

Rapport nr.: 2002.018		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Hydrogeologiske undersøkelser i forbindelse med mineralvannsproduksjon, Best kjøttprodukter AS, Utleirveien 140, Trondheim kommune.				
Forfatter: Atle Dagestad		Oppdragsgiver: Best kjøttprodukter AS		
Fylke: Sør-Trøndelag		Kommune: Trondheim		
Kartblad (M=1:250.000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1621 IV Trondheim		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 31	Pris: 150,-	
Feltarbeid utført: 2000-2001		Rapportdato: 25.04.2002	Prosjektnr.: 271200	Ansvarlig:
Sammendrag: <p>NGU har på oppdrag fra Best Kjøttprodukter AS gjennomført en hydrogeologisk vurdering av en grunnvannsbrønn i fjell tenkt benyttet til produksjon av naturlig mineralvann for salg. Denne rapporten vil danne grunnlaget for det lokale Næringsmiddelstilsyns godkjenning av grunnvannskilden til produksjon av naturlig mineralvann. Den hydrogeologiske vurderingen av grunnvannskilden er basert på geologisk og områdehygienisk kartlegging, samt prøvepumping av grunnvannsbrønnen med en pumperate på 1 l/s gjennom et helt år. Det ble i forbindelse med prøvepumpingen tatt ut månedlig vannprøver for mikrobiologiske og kjemiske/fysiske analyser av grunnvannet. Resultatene fra vannanalysene viser at grunnvannet har en god og stabil kvalitet som tilfredstiller alle mikrobiologiske og sensoriske krav i henhold til Forskrift om utvinning og frambud mv av naturlig mineralvann og kildevann, samt Forskrift om vannforsyning og drikkevann. Ut fra den geologiske kartleggingen anses grunnvannet i brønnen godt beskyttet mot overflatevann og mulige forurensninger i brønnens nærområde. For ytterligere å sikre grunnvannskilden mot potensielle forurensing er det etablert sikringssoner rundt grunnvannsbrønnen der det er lagt begrensninger på tillatte aktiviteter. Ut fra en samlet vurdering anser NGU denne grunnvannsbrønnen som godt egnet til produksjon av mineralvann.</p>				
Emneord: Hydrogeologi		Grunnvannskvalitet		Grunnvannskilde
Prøvetaking		Borebrønn		Prøvepumping
				Fagrapport

INNHold

1.	INNLEDNING	4
2.	LOKALISERING AV UNDERSØKELSESONRÅDET	4
3.	GEOLOGISKE OG HYDROGEOLOGISKE FORHOLD	6
4.	AKTIVITETER I BRØNNFELTETS NÆROMRÅDE.....	6
5.	UTFORMING AV BRØNNER OG BRØNNHODE.....	7
6.	UTFØRTE UNDERSØKELSER.....	7
7.	RESULTATER fra vannanalysene.....	7
7.1	Bakteriologiske undersøkelser.....	7
7.2	Kjemiske analyser.....	8
7.3	Fysiske parametere	8
8.	VURDERING AV VANNANALYSENE.....	8
9.	POTENSIELLE FORURENSNINGSKILDER.....	9
10.	SIKRING AV GRUNNVANNSKILDEN	9
11.	KONKLUSJON	10

FIGURER

- Figur 1: Oversiktskart med avmerking av det aktuelle undersøkelsesområdet.
- Figur 2: Kart over det aktuelle undersøkelsesområdet med anvisning av større svakhetssoner og grenser for sikringssoner rundt kilden.
- Figur 3: Detaljkart over inngjerdet industriområde med anvisning av etablerte brønner inne på industriområdet samt hovedavløpsledning ut fra fabrikkbygningen.
- Figur 4: Berggrunnsgeologien i Trondheimsområdet med anvisning av det aktuelle undersøkelsesområdet.
- Figur 5: Sammenstilling av temperaturmålinger på utpumpet grunnvann og atmosfæremålinger ved Voll meteorologiske målestasjon Trondheim.

VEDLEGG

- Vedlegg 1: Utforming av fjellbrønner ved Best kjøttprodukter AS
- Vedlegg 2: Bakteriologiske analyser av grunnvann fra brønn 1
- Vedlegg 3-20: Kjemiske og fysikalske analyser av grunnvann fra brønn 1

1. INNLEDNING

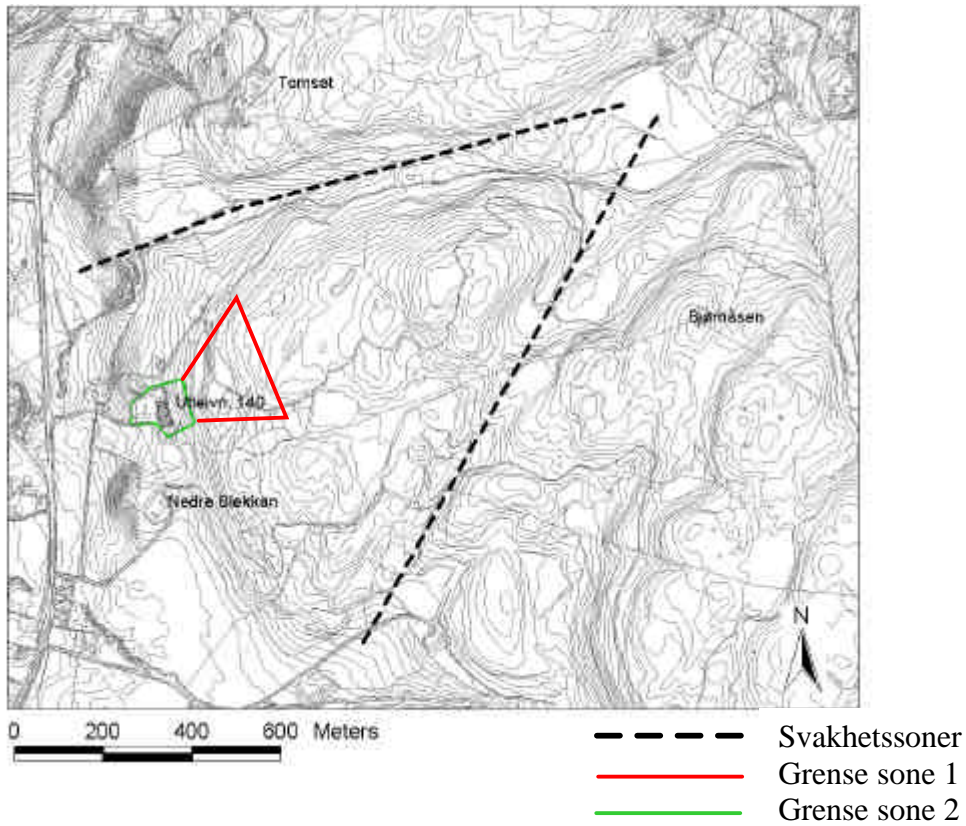
Best kjøttprodukter AS har planer om å starte med produksjon og emballering av naturlig mineralvann for salg fra en boret fjellbrønn. I forbindelse med disse planene har NGU på oppdrag fra Best kjøttprodukter AS gjennomført hydrogeologiske undersøkelser, samt områdehygieniske vurderinger i produksjonsbrønnens nedslagsfelt. Hensikten med disse undersøkelsene har vært å dokumentere grunnvannets bakteriologiske og kjemiske kvalitet, samt sikkerheten på vannkvaliteten i produksjonsbrønnen. Denne rapporten vil danne grunnlaget for Næringsmiddeltilsynets godkjenning av kilden til mineralvannsproduksjon.

2. LOKALISERING AV UNDERSØKELSESONOMRÅDET

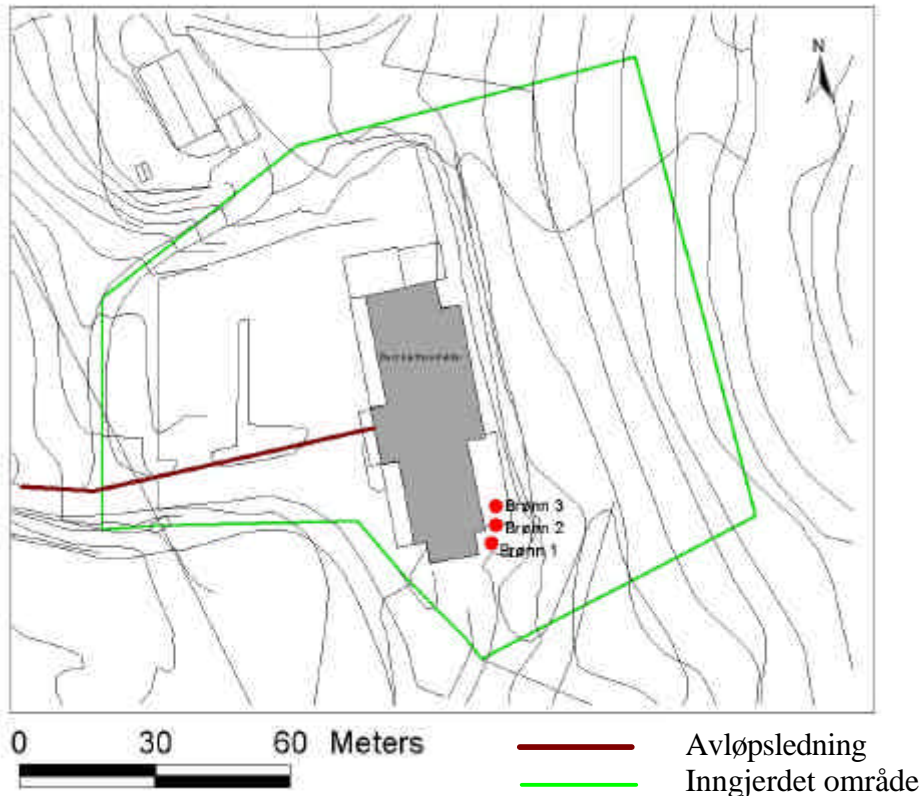
Den aktuelle fjellbrønnen er boret inne på fabrikkområdet til Best Kjøttprodukter i Utleirveien 140, ca 8 km rett sør for Trondheim sentrum (Figur 1 og 2). Produksjonsbrønnen er en av i alt tre fjellbrønner som er boret i bakkant av fabrikkbygningen. Detalj kart over området er vist i figur 3 der produksjonsbrønnen er angitt som brønn 1. Brønnfeltet er plassert i foten av en bratt fjellskjæring som er sprengt ut i en åsrygg som strekker seg ca 1 km østover for industriområdet. Denne åsryggen, som når opp til ca. 270 moh, er avskåret mot nord og syd av to mindre dalsenkninger.



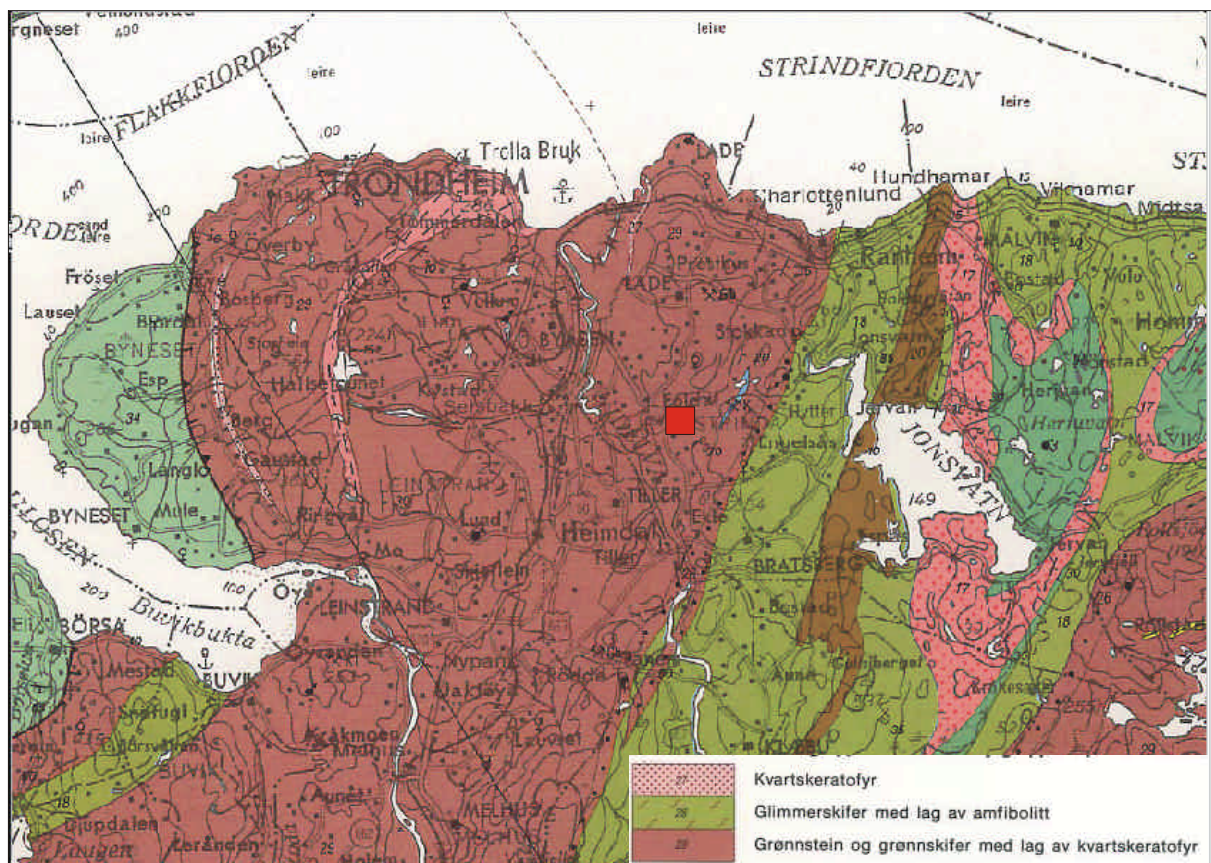
Figur 1: Oversiktskart med avmerking av det aktuelle undersøkelsesområdet.



Figur 2: Kart over det aktuelle undersøkelsesområdet med anvisning av større svakhetssoner og grenser for sikringssoner rundt kilden.



Figur 3: Detaljkart over inngjerdet industriområdet med anvisning av etablerte brønner inne på industriområdet, samt hovedavløpsledning ut fra fabrikkbygningen.



Figur 4: Berggrunnsgeologien i Trondheimsområdet med anvisning av det aktuelle undersøkelsesområdet (kilde: NGUs berggrunnsgeologiske database www.ngu.no)

3. GEOLOGISKE OG HYDROGEOLOGISKE FORHOLD

Som det fremgår av det geologiske kartet over området (figur 4) domineres geologien i det aktuelle området av grønnstein. Ut fra det topografiske kartet vist i figur 2 er det antatt at de to mindre dalsenkningene nord og sør for industriområdet er gitt av svakhetssoner i fjellgrunnen. Disse dalsenkningene og svakhetssonene utgjør yttergrensene for brønnfeltets nedslagsfelt. Ut fra observasjoner i fjellskjæringen bak fabrikkbygningen er den overflatenære oppspekningen av fjellet moderat. Det er heller ikke registrert noen store vannførende sprekker eller svakhetssoner i brønnenes nærområde. Dette stemmer også godt overens med registreringer av vanninnslag under boring av brønnene der det ikke ble registrert vannførende sprekker i de øverste 50 meter av brønnene.

Det er ikke utført noe sporstofforsøk for å kartlegge infiltrasjonsområdet og de hydrauliske strømningsforholdene i produksjonsbrønnens nedslagsfelt. Det er imidlertid ut fra de topografiske forholdene og de geologiske observasjonene i området forventet at infiltrasjon av nedbør samt nydannelse og tilstrømning av grunnvann til brønnen skjer fra åssiden øst for brønnen.

4. AKTIVITETER I BRØNNFELTETS NÆROMRÅDE

Aktiviteter i brønnfeltets nærområde er i all hovedsak tilknyttet Best Kjøttprodukter as. Dette medfører en god del motorisert transport til og fra produksjonslokalene. Denne aktiviteten foregår for det meste på nordvestsiden av produksjonslokalene i forbindelse med biloppstillingsplasser og fryselager. Motorisert ferdsel foregår på asfalterte flater med overflateavrenning tilknyttet avløp. Avløpsledning ut fra industrilokalet til

hovedavløpsledningen er inntegnet på figur 3. Det var tidligere etablert en pumpestasjon med nedgravd langertank for internt bruk av diesel ca 30 meter rett vest for brønnfeltet. Dette anlegget er nå ikke lenger i drift og lagertanken er fjernet.

I nedslagsfeltet overfor produksjonsbrønn er det skogsområder med liten eller ingen aktivitet ut over moderat skogdrift. I forbindelse med skogsdriften er det etablert en skogsbilvei oppover åssiden som krysser nedslagsfeltet til brønnene, men ferdselen på denne er liten og begrenser seg til aktiviteter tilknyttet skogsdriften. Ut fra reguleringsplanene er området øst for industriområdet regulert som friluftsområde, og det foreligger ingen planer om endret aktivitet i dette området.

5. UTFORMING AV BRØNNER OG BRØNNHODE

Det er i vedlegg 1 vist utforming av selve brønnene. Brønn 1 er 72 meter dyp mens brønn 2 og 3 er begge 120 meter dype. Det er stor forskjell i kapasiteten til brønnene der brønn 1 gir klart mest med 3600 l/s mens brønn 2 og 3 gir respektive 300 l/s og 100 l/s. Det er bare brønn 1 som har blitt prøvepumpet og som er tiltenkt benyttet i forbindelse med mineralvannsproduksjon. Som det fremgår av brønnkonstruksjonen er brønnene etablert med et 3 meter langt ytterrør i stål og et 12 meter langt indre foringsrør i plast. Foringsrøret er i bunnen forsynt med en 15 cm bred pakning (Aqua-tett) som ved kontakt med vann vil swelle og gi god tetting mellom foringsrøret og fjellet. Brønntoppen er sikret med en vanntett brønnhatt der stigerør og ledning til brønnpumpen går gjennom vanntette gjennomføringer. Over produksjonsbrønnen er det planlagt et overbygg som vil stå i tilknytning til produksjonslokalene. En slik forskriftsmessig utførelse av brønnen og brønntoppen vil hindre at overflatevann og overflatenært grunnvann lekker inn i brønnen, noe som er viktig for å sikre grunnvannets bakteriologiske kvalitet.

6. UTFØRTE UNDERSØKELSER

Det ble på senhøsten 2000 gjennomført en hydrogeologisk befarings i området for å undersøke avrennings- og infiltrasjonsforholdene i området ved grunnvannsbrønnen. Det ble i månedskifte november-desember samme år satt i gang et kvalitetstestingsprogram med månedlige uttak av vannprøver for bakteriologiske og kjemiske/fysiske analyser av vannet. Det ble under hele prøvetakingsperioden pumpet ut ca. 1 l/s fra brønn 1.

De bakteriologiske analysene ble utført ved Næringsmiddelkontrollen i Trondheim mens de kjemiske/fysiologiske analysene ble utført ved NGUs kjemisk laboratorium. I tillegg til de bakteriologiske og kjemiske/fysiologiske undersøkelsene ble det utført målinger av temperaturen på utpumpet grunnvann. Til dette formål ble det benyttet en automatisk temperaturlogger som ble plassert ved utløpet av pumpeledningen.

7. RESULTATER FRA VANNANALYSENE

7.1 Bakteriologiske undersøkelser

Resultatene fra de bakteriologiske undersøkelsene vist tabellene i vedlegg 2. Som det fremgår av resultatene har grunnvannet gjennomgående et tilfredsstillende lavt innhold av bakterier. Det er imidlertid til vannprøver som viser bakterieinnhold ut over akseptabelt nivå. Det første prøven i prøvetakingsprogrammet, som ble tatt ut den 27.11.2000, hadde et kimtall ved 22°C på hele 900. Denne høye verdien kan ha sammenheng med at det ikke var pumpet tilstrekkelig

lenge etter oppstart av prøvepumpingen slik at det fortsatt fantes kilder til høyt kimtall i brønnen fra selve boringen og/eller nedsetting av brønnpumpen. Noe som styrker en slik antakelse er at samtlige etterfølgende vannprøver har vist lavt og til dels synkende innhold av kim i løpet av prøvetakingsperioden.

De andre hendelsen hvor det ble registrert bakterieinnhold ut over akseptabelt nivå var i en vannprøve tatt ut 06.03.2001 der det ble registrert 3 fekale streptokokker. Dette resultatet er noe uforståelig da det ikke registreres høyt innhold av kim eller andre bakterier i denne vannprøven. Normalt skulle et slik bakterieinnhold indikere innlekkasje av forurenset overflatevann og følgelig være fulgt av høyt kimtall og innhold av andre fekale bakterier. Brønneier har imidlertid opplyst at det forut for denne prøvetakningen ble utført utbedringer av brønnpumpen. Dette arbeidet medførte at pumpen ble tatt ut og gjeninnsatt i brønnen uten desinfisering i etterkant og som kan ha tilført forurensninger til brønnvannet. En slik operasjon skulle forventningsvis også gi høyt innhold av kim men da dette ikke ble registrert fremstår resultatet fra analysene av dette vannet som noe uforklarlig.

7.2 Kjemiske analyser

Resultatene fra de kjemiske undersøkelsene vist tabellene i vedlegg 3-16. Som det fremgår av analyseresultatene ligger innholdet av løste elementer og forbindelser innenfor de krav som er gitt i Forskrift om vannforsyning og drikkevann. I tillegg til de kjemiske laboratorieundersøkelsene ble det 22.03.2002 gjennomført feltanalyser av Radon-innholdet i grunnvannet. Disse analysene viste lave Radon konsentrasjoner i grunnvannet ($[Ra] < 100$ Bq/l).

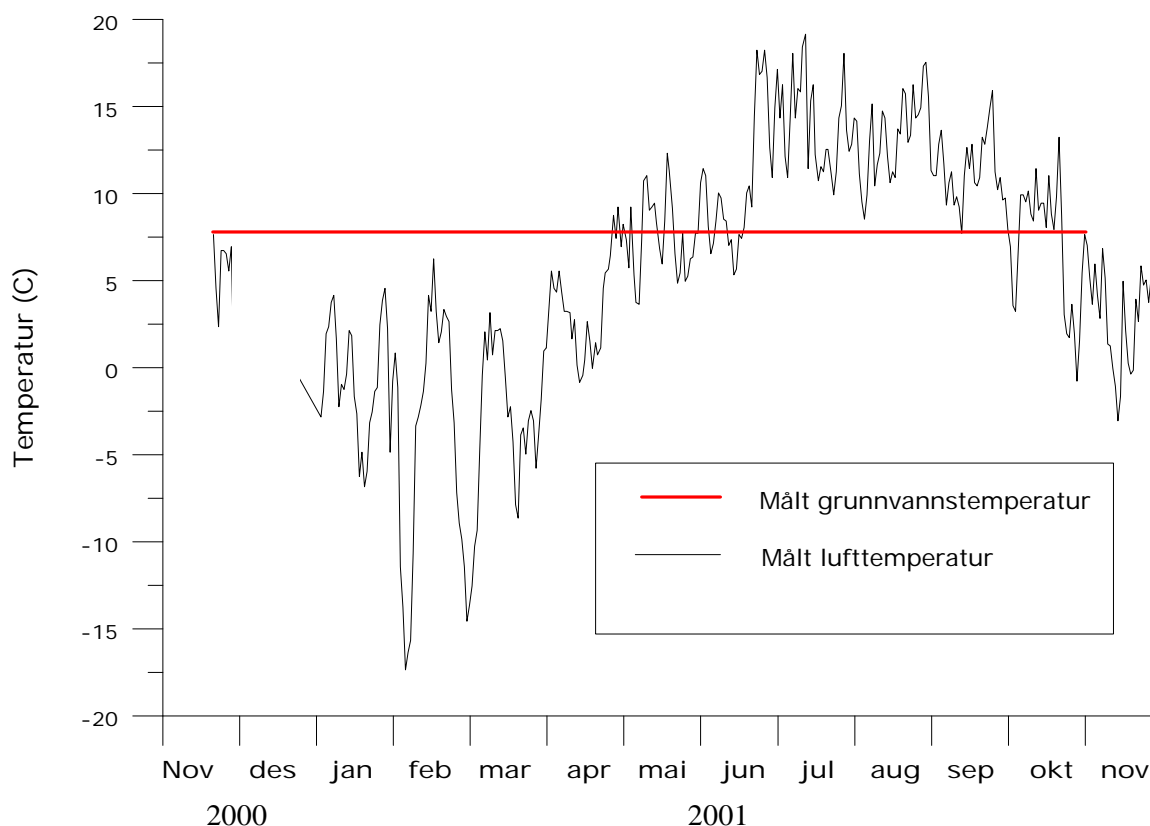
7.3 Fysiske parametere

Resultatene fra målinger av turbiditet og fargetall er vist i tabellene i vedlegg 16-20. Analyseresultatene viser at samtlige prøver ligger innenfor de krav som er gitt i Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m. Resultatene fra de kontinuerlige temperaturmålingene av utpumpet grunnvann ved er vist i figur 5. Som det fremgår av disse målingene er temperaturen på grunnvannet tilnærmet konstant gjennom året (7,7-7,8 °C).

8. VURDERING AV VANNANALYSENE

Basert på resultatene fra de utførte undersøkelsene har grunnvannet fra produksjonsbrønnen en god og stabil kvaliteten som tilfredstiller alle mikrobiologiske og sensoriske krav i henhold til Forskrift om utvinning og frambud mv av naturlig mineralvann og kildevann samt Forskrift om vannforsyning og drikkevann. Ut fra den førstnevnte forskriften kan dette grunnvannet markedsføres som et mineralvann med lavt mineralinnhold. De kjemiske analysene viser at grunnvannet gjennom kontakt med og forvitring av berggrunnen er blitt tilført mineraler som kalsium, natrium, magnesium, kalium, silisium og sulfat i tillegg til en rekke andre mineraler i mindre mengder.

Grunnvannets forholdsvis stabile mikrobiologiske og kjemiske sammensetning viser, sammen med meget stabil grunnvannstemperatur, at grunnvannet i brønnen har hatt lang oppholdstid i grunnen og er ikke påvirket av overflatevann eller overflatenært grunnvann. Ut fra disse observasjonene anses grunnvannet i brønnen å være godt beskyttet mot eventuelle utslipp av forurensninger i brønnens nærområde.



Figur 5: Sammenstilling av temperaturmålinger på utpumpet grunnvann og atmosfæremålinger ved Voll meteorologiske målestasjon Trondheim.

9. POTENSIELLE FORURENSNINGSKILDER

All den tid brønnen er plassert inne på et industriområdet med motorisert ferdsel, avløpsledninger, samt annen aktivitet som kan medføre fare for utslipp av forurensninger til grunnen, vil det være forbundet noe usikkerhet til vannkvaliteten i brønnen. Ut fra den geologisk kartleggingen, samt resultatene fra vannanalysene og temperaturmålinger, anses imidlertid de geologiske forholdene i brønnområdet å være gunstige ut fra et forurensningssynspunkt. Fjellgrunnen er generelt lite oppsprukket og brønnboringen viste at det ikke er registrert vannførende sprekker før på 57 meters dyp. Dette indikerer at det er liten hydraulisk kommunikasjon mellom overflaten i brønnens nærområde og sprekkesystemet der brønnen har vanninnslag. Ut fra dette vurderes fjellmassene over vanninnslagspunktet å gi tilstrekkelig god sikring av grunnvannet mot nedtrengning av korttransportert overflatevann.

10. SIKRING AV GRUNNVANNSKILDEN

Selv om det forventes at fjellgrunnen i det aktuelle området gir en god beskyttelse mot nedtrengning av forurensninger i brønnområdet, må det gjennomføres sikringstiltak rundt brønnen. Dette innebærer at det etableres ulike sikringssoner rundt brønnen som legger begrensninger på aktiviteter innen sonen. I dette tilfellet er det lagt opp til en tredelt soneinndeling angitt som sone 0, sone 1 og sone 2. Utsterkningen av de ulike soner er vist i figur 3.

Sone 0: Denne sonen omfatter det planlagte brønnrommet i produksjonslokalene til tappeanlegget. Brønnrommet må være avlåst for å hindre adgang for uvedkomne. Innen denne sonen tillates kun aktiviteter som er tilknyttet vedlikehold og kontroll av produksjonsbrønnen.

Det er i denne sone ikke tillatt å lagre kjemikalier eller å utføre aktiviteter som medfører fare for forurensning av brønnen.

Sone 1: Denne sonen innbefatter området innefor det inngjerdete industriområdet. Det tillates ikke lageret større mengder kjemikalier utendørs. Det tillates ikke fylling av drivstoff innen denne sonen. Det må utvises generell aktsomhet ved aktiviteter som kan medføre utslipp av forurensinger til grunnen (transport, anleggsarbeid og lignende). Dersom det oppstår uhell som medfører utslipp av kjemikalier (eks. oljelekkasje) må det iverksettes tiltak umiddelbart for å sikre at utslippet ikke får infiltrere grunnen men samles opp og borttransporteres. Det bør derfor av brønneier utarbeides en beredskapsplan med tanke på slike uhell.

Sone 2: Denne sonen omfatter deler av åsen bakenfor brønnområdet. Det forgår i dag ingen aktivitet i dette området som medfører noen fare for grunnvannskvalitet i brønnen. Det kan imidlertid ikke tillates større endringer av arealbruken i dette området (boligbygging, større veier) før en nærmere hydrogeologisk vurdering er utført.

11. KONKLUSJON

De utførte undersøkelser har vist at grunnvannet fra produksjonsbrønnen i Utleirvn. 140 har en god og stabil kvaliteten som tilfredstiller alle mikrobiologiske og sensoriske krav i henhold til Forskrift om utvinning og frambud mv av naturlig mineralvann og kildevann samt Forskrift om vannforsyning og drikkevann.

De utførte undersøkelsene indikerer også at grunnvannsbrønnen er godt beskyttet mot nedtrengning av overflatevann i brønnens nærområde. Aktiviteter i brønnens nærområde tilknyttet Best Kjøttprodukter as utgjør imidlertid en potensiell trussel mot grunnvannskvaliteten gjennom uforutsette utslipp av forurensinger til grunnen. For å redusere denne forurensingsfaren er det rundt brønnen etablert ulike sikringssoner hvor det er lagt begrensninger på potensielle forurensende aktiviteter innen industriområdet.

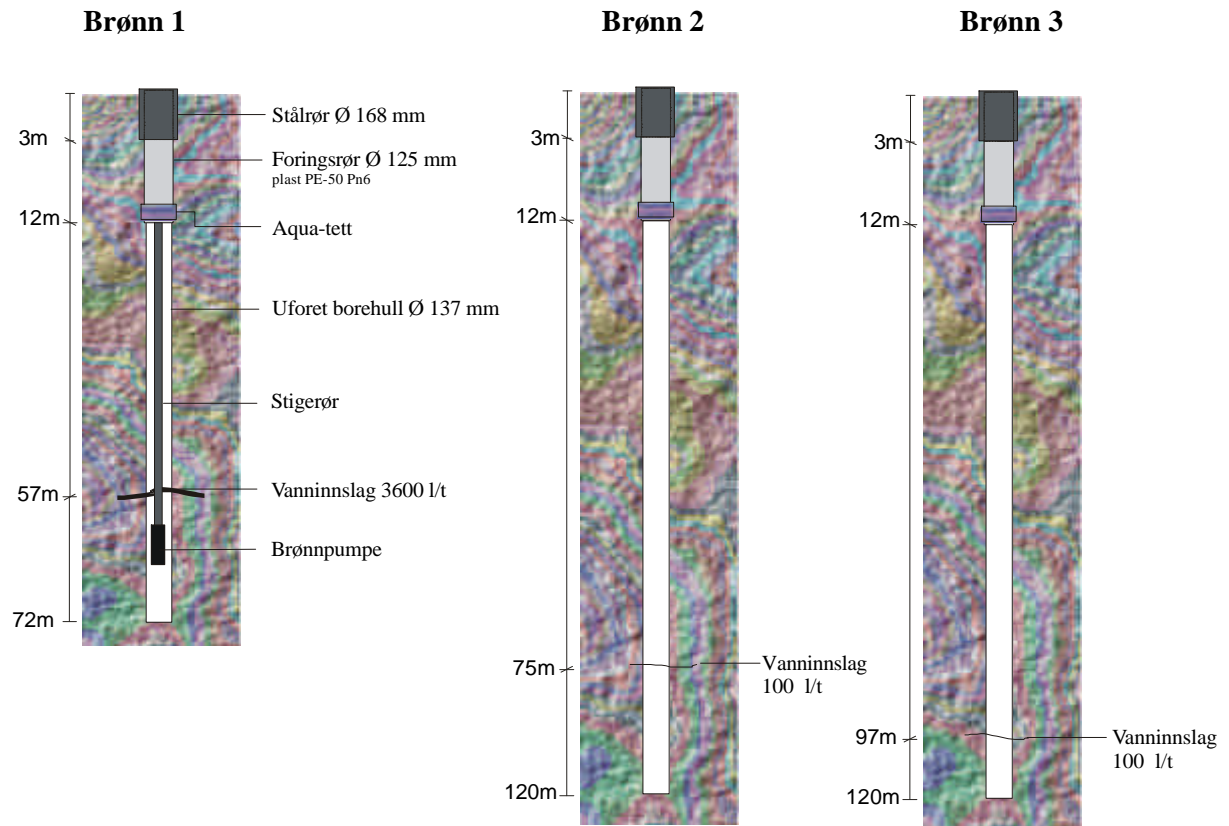
På bakgrunn av de utførte vannanalyser og hydrogeologiske undersøkelser mener NGU at grunnvannsbrønnen i Utleirvn. 140 er godt egnet til produksjon av mineralvann for salg. Dette forutsetter imidlertid at de foreskrevne sikringstiltak gjennomføres i praksis. Det må i denne sammenheng påpekes at de utførte vannanalyser viser vannkvaliteten ved uttak av ca. 1l/s. Dersom det pumpes ut betydelig mer grunnvann fra denne brønnen, eller det etableres nye produksjonsbrønner i det samme området, kan dette ha negativ innvirkning på vannkvaliteten i brønnen. Hvis det planlegges slike kapasitetsøkende tiltak må det følgelig utføres nye vannanalyser for å dokumentere vannkvaliteten ved endret grunnvannsuttak.

Referanser:

1. Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m. 1995. Forskrift nr. 68. Sosial- og helsedepartementet
2. Forskrift om utvinning og frambud mv av naturlig mineralvann og kildevann. 1998. Helsedepartementet.

Vedlegg

Utforming av fjellbrønner ved Best kjøttprodukter AS



Bakteriologiske analyser av grunnvann fra brønn 1

Parameter	Metode	27.11.2000	09.01.2001	12.02.2001	06.03.2001	18.04.2001	08.05.2001	05.06.2001
Kimtall ved 22 °C	NS-6222	900	11	16	17	4	3	19
Kimtall ved 36 °C 2d.	NS-6222	0	1	1	0	0	0	0
Koliforme bakt., MF	NS-4788	0	0	0	0	0	0	0
Temotol.kolif. Bakt.,MF	NS-4792	0	0	0	0	0	0	0
Fekale strept. MF	NS-4793	0	0	0	3	0	0	0
Sulfitted. Colostr. MF	ISO-6461	0	0	0	0	0	0	0
Escherichia coli	API	0	0	0	0	0	0	0
Persumtvt E.coli MF	NS-4792	0	0	0	0	0	0	0
Pseudomonas Aeriginosa	NS-4798	0	0	0	0	0	0	0

Parameter	Metode	03.07.2001	10.07.2001	06.08.2001	04.09.2001	02.10.2001	05.11.2001
Kimtall ved 22 °C	NS-6222	0	3	2	2	0	5
Kimtall ved 36 °C 2d.	NS-6222	0	0	0	0	0	2
Koliforme bakt., MF	NS-4788	0	0	0	0	0	0
Temotol.kolif. Bakt.,MF	NS-4792	0	0	0	0	0	0
Fekale strept. MF	NS-4793	0	0	0	0	0	0
Sulfitted. Colostr. MF	ISO-6461	0	0	0	0	0	0
Escherichia coli	API	0	0	0	0	0	0
Persumtvt E.coli MF	NS-4792	0	0	0	0	0	0
Pseudomonas Aeriginosa	NS-4798	0	0	0	0	0	0



7491 TRONDHEIM
Tlf.: 73 90 40 00
Telefaks: 73 92 16 20



INSTRUMENT TYPE : **DIONEX IONEKROMATOGRAF 120 DX**

NEDRE BESTEMMELSES GRENSE :

F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ^{-*}	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
0.05 mg/l	0.1 mg/l	0.05 mg/l	0.1 mg/l	0.05 mg/l	0.2 mg/l	0.1 mg/l

(1 mg/l = 1 ppm)

ANALYSEUSIKKERHET : ± 10 rel. % for alle ionene

*) NGU-lab er ikke akkrediter for NO₂⁻

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

ANTALL PRØVER: 12

ANMERKNINGER: Ingen

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

Bente Kjøsnes
OPERATØR



7491 TRONDHEIM
Tlf.: 73 90 40 00
Telefaks: 73 92 16 20



Oppdr.nr.	Prøve id.	Prøvetatt	F ⁻ [mg/l]	Cl ⁻ [mg/l]	NO ₂ ⁻ [mg/l]	Br ⁻ [mg/l]	NO ₃ ⁻ [mg/l]	PO ₄ ³⁻ [mg/l]	SO ₄ ²⁻ [mg/l]
1-515/00	Prøvenummer: 1	04.12 2000	0.05	9.39	< 0.05	< 0.1	0.61	< 0.2	26.2
1-002/01	Prøvenummer: 2	03.01 2001	0.09	9.17	< 0.05	< 0.1	1.31	< 0.2	25.5
1-068/01	Prøvenummer: 3	12.02 2001	< 0.05	9.41	< 0.05	< 0.1	1.39	< 0.2	27
1-100/01	Prøvenummer: 4	06.03 2001	< 0.05	9.53	< 0.05	< 0.1	0.91	< 0.2	29
1-154/01	Prøvenummer: 5	18.04 2001	0.06	10.3	< 0.05	< 0.1	1.28	< 0.2	30
1-182/01	Prøvenummer: 6	08.05 2001	0.06	10.4	< 0.05	< 0.1	1.2	< 0.2	29.8
1-215/01	Prøvenummer: 7	05.06 2001	< 0.05	10.7	< 0.05	< 0.1	0.98	< 0.2	29.4
1-267/01	Prøvenummer: 8	03.07 2001	< 0.05	11.1	< 0.05	< 0.1	1.28	< 0.2	30.2
1-313/01	Prøvenummer: 9	07.08 2001	0.06	11.1	< 0.05	< 0.1	2.1	< 0.2	30.7
1-348/01	Prøvenummer: 10	04.09 2001	0.06	10.9	< 0.05	< 0.1	1.62	< 0.2	30.8
1-398/01	Prøvenummer: 11	02.10 2001	0.06	10.8	< 0.05	< 0.1	2.99	< 0.2	30.1
1-452/01	Prøvenummer: 12	05.11 2001	< 0.05	11.3	< 0.05	< 0.1	2.77	< 0.2	30.5



7491 TRONDHEIM
Tlf.: 73 90 40 00
Telefaks: 73 92 16 20



INSTRUMENT TYPE : Thermo Jarrell Ash ICP 61

NEDRE BESTEMMELSESGRENSER VANNANALYSER

(For vannprøver som tynnes, blir deteksjonsgrensene automatisk omregnet)

Si mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Ti mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	Na mg/l	K mg/l	Mn mg/l	P mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	Ni mg/l	Co mg/l
0.02	0.02	0.01	0.005	0.05	0.02	0.05	0.5	0.001	0.1	0.005	0.002	0.05	0.02	0.01

V mg/l	Mo mg/l	Cd mg/l	Cr mg/l	Ba mg/l	Sr mg/l	Zr mg/l	Ag mg/l	B mg/l	Be mg/l	Li mg/l	Sc mg/l	Ce mg/l	La mg/l	Y ppb
0.005	0.01	0.005	0.01	0.002	0.001	0.005	0.01	0.02	0.001	0.005	0.001	0.05	0.01	0.001

(1 mg/l = 1 ppm)

ANALYSEUSIKKERHET : ± 20 rel. % for K, Pb, Cd, Li, Ce
± 10 rel. % for Si, Al, Na, Mo, Cr, Zr, Ag, B og La
± 5 rel. % for Fe, Ti, Mg, Ca, Mn, P, Cu, Zn, Ni, Co, V, Ba, Sr, Be, Sc, Y

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

ANTALL PRØVER: 12

ANMERKNINGER:

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

Baard Sjøberg
OPERATØR



7491 TRONDHEIM
Tlf.: 73 90 40 00
Telefaks: 73 92 16 20



Oppdr.nr.	Prøve id.	Prøvetatt	Si [mg/l]	Al [mg/l]	Fe [mg/l]	Ti [mg/l]	Mg [mg/l]	Ca [mg/l]	Na [mg/l]	K [mg/l]	Mn [mg/l]	P [mg/l]	Cu [mg/l]	Zn [mg/l]	Pb [mg/l]
1-515/00	Prøvenummer: 1	04.12 2000	3.58	<0.02	<0.01	<0.005	7.02	41.8	26.9	5.4	0.0136	<0.1	0.00688	0.0192	<0.05
1-002/01	Prøvenummer: 2	03.01 2001	3.19	<0.02	<0.01	<0.005	6.89	40.4	29.2	5.23	0.0104	<0.1	<0.005	0.0156	<0.05
1-068/01	Prøvenummer: 3	12.02 2001	3.23	<0.02	<0.01	<0.005	6.71	38.2	31.7	5.23	0.0110	<0.1	<0.005	0.00659	<0.05
1-100/01	Prøvenummer: 4	06.03 2001	3	<0.02	<0.01	<0.005	6.82	38.6	32.6	5.44	0.0107	<0.1	<0.005	0.00504	<0.05
1-154/01	Prøvenummer: 5	18.04 2001	2.69	<0.02	<0.01	<0.005	6.96	38.7	32.7	5.41	0.0118	<0.1	<0.005	0.0071	<0.05
1-182/01	Prøvenummer: 6	08.05 2001	3.23	<0.02	<0.01	<0.005	6.85	39.6	30.8	5.4	0.0115	<0.1	<0.005	0.00386	<0.05
1-215/01	Prøvenummer: 7	05.06 2001	2.89	<0.02	<0.01	<0.005	6.72	39	30	5.17	0.0114	<0.1	<0.005	0.0275	<0.05
1-267/01	Prøvenummer: 8	03.07 2001	3.03	<0.02	0.0125	<0.005	6.75	38.8	29.7	4.91	0.0113	<0.1	<0.005	0.00667	<0.05
1-313/01	Prøvenummer: 9	07.08 2001	3.48	<0.02	<0.01	<0.005	7.4	43.2	29.9	5.25	0.00934	<0.1	<0.005	0.00751	<0.05
1-348/01	Prøvenummer: 10	04.09 2001	3.25	<0.02	<0.01	<0.005	7.58	44.9	29.9	5.27	0.0109	<0.1	<0.005	0.00649	<0.05
1-398/01	Prøvenummer: 11	02.10 2001	3.2	<0.02	<0.01	<0.005	7.6	44.6	30	5.88	0.00904	<0.1	<0.005	0.0124	<0.05
1-452/01	Prøvenummer: 12	05.11 2001	3.42	<0.02	<0.01	<0.005	7.53	45.3	29.6	5.55	0.00965	<0.1	<0.005	0.00776	<0.05



7491 TRONDHEIM
Tlf.: 73 90 40 00
Telefaks: 73 92 16 20



Prøve id.	Prøvetatt	Ni [mg/l]	Co [mg/l]	V [mg/l]	Mo [mg/l]	Cd [mg/l]	Cr [mg/l]	Ba [mg/l]	Sr [mg/l]	Zr [mg/l]	Ag [mg/l]	B [mg/l]
Prøvenummer: 1	04.12 2000	<0.02	<0.01	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.0517	0.234	<0.005	<0.01	0.0213
Prøvenummer: 2	03.01 2001	<0.02	<0.01	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.057	0.233	<0.005	<0.01	<0.02
Prøvenummer: 3	12.02 2001	<0.02	<0.01	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.0170	0.222	<0.005	<0.01	0.0267
Prøvenummer: 4	06.03 2001	<0.02	<0.01	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.0174	0.227	<0.005	<0.01	0.021
Prøvenummer: 5	18.04 2001	<0.02	<0.01	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.0246	0.239	<0.005	<0.01	0.0206
Prøvenummer: 6	08.05 2001	<0.02	<0.01	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.0168	0.235	<0.005	<0.01	0.032
Prøvenummer: 7	05.06 2001	<0.02	<0.01	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.0174	0.226	<0.005	<0.01	<0.02
Prøvenummer: 8	03.07 2001	<0.02	<0.01	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.0173	0.232	<0.005	<0.01	<0.02
Prøvenummer: 9	07.08 2001	<0.02	<0.01	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.0191	0.255	<0.005	<0.01	<0.02
Prøvenummer: 10	04.09 2001	<0.02	<0.01	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.0202	0.258	<0.005	<0.01	0.0222
Prøvenummer: 11	02.10 2001	<0.02	<0.01	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.0208	0.255	<0.005	<0.01	<0.02
Prøvenummer: 12	05.11 2001	<0.02	<0.01	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.0197	0.262	<0.005	<0.01	0.0215



7491 TRONDHEIM
Tlf.: 73 90 40 00
Telefaks: 73 92 16 20



Prøve id.	Prøvetatt	Be [mg/l]	Li [mg/l]	Sc [mg/l]	Ce [mg/l]	La [mg/l]	Y [mg/l]
Prøvenummer: 1	04.12 2000	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001
Prøvenummer: 2	03.01 2001	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001
Prøvenummer: 3	12.02 2001	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001
Prøvenummer: 4	06.03 2001	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001
Prøvenummer: 5	18.04 2001	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001
Prøvenummer: 6	08.05 2001	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001
Prøvenummer: 7	05.06 2001	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001
Prøvenummer: 8	03.07 2001	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001
Prøvenummer: 9	07.08 2001	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001
Prøvenummer: 10	04.09 2001	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001
Prøvenummer: 11	02.10 2001	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001
Prøvenummer: 12	05.11 2001	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001



7491 TRONDHEIM
Tlf.: 73 90 40 00
Telefaks: 73 92 16 20



UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS-ISO 7888

INSTRUMENT TYPE : Radiometer Titralab 94 / CDM 210 Conductivity meter

NEDRE BESTEMMELSES GRENSE : 0.07 mS m⁻¹

ANALYSEUSIKKERHET :

Måleområde / mS m ⁻¹	Usikkerhet
0.07 - 0.2	± 3 % rel
> 2.0	± 1 % rel

PRESISJON : Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram).

Disse kan forevises om ønskelig.

ANTALL PRØVER: 12

ANMERKNINGER:

- Elektrisk konduktivitet ved 25° C er beregnet ved automatiske temperaturkompensasjon. Temperatur verdier oppgitt i tabellen tilsvarer prøvetemperatur under måling.
Resultat angis mS/m (1mS/m=10 µS/cm) med tre gjeldende siffer
- Resultater mindre enn 1 mS/m kan bli påvirket av atmosfærisk karbondioksyd og ammoniakk

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

Tomm Berg
OPERATØR



7491 TRONDHEIM
Tlf.: 73 90 40 00
Telefaks: 73 92 16 20



Analysedato	Oppdr.nr.	Prøve id.	Prøvetatt	Ledn.-evne mS/m	Temp. °C
07.12.2000	1-515/00	Prøvenummer: 1	04.12 2000	37.5	22.6
05.01.2001	1-002/01	Prøvenummer: 2	03.01 2001	37.4	22.0
13.02.2001	1-068/01	Prøvenummer: 3	12.02 2001	37.5	22.3
08.03.2001	1-100/01	Prøvenummer: 4	06.03 2001	37.8	22.6
04.05.2001	1-154/01	Prøvenummer: 5	18.04 2001	38.1	22.4
16.05.2001	1-182/01	Prøvenummer: 6	08.05 2001	37.9	23.2
08.06.2001	1-215/01	Prøvenummer: 7	05.06 2001	38.2	21.8
05.07.2001	1-267/01	Prøvenummer: 8	03.07 2001	38.5	23.2
22.08.2001	1-313/01	Prøvenummer: 9	07.08 2001	39.1	22.4
13.09.2001	1-348/01	Prøvenummer: 10	04.09 2001	39.7	21.9
11.10.2001	1-398/01	Prøvenummer: 11	02.10 2001	39.9	22.3
09.11.2001	1-452/01	Prøvenummer: 12	05.11 2001	40.4	22.1



7491 TRONDHEIM
Tlf.: 73 90 40 00
Telefaks: 73 92 16
20



pH: UTFØRES ETTER NORSK STANDARD -NS 4720
ALKALITET: UTFØRES ETTER NGU-SD 3.7B (følger tidligere NS 4754)

INSTRUMENT TYPE : Radiometer Titralab 94 / Glasselektrode pHC 2701-8 "Red Rod"

PARAMETER	NEDRE BESTEMMELSE GRENSE	ANALYSEUSIKKERHET		
		Måleområde	Usikkerhet	
pH	-	-	+ 0.05 pH units	
Alkalitet	0.04 mmol l ⁻¹	0.04 - 0.2 mmol l ⁻¹	p-alkalitet ± 0.02 mmol l ⁻¹	t-alkalitet ± 0.04 mmol l ⁻¹
		0.2 - 2.0 mmol l ⁻¹	± 5.0 % rel.	± 4.0 % rel.
		> 2.0 mmol l ⁻¹	± 4.3 % rel.	± 1.0 % rel.

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

ANTALL PRØVER: 12

ANMERKNINGER: Ingen

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

Tomm Berg
OPERATØR



7491 TRONDHEIM
Tlf.: 73 90 40 00
Telefaks: 73 92 16 20



Analysedato	Oppdr.nr.	Prøve id.	Prøvetatt	pH pH	t-alkalitet mmol/l
07.12.2000	1-515/00	Prøvenummer: 1	04.12 2000	8.09	3.18
05.01.2001	1-002/01	Prøvenummer: 2	03.01 2001	8.10	3.16
13.02.2001	1-068/01	Prøvenummer: 3	12.02 2001	8.11	3.15
08.03.2001	1-100/01	Prøvenummer: 4	06.03 2001	8.16	3.15
04.05.2001	1-154/01	Prøvenummer: 5	18.04 2001	8.14	3.17
16.05.2001	1-182/01	Prøvenummer: 6	08.05 2001	8.25	3.17
08.06.2001	1-215/01	Prøvenummer: 7	05.06 2001	8.14	3.17
05.07.2001	1-267/01	Prøvenummer: 8	03.07 2001	8.13	3.20
22.08.2001	1-313/01	Prøvenummer: 9	07.08 2001	8.14	3.38
13.09.2001	1-348/01	Prøvenummer: 10	04.09 2001	8.13	3.29
11.10.2001	1-398/01	Prøvenummer: 11	02.10 2001	8.03	3.21
09.11.2001	1-452/01	Prøvenummer: 12	05.11 2001	7.96	3.25



7491 TRONDHEIM
Tlf.: 73 90 40 00
Telefaks: 73 92 16 20



INSTRUMENT TYPE : Perkin Elmer SIMAA 6000

NEDRE BESTEMMELSESGRENSE :

Cd µg/l	Pb µg/l	As µg/l	Se µg/l	Sn µg/l
0.02	0.2	3	1	2

(For analyser med tynningsfaktor som avviker fra 100, blir deteksjonsgrensen automatisk omregnet)

(1 µg/l = 1 ppb)

ANALYSEUSIKKERHET : ± 20 rel. % for As og Sn.
± 10 rel. % for Cd, Pb og Se.

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

ANTALL PRØVER: 2

ANMERKNINGER: Ingen

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

Ferdig analysert Dato 18. mar. 2002 Frank Berge
OPERATØR



7491 TRONDHEIM
Tlf.: 73 90 40 00
Telefaks: 73 92 16 20



Oppdr.nr.	Prøve id.	Prøvetatt	As µg/L	Cd µg/L
1-313/01	Prøvenummer: 9	07.08 2001	< 3	0.04
1-452/01	Prøvenummer: 12	05.11 2001	< 3	< 0.02



7491 TRONDHEIM
Tlf.: 73 90 40 00
Telefaks: 73 92 16 20



INSTRUMENT TYPE : CETAC M-6000A Hg Analyser

NEDRE BESTEMMELSESGRENSE : 0.01 µg/l
(1 µg/l = 1 ppb)

ANALYSEUSIKKERHET : ± 10 rel. %

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

ANTALL PRØVER: 2

ANMERKNINGER: Prøve 9 tidligere oppdragsnr. 2001.0313 - Prøve 12 tidligere oppdragsnr. 2001.0452
Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.

Ferdig analysert	13. mar. 2002	Frank Berge
	Dato	OPERATØR



7491 TRONDHEIM
Tlf.: 73 90 40 00
Telefaks: 73 92 16 20



Oppdr.nr.	Prøve id.	Prøvetatt	Hg [µg/l]
1-313/01	Prøvenummer: 9	07.08 2001	< 0.01
1-452/01	Prøvenummer: 12	05.11 2001	< 0.01



7491 TRONDHEIM
Tlf.: 73 90 40 00
Telefaks: 73 92 16 20



METODE

Vannet filtreres gjennom et membranfilter med porestørrelse 0.45mm. Absorbansen måles ved 410nm. Resultatene er oppgitt uten benevning som konsentrasjon av platina (mg/l Pt) i en referanseløsning med samme absorbans. (Metoden tilsvarende tidligere Norsk Standard - NS 4787. 1 utg. 1988)

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

NEDRE BESTEMMELSES GRENSE : **1.4**

ANALYSEUSIKKERHET : ± 7.5 % rel.

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

ANTALL PRØVER: 12

ANMERKNINGER: Ingen

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

Bente Kjøsnes
OPERATØR



7491 TRONDHEIM
Tlf.: 73 90 40 00
Telefaks: 73 92 16 20



Oppdr.nr.	Prøve id.	Prøvetatt	Fargetall -
1-515/00	Prøvenummer: 1	04.12 2000	< 1.4
1-002/01	Prøvenummer: 2	03.01 2001	2
1-068/01	Prøvenummer: 3	12.02 2001	3.3
1-100/01	Prøvenummer: 4	06.03 2001	2.4
1-154/01	Prøvenummer: 5	18.04 2001	< 1.4
1-182/01	Prøvenummer: 6	08.05 2001	1.9
1-215/01	Prøvenummer: 7	05.06 2001	2
1-267/01	Prøvenummer: 8	03.07 2001	< 1.4
1-313/01	Prøvenummer: 9	07.08 2001	< 1.4
1-348/01	Prøvenummer: 10	04.09 2001	1.1
1-398/01	Prøvenummer: 11	02.10 2001	< 1.4
1-452/01	Prøvenummer: 12	05.11 2001	< 1.4



7491 TRONDHEIM
Tlf.: 73 90 40 00
Telefaks: 73 92 16 20



UTFØRES ETTER TIDLIGERE NORSK STANDARD - NS 4723 (2 utg. 1989).

INSTRUMENT TYPE : Hach 2100 A Turbidimeter

NEDRE BESTEMMELSESGRENSE : 0.05 FTU

ANALYSEUSIKKERHET

Måleområde / FTU	Usikkerhet
0.05 - 1.0	± 0.04 FTU
1.0 - 10	± 0.4 FTU
10 - 100	± 4 FTU
100 - 1000	± 40 FTU

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

ANTALL PRØVER: 12

ANMERKNINGER: Ingen

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

Bente Kjøsnes
OPERATØR



7491 TRONDHEIM
Tlf.: 73 90 40 00
Telefaks: 73 92 16 20



Oppdr.nr.	Prøve id.	Prøvetatt	Turbiditet FTU
1-515/00	Prøvenummer: 1	04.12 2000	0.13
1-002/01	Prøvenummer: 2	03.01 2001	0.12
1-068/01	Prøvenummer: 3	12.02 2001	0.09
1-100/01	Prøvenummer: 4	06.03 2001	0.13
1-154/01	Prøvenummer: 5	18.04 2001	0.1
1-182/01	Prøvenummer: 6	08.05 2001	0.14
1-215/01	Prøvenummer: 7	05.06 2001	0.13
1-267/01	Prøvenummer: 8	03.07 2001	0.12
1-313/01	Prøvenummer: 9	07.08 2001	0.08
1-348/01	Prøvenummer: 10	04.09 2001	0.12
1-398/01	Prøvenummer: 11	02.10 2001	0.1
1-452/01	Prøvenummer: 12	05.11 2001	0.09