

**Oppfølgende miljøundersøkelse ved
Kollsnes gassanlegg i 1998
Grunn- og ferskvann**

RF-1999/045

Vår referanse: 613/654819	Forfatter(e): Øyvind F. Tvedten og Veslemøy Eriksen	Versjonsnr. / dato: Vers. 1 / 11. 03. 99
Ant. sider: 14 + vedlegg	Faglig kvalitetssikrer: Odd Ketil Andersen	Gradering: Åpen
ISBN: 82-7220-974-8	Oppdragsgiver(e): Statoil, Kollsnes gassanlegg	Åpen fra (dato):
Forskningsprogram:	Prosjekttittel: Oppfølgende miljøundersøkelse ved Kollsnes gassanlegg	

Emne:

Undersøkelsen er en videreføring av grunnlagsundersøkelsen som ble gjennomført i perioden 1991-92 og de oppfølgende miljøundersøkelsene i 1995 og 1997. Hensikten har vært å overvåke hvordan utbyggingen og drift av Kollsnesanlegget påvirker det ytre miljø. Denne undersøkelsen omhandler sentrale parametre i seks grunnvannsbrønner og ett ferskvann og er den andre som er gjort etter at produksjonen startet høsten 1996.

Emne-ord:

Gassanlegg, vannkjemi, næringsalter, oksygenforhold, hydrokarboner, bly, grunnvannsbrønner, ferskvann

RF - Rogalandforskning er sertifisert etter et kvalitetssystem basert på NS - EN ISO 9001


 Prosjektleder
 Veslemøy Eriksen


 for RF - Miljø og næringsutvikling
 Kåre Netland

Innhold

Sammendrag	ii
1 INNLEDNING.....	1
2 MATERIALE OG METODE	2
2.1 Ferskvann	2
2.2 Grunnvannsbrønner.....	2
2.3 Analysemetoder.....	4
2.3.1 Fargetall, turbiditet, næringsalter, sulfat, klorid, organisk karbon, pH og bly	4
2.3.2 Hydrokarboner (THC)	4
3 RESULTATER OG DISKUSJON	5
3.1 Ferskvann	5
3.2 Grunnvannsbrønner.....	6
4 KONKLUSJON	13
5 REFERANSER	14
6 VEDLEGG	15

Sammendrag

Resultatene fra målingene i Stølevatn viste ingen indikasjoner på at utbyggingen og driften av Kollsnesanlegget har påvirket vannkvaliteten. Stølevatn er 10 m dypt og oksygeninnholdet i bunnvannet varierer med årstiden, og har typisk lavest verdier på sensommer/tidlig høst.

Av de seks grunnvannsbrønnene skiller Brønn 1 seg spesielt ut i fra de andre. Dette har også vært tilfelle tidligere. Vannet i brønnen er tydelig påvirket av humusstoffer. Det har høyt fargetall, høyt innhold av TOC og bly (i forhold til de andre). I tillegg inneholder det til tider lite oksygen.

Brønn 2 og 5 skiller seg fra de andre ved at nitratinnholdet er mye høyere. Årsaken ligger trolig i lokale nitrogenkilder. I Brønn 2 ble høyt innhold først observert i 1997 og i Brønn 5 i 1995. Brønn 2 er plassert i et område som få år siden er tillaget med jord og beplantning (gress) og gjødslet. Ved Brønn 5 ble det tidligere utført spregningsarbeid med nitrogenholdig sprengstoff.

For analyseparametrene pH, turbiditet, klorid, sulfat og fosfor var det ingen vesentlige endringer i forhold til i 1997, med unntak av flere høye fosforverdier enn tidligere.

Det ble ikke funnet kvantifiserbare mengder hydrokarboner (THC) i 1998 og sammen med resultater fra tidligere undersøkelser viser dette at grunnvannet ikke er forurenset av THC.

1 Innledning

Denne undersøkelsen omhandler vannundersøkelser i Stølevatn og grunnvannsbrønner. Det ble gjort to innsamlinger i 1998. Analyseparametrene og omfanget er ikke helt det samme som i undersøkelsene i 1995 og i 1997, men de fleste parametre er felles. Undersøkelsene har hatt som mål å avdekke mulige effekter som driften ved Kollsnes gassanlegg har på det ytre miljø i nærområdet.

I forbindelse med grunnlagsundersøkelser (Hansen 1992, Kambestad m. fl. 1992) av det ytre miljø i 1991-1992 ble det etablert seks grunnvannsbrønner. Brønnenes plassering er basert på kunnskap om hydrogeologi og utbyggingsplanen for området.

Undersøkelsene i 1995 og i 1997 (Myhrvold m. fl. 1996, Tvedten m. fl. 1998) har ikke avdekket resultat som viser at utbyggingen og driften på Kollsnes hadde påvirket Stemmevatn, Midtre Rotevatn eller Stølevatn (Stemmevatn ble ikke undersøkt i 1997).

Data fra grunnvannsbrønnene viste at de fleste ikke har blitt utsatt for økt næringstilgang i forbindelse med byggeaktiviteten eller driften på Kollsnes. Det ble imidlertid funnet økt innhold av nitrat/nitritt i Brønn 5, sannsynligvis skyldtes dette nærliggende spregningsarbeid hvor det ble benyttet nitrogenholdig sprengstoff (se kart i Figur 1). De målte blyverdiene (ikke målt i 1997) var lave i Brønn 2-6, og noe høyere i Brønn 1. Brønn 1 hadde også de høyeste verdiene ved undersøkelsen i 1995. I de øvrige brønnene indikerer dataene fra 1995 et noe lavere blyinnhold enn i 1991, og spesielt gjelder dette for Brønn 6.

Det ble ikke funnet hydrokarboner i brønnvannet i 1995 eller 1997, målt som totalt hydrokarbon- innhold (THC).

2 Materiale og metode

Feltarbeidet ble gjennomført 28. og 29. august og 26. november 1998. Det var sterk vind den 28. august og innsamling av prøver på Stølevatn ble utsatt til dagen etter. Også i november var det sterk vind og vi kunne ikke ta prøvene fra Stølevatn fra samme sted som tidligere. Innsamlingen i august ble foretatt av Veslemøy Eriksen og Narve Brattenborg og i november av Veslemøy Eriksen og Øyvind F. Tvedten.

Fem av brønnene ligger innenfor anleggsområdet, mens den siste brønnen er plassert nord på One og fungerer som referansebrønn (se kart Figur 1). Stølevatn ligger nord på One og er ca 10 meter dypt, og er en av drikkevannskildene i kommunen.

2.1 Ferskvann

Undersøkelsen i 1998 har omfattet;

- Målinger i Stølevatn. Målingene ble gjort i august og november, og omfattet måling av temperatur, oksygen, nitrat, ammonium og total nitrogen

Tidligere har blant annet også Midtre Rotevatn og Stemmevatn vært med i undersøkelsene. Midtre Rotevatn ligger mellom prosessanlegget og det ytre leiområdet. Vannet er ca 0,5 meter dypt.

Vannprøvene ble samlet fra båt med en vannhenter og overført til prøveflasker som ble oppbevart kjølig, og transportert til RF-Miljølab. Det ble tatt prøver fra overflaten, og på 5 og 8 m dyp i august. På grunn av meget kraftig vind (og gummibåt med padleårer) ble vannprøvene i november tatt nokså nær demningen ved utløpet. Der var det så grunt at prøven ble tatt fra 0, 1 og 2 m dyp. Oksygen og temperatur ble målt direkte i vannet med en Hydrolab Datasonde[®]3 Multiprobe logger. På grunn av tekniske problem med sonden i november ble oksygeninnholdet ikke målt.

2.2 Grunnvannsbrønner

Undersøkelsen i 1998 har omfattet;

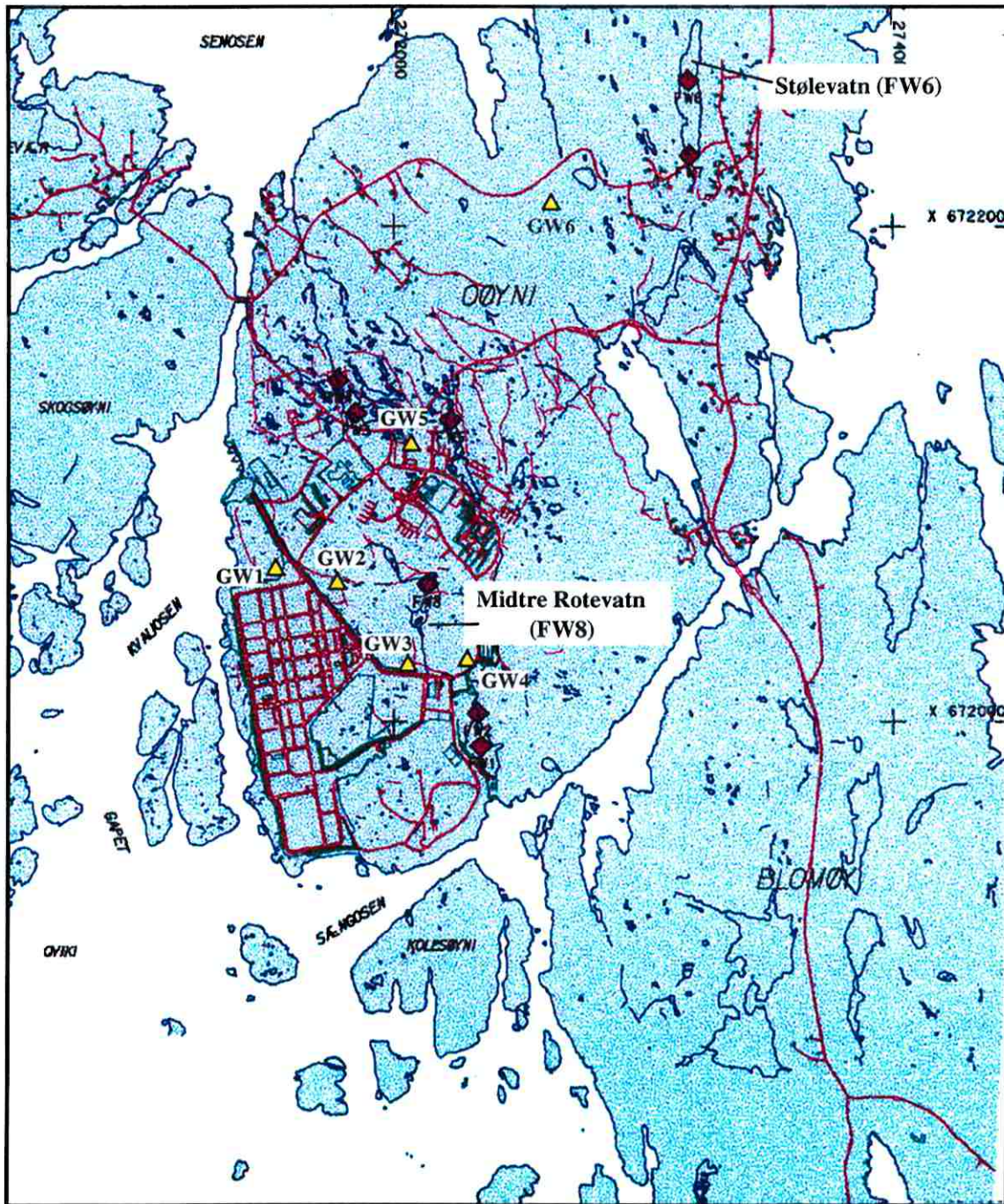
- Prøvetaking og analyser fra seks grunnvannsbrønner. Prøvene ble samlet inn i august og november, og analysert for flere vannkjemiske parametre: oksygeninnhold, pH, fargetall, turbiditet, klorid, sulfat, nitrat, total fosfor, totalt organisk innhold, bly og innhold av hydrokarboner.

Det ble tatt prøver Brønn 1-6 (GW 1-6 i Figur 1) ved to dybder. Det ble tatt to prøver fra hvert vandyp. Grunnvannsstanden ble målt før og etter prøvetaking og prøvene ble tatt på 2 og 10 meter under den målte vannstanden ved start av pumpen. Vannstanden ble målt på nytt etter prøvetaking.

Prøvene ble tatt med utstyr innkjøpt fra Geonor. Det ble brukt 12 "engangspumper" med tilhørende slange og kabel. Løftehøyden pr. pumpe er maksimalt 10 meter. Pumpene kan seriekobles for å øke løftehøyden, hvor 3 pumper gir maksimum 30 m.

Dette er tilsvarende utstyr som ble brukt i grunnlagsundersøkelsen og ved de oppfølgende undersøkelsene i 1995 og 1997.

Ved begge prøvetakingsperiodene lot vi vannet renne ca. ett minutt før prøvetakingen startet. Alle prøveflasker ble skylt før de ble fylt opp (unntatt THC- og blyflaskene). Oksygen, temperatur ble målt umiddelbart ved hjelp av en Hydrolab Datasonde 3 Multiprobe logger som ble satt i prøvevann i en bøtte. I november ble to prøveflasker (en av to parallell) for THC-analyser knust under transport.



Figur 1. Kart over innsamlingsområdet med de seks grunnvannsbrønnene (GW 1-6) og Stølevatn (FW 6) markert.

2.3 Analysemetoder

2.3.1 Fargetall, turbiditet, næringsalter, sulfat, klorid, organisk karbon, pH og bly

Analysene ble utført på RF-Miljølab som er akkreditert etter NS-EN 45001. Fargetallet ble analysert etter NS 4787 1/88, og turbiditeten etter St. meth.2130B/92. Innholdet av sulfat ble analysert etter NS 4762 1/88, nitrat ble analysert etter NS 4745 2/91, kloridinnholdet ble analysert etter NS 4769 1/85, mens fosforinnholdet ble analysert etter NS 4725 3/84. Innholdet av organisk karbon, målt som TOC ble analysert etter NS-ISO 8245 1/91. Surhetsgrad (pH) ble målt i henhold til norsk standard NS 4720, med et Radiometer PHM 82 pH-meter og kombinert elektrode (Radiometer GK 2401 C). Blyinnholdet ble målt ved hjelp av ICP-MS etter RF-j7 metode.

2.3.2 Hydrokarboner (THC)

Grunnvannsprøvene ble samlet på glødet enliters flasker og sendt samme dag til analyselaboratoriet og oppbevart nedkjølt frem til analyse. GC/FID-screening ble utført av Miljø-Kjemi, Norsk Miljø Senter, i Oslo, som er akkreditert for denne analysen. Metoden er beskrevet i Miljø-Kjemi's dokument MK-2201.

Vannprøven ekstraheres med n-pentan. Ekstraktet analyseres ved gasskromatografi med flammeionisasjonsdetektor (GC/FID). Deteksjonsgrensen er mellom 5 - 50 µg/l for hydrokarbonblandinger. Analyseusikkerhet: RSD 10 %, men ved verdier mindre enn 10 ganger metodens deteksjonsgrense opp til 50 %.

3 Resultater og diskusjon

Resultatene fra målinger og analyser av fersk- og grunnvann er vist i figurer, tabeller og i vedleggene.

3.1 Ferskvann

Temperatur og oksygenmålingene (august) i 1998 viste liten forskjell mellom vanddybene (Tabell 1). Det var ca. 14 °C i august og 4 °C i november. Avkjøling av vannet om høsten gjør at en eventuell lagdeling i vannsøylen nedbrytes og mulighetene for omrøring øker. Det ble ikke målt lave oksygenverdier.

I august 1995 var det en større forskjell mellom overflate- og bunnvann i Stølevatn. Bunnvannet var den gang kaldere (14,2 °C) enn overflaten (17,4 °C) og hadde meget lavt oksygeninnhold (0,3 mg/l). Dette var endret i november 1995, hvor vannmassene var mer homogene og oksygeninnholdet var høyt helt ned til bunn.

Ved undersøkelsen i 1991 ble laveste oksygeninnhold i Stølevatn målt i juli, mens det allerede i august hadde skjedd en blanding i vannet. I 1995 skjedde denne blandingen noe senere på sesongen, og ved novembermålingen var vannmassen godt blandet og oksygenforholdene gode helt ned til bunnen. I 1997 hadde sjiktningen blitt nedbrutt før innsamlingen i september.

I august var det meget stor spredning i totalnitrogeninnholdet i de forskjellige vanddyb (230-1900 µg/l). En ekstrem høy totalnitrogenverdi ved bunnen kan ikke uten videre forklares og bør ikke vektlegges. Trolig er verdien så høy, fordi en har fått med partikler fra bunnen. I samme vannprøve var nitrat- og nitrittinnholdet lavt. Ammoniumsinnholdet i 1998 var lavt eller under deteksjonsgrensen. I grunnlagsundersøkelsen varierte nitratinnholdet fra 10-100 (µg/l), med de fleste verdier fra 10-30, totalnitrogeninnholdet var fra 188-255 (µg/l). I 1995 og 1997 ble det ikke målt nitrogenforbindelser. Det er få data til å trekke noen tidsutvikling ut i fra, men nitratinnholdet kan synes å ha økt i forhold til i grunnlagsundersøkelsen.

Tabell 1. Resultater fra vannmålinger og analyser i Stølevatn i 1998. Se metode kapittelet for forklaringer til vanddyb.

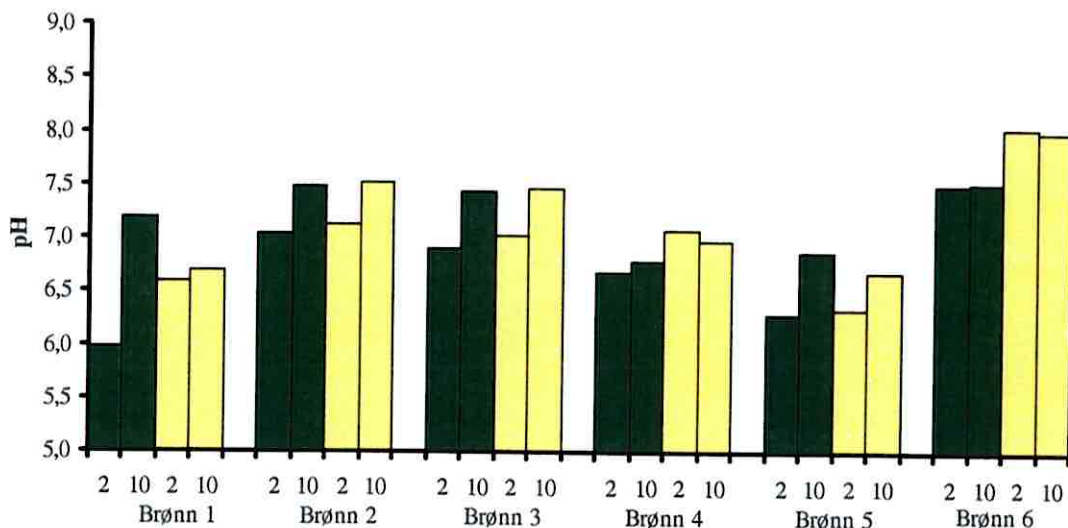
Prøve	Dyp (m)	Temp (°C)	Oksygen (mg/l)	Total nitrogen (µg/l)	Nitrat+nitritt (µg/l)	Ammonium (µg/l)
August	Overflate	14,0	11,9	230	82	<20
	5	13,5	11,1	260	150	22
	8	13,5	12,0	1900	<4	<20
November	Overflate	4,0	-	180	45	<20
	1	4,0	-	210	43	<20
	2	4,0	-	170	40	<20

3.2 Grunnvannsbrønner

Vannstanden var vanligvis mellom 2-4 m lavere etter at pumpingen av vann til prøvene var ferdig. Dette medfører at prøvene sannsynligvis ikke representerer vann fra de gitte dyp men snarere representerer en integrert vannprøve fra ulike dyp i brønnen. Det ble tatt to prøver fra hvert vanddyb. Resultatene fra feltarbeidet og analysene også vist i vedleggene.

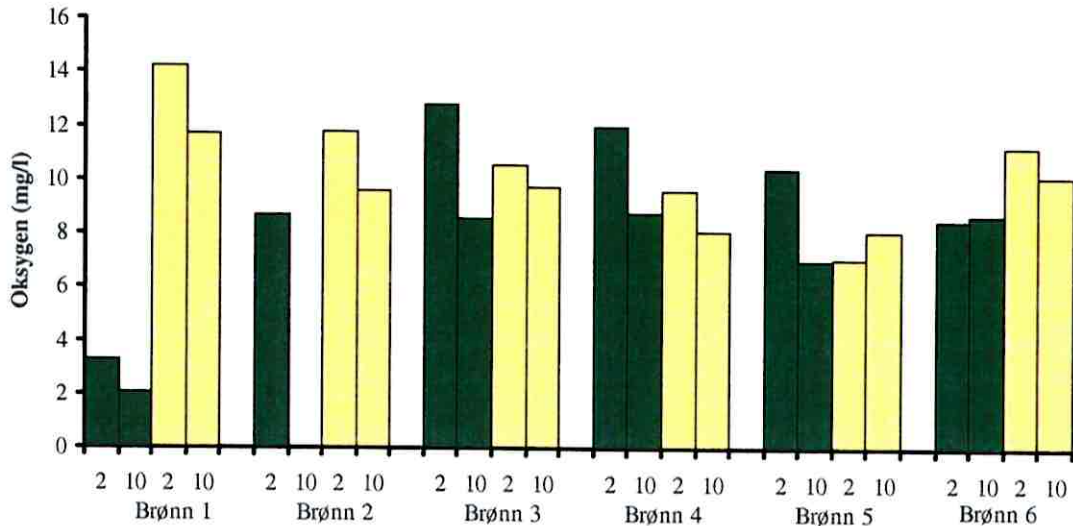
Brønn 1 er plassert i nedre kanten av en myr, og vannet i denne var som tidligere klart humuspåvirket (gulbrunt) både i august og november. I november var vannet i Brønn 4 svakt gulig/grålig, men vannet i de øvrige brønnene var klart ved begge tidspunkt. I 1997 var vannet i Brønn 5 også gul-brunt.

Figur 2 viser resultater fra pH målinger. De fleste pH verdiene ligger mellom 6 og 7,5. Vannet er altså fra svakt surt til litt basisk og det er vanligvis høyest pH i den dypeste vannprøven. Det var lavest pH i Brønn 5 og høyest i Brønn 6. Brønn 1 og 5 er trolig påvirket av tilsig av myrvann med lav pH. Det er også målt høyt innhold av nitrat i Brønn 5 (se lenger nede i teksten) og nitrogenforbindelser kan også gi lavere pH.



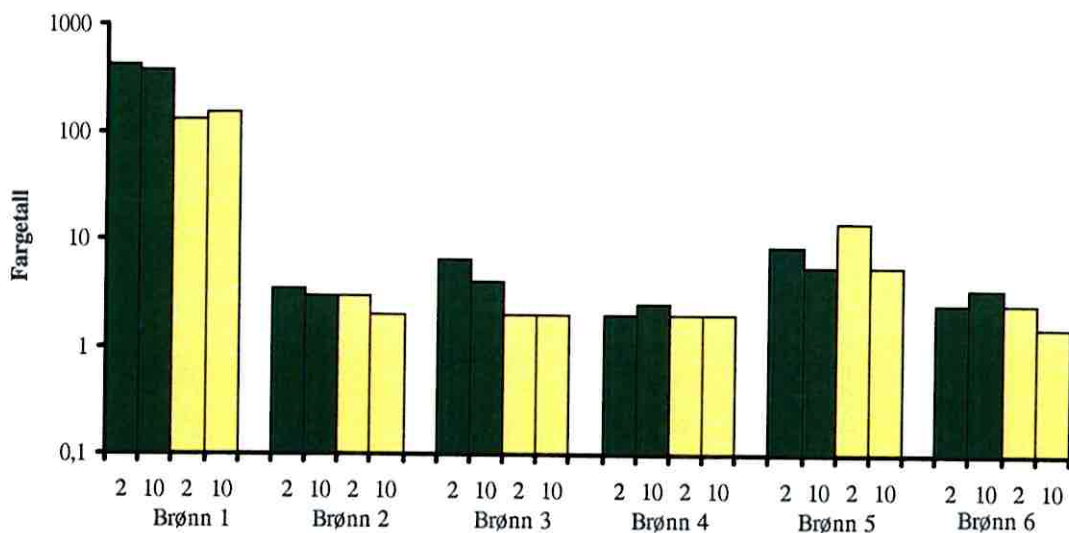
Figur 2. Resultater av pH målinger (gjennomsnitt) i grunnvannsbrønner i august (grønne søyler) og i november (gule søyler) 1998. Det ble tatt prøver fra 2 m og 10 m og to prøver i fra hvert dyp.

Oksygeninnholdet var lavest (2,2 og 1,9 mg/l) på 2 og 10 m dyp i Brønn 1 i august. I alle de andre vannprøvene var oksygeninnholdet tilfredsstillende og i Brønn 1 var det rikelig med oksygen i november. Det luktet ikke råttent (H_2S) av noen vannprøver. Også i 1995 og 1997 ble det målt lavt (henholdsvis 1,6 og 0,7 mg/l) oksygeninnhold på 10 m i Brønn 1. Årsaken til det lave oksygeninnholdet kan være stort forbruk av oksygen ved nedbrytning av organiske stoffer (f.eks. humus).



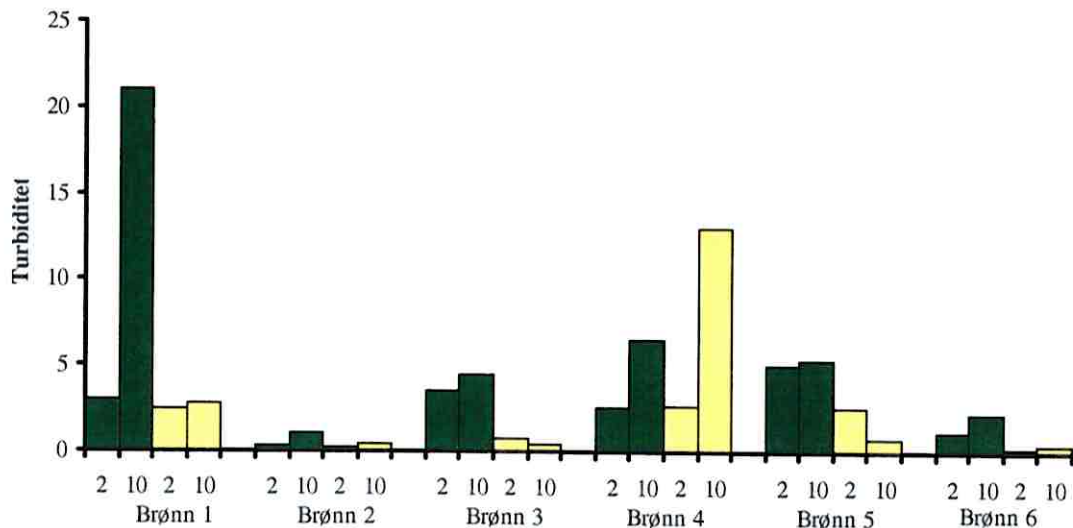
Figur 3. Resultater (gjennomsnitt) fra oksygenmålinger (mg/l) i grunnvannsbrønner i august (grønne søyler) og i november (gule søyler) 1998. Det ble tatt prøver fra 2 m og 10 m og to prøver i fra hvert dyp.

Fargetall er et uttrykk for humusinnholdet i vannet, hvor høyt innhold av humus gir høyt fargetall. Resultatene er vist i Figur 4. Brønn 1 er i en helt annen klasse enn de andre brønnene og forskjellen mellom Brønn 1 og de øvrige skyldes humuspåvirkning. Også Brønn 5 har høyere fargetall enn de andre. Brønn 1 hadde fargetall rundt 400 i august og 130 i november. I de øvrige brønnene var verdiene opp til 15 i 1998. I 1997 ble det målt mellom 300-400 i Brønn 1. Resultatene tilsvarer også det som ble funnet i grunnlagsundersøkelsen og i 1995, men fargetallet var litt høyere i 1997 og 1998 sammenlignet med 1995.



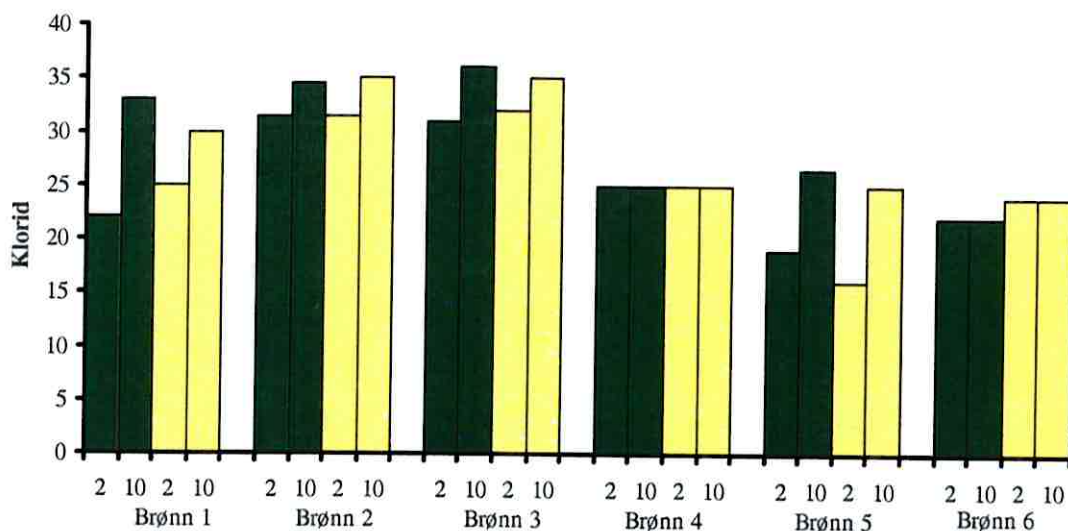
Figur 4. Resultater (gjennomsnitt) fra fargetall i grunnvannsbrønner i august (grønne søyler) og i november (gule søyler) 1998. Skalaen på y-aksen er logaritmisk. Det ble tatt prøver fra 2 m og 10 m og to prøver i fra hvert dyp.

Turbiditeten, som er et mål på uklarheten i prøven, var gjennomgående lav i alle prøvene (Figur 5). Som tidligere er det noen prøver som skiller seg ut med høy verdi. Det er vanligvis høyest turbiditet i de dypeste prøvene. Det er ikke noen tydelig utvikling i forhold til i 1995 og 1997, men det er færre høye verdier.



Figur 5. Resultater (gjennomsnitt) fra turbiditetmålinger (FTU) i grunnvannsbrønner i august (grønne søyler) og i november (gule søyler) 1998. Det ble tatt prøver fra 2 m og 10 m og to prøver i fra hvert dyp.

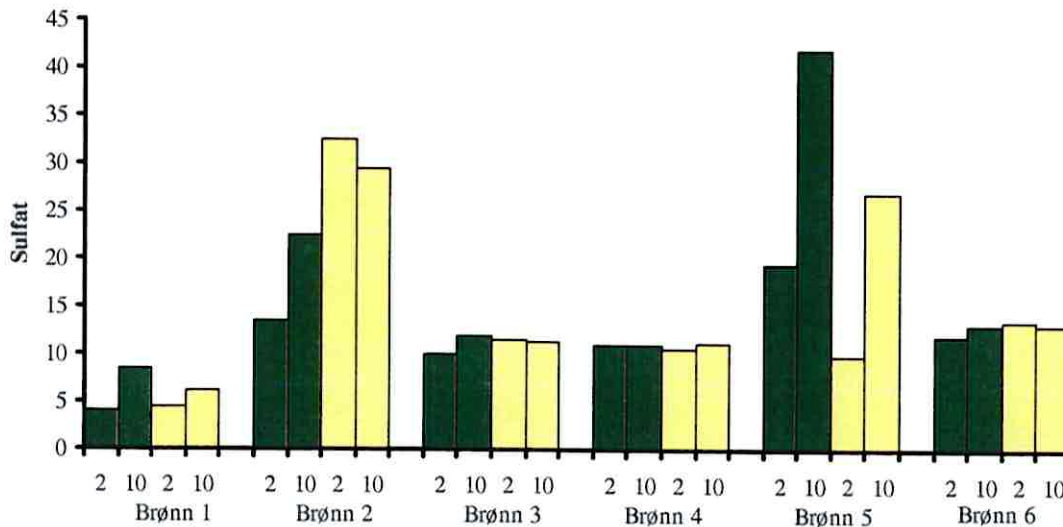
Innholdet av klorid i brønnvannet kan brukes til å vurdere hvorvidt det er kommet saltvannsinnslag i brønnene. Resultatene er vist i Figur 6. Verdiene lå i samme område som ved undersøkelsene i 1995 og 1997 og grunnlagsundersøkelsen, og varierte fra 16 til 36 mg/l. Dette er typisk for kystnære områder og viser at brønnene ikke har fått økt saltvannsinnslag. Brønn 1, som ligger nærmest sjøen, har ikke høyere kloridinnhold enn de andre stasjonene.



Figur 6. Resultater (gjennomsnitt) fra kloridmålinger (mg/l) i grunnvannsbrønner i august (grønne søyler) og i november (gule søyler) 1998. Det ble tatt prøver fra 2 m og 10 m og to prøver i fra hvert dyp.

Sulfatinnholdet i brønnene ble ved grunnlagsundersøkelsen rapportert å være noe over 20 mg/l. I undersøkelsene fra 1998, 1997 og 1995 ligger nivået noe lavere (10-20 mg/l). Unntak er brønn 5, hvor sulfatinnholdet ble rapportert til ca 80 mg/l ved begge innsamlingene i 1995. I 1997 var det en ekstremverdi (213 mg/l) i september på 2 m i Brønn 5 og også i 1998 var det noen høye verdier i Brønn 5. Sulfatinnholdet i Brønn 2 var høyere i 1998 og 1997 enn i 1995. Årsaken til at Brønn 5 (og Brønn 2) har høyere

sulfatinnhold enn de andre brønnene kan være at det er lokale kilder til svovel. Begge stasjonene har også høyt nitrogeninnhold.



Figur 7. Resultater (gjennomsnitt) fra sulfatmålinger (mg/l) i grunnvannsbrønner i august (grønne søyler) og i november (gule søyler) 1998. Det ble tatt prøver fra 2 m og 10 m og to prøver i fra hvert dyp.

Økt innhold av nitrogen henger nøye sammen med økt næringstilgang, fra for eksempel gjødsling, kloakkforurensning og nitrogenoksider (NO_x) i nedbør. Ved grunnlagsundersøkelsen ble samtlige brønner rapportert å ha lave verdier. Med unntak av Brønn 2 og 5, så har det ikke skjedd noen endring i nitratmålingene fra grunnlagsundersøkelsen i 1991. I 1998 varierte innholdet mellom 12,5 og 145 $\mu\text{g/l}$ for de øvrige brønnene, mens maksimalinnholdet i Brønn 2 og 5 er målt til 2000 til 8600 $\mu\text{g/l}$ (Figur 8). Dette er på nivå med det som ble målt i 1997. I vann med normalt oksygeninnhold er det lite nitrogen som finnes som nitritt, slik at de oppgitte verdiene i første rekke er nitrogen i form av nitrat.

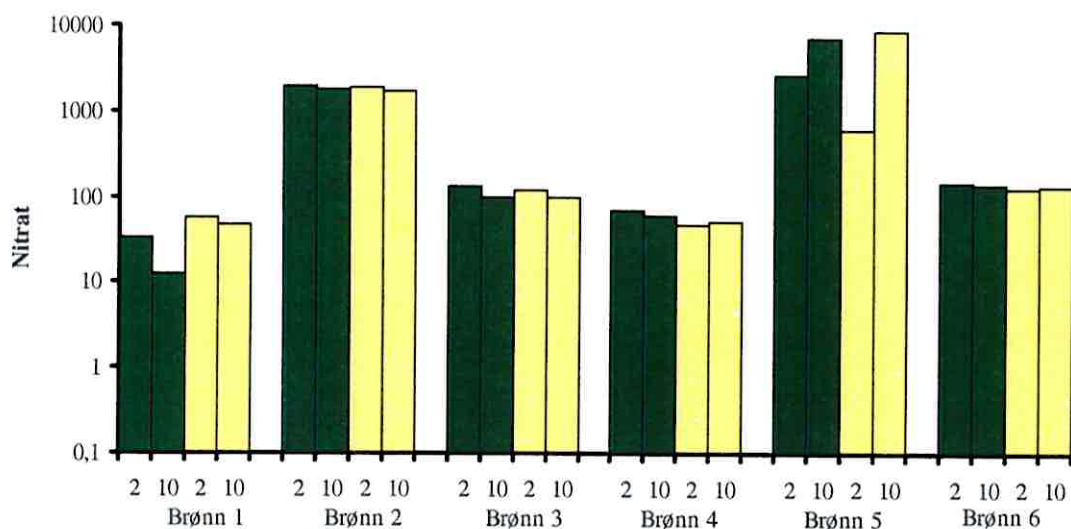
I 1995 ble de forhøyede nitratverdiene i Brønn 5 forklart med spregningsarbeider på kondensatrørledning fra Kollsnes til Sture. Grøften til denne ledningen går ca. 100 m. fra Brønn 5. Til spregningen ble det benyttet Anolit som består av ammoniumnitrat (30-100%) og mineralolje (1-10%). Brønn 5 er plassert i nærheten av et område som er beplantet med gress som er gjødslet, og dette kan også være en kilde til nitrat i grunnvannet. Liten endring i nitratverdiene fra 1995, 1997 til 1998, tyder på at det er lite forbruk eller utvasking av nitrat i fra grunnvannet, eventuelt at det fremdeles har vært tilførsler av nitrogenholdige forbindelser.

Økning av nitratinnhold i Brønn 2 fra litt under 300 i 1995 til 2000 i 1998 tyder på at det har vært tilførsel av nitrogenholdige stoffer til dette området.

Det kan være flere kilder til nitrogen i brønnvannet. Det kan komme via regnvann, eller bli utskylt fra jorden, eventuelt kan det være tilført nitrogenforbindelser til jorden. Vi ville forvente at tilførsler via regnvann hadde gitt en mindre økning og at den var mer jevnt fordelt på alle brønnene. Brønn 2 er plassert i et område som i det siste er tillaget med jord og beplantning (gress). Dette området har blitt gjødslet og sannsynligvis er dette årsaken til nitrat i grunnvannet.

Nedgang i nitrogeninnholdet kan i første rekke skje ved tilførsel av nytt vann som inneholder lite nitrogen, eller ved naturlige bakterielle prosesser (denitrifisering) hvor nitrat omdannes til nitrogengass. Forbruk av nitrat i forbindelse med fotosyntese er ikke mulig siden det ikke er lys i brønnene. Fremtidige undersøkelser vil avdekke endringer i nitratinnholdet, og vi anbefaler å holde nitratverdiene under oppsyn i videre undersøkelser. I tillegg ville økt kunnskap om vannvolum og utskiftningsrater i grunnvannet bidra til å forstå prosessene i forbindelse med nitratinnholdet.

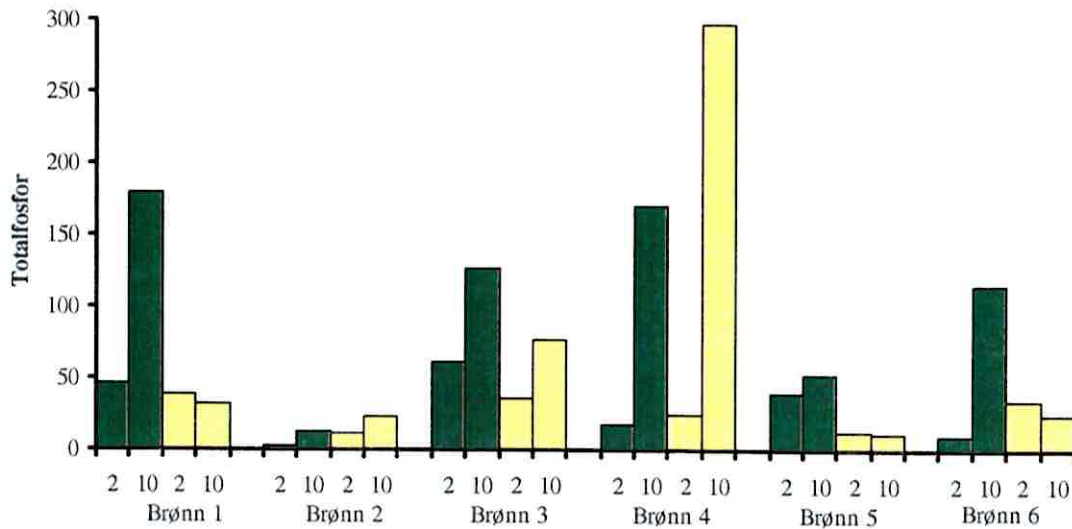
For drikkevann er grensen for nitratinnhold satt til 10000 $\mu\text{g/l}$ og det er ingen prøver som hadde høyere innhold enn dette. I forhold til nitratinnhold var grunnvannet egnet som drikkevann.



Figur 8. Resultater (gjennomsnitt) fra nitrogenmålinger (nitrat+nitritt, $\mu\text{g/l}$) i grunnvannsbrønner i august (grønne søyler) og i november (gule søyler) 1998. Skalaen på y-aksen er logaritmisk. Det ble tatt prøver fra 2 m og 10 m og to prøver i fra hvert dyp.

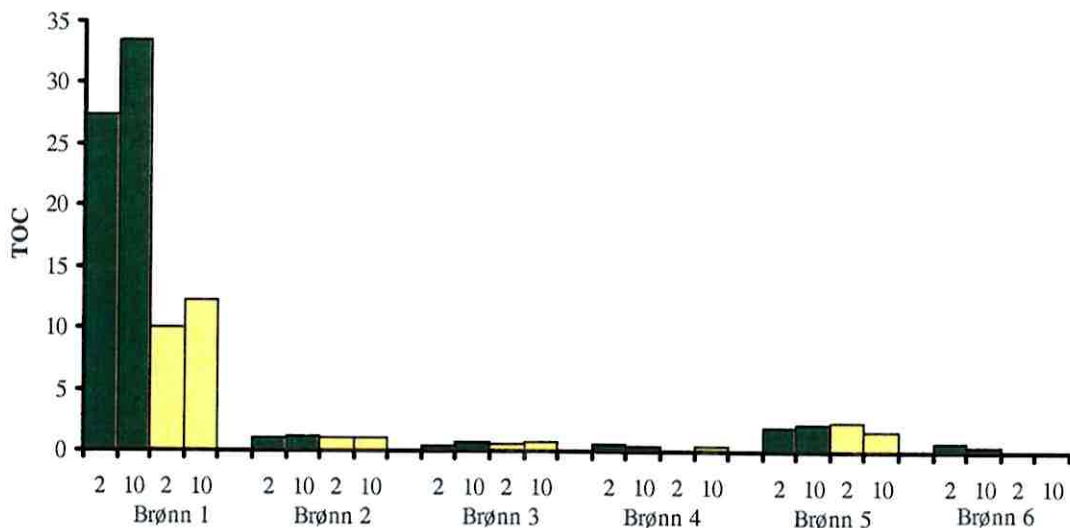
Fosforinnholdet i noen prøver fra 1998 var mye høyere enn i tidligere undersøkelser. I fem prøver var innholdet over 100 $\mu\text{g/l}$ og så høye verdier ble ikke målt i 1995 og 1997. I noen av disse prøvene var det stor forskjell mellom parallellene, men vi kan ikke forklare resultatene med feil i analysene. De fleste prøvene hadde under 50 $\mu\text{g P/l}$. De høyeste verdiene ble funnet i prøvene fra 10 m, dette skyldes trolig innhold av partikler som fosfor er bundet til.

En viss likhet mellom figurene for turbiditet og fosfor, antyder at det er samme årsaker som forårsaker variasjonene mellom prøvene. Fosfat bindes lett til små partikler.



Figur 9. Resultater (gjennomsnitt) fra totalfosformålinger ($\mu\text{g/l}$) i grunnvannsbrønner i august (grønne søyler) og i november (gule søyler) 1998. Det ble tatt prøver fra 2 m og 10 m og to prøver i fra hvert dyp.

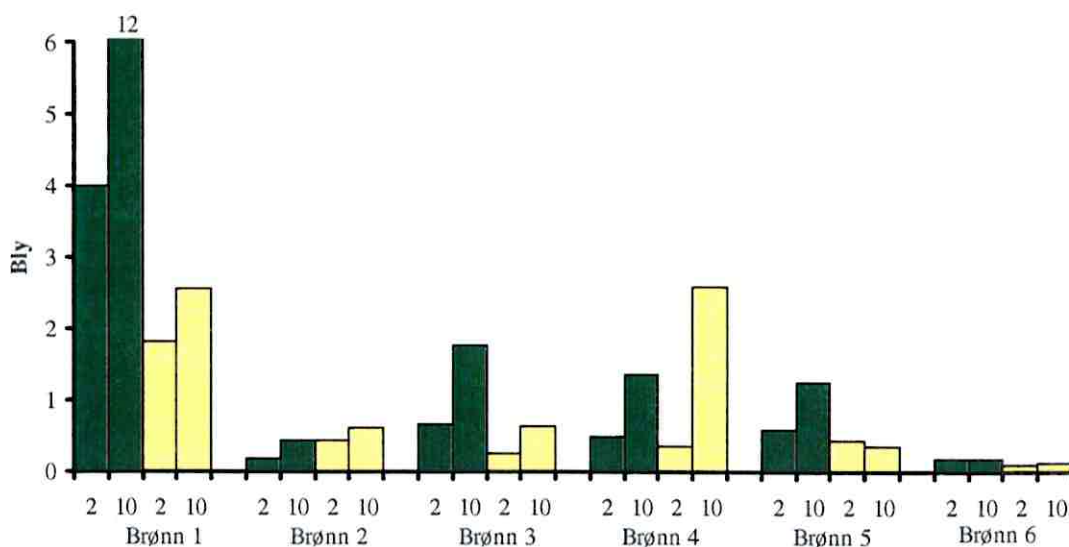
Innholdet av organisk karbon, målt som TOC var lavt i alle brønnene, med unntak av den humuspåvirkede Brønn 1 (Figur 10). Innholdet avtok fra august til november. Lignende resultater ble funnet i 1995 og 1997. I desember 1997 var det også noen høye verdier i Brønn 3, 4 og 5, men det var ikke tilfelle i 1998. I Brønn 1 er det trolig tilsig av vann med høyt organisk innhold (f.eks. humus) som gir høye TOC-verdier. Det er også høyt fargetall i prøvene og dette tyder på at det er mye humusstoffer i vannet.



Figur 10. Resultater (gjennomsnitt) fra målinger av totalt organisk karbon (TOC mg/l) i grunnvannsbrønner i august (grønne søyler) og i november (gule søyler) 1998. Det ble tatt prøver fra 2 m og 10 m og to prøver i fra hvert dyp.

Blyinnholdet var høyest i Brønn 1 og jevnt over lavt i de andre brønnene (Figur 11). Dette ligner resultatene fra 1991 og 1995. I 1995 var blyinnholdet 10-11 ($\mu\text{g/l}$) på 10 m i Brønn 1. Bly er tungt og bindes lett til partikler i vann, og det var høyest innhold i de dypeste prøvene. En betydelig reduksjon fra august til november 1998 i Brønn 1 tyder på at det har skjedd en utsedimentering av bly (TOC-innholdet ble også redusert).

Tilsvarende reduksjoner ble ikke observert høsten 1995. Blyet er trolig utvasket fra jordsmonnet.



Figur 11. Resultater (gjennomsnitt) fra målinger av blyinnhold ($\mu\text{g/l}$) i grunnvannsbrønner i august (grønne søyler) og i november (gule søyler) 1998. Det ble tatt prøver fra 2 m og 10 m og to prøver i fra hvert dyp.

I alle prøver fra 1998 var THC- innholdet under deteksjonsgrensen ($5\text{-}50 \mu\text{g/l}$) og dette viser at grunnvannet ikke var forurensset. I 1997 ble det funnet hydrokarboner i noen av prøvene, men det ble antatt at dette skyldes forurensning ved prøvetaking eller analysefeil. Resultatene fra 1998 støtter denne antagelsen. Det ble heller ikke funnet kvantifiserbare THC-mengder i 1995.

4 Konklusjon

Resultatene fra målingene i Stølevatn viste ingen indikasjoner på at utbyggingen og driften av Kollsnesanlegget har påvirket vannet. Stølevatn er 10 m dypt og oksygeninnholdet i bunnvannet varierer med årstiden, og har typisk lavest verdier på sensommer/tidlig høst.

I grunnvannsprøvene hadde vannet omtrent samme pH som i 1997 (6-7,5) og det var noe lavere enn i 1995. Særlig var dette tydelig i Brønn 5. Svak gulffarge på vannet kan tyde på at tilsig fra myr som gir lav pH. Tilførsel av nitrogenforbindelser (Brønn 5) kan også gi surere vann.

Fargetall, turbiditet og kloridinnhold var omtrent som i tidligere undersøkelser. Fargetallet er mye høyere i vann fra Brønn 1 enn i de andre brønnene og dette skyldes humusstoffer i vannet.

Med unntak av i Brønn 2 og 5, var det ikke noen endring av nitratinnholdet i forhold til undersøkelsene i 1991 og 1995. I 1998 og 1997 ble det funnet en vesentlig økning av nitratinnhold i Brønn 2 i forhold til i 1995. Årsaken til dette er sannsynligvis tilførsel av kunst- og naturlig gjødsel. Brønn 2 er plassert i et område som i for få år siden er tillaget med jord og beplantning (gress) og gjødslet. Som i 1995 og 1997 var det også høyt innhold av nitrat i Brønn 5. Sannsynligvis skyldes dette tilførsel av nitrogenholdig vann etter spregningsarbeid med nitrogenholdig sprengstoff i nærheten. Liten endring i nitratverdiene fra 1995 til 1997 og 1998 i Brønn 5, tyder på at det er lite forbruk eller utvasking av nitrat i fra grunnvannet, eventuelt at det fremdeles har vært tilførsler av nitrogenholdige forbindelser. Nitratinnholdet i 1998 var lavere enn grenseverdien for drikkevann.

I Brønn 1, 3, 4 og 6 var det enkelte fosforverdier over 100 µg/l og så høyt er det ikke blitt målt tidligere. Den humuspåvirkede Brønn 1 hadde også høyest innhold av organisk karbon (TOC).

Blyinnholdet var betydelig høyere i Brønn 1 i forhold til de andre brønnene og nivået var som i 1991 og 1995. En betydelig reduksjon i fra august til november tyder på at metallet hadde sedimentert ut av vannfasen. Trolig stammer blyet fra utvasking av det nærliggende jordsmonnet.

Det ble ikke funnet kvantifiserbare mengder hydrokarboner (THC) i 1998 og sammen med resultater fra tidligere undersøkelser viser dette at grunnvannet ikke er forurenset av THC.

5 Referanser

Hansen, H.J. 1992. *Hydrogeologi og grunnvannskjemi på Kollsnes i Øygarden.* - C030-X-S-RS-122 (02). Geoteam Terraplan a.s.

Kambestad, A., A. Bjørklund & Å. Åtland 1992. *Grunnlagsundersøkelse av ferskvannsressursene på One i Øygarden.* - Rapp. nr. 63, feb. 1992. Shell report C030-X-S-RS-133. Rådgivende Biologer AS.

Myhrvold, A., R. Küfner Lein, A. Skogen, K. F. Hansen 1996. *Oppfølgende miljøundersøkelse på Kollsnes 1995 Samlerapport.* RF-Rogalandsforskning. Rapport RF-96/169

Tvedten, Ø. F., V. Eriksen & A. Myhrvold 1998. *Oppfølgende miljøundersøkelse ved Kollsnes gassanlegg i 1997. Grunn- og ferskvann.* Rogalandsforskning. Rapport RF-98/096. 22 s.

6 Vedlegg

Vedleggstabell 1. Resultater fra feltinnsamling av grunnvannsbrønnene

Vedleggstabell 2. Analyseresultat fra ferskvannsprøvene

Vedleggstabell 3. Analyseresultat fra grunnvannsbrønnene.

Vedleggstabell 1. Redigerte feltskjema for prøvetagning av seks grunnvannsbrønner på Kollsnes august og november 1998. Det ble tatt prøver i fra to dyp (2 og 10 m) og gjort to målinger i hver prøve. Temperatur ble målt i november og dette var utenom kontrakten.

Brønn	1	Dato	28.08.98
Start tid	1500	Slutt tid	1530
Vannstand fra topp før pumping (m)	2	Vannstand fra topp etter pumping (m)	6

	O₂ mg/l
- 2 m	3,5-3,0
- 10 m	2,2-1,9

Kommentarer: Brunt vann

Brønn	1	Dato	26.11.98
Start tid	1310	Slutt tid	-
Vannstand fra topp før pumping (m)	1	Vannstand fra topp etter pumping (m)	3

	°C	O₂ mg/l
- 2 m	6,5	14-14,4
- 10 m	7	11,9-11,5

Kommentarer: Gult vann.

Brønn	2	Dato	28.08.98
Start tid	1530	Slutt tid	1540
Vannstand fra topp før pumping (m)	3,5	Vannstand fra topp etter pumping (m)	6

	O₂ mg/l
- 2 m	8,7-8,6
- 10 m	-

Kommentarer: -

Brønn	2	Dato	26.11.98
Start tid	-	Slutt tid	-
Vannstand fra topp før pumping (m)	3	Vannstand fra topp etter pumping (m)	-

	°C	O₂ mg/l
- 2 m	7	12-11,5
- 10 m	7,2	11,1-8

Kommentarer: -

Brønn	3	Dato	28.08.98
Start tid	1430	Slutt tid	1445
Vannstand fra topp før pumping (m)	7	Vannstand fra topp etter pumping (m)	10

	O₂ mg/l
- 2 m	13-12,6
- 10 m	8,6-8,5

Kommentarer: -

Vedleggstabell 3. Fortsettelse.

Brønn	3	Dato	26.11.98
Start tid	-	Slutt tid	-
Vannstand fra topp før pumping (m)	7	Vannstand fra topp etter pumping (m)	9

	°C	O ₂ mg/l
- 2 m	7,8	10,2-10,8
- 10 m	7	9,8-9,6

Kommentarer: -

Brønn	4	Dato	28.08.98
Start tid	1500	Slutt tid	1520
Vannstand fra topp før pumping (m)	6	Vannstand fra topp etter pumping (m)	9

	O ₂ mg/l
- 2 m	12,1-11,9
- 10 m	9,0-8,5

Kommentarer: -

Brønn	4	Dato	26.11.98
Start tid	-	Slutt tid	-
Vannstand fra topp før pumping (m)	5,5	Vannstand fra topp etter pumping (m)	8

	°C	O ₂ mg/l
- 2 m	7	10,2-9,0
- 10 m	7,2	8,2-8,0

Kommentarer: gulig/grålig vann.

Brønn	5	Dato	28.08.98
Start tid	1440	Slutt tid	1540
Vannstand fra topp før pumping (m)	3,5	Vannstand fra topp etter pumping (m)	4

	O ₂ mg/l
- 2 m	10,8-10
- 10 m	7,8-6,1

Kommentarer: -

Brønn	5	Dato	26.11.98
Start tid	-	Slutt tid	-
Vannstand fra topp før pumping (m)	2,5	Vannstand fra topp etter pumping (m)	3

	°C	O ₂ mg/l
- 2 m	7	6,5-7,6
- 10 m	7	8,1-8,0

Kommentarer: -

Vedleggstabell 3. Fortsettelse.

Brønn	6	Dato	28.08.98
Start tid	1100	Slutt tid	1120
Vannstand fra topp før pumping (m)	8	Vannstand fra topp etter pumping (m)	10,5

	O₂ mg/l
- 2 m	8,8-8,2
- 10 m	8,7-8,6

Kommentarer: -

Brønn	6	Dato	26.11.98
Start tid	-	Slutt tid	-
Vannstand fra topp før pumping (m)	8	Vannstand fra topp etter pumping (m)	9

	°C	O₂ mg/l
- 2 m	6,5	11-11,4
- 10 m	7	10-10,2

Kommentarer: -

Vedleggstabell 2. Analyseresultat fra ferskvannsprøvene

Innsamling i august 1998 er merket med Ref.nr. 98227

Innsamling i november 1998 er merket med Ref.nr. 98326

Veslemøy Eriksen
RF-Rogalandforskning



Prøver tatt dato:
Prøver mottatt dato: 01.09.98
Analyseperiode: 07.09.-09.09.98
Analyserapport sendt: 22.10.98

Ref.nr.: 98227
Prøvested: Kollsnes
Prøvetype: ferskvann

Analyse:	Prøver:	98227-1	98227-2	98227-3		
	Analyse- metode:	Stølevatn overfl.	Stølevatn 5 m	Stølevatn 10 m		
Totalnitrogen µg/l N	NS 4743 2/93	230	260	1900		
(Nitrat + nitritt) µg/l N	NS 4745 2/91	82	150	<4		
Ammonium µg/l N	NS 4746 1/75	<20	22	<20		

RF - Miljølab er akkreditert av Norsk Akkreditering (NA) i henhold til kravene i EN-NS 45001 og ISO/IEC Guide 25.
Analyseresultatene gjelder utelukkende for de analyserte prøvene. Prøvetaking er ikke omfattet av akkrediteringen.
Med mindre annet er skriftlig avtalt med RF, er kopiering av denne analyserapport kun tillatt dersom rapporten kopieres i sin helhet ©.

Med vennlig hilsen
RF - Miljølab

Inger-Lisa Andersen
Inger-Lisa Andersen
Kvalitetskontroll

Elin Horve
Elin Horve
Analytiker

Måleusikkerhet ved de aktuelle analyser fåes ved henvendelse til laboratoriet

Øyvind Tvedten
RF-Rogalandforskning



Prøver tatt dato: 26.11.98
Prøver mottatt dato: 27.11.98
Analyseperiode: 14.12.-21.12.98
Analyserapport sendt: 21.12.98

Ref.nr.: 98326
Prøvested: Kollsnes
Prøvetype: Ferskvann

Analyse:	Prøver:	98326-1	98326-2	98326-3		
	Analyse-metode:	Stølvatn 0 m	Stølvatn 5 m	Stølvatn 10 m		
Totalnitrogen $\mu\text{g/l N}$	NS 4743 2/93	180	210	170		
(Nitrat + nitritt) $\mu\text{g/l N}$	NS 4745 2/91	45	43	40		
Ammonium $\mu\text{g/l N}$	NS 4746 1/75	<20	<20	<20		

RF - Miljølab er akkreditert av Norsk Akkreditering (NA) i henhold til kravene i EN-NS 45001 og ISO/IEC Guide 25.
Analyseresultatene gjelder utelukkende for de analyserte prøvene. Prøvetaking er ikke omfattet av akkrediteringen.
Med mindre annet er skriftlig avtalt med RF, er kopiering av denne analyserapport kun tillatt dersom rapporten kopieres i sin helhet ©.

Med vennlig hilsen
RF - Miljølab

Inger-Lisa Andersen
Inger-Lisa Andersen
Kvalitetskontroll

Marit Mohn
Marit Mohn
Analytiker

Oppdragsgiver er kjent med laboratoriets måleusikkerhet ved de aktuelle analyser

Vedleggstabell 3. Analyseresultat fra grunnvannsbrønnene.

Innsamling i august 1998 er merket med Ref.nr. 98225*

Innsamling i august 1998, blyanalyser er merket med Ref.nr. 98228

Innsamling i november 1998 er merket med Ref.nr. 98325

Innsamling i november 1998, blyanalyser er merket med Ref.nr.

98227

*Ved innsamlingen i august ble prøvene fra Brønn 5 og 6 byttet om. Dette betyr at prøvene som er merket med Brønn 5 i analyserapport 98225 tilhører Brønn 6, og omvendt. Dette er det tatt hensyn til under rapportering.

Kodeforklaring (se analyserapport 98327) til prøvemerking for blyanalyser i november

K1	=	nov.1998	Brønn 1	-2m
K2	=	nov.1998	Brønn 1	-2m
K3	=	nov.1998	Brønn 1	-10m
K4	=	nov.1998	Brønn 1	-10m
K5	=	nov.1998	Brønn 2	-2m
K6	=	nov.1998	Brønn 2	-2m
K7	=	nov.1998	Brønn 2	-10m
K8	=	nov.1998	Brønn 2	-10m
K9	=	nov.1998	Brønn 3	-2m
K10	=	nov.1998	Brønn 3	-2m
K11	=	nov.1998	Brønn 3	-10m
K12	=	nov.1998	Brønn 3	-10m
K13	=	nov.1998	Brønn 4	-2m
K14	=	nov.1998	Brønn 4	-2m
K15	=	nov.1998	Brønn 4	-10m
K16	=	nov.1998	Brønn 4	-10m
K17	=	nov.1998	Brønn 5	-2m
K18	=	nov.1998	Brønn 5	-2m
K19	=	nov.1998	Brønn 5	-10m
K20	=	nov.1998	Brønn 5	-10m
K21	=	nov.1998	Brønn 6	-2m
K22	=	nov.1998	Brønn 6	-2m
K23	=	nov.1998	Brønn 6	-10m
K24	=	nov.1998	Brønn 6	-10m

Veslemøy Eriksen
RF-Rogalandforskning



Prøver tatt dato: 28.8-01.09.98
Prøver mottatt dato: 28.08.-20.10.98
Analyseperiode: 28.08.-20.10.98
Analyserapport sendt: 22.10.98

Ref.nr.: 98225
Prøvested: Kollsnes
Prøvetype: Vann

Analyse:	Prøver:	98225-1	98225-2	98239-3	98225-4	98225-5
	Analyse- metode:	brønn 1 2 m	brønn 1 2 m	brønn 1 10 m	brønn 1 10 m	brønn 2 2 m
Surhetsgrad (pH)	NS 4720 2/79	5,95	6,01	7,29	7,09	7,04
Fargetall	NS 4787 1/88	416	410	365	373	3,0
Turbiditet FTU	St.meth.2130B/92	3,5	2,5	20	22	0,35
Klorid mg/l Cl	NS 4769 1/85	23	21	33	33	31
Sulfat mg/l SO4	NS 4762 1/88	3,9	4,1	8,9	8,2	13
(Nitrat + nitritt) µg/l N	NS 4745 2/91	33	34	15	10	2000
Totalfosfor µg/l P	NS 4725 3/84	47	46	170	190	3,5
Total org. karbon (TOC) mg/l C	NS-ISO 8245 1/91	26,9	27,8	32	35	1,0



Prøver tatt dato: 28.8-01.09.98
 Prøver mottatt dato: 28.08.-20.10.98
 Analyseperiode: 28.08.-20.10.98
 Analyserapport sendt: 22.10.98

Ref.nr.: 98225
 Prøvested: Kollsnes
 Prøvetype: Vann

Analyse:	Prøver:	98225-6	98225-7	98225-8	98225-9	98239-10
	Analyse- metode:	brønn 2 2 m	brønn 2 10 m	brønn 2 10 m	brønn 3 2 m	brønn 3 2 m
Surhetsgrad (pH)	NS 4720 2/79	7,04	7,49	7,47	6,9	6,91
Fargetall	NS 4720 2/79	4	3	3	6	7
Turbiditet FTU	St.meth.2130B/92	0,26	1,1	1	3,2	3,8
Klorid mg/l Cl	NS 4769 1/85	32	35	34	31	31
Sulfat mg/l SO ₄	NS 4762 1/88	14	22	23	10	10
(Nitrat + nitritt) µg/l N	NS 4745 2/91	2000	1800	1800	130	130
Totalfosfor µg/l P	NS 4725 3/84	2,9	15	11	60	63
Total org. karbon (TOC) mg/l C	NS-ISO 8245 1/91	1,1	1,4	1	0,4	0,6



Prøver tatt dato: 28.8-01.09.98
 Prøver mottatt dato: 28.08.-20.10.98
 Analyseperiode: 28.08.-20.10.98
 Analyserapport sendt: 22.10.98

Ref.nr.: 98225
 Prøvested: Kollsnes
 Prøvetype: Vann

Analyse:	Prøver:	98225-11	98225-12	98225-13	98225-14	98225-15
	Analyse- metode:	brønn 3 10 m	brønn 3 10 m	brønn 4 2 m	brønn 4 2 m	brønn 4 10 m
Surhetsgrad (pH)	NS 4720 2/79	7,42	7,42	6,67	6,68	6,78
Fargetall	NS 4720 2/79	5	3	2	2	2
Turbiditet FTU	St.meth.2130B/92	3,6	5,4	3,1	2	6
Klorid mg/l Cl	NS 4769 1/85	36	36	25	25	25
Sulfat mg/l SO ₄	NS 4762 1/88	12	12	11	11	11
(Nitrat + nitritt) µg/l N	NS 4745 2/91	100	100	69	68	60
Totalfosfor µg/l P	NS 4725 3/84	65	190	22	14	170
Total org. karbon (TOC) mg/l C	NS-ISO 8245 1/91	0,8	0,7	0,6	0,6	<0,4



Prøver tatt dato:
 Prøver mottatt dato: 28.08-01.09.98
 Analyseperiode: 28.08-20.10.98
 Analyserapport sendt: 22.10.98

Ref.nr.: 98225
 Prøvested: Kollsnes
 Prøvetype: Vann

Analyse:	Prøver:	98225-16	98225-17	98225-18	98225-19	98225-20
	Analyse- metode:	brønn 4 10 m	brønn 5 2 m	brønn 5 2 m	brønn 5 10 m	brønn 5 10 m
Surhetsgrad (pH)	NS 4720 2/79	6,79	7,9	7,08	7,85	7,19
Fargetall	NS 4787 1/88	3	3	2	5	2
Turbiditet FTU	St.meth.2130B/92	7	1,1	1,2	2,2	2,2
Klorid mg/l Cl	NS 4769 1/85	25	22	22	22	22
Sulfat mg/l SO ₄	NS 4762 1/88	11	12	12	13	13
(Nitrat + nitritt) µg/l N	NS 4745 2/91	60	150	140	140	140
Totalfosfor µg/l P	NS 4725 3/84	170	11	8,8	130	100
Total org. karbon (TOC) mg/l C	NS-ISO 8245 1/91	0,4	<0,4	0,7	0,6	0,4

Prøver tatt dato:
Prøver mottatt dato: 28.08-01.09.98
Analyseperiode: 28.08-20.10.98
Analyserapport sendt: 22.10.98

Ref.nr.: 98225
Prøvested: Kollsnes
Prøvetype: Vann

Analyse:	Prøver:	98225-21	98225-22	98225-23	98225-24
	Analyse- metode:	brønn 6 2 m	brønn 6 2 m	brønn 6 10 m	brønn 6 10 m
Surhetsgrad (pH)	NS 4720 2/79	6,28	6,27	7	6,72
Fargetall	NS 4720 2/79	8	9	5	6
Turbiditet FTU	St.meth.2130B/92	5,4	4,7	5,3	5,4
Klorid mg/l Cl	NS 4769 1/85	19	19	27	26
Sulfat mg/l SO ₄	NS 4762 1/88	18	21	44	40
(Nitrat + nitritt) µg/l N	NS 4745 2/91	2600	2600	6100	8400
Totalfosfor µg/l P	NS 4725 3/84	40	39	42	64
Total org. karbon (TOC) mg/l C	NS-ISO 8245 1/91	1,8	2,1	2,1	2,3

RF - Miljølab er akkreditert av Norsk Akkreditering (NA) i henhold til kravene i EN-NS 45001 og ISO/IEC Guide 25.

Analyseresultatene gjelder utelukkende på de analyserte prøvene.

Med mindre annet er skriftlig avtalt med RF, er kopiering av denne analyserapport kun tillatt dersom rapporten kopieres i sin helhet ©.

Med vennlig hilsen
RF - Miljølab

Inger-Lisa Andersen
Inger-Lisa Andersen
Kvalitetskontroll

Elin Horve
Analytiker

Elin Horve

Oppdragsgiver er kjent med laboratoriets måleusikkerhet ved de aktuelle analyser

Veslemøy Eriksen
RF-Rogalandforskning



Prøver tatt dato:
Prøver mottatt dato: 01.09.98
Analyseperiode: 30.09.98
Analyserapport sendt: 22.10.98

Ref.nr.: 98228
Prøvested: Kollsnes
Prøvetype: Vann

Analyse:	Prøver:	98228-16	98228-20	98228-23	98228-24	98228-1
	Analyse- metode:	brønn 1 2 m	brønn 1 2 m	brønn 1 10 m	brønn 1 10 m	brønn 2 2 m
Jern µg/l Fe	ICP-MS,RF-j7	278	262	580	558	373
Kadmium µg/l Cd	ICP-MS,RF-j7	0,200	0,174	0,155	0,182	0,031
Bly µg/l Pb	ICP-MS,RF-j7	4,16	3,84	12,07	12,20	0,195



Prøver tatt dato:
Prøver mottatt dato: 01.09.98
Analyseperiode: 30.09.98
Analyserapport sendt: 22.10.98

Ref.nr.: 98228
Prøvested: Kollsnes
Prøvetype: Vann

	Prøver:	98228-2	98228-3	98228-4	98228-5	98228-6
Analyse:	Analyse-	brønn 2	brønn 2	brønn 2	brønn 3	brønn 3
	metode:	2 m	10 m	10 m	2 m	2 m
Jern µg/l Fe	ICP-MS,RF-j7	378	463	465	1300	1348
Kadmium µg/l Cd	ICP-MS,RF-j7	0,032	0,031	0,046	0,035	0,036
Bly µg/l Pb	ICP-MS,RF-j7	0,184	0,354	0,516	0,705	0,626



Prøver tatt dato: 01.09.98
 Prøver mottatt dato: 30. sep 98
 Analyseperiode: 30. sep 98
 Analyserapport sendt: 22.10.98

Ref.nr.: 98228
 Prøvested: Kollsnes
 Prøvetype: Vann

Analyse:	Prøver:	98228-9	98228-12	98228-10	98228-11	98228-7
	Analyse- metode:	brønn 3 10 m	brønn 3 10 m	brønn 4 2 m	brønn 4 2 m	brønn 4 10 m
Jern µg/l Fe	ICP-MS,RF-j7	1370	1436	558	601	1267
Kadmium µg/l Cd	ICP-MS,RF-j7	0,058	0,041	0,048	0,031	0,071
Bly µg/l Pb	ICP-MS,RF-j7	1,87	1,68	0,463	0,518	1,59



Prøver tatt dato:
Prøver mottatt dato: 01.09.98
Analyseperiode: 30.09.98
Analyserapport sendt: 22.10.98

Ref.nr.: 98228
Prøvested: Kollsnes
Prøvetype: Vann

	Prøver:	98228-8	98228-19	98228-22	98228-14	98228-21
	Analyse-					
	metode:	brønn 4	brønn 5	brønn 5	brønn 5	brønn 5
Analyse:		10 m	2 m	2 m	10 m	10 m
Jern µg/l Fe	ICP-MS,RF-j7	1148	269	261	295	282
Kadmium µg/l Cd	ICP-MS,RF-j7	0,036	0,036	0,034	0,035	0,029
Bly µg/l Pb	ICP-MS,RF-j7	1,14	0,166	0,195	0,184	0,163



Prøver tatt dato:
 Prøver mottatt dato: 01.09.98
 Analyseperiode: 30.09.98
 Analyserapport sendt: 22.10.98

Ref.nr.: 98228
 Prøvested: Kollsnes
 Prøvetype: Vann

Analyse:	Prøver:	98228-13	98228-15	98228-17	98228-18
	Analysemetode:	brønn 6 2 m	brønn 6 2 m	brønn 6 10 m	brønn 6 10 m
Jern µg/l Fe	ICP-MS,RF-j7	355	310	809	884
Kadmium µg/l Cd	ICP-MS,RF-j7	0,064	0,044	0,064	0,072
Bly µg/l Pb	ICP-MS,RF-j7	0,632	0,524	1,03	1,47

RF - Miljølab er akkreditert av Norsk Akkreditering (NA) i henhold til kravene i EN-NS 45001 og ISO/IEC Guide 25.
 Analyseresultatene gjelder utelukkende på de analyserte prøvene.
 Med mindre annet er skriftlig avtalt med RF, er kopiering av denne analyserapport kun tillatt dersom rapporten kopieres i sin helhet ©.

Med vennlig hilsen
 RF - Miljølab

Inger-Lisa Andersen
 Inger-Lisa Andersen
 Kvalitetskontroll

Elin Horve
 Elin Horve
 Analytiker

Måleusikkerhet ved de aktuelle analyser fåes ved henvendelse til laboratoriet

Veslemøy Eriksen
RF-Rogalandforskning



Prøver tatt dato: 26.11.98
Prøver mottatt dato: 27.11.98
Analyseperiode: 27.11.-17.12.98
Analyserapport sendt: 18.12.98

Ref.nr.: 98325
Prøvested: Kollisnes
Prøvetype: grunnvann

Analyse:	Prøver:	98325-1	98325-2	98239-3	98325-4	98325-5
	Analyse- metode:	brønn 1 2 m	brønn 1 2 m	brønn 1 10 m	brønn 1 10 m	brønn 2 2 m
Surhetsgrad (pH)	NS 4720 2/79	6,57	6,62	6,7	6,7	7,11
Turbiditet FTU	St.meth.2130B/92	2,5	2,5	3	2,5	0,2
Fargetall	NS 4787 1/88	129	127	133	164	4
Klorid mg/l Cl	NS 4769 1/85	25	25	27	33	32
Sulfat mg/l SO ₄	NS 4762 1/88	4,4	4,4	5,9	6,5	32
(Nitrat + nitritt) µg/l N	NS 4745 2/91	60	55	52	41	1900
Totalfosfor µg/l P	NS 4725 3/84	35	43	33	31	11,0
Total org. karbon (TOC) mg/l C	NS-ISO 8245 1/91	9,8	10,3	10,5	14	1,1

Veslemøy Eriksen
RF-Rogalandforskning



Prøver tatt dato: 26.11.98
Prøver mottatt dato: 27.11.98
Analyseperiode: 27.11.-17.12.98
Analyserapport sendt: 18.12.98

Ref.nr.: 98325
Prøvested: Kollsnes
Prøvetype: grunnvann

Analyse:	Prøver:	98325-6	98325-7	98325-8	98325-9	98239-10
	Analyse- metode:	brønn 2 2 m	brønn 2 10 m	brønn 2 10 m	brønn 3 2 m	brønn 3 2 m
Surhetsgrad (pH)	NS 4720 2/79	7,12	7,51	7,53	7,03	7,02
Turbiditet FTU	NS 4720 2/79	0,25	0,4	0,5	0,4	1*
Fargetall	NS 4787 1/88	2	2	2	2	2
Klorid mg/l Cl	NS 4769 1/85	31	35	35	32	32
Sulfat mg/l SO ₄	NS 4762 1/88	33	29	30	11,4	11,5
(Nitrat + nitritt) µg/l N	NS 4745 2/91	1900	1700	1700	120	115
Totalfosfor µg/l P	NS 4725 3/84	13	20	27	31	40
Total org. karbon (TOC) mg/l C	NS-ISO 8245 1/91	1,1	0,9	1,1	0,6	0,6

* synlig flere partikler

Veslemøy Eriksen
RF-Rogalandforskning



Prøver tatt dato: 26.11.98
Prøver mottatt dato: 27.11.98
Analyseperiode: 27.11.-17.12.98
Analyserapport sendt: 18.12.98

Ref.nr.: 98325
Prøvested: Kollsnes
Prøvetype: Vann

Analyse:	Prøver:	98325-11	98325-12	98325-13	98325-14	98325-15
	Analyse- metode:	brønn 3 10 m	brønn 3 10 m	brønn 4 2 m	brønn 4 2 m	brønn 4 10 m
Surhetsgrad (pH)	NS 4720 2/79	7,48	7,44	7,06	7,07	6,96
Turbiditet FTU	NS 4720 2/79	0,5	0,45	2,8	2,5	13
Fargetall	NS 4787 1/88	2	2	2	2	2
Klorid mg/l Cl	NS 4769 1/85	35	35	25	25	25
Sulfat mg/l SO ₄	NS 4762 1/88	11,6	11,2	10,5	10,5	11,1
(Nitrat + nitritt) µg/l N	NS 4745 2/91	100	95	47	46	52
Totalfosfor µg/l P	NS 4725 3/84	110	45	22	26	300
Total org. karbon (TOC) mg/l C	NS-ISO 8245 1/91	0,8	0,6	<0,4	<0,4	0,5

Veslemøy Eriksen
RF-Rogalandforskning



Prøver tatt dato: 26.11.98
Prøver mottatt dato: 27.11.98
Analyseperiode: 27.11.-17.12.98
Analyserapport sendt: 18.12.98

Ref.nr.: 98325
Prøvested: Kollsnes
Prøvetype: grunnvann

Analyse:	Prøver:	98325-16	98325-17	98325-18	98325-19	98325-20
	Analyse- metode:	brønn 4 10 m	brønn 5 2 m	brønn 5 2 m	brønn 5 10 m	brønn 5 10 m
Surhetsgrad (pH)	NS 4720 2/79	6,97	6,37	6,31	6,66	6,7
Turbiditet FTU	St.meth.2130B/92	13	2,5	2,7	0,7	0,7
Fargetall	NS 4787 1/88	2	13	15	6	5
Klorid mg/l Cl	NS 4769 1/85	25	16	16	25	25
Sulfat mg/l SO4	NS 4762 1/88	11,1	9,9	9,8	28	26
(Nitrat + nitritt) µg/l N	NS 4745 2/91	52	610	600	8600	8700
Totalfosfor µg/l P	NS 4725 3/84	295	13	13	12	11
Total org. karbon (TOC) mg/l C	NS-ISO 8245 1/91	<0,4	2,4	2,5	1,6	1,6

Veslemøy Eriksen
RF-Rogalandforskning



Prøver tatt dato: 26.11.98
Prøver mottatt dato: 27.11.98
Analyseperiode: 27.11.-17.12.98
Analyserapport sendt: 18.12.98

Ref.nr.: 98325
Prøvested: Kollsnes
Prøvetype: grunnvann

Analyse:	Prøver:	98325-21	98325-22	98325-23	98325-24
	Analyse- metode:	brønn 6 2 m	brønn 6 10m	brønn 6 10 m	brønn 6 10 m
Surhetsgrad (pH)	NS 4720 2/79	8,08	7,97	7,99	7,99
Turbiditet FTU	NS 4720 2/79	0,1	0,3	0,3	0,45
Fargetall	NS 4787 1/88	3	2	1	2
Klorid mg/l Cl	NS 4769 1/85	24	24	24	24
Sulfat mg/l SO4	NS 4762 1/88	13	14	12	14
(Nitrat + nitritt) µg/l N	NS 4745 2/91	120	130	130	130
Totalfosfor µg/l P	NS 4725 3/84	4,4	64	7,6	40
Total org. karbon (TOC) mg/l C	NS-ISO 8245 1/91	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4

RF - Miljølab er akkreditert av Norsk Akkreditering (NA) i henhold til kravene i EN-NS 45001 og ISO/IEC Guide 25.
Analyseresultatene gjelder utelukkende på de analyserte prøvene. Prøvetaking er ikke omfattet av akkrediteringen.
Med mindre annet er skriftlig avtalt med RF, er kopiering av denne analyserapport kun tillatt dersom rapporten kopieres i sin helhet ©.

Med vennlig hilsen
RF - Miljølab


Inger-Lisa Andersen
Kvalitetskontroll


Elin Horve
Analytiker

Oppdragsgiver er kjent med laboratoriets måleusikkerhet ved de aktuelle analyser

Veslemøy Eriksen
RF-Rogalandforskning



Prøver tatt dato: 26.11.98
 Prøver mottatt dato: 27.11.98
 Analyseperiode: 14.12.98
 Analyserapport sendt: 18.12.98

Ref.nr.: 98327
 Prøvested: Kollsnes
 Prøvetype: grunnvann

	Prøver:	98327-1	98327-2	98327-3	98327-4	98327-5
	Analyse- metode:	K1	K2	K3	K4	K5
Analyse: Bly µg/l Pb	ICP-MS,RF-j7	2,13	1,52	2,39	2,76	0,469

Veslemøy Eriksen
RF-Rogalandforskning



Prøver tatt dato: 26.11.98
Prøver mottatt dato: 27.11.98
Analyseperiode: 14.12.98
Analyserapport sendt: 18.12.98

Ref.nr.: 98327
Prøvested: Kollsnes
Prøvetype: grunnvann

	Prøver:	98327-6	98327-7	98327-8	98327-9	98327-10
	Analyse- metode:	K6	K7	K8	K9	K10
Analyse:						
Bly $\mu\text{g/l}$ Pb	ICP-MS,RF-j7	0,406	0,688	0,551	0,298	0,233

Veslemøy Eriksen
RF-Rogalandforskning



Prøver tatt dato: 26.11.98
Prøver mottatt dato: 27.11.98
Analyseperiode: 14. des 98
Analyserapport sendt: 18.12.98

Ref.nr.: 98327
Prøvested: Kollsnes
Prøvetype: Vann

Analyse:	Prøver:	98327-11	98327-12	98327-13	98327-14	98327-15
	Analyse- metode:	K11	K12	K13	K14	K15
Bly µg/l Pb	ICP-MS,RF-j7	0,659	0,639	0,311	0,385	2,66

Veslemøy Eriksen
RF-Rogalandforskning



Prøver tatt dato: 26.11.98
Prøver mottatt dato: 27.11.98
Analyseperiode: 14.12.98
Analyserapport sendt: 18.12.98

Ref.nr.: 98327
Prøvested: Kollsnes
Prøvetype: grunnvann

Analyse:	Prøver:	98327-16	98327-17	98327-18	98327-19	98327-20
	Analysemetode:	K16	K17	K18	K19	K20
Bly µg/l Pb	ICP-MS,RF-j7	2,54	0,455	0,417	0,342	0,396

Veslemøy Eriksen
RF-Rogalandforskning



Prøver tatt dato: 26.11.98
Prøver mottatt dato: 27.11.98
Analyseperiode: 14.12.98
Analyserapport sendt: 18.12.98

Ref.nr.: 98327
Prøvested: Kollsnes
Prøvetype: grunnvann

Analyse:	Prøver:	98327-21	98327-22	98327-23	98327-24
	Analysemetode:	K21	K22	K23	K24
Bly µg/l Pb	ICP-MS,RF-j7	0,152	0,052	0,127	0,128

RF - Miljølab er akkreditert av Norsk Akkreditering (NA) i henhold til kravene i EN-NS 45001 og ISO/IEC Guide 25.
Analyseresultatene gjelder utelukkende på de analyserte prøvene. Prøvetaking er ikke omfattet av akkrediteringen.
Med mindre annet er skriftlig avtalt med RF, er kopiering av denne analyserapport kun tillatt dersom rapporten kopieres i sin helhet ©.

Med vennlig hilsen
RF - Miljølab

Inger-Lisa Andersen
Inger-Lisa Andersen
Kvalitetskontroll

Elin Horve
Elin Horve
Analytiker

Måleusikkerhet ved de aktuelle analyser fåes ved henvendelse til laboratoriet