

Utslipp fra oppdrett beskyldes for å føre til overgjødning av fjordstrøk. Målinger og modeller viser imidlertid at den naturlige mengden næringssalter i fjorder som Hardangerfjorden langt overstiger det mennesketilførte. I en prosedyre under OSPAR-konvensjonen, en internasjonal miljøavtale for Nordøst-Atlanteren, brukes en økning på 50 % i algekonsentrasjonen om sommeren eller i næringssalter om vinteren som kriterium for overgjødning. Det menneskeskapt bidraget til Hardangerfjorden er på 5–10 % eller lavere, altså godt under OSPAR-kriteriet.

Hein Rune Skjoldal
hein.rune.skjoldal@imr.no

Jan Aure
jan.aure@imr.no

Arne Ervik
arne.ervik@imr.no

Gjødning og overgjødning

Gjødning er når en tilfører næring til planter. Næringssalter som inneholder nitrogen (N) og fosfor (P) trengs av alle planter. I sjøen finnes slike stoffer naturlig, og de omsettes og fornyes til overflatelaget ved omrøring om vinteren. Overgjødning (eller eutrofiering) får vi når gjødningen blir så stor at det oppstår negative virkninger. Det kan være at algemengden blir så stor at mengde surstoff (oksygen) reduseres, eller i verste fall brukes opp når algene dør og råtner i dypere vannlag eller på bunnen. Giftige alger kan opptre mer hyppig og massivt. Også estetiske og bruksmessige hensyn kan komme inn som negative aspekter, for eksempel lukt eller redusert kvalitet for bading og annet friluftsliv.

Graden av gjødning avgjør om det er overgjødning eller ikke. Gjødningsgraden bestemmes av to størrelser: mengde næringssalter som tilføres og areal eller volum som mottar denne mengden. En viss gjødningssmengde spredd på en liten hageflekk eller på en stor åker, blir to ulike situasjoner. Det samme er tilfelle om en viss mengde næringssalter tilføres til en liten og innelukket poll eller en stor og åpen fjord. Gjødningsgraden bestemmer hvor store effektene vil være. Dette omtales som en sammenheng mellom dose og respons i miljøet. En liten dose gir liten respons eller effekt, og en stor dose gir større effekt i miljøet.

Gjødning i Hardangerfjorden

Det har vært oppslag i media om at Hardangerfjorden gror igjen. Bakgrunnen for disse oppslagene er at det har vært en økning i utslipp av næringssalter fra havbruk de senere årene, og at det er observert unormalt mye groe og skrantning av sukertare i området.

Havforskningsinstituttet har gjort beregninger av tilførselene av næringssalter til Hardangerfjorden. De totale årlige tilførselene av nitrogen er nå rundt 4 500 tonn, hvorav havbruk fra oppdrett av laks og

ørret bidrar med knappe 2 000 tonn. Dette kan høres ut som store tall, men hvor mye er det i forhold til størrelsen av Hardangerfjorden? Hvor stor er dosen, og hva kan vi forvente av effekter?

Hardangerfjorden er rundt 800 km² innenfor terskelen ved munningen mot Langevann. Nitrogenkonsentrasjonen i sjøvann er rundt 150 mg per liter. Det gir et totalt innhold på ca. 2 000 tonn nitrogen i de øvre 20 m, som tilsvarende omtrent det produktive vannlaget i Hardangerfjorden. Dette er av samme størrelse som de årlige tilførselene fra havbruk. Primærproduksjonen (produksjonen av planter) i norske fjorder er typisk 100–150 g karbon per kvadratmeter og år (tilsvarende rundt 1–1,5 kg plantemateriale per kvadratmeter). Omregnet til nitrogen utgjør dette ca. 15 000 tonn nitrogen per år for hele Hardangerfjorden. Produksjonen i fjorden er større enn mengden av nitrogen på grunn av omsetning og gjenbruk av næringssaltene. Sammenlignet med årsproduksjonen av alger, utgjør tilførselene fra havbruk rundt 12 %. Det regnes ofte at bare rundt 60 % av nitrogen fra havbruk er tilgjengelig for plantevekst i det øvre vannlaget; resten er bundet i partikler og synker mot dypet. Med denne korreksjonen utgjør tilførselene rundt 8 % sammenlignet med årlig produksjon av alger i Hardangerfjorden.

Dette regnestykket tar ikke hensyn til vannutskiftning. Beregninger med modeller hvor vannutskiftning inngår, indikerer at utslippene fra havbruk i Hardangerfjorden stimulerer algeveksten med i størrelse 2–5 %. Oppholdstiden for vann i overflatelaget i Hardangerfjorden er ca. én måned. Utskiftningen drives av flo og fjære, vind og endringer i tettheten av vannet i kyststrømmen utenfor fjordmunningen. Graden av gjødning i Hardangerfjorden er derfor lav.

Havforskningsinstituttet har gjort en tilsvarende beregning av gjødningssgraden i Trondheimsfjorden. Her er de årlige tilførselene av nitrogen rundt 10 000 tonn til en fjord som er omtrent like stor som Hardangerfjorden. Tilførselene til Trondheimsfjorden kommer fra naturlig avrenning, landbruk og befolkning, og representerer en gjødning på rundt 5 % sammenlignet med naturlig produksjon og omsetning av nitrogen i sjøen.



Foto: Bjørn Olav Kvamme

OSPAR-kriteriet er 50 %

OSPAR er en konvensjon for bevaring av miljøet i Nordøst-Atlanteren. Den er en sammenslåing av de to tidligere Oslo- og Paris-konvensjonene. OSPAR har som mål at det ikke skal være overgjødning i OSPAR-området, og det er laget en felles prosedyre for å vurdere hvorvidt et område er overgjødning ("Common procedure for the identification of the eutrophication status of the OSPAR maritime area"). Ved bruk av denne prosedyren vil det konkluderes at et område enten er overgjødning eller ikke overgjødning. Konkluderes det med overgjødning kalles området et problemområde. Dersom konklusjonen ikke er entydig, men krever videre undersøkelser og vurderinger, kalles området potensielt problemområde.

OSPAR sin felles prosedyre har tre lag eller trinn. Det nederste laget er en sjekkliste med informasjon som skal brukes ved vurderinger av graden av overgjødning og effekter av denne. Listen er omfattende og spenner fra tilførsler av næringssalter og egenskaper til resipienten, som vannutskifting og oppholdstid av vannet, gjennom direkte virkninger på algevekst, til indirekte virkninger på bunndyr, oksygenforhold og annet. Det neste laget er et utvalg av sentrale parametre fra sjekklisten.

Til noen av disse er det satt kvantitative kriterier for hva som skal vurderes som et utslag som indikerer overgjødning. Det er også laget regler for hvordan utslag (score) på de enkelte parametre skal brukes i kombinasjon. Det er ikke nødvendig å ha utslag på alle kriteriene, og de ulike kriteriene vektlegges forskjellig. Ved å bruke disse reglene får man en konklusjon at området som vurderes enten er et problemområde, et ikke-problemområde, eller potensielt problemområde. Det tredje laget eller trinnet i prosedyren er en helhetlig vurdering av all relevant informasjon fra sjekklisten, som til sammen gir en klar begrunnelse av konklusjonen angående status for området etter anvendelse av prosedyren.

OSPAR sin felles prosedyre kan gjennomføres på to nivåer. Det første er en enklere "screening"-prosedyre som brukes primært for å identifisere områder som åpenbart ikke er overgjødning. Det andre er en mer omfattende prosedyre ("comprehensive procedure") hvor alle elementer i fellesprosedyren brukes.

Proseduren er et rammeverk, og kriteriene som settes skal tilpasses de lokale eller regionale forholdene i de ulike deler av OSPAR-området. Det er laget retningslinjer for å harmonisere bruken av prose-

dyren, slik at konklusjonene om status for overgjødning eller ikke blir noenlunde sammenlignbare. Kriteriet for økt konsentrasjon av næringssalter i sjøen om vinteren (da det er liten algevekst) er satt til 50 % i forhold til en naturlig basis uten ekstra tilførsler fra menneskelig aktivitet. Tilsvarende er kriteriet for mengde alger i sjøen om våren og sommeren (målt som klorofyll eller bladgrønt) satt til 50 % økning i forhold til et naturlig basisnivå.

Sørlandet har fasiten

Gjødningssgraden i Hardangerfjorden ligger langt under det som er OSPAR-kriteriet for overgjødning, med omtrent en størrelsesorden i forskjell (5 % mot 50 %). Hvor mye er en gjødningssgrad på 50 % i forhold til det som er den naturlige situasjonen i norske kystområder? En delvis fasit finnes i situasjonen på Skagerrakkysten.

En nasjonal ekspertgruppe vurderte for rundt ti år siden gjødningssituasjonen i Ytre Oslofjord og langs kysten av Skagerrak og Vest-Norge nord til Stad. Ekspertgruppen beregnet graden av gjødning og sammenstilte data om næringssalter, alger og andre forhold. Gruppen konkluderte at det var tydelig overgjødning i Ytre Oslofjord og langs Skagerrakkysten, med en gjødningssgrad på 50–100 %. Dette

gjorde seg gjeldende som en tilsvarende stor økning i nitrogenkonsentrasjonene i vannmassene i kyststrømmen og organisk belastning og forbruk av oksygen i fjordene på Sørlandet. Denne situasjonen hadde utviklet seg siden 1970-årene og skyldtes langtransport av næringssalter med strømmene fra kystområdene i den sørlige delen av Nordsjøen. De norske utslippene til Ytre Oslofjord (rundt 20 000 tonn nitrogen per år) var beskjedne og bidro lite til gjødslingsgraden i kystområdene.

Gjødslingen av kystvannmassene på Sørlandet ble vurdert å være overgjødning siden det var klare negative virkninger i fjordbassengene på denne kyststrekningen. Siden det er stor utveksling av vann over tersklene mellom kysten utenfor og fjordene, vil anriking føre til at mer organisk materiale synker ned og bruker surstoff i fjordbassengene når det forråtner. På denne måten blir vannkvaliteten i fjordene forringet og levelig miljø for fisk og bunndyr snevret inn. Dette er en analogi til sur-nedbør-problematikken, hvor utslipp andre steder transporteres til våre områder og har en miljøvirkning her.

Det er interessant å merke seg at det ikke ble funnet indikasjoner på effekter på sammensetningen av algevegetasjonen i strandsonen i Ytre Oslofjord og langs Skagerrakkysten. Nedre voksegrense for flere algearter i Ytre Oslofjord var grunnere sammenlignet med situasjonen på 1950-tallet. Dette kan gjenspeile at vannet er blitt mer grumset og mindre klart, slik at mindre lys trenger ned i dypet. Det ble

imidlertid ikke funnet noen klare forskjeller mellom algesamfunnene i Skagerrak og de på Vestlandet. Dette tyder på at en gjødslingsgrad på 50 % ikke har noen sterk virkning på algeveksten i strandsonen.

Det har de seneste årene vært endringer i algesamfunnene på Sørlandet, og sukkertare har gått sterkt tilbake. Den mest nærliggende forklaringen på dette er de høye temperaturene vi har hatt om sommeren noen av årene. Endringene i alger i Hardangerfjorden og andre steder på Vestlandet kan også være betinget av klimatiske faktorer; bl.a. var sommeren 2006 varm med høye sjøtemperaturer.

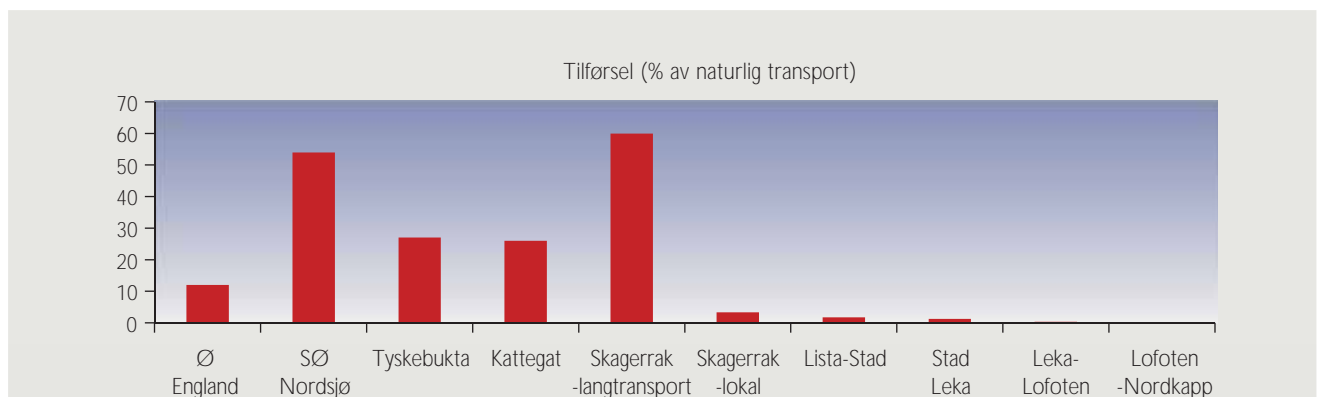
Gjødslingsgraden i Nordsjøen

Nordsjøen ble rundt 1990 tilført omtrent en million tonn nitrogen per år, hovedsakelig til den sørlige del av Nordsjøen der elvene Rhinen og Elben har utløp. Mesteparten var nitrogen på avveie fra gjødsling i det intensive landbruket i Europa. I kystvannmassene utenfor Nederland og Tyskland var gjødslingsgraden 25–50 % når tilførselene ses i forhold til vanntransporten gjennom områdene. Disse gjødslede vannmassene ble ført med Jyllandsstrømmen opp langs vestkysten av Danmark og inn i Skagerrak. Langtransporterte næringssalter er beregnet å utgjøre en gjødslingsgrad på ca. 60 % i kyststrømmen langs den norske Skagerrakkysten. Til sammenligning utgjør de norske utslippene (i hovedsak til Ytre Oslofjord) et bidrag på knappe 4 % (Figur 3.5.1). Gjødslingsgraden er beregnet å avta ved fortynning til rundt 25 % vest for Arendal. Kyststrømmen blir ytter-

ligere fortynnet vest for Lindesnes, slik at gjødslingen fra langtransporterte næringssalter etter hvert viskes bort (se også kapittel 1.3). De samlede norske utslippene fra alle kilder inklusiv havbruk representerer et bidrag på knappe 2 % for strekningen fra Lindesnes til Stad.

Denne situasjonen er fortsatt gjeldende selv om det har vært noe reduksjon i tilførselen av nitrogen til Nordsjøen de siste ti årene. Kyststrømmen som renner nordover langs Vestlandet, som en bred flod, inneholder et lite, men diffust bidrag av næringssalter fra de store tilførselene til den sørlige delen av Nordsjøen. Følgende kan være et nyttig perspektiv: tilførselene fra land til sørlige Nordsjøen er på rundt ¾ million tonn nitrogen, tilførselene fra norske kilder til Ytre Oslofjord er ca. 20 000 tonn nitrogen, og de samlede tilførsler fra norsk havbruk er ca. 35 000 tonn nitrogen.

Virkningene av gjødsling avhenger ikke bare av gjødslingsgrad, men også av egenkapaper i resipienten. Kystvannmassene i den sørlige Nordsjøen er gjennomblandet pga. grunt vanddyp og stort tidevann. Gjødslingen her har negative virkninger i form av store algeoppblomstringer og oksygenvinn i enkelte områder og perioder med lagdeling i vannmassene under rolige værforhold på ettersommeren. Det er imidlertid et tankekors at det er i disse overgjødslede vannmassene at en stor del av blåskjellene i Europa dyrkes. I Skagerrak er miljøsituasjonen helt annerledes. Utstrømningen av brakkvann fra Øster-



Figur 3.5.1

Gjødslingsgrad for tilførsel av nitrogen til ulike kystavsnitt av den sørlige del av Nordsjøen og ulike deler av norskekysten. Gjødslingsgraden er beregnet som samlede tilførsler av nitrogen fra menneskelige kilder (jordbruk, befolkning, havbruk, med mer) i forhold til den naturlige transporten av nitrogen i kystvannmassene som mottar tilførselene. (Kilder: North Sea Quality Status Report 1993. OSPAR, London; Aure, J., Skjoldal, H.R. 2004. OSPAR Common procedure for the identification of eutrophication status: application of the screening procedure for the Norwegian coast north of 62°N (Stad–Russian border). SFT-rapport).

Degree of nutrient enrichment from anthropogenic sources for different parts of the southern North Sea and the coast of Norway. Enrichment is calculated for the total input of nitrogen from all anthropogenic sources (agriculture, human population, aquaculture, etc.) scaled according to the natural flux of nitrogen in the receiving coastal water mass.



sjøen fører til en sterk lagdeling i vannmassene. Dette reduserer omrøringen i vannet og kan forsterke virkningen av stimulert produksjon, bl.a. på oksygenforhold i dypere vannlag i fjordene. De lagdelte vannmassene i Skagerrak og fjordbassengene her er mer følsomme miljøer for overgjødning enn de omrørte kystvannmassene i den sørlige Nordsjøen.

Fjorder med "råttent vann"

Langs hele Norskekysten finnes det innelukke fjordbasseng og poller med grunn terskel og smalt innløp. Dette begrenser vannskiftningen, og slike fjorder og poller er derfor svært følsomme for organisk belastning. Noen av disse bassengene har naturlig stagnerende forhold med "råttent" vann uten oksygen, men med et innhold av hydrogensulfid. Dette er spesielle og ekstreme miljøer med særegen mikroflora (bakterier og annet) og dyreliv, som er viktige elementer av vårt biologiske mangfold. Man har lenge vært oppmerksom på sårbarheten til slike basseng og har unngått å legge oppdrett på slike lokaliteter.

De fleste fjorder har relativt dyp terskel (ofte 100 m eller mer) og står i åpen kontakt med vannet i kyststrømmen utenfor. Vannutvekslingen er generelt god med oppholdstid fra noen dager til uker for de

fleste fjordene. Tidevannet øker fra sør til nord, noe som medfører at vannskiftningen generelt er større i fjordene i Nord-Norge enn i Sør-Norge.

Bæreevne for havbruk

Havforskningsinstituttet har gjort foreløpige vurderinger av bæreevne for havbruk i forhold til gjødning av vannmassene i fjorder og langs kysten. Dette er gjort ved å sammenholde utslippene fra havbruk med årlig produksjon av alger på det samlede arealet innenfor grunnlinjen.

Den største tettheten av anlegg ligger i dag i Hordaland, hvor utslippene fra havbruk tilsvarer ca. 5 % sammenlignet med naturlig algevekst. Dersom den samlede norske lakseproduksjonen stiger til 4 millioner tonn (ca. fem ganger mer enn i dag) med samme fylkesmessige fordeling som nå, vil utslippene til Hordaland tilsvare rundt 30 % av naturlig algeproduksjon. Den største kapasiteten for økning i produksjonen, vurdert ut fra utslipp av næringsalter, ligger i de nordlige fylkene (se kapittel 3.9.3).

Gjennomsnittsbetraktninger er nyttige for å skalere omfang slik som vi har gjort her. Det kan imidlertid være viktige lokale forskjeller. Oppdrettsanleggene ligger ofte

nær land, og det vil i noen tilfeller kunne være mulig med stimulert algevekst på lokaliteter i nærheten av anlegg, selv om utslippene samlet sett er små.

Næringsalter er et lite problem

Dyrking og høsting av mat, enten på land eller i sjø, kan ikke gjøres uten påvirkning på miljøet. Havbruk har mange viktige miljøproblemer som må finne sin løsning. Påvirkning på ville laksestammer gjennom rømming, økt forekomst av parasitten lakselus, og risiko for spredning av sykdom er de viktigste miljøproblemene. Påvirkning på bunnen under og i nærheten av anlegg ved utsynking av fôrrester og skit fra fisken kan også være en betydelig lokal påvirkning.

Utslipp av næringsalter og stimulert algevekst er så langt et lite problem langs norskekysten. Havbruksnæringen er imidlertid i vekst. Det er derfor viktig at overvåking og forskning styrkes slik at det kan gis god dokumentasjon på at vi dyrker mat med en akseptabel grad av miljøpåvirkning. Hva som er akseptabelt, er det til syvende og sist politikere og befolkning gjennom stemmegivning som må bestemme. Forskning må gi et godt grunnlag for kloke valg for fremtiden.

Aquaculture does not contribute to Eutrophication on the Norwegian West Coast

Input of nutrients from aquaculture in the Hardangerfjord has increased over recent years, reflecting an increase in the production of salmon and trout. Last summer there were reports of unusual growth of perennial brown algae, and kelp has disappeared from parts of the fjord. Nutrients from aquaculture have been implied as the reason for these changes in algal communities, suggest-

ing eutrophication of the Hardangerfjord. The degree of nutrient enrichment is low, however, when compared to the natural flux of nitrogen in the fjord, contributing about 5 % to the nitrogen budget. It is therefore unlikely that aquaculture is the cause of the changes in algal communities. It is more likely that this reflects climate variability and change, in particular the unusually warm summers in some of

the recent years. It is concluded that there is no eutrophication of the Hardangerfjord. The degree of nutrient enrichment is high for the southern North Sea and in the coastal current in Skagerrak (25–60 %), whereas the total input of nutrients to the Norwegian west coast represents an enrichment of about 2 %.