologiske undersøkelser i Åfjord kommune*. NGU rapport 93.074.
- Koziel, J., Tønnesen, J. F. og Hilmo, B. O., 1992: *Geofysiske grunnvannsundersøkelser i Åfjord kommune*. NGU Rapport 92.297.
- Sosial- og helsedepartementet, 1993: *Forskrift om utvinning og frambud m. v. av naturlig mineralvann*.
- Sosial- og helsedepartementet, 1995: *Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m.*
- Thorsnes, T. og Reite, A., 1991: *Geologisk kart over Åfjord kommune - M. 1: 80 000*. Norges geologiske undersøkelse.

KARTBILAG

- 1.1 Detaljkart i M 1:5000 som viser brønnplasseringer og borpunkt ved Melan.
- 1.2 Detaljkart i M 1:5000 som viser klausuleringssoner rundt produksjonsbrønnene ved Melan.



Kartbilag 1.1: Detaljkart i M 1:5 000 som viser plasseringen av peilebrønner, sonderboringer, prøvetakingsbrønn og produksjonsbrønner ved Melan.



Kartbilag 1.2: Detaljkart i M 1:5 000 som viser klausuleringssoner rundt produksjonsbrønnene ved Melan.

TEKSTBILAG

- 1 Hydrogeologiske og hydrokjemiske felt- og laboratoriemetoder.
- 2 Forskrift om utvinning og frambud m. v. av naturlig mineralvann.

HYDROGEOLOGISKE OG HYDROKJEMISKE FELT- OG LABORATORIEMETODER

1 SONDERBORINGER

a) Metodikk

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

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

b) Dataregistreringer

Under boring med Borros borerigg registreres borsynk (sekund/m), vanntrykk (kg), om det brukes slag under boring og karakterisering av boreslammet (farge og kornstørrelse).

Ved sonderboring med håndholdt borutstyr registreres borsynk og friksjonslyden ved dreining av sonderspissen.

c) Tolkning

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

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

2 TESTPUMPINGER

a) Metodikk

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

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

b) Dataregistreringer

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

c) Tolkning

De forskjellige nivåenes vanngiverevne, vanngjennomgangen i massene og senkningen av grunnvannsstanden under testpumping 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 testpumping. Disse sedimentprøvene er ikke helt representative for jordarten idet man mister korn større enn filteråpningen og de minste korna som ikke sedimenterer i prøvekarret. Ved undersøkelser som stiller strengere krav til representative og mer uforstyrrende prøver blir det benyttet spesielle prøvetakere.

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

4 BORINGER AV FJELLBRØNNER

a) Metodikk

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

b) Dataregistrering

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

c) Tolkning

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

5 TESTPUMPINGER AV FJELLBRØNNER

Til testpumping av fjellbrønner benyttes en Ø95 mm elektrisk senkpumpe og strømaggregat. Pumpa plasseres på min. 45 m dyp, eller ca. 2 m over bunnen hvis brønnedypet er mindre enn 45 m. Kapasiteten kan måles på flere måter. En metode er å først lense hullet (til pumpa suger luft) og så måle utpumpet vannmengde over minimum 2 timer. Hvis brønnens kapasitet er så stor at pumpa ikke greier å lense hullet, kan kapasiteten anslås ut fra senkningen av grunnvannsspeilet og pumperaten. Hvis brønnens kapasitet er såpass lav at det tar uforholdsmessig lang tid å måle et bestemt vannvolum, kan kapasiteten beregnes ut fra grunnvannsnivåets stigningshastighet i borhullet etter lensing.

6 FULLSKALA, LANGTIDS PRØVEPUMPING**a) Metodikk**

Fullskala, langtids prøvepumping av løsmassebrønner kan skje ved bruk av forskjellige brønntyper og pumper avhengig av forventet grunnvannsnivå under pumping, pumperate og av sjansene for at brønnen senere kan benyttes til produksjonsbrønn.

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

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

For å kunne måle grunnvannsnivået rundt prøvebrønnen før og under pumpeperioden blir det satt ut observasjonsbrønner av Ø32 mm 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. Oppumpet grunnvann blir ledet bort fra brønnens influensområde eller til et vassdrag med mye større vannføring enn pumperaten for å unngå reinfiltrasjon og tilbakestrømming til pumpebrønnen.

b) Dataregistrering

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

c) Tolkning

Pumperaten og senkningen av grunnvannsnivået under pumping gir grunnlag for beregning av hydrauliske parametere som igjen brukes til vurderinger av magasinet/brønnens totale kapasitet, størrelsen på den delen av grunnvannsmagasinet som påvirkes av prøvepumpingen (influensområde) og størrelsen på klausulerinssonene og da spesielt sone 1 som representerer grensen for 60 døgns oppholdstid.

7 VANNPRØVETAKING

Under grunnvannsundersøkelser er det aktuelt å ta vannprøver fra:

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

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

Hver vannprøve omfatter en 500 ml ufiltrert prøve til analyse av pH, elektrisk ledningsevne, alkalitet, turbiditet og fargetall, en filtrert (0.45 µm papirfilter) 100 ml prøve til anionanalyser og en 100 ml filtrert og surgjort prøve (tilsatt 0.5 ml ultraren 65 % salpetersyre) til kationanalyser. Vannprøvene blir lagret i kjølerom/kjøleskap før analyse på NGU's laboratorium.

8 FELTANALYSER

Feltanalyser blir gjort for å få en foreløpig vurdering av grunnvannskvaliteten, og av parametre som må/bør analyseres i felt. Aktuelle kationer og anioner (Fe, Mn, 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.

9 LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

Som standard analyseres følgende fysikalsk-kjemiske parametre:

- | | |
|----------------|---------------|
| - 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 og 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, ± 0.004 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 og måleinstrumentet er et Hach 2100 A Turbidimeter med en nedre bestemmelsesgrense på 0.05 FTU og en analyseusikkerhet på \pm

0.04 FTU i måleområde 0.05-1.0, ± 0.4 FTU i måleområde 1.0-10, ± 4 FTU i område 10-100 og ± 40 FTU i område 100-1000 FTU.

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

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

Tabell 2: Nedre bestemmelsesgrense og analyseusikkerhet for analyserte kationer.

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

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

Tabell 3: Nedre bestemmelsesgrense for analyserte anioner

ION	F ⁻	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 (Σ kationer = Σ 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 totalkvaliteten er akseptabel:

Σ Anioner + Σ 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.

21. des. Nr. 1387

Forskrift om utvinning og frambud m v av naturlig mineralvann.

Fastsatt av Sosial- og helsedepartementet 21. desember 1993 med hjemmel i lov av 19. mai 1933 nr. 3 om tilsyn med næringsmidler m v §§ 1 og 4, jf EØS-avtalens vedlegg II del XII nr. 26 (Rdir 80/777/EØF).

§ 1. Omfang

Denne forskrift omfatter utvinning og frambud m v av naturlig mineralvann som utvinnes fra grunnen.

Forskriften omfatter ikke vann definert som legemiddel eller naturlig

1993

1883

21. des. Nr. 1387

mineralvann som benyttes ved kilden til kurative formål i varme- eller vannmineralske behandlingsanstalter og kurbad.

§ 2. Definisjon

Naturlig mineralvann er vann av god mikrobiologisk kvalitet med opphav i et grunnvannsreservoar og som uttas fra en kilde ved ett eller flere naturlige eller kunstige utspring.

Naturlig mineralvann kjennetegnes ved:

1. sin naturlige beskaffenhet gjennom innholdet av mineraler, sporelementer eller andre bestanddeler og ved i gitte tilfelle å ha bestemte virkninger, og
2. sin opprinnelige tilstand.

Begge disse egenskaper er intakt fordi vannet har sitt opphav i grunnen, beskyttet mot enhver fare for forurensning.

§ 3. Godkjenning

Naturlig mineralvann skal godkjennes av helse- og sosialstyret under forutsetning av at det tilfredsstiller de krav som er fastsatt i denne forskrift.

Virksomheter som skal utvinne naturlig mineralvann, skal godkjennes i samsvar med generell forskrift 8. juli 1983 nr. 1252 for produksjon og frambud m v av næringsmidler.

Naturlig mineralvann som importeres fra land innen EØS, skal være godkjent av eksportlandets ansvarlige myndighet.

Naturlig mineralvann som importeres fra land utenfor EØS, skal godkjennes av helse- og sosialstyret under forutsetning av at det tilfredsstiller de krav som er fastsatt i denne forskrift, og at den ansvarlige myndighet i det landet utvinningen foregår har bekreftet at vannet oppfyller kravene, og at det føres løpende kontroll med at kravene i § 4 overholdes. Slik godkjenning gis for inntil to år av gangen.

Godkjenning som nevnt i første og fjerde ledd og tilbakekalling av slik godkjenning, skal sendes Statens næringsmiddeltilsyn for offentliggjøring.

§ 4. Utvinning m v

Utvinningsanlegget skal være slik at mulighet for forurensning unngås, og slik at de egenskaper som vannet har ved utspringet og som det tillegges i merking eller markedsføring, blir bevart.

Kilden og utspringet skal beskyttes mot enhver fare for forurensning.

Inntaksutstyr, ledninger og tanker skal være av materialer som er egnet for slikt vann og som ikke forårsaker kjemisk, fysisk-kjemisk og/eller mikrobiologisk forandring av vannet.

Innredning og utstyr i utvinningsanlegget, særlig vaske- og emballeringsanlegget, skal være i samsvar med gjeldende krav til hygiene.

Emballasjen skal fremstilles og behandles slik at den ikke forringer vannets kjemiske og mikrobiologiske egenskaper.

1993

1884

21. des. Nr. 1337

Emballasjen skal etter tapping lukkes på en slik måte at mulighet for forfalskning eller forurensning unngås.

Det er ikke tillatt å transportere naturlig mineralvann i annen emballasje enn den som er bestemt til frambud til forbruker.

§ 5. *Behandling*

Naturlig mineralvann, slik det er ved utspringet, skal ikke gis annen behandling enn:

1. filtrering eller dekantering, eventuelt etter oksygenering, for å skille ut ustabile forbindelser som f eks jern- og svovelforbindelser, forutsatt at behandlingen ikke endrer vannets sammensetning med hensyn til de vesentlige forbindelser som gir vannet dets karakteristiske egenskaper,
2. hel eller delvis fjerning av fritt karbondioksid ved utelukkende fysiske prosesser, eller
3. tilsetning eller gjeninnføring av karbondioksid på vilkår angitt i vedlegg I del III.

Bestemmelsene i første ledd skal ikke være til hinder for bruk av naturlig mineralvann ved fremstilling av alkoholfrie leskedrikker.

§ 6. *Forbud mot desinfeksjon*

Naturlig mineralvann skal ikke desinfiseres eller behandles på annen måte som kan endre det heterotrofe kimtallet. Tilsetning eller gjeninnføring av karbondioksid i samsvar med § 5 første ledd nr. 3 er likevel tillatt.

§ 7. *Generelle mikrobiologiske og sensoriske krav*

Naturlig mineralvann skal ved utspringet og ved frambud ikke inneholde:

1. sykdomsfremkallende parasitter og/eller mikroorganismer,
2. *Escherichia coli*, koliforme bakterier eller fekale streptokokker i 250 ml tilfeldig uttatt prøve,
3. sporedannende sulfitt-reducerende anaerobe bakterier i 50 ml tilfeldig uttatt prøve, eller
4. *Pseudomonas aeruginosa* i 250 ml tilfeldig uttatt prøve

Med forbehold for bestemmelser i §§ 4 og 8 skal det heterotrofe kimtallet ved frambud utelukkende stamme fra en normal økning av det kiminnholdet vannet hadde ved utspringet.

Naturlig mineralvann skal ved frambud ikke ha noen sensoriske feil.

§ 8. *Spesielle mikrobiologiske krav*

Det heterotrofe kimtallet i naturlig mineralvann skal ved utspringet tilsvare dets normale heterotrofe kimtall og vitne om at kilden er beskyttet mot forurensning. Heterotroft kimtall skal bestemmes i henhold til vedlegg I del II pkt 1.3.

Etter emballering skal det heterotrofe kimtallet ikke overstige 100 pr ml, dyrket ved 20–22 °C i 72 timer på agar-agar eller agar-gelatin-blanding, og 20 pr ml, dyrket ved 37 °C i 24 timer på agar-agar. Det heterotrofe kimtallet

1993

1885

21. des. Nr. 1387

skal undersøkes innen 12 timer etter emballering. Vannet skal oppbevares ved 4 ± 1 °C i denne 12-timers perioden.

§ 9. *Plikter ved forurensning*

Dersom det under utvinning fastslås at det naturlige mineralvannet er forurenset og ikke lenger tilfredsstillende mikrobiologiske krav fastsatt i §§ 7 og 8, plikter den som er ansvarlig for utvinningen straks å stanse all virksomhet inntil årsaken til forurensningen er fjernet og vannet er i samsvar med kravene i §§ 7 og 8.

§ 10. *Varebetegnelse og generelle krav til merking*

Naturlig mineralvann skal ved frambud merkes i henhold til gjeldende forskrifter om merking av næringsmidler, med de tillegg og unntak som følger av denne forskrift.

Naturlig mineralvann skal ha varebetegnelsen «naturlig mineralvann». Karbondioksidholdig naturlig mineralvann, jf vedlegg I del III, skal ha varebetegnelsen «naturlig mineralvann med naturlig innhold av karbondioksid», «naturlig mineralvann tilsatt karbondioksid fra kilden» eller «naturlig mineralvann tilsatt karbondioksid».

Naturlig mineralvann behandlet i samsvar med § 5 første ledd nr. 2 skal i tillegg merkes med «karbondioksid helt fjernet» eller «karbondioksid delvis fjernet.»

Naturlig mineralvann skal merkes med:

1. navnet på kilden og utvinningsstedet, og
2. enten angivelsen «sammensetning i samsvar med resultatene av offentlig godkjent analyse den ... (datoen for analysen)», eller angivelse av analytisk sammensetning med de karakteristiske bestanddeler.

§ 11. *Stedsnavn*

Et steds- eller lokalnavn kan inngå i varebetegnelsen dersom det viser til stedet der det naturlige mineralvannet utvinnes og navnet ikke kan være misvisende med hensyn til stedet hvor kilden utnyttes.

Naturlig mineralvann fra en og samme kilde skal ikke frambyes under mer enn ett varenavn eller én varebetegnelse.

Inneholder merking eller reklame en betegnelse som er forskjellig fra navnet på kilde eller utvinningssted, skal navnet på kilden eller utvinningsstedet angis med bokstaver som er minst én og en halv gang så store som de største bokstavene i betegnelsen.

§ 12. *Villedende merking og markedsføring*

I merking eller reklame er det ikke tillatt å benytte varebetegnelser, varemerker, varenavn, firmanavn, tekst, illustrasjoner eller andre tegn eller emblemer som antyder en karakteristisk egenskap ved naturlig mineralvann som det ikke har. Dette gjelder særlig med hensyn til opprinnelse, godkjenningstidspunkt, analyseresultater eller lignende henvisninger til varens ekthet.

1993

1886

21. des. Nr. 1387

Det er ikke tillatt å påstå eller gi inntrykk av at naturlig mineralvann forebygger, leger eller lindrer sykdom, sykdomssymptomer eller smerte.

§ 13. *Spesiell merking*

Påstander oppført i vedlegg II kan benyttes for naturlig mineralvann som tilfredsstiller de aktuelle kriterier i vedlegget.

§ 14. *Tilsyn og vedtak*

Det kommunale eller interkommunale næringsmiddeltilsynet fører tilsyn med at bestemmelsene i denne forskrift overholdes.

Helse- og sosialstyret fattar de nødvendige vedtak for gjennomføring av bestemmelsene. Klageinstans for disse vedtak er Fylkesmannen.

§ 15. *Dispensasjon*

I særskilte tilfelle og forutsatt at det ikke vil stride mot internasjonale avtaler som Norge har inngått, kan Statens næringsmiddeltilsyn dispensere fra denne forskrift.

§ 16. *Straff og tvangsmulkt*

Bestemmelsene om straff og tvangsmulkt i lov av 19. mai 1933 nr. 3 om tilsyn med næringsmidler m v kommer til anvendelse ved overtredelse av denne forskrift.

§ 17. *Overgangsbestemmelser*

Inntil ett år etter ikrafttredelsen av denne forskrift tillates produksjon og merking av produkter i samsvar med norske bestemmelser før ikrafttredelsen. Disse kan frambyes i inntil to år etter ikrafttredelsen.

§ 18. *Ikrafttredelse*

Denne forskrift trer i kraft samtidig med at EØS-avtalen trer i kraft i Norge.

Vedlegg I. Krav til naturlig mineralvann

Del I. Generelle krav til naturlig mineralvann

Kjennetegn som kan gjøre at naturlig mineralvann har helsefremmende egenskaper, må være fastslått ved undersøkelser ut fra:

1. geologiske og hydrologiske kriterier,
2. fysiske, kjemiske og fysisk-kjemiske kriterier,
3. mikrobiologiske kriterier, og
4. om nødvendig, farmakologiske, fysiologiske og kliniske kriterier, i samsvar med krav og kriterier nevnt i del II i dette vedlegget og vitenskapelige metoder godkjent av Statens næringsmiddeltilsyn.

Krav om undersøkelser ut fra farmakologiske, fysiologiske og kliniske kriterier, kan fravikes når vannets sammensetning har egenskaper som gjorde at vannet ble betraktet som naturlig mineralvann før denne forskrifts ikrafttredelse. Dette er særlig tilfelle dersom det aktuelle vannet, både ved utspring og etter emballering, inneholder minimum 1.000 mg/kg totalt tørrstoff i løsningen eller minimum 250 mg/kg fritt karbondioksid.

1993

1887

21. des. Nr. 1387

Sammensetning, temperatur og øvrige særlige egenskaper ved naturlig mineralvann må være stabile innenfor rammen av naturlige variasjoner. Særlig må disse egenskapene ikke påvirkes av mulige variasjoner i vannets bevegelse i grunnen.

Ved det normale heterotrofe kimtall i naturlig mineralvann, jf § 8, forstås en stort sett stabil bakterieflora ved utspringet, før noen behandling. Bakteriefloraens kvalitative og kvantitative sammensetning skal være kjent ved godkjenningen og skal kontrolleres ved jevnlig analyser.

Del II. Spesielle krav til naturlig mineralvann

1.1. Krav til geologiske og hydrologiske undersøkelser

Følgende opplysninger må særlig fremlegges:

1.1.1. utvinningsstedets nøyaktige beliggenhet med angivelse av høyde over havet avtegnet på et topografisk kart med målestokk på maksimum 1:1000.

1.1.2. detaljert geologisk rapport om jordbunnens opprinnelse og art.

1.1.3. det hydrogeologiske lags stratigrafi.

1.1.4. beskrivelse av utvinningsmetoden og virksomheten.

1.1.5. avgrensning av området eller andre tiltak for å beskytte kilden mot forurensning.

1.2. Krav til fysiske, kjemiske og fysisk-kjemiske undersøkelser

Undersøkelsene skal særlig omfatte bestemmelse av:

1.2.1. kildens vannføring eller kapasitet.

1.2.2. vanntemperaturen ved utspringet samt omgivelsestemperaturen.

1.2.3. forholdet mellom jordbunnens karakter og art og type av mineraler i vannet.

1.2.4. tørrstoffinnholdet ved 180°C og 260°C.

1.2.5. spesifikk ledningsevne med angivelse av temperaturen målingene er utført ved.

1.2.6. hydrogenione-konsentrasjonen (pH).

1.2.7. innholdet av anioner og kationer.

1.2.8. innholdet av ikke-ioniserte elementer.

1.2.9. innholdet av sporelementer.

1.2.10. innholdet av radioaktive elementer målt ved utspringet.

1.2.11. det relative innholdet av isotoper i bestanddelene av vann, oksygen (^{18}O - ^{16}O) og hydrogen (protium, deuterium, tritium), om nødvendig.

1.2.12. toksisiteten av enkelte bestanddeler i vannet, tatt i betraktning de grenseverdiene som er fastsatt for hver enkelt bestanddel.

1.3. Krav til mikrobiologiske analyser ved utspringet

Analysene skal særlig omfatte:

1.3.1. påvisning av fravær av parasitter og sykdomsfremkallende mikroorganismer.

1993

1888

21. des. Nr. 1387

- 1.3.2. kvantitativ bestemmelse av bakterier som kan indikere fekal forurensning:
- fravær av *Escherichia coli* og andre koliforme bakterier i 250 ml tilfeldig uttatt prøve dyrket ved 37°C og 44,5°C.
 - fravær av fekale streptokokker i 250 ml tilfeldig uttatt prøve.
 - fravær av sporedannende sulfitt-reducerende anaerobe bakterier i 50 ml tilfeldig uttatt prøve.
 - fravær av *Pseudomonas aeruginosa* i 250 ml tilfeldig uttatt prøve.
- 1.3.3. bestemmelse av det heterotrofe kimtall pr ml vann:
- dyrket ved 20-22°C i 72 timer på agar-agar eller agar-gelatin-blanding.
 - dyrket ved 37°C i 24 timer på agar-agar.
- 1.4. Krav til kliniske og farmakologiske undersøkelser.
- 1.4.1. Undersøkelsene, som skal utføres i samsvar med anerkjente vitenskapelige metoder, skal være tilpasset det naturlige mineralvannets særlige egenskaper og dets virkning på den menneskelige organisme, slik som diurese, mage- eller tarmfunksjon og kompensasjon for mineralmangel.
- 1.4.2. Dersom det er konstatert at et stort antall kliniske observasjoner gir sammenfallende og konstante resultater, kan dette i enkelte tilfeller erstatte undersøkelsene i 1.4.1. I enkelte tilfeller kan kliniske analyser erstatte undersøkelsene i 1.4.1 forutsatt at et stort antall kliniske observasjoner viser så stor konsistens og så stort sammenfall at samme resultater oppnås.

Del III. Krav ved bruk av betegnelser på naturlig mineralvann

Ved utspringet eller etter emballering vil karbondioksidholdig naturlig mineralvann under normale temperatur- og trykkforhold avgi karbondioksid spontant og på en lett synlig måte. Karbondioksidholdig naturlig mineralvann deles i følgende tre kategorier, jf § 10:

«Naturlig mineralvann med naturlig innhold av karbondioksid»: vann hvor innholdet av karbondioksid fra kilden etter emballering og eventuell dekantering er det samme som ved utspringet, tatt i betraktning eventuell ny tilførsel av en viss mengde karbondioksid fra samme vannspeil eller samme grunnvannsreservoar som tilsvarer mengden som ble frigitt under behandlingen av vannet og med forbehold for normale tekniske avvik.

«Naturlig mineralvann tilsatt karbondioksid fra kilden»: vann hvor innholdet av karbondioksid fra samme vannspeil eller samme grunnvannsreservoar etter emballering og eventuell dekantering er høyere enn ved utspringet.

«Naturlig mineralvann tilsatt karbondioksid»: vann som er tilsatt karbondioksid med annen opprinnelse enn fra samme vannspeil eller grunnvannsreservoar som vannet kommer fra.

1993

1889

21. des. Nr. 1387

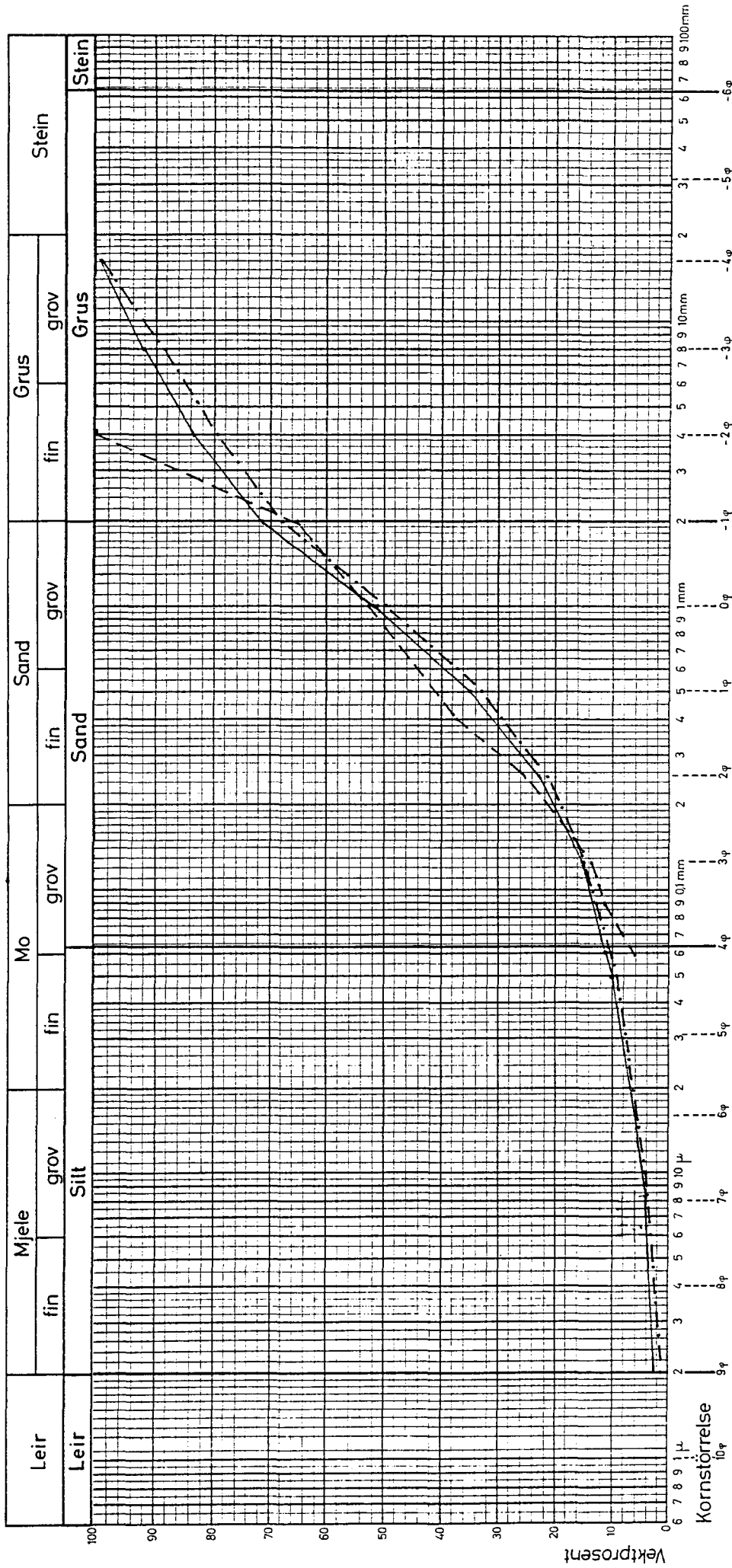
Vedlegg II. Påstander og kriterier for bruk av disse

Påstander	Kriterier for bruk
Lavt mineralinnhold	mineralsalt-innhold, beregnet som bunnfall, mindre enn 500 mg/l
Meget lavt mineralinnhold	mineralsalt-innhold, beregnet som bunnfall, mindre enn 50 mg/l
Rikt på mineralsalter	mineralsalt-innhold, beregnet som bunnfall, større enn 1500 mg/l
Inneholder bikarbonat	bikarbonat-innhold, større enn 600 mg/l
Inneholder sulfat	sulfat-innhold, større enn 200 mg/l
Inneholder klorid	klorid-innhold, større enn 200 mg/l
Inneholder kalsium	kalsium-innhold, større enn 150 mg/l
Inneholder magnesium	magnesium-innhold, større enn 50 mg/l
Inneholder fluorid	fluorid-innhold, større enn 1 mg/l
Inneholder jern	toverdigjern-innhold, større enn 1 mg/l
Syreholdig	innhold av fritt karbondioksid, større enn 250mg/l
Inneholder natrium	natrium-innhold, større enn 200 mg
Egnet for diett med lavt natrium-innhold	natrium-innhold, mindre enn 20 mg

DATABILAG

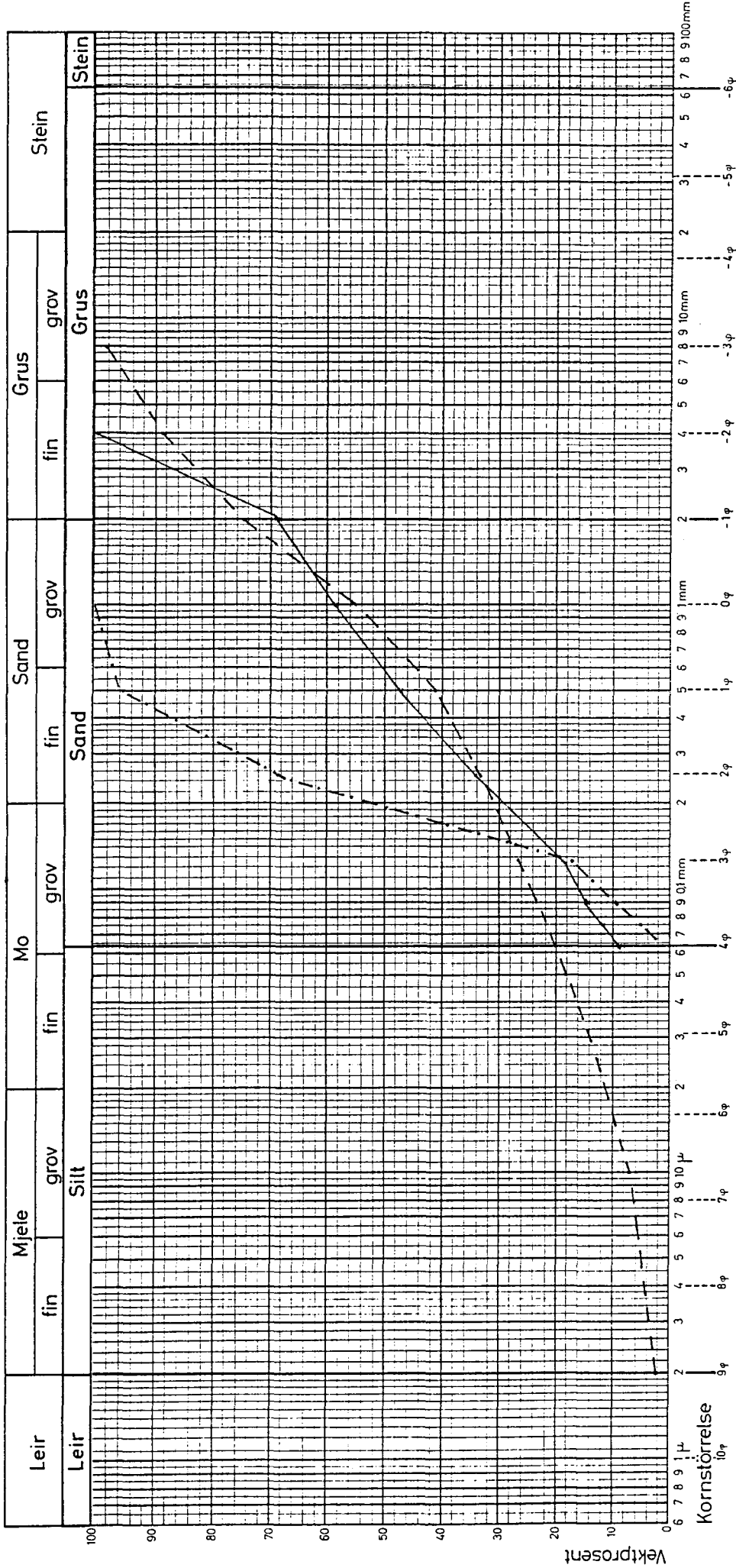
- 1.1 Kornfordelingskurver til løsmasseprøver
- 1.2 Kornfordelingskurver til løsmasseprøver
- 2 Røntgendiffraktogram av løsmasseprøver basert på XRD-analyser.
- 3 XRF-analyse, hovedelement av løsmasseprøver.
- 4.1 Grunnvannsstand i peilebrønner under langtids prøvepumping.
- 4.2 Grunnvannsstand i peilebrønner under korttids prøvepumping.
- 5.1 Fysikalsk-kjemiske analyseresultater fra langtids prøvepumping.
- 5.2 Fysikalsk-kjemiske analyseresultater fra langtids prøvepumping.
- 5.3 Mikrobiologiske analyseresultater fra langtids prøvepumping.
- 6 Ombyttbare kationer for løsmasseprøver.

Kornfordelingskurver



Prøve nr.	Sted	Dyp	> 191mm < 0,002 mm	Md	So	Merknader
1	Melan, Åtfjord	Bh.7 4.0-4.5	0	0.85	17.1	---
2	"	" 4.5-5.0	2%	0.94	28.0	---
3	"	" 6.0-6.5	1%	1.01	25.4	---

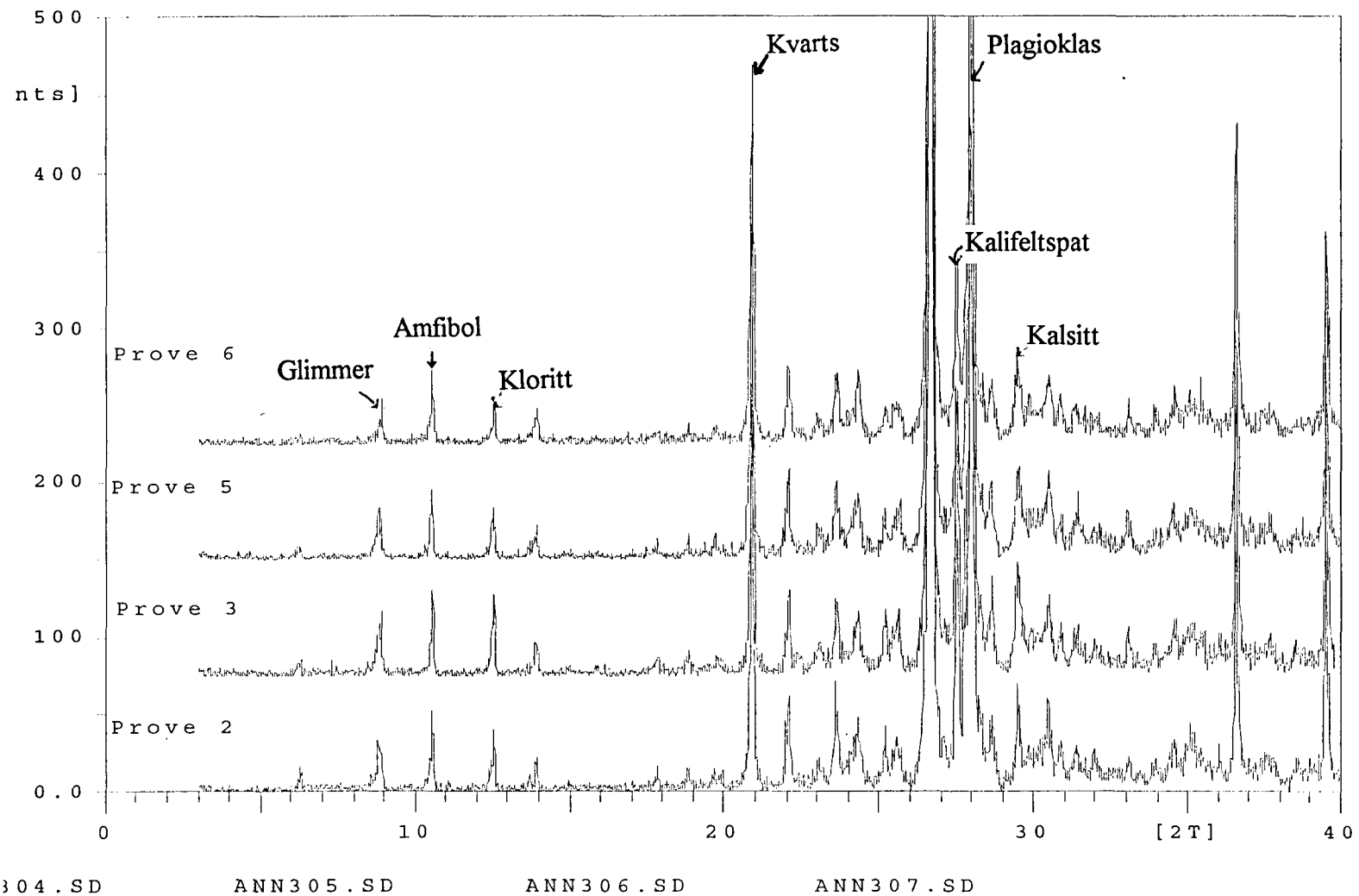
Kornfordelingskurver



Prøve nr.	Sted	Dyp	> 19,1mm	< 0,002 mm	Md	So	Merknader
4	Melan, Åfjord	6.3-6.8	0	2%	0.80	8.0	---
5	" "	8.7-9.2	0		0.59	16.2	---
6	" "	9.5-10.5	0		0.19	2.34	---

Sample identification: 1996.0026 Pnr.2

26-feb-1996 13:05





NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

XRF-ANALYSE HOVEDELEMENT (Hoved)
GEOLOGISK MATERIALE
Analysekontrakt nr: 1996.0026



5.6 g $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ + 0.8 g prøve smeltet til glassplate

Analyseprogram : HOVED

INSTRUMENT TYPE : Philips PW 1480 x-ray spectrometer

ANALYSEUSIKKERHET

Analyseusikkerheten er beregnet fra regresjonsanalyse av internasjonale standarder, hvor det er benyttet en veid regresjonsmodell. Usikkerheten er gitt ved:

$$\text{USIKKERHET} = \pm K_{\text{Element}} \cdot \sqrt{0.1 + C_i} \quad [\%] \quad (1)$$

hvor C_i er den rapporterte konsentrasjon i %, K_{Element} er gitt for de enkelte komponenter i tabellen nedenfor.

Element	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	MnO	P_2O_5
$K_{\text{ELEMENT}} / \%^{1/2}$	0.055	0.040	0.035	0.018	0.063	0.037	0.029	0.062	0.008	0.025

De oppgitte usikkerhetene er for 1σ nivå (68% konfidensnivå), ved å multiplisere usikkerheten med 2 oppnås et 95% konfidensnivå.

EKSEMPEL

Det er rapportert et analyseresultat på 20.0% (dvs. $C_i = 20.0\%$) for Al_2O_3 . Denne konsentrasjonen samt K -verdien fra tabellen over innsatt i lkn. [1] gir:

$$\text{USIKKERHET} = \pm 0.040 \cdot \sqrt{0.1 + 20} = 0.2\%$$

Et konfidensintervall på 68%-nivå vil da bli: $20.0 \pm 0.2\%$, og konfidensintervallet på 95%-nivå: $20.0 \pm 0.4\%$

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

ANMERKNINGER : INGEN

Ferdig analysert	22/2-96	TOVE M.SIVERTSEN
------------------	---------	------------------

Dato OPERATØR



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

XRF-ANALYSE HOVEDELEMENT (Hoved)
GEOLOGISK MATERIALE
Analysekontrakt nr: 1996.0026



22-FEB-96 12:29

HOVEDELEMENTS ANALYSE MED GL-DETAP

Page: 1

Resultater fra NGU's XRF LAB. Instrument: Philips PW1480.
Analysene er utført på glødet prøve (v/1000°C).
Analyse-data er regnet tilbake fra glødet-til-mottatt-prøve.
Prøvene er isoformert med LizB407 i forholdet 1:7

GIN FASE 2 I NORD-TRØNDELAG OG FOSEN V/B.O.HILMO
KONTRAKTNR: 1996.0026 PROSJEKTNR: 63.2609.60

PR. NAVN	SiO2 %	Al2O3 %	Fe2O3 %	TiO2 %	MgO %	CaO %	Na2O %	K2O %	MnO %	P2O5 %	Gl.tap %	Sum %
2	70.71	11.90	3.79	0.54	1.48	4.17	2.64	2.00	0.08	0.11	2.20	99.61
3	68.88	11.43	3.98	0.55	1.51	4.49	2.53	2.22	0.08	0.11	2.65	98.42
5	69.56	11.56	3.90	0.59	1.48	4.29	2.70	2.14	0.08	0.11	2.34	98.77
6	72.75	10.26	3.70	0.62	1.23	4.00	2.40	1.68	0.07	0.09	2.14	98.94

Grunnvannsstand i peilebrønner under langtids prøvepumping

Dato	Kapasitet	Brønn	P1	P2	P3
27.01.95	4,50	I og II		3,72	
01.02.95	4,50	I og II		3,71	
02.02.95	4,50	I og II		1,30	
03.02.95	4,50	I og II		1,09	
05.02.95	4,50	I og II		0,94	
08.02.95	4,50	I og II		0,90	
13.02.95	5,00	I og II		0,72	
20.02.95	4,50	I og II		0,59	
28.02.95	4,00	I og II		0,50	
07.03.95	3,40	I og II		0,47	
15.03.95	4,00	I og II		0,45	
21.03.95	4,00	I og II		0,41	
29.03.95	4,00	I og II		0,67	
10.04.95	4,20	I og II		0,53	
25.04.95	4,00	I og II		0,64	
09.05.95	4,00	I og II		0,90	
22.05.95	4,00	I og II		2,30	
26.05.95	4,00	I og II		3,25	
07.06.95	4,00	I og II		0,84	
19.06.95	4,00	I og II		0,70	
03.07.95	3,60	I og II		0,68	
18.07.95	2,70	I og II		0,58	
01.08.95		II		4,17	
21.08.95		II		1,28	
28.08.95	3,70	II		1,18	
05.09.95	3,70	II		1,11	
22.09.95	3,20	II	1,82	0,87	
02.10.95	3,50	II	2,08	1,04	
16.10.95	3,50	II	2,06	1,02	
03.11.95	3,50	II	2,07	1,04	4,33
17.11.95	3,50	I og II	-1,33	0,84	3,80
04.12.95	3,40	I og II	-0,74	0,57	3,05
22.12.95	4,00	I og II	-2,64	0,44	2,93
15.01.96	3,00	I og II	-2,95	0,23	2,44
22.01.96	2,50	II	1,63	0,63	2,69
29.01.96	3,00	II	1,62	0,63	2,90

Grunnvannsstand i peilebrønner under korttids pumpetest

Tid minutt	P1 m.o.h.	P2 m.o.h.	P3 m.o.h.	Pumperate l/sek.
0,10	5,14	5,75	5,75	3,00
0,50		5,60		3,00
0,88	5,04	5,44		3,00
1,17		5,35		3,00
1,33	4,95			3,00
1,65	4,90	5,22		3,00
1,93		5,11		3,00
2,00	4,85			3,00
2,50		5,05		3,00
2,73	4,75			3,00
3,16		4,95		3,00
3,71	4,65			3,00
3,97		4,85		3,00
4,45		4,80		3,00
4,92	4,55			3,00
5,00		4,75		3,00
5,67		4,70		3,00
6,20		4,65		3,00
7,05		4,60		3,00
7,60	4,40			3,00
10,50		4,40		3,00
11,50			5,14	3,00
11,60		4,35		3,00
16,10		4,25		3,00
15,20	4,14			3,00
23,00	3,96			3,00
26,12		3,89	4,79	3,00
30,00	3,86			3,00
30,80		3,83		3,00
46,20		3,60		3,00
48,00	3,67			3,00
62,00	3,56			2,90
64,00		3,43		2,90
66,00			4,39	2,90
100,00	3,39			2,90
102,00		3,18		2,90
105,00			4,22	2,90
122,00	3,32			2,80
124,74		3,13		2,80
125,00			4,16	2,80
178,00	3,22			2,80
179,00		3,01		2,80
182,00			4,05	2,80
233,00	3,16			2,80
235,00		2,95		2,80
237,00			4,00	2,80
1413,00	2,68	2,49		

Fysikalsk-kjemiske parametere under langtids prøvepumping

Dato	Brønn	temp °C	Tørrstoff (mg/l)		ledn. (f)	ledn. (l)	alkal. mmol	pH	fargetall	turb. F.T.U.
			180°C	260 °C	mS/m	mS/m				
08.11.94	I	5,80			30,10	30,30	1,67	8,09	< 1,4	0,27
17.01.95	I					24,90		7,71	< 5	
24.01.95	I + II					18,90		7,94	5	1,50
10.04.95	I + II									
28.08.95	II									
05.09.95	II					21,60	1,44	7,58	< 1,4	0,09
03.10.95	II	7,40			21,50	21,40	1,43	8,13	2	0,05
09.10.95	II					21,10		7,65	5	0,32
26.10.95	II	7,70			22,00	21,50	1,47	8,20	< 1,4	0,05
08.11.95	II	7,60			21,80	21,60	1,44	8,13	4	0,08
20.11.95	I + II	7,50			21,40					
04.12.95	I + II	7,20			21,20	25,90	1,90	8,07	< 1,4	0,05
19.12.95	I + II	6,90			21,60	21,40	1,36	8,11	4	0,07
19.12.95	I + II							7,90	< 5	0,40
15.01.96	I + II	5,80			22,00	21,90	1,37	8,11	< 1,4	0,09
15.01.96	I + II							8,03	5	0,12
07.02.96	II	5,20	151	126	23,50	23,40	1,30	8,09	2,3	0,10
07.02.96	P3					28,70	1,81	8,10	2	27,00
21.09.93	P3	4,20				18,90	1,03	8,00	2,4	1,90
31.01.96	elva	0,1				4,60	0,07	6,72	22,7	0,61
Krav		< 25							< 20	< 4
Veil.verdi		< 12			< 40	< 40		6,5-8,5	1	< 0,4

Dato	Si	Al	Fe	Mg	Ca	Na	K	Mn	Cu	Zn
	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l
08.11.94	2,70	< 20	< 10	3,70	38,10	15,30	3,60	12,90	< 5	< 2
17.01.95										
24.01.95			40		35,70			1,30		
10.04.95			< 20		37,40			2,80		
28.08.95			< 20		29,15			2,40		
05.09.95	2,40	< 20	< 10	2,50	29,60	9,70	2,20	1,40	< 5	< 2
03.10.95	2,60	< 20	< 10	2,50	29,80	9,70	2,10	1,50	< 5	< 2
09.10.95										
26.10.95	2,60	< 20	< 10	2,50	30,40	9,70	2,10	1,30	< 5	< 2
08.11.95	2,60	< 20	< 10	2,40	29,80	9,50	2,40	1,10	< 5	< 2
20.11.95										
04.12.95	3,10	< 20	< 10	3,40	36,80	10,90	2,20	< 1,0	< 5	5,2
19.12.95	2,40	< 20	< 10	2,40	29,20	9,00	2,30	1,40	< 5	< 2
19.12.95			< 20					1,90		
15.01.96	2,30	< 20	< 10	2,50	30,00	9,10	2,00	1,70	< 5	< 2
15.01.96			25		30,90			1,10		
07.02.96	2,40	< 20	< 10	2,70	32,30	9,30	2,40	1,80	< 5	< 2
07.02.96	2,10	< 20	< 10	3,20	39,40	12,30	2,90	22,30	< 5	< 2
21.09.93	2,90	70	50	2,00	23,40	13,10	0,30	< 2	< 5	< 2
31.01.96	0,79	97	82	0,77	2,00	4,70	< 0,5	5,20	< 5	< 2
Krav		< 200	< 200	< 20		< 150	< 12	< 50	< 300	< 300
Veil.verdi		< 50	< 50		15-25	< 20	< 10	< 20	< 100	< 100

Ledningsevne, pH, turbiditet, fargetall, jern (Fe) og kalsium (Ca) i vannprøver tatt 17.01, 24.01, 10.04, og 28.08 1995 er analysert ved Næringsmiddeltilsynet i Fosen.

Databilag 5.1 Fysikalsk-kjemiske analyseresultater fra langtids prøvepumping ved Melan.

Fysikalsk-kjemiske parametere under langtids prøvepumping, forts

Dato	Ni ug/l	Ag ug/l	Cr ug/l	Pb ug/l	Hg ug/l	Cd ug/l	As ug/l	Se ug/l	tot N ug/l	NH4 ug N/l	tot. P ug/l
08.11.94	< 20	< 10	< 10	< 50		< 5					
24.01.95									186		< 5
10.04.95									84,2		5,2
28.08.95									106		< 5
05.09.95	< 20	< 10	< 10	< 50		< 5					
03.10.95	< 20	< 10	< 10	1,22	< 0,01	< 0,02					
26.10.95	< 20	< 10	< 10	< 50		< 5					
08.11.95	< 20	< 10	< 10	< 50		< 5					
04.12.95	< 20	< 10	< 10	0,50	< 0,01	< 0,02			73,2	< 6	< 5
19.12.95	< 20	< 10	< 10	< 0,2	< 0,01	< 0,02					
19.12.95									108		< 5
15.01.96	< 20	< 10	< 10	< 0,2	< 0,01	< 0,02					
15.01.96									95,3	< 6	13,7
07.02.96	< 20	< 10	< 10	1,04	< 0,01	< 0,02	0,52	< 0,3			
07.02.96	< 20	< 10	< 10	< 50		< 5					
21.09.93	< 20	< 10	< 10	< 50		< 5					
31.01.96	< 20	< 10	< 10	< 50		< 5					
Krav	< 50	< 10	< 50	< 20	< 0,5	< 5	< 10	< 10		< 500	
Veil.verdi										< 50	

Dato	F ug/l	Cl mg/l	NO ₂ mg/l	NO ₃ mg/l	Br mg/l	PO ₄ mg/l	SO ₄ mg/l	TOC mgC/l	perman mg O/l	UV-abs. abs./cm
08.11.94	54,30	26,10	< 0,25	0,54	< 0,1	< 0,2	24,80			
24.01.95		18,20					16,80		< 1	
10.04.95		14,70					20,00			0,004
28.08.95		10,90					16,20			0,013
05.09.95	68,20	12,90	< 0,25	0,37	< 0,1	< 0,2	14,80			
03.10.95	78,90	12,70	< 0,10	0,44	< 0,1	< 0,2	14,20			
26.10.95	< 50	12,40	< 0,10	0,37	< 0,1	< 0,2	15,00			
08.11.95	52,30	12,90	< 0,10	0,39	< 0,1	< 0,2	15,00			
04.12.95	< 50	14,40	< 0,10	0,21	< 0,1	< 0,2	22,40	2,1	0,58	0,01
19.12.95	< 50	14,80	< 0,10	0,52	< 0,1	< 0,2	18,10			
19.12.95									< 1	0,012
15.01.96	< 50	14,10	< 0,10	0,41	< 0,1	< 0,2	18,80			
15.01.96		11,50					17,40	1,6	< 1	0,013
07.02.96	57,10	14,30	< 0,10	0,36	< 0,1	< 0,2	19,20			
07.02.96	55,10	19,30	< 0,10	0,33	< 0,1	< 0,2	26,00			
21.09.93	90,00	19,90	< 0,10	0,54	< 0,1	< 0,2	6,80			
31.01.96	< 50	9,49	< 0,10	0,52	< 0,1	< 0,2	2,08			
Krav	< 1500		< 0,16	< 44		< 5	< 100	< 5	< 5	
Veil.verdi		< 25				< 0,4	< 25		< 2	

Total nitrogen (N), total fosfor (P), UV-absorbans og kjemisk oksygenforbruk (CODMn)/permanganat er analysert ved Næringsmiddeltilsynet i Fosen.

I tillegg er Klorid (Cl) og sulfat (SO₄) i vannprøver tatt 17.01, 24.01, 10.04, og 28.08, 1995 analysert ved Næringsmiddeltilsynet i Fosen.

Total organisk karbon (TOC) og amonium (NH₄) er analysert ved Næringsmiddelkontrollen i Trondheim.

Mikrobiologiske parametere under langtids prøvepumping

Dato	Totaltall bakterier. 22 °C /ml	Totaltall bakterier 37 °C /ml	Koliforme bakterier /100 ml	Term.kolif. bakterier /100 ml	Fluorescerende pseudomonader /100 ml
17.01.95	53		0	0	
24.01.95	0		0	0	
09.10.95	3		0	0	
20.11.95	2	1	0	0	0
04.12.95					
19.12.95	2	2	0	0	
15.01.96	0	0	0	0	
13.02.96	1		0	0	
Krav	< 100	< 20	0	0	

Dato	Presumptiv E.coli MF /100 ml	Sulfitreduserende clostridier /100 ml	Fekale streptokokker /100 ml	Pseudomonas aeruginosa MPN vann /100 ml
17.01.95				
24.01.95				
09.10.95				
20.11.95	0	0	0	
04.12.95				0
19.12.95	0	0	0	
15.01.96	0	0	0	0
13.02.96				
Krav	0	0	0	0

Totaltall bakterier (22 °C og 37 °C), koliforme bakterier, termostabile koliforme bakterier, fluorescerende pseudomonader, presumptiv E.coli MF, sulfitreduserende clostridier og fekale streptokokker MF er analysert ved Næringsmiddeltilsynet i Fosen.

Pseudomonas aeruginosa MPN vann er analysert ved Næringsmiddelkontrollen i Trondheim.

Kravene er hentet fra Forskrift om utvinning og frambud m. v. av naturlig mineralvann (se tekstbilag 2)

Ombyttbare kationer

Kation/prøve nr.	4	5	6
Ca (mekv/100 g)	9,11	5,53	0,94
Mg (mekv/100 g)	0,41	0,67	0,08
Na (mekv/100 g)	0,40	0,54	0,16
K (mekv/100 g)	0,26	0,53	0,09

Pr. nr. 4 er tatt på 6,3- 6,8 m dyp, dvs. 6,2-6,7 m.o.h. (Prøvetakingsboring)

Pr. nr. 5 er tatt på 8,7- 9,3 m dyp, dvs. 3,8-4,3 m.o.h. (Prøvetakingsboring)

Pr. nr. 6 er tatt på 9,5-10,5 m dyp, dvs. 3,0-4,0 m.u.h. (Peilebrønn P3)

mekv/100 g : milliekvivalenter/100 g tørr masseprøve

milliekvivalent : millimol/valens