

# Er kultivering av det marine produksjons-systemet økologisk og etisk forsvarlig?

Av Lene Buhl-Mortensen

Lene Buhl-Mortensen, dr. scient. i marinbiologi, forskningsstipendiat ved Senter for vitenskapsteori, Universitetet i Bergen. Arbeider på et prosjekt om forskeransvar innen marinbiologi.

## Sammendrag

I denne artikkelen diskuterer jeg hvorvidt det er økologisk og etisk forsvarlig å gjødsle havet i stor skala, slik det legges opp til i prosjektet MARICULT. Utgangspunktet er visjonen om at den globale matmangel kan løses ved hjelp av storskala gjødsling av havet. Det blir fokusert på forskjellen mellom kultivering på landjorden og av havet. Muligheten for å kunne kontrollere effekter av gjødsling og eierrett til eventuell produksjonsøkning er mer problematisk for havområder enn på land. Vår viten om marine økosystemer er fremdeles begrenset og det forskerne vet tyder på at gjødsling vil være risikabelt. Et annet viktig tema er at havet er en allmenning og at gjødsling vil kunne skape lokale brukerkonflikter (her brukes Kåfjord som eksempel), og ødeleggelse av store fellesressurser kan heller ikke utelukkes. Risiko forbundet med gjødsling blir holdt opp imot «føre-var prinsippet» (kravet om at usikkerheten skal komme naturen tilgode) og det etiske betenkelige ved å privatisere

og risikere fellesressurser. En viktig innvending mot visjonen er at matmangelen i verden skyldes fordelingsproblemer snarere enn for lav matproduksjon. Konklusjonen er at storskala gjødsling av havet vanskelig kan betraktes som økologisk fornuftig eller etisk forsvarlig.

## Summary

This paper discusses whether it can be viewed as ecological and ethical defensible to fertilise large marine areas. Point of departure is the vision behind the project MARICULT that the global need for food can be solved by increasing the productivity of marine ecosystems by adding fertiliser. The differences between agriculture and cultivation of the sea is highlighted, both the ability to control the effects of fertilisation and the problem of ownership to the increased production is more problematic in the sea than on land. Our knowledge of marine ecosystems are still limited and what we

know indicates that fertilisation is problematic. The sea is a common and we will probably experience local user conflicts in connection to fertilisation, Kåfjord is used as an example of this, and destruction of large common resources may be a result. The risk connected to fertilisation of the sea is also discussed in relation to the «precautionary principle» (i.e. that the uncertainty or doubt about negative effects shall be in favour of the environment) and the ethical problem of privatising and risking common resources. An other important argument that is raised against the vision is that the global need for food is due to distribution problems rather than low food production. The conclusion drawn is that it is neither ecological sound nor ethical defensible to fertilise marine ecosystems in large scale.

## **Introduksjon**

Utgangspunktet for denne artikkelen er visjonen som ligger til grunn for forsknings programmet MARICULT, dvs. tanken at havets produktivitet kan økes ved hjelp av gjødsling (se NFRs tidskrift Forskning 7/95). Dette begrunnes med nåværende og framtidig behov for mat i verden. De to temaer jeg skal behandle er hvorvidt kultivering av havet er økologisk og etisk forsvarlig. Dette ville neppe være så aktuelle og kontroversielle emner hvis vi med kultivering av havet mente den eksisterende akvakulturvirksomheten i Norge og i verden i dag. Vi har feks allerede utstrakt erfaring med gjødsling av østerspoller og andre poller for å øke produk-

sjonen i et begrenset område, og gjødsling av algesamfunn i poser er heller ikke noe nytt. Den form for kultivering det dreier seg om i MARICULT er imidlertid ekstensivt havbruk, ekstensivt i betydningen kultivering av utstrakte områder. Det nye i visjonen er idéen om at marine økosystemer må forbedres for å gi optimalt utbytte. Dette kan gjøres ved hjelp av gjødsling både i fjorder og i åpne havområder. Håpet er at gjødsling skal kunne endre lavproduktive områder til høyproduktive «oppstrømmings»-lignende økosystemer. Vi har ingen tidligere erfaring fra stortilt kontrollert gjødsling av havet. Derimot har vi erfaringer fra ukontrollert tilførsel av næringsstoffer til havet fra land og oppdrettsanlegg. Dette har gitt så mange negative effekter at det er bred enighet blant folkevalgte i EU-land om at utslippene må minske drastisk.

Før vi ser på de etiske aspekter ved stortilt gjødsling av marine økosystem vil jeg drøfte hvorvidt dette kan betraktes som økologisk fornuftig.

## **Økologisk forsvarlighet**

### *Jordbruk kontra havbruk*

Mange bruker kultiveringen av landjorden som forbilde for mulig økt utnyttelse av havarealer, men det er vesentlige forskjeller mellom jordbruk og havbruk, land og vann. Havet flyter mens åkeren er godt fortøyd. Havet er et stort sammenhengende areal og gjødsling i et område vil uvegerlig få effekt på andre. En konsekvens av dette er større vanskelighet med å kontrollere gjødslings effekter i havet.

Bonden kan ta en tur på åkeren, og en titt på jordsmonnet er ofte nok til å vurdere tilstanden. Hva med de effekter som kommer på flere tusen meters dyp i åpne havområder, eller på flere hundre meters dyp i en fjord?

En annen og viktig forskjell er hvor i næringskjeden vi henter ut energien. Maten vi henter fra havet tar vi ut fra toppen av næringskjeden mens den matproduksjon på land som de fleste mennesker er avhengig av er basert på primærprodusenter som feks, ris, mais og korn. Dess flere ledd det er mellom primærprodusentene og uttaksnivået i næringskjeden, dess mere energi går tapt. Det er derfor økonomisk mest gunstig med korte næringskjeder.

#### *Hva vet vi om marine økosystemer?*

Vår viten og forståelse av de marine økosystemer er meget begrenset selv etter ganske intens forskning. I et bidrag til et symposium i 1992 med tittelen "The challenges to marine biology in a changing world" kom den anerkjente marinbiologen O.Kinne med følgende påstand "*The North Sea is the most intensively investigated sea area on the earth*" (Kinne 1995). Denne uttalelse blir spesielt interessant siden han senere i samme innlegg beskriver nåværende kunnskap om Nordsjøen på følgende måte: "*The quantity and quality of human-caused changes are difficult to determine, and the exact definition and registration of many of the chemical species and compounds involved in pollution - not to speak of their in-situ transformation, interact-*

*ions and ultimate effects on living systems - still defy detailed analysis. All this results in an unusually high degree of uncertainty. Add the lack of sufficient ecological base-line data and the still incompletely known and understood natural long-term fluctuations of physical, chemical and biological parameters, and you have a situation which challenges the best minds and the most sophisticated equipment.*" (forfatterens understrekninger). Dette betyr at selv kunnskapen om det grundig studerte Nordsjø-systemet er meget mangelfull, og usikkerheten i forståelsen av prosesser og miljø effekter er stor. De effekter som en storstilt gjødsling av havet kan tenkes å føre til er derfor vanskelige å forutsi. Som havforsker Sundby sier til Fiskaren (Sundby 1997) "Med dagens kunnskap har vi ikke muligheter for noen kontrollert manipulerings". Studiene av Nordsjøen og de problemer vi har med prognoser for de kommersielle fiskebestandene, tyder på at den slags detaljert kunnskap som storstilt manipulerings av marine økosystemer krever sannsynligvis er umulig å oppnå. Men det vi tross alt vet, og det vi vet at vi ikke vet, tyder på at de negative bi-effektene vil bli større enn de ønskede effektene hvis de kan oppnåes i det hele tatt. Mange forskere har derfor sagt seg sterkt kritiske til muligheten for å begunstige fiskeproduksjonen i havet ved hjelp av gjødsling (se MacKenzie 1996).

#### *Muligheten for å lykkes:*

Tre viktige temaer i forhold til om gjødsling kan forventes å gi økt produk-

sjon av konsumfisk er: 1) Generelle effekter av gjødsling, 2) hva styrer primærproduksjonen? og 3) er fiske-larve -produksjon og -overlevelse næringsbegrenset?

### *1. Gjødslings effekter*

Bevisst tilførsel av næringssalt vil kunne skape de samme problemer som vi strir med i forbindelse med ukontrollert næringstilførsel, nemlig: økt algeoppblomstring som i sin tur fører til økt oksygenforbruk, både i vannmassene og ved bunn.

### *2. Næringssalt begrenset produksjon*

En av idéene som ligger til grunn for ønsket om å gjødsle havet på våre breddegrader er at man håper på å kunne forlenge vår oppblomstringen. Men det er ikke sikkert at det er næringssalt tilgangen som begrenser produksjonen i havet. Algeproduksjonen kan økes så lenge det er lys nok men det forutsetter at det ikke er andre faktorer som fører til den nedgang i produksjon som normalt finner sted utpå sommeren. Stabilisering av vannmassene betraktes som en viktig kontrollerende faktor for produksjonen av planteplankton. Hvis bevegelse i vannmassene er en medvirkende årsak til den kraftige produksjonen om våren fordi vannbevegelse sikrer at større planteplankton arter holdes oppe i vannlag med tilstrekkelig lys for produksjon så vil gjødsling ikke kunne garantere en produksjonsøkning utover sesongen.

### *3. Er fiskelarveproduksjonen næringsbegrenset?*

Gjødsling under vår oppblomstringen

skal etter planen øke overlevelse og produksjonen av fiske yngel. Dette reiser flere spørsmål. Er fiske yngel næringsbegrenset i planktonfasen eller skyldes dødeligheten mest predasjon? Effekten på fiskeproduksjonen avhenger av om en mulig forlenget algeoppblomstring vil føre til mer mat til de aktuelle fiske larvene på et tidspunkt hvor de kan nyttiggjøre seg av det. Forskere mener i dag at det ikke er fødetilgang som er den begrensende faktor på fiskelarve stadiet

Et annet spørsmål er hva som skjer videre med den yngel som har blitt begunstiget med gjødsel? PUSH-programmet har vist at energien i marine økosystemer er fullt ut utnyttet slik at der ikke er ledige ressurser eller nisjer. Utsetting av torskeyngel fører ikke til økt produksjon men til økt konkurranse og kannibalisme. Gjødsel vil bare kunne gi økt produksjon dersom det er nok lys til stede og for fisk på larvestadiet. Hva med fisken senere i livet og på andre tider av året? Hva skal da opprettholde den økte bestanden?

## **Risikoen for å mislykkes og mulige bieffekter**

*Er gjødsling en bærekraftig strategi?*

Produksjonen av kunstgjødsel er meget energi krevende. Hvordan ser miljøregnskapet ut hvis man produserer fisk fra kunstgjødsel? Kan noen tenkes å være villig til å investere så store summer i en mulig marginal økning av fiskeproduksjonen?

*Redusert biodiversitet*

På lang sikt vil gjødsling av havet kunne

føre til lavere biodiversitet bla. ved å endre og forkorte den naturlige gradienten mellom oligotrofe og eutrofe/hypertrofe områder. Dette kan føre til at økosystemer endres radikalt og kan true grunnlaget for en bærekraftig fiskerinæring, levende naturressurser og høsting fra havet.

Økt næringstilførsel til et system med redusert diversitet som følge ser ut til å være en hovedregel (Pearson & Rosenberg 1978, Josefsen & Widbom 1988). En reduksjon i artsdiversitet er derfor et høyst sannsynlig resultat av gjødsling. Hva skjer med det pelagiske økosystemet hvis man klarer å forandre planteplankton-samfunnet slik at det er i våroppblomstrings-fasen med store arter og mye næring hele sommerhalvåret? Plankton-samfunnet er meget artsrikt i vår og sommermånedene og inneholder bla. larver fra de fleste dyregrupper i havet både bunnlevende og pelagiske. Økt overlevelse hos noen arter og en endring i planteplankton-samfunnet må nødvendigvis skje på bekostning av andre arter. Hva med larvene til bentiske organismer, vil de finne den føden de trenger? Vi må huske på at omfanget av gjødslingen nødvendigvis må være stor for å få den ønskede produksjons-økningen i de høyere trofiske nivåer.

Resultatet av gjødslingen kan like gjerne bli økt produksjon av andre ikke kommersielle arter som utkonkurrerer kommersielle arter. Et sannsynlig resultat er at maneter og ribbemaneter blir toppredatorene. Slike endringer kan være irreversible.

Oksygenforbruket øker generelt ved økt næringstilgang. Det er stor sannsynlighet for at gjødsling vil føre til økt sedimentering av organisk materiale til havbunnen, noe som i sin tur fører til oksygenfattige områder. Hvis gjødslingen skjer ute i åpent hav hvor dypet er stort og hvor sirkulasjonstiden for bunnvann vil være i størrelsesordenen 500 - 1500 år, vil negative effekter både være vanskelige å observere og kunne strekke seg langt inn i framtiden. Oksygenforbruket i fjorder er avhengig av terskeldyp og bassengdypet under terskelen (Aure & Stigebrandt 1989). På grunn av terskelen har fjorder generelt en begrenset bunnvannsutskifting og bunn-samfunnene er derfor ekstra følsomme for økt sedimentering av organisk materiale.

## **Etisk forsvarlighet:**

### *Matmangel*

World Watch Institute beskriver sulten i verden som et fordelingspolitisk problem, mens man i begrunnelsen for visjonen bak MARICULT påstår at vi ikke kan produsere nok mat på landjorden og derfor må vende oss til havet.

Det er i denne sammenheng trist å huske tilbake på beskrivelsen av de store positive effektene norsk fiskeoppdrett skulle ha for matproduksjonen globalt. Visjonen knyttet til utviklingen av fiskeoppdrettet i 70-80 årene var nesten identisk med den MARICULT presenterer. Men så vidt jeg vet har Norsk laks ikke hjulpet synderlig på sulten i verden. I et intervju i en dansk

avis (Vestergaard 1996) sier Per Pinstrup-Andersen (generaldirektør for det internasjonale forskningsinstitutt for fødevarerpolitikk (IFPRI)) "Verden har mat nok til den voksende befolkning lang tid fremover", og han mener at land som Afrika trenger mer kunstgjødsel, de bruker i dag bare 5 % per areal i forhold til det vi bruker i Europa. Problemet er at de ikke har kapital til å kjøpe gjødsel for. Dette setter grunnlaget for å gjødsle havet i grell relieff.

### *I strid med rådende miljøpolitikk?*

Forskningen med gjødsling av havet som mål vil kunne undergrave inngåtte internasjonale avtaler. Det å satse på forskning som har som mål å gjødsle havet virker sterkt selvmotsigende på folk flest når miljøministrene i EU samtidig kjemper for å få til begrensninger i tilførselen av næringsstoffer fra land og akvakultur. Det er også vanskelig å forestille seg hvordan gjødsling av kystnærme strøk og åpent hav kan være forenlig med det politisk brett aksepterte føre-var prinsippet (Fvp). Fvp bygger på forsiktighet ved manglende viten. En forsiktig holdning fra beslutningstakerne side er nødvendig av flere grunner. Vår viten om effekter av forskjellige stoffer i naturen er mangelfull. Vitenskapelige studier av de fleste miljøgifter må være omfattende både i tid og rom for å kunne avdekke mulige effekter, og brukerne av potensielle miljøgifter har sjelden tid eller råd til å vente på resultater av slike undersøkelser. Politikerne tvinges derfor til å fatte beslutninger på usikkert grunnlag. Fvp er ment å være et redskap til hjelp for po-

litikerne i en slik situasjon. I Fvp ligger også kravet om omvendt bevisbyrde, dvs om at usikkerhet skal komme naturen til gode. Den som ønsker å tilføre stoffer til naturen må kunne vise at dette ikke medfører skade. Det kreves da vitenskapelig bevis for at det ikke vil bli miljøskader av det stoff man ønsker å slippe ut, og dette gjelder også næringsstoffer (Anon. 1995), i motsetning til den mer tradisjonelle metoden der man krever bevis for at stoffer er skadelige.

### *Fiskeri forvaltning*

Indirekte bidrar også gjødslingsvisjonen til å svekke forståelsen av hvor alvorlig situasjonen er for de kommersielle fiskebestandene. Visjonen kan dermed undergrave FAOs og EUs forsøk på å forvalte bestandene på en bærekraftig måte. Det har sågar vært foreslått av forskere involvert i MARI-CULT at oppgangen i Nordsjøfiskeriene i 60 og 70 årene og nedgangen i 80 åren skyldes øking og minking i tilførte næringsstoffer fra europeiske elver (MacKenzie 1996). Dette er en virkelighetsbeskrivelse som gjør det vanskelig å føre en fornuftig fiskeripolitikk. Da er det jo ikke den nåværende fiskeri-intensiteten som er årsaken til nedgang i bestandene, til tross for at havbunnen i sydlige deler av Nordsjøen gjennomsnittlig blir trått 3 ganger i året og opp til 7 ganger i områder med intens fiskeaktivitet (Lindeboom 1995), men mangel på næringsstoffer fra land.

### *Interesse konflikter*

Hvis bevisst gjødsling vil skje i kyst-

nære strøk vil man lett kunne få lokale interesse-konflikter. Det har vi allerede et godt eksempel på fra Kåfjord som en stund var utpekt til forsøksområde for MARICULT. En debatt som har gått i avisen Nordlys reiser mange etiske spørsmål. I debatten har både urbefolkning (samene), kommende generasjon (en 8. klasse), en filosof og en forsker vært på banen. Diskusjonen kan stå som eksempel på hva vi kan vente i framtiden hvis gjødsling av fjorder og fjordarmer blir en realitet. Det var lanseeringen av Kåfjord som forsøksområde som startet debatten (Figenschau 1996). Kort tid etter kom et innlegg fra urbefolkningen ført i pennen av Rolf Johansen. Han framhever samenes rett til naturressursene som befinner seg utenfor «båtstøa». Han er redd for at gjødslingen vil sette retten til fjorden som allmenning ut av spill fordi de som investerer i gjødsling også vil kreve en utstrakt rett til å høste resultatet. Samtidig kom det reaksjoner også fra en 8. klasse som skriver at "Urenset kloakkutslipp gjør at fjorden gjødsles nok!" og tar opp langsiktige konsekvenser ved å minne om at "gjødslingen av fjorden kanskje ikke vil være til skade for dagens voksne, men vi og våre barn skal leve her, og ønsker en ren fjord". En forsker tok også del i debatten, han hevdet paradoksal nok at det er forskernes nåværende innsikt i økologi og marinbiologi som er anledningen til at universitetet i Tromsø ønsker å studere effektene av ekstra tilførsel av nærings-salter (Øiestad 1996). Han beskriver også gjødslingsprosjektet som en håndsrekning til framtidige generasjo-

ner. Kystfisket beskrives av forskeren som prisgitt naturens egne begrensninger noe som forklarer lysten til å forandre de marine økosystemene. Også i dette innlegg finnes et langsiktig perspektiv, det avsluttes med følgende betraktning: "til alt hell er våre fiskebestander fornybare, våre fjorder rydder selv opp etter våre misgjerninger, og etter neste istid vil ingen vite at Kåfjord en gang (nesten) var blitt gjødslet". Dette må vel være Føre-var prinsippets motpol. Til sist vil jeg sitere den lokale filosofers reaksjon på forskernes syn (Lie 1996). Han påstår at forskeren er blind for hvordan det han jobber med virker inn på hans evne til kritisk vurdering. Dette er en fare vi alle løper som forskere når penger er mangelvare og man ved å støtte en visjon kan få finansiert deler av sin forskning.

#### *Oppsummering av noen etisk relevante spørsmål og svar*

Hvis storhavet skal gjødsles, hvem eier produktene? Dette er et meget vanskelig spørsmål å besvare, som også har vært reist i forbindelse med utsetting av oppdrettet hummer og torsk. Dersom gjødsling fører til en privatisering av den marine allmenning, noe som bekymret folk ved Kåfjorden, så vil dette være etisk uforsvarlig.

Hvor stor er risikoen involvert? Manglende forståelse av marine økosystemer fører til at risikoen forbundet med tilførsel av gjødsel er stor. Effekter vil aldri kunne begrenses til et lite område og det er derfor store fellesressurser som settes på spill både for nåværende og kommende generasjoner.

Sannsynligheten for at gjødsling i havet vil komme trengende tilgode er meget liten. Den globale matmangel skyldes fordelingsproblemer, og en eventuell økt fiskeproduksjon vil høyst sannsynlig kun berike de som har investert i økningen helt på linje med hva som har skjedd i oppdrettsnæringen.

## Konklusjon

Visjonen bak MARICULT er et godt eksempel på en trend i tiden, på lik linje med produksjonen av genmodifiserte organismer, nemlig troen på vitenskapens muligheter til på en positiv måte å kunne endre naturen, og at naturen kan og bør forbedres. Visjonen bygger på at forskere vil kunne endre marine økosystemer på en kontrollert måte slik at verdens matvare-mangel blir tilgodesett. Men med den begrensede viten vi har om det kompliserte samspill mellom organismene i marine økosystemer er det hybris å tro at dette vil være mulig. Mange forskere stiller seg derfor svært skeptiske til visjonen. Det er høyst sannsynlig at næringssalt-manipulering i stor skala vil være en risiko for felles-ressurser og skape interessekonflikter. Det er heller ikke grunnlag for å tro at eventuell gevinst vil komme sultende tilgode. Jeg mener derfor at det verken er etisk eller økologisk forsvarlig å gjødsle havet.

## Referanser

Anon. 1995. Ministerial Declaration. Fourth International Conference on the protection of the North Sea. Esbjerg

Aure, J., Stigebrant, A. 1989. On the influence of topographic factors upon the oxygen consumption rate in sill basins of fjords. *Estuar. coast. Shelf Sci.* 28:59-69

Figenschau, T. 1996. Hele Kåfjorden blir gjødslet? *Nordlys* 17 jan.

Johansen, R. 1996. Søkelys på Lyngenfjord-prosjektet. *Nordlys* 6 febr.

Josefson, A.B., Widbom, B. 1988. Differential respons of benthic macrofauna and meiofauna to hypoxia in the Gullmar Fjord basin. *Mar. Biol.* 100:31-40

Kinne, O. 1995. Ecology of the North Sea: problems, successes, failures, future needs. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 49:303-312

Klasse 8. 1996. Gjødsling av Kåfjorden Kjære kåfjordinger! *Nordlys* 14 febr.

Lie, S.A. 1996. Fjordgjødsling - mest til glede for våre barnebarn? *Nordlys* 4 mars

Lindeboom, H.J. 1995. Protected areas in the North Sea: an absolute need for future marine research. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 49: 591-602

MacKenzie, D. 1996. Norway's fish plan 'a recipe for disaster'. *New Scientist*, 13 jan.



Pearson, T.H., Rosenberg, R. 1978. Macro-benthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 16:229-311

Sunnby, S. 1997. Havgjødsling lite aktuelt virkemiddel i åpent hav. *Fiskaren* 4 april

Vestergaard, F. 1996. Mundene kan mættes (intervju med Per Pinstrup-Andersen). *Weekendavisen* 8-14 nov.

Øiestad, V. 1996. Fjordgjødsling - mest til glede for våre barnebarn. *Nordlys* 3 mars