

Straumen, rapport nr. 2

---

Tilstandsvurdering for 1991  
for  
Straumen på Linesøy  
i Sør-Trøndelag



Atle Kambestad

Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 53, desember 1991.



# Rådgivende Biologer AS

## INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

### RAPPORTENS TITTEL:

Tilstandsvurdering for 1991 for Straumen på Linesøy i Sør-Trøndelag

### FORFATTER:

Cand.scient. Atle Kambestad

### MEDARBEIDERE:

Dr.philos. Geir Helge Johnsen og Cand.scient. Jorun Karin Egge

### OPPDRAUGSGIVER:

Sørgård laks A/S ved Helmer Sørgård, 7176 LINESØY

### OPPDRAGET GITT:

sommeren 1991

### ARBEIDET UTFØRT:

november og desember 1991

### RAPPORT DATO:

11.desember 1991

### RAPPORT NR:

53

### ANTALL SIDER:

16

### ISBN NR:

IKKE NUMMERERT

### SAMMENDRAG:

Straumen har hatt bedre oksygenforhold i 1991 enn tidligere, og det har derfor ikke vært registrert plutselige massedødsfall i mæranlegget til Sørgård laks. Tiltakene for å bedre resipientkapasiteten og redusere produksjonen av sulfid i Straumen kan derfor sies å ha virket etter hensikten. Føringrutinene ved anlegget ser også ut til å være gode, ettersom førfaktor er beregnet til 0,9. Imidlertid er Straumen fortsatt meget næringsrik, og innehar et stort potensiale for algevekst. Algeveksten er sannsynligvis årsak til de høye pH-verdiene i Straumen sommerstid. Det er viktig at en følger opp de eksisterende rutiner for å begrense påvirkningen på Straumen, og at en vurderer produksjonsmønsteret i forhold til hvilken art og leverings-størrelse av fisk som gir de laveste utslippene til Straumen. Vi anbefaler at en ikke øker konsesjonsvolumet til mer enn 100.000 settefisk i første omgang, og at en så vurderer utviklingen etter noen år. Hvor mye Straumen tåler i øket produksjon er like mye avhengig av hvilken art og hvor stor fisk en produserer som antallet.

### EMNEORD:

- Settefiskoppdrett  
- Innsjøøkosystemanalyse  
- Eutrofiering

### SUBJECT ITEMS:

- Salmonid smolt production  
- Lake ecosystem analysis  
- Eutrophication

Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen

Telefon: 05 - 31 02 78

Telefax: 05 - 31 62 75



## FORORD

Rådgivende Biologer har på oppdrag fra Sørgård Laks A/S undersøkt tilstand i Straumen på Linesøy i Sør-Trøndelag i 1991 og vurdert utviklingstendenser i vannkvalitet i forhold til tidligere år. Dette er den andre årlige vurderingen av forholdene i Straumen, - den forrige gjaldt driftsåret 1990 (Kambestad og Johnsen 1990a), og inneholdt også en beskrivelse av forholdene i nedslagsfeltet til Straumen samt en beskrivelse av Straumens utvikling fram til i dag.

Bakgrunnen for vurderingene er at Sørgård Laks har drevet nærbasert settefiskproduksjon av laks og regnbueørret i Straumen siden 1986 med en konsesjon på 50.000 smolt. En årlig tilstandsbeskrivelse av oppdrettslokaliteten er knyttet til konsesjonsbetingelsene. Dessuten har Sørgård laks søkt om utvidelse av konsesjonen til 200.000 settefisk.

De viktigste spørsmålene som skal besvares er derfor hvorvidt Straumen tåler den eksisterende belastningen ved dagens drift, og om en slik økning i utslipp fra settefiskanlegget vil medføre en eventuell overskridelse av lokalitetens tålegrense. Det er også lagt vekt på å utrede mulige tiltak som kan redusere belastningene på Straumen eller øke dens resipientkapasitet.

Vurderingene bygger på opplysninger fra oppdretter om forholdene ved nærdriften og i Straumen, vannprøver, algeprøver og måledata innsamlet av oppdretter samt målinger av temperatur- og oksygenprofiler og pH utført av oppdrettskonsulenten for Fosen, Jan Morten Rånes. De kjemiske analysene av vannprøvene har vært utført av Næringsmiddeltilsynet for Bergen og omland, og algeprøvene har vært analysert av cand.scient. Jorun Karin Egge.

Rådgivende Biologer takker for oppdraget.

Bergen, 20. desember 1991



## INNHALDSFORTEGNELSE

---

FORORD .....	3
INNHALDSFORTEGNELSE .....	4
VURDERING OG KONKLUSJON .....	5
DRIFTEN VED SETTEFISKANLEGGET .....	6
PRODUKSJON 1991 .....	6
FØRFAKTOR 1991 .....	7
TILSTAND OG UTVIKLING I STRAUMEN .....	8
SKIKTNINGSFORHOLD .....	8
OKSYGENFORHOLD .....	9
NÆRINGSRIKHET .....	10
ALGER .....	11
SURHETSGRAD .....	12
METALLER .....	12
UTFØRTE TILTAK MED FORMÅL Å BEDRE VANNKVALITETEN .....	13
FORSLAG TIL YTTERLIGERE TILTAK .....	13
OVERVÅKING .....	13
REDUKSJON AV FARE FOR STORE SULFIDMENGDER .....	13
REDUKSJON AV FARE FOR UHELDIGE ALGEOPPBLOMSTRINGER .....	14
HENVISNINGER .....	15
VEDLEGG 1: ALGERESULTATENE .....	16

---

## LISTE OVER FIGURER

---

1: Antatt belegg i Sørgård laks sitt anlegg gjennom 1991 .....	7
2: Algetyper og algemengde i Straumen i tre prøver fra 1991 .....	11

---

## LISTE OVER TABELLER

---

1. Produksjonen ved settefiskanlegget til Sørgård laks i 1991 .....	6
2. Temperatur- og salinitetsmålinger i Straumen i 1991. ....	8
3. Oksygenmålinger i Straumen i 1991. ....	9
4. Resultater fra kjemiske analyser av seks vannprøver fra Straumen .....	10
5. Volum og mengde av de forskjellige typer alger i tre vannprøver .....	16

---



## VURDERING OG KONKLUSJON

Driften av settefiskanlegget har gått meget bra det siste året, med svært liten dødelighet blant oppdrettsfisken. Dette skyldes utvilsomt de tiltak som Sørgård laks har iverksatt for å holde saltvann borte fra Straumen og for å fjerne næringsrikt, oksygenfattig og til tider sulfidholdig bunnvann. Uten disse tiltakene ville det fortsatt vært stor fare for gjentagelse av tilfellene fra 1989 med massedød av oppdrettsfisk under perioder med kraftig vind og omrøring av vannmassene.

Straumen er imidlertid fortsatt meget næringsrik, med målte konsentrasjoner av næringsstoffer i det øvre vannlag på mellom 35 og 69 µg fosfor pr.liter. Dette gir grunn til bekymring, ettersom det utgjør et stort potensiale for algevekst og dermed en mulig fare for massiv fiskedød forårsaket av blågrønnalger (cyanobakterier), slik det har forekommet i næringsrike settefiskanlegg andre steder i landet. Heldigvis er det hovedsakelig den lille og tilsynelatende harmløse *Merismopedia* sp. av blågrønnalger som har forekommet i Straumen i år, og kun et lite innslag av den fryktede *Anabaena* sp., men en bør forsøke å redusere fosforinnholdet i Straumen for å senke potensialet for algevekst.

Straumen er, vurdert som en vanlig innsjø, i utgangspunktet overbelastet med de næringsalter den får fra jordbruk og husholdningskloakk (Kambestad og Johnsen 1990a). I tillegg har utslippene fra settefiskanlegget i 1991 ved en produksjon på 19 tonn og fôrbruk på 16.7 tonn vært 160 kg fosfor og 5.6 tonn tørrstoff, dersom en benytter beregningsmetodene til Håkanson mfl. (1988). For fosfor utgjør dette mer enn en dobling i forhold til den opprinnelige belastningen som var beregnet til 114 kg fosfor. De tiltak som Sørgård laks har satt i verk, - fjerning av saltvannslaget og periodevis uttapping av næringsrikt bunnvann, har imidlertid bedret resipientkapasiteten og vannkvaliteten i Straumen betraktelig. Opprinnelig hadde den et stagnert, råttent saltvannslag på bunnen som gjorde den helt uegnet som resipient i det hele tatt, og som ga luktproblemer til omgivelsene ved uvær. Som i fjor, vil konklusjonen også i år måtte bli at vannkvaliteten i Straumen er atskillig bedre enn den ville vært uten Sørgård laks sine aktiviteter.

De viktigste tiltak for å redusere belastningen på miljøet i Straumen og sikre vannkvaliteten, er å fortsette uttappingen av bunnvann og å redusere utslippene, særlig i perioden fra mai til oktober som er den viktigste algesesongen. Bedret overvåking av innsjøen vil gi økt mulighet til å kunne treffe virkningsfulle tiltak til en hver tid.

De oppgitte tall for produksjon og fôrbruk antyder en fôrfaktor på rundt 0.9, og derved lite fôrspill. Men ettersom en stor andel av de totale utslippene til Straumen fra fiskeanlegget forekommer i form av ekskrementer fra fisken, vil belastningen på innsjøen avhenge av produksjonens omfang. Fôring i sommermånedene har stor betydning for algeveksten, ettersom dette fører til utslipp som blir direkte tilgjengelig for algene. Det mest virkningsfulle tiltaket som kan settes inn for å redusere belastningen på Straumen, utover de tiltak som allerede er iverksatt, er derfor å prøve å få levert mest mulig av fisken før den går inn i sin andre sommer. Ved å satse på å produsere hovedsakelig ettårs smolt, vil en kunne begrense belegget i anlegget resten av året til årsyngelen.

Hvorvidt det er tilrådelig å øke konsesjonsvolumet, er sterkt avhengig av produksjonsmønster. Påvirkningen på Straumen er avhengig av antall tonn produsert, og ikke så mye av antall fisk. Som nevnt, er også leveringstidspunktet for fisken avgjørende. Dessuten bør det tas i betraktning at regnbueørret vokser atskillig raskere enn laks i Straumen, og utgjør derfor en større belastning pr. fisk. Med de tiltak som er iverksatt i Straumen, ser det ut for å være mulig å produsere opp mot 200.000 1-årig settefisk av laks. Vi vil imidlertid anbefale at en i første omgang ikke øker konsesjonsrammene til mer enn 100.000 settefisk, og ser utviklingen i vannkvalitet og produksjonsmønster an noen år før en eventuelt vurderer ytterligere økning. Dersom driften endres til produksjon av kun ettårs fisk, vil den positive effekten av redusert fôring, spesielt om sommeren, antagelig mer enn oppveie økningen i utslipp forårsaket av større konsesjonsvolum.



## DRIFTEN VED SETTEFISKANLEGGET

Produksjonen ved settefiskanlegget til Sørgård laks A/S har gått atskillig bedre det siste året enn de foregående. Dødeligheten har vært lav, og det har ikke forekommet plutselig massedød, slik en opplevde ved tre tidspunkt i 1989 etter oppvirvling av sulfidholdig bunnvann under kraftig vind.

### PRODUKSJON 1991

Totalt har det i følge de oppgitte tall vært produsert ca 18.7 tonn med fisk i løpet av 1991 (tabell 1). Hovedvekten av produksjonen ligger nå på regnbueørret. All laks som ble solgt fra anlegget i år gikk direkte til destruering, og det er hovedsaklig regnbueørret som er lagt inn i anlegget for produksjon til 1992 (tabell 1 og figur 1).

*Tabell 1. Produksjonen ved settefiskanlegget til Sørgård laks i 1991. Antall kilo produsert er beregnet som forskjellen mellom vekt av fisk satt inn i anlegget og vekt av fisk tatt ut av anlegget. Fisk som var i anlegget ved årsskiftet 1990-91 er ført opp med inntaksdato 1/1, og fisk som kommer til å stå i anlegget ved årsskiftet 1991/92 er ført opp med uttaksdato 31/12. Fisken er veiet og talt nøye ved levering, men vekt og antall ved inngang til anlegget er anslått. RB = regnbueørret og L = laks, og det er skilt mellom årsyngel (0+) og fjorårsfisk (1+). Dødelighet er oppgitt å være neglisjerbar, og er derfor ikke tatt hensyn til.*

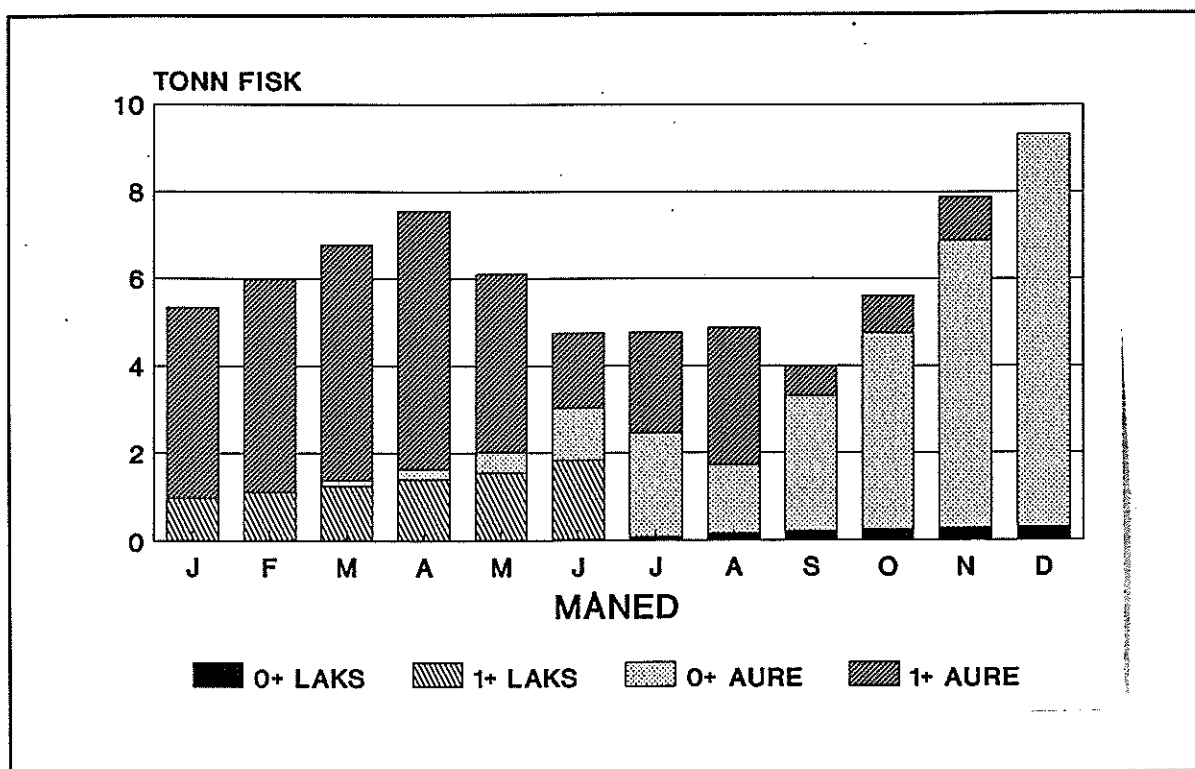
ANTALL	ART	INN TIL ANLEGGET			UT AV ANLEGGET			PROD- USERT I 1991
		DATO	SNITT- VEKT (g)	VEKT (kg)	DATO	SNITT- VEKT (g)	VEKT (kg)	
20.000	RB 1+	1/1	150	3.000	14/5	260	5.200	2.200
ca 1.340	L 1+	1/1	50	67	9/7	150	200	133
26.328	L 1+	1/1	30	789	9/7	65	1.711	922
160.000	RB 0+	vår	0.4	64	1/8	13	2.080	2.016
4738	RB 1+	1/1	150	711	5/8-3/9	700	3.316	2.605
17.500	RB 0+	vår	0.4	7	10/9	40	700	693
1.000	RB 1+	1/1	150	150	7/12	1.000	1.000	850
60.000	RB 0+	vår	0.4	24	31/12	150	9.000	8.976
ca 9.900	L 0+	vår	0.4	4	31/12	30	297	293
SUM				4.816			23.504	18.688

Som det fremgår av tabell 1, har regnbueørretene i Straumen atskillig høyere vekst enn laksen. Ved årsskiftet i deres første leveår har de over 3 ganger så høy snittvekt som laksen, og det på tross av at de klekkes senere på våren. Dette må regnes som usedvanlig rask vekst, selv for regnbueørret.



## FØRFAKTOR 1991

Førførbuket er oppgitt til å være 16.7 tonn for hele 1991, og dette gir en førfaktor på 0.9, noe som er usedvanlig lavt og meget positivt med hensyn på førfspill og belastning på Straumen. Tallene er imidlertid noe usikre, blant annet fordi vekten på fisken ved årsskiftet er anslått. Det har vært føret etter tabell beregnet for førfaktor 1.0. Dessuten har det vært håndføret litt etter appetitt. Dette regnes som en god metode for å holde førfaktoren nede.



*FIGUR 1: Antatt belegg i Sørgård laks sitt anlegg gjennom 1991. Tallene baserer seg på opplysningene i tabell 1, og må ses på som grove anslag. Belegget er fordelt på laks og regnbueørret og de to årsklassene av disse artene. Anslagene er gjort for utgangen av hver måned.*

Som det fremgår av figur 1, utgjorde fisken som var mer enn et år ca halvparten av belegget i de tre sommermånedene juni, juli og august, men ikke så stor andel av produksjonen senere på året.



## TILSTAND OG UTVIKLING I STRAUMEN

Forholdene i Straumen er rapportert å ha vært bedre i år enn de foregående. I juli og august var det imidlertid svært lite nedbør, og dermed liten naturlig vannutskifting i innsjøen. Dette gjenspeiles i vannkvalitetsmålingene for den perioden.

### SKIKTNINGSFORHOLD

Straumen har i år vært lagdelt noen måneder i sommer, antagelig fra siste halvdel av mai og til rundt månedskiftet august/september. I midten av juni lå skillet mellom varmt overflatevann og kaldt bunnvann ved ca 4 meters dyp, og i slutten av juli var den sunket til ca 6 meter. I midten av september var det igjen helt jevn temperatur i vannsøylen, og altså ingen lagdeling (tabell 2).

Det er vanlig at grensen mellom det varme og det kalde vannet, den såkalte termoklinen, synker noe utover sesongen, og at den relativt raskt når helt til bunns når avkjølingen tar til utover høsten. I Straumen i 1991 ble antagelig denne prosessen noe fremskyndet av at oppdretter pumpet ut bunnvann i perioden mellom 10. og 22. august. Dessuten kom første høststorm 3. september, og denne har antagelig forårsaket ytterligere omrøring og utvisking av lagdelingen i Straumen.

Som det fremgår av tabell 2, har det ikke vært noen forsterket lagdeling forårsaket av forskjeller i salinitet mellom bunnvann og overflatevann i 1991. Dette er meget positivt, og helt i tråd med intensjonene i tiltaksprogrammet, som gikk ut på å fjerne det opprinnelige saltvannslaget og forhindre at et nytt fikk etablere seg. På dette felt virker altså det kombinerte tilbakeslagsventil,- utpumpings- og hevertsystemet etter hensikten.

*Tabell 2. Temperatur- og salinitetsmålinger i Straumen i 1991. Ved de to første datoene er de utført ved yttersiden (østre ende) av nærplanlegget, og ved de to siste tidspunktene er de gjort i midten av innsjøen, omtrent ved dypeste punkt. Alle målingene er utført av oppdrettskonsulenten for Fosen, Jan Morten Rånes.*

DYBDE (meter)	4.januar 1991		13.juni 1991		25.juli 1991		11.sept. 1991	
	°C	Promille salt	°C	Promille salt	°C	Promille salt	°C	Pr. salt
1	1,5	0,5	13,9	1,0	16,4	1,0	11,7	1,0
2	1,5	0,5	13,7	1,0	16,3	1,0	11,7	1,0
3	1,3	0,5			16,3	1,0	11,7	1,0
4	1,2	0,5	13,7	1,0	16,2	1,0	11,7	1,0
5	1,2	0,5	9,4	1,0	15,7	1,0	11,6	1,0
6	1,2	0,7	9,2	1,0	13,2	1,0	11,6	1,0
7	1,7	0,8	9,1	1,0	9,6	1,0	11,6	1,0
8	1,5	0,8	9,1	1,0	9,2	1,0	11,6	1,0
9	1,6	0,8	9,1	1,0	9,0	1,0	11,6	1,0
10					8,7	1,0	11,6	1,0
11					8,4	1,0	11,6	1,0
12					8,3	1,0	11,6	1,0
13					8,2	1,0	11,6	1,0





## OKSYGENFORHOLD

Oksygenforholdene var gode i hele vannsøylen i Straumen under målingene foretatt i begynnelsen av januar, men allerede i juni, etter kort tid med lagdeling, var det markert fall i oksygenmetningen nedover i bunnvannet. Utover sommeren har nok dette forverret seg ytterligere, og i slutten av juli var det knapt oksygen igjen under 5.5 meters dyp (tabell 3).

Oksygensvikt i bunnvannet i innsjøer oppstår vanligvis kun i perioder med lagdeling. Normalt bygger dette seg opp utover mot høsten, da nedkjølingen av overflatevannet igjen tillater fullstendig omrøring og ny tilførsel av oksygen til bunnvannet. Omfanget av oksygensvikt er hovedsaklig avhengig av størrelse av organisk belastning og lengde på perioden med lagdeling.

Under lengre perioder med oksygenmangel produseres vanligvis sulfid, som er en giftig forbindelse både for fisk og mennesker. Det er høyst sannsynlig denne forbindelsen som forårsaket den massive fiskedøden Sørgård laks ble rammet av tre ganger i 1990. Oppdretter har ikke kunnet registrere noe lukt av sulfid fra bunnvannsprøver i hele perioden fra høsten 1990 og frem til sommeren 1991, men 19.juli ble det registrert svak lukt, og 6.august en sterk odør av bunnvannsprøven.

*Tabell 3. Oksygenmålinger i Straumen i 1991. Ved de to første datoene er de utført ved yttersiden (østre ende) av måranlegget, og ved de to siste tidspunktene er de gjort i midten av innsjøen, omtrent ved dypeste punkt. Alle målingene er utført av oppdrettskonsulenten for Fosen, Jan Morten Rånes.*

DYBDE	4.januar 1991		13.juni 1991		25.juli 1991		11.sept. 1991	
	mg O <sub>2</sub>	Metning	mg O <sub>2</sub>	Metning	mg O <sub>2</sub>	Metning	mg O <sub>2</sub>	Metning
1	12,6	89,6 %	10,4	98 %	10,2	104 %	8,3	75 %
2	12,4	88,0 %	10,6	98 %	10,3	105 %	7,9	72 %
3	12,4	87,9 %			10,2	104 %	7,8	71 %
4	12,6	89,5 %	10,2	97 %	10,1	103 %	7,8	71 %
5	12,4	87,9 %	9,0	76 %	9,7	97 %	7,8	70 %
6	12,1	85,6 %	7,1	61 %	2,0	19 %	7,8	70 %
7	11,5	82,9 %	4,4	27 %	2,0	18 %	7,9	71 %
8	11,6	82,5 %	3,3	16 %	1,4	12 %	7,9	71 %
9	5,2	37,2 %	1,0	6 %	1,1	10 %	7,9	71 %
10					1,1	9 %	7,9	71 %
11					1,0	9 %	7,7	69 %
12					1,0	9 %	7,6	68 %
13					1,0	9 %	4,8	43 %

Den lange tørkeperioden hadde ført til at det ikke hadde vært tilstrekkelig tilrenning til Straumen til å få presset ut nok bunnvann gjennom hevertsystemet. Systemet for bunnvannsuttagning ble derfor tilkoblet pumpe, og denne gikk kontinuerlig i perioden fra 10. til 22.august, da det ikke var forsvarlig å tappe ned Straumen mer. Den første høststormen kom 3.september, uten at det førte til økt dødelighet i anlegget. En kan derfor anta at den resterende sulfidmengden i bunnvannet ikke var så stor at den utgjorde noen trussel for fisken i anlegget. Dette skyldes nok både at det nettopp hadde vært pumpet ut en del bunnvann, og at saltvannet er fjernet fra Straumen slik at lagdelingen nå hovedsaklig er begrenset til en periode på tre måneder om sommeren. Det vil ikke kunne bygge seg opp like store konsentrasjoner av sulfid i bunnvannet nå som det var i Straumen den gang det var et permanent saltvannslag på bunnen.



Den 11. september, etter stormen og utpumpingen, var det ikke lengre lagdeling i Straumen, og derfor nesten jevnt oksygeninnhold i hele vannsøylen. Konsentrasjonene var imidlertid relativt lave (tabell 3). Det er vanlig at oksygenkonsentrasjonene er lavere i slike innsjøer under den første delen av høstomrøringen, ettersom sulfiden oksygeneres når den blir blandet opp i oksygenrikt vann. Dette kan forbruke mye oksygen, og gjør at dette er den mest kritiske perioden for et mærbasert settefiskanlegg.

#### NÆRINGSRIKHET

Straumen er fortsatt meget næringsrik. Gjennomsnittlig totalinnhold av fosfor i fire vannprøver fra det øvre vannlag fra sommeren og høsten 1991 var  $58\mu\text{gP}$  pr liter (tabell 4). Dette er omtrent det samme som i fjor, da snittet av tre prøver var  $52\mu\text{gP/l}$  (Kambestad og Johnsen 1990a). Dette tilsvarer vannkvalitetsklasse 4 (mest næringsrike) i Statens forurensningstilsyn sitt vurderingssystem for vannkvalitet (SFT 1989).

*Tabell 4. Resultater fra kjemiske analyser av seks vannprøver fra Straumen i 1991. Prøvene er samlet inn av Sørgård laks og analysert ved Næringsmiddeltilsynet for Bergen og omland. Bunnvannsprøvene er samlet inn på 12 meters dyp, og overflateprøvene er blandet med like deler fra 0, 1 og 2 meters dyp.*

Parameter	Enhet	9.juni	15.juni	30.august		25.september	
		0 - 2 m	0 - 3 m	overfl.	bunn	0 - 2 m	bunn
Fargetall	mg Pt/l	30	30	30	30	60	50
Surhet	pH	9,2	9,0	8,7	8,3	8,5	8,4
Turbiditet	F.T.U	2,6	5,2	3,4	5,7	1,9	2,5
Kondukt.	mS/m	74,0	74,3	67,9	64,3	57,3	59,8
Total Nitrogen	$\mu\text{g N/l}$	787	776	614	1125	1016	1013
Total Fosfor	$\mu\text{g P/l}$	69	62	35	202	67	82
KOF	$\text{mg KMnO}_4/\text{l}$	35	33	40	37	38	43
Jern	$\mu\text{g Fe/l}$	60	60	50	190	110	100
Kobber	$\mu\text{g Cu/l}$	<30	<30	<30	<30	<30	<30
Sink	$\mu\text{g Zn/l}$	<30	<30	<30	<30	<30	<30
Bly	$\mu\text{g Pb/l}$	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Kadmium	$\mu\text{g Cd/l}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10

Under lagdeling er det vanlig at det bygger seg opp høyere konsentrasjoner i bunnvannet, og særlig dersom en har oksygensvikt. Dette er forklaringen på at det i vannprøven fra bunnlaget den 30.august var så mye høyere fosforinnhold enn i den vannprøven som ble samlet inn 25.september, etter at høstomrøringen hadde startet. Ved den siste datoen var fosforkonsentrasjonene relativt like mellom bunnprøven og overflateprøven (tabell 4).

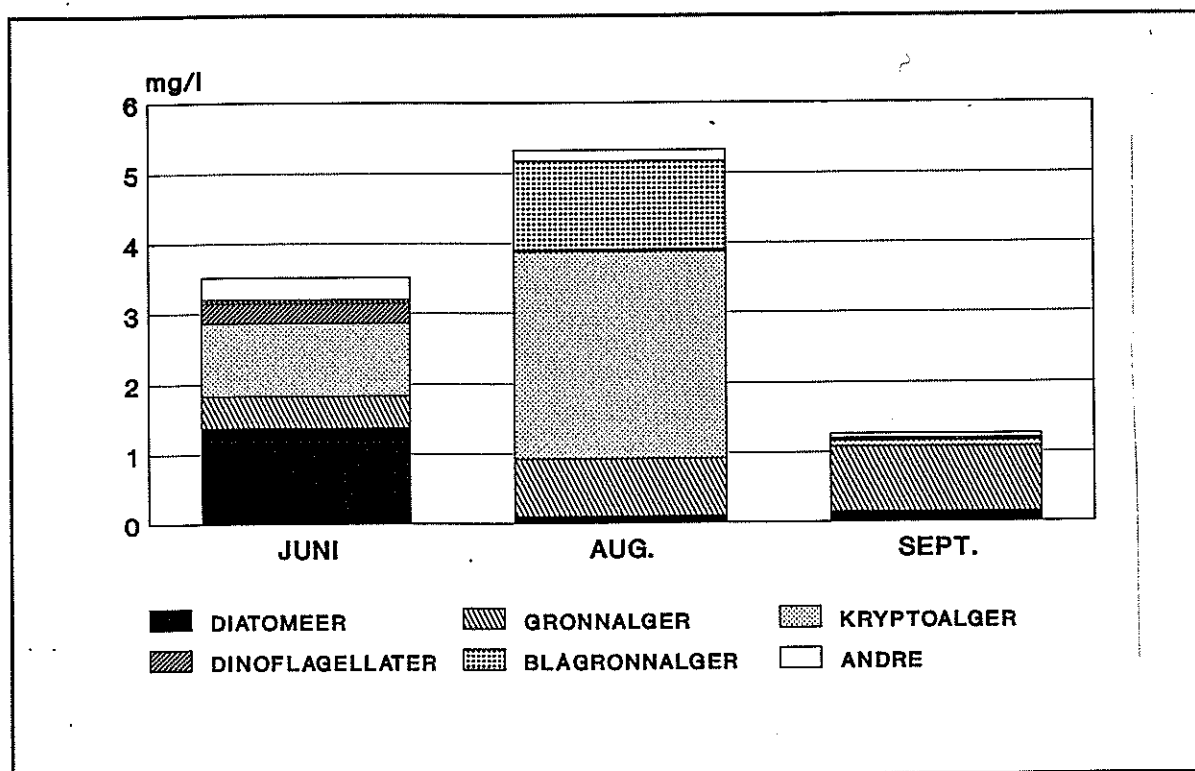
Det er vanligvis konsentrasjonen av fosfor som er begrensende faktor for planktoniske alger i ferskvann, men også nitrogenforbindelser er vesentlige gjødselstoffer for alger. Konsentrasjonene av total-nitrogen i det øvre vannlag var gjennomsnittlig  $798\mu\text{gN/l}$  (tabell 4), noe som også faller inn i tilstandsklasse 4 i SFT sitt vurderingssystem (SFT 1989). Dette er også omtrent som observasjonene i fjor, da snittet for tre vannprøver fra det øvre vannlag av Straumen var  $763\mu\text{gN/l}$  (Kambestad og Johnsen 1990a).



## ALGER

Det har ikke blitt registrert like store algemengder i Straumen i år som det som ble målt i august 1990 (figur 2 og Kambestad og Johnsen 1990a). Oppdretter rapporterer også om klarere vann i år, med siktedyp varierende mellom 1.6 og 2.4 meter. I fjor lå siktedypet oftest rundt 1.5 meter (Kambestad og Johnsen 1990a).

Algemengden er imidlertid fortsatt høy, med snitt på 3.4 mg/l, og høyeste måling på 5.3 mg/l. En slik algemengde kvalifiserer Straumen til vannkvalitetsklasse 3 i NIVA sitt klassifiseringssystem (Rensvik 1983), der klasse 4 er høyeste (dårligste) klasse. Artssammensetningen av algene i de tre prøvene antyder klasse 2 - 3 i det samme systemet. En kan forvente høy algeproduksjon med de høye næringssaltkonsentrasjonene som er målt i Straumen.



FIGUR 2: Mengde av de forskjellige algetyper i prøver fra 9.juni, 4.august og 25.september 1991 fra Straumen. Algeprøvene er samlet inn fra vann blandet med like deler fra 0, 1, og 2 meter. Se ellers artslisten i tabell 5, vedlegg 1.

Fortsatt er det imidlertid hovedsaklig "ufarlige" alger i Straumen. Det er lite blågrønnalger (kalles nå cyanobakterier), og de som hovedsaklig representerer denne gruppen i Straumen, *Merismopedia sp.*, er svært små, og ligner ikke på noen måte de store, trådformete koloniene av f.eks. *Anabaena* som har forårsaket fiskedød i settefiskanlegg andre steder (Kambestad og Johnsen 1990 b og c). En skal imidlertid være oppmerksom på at den sistnevnte dukket opp i et lavt antall i septemberprøven fra Straumen, og at sammensetningen av algesamfunnet kan endre seg radikalt fra år til år.



## SURHETSGRAD

Årets målinger av pH i Straumen ligger noe under fjorårets verdier, men er fortsatt urovekkende høye. De seks vannprøvene varierte mellom pH 8.3 og 9.2, og i de fire prøvene som var tatt i det øvre vannlag, hvor settefiskene holdes, var pH gjennomsnittlig 8.85. Dessuten er det foretatt en måling av oppdrettskonsulent Jan Morten Rånes 4. januar 1991 i overflatevannet ved oppdrettsanlegget som viste pH 7.4.

Den store forskjellen i surhet mellom prøven fra januar og de andre, som var innsamlet mellom 9. juni og 25. september, kan forklares ut fra forskjell i algevekst. Planter som er i vekst tar opp karbondioksyd fra vannet, og forrykker dermed karbonatbalansen slik at pH øker. I overgjødsløse innsjøer, slik som Straumen, er det ikke uvanlig å måle pH opp mot 10. Straumen har nok dessuten sannsynligvis en del marine sedimenter som f.eks. skjellsand. Dette gjør at pH alltid er relativt høy. Antagelig er målingen på 7.4 i januar representativ for hva som er vanlig utenom algesesongen og illustrerer derved det kjemiske basisnivå i Straumen. Med den høye algevekst som forekommer i denne innsjøen, må en regne med høy pH i perioder, særlig på solrike dager om sommeren.

I følge SFT sine vannkvalitetskriterier for oppdrett av laksefisk i ferskvann, bør pH være mellom 6.5 og 8.0 (SFT 1989). Det understrekes samme sted at pH over 10 kan være meget skadelig. Det kan ikke utelukkes at pH i Straumen på særlig solrike dager med høy algevekst kan nå opp mot 10.

## METALLER

Det var ikke faretruende høyt innhold av metaller i noen av de seks vannprøvene som ble analysert. Jerninnholdet varierte mellom 50 og 190  $\mu\text{g}$  pr liter, med et gjennomsnitt på 70  $\mu\text{g}/\text{l}$  for overflatevannet og 145  $\mu\text{g}/\text{l}$  for bunnvannet (tabell 4). I følge SFT sine vannkvalitetsnormer for oppdrett av laksefisk i ferskvann (SFT 1989), bør ikke jerninnholdet overstige 300  $\mu\text{g}/\text{l}$ .

Det var lavere enn 30  $\mu\text{g}$  kobber og sink pr. liter i alle vannprøvene, og lavere enn 50  $\mu\text{g}$  bly og 10  $\mu\text{g}$  kadmium pr. liter (tabell 4). For sink er også dette godt innenfor grensene for hva som regnes som egnet for settefiskproduksjon (SFT 1989). For de andre målte metallene er ikke oppløsningen på analysetesten god nok til at resultatet kan vurderes i den nevnte klassifisering.



## UTFØRTE TILTAK MED FORMÅL Å BEDRE VANNKVALITETEN

De viktigste tiltak som har vært gjennomført i 1990 har vært uttapping av bunnvann og reduksjon av fôrspill. Uttappingen har fjernet mye av det tidvis giftige og fosforrike bunnvannet, og derved nærmest eliminert faren for oppvelting av sulfid, og dessuten redusert potensialet for algeveksten. Det har ikke kunnet etablere seg noe nytt saltvannslag på bunnen av Straumen, og dette er helt avgjørende for miljøforholdene og driften ved settefiskanlegget.

Foruten hevertuttappingen, som er avhengig av tilrenning til Straumen for å fungere, ble det i den nedbørsfattigste perioden i sommer pumpet ut bunnvann kontinuerlig mellom 10. og 22. august.

For ytterligere å redusere oksygenvinn og næringsanrikningen i Straumen, foretar Sørgård laks slammsuging under anlegget en gang pr. år. Beliggenheten til mæranlegget alternerer mellom to steder med ca 15 meters avstand mellom, med et års liggetid på hvert sted. Bunnen renskes rett etter at anlegget er flyttet vekk, og i år ble dette utført i begynnelsen av mars. Dette må karakteriseres som et virkningsfullt tiltak både mot oksygenvinn og næringsanrikning, selv om det sannsynligvis gir noe oppvirvling under selve utførelsen. Det anbefales derfor å fortsette med dette, men prøve å unngå å gjennomføre det i perioden mai til oktober, da det på den tid kan gi ytterligere direkte tilførsler av næring til algene.

Som en sikkerhet mot oksygenvinn, er det montert bobleanlegg under mærene. Dette gikk for fullt under årets første høststorm, 3. september. Dette anlegget vil kunne vise seg nødvendig under slik omrøring av vannmassene etter lengre perioder med lagdeling. Imidlertid bør en søke å unngå bruk av bobleanlegget i perioder med lagdeling i sommersesongen dersom det ikke er nødvendig, ettersom boblene vil dra med seg næringsrikt bunnvann opp til det algeproduserende lag.

## FORSLAG TIL YTTERLIGERE TILTAK

### OVERVÅKING

En ytterligere forbedring av overvåkingsrutinene vil øke forståelsen av prosessene i Straumen og derved gjøre en i bedre stand til å sette i verk de mest effektfulle tiltak for å sikre vannmiljøet i Straumen. En slik overvåking bør, foruten det program som har vært gjennomført i 1990, også inneholde driftsdata som månedlig fôrbruk og belegg av fisk i anlegget, pH-målinger og mengde bunnvann tappet ut i de enkelte perioder. Dessuten bør hyppigheten av oksygen-, temperatur- og saltholdighetsmålingene økes noe.

### REDUKSJON AV FARE FOR STORE SULFIDMENGDER

Etter at saltvannslaget som lå på bunnen nå er fjernet, og dersom en lykkes i å holde saltvann borte slik at Straumen forblir en permanent ferskvannssjø, er det kun i visse perioder på året at det er fare for fiskedød på grunn av opprøring av sulfidholdig bunnvann. Dette er når det har vært lengre perioder uten omrøring av vannmassene, slik at det ikke har vært tilført ny oksygen til bunnvannet. Den naturlige sommerlagdeling i en ferskvannssjø på våre breddegrader starter i mai. Med det store oksygenforbruket som er i bunnvannet i Straumen, vil det allerede i slutten av juli kunne bli så store mengder sulfid at det utgjør en trussel for fisken. Faren for oksygenreduksjon og forgiftning i mæranlegget vil vare frem til et stykke ut på høsten, når nedkjølingen av overflatelaget har utvisket tetthetsforskjellene mellom lagene slik at det igjen vil bli hyppig tilførsel av nytt oksygen til bunnvannet.



Den andre perioden i året da det er fare for sulfidoppvelting, er om vinteren etter lengre perioder med islegging. Også når det er is på overflaten hindres oksygentilførselen til bunnvannet, og det kan bli produsert sulfid når bakteriene har brukt opp oksygenet.

For å forsikre seg mot denne type fiskedød, bør en fortsette å overvåke sulfidinnholdet i bunnvannet hyppig i de nevnte perioder ved lukttest av vannprøver. Dersom det utvikler seg betydelige konsentrasjoner sulfid, bør en supplere det kontinuerlige hevertsystemet med en pumpe. Dette skisserte sikkerhets- og overvåkingssystemet har vært fulgt nøye av oppdretter i år og har sannsynligvis vært avgjørende for det gode driftsresultatet.

For å kunne vurdere effekt av hevertsystemet slik at en bedre kan beregne oksygenforbruksrate og forutsi behov for ytterligere utpumping av bunnvann, bør en vurdere å installere vannmåler på uttappingsslangen.

#### REDUKSJON AV FARE FOR UHELDIGE ALGEOPPBLOMSTRINGER

Fosforinnholdet kan reduseres på to måter,- ved å redusere tilførslene og ved å fjerne en del av det som allerede er sluppet ut. Viktigst er det å redusere fosforkonsentrasjonene i sommerhalvåret, under algesesongen.

De viktigste tilførslene til Straumen er fra kloakk og jordbruksvirksomhet, og fra spillfôr og ekskrementer fra fiskeanlegget. Utslippet fra anlegget er avhengig av mengde fôr som blir brukt, samt fôrfaktor. Sistnevnte ser ut fra de oppgitte tall for 1991 ut for å være så lav som det er tilrådelig å gå i et settefiskanlegg, slik at det kanskje ikke er så mye mer å hente på det feltet. Imidlertid bør en vurdere å legge om driften noe slik at fôrbruken om sommeren kan reduseres. Det er utslippene som tilføres direkte i vannmassene under algeveksten som er de mest betydningsfulle. Dersom en i større grad satser på å få solgt ut smolten som ett-åring i mai, vil det kun være årsyngel igjen i anlegget om sommeren, og disse bruker svært lite fôr. Dette vil antagelig være det vesentligste tiltaket en i dag kan sette inn for å redusere faren for uheldige algeoppblomstringer.

Samtlige tiltak for å redusere fosforinnholdet vil også redusere den organiske belastningen på Straumen, og derved oksygenforbruket og sulfidproduksjonen.



## HENVISNINGER

- HÅKANSON, L. A.ERVIK, T.MÅKINEN & B.MÖLLER 1988.  
Basic concepts concerning assessments of environmental effects of marine fish farms.  
Nordisk ministerråd, 103 sider.
- KAMBESTAD A. & G.H.JOHNSEN 1990a.  
Tilstandsrapport nr.1 for Straumen på Linesøy i Sør-Trøndelag.  
Rådgivende Biologer as., rapport nr.41, 22 sider.
- KAMBESTAD A. & G.H.JOHNSEN 1990b.  
Tilstand og utvikling for Hallarvatn,- vannkilden til AL Frøylaks, Frøya, Sør-Trøndelag.  
Rådgivende Biologer as., rapport nr.31, 25 sider.
- KAMBESTAD A. & G.H.JOHNSEN 1990c.  
Tilstandsrapport nr.1 for Bergesvatn, Bømlo i Hordaland.  
Rådgivende Biologer as., rapport nr.37, 32 sider.
- RENSVIK H. 1983.  
Vurderingssystem for vannkvalitet i innsjøer og elver.  
NIVA-rapport 1667, 75 sider.
- SFT 1989.  
Vannkvalitetskriterier for ferskvann.  
Statens forurensningstilsyn



## VEDLEGG 1: ALGERESULTATENE

Tabell 5. Volum ( $\mu\text{m} \times 10^6$ ) og mengder (millioner pr. liter) av de forskjellige typer alger i tre vannprøver fra Straumen i 1991.

ALGETYPE	9.juni 1991		4.august 1991		25.sept. 1991	
	antall	volum/l	antall	volum/l	antall	volum/l
<b>DIATOMEER (Bacillariophyceae)</b>						
<i>Navicula</i> sp.	0,05	5				
<i>Diatoma</i> sp.			0,67	101	0,71	106
<i>Astreionella</i> sp.					0,24	38
Diatome indet.	9,08	1365			0,02	3
<b>GRØNNALGER (Chlorophyceae)</b>						
<i>Chlorella</i> sp.	0,63	48	7,78	658	10,71	803
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	0,33	50	0,05	3	0,27	14
<i>Scenedesmus</i> sp.	0,24	14			0,14	8
<i>Crucigenia</i> sp.			0,34	11		
<i>Tetrastrum</i> sp.			0,07	40	0,07	5
<i>Cosmarium</i> sp.					0,002	1
Gr. alge koloni	5,11	72			0,44	66
Chlorophyceae indet.	1,88	282	0,76	114	0,29	33
<b>KRYPTOALGER (Chrytophyceae)</b>						
<i>Rhodomonas</i> spp.	2,13	320	1,64	246	0,02	3
<i>Chryptomonas</i> sp.	0,71	710	2,43	2430	0,06	85
Chrytophyceae indet.			1,80	270		
<b>GULLALGER (Chrysophyceae)</b>						
<i>Dinobryon</i> spp.	0,12	8	0,02	1	0,02	2
<i>Mallomonas</i> sp.			0,02	2		
<b>DINOFLAGELLATER (Dinophyceae)</b>						
<i>Peridinium</i> sp.	0,07	280	0,07	35		
<b>BLÅGRØNNALGER (Cyanophyceae)</b>						
<i>Merismopedia</i> sp.	296	59	6320	1264	59,11	12
<i>Anabaena</i> sp.			0,30	3	0,22	22
<b>FLAGELLATER OG MONADER</b>						
Flagellater > 5 $\mu\text{m}$	0,08	14	0,03	5	0,02	4
Flagellater < 5 $\mu\text{m}$	3,11	200	2,10	137	0,68	0,4
Monader > 5 $\mu\text{m}$			0,07	13	0,42	27
Monader < 5 $\mu\text{m}$	1,54	100			8,85	35