

NGU Rapport 92.253

**SALT INDUSTRIGRUNNVANN:
Mikrobiologiske forhold ved
munningen av Litledalselva,
Sunndal kommune, Møre og Romsdal**

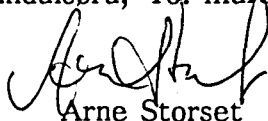
Rapport nr. 92.253		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: SALT INDUSTRIGRUNNVANN: Mikrobiologiske forhold ved munningen av Litledalselva, Sunndal kommune, Møre og Romsdal				
Forfatter: Arne Storset, Kommuneveterinær Næringsmiddeltilsynet for Indre Nordmøre		Oppdragsgiver: Samarbeidsprosjektet "Salt industrivann" (NGU, NTNf, Akvaforsk, UiB)		
Fylke: Møre og Romsdal		Kommune: Sunndal		
Kartbladnavn (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) Sunndalsøra 1420 III		
Forekomstens navn og koordinater: Akvaforsk		Sidetall: 14	Pris: 35,-	
		Kartbilag: 0		
Feltarbeid utført: Aug -91/feb -92	Rapportdato: 15.06.92	Prosjektnr.: 63.2306.06	Ansvarlig: Arne Storset	
<p>Sammendrag:</p> <p>Det er foretatt bakteriologisk undersøkelse av salt grunnvann. Total-antall bakterier ved direktetelling i fluorescens-mikroskop (DAPI-farging) var i størrelsesorden 300.000/ml.</p> <p>Bakterier innen genus Vibrio ble valgt som indikator for mulig forekomst av fiskepatogene mikroorganismer. Vibrio-bakterier er dominerende i det marine miljø, både i vannet, i sedimenter og i fiskens tarmflora. Innen denne bakterieslekten finner en også to utbredte fiskepatogene bakterier; V. anguillarum og V. salmonicida (furunkulose-bakterien).</p> <p>Undersøkelsen viser at Vibrio-bakterier forekommer i langt mindre antall i salt grunnvann sammenlignet med sjøvann. Ved undersøkelsen i okt.-nov. -91 ligger antall vibrio i salt grunnvann i området 700-2000/500ml. For sjøvann er tallene gjennomgående 10 ganger høyere. Undersøkelsen i jan.-feb. -92 viser betydelig lavere vibriotall (20-450/500ml). Forekomsten ser ut til å følge sykliske svingninger, men en har i denne undersøkelsen ikke funnet korrelasjon mellom svingningene og andre fysiske/kjemiske forhold. Bakterieantallet i salt grunnvann synes ikke å vise samvariasjon med tidevannsfluktasjoner.</p>				
Emneord: Hydrogeologi		Marin geologi		Salt grunnvann
Bakteriologisk analyse		Fagrapport		

FORORD

Denne undersøkelsen er delt i to. Første del fant sted oktober/november 1991 og ble beskrevet i en foreløpig rapport: Salt grunnvann - mikrobiologiske forhold, datert 9. desember 1991. Denne er i noe omarbeidet form inkorporert som Del 1 i denne rapporten.

En takk bør rettes til Øivind Enger, Universitetet i Bergen, som reiste til Sunndalsøra for å gi undertegnede innføring i undersøkelsesmetodikk for analyse av totalantall bakterier i sjøvann. Han foretok også de mikroskopiske undersøkelsene av de ferdig preparerte prøvene.

Sundalsøra, 16. mars 1992



Arne Storset

INNHALDSFORTEGNELSE

1	<u>SAMMENDRAG</u>	Side 3
2	<u>INNLEDNING</u>	Side 3
3	<u>DEL I</u>	Side 4
	3.1 Prøvetaking	Side 4
	3.2 Metodikk	Side 4
	3.2.1 <u>Vibrio-bakterier</u> (Side 4); 3.2.2 <u>Totalantall bakterier</u> (Side 4); 3.2.3 <u>Tidevannsregistrering</u> (Side 6); 3.2.4 <u>Lukt</u> (Side6); 3.2.5 <u>Salinitet</u> (Side 6); 3.2.6 <u>Temperatur</u> (Side 6)	
	3.3 Resultater	Side 6
	3.4 Kommentarer	Side 6
4	<u>DEL II</u>	Side 7
	4.1 Prøvetaking	Side 7
	4.2 Metodikk	Side 8
	4.2.1 <u>Vibriobakterier</u> (Side 8); 4.2.2 <u>Tidevannsregistrering</u> (Side 8); 4.2.3 <u>Salinitet</u> (Side 8); 4.2.4 <u>Temperatur</u> (Side 8)	
	4.3 Resultater	Side 8
	4.4 Diskusjon	Side 8
5	<u>REFERANSER</u>	Side 10
Figur 1	<i>Totalantall bakterier og <u>Vibrio</u>-bakterier i salt grunnvann og i sjøvann.</i>	Side 7
Figur 2	<i>Antall <u>Vibrio</u>-bakterier og salinitet gjennom hele prøvetakingsperioden.</i>	Side 12
Figur 3	<i>Antall <u>Vibrio</u>-bakterier og grunnvannstemperatur i hele prøveperioden.</i>	Side 12
Figur 4	<i>Antall <u>Vibrio</u>-bakterier 11. og 12. februar sammenholdt med tidevanns-nivået.</i>	Side 13
Figur 5	<i>Pumpekapasitet (vannmengde) 11. og 12. februar sammenholdt med tidevannsnivået.</i>	Side 13
Tabell I	<i>Delundersøkelse 1. Sammenstilling av resultatene.</i>	Side 5
Tabell II	<i>Forskjell i antall <u>Vibrio</u>-bakterier i salt grunnvann sammenlignet med sjøvann (i %). Prøver tatt ut vinteren 1991 (V-91) og høsten 1991 (H-91). n=antall prøver.</i>	Side 7
Tabell III	<i>Resultatene for hele prøveperioden.</i>	Side 9
Tabell IV	<i>Resultat av prøver tatt ut 11. og 12. februar. A og B: Parallele prøver.</i>	Side 9

1 SAMMENDRAG

Det er foretatt bakteriologisk undersøkelse av salt grunnvann. Total-antall bakterier ved direktetelling i fluorescens-mikroskop (DAPI-farging) var i størrelsesorden 300.000/ml. Bakterier innen genus *Vibrio* ble valgt som mulig indikator for sjøvannspåvirkning og derved mulig forekomst av fiskepatogene mikroorganismer. Antall *Vibrio*-bakterier forekommer i langt mindre antall i grunnvann sammenlignet med sjøvann. Forekomsten ser ut til å følge sykliske svingninger. Bakterietallet har ingen sammenheng med tidevannsfluktuasjonen.

2 INNLEDNING

Næringsdepartementet ved NTNF er sammen med Norges Geologiske Undersøkelse med i samarbeidsprosjektet: Salt industrigrunnvann, NGU-prosjekt 63.2306. Prosjektet er organisert i "Program for grunnvann og miljøkjemi" ved NGU og skal bl.a. "Utprøve og overvåke fersk, brakt og salt grunnvann til industriformål (fiskeoppdrett)----".

Foreliggende undersøkelse inngår i "400 INDEKSBEKRIVELSE AV SALTVANNSKVALITETER" i ovennevnte prosjekt.

Sentralt i denne problemstillingen er vurdering av grunnvannets innhold av fiskepatogene mikroorganismer.

I lakseoppdrett i dag er det av hensyn til overføring av smittsomme fisesykdommer generelt forbud mot å bruke sjøvann i settefiskanlegg. Dessuten er det krav om at det i inntaksvannet ikke er oppgang av anadrom fisk. Dersom det nyttes slikt vann, er det krav om desinfeksjon av vannet. Bl.a. følgende krav til desinfeksjonseffekt må kunne dokumenteres: Varig inaktivering på 99,9 % (log 3) av *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* (furunkulose-bakterien) (1).

En viktig problemstilling vedrørende bruk av salt grunnvann til akvakulturformål er derfor dette vannets mikrobiologiske kvalitet med tanke på innhold av fiskepatogener. Overfor brukere og myndigheter er det også behov for å kunne dokumentere sikkerhet mot forekomst av slike mikroorganismer. I dag finnes det ikke metoder som muliggjør en slik dokumentasjon. Med tilgjengelige metoder er det ikke mulig å foreta en screening med tanke på forekomst av alle aktuelle fiskepatogener i en vannforekomst. En må i stedet finne fram til metoder som i størst mulig grad kan sannsynliggjøre at det salte grunnvannet er smittehygienisk sikkert.

En viktig målsetting med denne bakteriologiske undersøkelsen er å finne bakterier som kan indikere tilstedeværelsen av eventuelle fiskepatogene bakterier. Da en vet at *Vibrio*-bakterier er dominerende i det marine miljø, både i vannet, i sedimenter og i fiskens tarmflora, er det nærliggende å bruke denne bakteriegruppen som indikatorbakterier. Dessuten er denne bakterieslekten representert med *V. anguillarum* og *V. salmonicida*, som er to utbredte fiskepatogene bakterier. Ettersom *Vibrio*-bakterier er rikelig til stede i sjøvannet, vil fravær av disse

bakteriene i det salte grunnvannet indikere lang oppholdstid i grunnen uten fersk påvirkning av sjøvannet.

Det ble foretatt undersøkelser mhp. *Vibrio*-bakterier i januar/februar 1991 fra en grunnvannsbrønn mellom Litledalselva og moloen. I denne undersøkelsen fant en at antall *Vibrio*-bakterier i sjøvannet var i størrelsesorden tusen ganger større enn i det salte grunnvannet (2).

Det var også ønskelig å undersøke den totale bakterieaktiviteten i akviferen. I ferskt grunnvann vet en at mikrobielle prosesser spiller en stor rolle i stoffomsetningen (3).

3 DEL I

3.1 Prøvetaking

Prøvetaking ble foretatt i tidsrommet 21.10.91 - 08.11.91. Det ble tatt ut 7 prøver. Også sjøvannsprøver fra AKVAFORSKs kveitehall ble tatt med som referanseprøver hver gang. Dette vannet pumpes fra området utenfor Hammerkaia fra ca. 30 meters dyp.

3.2 Metodikk

3.2.1 Vibrio-bakterier

Prøvene ble analysert 20 min. - 40 min. etter prøveuttak.

Av sjøvannsprøvene ble det membranfiltrert 5 ml og av grunnvannsprøvene 10, 100 og 500 ml (avhengig av bakteriekonsentrasjonen).

Som selektivt medium ble benyttet tiosulfat-citrat-galle salt-sukrose agar (TCBS). Dette mediet nyttes særlig til dyrking av *V. cholerae* og *V. parahaemolyticus*, men det gir vekst av de fleste species innen genus *Vibrio* (4). I denne undersøkelsen ble det benyttet et kommersielt tilgjengelig dehydrert medium: TCBS Cholera Medium, Oxoid®. 70% av det tilsatte vannet ble byttet ut med sterilt, eldet, filtrert sjøvann.

Det ble benyttet vanlig membranfiltreringsteknikk (5). Membranfilteret hadde en porestørrelse på 0,45 µm. Filtrene ble inkubert på TCBS medium ved i romtemperatur i 48 timer. *Vibrio*-bakterier vokser til 2 - 4 mm kolonier, gule eller grønne, alt etter om de er sukrose positive eller sukrose negative.

Ved hver undersøkelse ble et visst antall kolonier fra TCBS-mediet plukket ut og dyrket sekundært på blodagar tilsatt 2% NaCl. Bakteriene ble testet for følgende egenskaper: bevegelse, oksidase og følsomhet for vibriostat (0/129, 150 µg).

Ved prøveuttak den 21/10 ble Vibriundersøkelsen av salt grunnvann mislykket (for liten fortykning av prøven).

3.2.2 Totalantall bakterier

Vannprøvene ble membranfiltrert. Filtrene ble farget med 4',6-diamidino-2-phenylindole (DAPI). Dette fluorescerende fargestoffet farger selektivt bakterienes nukleinsyrer, slik at bakteriene kan direktetelles på filteret vha. epifluorexcense

Tabell 1 Delundersøkelse 1. Sammenstilling av resultatene.

Dato	Ant. timer før(-) og etter(+) full flo	Nr.	Vanntype	H ₂ S +/-	Salin. ‰	Temp. °C	TCBS-medium/500 ml			Totalantall bakterier pr. ml
							Gule	Grønn	Total	
21/10	0	1	grunnvann	+	25,3	-	-	-	-	307.000
		2	sjøvann	-			2.500	7.200	9.700	-
23/10	-1	3	grunnvann	+	24,7	10,5	700	1.700	2.400	279.000
		4	sjøvann	-			2.600	11.400	14.000	-
30/10	+5½	5	grunnvann	+	25,4	10,5	250	500	750	340.000
		6	sjøvann	-			1900	6.100	8.000	-
1/11	+3	7	grunnvann	+	26,1	10,5	300	300	600	307.000
		8	sjøvann	-			1.700	6.000	7.700	348.000
4/11	+5½	9	grunnvann	+	28,4	10,5	300	800	1.100	400.000
		10	sjøvann	-			2.000	8.300	10.300	343.000
6/11	+4½	11	grunnvann	+	28,4	10,5	650	1.200	1.850	368.000
		12	sjøvann	-			1.900	9.000	10.900	379.000
8/11	-2½	13	grunnvann	+	28,4	10,5	900	1.800	2.700	366.000
		14	sjøvann	-			1.500	4.100	5.600	374.000

-mikroskop og 365 nm eksitasjonslys (6). Vannprøvene ble filtrert og filtrene ble farget med DAPI på Sunndalsøra. De ferdig preparerte objektglassene ble sendt til Universitetet i Bergen for mikroskopering/bakterietelling.

Det ble også foretatt andre registreringer/analyser:

3.2.3 Tidevannsregistrering

Det ble notert klokkeslett i forbindelse med hvert prøvetuttak. Registreringen er angitt i antall timer før (-) og etter (+) full flo.

3.2.4 Lukt

Luktregistrering ble foretatt i forbindelse med åpning av flaskene. +: lukt av H₂S, - : ikke lukt av H₂S.

3.2.5 Salinitet

Salinitet ble analysert i hver grunnvannsprøve vha. Radiometer CMT Chloride Titrator. Analysene ble foretatt ved AKVAFORSKs laboratorium.

3.2.6 Temperatur

Temperaturen ble målt i grunnvannet i forbindelse med hvert prøveuttak. Det ble benyttet et konvensjonelt termometer med en inndeling på 0,5° C.

3.3 Resultater

Resultatene er gjengitt i Tabell 1. For sammenligningens skyld er antall *Vibrio*-bakterier angitt i enheten pr. 500 ml. I Figur 1 er det satt opp en grafisk framstilling av de bakteriologiske resultatene.

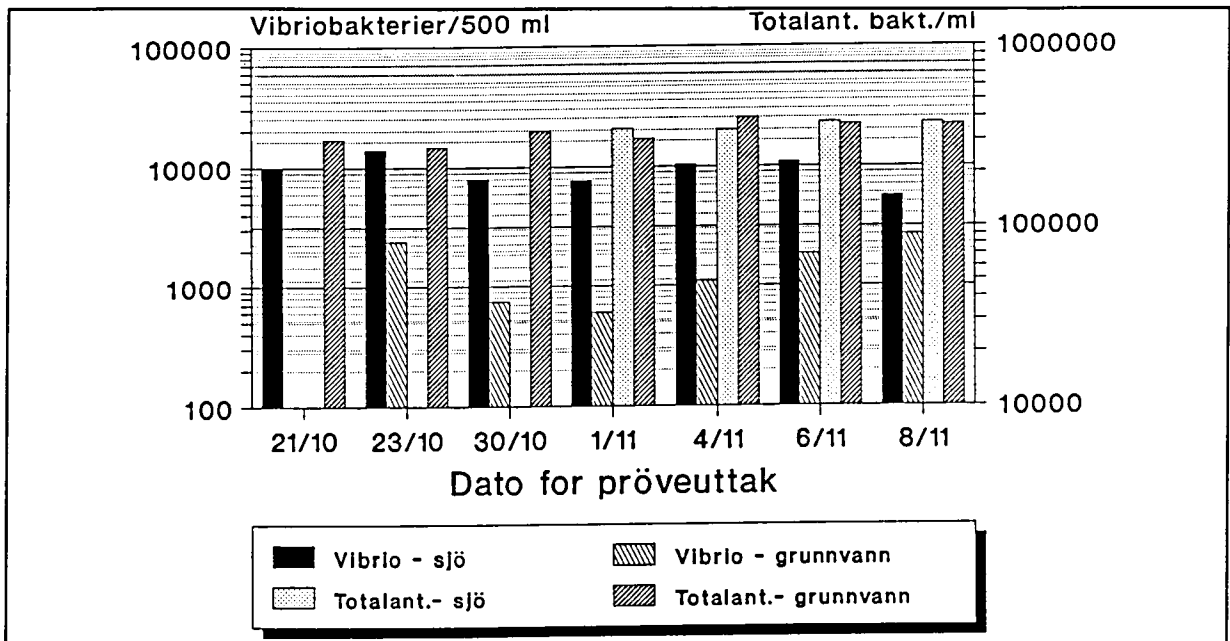
40 kolonier ble undersøkt nærmere bakteriologisk. Denne undersøkelsen gav følgende resultat:

Bevegelighet:	100 %
Oksidase +:	100 %
Vibriostat +:	95 %

3.4 Kommentarer

Ved denne undersøkelsen var det mindre forskjell i antall *Vibrio*-bakterier i salt grunnvann og sjøvann sammenlignet med undersøkelsen vinteren 1991. I Tabell II er det satt opp en sammenligning av resultatene fra de to undersøkelsene.

Ut fra resultatene ser det ut til å være en sammenheng mellom prøvetidspunktet i forhold til høyvann og antall *Vibrio*-bakterier i grunnvannet. Ved statistisk beregning av resultatene er det en negativ korrelasjon. (Regresjonskoeffisient på -6,2). Pga. svært få observasjoner er ikke korrelasjonen statistisk signifikant ($R^2=0,4$).



Figur 1 Totalantall bakterier og *Vibrio*-bakterier i salt grunnvann og i sjøvann.

I prøvetakingsperioden var det til tider springflo og sjøen sto flere ganger over stigerøret.

For å følge opp denne undersøkelsen med tanke på tidevann - antall *Vibrio*-bakterier ble det bestemt å foreta en ny undersøkelse med hyppige prøveuttak over en periode på ca. 2 døgn.

Totalantall bakterier i det salte grunnvannet er i størrelsesorden 300.000/ml. Det ser ikke ut til å være signifikant forskjell i totalantall bakterier i salt grunnvann sammenlignet med sjøvann.

Tabell II Forskjell i antall *Vibrio*-bakterier i salt grunnvann sammenlignet med sjøvann (i %). Prøver tatt ut vinteren 1991 (V-91) og høsten 1991 (H-91). n=antall prøver.

	n	Gjennomsnitt %	Max. verdi %	Min. verdi %
V-91	7	99,9	100	99,58
H-91	6	81,6	92,2	51,8

4 DEL II

For å studere en mulig sammenheng mellom tidevannsnivå og antall *Vibrio*-bakterier, ble det planlagt nye prøveuttak. Det skulle tas ut mange prøver i løpet av ca. 2 døgn.

4.1 Prøvetaking

Den ene grunnvannspumpa ble startet 6. januar 1992 og prøvetakingen startet samme dag. Prøvetakingen pågikk til 7. mars. 11. og 12. februar ble det tatt ut 12 prøver. En ventet såpass lenge i påvente av relativt stabile *Vibrio*-tall.

Deretter var det meningen å ta ut flere prøver etter at også den andre pumpa

var startet. Pga. svikt i elektrisitetstilførselen fikk en ikke i gang pumpene før 3. mars. Det ble tatt ut bare to prøver etter at begge pumpene var startet.

4.2 Metodikk

4.2.1 Vibriobakterier

Det ble ikke tatt ut prøver av sjøvann denne gangen. I annen sammenheng ble 2 sjøvannsprøver undersøkt. 11. og 12. februar ble det ved hvert prøveuttak tatt ut 2 parallelle prøver, A og B, for *Vibrio*-analyser. Forøvrig se 2.2.1.

4.2.2 Tidevannsregistrering

Det ble notert klokkeslett i forbindelse med hvert prøveuttak. Det astronomiske tidevannsnivået ble beregnet ut fra tidevannstabell for Sunndalsøra (7). Tidevannshøyden angis i meter over sjøkartets nullnivå. Tidevannsregistreringene er gjengitt bare for prøvene tatt 11. og 12. februar.

4.2.3 Salinitet

Se 2.2.3.

4.2.4 Temperatur

Temperatur ble målt i grunnvannet i forbindelse med hvert prøveuttak. Det ble benyttet et elektronisk termometer (COMARK modell 9001 SM).

4.3 Resultater

Resultatene for hele prøveperioden er gjengitt i Tabell III. Resultatene av *Vibrio*-analysene for 11. og 12. februar er gjennomsnittsverdier for alle prøveuttakene.

Resultatene for 11. og 12. februar er gjengitt i Tabell IV.

Resultatene er framstilt grafisk i Figurene 2 - 5, se side 12 og 13.

Sjøvann fra AKVAFORSKs sjøvannsinntak ble undersøkt 16. januar og 17. februar. Det ble da isolert henholdsvis 4.300 og 5.200 *Vibrio*-bakterier/500 ml.

4.4 Diskusjon

Grunnvannstemperaturen falt med hele 2 ° C i prøveperioden.

Saliniteten sank etter noen dagers pumping, men holdt seg deretter relativt stabil på ca. 25 ‰.

Antall *Vibrio*-bakterier begynte på et lavt nivå og økte til et maksimum etter ca. 1 uke. Deretter avtok bakterietallet jevnt. Bakterietallet ved undersøkelsen høsten 1991 lå på et markert høyere nivå.

Resultatene fra den intensive prøvetakingsperioden 11. og 12. februar gir grunnlag for følgende konklusjoner:

- a. Temperaturen, saliniteten og antall *Vibrio*-bakterier påvirkes ikke av tidevannsnivået. Tendens til korrelasjon mellom høyvann/høyt *Vibrio*-tall som er referert i Del 1 var sannsynligvis tilfeldig.

b. Pumpekapasiteten ser ut til å øke i takt med tidevannsnivået. (Flo/fjære: ca ± 10 %) (Tallmaterialet er ikke statistisk behandlet for å trekke disse konklusjonene.)

Antall *Vibrio*-bakterier varierer ikke tilfeldig i prøvetakingsperiodene, men ser ut til å variere etter sykliske kurver.

Undersøkelsene har ikke gitt entydig svar på om hvorvidt antall *Vibrio*-bakterier er en egnet parameter for å vurdere om det salte grunnvannet har fersk påvirkning av det overliggende sjøvannet. For å komme nærmere svaret på dette spørsmålet bør en kombinere *Vibrio*-undersøkelsen med tracer-studier og/eller undersøke flere grunnvannslokaliteter.

Tolking av de sykliske variasjonene i forekomsten av *Vibrio*-bak-

Tabell III Resultatene for hele prøveperioden.

Dato	Vannmengde L/sek	Temp. ° C	Salinitet g/L	Vibriob. pr.500 ml
6.Jan	28	8,9	31,0	23
7.Jan		8,7	30,1	83
8.Jan		8,5	30,1	180
9.Jan		8,6	30,1	205
10.Jan		8,4	29,8	275
13.Jan		8,2	28,9	440
14.Jan		8,0	28,1	430
15.Jan		7,9	27,8	315
17.Jan		7,6	26,0	170
20.Jan		7,5	24,1	85
22.Jan		6,9	24,1	54
24.Jan		7,0	25,1	55
27.Jan		6,9	26,4	54
29.Jan	30	6,9	25,6	48
31.Jan		6,8	24,3	48
3.Feb		6,7	24,1	38
7.Feb			23,2	28
11.Feb		5,8	24,5	18
12.Feb		5,9	25,7	19
3.Mar	44	6,8	27,7	0
7.Mar	42		28,2	44

Tabell IV Resultat av prøver tatt ut 11. og 12. februar. A og B: Parallele prøver.

Dato	Klokkeslett	Tidevannsnivå, m	Temp. °C	Vannmengde L/sek	Salinitet g/L	Vibriobakt./500 ml		
						A	B	A + B/2
11.Feb	8:40	1,0	6,0	30,0	24,1	20	22	21
11.Feb	9:45	0,7	5,8	30,0	24,1	20	18	19
11.Feb	11:40	1,0	5,9	30,5	24,3	19	22	21
11.Feb	14:00	1,5	5,9	32,5	24,6		16	16
11.Feb	15:40	1,8	5,7	33,5	24,6	17	18	18
11.Feb	17:30	1,6	5,8	33,0	24,8	13	16	15
11.Feb	21:00	0,8	5,9	30,0	24,9	18	13	16
12.Feb	8:40	1,0	5,8	30,5	25,5	13	20	17
12.Feb	11:05	0,8	5,8	30,0	25,6	25	18	22
12.Feb	13:45	1,1	5,9	31,0	25,8	17	17	17
12.Feb	15:45	1,5	5,9	32,5	25,7	15	23	19
12.Feb	17:45	1,6	5,9	32,5	25,8	14	24	19

terier kan muligens gjøres i lys av geologiske data.

Det kunne være av interesse å studere om det er sammenheng mellom forekomsten *Vibrio*-bakterier og konsentrasjonen av hydrogen sulfid i vannet. Ved sensorisk vurdering var slik gass til stede i alle prøvene. Steinene ved utløpsrøret

fra grunnvannsbrønnen er dekket av elementært svovel som følge av oksidasjon av H_2S . Ved mikroskopering av vannet etter henstand kunne en tydelig se krystallinske strukturer som sannsynligvis var elementært svovel. Av og til kunne en se at prøvene ved henstand fikk øket turbiditet. Den økede turbiditeten forsvant etter hvert. (Videre oksidasjon av svovel til sulfat av svovel-oksiderende bakterier?).

SO_4^{--} er et av de dominerende anioner i sjøvann, som under anaerobe forhold blir omdannet til mer reduserte forbindelser (8). Sulfat-reduserende bakterier er en viktig faktor i reduksjon av sulfat til hydrogensulfid, som er endeproduktet i sulfatreduksjonen. Hydrogen-sulfid er en svært toksisk gass (sammenlignbar med HCN). Hydrogen-sulfid kan også være toksisk overfor sulfat-reduserende bakterier, men forekomst av jern og dannelse av uløselig FeS har en avgiftende effekt (8).

Det er ikke usannsynlig at konsentrasjonen av H_2S også kan ha desimerende effekt på *Vibrio*-bakterier, som sannsynligvis ikke er så adaptert til gassen som sulfat-reduserende bakterier.

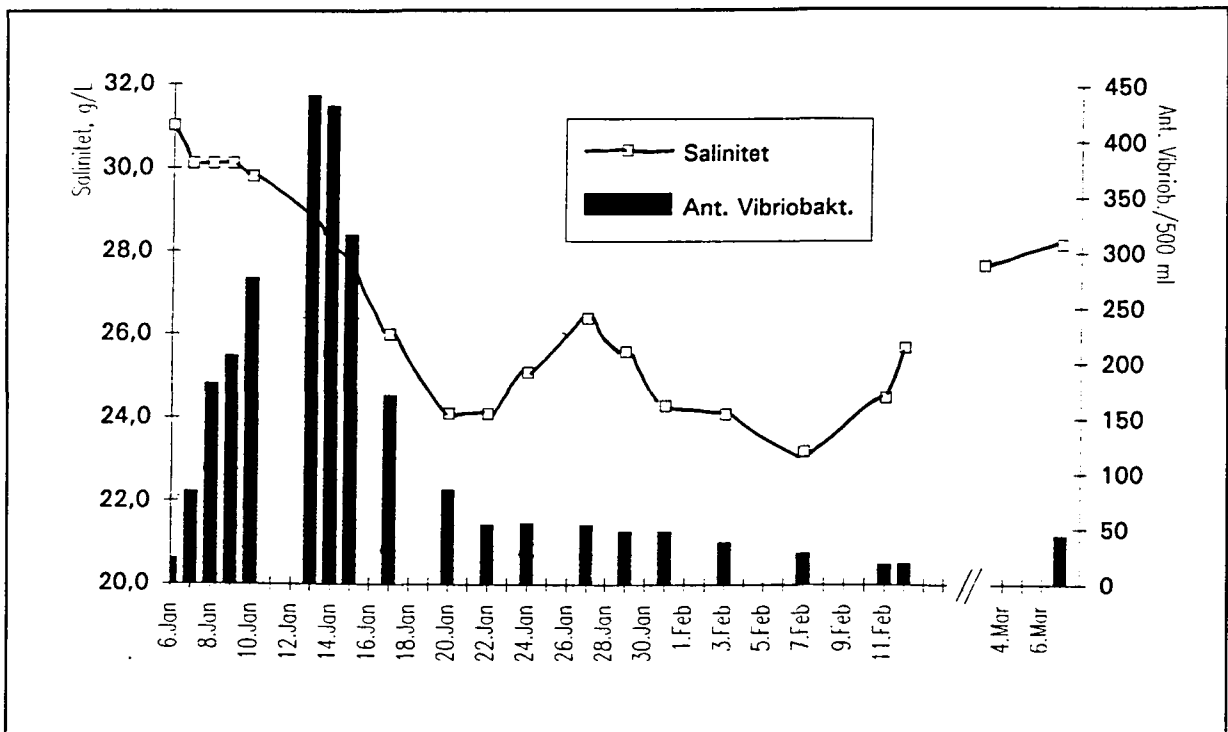
Prøven som ble tatt ut 8. januar inneholdt ca $\frac{1}{2}$ time etter prøveuttak 180 *Vibrio*-bakterier pr. 500 ml, jfr. Tabell III. Samme prøve ble analysert etter 5 timer og etter 24 timer i kjøleskap. *Vibrio*-tallet var da redusert til henholdsvis 50/500 ml og 30/500 ml. For å dokumentere en slik tidsavhengig bakteriereduksjon, måtte det foretas flere tilsvarende tester, noe som dessverre ikke ble gjort.

Når en i denne rapporten har omtalt *Vibrio*-bakterier som mulige indikatororganismer, er det viktig å understreke at forekomst av slike bakterier slett ikke utelukker at vannet kan være fritt for fiskepatogener, f.eks. furunkulosebakterier. *Vibrio*-bakterier er jo sannsynligvis til stede over alt i det marine miljø. Fravær av *Vibrio*-bakterier i grunnvann kan imidlertid indikere at grunnvannet ikke har fersk påvirkning av sjøvann, som jo også kan inneholde fiskepatogener. Faktorer som hydrogensulfid kan komplisere dette bildet.

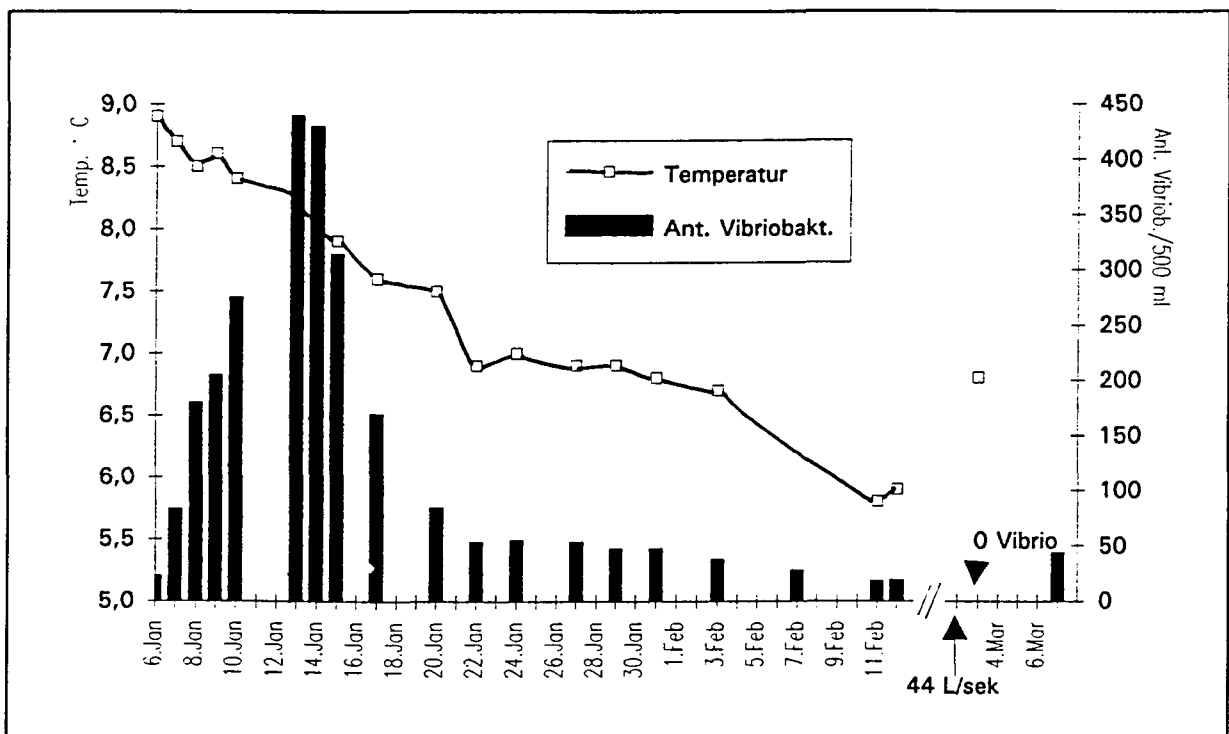
5 REFERANSER

1. Landbruksdepartementet. Forskrift om desinfeksjon av inntaksvann til oppdrettsanlegg for akvatiske organismer av 04.02.91.
2. Storset, Arne. Salt grunnvann - bakteriologisk undersøkelse. Rapport datert 13.02.91 til AKVAFORSK
3. Matthes, Georg. *In: The Properties of Groundwater.* John Wiley & Sons 1982.
4. Krieg NR (ed). *In: Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Volume 1,* Williams & Wilkins, Baltimore 1984.
5. Norges Standardiseringsforbund. Teknikker for kvantitativ bestemmelse av mikroorganismer fra vann, sedimenter og kloakkslam. Membranfiltreringsteknikk. NS 4790-4 1989

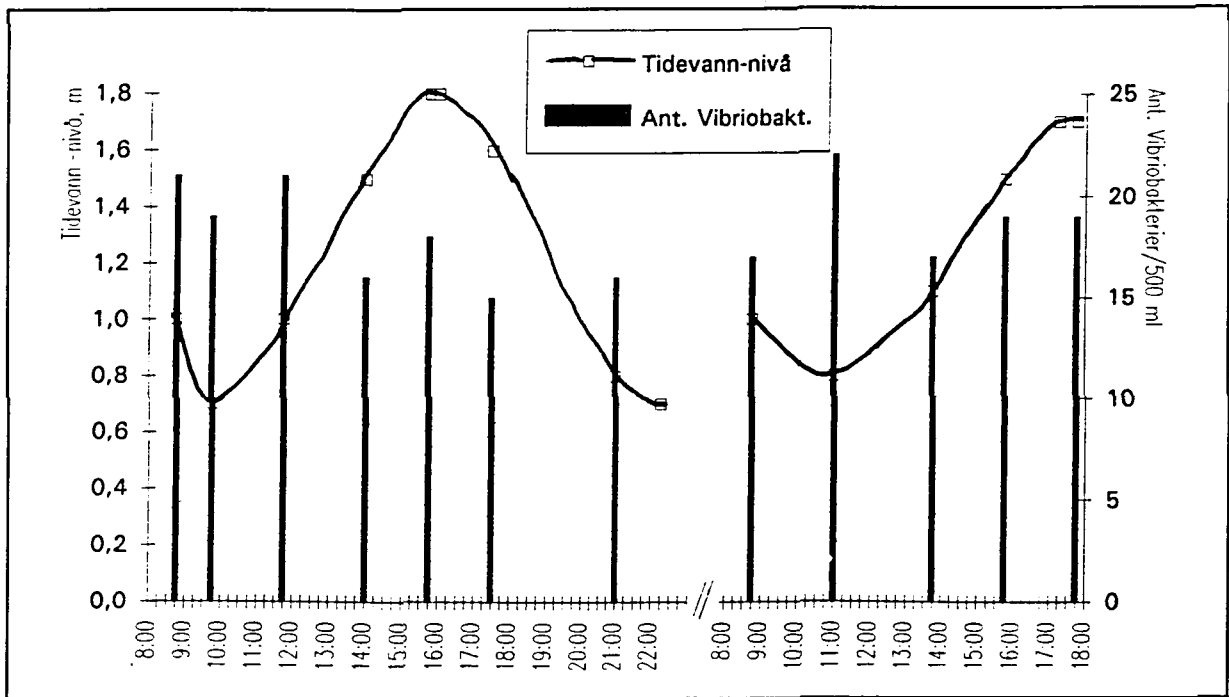
6. Porter, K. G. & Feig, Y.S. The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora. *Limnol. Oceanogr.* 25, 943 - 948 1980.
7. Stockholms Folkobservatorium, P. Ahlin KB. Tidevannstabell for Sunndalsøra.
8. Brock, Thomas D. & Madigan, Michael T. In *Biology of Microorganisms*. Prentice-Hall 1988.



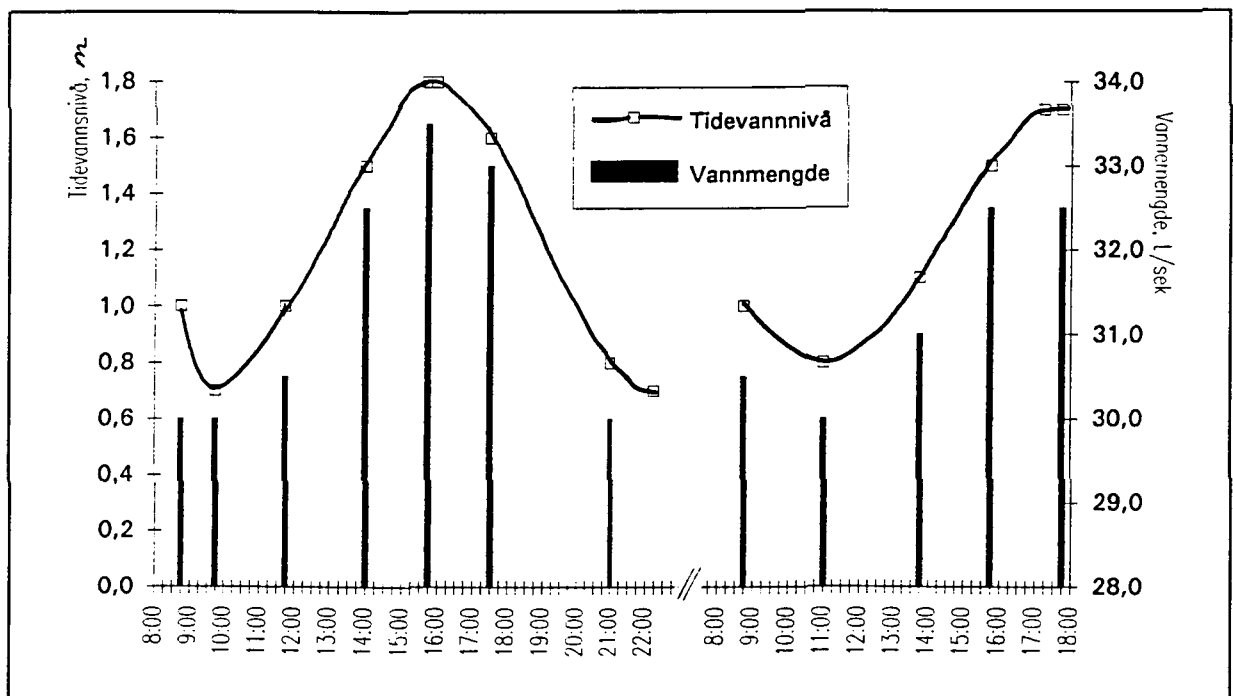
Figur 2 Antall Vibrio-bakterier og salinitet gjennom hele prøvetakingsperioden.



Figur 3 Antall Vibrio-bakterier og grunnvannstemperatur i hele prøveperioden.



Figur 4 Antall *Vibrio*-bakterier 11. og 12. februar sammenholdt med tidevannsnivået.



Figur 5 Pumpekapasitet (vannmengde) 11. og 12. februar sammenholdt med tidevannsnivået.