

**Oppfølgende miljøundersøkelse  
ved Kollsnes gassanlegg i 1997  
Grunn- og ferskvann  
Rapport RF-98/069**

Vår referanse: <b>613/654466</b>	Forfatter(e): <b>Øyvind F. Tvedten, Veslemøy Eriksen og Arne Myhrvold</b>	Versjonsnr. / dato: <b>Vers. 1 / 19. 03. 98</b>
Ant. sider: <b>22</b>	Faglig kvalitetssikrer: <b>Odd Ketil Andersen</b>	Gradering: <b>Åpen</b>
ISBN: <b>82-7220-883-0</b>	Oppdragsgiver(e): <b>Statoil, Kollsnes gassanlegg</b>	Åpen fra (dato):
Forskningsprogram:	Prosjektittel: <b>Oppfølgende miljøundersøkelse ved Kollsnes gassanlegg</b>	


Emne:

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

Emne-ord:

Gassanlegg, vannkjemi, næringsalter, oksygenforhold, hydrokarboner 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
Forord .....	iii
<b>1 INNLEDNING .....</b>	<b>1</b>
<b>2 MATERIALE OG METODE .....</b>	<b>2</b>
2.1 Innsamlingsprogram - ferskvann .....	2
2.2 Innsamlingsprogram - grunnvannsbrønner .....	2
2.3 Analysemetoder .....	3
2.3.1 Fargetall og turbiditet .....	3
2.3.2 Næringsalter, sulfat, klorid og organisk karbon .....	4
2.3.3 pH og ledningsevne .....	4
2.3.4 Hydrokarboner (THC) .....	4
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON .....</b>	<b>5</b>
3.1 Ferskvann .....	5
3.2 Grunnvannsbrønner .....	6
<b>4 KONKLUSJON .....</b>	<b>12</b>
<b>5 REFERANSER .....</b>	<b>13</b>
<b>6 VEDLEGG .....</b>	<b>14</b>

## Sammendrag

Kollsnes gassanlegg ble satt i drift i juni 1996 og behandler gass før den videresendes i rør til Europa. I forbindelse med driften slippes blant annet gassene CO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub> til luft. Rapporten omhandler resultater fra overvåking av det ytre miljø i 1997. Prøvetakingen ble foretatt i september og desember 1997.

Følgende aktiviteter er inkludert i rapporten

- hydrografiske undersøkelser av ferskvann
- hydrografiske og kjemiske undersøkelser av grunnvann

Resultatene fra de hydrografiske målingene i Midtre Rotevatn og Stølevatn viste ingen indikasjoner på at utbyggingen på Kollsnes har påvirket vannene. Stølevatn er 10 m dypt og oksygeninnholdet i bunnvannet varierer med årstiden, og har typisk lavest verdier på sensommer / tidlig høst. Midtre Rotevatn er 0,5 m dypt og det ble ikke målt lave oksygenverdier i dette vannet. Surhet målt som pH har ikke endret seg siden de foregående undersøkelsene.

I grunnvannsprøvene var vannet generelt litt surere 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.

Med unntak av i Brønn 2 og 5, var det ikke noen endring av nitrogeninnholdet i forhold til undersøkelsen i 1991 og 1995. I 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 det siste er tillaget med jord og beplating (gress) og gjødslet, og det beiter sauer der. Som i 1995 var det 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 i Brønn 5, tyder på at det er lite forbruk eller utvasking av nitrat i fra grunnvannet, eventuelt at det fremdeles tilføres nitrogenholdige forbindelser. Bortsett fra i en prøve i september var nitratinnholdet (i Brønn 2 og 5) lavere enn grenseverdien for drikkevann.

Fosforinnholdet var som i 1995 høyest (40-50 µg/l) i den humuspåvirkede Brønn 1. Vannet i denne brønnen hadde også høyest innhold av organisk karbon (TOC).

Det ble funnet kvantifiserbare mengder hydrokarboner (THC) i en prøve fra september 1997, dette skyldes sannsynligvis kontaminering ved prøvetaking. Det ble ikke funnet kvantifiserbart THC- innhold i andre prøver i 1997.

## Forord

Rapporten omhandler aktivitet 1 – “ferskvann”, og aktivitet 2 - “grunnvann” i henhold til anbudsbeskrivelse G:948562. Oppdraget er videre beskrevet i kontrakt ANS027972 mellom Den norske stats oljeselskap a.s og RF-Rogalandforskning.

Undersøkelsen er en videreføring av den første oppfølgingsundersøkelsen i 1995 og av grunnlagsundersøkelsen i 1991-92. Hensikten var å overvåke hvordan utbygging og drift av Kollsnesanlegget påvirker det ytre miljø. Denne undersøkelsen omhandler sentrale parametre i seks grunnvannsbrønner og to ferskvann. Den er første undersøkelse etter driftstart ved anlegget høsten 1996.

Undersøkelsen har omfattet;

- Målinger i to innsjøer. Målingene ble gjort i september og desember 1997, og omfattet måling av pH, ledningsevne, temperatur og oksygeninnhold.
- Prøvetaking og analyser fra seks grunnvannsbrønner. Prøvene ble samlet inn i september og desember 1997, og analysert for flere vannkjemiske parametre og innhold av næringssalter og hydrokarboner.

Feltarbeidet ble gjennomført 4. september og 11. desember 1997 av Arne Myhrvold (sept.), Øyvind Tvedten (des.) og Veslemøy Eriksen (sept. og des.).

Åge Molversmyr på RF har vært diskusjonspartner i forbindelse med utarbeidelse av rapporten.

Vi vil takke alle som har deltatt i prosjektet og spesielt Hege Nilsen og Ole Herman Rud ved Kollsnes gassanlegg.

Veslemøy Eriksen

Stavanger 19.mars 1998

# 1 Innledning

Kollsnes gassanlegg behandler gass før den videresendes i rør til Europa. Anlegget ble åpnet i juni 1996 og høsten samme år startet gasseksporten. Gassforedlingen består hovedsakelig i rensing og tørking av gassene før de eksporteres. I forbindelse med driften har Kollsnes gassanlegg blant annet utslipp av gassene CO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub> til luft og kjølevann til sjø.

Denne undersøkelsen omhandler vannundersøkelser i Midtre Rotevatn og Stølevatn og vannanalyser (temperatur, oksygeninnhold, pH, ledningsevne, fargetall, turbiditet, klorid, sulfat, nitrat, total fosfor, totalt organisk innhold og innhold av hydrokarboner) i de seks grunnvannsbrønnene. Det ble gjort to innsamlinger. Analyseparametrene og omfanget er dermed ikke helt det samme som i første oppfølgingundersøkelse i 1995. Undersøkelsen har hatt som mål å avdekke mulige effekter som driften ved Kollsnes gassanlegg har på det ytre miljø i nærområdet til anlegget.

I forbindelse med grunnlagsundersøkelser av det ytre miljø i 1991-1992 ble det etablert seks grunnvannsbrønner. Brønnenes plassering er basert på kunnskap om hydrogeologi og utbyggingsplanen for området. Fem av brønnene lå innenfor anleggsområdet, mens den siste brønnen ble plassert nord på One og fungerer som referansebrønn. De to ferskvannene som inngår i denne undersøkelsen har også vært undersøkt i grunnlagsundersøkelsen og i senere undersøkelser. Stølevatn ligger nord på One og er ca 10 meter dypt, og er en av drikkevannskildene i kommunen. Midtre Rotevatn ligger mellom prosessanlegget og det ytre leirområdet. Vannet er ca 0,5 meter dypt.

Oppfølgingsundersøkelsen i 1995 (Myhrvold m. fl. 1996) omfattet blant annet tre ferskvann hvor det ble utført målinger av hydrografi, og det ble gjort vannanalyser i seks grunnvannsbrønner. Det ble ikke funnet indikasjoner på at utbyggingen på Kollsnes hadde påvirket Midtre Rotevatn, Stemmevatn eller Stølevatn. Data fra grunnvannsbrønnene indikerte at disse ikke har blitt utsatt for økt næringstilgang i forbindelse med byggeaktiviteten 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. De målte blyverdiene var lave i brønn 2-6, og noe høyere blyinnhold i Brønn 1. Brønn 1 hadde de høyeste verdiene også ved forrige undersøkelse. 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, målt som totalt hydrokarboninnhold (THC).

## 2 Materiale og metode

### 2.1 Innsamlingsprogram - ferskvann

I forbindelse med ferskvannsundersøkelsen ble det tatt hydrografiske prøver i Midtre Rotevatn og Stølevatn (Figur 1). Konduktivitet (ledningsevne), pH, temperatur og oksygeninnhold ble målt som vertikale profiler ved hjelp av en Hydrolab Datasonde 3 Multiprobe logger. Målingene ble utført 5. september og 11. desember 1997. Data ble logget for omtrent hver halve meter.

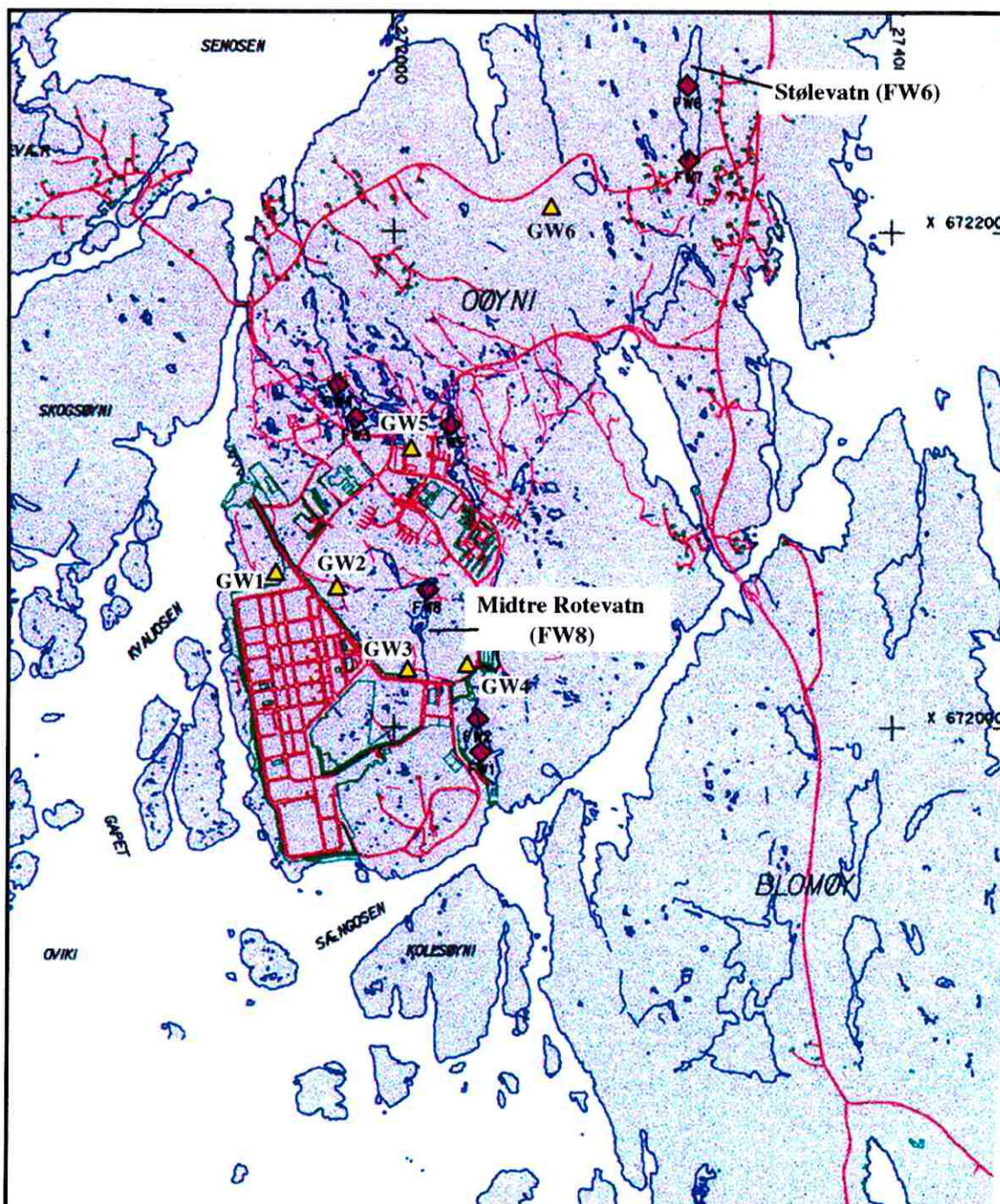
### 2.2 Innsamlingsprogram - grunnvannsbrønner

Det ble tatt prøver fra seks grunnvannsbrønner (GW 1-6 i Figur 1) ved to dybder. 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. Målingene ble utført 5. september og 11. desember 1997.

Prøvene ble tatt med utstyr innkjøpt fra Geonor. Det ble brukt 12 volts "engangspumper" med tilhørende slange og kabel. Løfthøyden pr. pumpe er maksimalt 10 meter. Pumpene kan seriekobles for å øke løfthøyden, hvor 3 pumper gir maksimum 30 meter. Dette er tilsvarende utstyr som ble brukt i grunnlagsundersøkelsen og ved den oppfølgende undersøkelsen i 1995.

Ved begge prøvetakingsperiodene lot vi vannet renne noen minutter før prøvetakingen startet. Alle prøveflasker ble skylt før de ble fylt opp. Oksygen, temperatur og pH (pH ble gjort som tillegg til laboratoriummålingene i desember) ble målt umiddelbart ved hjelp av en Hydrolab Datasonde 3 Multiprobe logger som ble satt i prøvevann i en bøtte. Det ble samlet inn vann fra begge dypene til følgende analyser:

- Fargetall og turbiditet
- Nitrat, sulfat, totalt fosfor og klorid
- Totalt organisk karbon (TOC)
- pH
- Konduktivitet (ledningsevne)
- Hydrokarboner (THC)



**Figur 1.** Kart over innsamlingsområdet med de seks grunnvannsbrønnene (GW 1-6) og ferskvannene Stølevatn (FW 6) og Midtre Rotevatn (FW 8) markert.

## 2.3 Analysemetoder

### 2.3.1 Fargetall og turbiditet

Analysene ble utført på Miljølab på RF. Fargetallet ble analysert etter NS 4787 1/88, og turbiditeten etter NS 4754 1/81. Analysene er akkreditert etter NS-EN 45001.

### **2.3.2 Næringsalter, sulfat, klorid og organisk karbon**

Analysene ble utført på Miljølab på RF. Innholdet av sulfat ble analysert etter NS 4762 1/88. Innhold av 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. Analysene er akkreditert etter NS-EN 45001.

### **2.3.3 pH og ledningsevne**

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). I september ble det bare gjort pH-målinger med Hydrolabsonden, mens i desember ble pH både målt i felt og på laboratorie. Laboratoriemålingene har størst pålitelighet og er benyttet i figur.

Konduktivitet (Kond.) ble målt i henhold til norsk standard NS-ISO 7888, med et Radiometer CDM 3 konduktivimeter og en Radiometer CDC 304 målecelle. Analysene er akkreditert etter NS-EN 45001.

### **2.3.4 Hydrokarboner (THC)**

Grunnvannsprøvene ble samlet på glødet enliters flasker og sendt samme dag til analyselaboratoriet og oppbevart nedkjølt frem til analyse. I september ble det gjort analyser av BTEX (Benzen, Toluen, Etylbenzen, Xylener) og THC, mens det bare ble gjort THC målinger i desember. 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. BTEX analysene ble gjort for å få tilleggsopplysninger om resultatene og analysene var et tillegg til det kontraktfestede analyseprogrammet. Analysene ble gjort etter avtale mellom RF og Miljø-Kjemi.

Vannprøven ekstraheres med n-pentan. Ekstraktet analyseres ved gasskromatografi med flammeionisasjonsdetektor (GC/FID). Deteksjonsgrensen er mellom 0,2 og 1 µg/l for enkelt komponenter og 5 - 50 µg/l for hydrokarbonblandinger. Analyseusikkerthet: 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 og i vedleggstabeller.

#### 3.1 Ferskvann

De målte parametre varierte som forventet lite mellom topp og bunnlag i de to grunne vannene (Tabell 1 og Vedleggstabell 1). Avkjøling av vannet om høsten gjør at en eventuell lagdeling i vannsøylen nedbrytes og mulighetene for omrøring øker. Lagdelingen i Stølevann var meget svak ved begge innsamlingene. Oksygeninnholdet var normalt både i Stølevatn og i Midtre Rotevatn ved begge målingene. Det ble ikke målt lavere oksygenverdier enn 8,8 mg/l (92 %).

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 november målingen var vannmassen godt blandet og oksygenforholdene gode helt ned til bunnen. I 1997 hadde sjiktningen blitt nedbrutt før innsamlingen i september.

Verdiene for pH var mellom 6,1 og 6,4 i Stølevatn og det er på nivå med det som er målt tidligere. I Midtre Rotevatn var pH ca. 7,5 og den var også over 7 ved undersøkelsen i 1995. Høyere ledningsevne i Midtre Rotevatn tyder på større innhold av salter enn i Stølevatn, og dette er også målt tidligere. Dette er naturlig siden Midtre Rotevatn ligger nærmere kysten og er mer utsatt for sjøsalt. Det er grunt og har et lite vannvolum.

**Tabell 1.** Resultater fra vannmålinger i Stølevatn og Midtre Rotevatn i 1997. Se også Vedleggstabell 1.

Prøve	Dyp	Temp °C	Kond. µ S/cm	pH	Oksygen metn %	Oksygen mg/l
Stølevann, september	Overflate	17,33	80,80	6,13	95,2	9,08
Stølevann, september	8 m	17,29	80,30	6,26	92,9	8,87
Stølevann, desember	Overflate	4,33	75,8	6,36	104	13,43
Stølevann, desember	7 m	4,19	75,7	6,45	96,6	12,56
Midtre Rotevatn, september	Overflate	19,32	406	7,59	106	9,68
Midtre Rotevatn, desember	Overflate	5,2	277	7,52	108	13,56

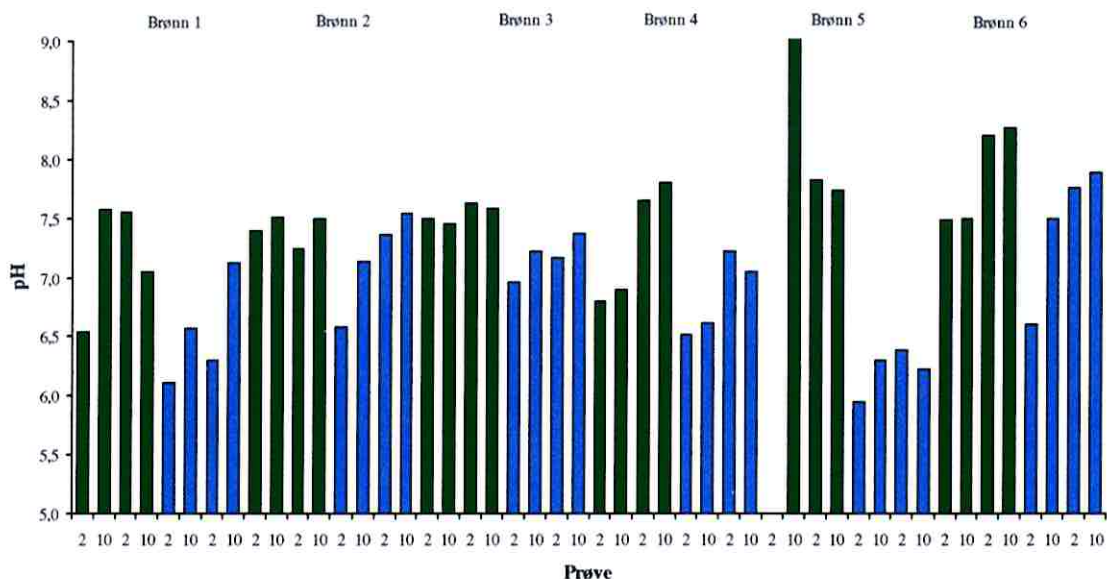
### 3.2 Grunnvannsbrønner

Prøver fra grunnvannsbrønnene ble tatt i to omganger (september og desember), og en rekke parametre ble målt. Vannstanden var vanligvis mellom 2-4 m lavere etter at pumpingen 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. Resultatene er vist i Vedleggstabell 2.

Brønn 1 er plassert i nedre kanten av en myr, og vannet i denne var klart humuspåvirket (gulbrunt). I desember var vannet i Brønn 5 svakt gult, men vannet i de øvrige brønnene var klart (Vedleggstabell 3).

Figur 2 viser resultater fra pH målinger i begge oppfølgende undersøkelser. De fleste pH verdiene ligger mellom 6 og 7,5. Vannet er altså fra svakt surt til litt basisk. Det er en antydning til litt lavere pH i 1997 i forhold til 1995. Med unntak av for Brønn 5 er det ikke grunn til å vektlegge denne utviklingen. Gulfarget vann i Brønn 5 i desember 1997 gir antydning om at det er tilsig i fra myr som gir lavere pH. Det er målt høyt innhold av nitrat (se lenger nede i teksten) og nitrogenforbindelser kan også gi lavere pH.

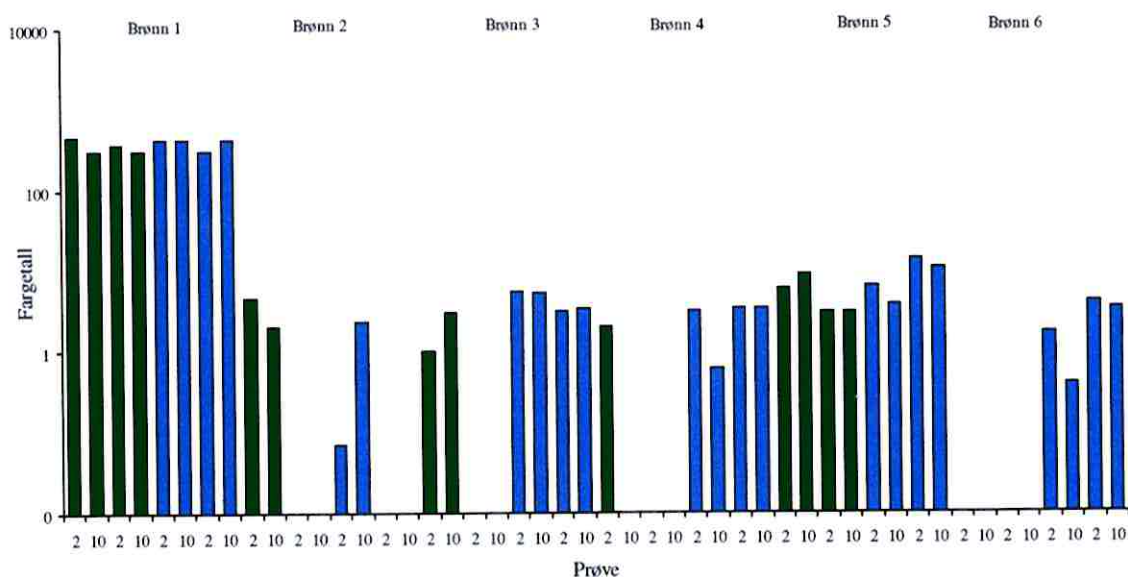
I 1997 varierer temperaturen mellom 6,4 og 12,2 °C. Oksygeninnholdet var lavest (0,7 mg/l) på 10 m dyp i Brønn 1 og høyest (10,9 mg/l) i Brønn 5 på 2 m. Det luktet ikke råttent (H<sub>2</sub>S) av noen vannprøver. Også i 1995 ble det målt lavt (1,6 mg/l) oksygeninnhold på 10 m i Brønn 1.



**Figur 2.** Resultater av pH målinger i grunnvannsbrønner i 1995 (grønn farge) og 1997 (lilla farge). Det ble tatt prøver fra to dyp (2 m og 10 m) i august (lengst til venstre av de grønne søylene i figuren) og i november 1995, og i september (lengst til venstre av de lilla søylene) og desember 1997.

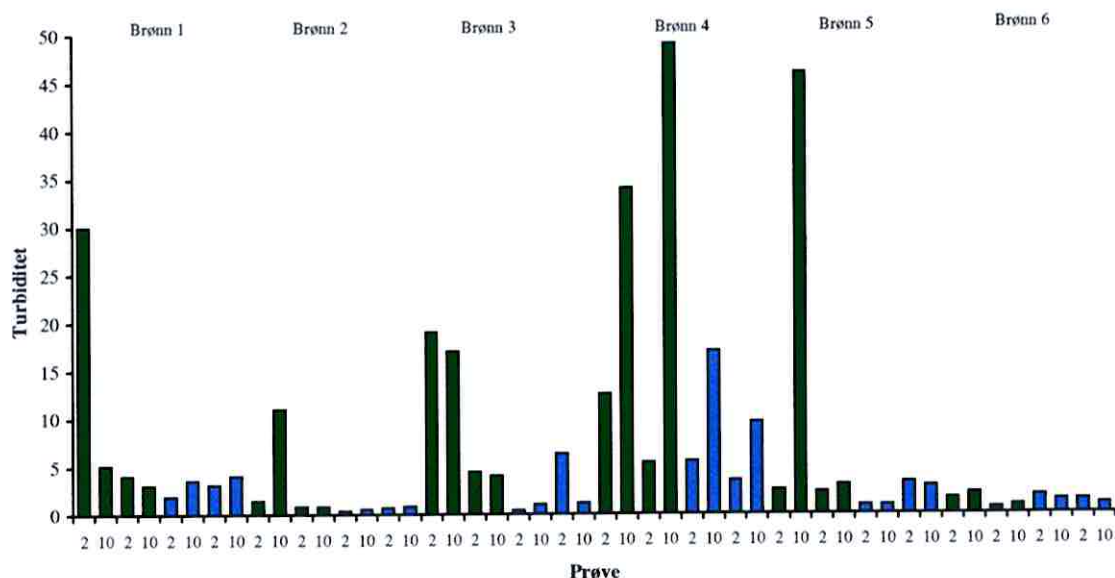
Fargetall er et uttrykk for humusinnholdet i vannet, hvor høyt innhold av humus gir høyt fargetall. Verdiene for fargetall var høyest i Brønn 1, med verdier mellom 300-400. Resultatene er vist i Figur 3. I de øvrige brønnene var verdiene lave, med verdier fra < 0,1 til 14. Forskjellen mellom Brønn 1 og de øvrige skyldes humuspåvirkning.

Resultatene tilsvarer det som ble funnet i grunnlagsundersøkelsen og i 1995, men fargetallet var litt høyere i 1997 sammenlignet med 1995.



**Figur 3.** Resultater av målinger av fargetall i grunnvannsbrønner i 1995 (grønn farge) og 1997 (lilla farge). Skalaen er logaritmisk. Det ble tatt prøver fra to dyp (2 m og 10 m) i august (lengst til venstre av de grønne søylene i figuren) og i november 1995, og i september (lengst til venstre av de lilla søylene) og desember 1997.

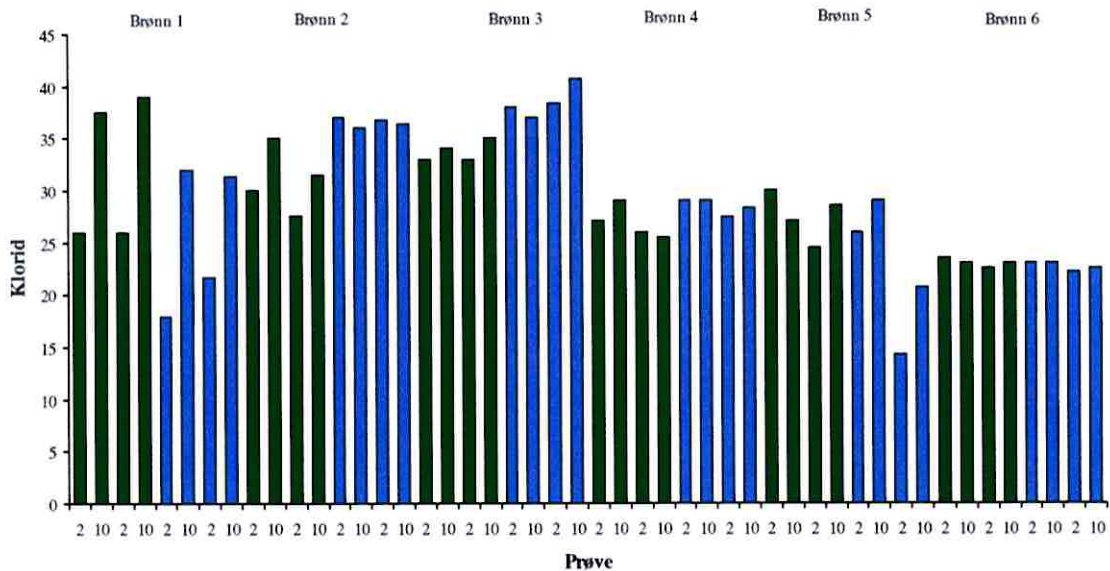
Turbiditeten, som er et mål på uklarheten i prøven, var gjennomgående lav i alle prøvene (Figur 4). Som tidligere er det noen prøver som skiller seg ut med høy verdi. Det er ikke noen tydelig utvikling i forhold til i 1995, men det er færre høye verdier.



**Figur 4.** Resultater av målinger av turbiditet (FTU) i grunnvannsbrønner i 1995 (grønn farge) og 1997 (lilla farge). Det ble tatt prøver fra to dyp (2m og 10m) i august (lengst til venstre av de grønne søylene i figuren) og i november 1995, og i september (lengst til venstre av de lilla søylene) og desember 1997.

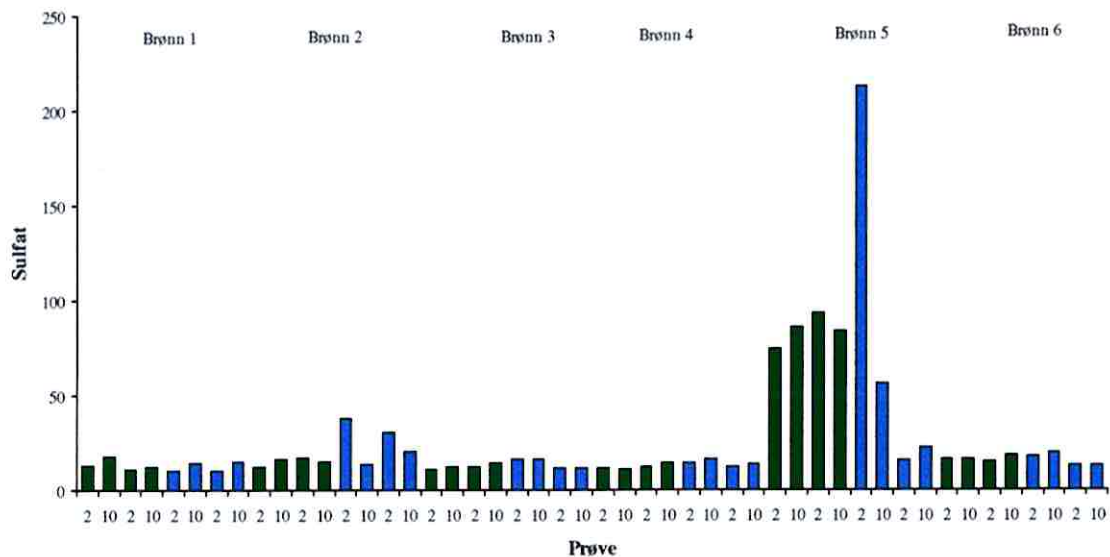
Innholdet av klorid i brønnvannet kan brukes til å vurdere hvorvidt det er kommet saltvannsinnslag i brønnene. Resultatene er vist i Figur 5. Verdiene lå i samme område som

ved forrige undersøkelse og grunnlagsundersøkelsen, og varierte fra ca. 15 til 40 mg/l. Dette er typisk for kystnære områder og viser at brønnene ikke har fått økt saltvannsinnslag.



**Figur 5.** Resultater av målinger av kloridinnhold (mg/l) i grunnvannsbrønner i 1995 (grønn farge) og 1997 (lilla farge). Det ble tatt prøver fra to dyp (2 m og 10 m) i august (lengst til venstre av de grønne søylene i figuren) og i november 1995, og i sept. (lengst til venstre av de lilla søylene) og des. 1997.

Sulfatinnholdet i brønnene ble ved grunnlagsundersøkelsen rapportert å være noe over 20 mg/l, resultatene fra 1997 og 1995 ligger noe lavere (Figur 6). 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, mens målingene i desember ga resultater på linje med de andre stasjonene (10-20 mg/l). Sulfatinnholdet i Brønn 2 var høyere i 1997 enn i 1995.



**Figur 6.** Resultater av målinger av sulfatinnhold (mg/l) i grunnvannsbrønner i 1995 (grønn farge) og 1997 (lilla farge). Det ble tatt prøver fra to dyp (2 m og 10 m) i august (lengst til venstre av de grønne søylene i figuren) og i november 1995, og i sept. (lengst til venstre av de lilla søylene) og des. 1997.

Økt innhold av nitrogen henger nøye sammen med økt næringstilgang, fra for eksempel gjødsling, kloakkforurensning og nitrogenoksider ( $\text{NO}_x$ ) 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. Verdiene er målt til mellom 10 og 725  $\mu\text{g/l}$  for de øvrige brønnene, mens de for Brønn 2 og 5 er målt til 1200 til 11000  $\mu\text{g/l}$  i 1997. Resultatene er vist i Figur 7. 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 sprenningsarbeider på kondensatørledning fra Kollsnes til Sture. Grøften til denne ledningen går ca. 100 m. fra Brønn 5. Til sprenningen 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 til 1997, tyder på at det er lite forbruk eller utvasking av nitrat i fra grunnvannet, eventuelt at det fremdeles tilføres nitrogenholdige forbindelser.

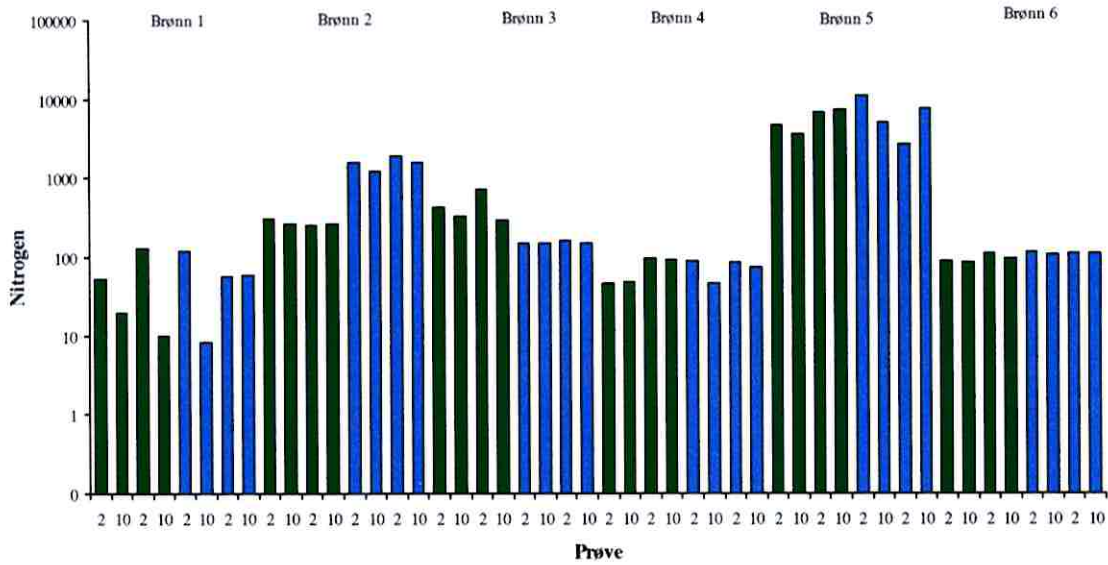
Økning av nitratinnhold i Brønn 2 fra litt under 300 i 1995 til litt under 2000 i 1997 tyder på at det har vært tilførsel av nitrogenholdige stoffer til dette området.

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 beplating (gress). Dette området har blitt gjødslet og sannsynligvis er dette årsaken til nitrat i grunnvannet. Ved Brønn 2 så vi spor etter sauer som hadde beitet, og deres avføring kan også gi nitrogentilførsler til 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.

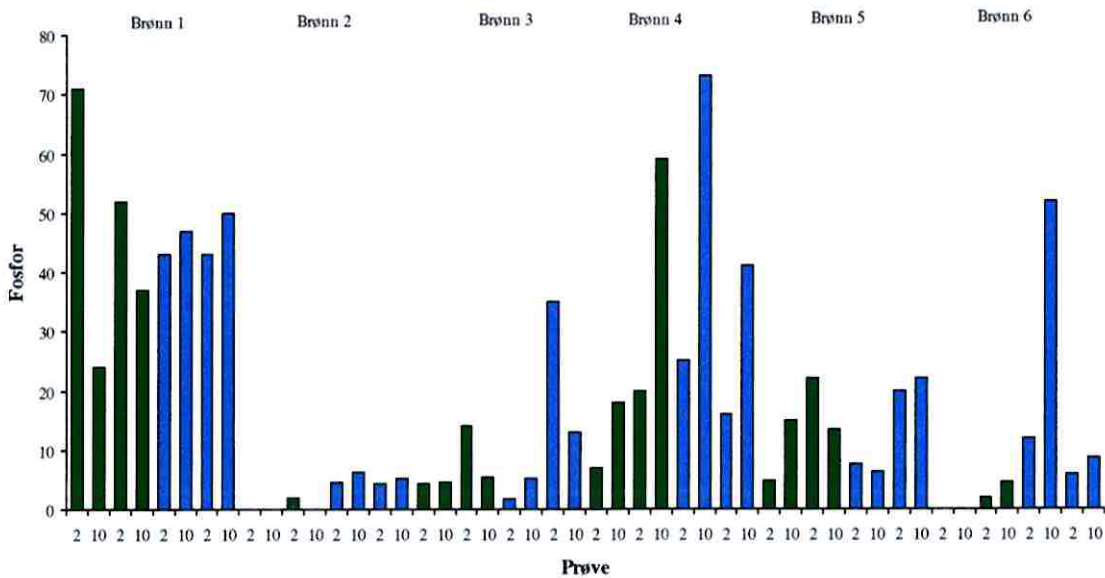
For drikkevann er grensen for nitratinnhold satt til 10000  $\mu\text{g/l}$  og det er bare en prøve (Brønn 5, 2 m, september 1997) som hadde høyere innhold enn dette. I forhold til nitratinnhold var grunnvannet egnet som drikkevann.

## Resultater og diskusjon



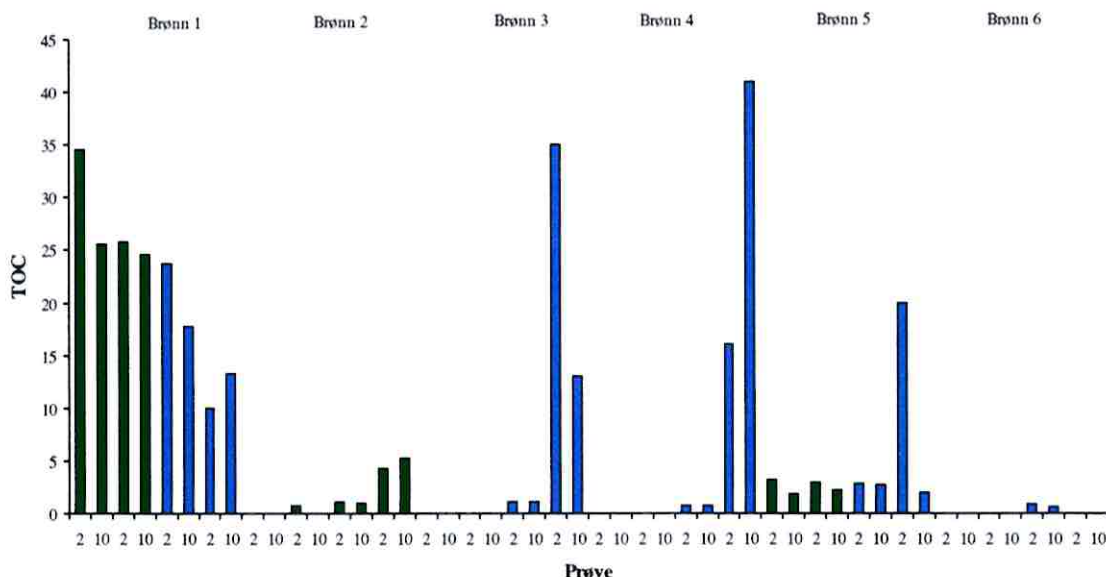
**Figur 7.** Resultater av nitrogenmålinger (nitrat+nitritt, µg/l) i grunnvannsbrønner i 1995 (grønn farge) og 1997 (lilla farge). Skalaen er logaritmisk. Det ble tatt prøver fra to dyp (2 m og 10 m) i august (lengst til venstre av de grønne søylene i figuren) og i november 1995, og i september (lengst til venstre av de lilla søylene) og desember 1997.

Som i 1995 er det i den humuspåvirkede Brønn 1 at det ble målt de høyeste for fosforverdiene 40-50 µg/l (Figur 8). De øvrige brønnene hadde generelt lave fosforinnhold, men enkelte vannprøver hadde noe høyt innhold. Spesielt var det noen høye verdier i Brønn 4. En viss likhet mellom figurene for turbiditet og fosfat, antyder at det er samme årsaker som forårsaker variasjonene mellom prøvene. Fosfat bindes lett til små partikler.



**Figur 8.** Resultater av målinger av fosforinnhold (µg/l) i grunnvannsbrønner i 1995 (grønn farge) og 1997 (lilla farge). Det ble tatt prøver fra to dyp (2 m og 10 m) i august (lengst til venstre av de grønne søylene i figuren) og i november 1995, og i september (lengst til venstre av de lilla søylene) og desember 1997.

Innholdet av organisk karbon, målt som TOC var lavt i alle brønnene, med unntak av den humuspåvirkede Brønn 1 (Figur 9). I desember 1997 var det også høye verdier i Brønn 3, 4 og 5. Det er vanskelig å si hva som er årsaken til dette. Fremtidige undersøkelser vil vise om dette er en reell utvikling.



**Figur 9.** Resultater av målinger av totalt organisk karbon (TOC mg/l) i grunnvannsbrønner i 1995 (grønn farge) og 1997 (lilla farge). Det ble tatt prøver fra to dyp (2 m og 10 m) i august (lengst til venstre av de grønne søylene i figuren) og i november 1995, og i september (lengst til venstre av de lilla søylene) og desember 1997.

Totalt hydrokarboninnhold (THC) var over deteksjonsgrensen i september 1997 i Brønn 6 på 2 m dyp (42 µg/l). I alle andre prøver var THC- innholdet under deteksjonsgrensen (5-20 µg/l, avhengig av produktet). Brønn 6 ligger ved Stølevatn, langt borte fra Kollsnes gassanlegg og det er ikke sannsynlig at resultatene skyldes forurensning derfra. I september 1997 ble det også analysert etter enkeltkomponenter, BETEX (benzen, toluen, etylbenzen, xylener) og noen av disse ble funnet i kvantifiserbare mengder (Brønn 1, 10m dyp, Brønn 6, 2m dyp). I Brønn 1 var det svært lave verdier. Resultatene kan skyldes forurensning av prøvene ved innsamling eller andre feilkilder. Da det ble ikke funnet kvantifiserbare mengder av THC (eller BTEX pers. medd. Tom Lohiniva, Miljø-Kjemi) i prøvene fra desember er det lite trolig at resultatene viser at grunnvannet var forurenset.

Det ble ikke funnet kvantifiserbare THC-mengder i 1995.

## 4 Konklusjon

Resultatene fra de hydrografiske målingene i Midtre Rotevatn og Stølevatn viste ingen indikasjoner på at utbyggingen og driften av Kollsnes anlegget har påvirket ferskvannene. Stølevatn er 10 m dypt og oksygeninnholdet i bunnvannet varierer med årstiden, og har typisk lavest verdier på sensommer/tidlig høst. Midtre Rotevatn er 0,5 m dypt og det ble ikke målt lave oksygenverdier i dette vannet. Surhet målt som pH har ikke endret seg siden de foregående undersøkelsene.

I grunnvannsprøvene var vannet generelt litt surere 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.

Med unntak av i Brønn 2 og 5, var det ikke noen endring av nitrogeninnholdet i forhold til undersøkelsen i 1991 og 1995. I 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 det siste er tillaget med jord og beplating (gress) og gjødslet, og det beiter sauer der. Som i 1995 var det 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 i Brønn 5, tyder på at det er lite forbruk eller utvasking av nitrat i fra grunnvannet, eventuelt at det fremdeles tilføres nitrogenholdige forbindelser. Bortsett fra i en prøve i september var nitratinnholdet (i Brønn 2 og 5) lavere enn grenseverdien for drikkevann.

Fosforinnholdet var som i 1995 høyest (40-50 µg/l) i den humuspåvirkede Brønn 1. Vannet i denne brønnen hadde også høyest innhold av organisk karbon (TOC).

Det ble funnet kvantifiserbare mengder hydrokarboner (THC) i en prøve fra september 1997, dette skyldes sannsynligvis kontaminering ved prøvetaking. Det ble ikke funnet kvantifiserbart THC- innhold i andre prøver i 1997.



## 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-Rogalandforskning. Rapport RF-96/169

## 6 Vedlegg

**Vedleggstabell 1.** Hydrografidata målt i Stølevatn og Midtre Rotevatn, 4. september og 11. desember 1997, målt med hydrolab sonde.

<b>Stølevatn. 4. september 1997</b>					
Temp deg C	pH units	SpCond uS/cm	DO % Sat	DO mg/l	Depth meters
17,33	6,13	80,80	95,20	9,08	0,0
17,33	6,14	80,80	95,00	9,06	0,5
17,33	6,16	80,80	94,70	9,03	1,0
17,32	6,18	80,80	94,50	9,01	1,5
17,32	6,20	80,70	94,40	9,00	2,0
17,32	6,22	80,60	94,10	8,97	3,0
17,32	6,23	80,60	94,00	8,96	3,1
17,32	6,23	80,60	93,80	8,95	3,4
17,32	6,23	80,60	93,60	8,92	3,8
17,32	6,24	80,50	93,90	8,95	4,4
17,32	6,24	80,50	93,60	8,93	5,0
17,32	6,24	80,50	93,40	8,91	5,5
17,32	6,24	80,50	93,60	8,92	6,0
17,32	6,25	80,40	93,70	8,94	6,6
17,32	6,25	80,40	93,00	8,87	7,3
17,30	6,27	81,00	93,10	8,88	8,0
17,29	6,26	80,30	92,90	8,87	8,4

<b>Midtre Rotevatn. 4. september 1997</b>					
Temp deg C	pH units	SpCond uS/cm	DO % Sat	DO mg/l	Depth meters
19,32	7,59	406	105,90	9,68	0,1
19,14	7,64	407	105,30	9,66	0,1
19,32	7,63	408	112,00	10,24	0,1
19,29	7,72	407	113,40	10,38	0,2
19,23	7,83	407	115,90	10,61	0,2

<b>Stølevatn. 11. desember 1997</b>					
Temp deg C	pH units	SpCond uS/cm	DO % Sat	DO mg/l	Depth meters
4,33	6,36	75,8	103,7	13,43	0,5
4,28	6,38	75,7	101,4	13,15	1,1
4,26	6,4	75,4	100,5	13,04	1,5
4,25	6,42	75,4	99,9	12,97	2,0
4,32	6,41	75,4	98,7	12,79	2,5
4,23	6,42	75,5	98,4	12,78	3,0
4,22	6,42	75,7	98,3	12,76	3,5
4,23	6,43	75,9	97,8	12,69	4,0
4,23	6,44	75,7	97,3	12,64	4,5
4,22	6,44	75,9	97,1	12,61	5,0
4,22	6,44	75,6	96,3	12,51	5,5
4,22	6,44	75,6	96,4	12,52	5,5
4,21	6,44	75,7	96,5	12,54	6,0
4,21	6,44	75,6	96,7	12,57	6,5
4,19	6,45	75,7	96,6	12,56	7,0

<b>Midtre Rotevatn, 11. desember 1997</b>					
Temp deg C	pH units	SpCond uS/cm	DO % Sat	DO mg/l	Depth meters
5,2	7,52	277	108	13,56	0,1
5,06	7,6	248	93,3	11,77	0,0

Ca, 0,3 m, kl ca 16 00,

Vedlegg

**Vedleggstabell 2.** Grunnvannsprøver Kollsnes 1997, laboratorie- og feltmålinger. Der det er gjort målinger i felt og på lab, er lab. målingene brukt. I september er det bare gjort feltmålinger av pH. For desember er pH-målingene fra laboratoriet brukt i figur og i denne tabellen.

i.d. = Ikke detektert

		04.sep.97	04.sep.97	04.sep.97	04.sep.97	04.sep.97	04.sep.97
		Brønn 1	Brønn 1	Brønn 2	Brønn 2	Brønn 3	Brønn 3
		-2m	-10m	-2m	-10m	-2m	-10m
<b>Analyseparameter</b>							
Temperatur (°C)		12,2	8,1	8,6	8,4	8,4	8,0
Oksygen (ml/l)		6,5	0,7	8,7	3,7	7,0	7,6
Oksygen metn. (%)		41,7	7,2	75,4	30,1	60,5	62,9
pH		6,11	6,57	6,58	7,14	6,96	7,22
Fargetall		423	418	0,1	2,3	5,5	5,4
Klorid (Cl-, mg/l)		18	32	37	36	38	37
Sulfat (SO42-, µg/l)		9,8	15	38	14	16	16
Ledningsevne (µS/cm) ved 25 °C		102	276	363	374	437	437
Nitrogen (NO3- + NO2-, µg/l)		120	8,2	1600	1200	150	150
Total fosfor (TP, µg/l)		43	47	4,6	6,3	1,7	5,2
Totalt organisk karbon (TOC, mg/l)		23,7	17,8	1,13	0,98	1,08	1,07
Turbiditet (FTU)		1,9	3,6	0,35	0,58	0,44	1
	Det.grense						
Benzen	0,2-1 µg/l	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.
Toluen	0,2-1 µg/l	i.d.	0,46	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.
Etylbenzen	0,2-1 µg/l	i.d.	0,20	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.
Xylener	0,2-1 µg/l	i.d.	0,56	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.
Totalt hydrokarboninnhold (THC)	5-20 µg/l*	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.

\* avh. av produktet

		04.sep.97	04.sep.97	04.sep.97	04.sep.97	04.sep.97	04.sep.97
		Brønn 4	Brønn 4	Brønn 5	Brønn 5	Brønn 6	Brønn 6
		-2m	-10m	-2m	-10m	-2m	-10m
<b>Analyseparameter</b>							
Temperatur (°C)		8,7	8,0	11,4	8,5	9,6	8,8
Oksygen (ml/l)		10,0	6,9	6,6	5,1	7,5	5,9
Oksygen metn. (%)		86,8	53,7	57,5	44,8	63,8	49,5
pH		6,51	6,61	5,95	6,30	6,60	7,50
Fargetall		3,1	0,6	6,5	3,8	1,7	0,4
Klorid (Cl-, mg/l)		29	29	26	29	23	23
Sulfat (SO42-, µg/l)		14	16	213	56	17	19
Ledningsevne (µS/cm) ved 25 °C		259	285	254	307	299	300
Nitrogen (NO3- + NO2-, µg/l)		90	45	11000	5000	115	108
Total fosfor (TP, µg/l)		25	73	7,5	6,3	12	52
Totalt organisk karbon (TOC, mg/l)		0,68	0,67	2,84	2,68	0,83	0,57
Turbiditet (FTU)		5,5	17	0,9	0,9	1,9	1,4
	Det.grense						
Benzen	0,2-1 µg/l	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	40	i.d.
Toluen	0,2-1 µg/l	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	0,92	i.d.
Etylbenzen	0,2-1 µg/l	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	0,34	i.d.
Xylener	0,2-1 µg/l	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	0,32	i.d.
Totalt hydrokarboninnhold (THC)	5-20 µg/l*	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	42	i.d.

\* avh. av produktet

Vedlegg

**Vedleggstabell 2.** Fortsettelse.

	11.des.97	11.des.97	11.des.97	11.des.97	11.des.97	11.des.97
	Brønn 1	Brønn 1	Brønn 2	Brønn 2	Brønn 3	Brønn 3
	-2m	-10m	-2m	-10m	-2m	-10m
<b>Analyseparameter</b>						
Temperatur (°C)	6,4	7,5	7,3	7,3	7,7	7,2
Oksygen (ml/l)	7,6	2,7	7,0	4,5	10,3	7,9
Oksygen metn. (%)	63,0	23,2	58,1	37,2	88,5	65,0
pH	6,30	7,13	7,36	7,54	7,17	7,38
Fargetall	307	422	7,2	3,6	3,1	3,3
Klorid (Cl-, mg/l)	22	31	37	36	38	41
Sulfat (SO42-, µg/l)	9,8	15	30	21	12	11
Ledningsevne (µS/cm)ved 25 °C	12	29	41	41	30	37
Nitrogen (NO3- + NO2-, µg/l)	58	59	1900	1600	160	150
Total fosfor (TP, µg/l)	43	50	4,3	5,2	35	13
Totalt organisk karbon (TOC, mg/l)	10	13,3	4,3	5,2	35	13
Turbiditet (FTU)	3,1	4,0	0,7	0,8	6,3	1,2
	Det.grense					
Benzen	0,2-1 µg/l	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.
Toluen	0,2-1 µg/l	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.
Etylbenzen	0,2-1 µg/l	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.
Xylener	0,2-1 µg/l	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.
Totalt hydrokarboninnhold (THC)	5-20 µg/l*	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.

\* avh. av produktet

	11.des.97	11.des.97	11.des.97	11.des.97	11.des.97	11.des.97
	Brønn 4	Brønn 4	Brønn 5	Brønn 5	Brønn 6	Brønn 6
	-2m	-10m	-2m	-10m	-2m	-10m
<b>Analyseparameter</b>						
Temperatur (°C)	8,1	7,9	8,0	8,5	7,4	-
Oksygen (ml/l)	9,7	8,6	10,9	3,9	10,6	-
Oksygen metn. (%)	81,9	71,3	91,4	33,4	84,1	-
pH	7,22	7,05	6,38	6,22	7,76	7,89
Fargetall	3,3	3,4	13,8	10,8	4,0	3,3
Klorid (Cl-, mg/l)	27	28	14	21	22	23
Sulfat (SO42-, µg/l)	12	14	16	23	13	13
Ledningsevne (µS/cm)ved 25 °C	26	29	12	23	31	32
Nitrogen (NO3- + NO2-, µg/l)	85	74	2700	7700	110	110
Total fosfor (TP, µg/l)	16	41	20	22	5,8	8,6
Totalt organisk karbon (TOC, mg/l)	16	41	20	1,89	<0,4	<0,4
Turbiditet (FTU)	3,5	9,6	3,3	2,9	1,4	1,0
	Det.grense					
Benzen	0,2-1 µg/l	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.
Toluen	0,2-1 µg/l	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.
Etylbenzen	0,2-1 µg/l	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.
Xylener	0,2-1 µg/l	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.
Totalt hydrokarboninnhold (THC)	5-20 µg/l*	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.

\* avh. av produktet

Vedlegg

**Vedleggstabell 3.** Redigert feltskjema for prøvetagning av grunnvannsbrønner på Kollsnes september og desember 1997. Det ble tatt prøver i fra to dyp (2 og 10 m). For desember er pH-målingene fra laboratoriet brukt i figurer og i vedleggstabell 2.

<b>Brønn</b>	<b>1</b>	Dato	05.09.97
Start tid	1500	Slutt tid	1510
Vannstand fra topp før pumping (m)	1,5	Vannstand fra topp etter pumping (m)	5,5

	°C	pH	O <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> mg/l
- 2 m	12,2	6,11	41,7	6,5
- 10 m	8,1	6,57	7,2	0,74

Kommentarer:

<b>Brønn</b>	<b>1</b>	Dato	11.12.97
Start tid	1735	Slutt tid	1750
Vannstand fra topp før pumping (m)	1	Vannstand fra topp etter pumping (m)	3

	°C	pH	O <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> mg/l
- 2 m	6,35	7,12	63,0	7,62
- 10 m	7,53	7,33	23,2	2,66

Kommentarer: Gul-brunt vann.

<b>Brønn</b>	<b>2</b>	Dato	05.09.97
Start tid	1540	Slutt tid	1555
Vannstand fra topp før pumping (m)	4,5	Vannstand fra topp etter pumping (m)	7,5

	°C	pH	O <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> mg/l
- 2 m	8,59	6,58	75,4	8,7
- 10 m	8,38	7,14	30,1	3,71

Kommentarer:

<b>Brønn</b>	<b>2</b>	Dato	11.12.97
Start tid	1415	Slutt tid	1430
Vannstand fra topp før pumping (m)	3	Vannstand fra topp etter pumping (m)	3,5

	°C	pH	O <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> mg/l
- 2 m	7,25	7,07	58,1	6,96
- 10 m	7,25	7,53	37,2	4,48

Kommentarer: Klart og rent vann.

<b>Brønn</b>	<b>3</b>	Dato	05.09.97
Start tid	1610	Slutt tid	1620
Vannstand fra topp før pumping (m)	8,5	Vannstand fra topp etter pumping (m)	10,5

	°C	pH	O <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> mg/l
- 2 m	8,4	6,96	60,5	7,0
- 10 m	8,04	7,22	62,9	7,6

Kommentarer:

Vedlegg

Vedleggstabell 3. Fortsettelse.

<b>Brønn</b>	<b>3</b>	Dato	11.12.97
Start tid	1455	Slutt tid	1515
Vannstand fra topp før pumping (m)	7,5	Vannstand fra topp etter pumping (m)	8,5

	°C	pH	O <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> mg/l
- 2 m	7,69	7,28	88,5	10,34
- 10 m	7,22	7,63	65,0	7,90

Kommentarer: Klart, rent vann. Litt sand.

<b>Brønn</b>	<b>4</b>	Dato	05.09.97
Start tid	1640	Slutt tid	1652
Vannstand fra topp før pumping (m)	5,5	Vannstand fra topp etter pumping (m)	9,0

	°C	pH	O <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> mg/l
- 2 m	8,67	6,51	86,8	10,02
- 10 m	8,0	6,61	53,7	6,85

Kommentarer:

<b>Brønn</b>	<b>4</b>	Dato	11.12.97
Start tid	1550	Slutt tid	1605
Vannstand fra topp før pumping (m)	5	Vannstand fra topp etter pumping (m)	7

	°C	pH	O <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> mg/l
- 2 m	8,14	7,36	81,9	9,72
- 10 m	7,87	7,37	71,3	8,56

Kommentarer: Nådde bunn ved 11 m ledning, dvs. nederste prøve ble tatt ved ca. 6 m vanddyb. Rent klart vann.

<b>Brønn</b>	<b>5</b>	Dato	05.09.97
Start tid	1320	Slutt tid	1335
Vannstand fra topp før pumping (m)	2,5	Vannstand fra topp etter pumping (m)	4,5

	°C	pH	O <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> mg/l
- 2 m	11,4	5,95	57,5	6,6
- 10 m	8,5	6,3	44,8	5,1

Kommentarer: Oksygenverdier høye i starten, men sank etterhvert.

<b>Brønn</b>	<b>5</b>	Dato	11.12.97
Start tid	1330	Slutt tid	1350
Vannstand fra topp før pumping (m)	2,5	Vannstand fra topp etter pumping (m)	3,5

	°C	pH	O <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> mg/l
- 2 m	8	6,4	91,4	10,91
- 10 m	8,5	6,25	33,4	3,91

Kommentarer: Oksygenmåling på 2 m dyp, er muligens litt høyt, tok lang tid før sonden ble stabil. Brønnbunn 7 m fra vannoverflaten. Nederste prøve tatt ved bunn. Svakt gult, litt partikler/sand.

Vedlegg

**Vedleggstabell 3. Fortsettelse.**

<b>Brønn</b>	<b>6</b>	Dato	05.09.97
Start tid	1249	Slutt tid	1257
Vannstand fra topp før pumping (m)	7,5	Vannstand fra topp etter pumping (m)	10,5

	°C	pH	O <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> mg/l
- 2 m	9,6	6,6	63,8	7,5
- 10 m	8,78	7,5	49,5	5,86

Kommentarer:

<b>Brønn</b>	<b>6</b>	Dato	11.12.97
Start tid	1830	Slutt tid	1900
Vannstand fra topp før pumping (m)	7,5	Vannstand fra topp etter pumping (m)	-

	°C	pH	O <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> mg/l
- 2 m	7,42	8,09	84,1	10,59
- 10 m	-	-	-	-

Kommentarer: Batteriet til vannpumpen ble tomt for strøm. Fikk ikke prøver fra 10 m dyp til sondemålinger. Fikk vannprøver til de andre analysene. Klart og rent vann.