

# Forurensningsmengde og effekter fra akvakulturanlegg

Av Håkon Kryvi.

Håkon Kryvi er ansatt som fylkesing. i Miljøvernadv. i Hordaland.  
Har nå et engasjement i Mil.Dep./Lenka.

Det følgende er ikke på noen måte en forskningsrapport men mer betraktninger over gamle data og en forhåndsmelding om nye.

Forurensningstilførsler fra fiskeoppdrett kan en dele opp i følgende kategorier med tilhørende kilde:

- Organisk materiale og næringssalter fra fôrspill, feces og fiskeavfall (inkludert død fisk)
- Medisinrester (gifter?) fra medisin-fôr eller bad.
- Gifter fra antagroemidler.

I det følgende vil det kort bli gjort rede for noe av hva man vet og har vist om emnet.

## Mengder

### *Organisk stoff og næringssalter*

Ut fra den forskjell i tall som oppgis er der tilsynelatende stor uenighet som mengden organisk stoff og næringssalter som slippes ut fra oppdrettsanlegg. Belastningstallene varierer svært.

Dette skyldes problemene en her står overfor når det gjelder å måle ut fra en normalisert situasjon eller m.å.o. det å definere et standard utgangspunkt. Her er så mange faktorer som spiller inn at det er praktisk umulig å standardisere forsøksbetingelsene.

Begrepet er således langt fra entydig.

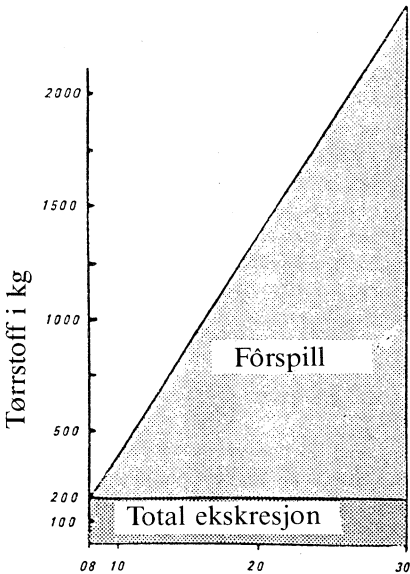
Behovet for en norm er likefullt tilstede, spesielt for forvaltningen. Tall er meget viktig for vurdering av de ulike utslippssaker. Forvaltningen, og andre, må da i sin bruk av tallene være klar over den store usikkerhet som implisitt ligger i dem.

For å illustrere denne innebygde variasjon vil jeg her nevne en del faktorer som influerer på fôrspillet og dermed på belastningene fra organisk stoff og næringssalter. (Vil her generelt hen-vise til arbeidene til bl.a. Storebakken og Åsgård, NLVF's Inst. for Akvakultur-forskning, Sunndalsøra.)

- Korrekt bedømming av fiskemengden i merden. Tetthet. Utporsjoneringen av fôr skal tilpasses den virkelige mengde fisk i merden. Feilbedømming her er sannsynligvis hovedårsaken til fôrspill-mengdene.
- Fisketype: de ulike fiskeslag kan ha ulikt spisemønster. Inntil data viser noe annet regner en med at de forskjellige arter i prinsippet fortsatt forurenser likt.
- Fôropptak: bedømming av fiskens appetitt.
- Tid på året, døgn tidspunkt og tem-

- peratur: fiskens appetitt varierer med disse faktorene.
- Fôrtype: sammensetning, smak, farge og synkefart.
  - Fôringsteknikk: hvordan fordeles fôret i merden? Gis det der fisken er?
  - Fôringsfrekvens.
  - Lysforhold: ser fisken fôret?
  - Generell røkt: oppdretterenbs drift av anlegget. Dette er egentlig en form for sum av flere av faktorene nevnt.

Fôrspillet er en funksjon av fôr-faktorer som igjen er avhengig av flere av de ovenstående punktene. I figur 1 er vist utslipp av tørrstoff som funksjon av fôrfaktor (= tilført mengde fôr i kg/ fiskevekt i kg). (Åsgård et al. 1986 hentet fra Lars Håkansson et al.)



Figur 1. Tilført for (kg)/Fiskevekt (kg). (Åsgård et al.)

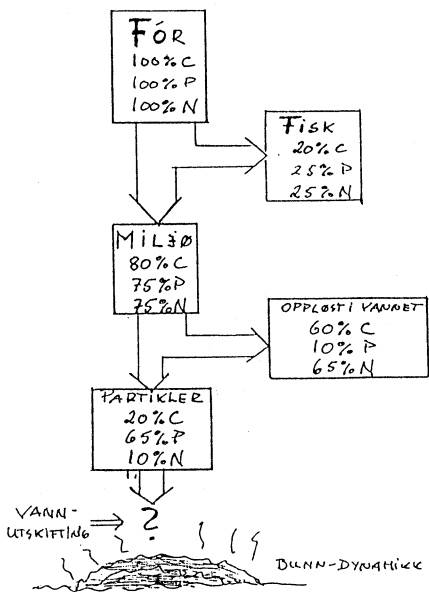
Foruten disse momentene har en da forhold betinget av topografi. Fôrspillet, eller mer presist, mengden fôrspill som under vanlige omstendigheter kan registreres, er avhengig av strømforhold, vind, tidevann, lokalitet etc.

Forurensningsmengden fra oppdrett vil variere med samtlige av de ovenstående faktorer pluss sikkert mange flere. Det skulle derfor være klart at det er fåfengt å sette opp en eksakt norm for utslipp av organisk stoff og næringssalter fra oppdrett. Alt avhengende av hvem som driver med hvilken fisk i hvilke mengder, hvor og fôrer med hva, når på året og døgnet, vil en nær sagt kunne få ut det tall en ønsker.

Likevel opereres det med en form for gjennomsnittstall. Er en oppmerksom på faren i å bruke slike tall er det åpenbart at tallene kan være tjenlige og anvendelige. De gir tross alt en indikasjon på omtrent hvor på skalaen en ligger. Når behovet for tall både fra forvaltning og næring så sterkt er til stede vil kravet til presisjon etterhvert øke. Måleteknikken kan forfines og beregningsprogrammer kan raffineres og utvides til å omfatte flere av de nevnte variable. Dette vil etter hånden kunne ta inn noe av variasjonen og derved øke presisjonsnivået tilsvarende.

Det er gjort mange analyser av stoffgangen gjennom et oppdrettsanlegg. Nedenstående flyt-skjema er satt sammen fra arbeider fra Gowen et al. og Håkansson et al. (Fig. 2). Tallene er omtrentlige nok til å kunne benyttes som tommelfinger-regler.

Ut fra bl.a. disse arbeidene og en rekke andre (Aure et al. etc.) benytter nå Lenka følgende gjennomsnittstall for utslipp av organisk stoff og næringssalter fra oppdrett. (Tabell 1).



Figur 2. Stoff gang gjennom oppdrettsanlegg. Grovt skjematisert. (Etter Gowen og Håkansson).

Disse tallene harmonerer godt med dem SFT har lagt frem: For å produsere 1 tonn laksefisk anvendes idag fra 1.2 til

Tabell 1. «Normale» forurensningstilførsler fra fiskeoppdrettsanlegg.

Tot-p kg/år	Tot-N kg/år	BOF <sub>7</sub> kg/år
2 100	18 100	100 000

Forutsetning:

KOF = 0,74 kg fisk produsert.

Tot-N = 52 g/kg fisk produsert.

Tot-P = 9 g/kg fisk produsert.

2 kg tørrfôr eller 4 til 7 kg våtfôr. Herved tilføres resipienten 12—20 kg P, 65—120 kg N og 500—1100 kg organisk stoff.

Med disse tallene som utgangspunkt kan en gå videre og beregne de samlede utslipp fra fiskeoppdrett langs kysten. En kan så ut fra tilsvarende gjennomsnittstall fra andre virksomheter sammenligne utslippsmengde fra oppdrett med f.eks. industri, landbruk og bebyggelse.

Ibrekk (Niva/Lenka) har gjort dette i en rapport. I tabell 2 er vist tallene for Hordaland og Møre og Romsdal. (Ibrekk, Niva 1989).

Tabell 2. Tilførsler av fosfor og nitrogen til sjøområder i Hordaland, Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal i tonn. (Fra Ibrekk, Niva/Lenka, Vann nr. 2, 1989).

Kilde:	Fosfor		Nitrogen	
	tonn	%	tonn	%
Fiskeoppdrett	498	36	4 296	24
Dyrka mark	232	16	6 957	38
Annet	129	9	3 437	19
Befolkning	523	37	3 213	18
Industri	33	2	114	1
<b>SUM</b>	<b>1 415</b>	<b>100</b>	<b>18 017</b>	<b>100</b>

Slike sammenligninger har avstedkommet en del heftige diskusjoner. Selve mengdeanslagene kan selvfølgelig diskuteres, men heftigheten bryter først ut når den biologiske effekt av de ulike utslipp trekkes inn i debatten.

Uten nå å ville gå inn i et slikt ordskifte er det en utbredt oppfatning at en med utgangspunkt i analyse av de kjemiske parametrene BOF, N og P, ikke uten videre kan konkludere med at den biologiske responsen av de forskjellige typer utslipp er den samme. (Se f.eks. L. Håkansson et al., 1988).

Grunnene er nok at dette fåtall av kjemiske parametre ikke fanger opp forskjellene. F.eks.: Kloakk består ikke bare av organisk stoff og næringsalter. Hvordan er biotilgjengeligheten av utslippene fra f.eks. landbruk sammenlignet med kloakk eller oppdrett?

Hva med forskjell i forrynningsgrad. Kloakk er ferskvann i sjø, — er der effekter av innlagring? Er de forskjellige typer utslipp lokalisert til samme type resipienter? O.s.v.

Alle disse spørsmålene og flere til illustrerer den vanskelighet en får med umiddelbare sammenligninger.

Forskerne mener å ha observert kvalitative forskjeller på f.eks. utslipp fra oppdrett og kloakk.

Inntil en på en mer kvantitativ måte kan tallbelegge denne forskjell i effekt vil trolig diskusjonen gå videre.

## **Effekter**

### *Oppløst stoff og næringsalter:*

Der er, såvidt jeg vet, få arbeider som viser transport av stoff fra oppdrett ut i vannmassene.

Ervik et al. har gjort undersøkelser som viser et forhøyet ammoniakk-nivå

i og omkring merdene (Ervik .....). Behovet for supplerende data er stort og Niva er p.t. i ferd med å starte opp mer omfattende undersøkelser på dette feltet.

### *Slam:*

Den mest alvorlige organiske belastning fra oppdrett kommer sannsynligvis fra opphopningen av slammet under merdene.

En rekke undersøkelser viser at en får utarming av høyerestående dyreliv på bunnen hvor denne dekkes av sedimenter fra oppdrettsanlegg. Dette skyldes bl.a. uttapping av oksygen som følge av den store stoffomsetningen som finner sted i dette næringsrike slammet.

Fortsetter prosessen vil en få utvikling av hydrogensulfid og metan. Arts sammensetningen blir mindre variert og domineres av få opportuniste. En får m.a.o. en typisk forurensningssituasjon.

I Hordaland har Inst. for Marinbiologi, U.i.B., bl.a. etter initiativ fra Miljøvernavdelingen og oppdrettere selv utført ca. 50 undersøkelser av bunnforholdene omkring oppdrettsanlegg. Disse undersøkelsene viser at eventuell slamopp hopning finner sted umiddelbart under og tett ved oppdrettsanlegget. (Per johannessen, Inst. for Marinbiologi, UiB).

Influensområdet er begrenset til oppdrettsanleggets nærhet. Dette stemmer godt overens med tilsvarende undersøkelser gjort andre steder. (Olsgård, L. I. Paulsen, Gowen). (Det kan opplyses at der ved Univ. i Bergen: IMP, Farmakologisk og Havforskningsinst. (HI) pågår omfattende undersøkelser av de ulike metabolske prosesser som finner

sted i sedimentet. Kommer senere tilbake til denne gruppen).

Utbredelsen av sedimentene er avhengig av vannutskiftningsmønsteret på stedet.

*Konklusjonen er derfor at effekten av forurensningen er sterkt avhengig av lokalitetsvalg (selvfølgelig også av alle de andre faktorene nevnt tidligere i artikkelen). Sedimentoppbygning og utvikling av anoksiske forhold fås først og fremst ved de innestengte, grunne lokalitetene med liten vannutskiftning.*

Produksjonen (egentlig: utslippene) må stå i forhold til den utskiftning av vann en har på stedet.

Regionale eller fjerneffekter av utslippene av organisk materiale og næringsalter fra oppdrett er lite kjent. Nøkterne overslag over relative bidrag gir ingen grunn til å dramatisere dette i de områdene hvor oppdrett er mest utbredt i landet. Men tegn fra utlandet maner til forsiktighet. Utvikling av metoder og modeller for beregning av regionale effekter pågår nå. (Aure, Stigebrandt).

Slammet under merdene fortjener større oppmerksomhet og må ikke ignoreres. Om slamdyngen er fattig på høyerestående dyreliv er den mikrobielle aktiviteten desto større.

Husevåg et al. har undersøkt bakterier i sedimentet på forlatte lokaliteter. Foreløpige observasjoner viser at selv etter at lokaliteten har ligget brakk i 3 år har en kunnet registrere levende *Vibrio salmonicida* i sedimentet. Ved andre forsøk har de også kunnet registrere bakterier i sedimentet under oppdrettsanlegg i inntil 16 måneder etter siste utbrudd av kaldtvannsvibriose.

Observasjoner gjort i Japan tyder på at eutrofiering er en faktor som kan bidra til algeoppblomstring. Overbelastes større områder med kloakk og/eller avfall fra oppdrett vil dette under de rette omstendigheter, gi algecyster (spirer) gode betingelser for videre utvikling med mulig algeoppblomstring til følge. (Vil her henviser til en rapport fra Japan som snart kommer ut i Lenka-regi).

Uten å overføre dette direkte til våre forhold kan det være nevnt for å vise at denne slamdyngen under merdene i høyeste grad bør unngås. Det er en bekymring som igjen både næring og miljøforvaltning skulle dele.

Det er ellers av stor interesse både for miljøvernforvaltning og oppdrettsnæring å få kunnskap om hvor lang tid det tar før slammet ved naturlige prosesser er fjernet. Likeens hvilke faktorer slik rekolonisering er avhengige av. Forskning omkring dette er startet opp av samme gruppe fra U.i B. og H.I. som nevnt over.

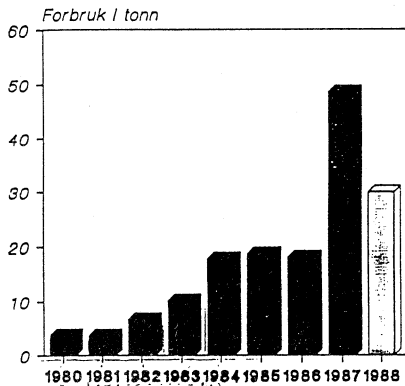
#### *Medisiner*

I fig 3. er vist forbruket av antibiotika i norsk fiskeoppdrett fra 1980 samt prognose for 1988.

I tabell 3 er forbruket gitt opp i g/tonn.

Det høye forbruk bekymrer de aller fleste som har ansvar innen oppdrett.

Slik medisinerings-teknikken er i dag gir høyt forbruk også stort utslipp. Iflg. SFT går ca. 75% av den doserte mengden ut i miljøet. Fordelingen av hva som oppløses og hva som synker ned i sedimentet er såvidt vites ikke kjent. Gis medisinerne via føret skulle det være grunn til å tro at den største mengden følger forrestene til bunns.



Figur 3. Bruken av antibiotika i norsk fiskeoppdrett.

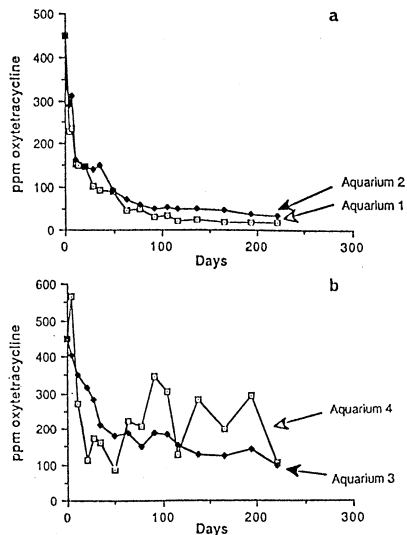
Tabell 3. Gram antibiotika pr. tonn oppdrettsfisk.

1974—77	ca. 100 g/tonn
1979	ca. 250 g/tonn
1982—86	ca. 700 g/tonn
1987	ca. 870 g/tonn
1988	ca. 400 g/tonn

Kilde: SFT.

Det har vært gjort forholdsvis lite forskning innen dette feltet pr. idag og få resultater foreligger.

Større forskningsprogram hvor effekten av antibiotika på omgivelsene skal undersøkes er imidlertid nå satt igang. Som nevnt tidligere er en gruppe i Bergen i gang med undersøkelser av diverse metabolske prosesser i slammet under oppdrettsanlegg. Dette er en del av et større prosjekt med tittel: «Økologiske effekter av antibiotika/kjemoterapeutika». Det er et samarbeid mellom Havforskningsinstituttet, avd. for Akvakultur og Universitet i Bergen.



Figur 4. Nedbrytning av oxytetracyclin (laboratorieforsøk). Akvarium 1 og 2 er parallell forsøk hvor antibiotika ble plassert på toppen av sedimentet. Akvarium 3 og 4 er paralleller hvor oxytetracyclin ble dekket av et slamslag. (Samuelsen et al.)

Av resultater til nå kan nevnes:

Figur 4 viser nedbrytningsforløpet av oxytetracyclin i laboratorieforsøk. Etter 200 dager er der fortsatt rester igjen. Denne restmengden øker dersom oxytetracyclin dekkes med slam. (Samuelsen et al.)

Artikkelen forteller også at resistens mot flere antibiotikamidler er påvist. For oxytetracyclin ble det påvist resistens i bakteriepopulasjonen minst 10 måneder etter at medisinerings hadde funnet sted.

### Antigroemidler

Her har jeg lite nytt å bringe annet enn å fortelle at den stoffgruppe som til nå har vært ansett som mest giftig,

tributyl-tinn-forbindelsene ifølge SFT nå skal forbys.

### **Avslutning**

Oppdrett forurensar, men problemene burde la seg løse. Her er et særtrekk som gir grunn til forhåpninger. Til forskjell fra de fleste forurensende industrier er oppdrett med dagens teknikk direkte avhengig av ikke å forurense. Ikke alle har oppfattet dette, hverken oppdrettere eller andre.

Vilje til innsats, som vanligvis er en forutsetning for løsning av problemer i samfunnet, skulle næringen så avgjort kunne mobilisere.

Rent konkret synes det viktigste problemet å være og få kontroll med medisnbruken. De fleste ansvarlige ser betydningen av dette. Nøkkelen skulle ligge i forebyggende arbeide ved gjennomtenkt og samvittighetsfull røkt av oppdrettsdyrene. Forståelse for elementære biologiske prinsipper må innarbeides fra topp til bønn!

Dessuten må det satses videre på

utvikling av vaksiner. Dette er begge tiltak som skulle bidra til reduksjon av medisnforbruket.

Fornuftig lokalisering vil kunne hindre lokal forurensning fra organisk materiale og nærings-salter.

Om dette vil holde for all fremtid er uvisst.

For å følge utviklingen av påvirkningsgraden på miljøet og for å optimalisere produksjonsbetingelsene fremover, må det snarest utarbeides et overvåkningsprogram for de kyststrekningene hvor en har oppdrett. (Dette arbeidet er i gang bl.a. i LENKA-regi.) Et systematisert, lokalt tilpasset opplegg vil sette næring og myndigheter i stand til å observere respons i miljøet. Kapasitetsberegninger vil raskt kunne justeres og tiltak settes inn før uheldig utvikling finner sted.

Ser en langt fremover er jeg overbevist om at gjennomføring av et slikt overvåkningsprogram også er en betingelse for videre suksess for næringen i dette landet.

## LITTERATUR

- J. Aure, A. Ervik, P. Johannessen og Ordemann: Fisken og Havet, nr. 1, 1988.
- A. Ervik, P. Johannessen og J. Aure: Environmental effects of norwegian fish farms. ICES, F: 37/ess.W. 1985.
- L. Håkansson et al. «Basic concepts concerning assessments og environmental effects of marine farms»; Nordic Council of Ministers, 1988.
- R. J. Gowen, Dept. of Biological Science, Univ. of Stirling, Scotland: pers. com.
- H. O. Ibrekk: «Tilførsler av nærings-salter til kystområder i Norge», Vann, nr. 2, 1989.

- P. Johannessen, Inst. for Marinbiologi, Univ. i Bergen: Diverse rapporter om undersøkelser av bunn-faunaen under og i nærheten av oppdrettsanlegg.
- B. Husevåg, B. T. Lunestad og Ø. Enger, Inst. for Mikrobiologi og Plantefysiologi, Univ. i Bergen, pers. com.
- Olsgaard: Forurensningseffekter på bløtbunnsfaunaen rundt et marint fiskeoppdrettsanlegg.
- L. I. Paulsen, L. Sæter: Norsk Fiskeoppdrett, nr. 5, 1988.
- O. Samuelson, V. Torsvik, P. K. Karlsen, K. Pittmann and A. Ervik: «Organic waste and antibiotics from aquaculture», ICES, C.M. 1988/F: 14.

## **GRUNNVANN — BRØNNBORING**

**Grunnundersøking — Grovhullsboring**

**Vår allsidige maskinpark og lange erfaring gjer at vi kan utføra dei fleste typer boringar til fornuftig pris.**

## **HALLINGDAL BERGBORING**

Magne Veslegard

3570 Ål - Telefon: 067/84 200

5700 Voss - Telefon: 055/11 285

**Utstyr for:**

**VANNHASTIGHETSMÅLING**

**VANNSTANDSMÅLING**

**LANDMÅLING**

Repr.

**A. Ott**

Kampen

**Sigurd Baalsrud**

Jacob Aalls gt. 17, 0364 Oslo 3

Tlf.: (02) 46 46 65

**Askania Werke**

Berlin W