



RF – Rogalandsforskning. <http://www.rf.no>

Øyvind F. Tvedten

**Resipientundersøkelse i sjøen utenfor
Inter Aqua, avdeling Tau**

Rapport RF – 2001/257

Prosjektets tittel: Inter Aqua, Tau
Oppdragsgiver(e): Inter Aqua, Tau

ISBN: 82-490-0156-7

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

Forord

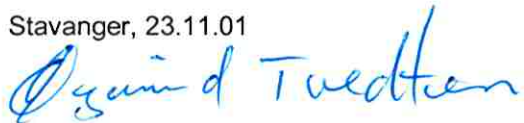
Undersøkelsen er gjennomført på oppdrag fra Inter Aqua og skal brukes som en del av dokumentasjonen av miljøforholdene i sjøen i forbindelse med søknad om utvidelse av smoltproduksjon.

Innsamlingen av bunnprøver ble gjort fra M/S Diann med Børge Jonassen som behjelpelig kaptein.

Feltarbeidet ble ellers utført av Hege Marita Svalheim og Øyvind F. Tvedten fra RF.

Asbjørn Bergheim (RF) har vært kvalitetssikrer.

Stavanger, 23.11.01



Øyvind F. Tvedten, prosjektleder

Innhold

FORORD	I
1 INNLEDNING.....	1
2 MATERIALE OG METODER	1
2.1 Områdebeskrivelse og tidligere undersøkelser.....	1
2.2 Valg av stasjoner og parametre	1
2.3 Program og gjennomføring.....	3
2.4 Analyser.....	4
2.4.1 Vannprøver	4
2.4.2 Bunnprøver	4
2.4.2.1 Partikkelstørrelse og organisk innhold (glødetap)	4
2.4.2.2 Bunnfauna	4
2.4.2.3 Mål på diversitet	5
2.4.3 STFs klassifisering av miljøkvalitet	6
3 RESULTATER OG DISKUSJON	7
3.1 Vannprøver og hydrografi	7
3.2 Sedimentanalyser.....	7
3.2.1 Kornstørrelse og organisk innhold	8
3.2.2 Bunnfauna.....	9
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	10
5 LITTERATUR.....	11
6 VEDLEGGSOVERSIKT.....	12

1 Innledning

Inter Aqua avdeling Tau vurderer å utvide smoltproduksjonen ved anlegget på Tau, Strand kommune i Rogaland. Anlegget har nå konsesjon på 1 mill. smolt og dette søkes utvidet til 2,49 mill. smolt. Etter den økte smoltproduksjon vil årlig fôrforbruk være ca. 250 tonn ved full utnyttelse av konsesjonen. For å få ferdig behandlet søknaden om utslippsløyve og vurdert eventuelle rensekrav, har Fylkesmannen i Rogaland satt fram krav om en resipientundersøkelse, slik at beslutning kan tas med bakgrunn i oppdatert og dokumentert miljøtilstand i resipienten. Oppdraget ble tildelt Rogalandsforskning av Inter Aqua og feltarbeidet ble utført 14. september 2001.

2 Materiale og metoder

2.1 Områdebeskrivelse og tidligere undersøkelser

Smoltanlegget ligger sør-øst for Tau kai og har en lang utslippsledning for avløpsvann, slik at dette slippes ut på ca 20 m dyp utenfor vågen (se kart Figur 1). I dette området er det en grunne og sjøbunnen skrår i vestlig retning nedover mot nærmere 200 m dyp i midten av Hidlefjorden/Idsefjorden. I sør og sør-østlig retning er det større deler av området som har et dyp mindre enn 50 m.

Det er også et kommunalt utslipp av kloakk i samme område.

Etter det vi kjenner til ble siste resipientundersøkelser av nærliggende områder gjennomført i 1983-85 (Dahle 1985 og Stokland 1986). Stasjonene den gang var plassert nokså nær land og kan ikke sammenlignes direkte med stasjonene i denne undersøkelsen. Den nærmeste stasjonen i fra 1984 lå like sør for moloen ved Tau. Generelt viste undersøkelsene på 80-tallet at resipientforholdene var gode, men noe lokal forurensning ble registrert.

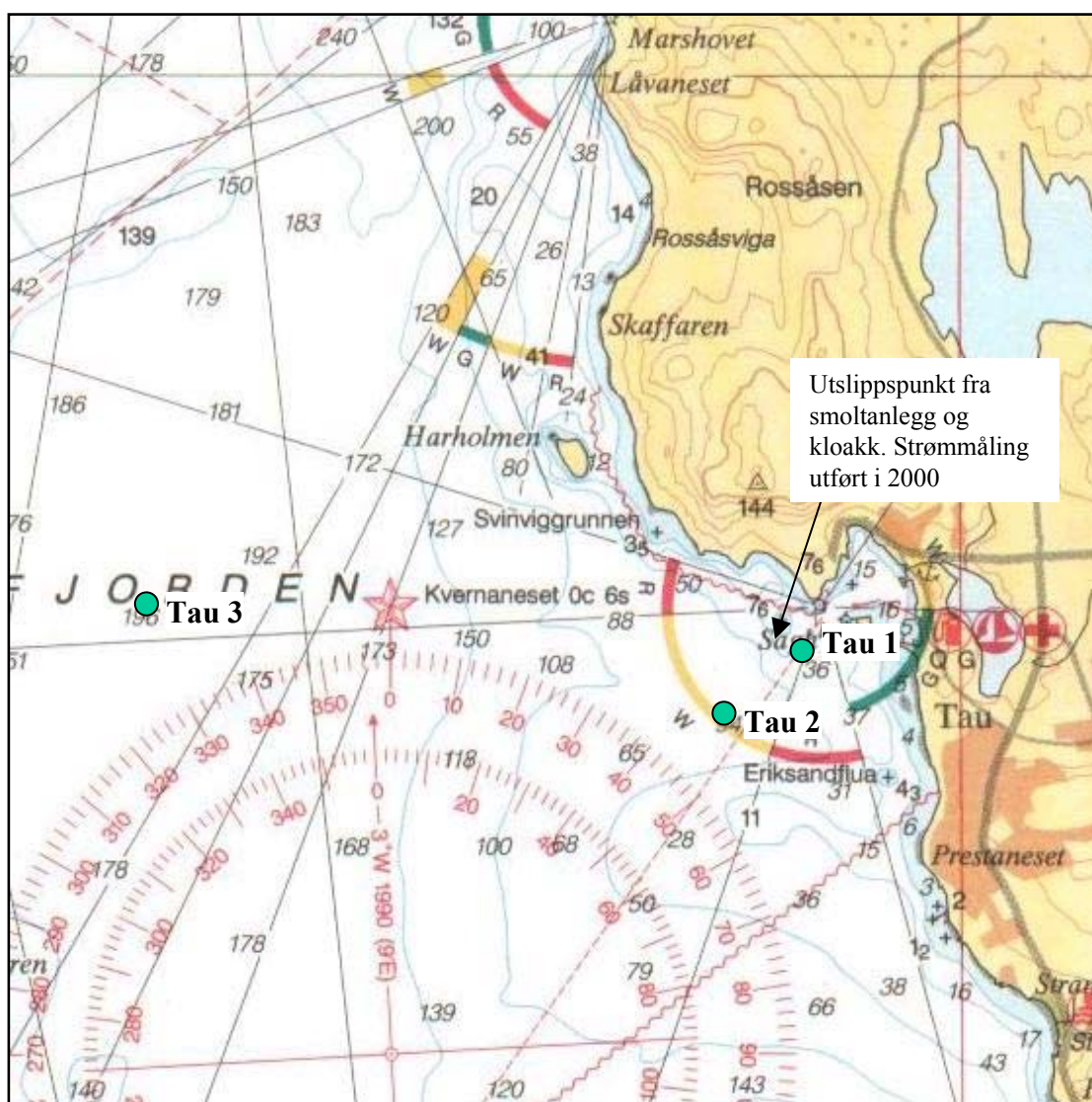
Høsten 2000 gjennomførte Rogalandsforskning en strømundersøkelse ved utslippstedet fra smoltanlegget (Tvedten 2000a). En strømmåler ble satt ut på 14 m dyp i en måned og resultatet viste at den dominerende strømretningen var i øst, sør-østlig retning samt i motsatt retning mot nord-vest. Gjennomsnittlig strømhastighet var 5 cm/s og maksimalhastighet var 24,5 cm/s som viser at strømførholdene er gode i området.

2.2 Valg av stasjoner og parametre

RF utarbeidet et undersøkelsesprogram basert på opplysningene i forespørselen og samtaler med Fylkesmannen. Til bakgrunn for slike undersøkelser bør SFTs veiledning 97:01 (Molvær *m. fl.* 1997) og Norsk Standard (NS 9420 og NS 9410) benyttes. Opplegget ble godkjent av Fylkesmannen og oppdragsgiver før feltarbeidet startet. Undersøkelsen kartlegger miljøforholdene ved utslippstedet (Tau 1) og eventuell endring med avstand fra utslippet (Tau 2), samt resipienten generelt (Tau 3). Den

endelig valgte stasjonsplasseringen ble gjort av RF under feltarbeidet, og prøvestasjonenes plassering er vist i Figur 1. I hovedsak ligger de der de var planlagt i prosjektforslaget, men noen endringer måtte gjøres, som følge av ugunstige bunnforhold, spesielt ved Tau 1. Det ble besluttet å ta prøver fra en stasjon ekstra (Tau 2) i forhold til forsøksplanen da det var lite dyr (og antatt) dårlige miljøforhold på Tau 1.

I følge GPS posisjonene lå Tau 1 ca 70 m rett øst for stedet hvor det ble gjort strømmålinger og der hvor utslippene var lokalisert.



Figur 1. Kart (utsnitt av sjøkart nr 16) over innsamlingsområdet med prøvestasjonene og utslippspunkt markert.

2.3 Program og gjennomføring

RF har stått for akkreditert prøveinnsamling av bløtbunn. Innsamling av faunaprøvene og sedimentprøvene til kjemiske og fysiske analyser ble gjort i tråd med de norske standardene NS 9420, NS 9422, NS 9423.

Analyse av bløtbunnsamfunn er vanlig i marine miljøundersøkelser og kan gi mye informasjon om miljøforholdene og oksygeninnhold i bunnvannet. Faunaen i fjordbunnen er i hovedsak lite mobil og kan derfor betraktes som et "speil" på den forurensningsbelastning området har vært utsatt for, og representerer ikke bare et øyeblikksbilde. Det finnes mye kunnskap om dyrene sin utbredelse og respons på forurensning samt lavt oksygeninnhold.

På hver stasjon ble det tatt to sedimentprøver med en 0,1 m² van Veen grabb. Fra den første grabben på hver stasjon ble det tatt en delprøve (0-1 cm ned i sedimentet) ut til bestemmelse av kornstørrelse og organisk innhold (glødetap). Bunnfaunaprøvene ble silt gjennom to siler med 5 mm og 1 mm runde hull. Prøvene er kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Materiale som ble igjen på siktene ble konserverert i formalinløsning, merket og emballert. Dyrene ble senere sortert ut i laboratoriet under lupe og artsbestemt.

Det ble ført feltjournal over relevante opplysninger fra feltarbeidet og prøvene. Beskrivelse av sedimentet og generelle opplysninger fra stasjonene er gitt i Tabell 1.

Det ble også gjort hydrografiske målinger med sonde ned til ca 60 m, målt siktedyp, og samlet en bunnvannsprøve fra stasjon Tau 3 til oksygenanalyse.

Tabell 1. Stasjonsopplysninger, innsamlingsomfang og sedimentbeskrivelse på de tre stasjonene 14. september 2001. Posisjonene er notert fra båtens GPS og dypene fra båtens ekkolodd opprinnelig målt i favner (en favn = 1,88 m). Full grabb tar 19 liter sediment.

Stasjon Dato	Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Fyllingsgrad i grabb (prøvevol.lit.)	Kommentarer	Prøve
Tau 1	59°03,701'N 05°54,303'Ø	13 favner, 24 m	1. hugg, 8 2. hugg, 7	Grålig finkornet sand. Svak "oppdrettslukt", rester av sanitærbind. Lite dyr. Grabben litt åpen i 2. hugg. En prøve forkastet pga stein i åpningen.	En prøve til kornstørrelse og glødetap med prøvemerke nr. 01292-1. To prøver til bunndyr.
Tau 2	59°03,505'N 05°53,956'Ø	51 favner, 96 m	1. hugg, 11 2. hugg, 13	Olivengrønt finkornet sediment. Mudder-leire aktig. Ingen spesiell lukt. En god del dyr. Gravende sjøpiggsvin, børstemark og slangestjerner.	En prøve til kornstørrelse og glødetap med prøvemerke nr. 01292-3. To prøver til bunndyr.
Tau 3	59°03,749'N 05°51,368'Ø	106 favner, 199 m	1. hugg, 19 2. hugg, 19	Grønlig finkornet sediment. Litt leirete. Tynn (2-3 mm) brun-grønn overflate.	En prøve til kornstørrelse og glødetap med prøvemerke nr. 01292-5. To prøver til bunndyr.

Målinger av temperatur, saltholdighet og oksygen i vannsøylen ble gjort med en YSI 6820 sonde, som etter fabrikantens spesifikasjoner har følgende nøyaktighet: temperatur $\pm 0,15$ °C, saltholdighet $\pm 0,1$ (eller 1%), oksygeninnhold $\pm 0,2$ mg/l (for prøver 0-20 mg/l) og vanddyb 0,12 cm (for dyp 0-61m). Bare saltholdighet og oksygeninnhold ble kalibrert før prøveinnsamlingen. Sonden hang i kabel og ble brukt fra overflaten og ned til ca 60 m. Data ble lagret (minst) for hver 5. meter. I rapporten er saltholdighet oppgitt som "Practical Salinity UNIT, PSU" med symbolet S, dette tilsvarer promille (‰) som ble brukt tidligere (se eventuelt vedlegg i Molvær *m. fl.* 1997).

Vannprøven til oksygenanalyse av bunnvann ble samlet 2-3 m over bunn med en Niskin vannhenter.

2.4 Analyser

2.4.1 Vannprøver

Oksygeninnholdet ble analysert med Winkler titrering (NS-ISO 5813 1993).

2.4.2 Bunnprøver

2.4.2.1 Partikkelstørrelse og organisk innhold (glødetap)

Analysene av kornfordeling ble foretatt ved RF-Miljølab etter intern metode (ikke akkreditert) basert på Buchanan (1984). Sedimentet ble tørket over natten ved 105 °C. 20-30 gr prøve ble veid inn til analyse. Deretter ble prøven splittet i to fraksjoner ved våt-sikting (0,063 mm). Den grove fraksjonen ($> 63 \mu\text{m} = 0,063 \text{ mm}$) ble analysert ved tørrsikting etter at prøven var tørket over natten ved 105 °C. Det tørre sedimentet ble overført til en sikt-serie med følgende åpninger; 4, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,125, og 0,063 mm og kjørt i ristemaskin i 15 minutt. Materialet som ble liggende igjen på de ulike siktene ble veid til nærmeste 0,01 gram. Andel partikler (vekten) som var mindre enn 0,063 mm ble bestemt ved å trekke summen av vekten til de andre partikkelstørrelsene ($> 0,063 \text{ mm}$) fra utgangsvekten til prøven.

Mengden organisk materiale i sedimentet ble analysert som glødetap (vektreduksjon), etter gløding ved 550 °C i minimum 2 timer (NS 4764). På forhånd ble prøven tørket ved 105 °C og det ble innveid ca. 5 gr.

2.4.2.2 Bunnfauna

Analysene ble gjort ved RF. Antallet av arter og individer er primære resultater i bunnfaunaundersøkelser. Ettersom antallet arter og individer i upåvirkede marine sedimenter kan være høyt og derfor vanskelig å få oversikt over, er det hensiktsmessig å sammenfatte informasjonen ved bruk av ulike beregningsmetoder og grafiske fremstillinger.

Ved å redusere datasett med mange variable (her vil hver bunndyrart representere en variabel) til enklere tall eller figurer, vil det på grunn av de enkelte metoders svakheter være fare for at vesentlig informasjon går tapt. Metodene har ulike fordeler og ulemper,

og det er derfor vanlig å benytte flere utfyllende og til dels overlappende metoder. I denne undersøkelsen er analysene utført ved hjelp av beregninger og figurfremstillinger som er anbefalt og vanlig brukt i tilsvarende resipientundersøkelser (Gray m fl. 1988).

Taksonomiske grupper (art og slekt) som er tatt med i de videre analysene, er tatt med ut fra følgende kriterier:

- Artene lever i bunnsedimentet
- Artene er samlet kvantitativt med grabben
- Individene holdes tilbake på sikt med maskevidde 1 mm
- Individene er identifisert til art, slekt eller familie. Unntaket er fåbørstemarken (*Oligochaetae*) og slimormer (*Nemertea*), disse er bare bestemt til gruppe, men er likevel tatt med i analysene.

Dette medfører at grupper som rundmakk samt kolonidannende arter som hydrozoer og svamper ikke er tatt med i analysene. Krepser uten tilknytning til sedimentet er også utelatt fra de videre analyser.

2.4.2.3 Mål på diversitet

Diversitet blir beregnet ut fra antall arter og fordeling av individene på artene i prøven. Med høyt antall arter og jevn individ fordeling mellom artene, vil prøven ha høy diversitet. Diversitet er beregnet som Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') (Shannon & Weaver 1963), jevnhet (Pielou 1966), samt diversitetskurver (Hurlbert 1971).

Shannon-Wiener indeksen beregnes som:

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

Hvor $p_i = n_i / N$, s = totalt antall arter, n_i = antall individer av i 'te art og N = totalt antall individer.

De beregnede verdiene sammenlignes med *grenseverdier* gitt av SFT (Molvær m.fl. 1997).

Jevnhet (J) er et mål på hvor jevnt individene er fordelt mellom artene. Verdiene ligger mellom 0 og 1. Verdien vil gå mot 0 om de fleste individene tilhører en art, mens den vil være 1 om alle artene er representert med like mange individer. Ved maksimal diversitet, vil alle artene være representert med like mange individer. I dette tilfelle vil $H' = H_{max} = \log_2 S$. Forholdet mellom observert (H') og maksimal diversitet (H_{max}), kan derfor sees som et mål på jevnhet (Magurran 1988). Jevnhet beregnes som:

$$J = \frac{H'}{\log_2 S} = \frac{H'}{H_{max}}$$

Et annet mål på artsrikdom er beregnet etter Hurlberts formel (Hurlbert 1971):

$$E(S_n) = \sum_{i=1}^S \left[1 - \frac{\binom{N - N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

hvor $E(S_n)$ = forventet antall arter i en delprøve av n tilfeldig valgte individer, N = totalt antall individer i prøven, S = totalt antall arter i prøven, og N_i = antall individer av art i .

Det regnes ut forventet antall arter ved 100 individer ($ES_{n=100}$), verdiene sammenlignes med *grenseverdier* gitt av SFT. Analysene ble utført ved hjelp av programpakken PRIMER v5.0 (Clarke & Gorley 2001) og programmet Microsoft Excel.

2.4.3 STFs klassifisering av miljøkvalitet

SFT har gitt ut en veiledning som kan brukes til å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær *m. fl.* 1997). I veiledningen finnes en del bakgrunnsinformasjon og kommentarer til tabellene med måltall (grenseverdier) for ulike klasser av miljøkvalitet i vann, sedimenter og biologisk materiale. Det kreves en del bakgrunnskunnskap om miljøparametrene og det må ofte brukes skjønn for å kunne bestemme rett tilstandsklasse og å tolke resultatene. Nedenfor (Tabell 2 og 3) har vi tatt med tabeller fra veiledningen som omtaler miljøparametre som er aktuelle for denne undersøkelsen.

Tabell 2. Klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment og bløtbunnsfauna (se Molvær *m. fl.* 1997).

Parametre		Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig
Sediment	Organisk karbon (mg/g)	<20	20-27	27-34	34-41	>41
Artsmangfold for	Hurlberts indeks ($ES_{n=100}$)	>26	26-18	18-11	11-6	<6
Bløtbunnsfauna	Shannon-Wiener indeks (H)	>4	4-3	3-2	2-1	<1

Tabell 3. Klassifisering av tilstand for oksygen i dypvannet for vann med saltholdighet over 20 (se Molvær *m. fl.* 1997).

Parametre		Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig
Dypvann	Oksygen (ml/l)**	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen (mg/l)**	>6,4	6,4-5	5-3,6	3,6-2,1	<2,1
	Oksygen metning (%) ***	>65	65-50	50-35	35-20	<20

** Omregningsfaktoren mellom mg O₂/l og ml O₂/l er 1,42.

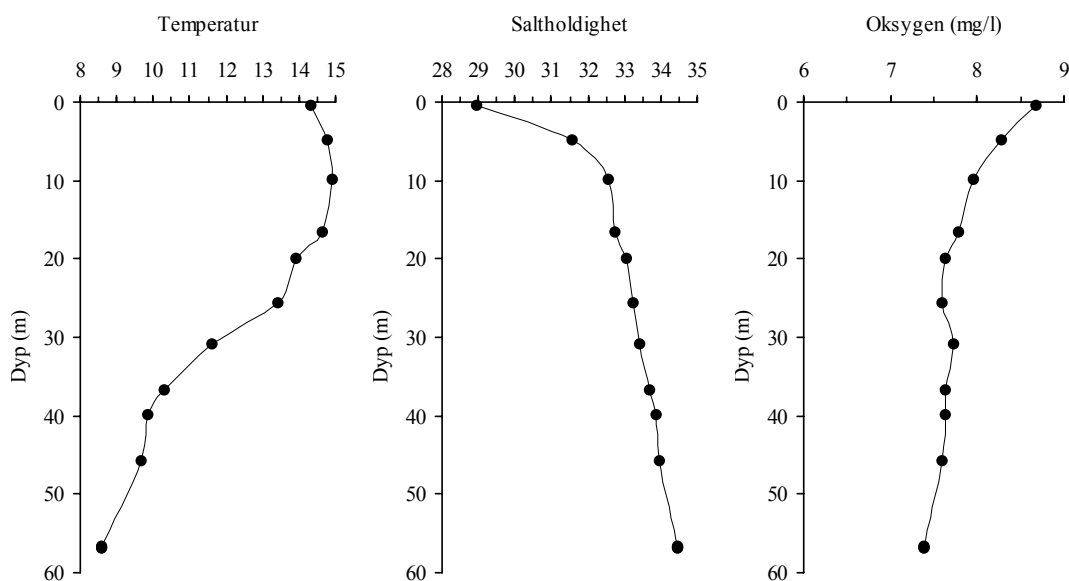
*** Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6° C.

3 Resultater og diskusjon

3.1 Vannprøver og hydrografi

I Figur 2 er noen av resultatene fra sonden fremstilt, Vedleggstabell 1 viser originaldata. Målingene viser at vannsøylen var lagdelt og at den største endringen i vannets tetthet (bestemmes i stor grad av saltholdigheten) var mellom 0 og 10 m. Saltholdigheten økte med økende dyp, mens temperaturen og oksygeninnholdet avtok (Figur 2). Det var tilfredsstillende oksygeninnhold i vannsøylen ned til 56 m. Siktedypet ble målt til 7 m og det tyder på at det var en del alger i vannet. De hydrografiske forholdene var normale for årstiden.

Oksygeninnholdet i bunnvannet var på 6,2 mg/l. Dette er tilfredsstillende og sammenlignet med grenseverdier for minimumsinnhold i SFT veiledningen fikk bunnvannet nest beste tilstandsklasse. Imidlertid er det nødvendig å ta prøver omtrent hver måned igjennom et helt år for å være sikker på at oksygenminimumet blir funnet. Oksygeninnholdet og bunnprøvene (se nedenfor) tyder på at den organiske belastningen til denne delen av Hidlefjorden ikke er uvanlig høy og at området har tilfredsstillende vannutskiftning.



Figur 2. Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold plottet mot dyp på stasjon Tau 3, 14. September 2001.

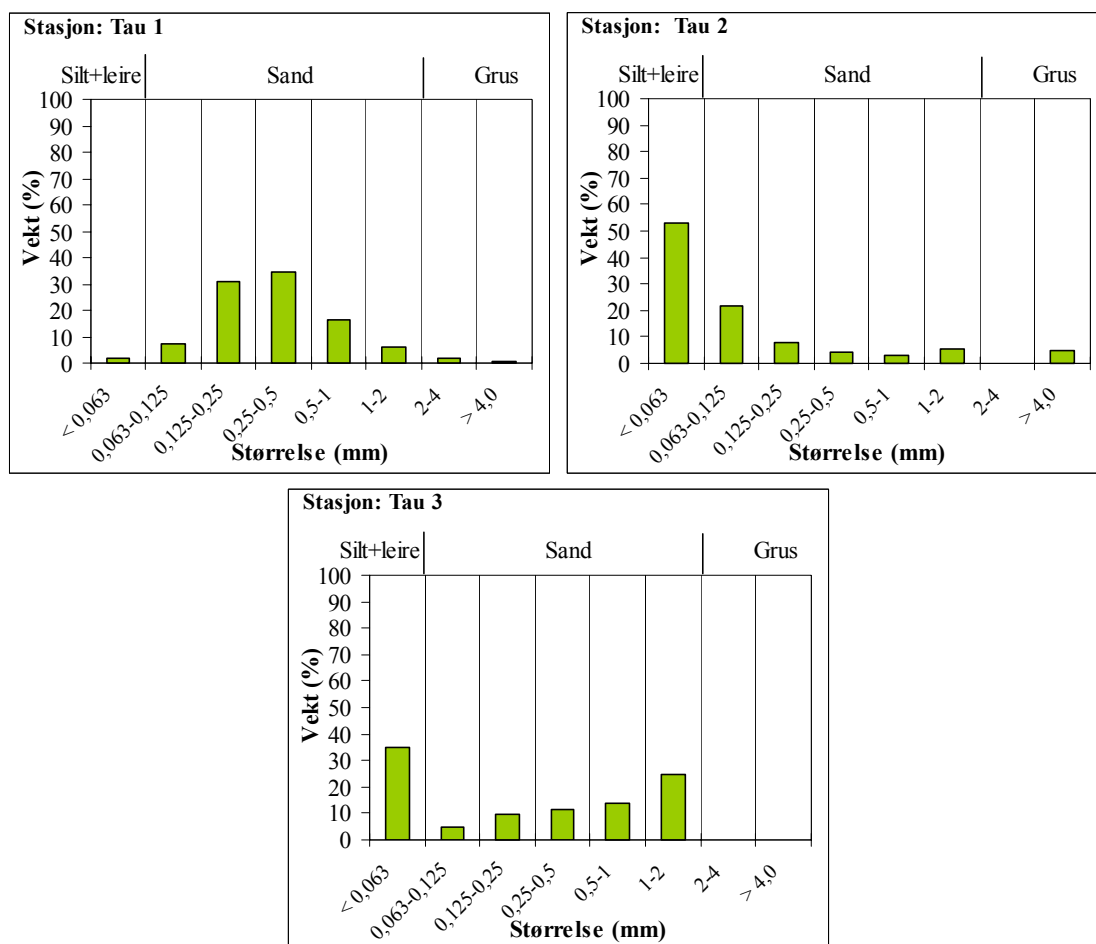
3.2 Sedimentanalyser

Beskrivelse av sedimentene under feltarbeidet er gitt i Tabell 1. I prøvene fra sjøbunnen ble det gjort analyse av kornstørrelse (Figur 3), innhold av organisk materiale (glødetap) og bunndyr (Tabell 4).

3.2.1 Kornstørrelse og organisk innhold

De var størst forskjell mellom Tau 1 ved utslippet og de andre stasjonene (Figur 3). På Tau 1 var det lite finfraksjon (leire + silt dvs < 0,063 mm) og mest av finkornet sand. Dette viser at det er svake strømmer over bunnen på de dype stasjonene og mer strøm ved Tau 1. Innslaget av sand og grus på Tau 2 og Tau 3 skyldes trolig analysemetodikken, siden det passer dårlig med beskrivelsen fra feltarbeidet og rapporterte kornfordelingsresultater fra tilsvarende dype fjordbunner. Ofte er det 70-100% finfraksjon slike steder. Under analysen blir sedimentet tørket og det fører til at leirepartiklene bindes svært hard til hverandre og dersom disse ikke knuses tilstrekkelig før sikteprosessen, blir de registrert som større partikler.

Det organiske innholdet på Tau 1 og Tau 2 var henholdsvis 0,8 og 2,8 % og det var lavt. Resultatet viser den organiske tilførselen fra utlippene ikke hadde ført til noen opphopning av organisk materiale i sjøbunnen. På Tau 3 var glødetapet 11,2% og det er innenfor det normale for uforurensede dype fjordbunner, med tilstrekkelig vannutskiftning.



Figur 3. Prosentvis vektfordeling av ulike kornstørrelser i sedimentet, se kommentarer i teksten. Se også vedlegg.

3.2.2 Bunnfauna

Det var størst forskjell i bunndyrssammensetning mellom stasjonen ved utslippet og de andre to stasjonene (Tabell 4). Dette har to hovedårsaker. Det ene er at det var forskjellig vanddyb sedimentets beskaffenhet (kornfordeling) og andre naturlige miljøforhold og dette fører til ulik fauna. Det andre er at faunaen på Tau 1 var påvirket av de lokale utslippene, mens det ikke var spesielle tegn til influens av forurensning på de to dype stasjonene.

På Tau 1 ble det ved prøvetakingen funnet spor av fiskefôr (rester) (Tabell 1) tilførsel i form av en svak fôrlukt. Rester av sanitærbind og eple- og kirsebærstener (det siste ble ikke notert ned i feltjournal) i sedimentet var bevis på kloakkpåvirkning. I de to grabbprøvene var det 18 arter og over 800 individer (Tabell 4). Den mest tallrike arten (se vedlegg) var en liten børstemark (*Capitella capitata*) som er meget vanlig i sjøområder som mottar organisk materiale. Oppsummert viser resultatene at stasjonen var påvirket av to kilder til organisk belastning, men at det var lite organisk materiale i sedimentet, og at bunnen inneholdt en forholdsvis artsfattig fauna. Tilførselen av organisk materiale er føde for dyrene i sjøbunnen. På grunn av et lavt artsantall og lav diversitet fikk stasjonen MOM miljøtilstand 2 og SFT klasse *dårlig*.

På Tau 2 var det et artsrikt (45) sediment med ingen tegn til forurensning. Det var flest individer av små børstemark, men antallsmessig var det ingen som hadde stor dominans. På Tau 3 var det færre arter og individer enn på Tau 2. Forskjellene mellom disse stasjonene kan skyldes vanddyb og ulik fødetilgang, samt andre miljøforhold. Vi tror ikke at det lave artsantallet på Tau 3 skyldes forurensning eller effekter av kloakkutslipp/smoltanlegg. En måleserien gjennom ett helt år ville avklare om det periodevis er lite oksygen i bunnvannet, men sedimentets utseende (ikke svart og lukt av H₂S) og bunndyrssammensetningen tyder ikke på det. Tilsvarende lave arts- og individantall er for eksempel funnet i Høgsfjorden (Tvedten 2000b) og har trolig sammenheng med liten tilgang på føde til bunndyrene.

Begge de dype stasjonene fikk beregnet en høy diversitet, på tross av lavt artsantall på Tau 3, og de fikk tildelt beste SFT tilstandsklasse.

Tabell 4. Antall individ (pr hugg 0,1 m² og pr m²), antall arter, Shannon-Wiener indeks, jevnhetsindeks og Hurlbert (ES_n=100). Tilstandsklasse er gitt i henhold til SFTs grenseverdier (Molvær *m. fl.* 1997) og MOM C-undersøkelse. I fjernsonen (Tau 2 og 3) skal SFTs kriterier vektlegges.

Stasjon	Antall arter	Antall individ pr. hugg/stasjon	Antall individ pr m ²	Jevnhets indeks	Shannon-Wiener indeks	Hurlbert	MOM tilstand	SFT klasse
Tau 1, 1.hugg	9	236	2360	0,45	1,41	6,15		
Tau 1, 2.hugg	14	571	5710	0,16	0,61	5,57		
Tau 1, Sum	18	807	4035	0,25	1,04	6,29	2	Dårlig
Tau 2, 1.hugg	35	121	1210	0,81	4,16	32,14		
Tau 2, 2.hugg	28	63	630	0,92	4,41	28,00		
Tau 2, Sum	45	184	920	0,82	4,52	33,75	-	Meget god
Tau 3, 1.hugg	19	34	340	0,93	3,95	19,00		
Tau 3, 2.hugg	13	29	290	0,85	3,15	13,00		
Tau 3, Sum	26	63	315	0,87	4,07	26,00	-	Meget god

4 Sammendrag og konklusjon

Rapporten omhandler en resipientundersøkelse utenfor Inter Aqua sitt utslipp fra smoltanlegg ved Tau, Strand kommune. Undersøkelsen er gjennomført for å skaffe dokumentasjon på miljøtilstand, i forbindelse med anleggets søknad om utvidelse av produksjonen.

Feltarbeidet ble gjennomført i september 2001. Det ble gjort hydrografiske målinger og gjort oksygenanalyser av dypvann på en stasjon og tatt bunnprøver på tre steder. Nærmest utslippet fra smoltanlegget var det en sandholdig bunn. Prøvene i dette området var tydelig påvirket av et kloakkutslipp, som var lokalisert like ved utslippet fra smoltanlegget, og de luktet svakt av fiskefôr-rester. Det var imidlertid ingen opphopning av organisk materiale i sjøbunnen. Bunnfaunaen var artsfattig og dominert av en liten børstemark som er vanlig i områder som mottar organisk materiale.

På de to dype stasjonene langt borte fra utslippene var sjøbunnen finkornet og det ble ikke funnet tegn til forurensning. Den ene stasjonen (Tau 2 på 96 m) hadde en arts- og individrik fauna, men det var færre dyr på Tau 3 (199 m dyp) midt i Hidlefjorden. Den fattige faunaen på Tau 3 har trolig naturlige årsaker.

Undersøkelsen avdekket lokal påvirkning fra organisk tilførsel, men resipientforholdene generelt er gode og etter vår mening tilfredsstillende for økt utslipp fra smoltanlegget.

5 Litteratur

- Buchanan, J. B. 1984. *Sediment analysis*. In: *Methods for the study of marine benthos*, 2nd ed. N. A. Holme and A. D. McIntyre (eds). Oxford, Blackwell Scientific Publications ISBN 0-632-00894-6: 41-65.
- Clarke, K.R. & R.N. Gorley 2001. PRIMER (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research) v5; User Manual/Tutorial. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth. England.
- Dahle, A.B. 1985. *Resipientundersøkelse i sjøområdene i Strand kommune 1983-1984*. Rogalandsforskning. Rapport. Gradering: Åpen. Bestillingsnr: 1984/125.
- Gray, J.S., M. Aschan, M.R. Carr, K.R. Clarke, R.H. Green, T.H. Pearson, R. Rosenberg & R.M. Warwick 1988. Analysis of community attributes of the benthic macrofauna of Frierfjord/Langesundfjord and in a mesocosm experiment. - *Marine Ecology Progress Series* 46:151-165.
- Hurlbert, S.H. 1971. The nonconcept of species diversity: A critique and alternative parameters. - *Ecology* 52:577-586.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. - (red. - Croom Helm, London. 179.
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann*. SFT Veiledning 97:03. Statens Forurensningstilsyn, TA-1467/1997, Oslo. 36 s.
- NS 4764 *Vannundersøkelse – tørrstoff og gløderest i vann, slam og sedimenter*. NS 4764 1980.
- NS 9410:2000. *Miljøovervåking av marine matfiskanlegg*. Norsk Standard 2000. 22 s.
- NS 9420:1998. *Retningslinjer for feltarbeid i forbindelse med miljøovervåking og -kartlegging*. Norsk Standard 1998. 9 s.
- NS 9422:1998. *Retningslinjer for sedimentprøvetaking i marine områder*. Norsk Standard 1998. 11 s.
- NS 9423:1998 *Retningslinjer for kvantitative analyser av sublitoral bløtbunnsfauna i marint miljø*. Norsk Standard 1998. 16 s.
- Pielou, E. C. 1966. Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. - *Journal of Theoretical Biology* 10: 370-383.
- Shannon, C. E. & W. Weaver 1963. *The mathematical theory of communication*, University of Illinois Press, Urbana.
- Stokland, Ø. 1986. *Resipientundersøkelse i sjøområdene i Strand Kommune 1985*. Rogalandsforskning. Rapport. Gradering: Åpen. Bestillingsnr: 1986/002.
- Tvedten, Ø.F. 2000a. *Strømmålinger i sjøen utenfor Tau, utført for Inter Aqua as, Strand kommune*. Rogalandsforskning. Rapport. RF-2000/252. 4 s. + vedlegg. ISBN: 82-490-0066-8. Gradering: Åpen, bestillingsnr: 2000/252 – 1075.
- Tvedten, Ø.F. 2000b. *Resipientundersøkelse av oppdrettslokaliteter ved Aspøy og Ådnøy, Sandnes kommune*. Rogalandsforskning. Rapport. RF-2000/118. 28 s. inkl. vedlegg. ISBN: 82-490-0046-3. Gradering: Åpen, bestillingsnr: 2000/118.

6 Vedleggsoversikt

Vedlegg 1. Oksygenanalyse og sondemålinger

Vedlegg 2. Sedimentanalyser, kornstørrelsesfordeling og glødetap

Vedlegg 3. Resultater fra bunndyrsanalyser, de mest tallrike artene.

Vedlegg 4. Artsliste bunndyr