

Tilstanden langs kysten og i fjordene – overgjødset?

Av Hein Rune Skjoldal, Havforskningsinstituttet

Gjødsling og overgjødning

Gjødsling er når en tilfører næring til planter. Alle har et forhold til gjødsling enten det gjelder blomsterpotter, hager eller jorder. 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 gjødslingen blir så stor at det oppstår negative virkinger. Dette kan være at algemengden blir så stor at mengde surstoff (oksygen) reduseres eller i verste fall brukes opp når det algene dør og råtner i dypere vannlag eller på bunnen. Negative virkinger kan også være at giftige alger opptrer mer hyppig og massivt. Også estetiske og bruksmessige hensyn kan komme in som negative aspekter, for eksempel lukt eller redusert kvalitet for bading og annet friluftsliv.

Graden av gjødsling avgjør om det er overgjødning eller ikke. Graden av gjødsling bestemmes av to størrelser: mengde næringssalter som tilføres og areal eller volum som mottar denne mengden. En viss gjødselmengde 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. Graden av gjødsling bestemmer hvor store effektene vil være. Dette omtales som en sammenheng mellom dose og respons i miljøet. En liten dose vil gi liten effekt og en stor dose større effekt i miljøet.

Gjødsling i Hardangerfjorden

Det har vært oppslag i media i det siste 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 skranting av sukkertare i området.

Havforskningsinstituttet har gjort beregninger av tilførslene av næringssalter til Hardangerfjorden. De totale årlige tilførslene av N 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 munning mot Langenuen. Konsentrasjonen av N i sjøvann er rundt 150 mg pr. liter, noe som gir et totalt innhold av ca. 2.000 tonn N i de øvre 20 m, som er omtent det produktive vannlaget i Hardangerfjorden. Dette er av samme størrelse som de årlige tilførslene fra havbruk. Primærproduksjonen (produksjonen av planter) i norske fjorder er typisk 100-150 g karbon pr. kvadratmeter og år (tilsvarer rundt 1-1.5 kg plantemateriale pr. kvadratmeter). Omregnet til N utgjør dette rundt 11.000 tonn N pr. år for hele Hardangerfjorden. Produksjonen i fjorden er større en mengden av N på grunn av omsetning og gjenbruk av næringssaltene. Sammenlignet med årsproduksjonen av alger utgjør tilførslene fra havbruk rundt 15 %. Det regnes ofte at bare rundt 60 % av N fra havbruk er tilgjengelig for plantevekst i det øvre vannlaget. Med denne

korreksjonen utgjør tilførslene rundt 10 % 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. 1 måned. Utskiftningen drives av flo og fjære, vind og endringer i tettheten av vannet i kyststrømmen utenfor munningen til fjorden. Graden av gjødsling i Hardangerfjorden er derfor lav.

Havforskningsinstituttet har gjort en tilsvarende beregning av graden av gjødsling i Trondheimsfjorden. Her er de årlige tilførslene av N rundt 10.000 tonn til en fjord som er omtrent like stor som Hardangerfjorden. Tilførslene til Trondheimsfjorden kommer fra naturlig avrenning, landbruk og befolkning og representerer en gjødsling på rundt 5 % sammenlignet med naturlig produksjon og omsetning av N i sjøen.

OSPAR kriteriet er 50 %

OSPAR er en konvensjon for bevaring av miljøet i Nordøst-Atlanteren. (OS kommer fra Oslo, og OSPAR er en sammenslåing av de to tidligere Oslo og Paris konvensjonene.) OSPAR har som mål at det ikke skal være overgjødsling i OSPAR området og har laget en felles prosedyre for å vurdere hvorvidt et område er overgjødslet ("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 overgjødslet eller ikke overgjødslet. Konkluderes det med overgjødsling 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 overgjødsling og effekter av denne. Denne listen er omfattende og spenner fra tilførsler av næringsalter og egenskaper til resipienten som oppholdstid av vannet, gjennom direkte virkinger 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 overgjødsling. Det er også laget regler for hvordan utslag (scor) 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 "screening" prosedyre som er en enklere utgave og som brukes primært for å identifisere områder som

åpenbart ikke er overgjødset. Det andre er en mer omfattende prosedyre ("comprehensive procedure") hvor alle elementer i den felles prosedyre brukes.

Den felles prosedyre er et rammeverk og kriteriene som settes skal tilpasses de lokale eller regionale forholdene i de ulike deler av OSPAR området. Det er imidlertid gitt noen retningslinjer for å harmonisere bruken av prosedyren slik at konklusjonene om status for overgjødning eller ikke overgjødning blir noenlunde sammenlignbare. Kriteriet for økning av 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.

Graden av gjødning vil vanligvis gjenspeile seg i økte konsentrasjoner av næringssalter om vinteren eller økt algevekst om sommeren. OSPAR kriteriet på 50 % økning i konsentrasjoner vil tilsvare en gjødning på omtrent 50 % ut over det naturlige for et kystområde eller fjord. Økningen i konsentrasjonene av næringssalter eller alger kan være noe avdempet i forhold til gjødningsgraden pga. noe opptak i alger selv om vinteren og beiting av alger fra dyreplankton og bunndyr. Dette gjør at graden av gjødning sannsynligvis må være noe større enn 50 % for å gi 50 % økning i konsentrasjoner av næringssalter eller alger.

Sørlandet har fasiten

Graden av gjødning 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 gjødningsgrad på 50 % i forhold til det som er den naturlige situasjonen i norske kystområder? Her har vi i hvertfall delvis en fasit i situasjonen på Skagerrakkysten.

En nasjonal ekspertgruppe vurderte for rundt 10 år siden gjødnings situasjonen i Ytre Oslofjord og langs kysten av Skagerrak og Vest-Norge nord til Stad. Ekspertgruppen gjorde beregninger av 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 gjødningsgrad på 50-100 %. Dette gjorde seg gjeldene som en tilsvarende stor økning i konsentrasjonene av N 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 utlippene selv til Ytre Oslofjord (rundt 20.000 tonn N pr. år) var beskjedne og bidro lite til gjødningsgraden i kystområdene.

Gjødnings av kystvannmassene på Sørlandet ble vurdert å være overgjødning siden det var klare negative virkninger i fjorbassengene 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 fjorbassengene 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 utlipp 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 arter av alger 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.

Gjødslingsgraden i Nordsjøen

Nordsjøen ble rundt 1990 tilført omtrent en million tonn N pr. år. Denne tilførselen kom i hovedsak til den sørlige del av Nordsjøen med elvene Rhinen og Elben, og mesteparten var N på avveie fra gjødsling i det intensive landbruket i Europa. I kystvannmassene utenfor Nederland og Tyskland var gjødslingsgraden 200-300 %. Disse gjødslete vannmassene ble ført med Jyllandsstrømmen opp langs vestkysten av Danmark og inn i Skagerrak. Underveis ble næringssaltene fortynnet slik at gjødslingsgraden i den norske kyststrømmen, som mottar vannet fra Jyllandsstrømmen samt utstrømmende vann fra Østersjøen, var redusert til 50-100 % på strekningen fra Ytre Oslofjord til Arendal og til rundt 25 % vest for Arendal. Kyststrømmen blir ytterligere fortynnet vest for Lindesnes slik at gjødslingen fra langtransporterte næringssalter etter hvert viskes bort.

Denne situasjonen er fortsatt gjeldene selv om det har vært noe reduksjon i tilførselen av N til Nordsjøen de siste 10 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. Det kan være nyttig å ha det perspektivet med seg at tilførselene fra land til sørlige Nordsjøen er rundt $\frac{3}{4}$ million tonn N, tilførselene fra norske kilder til Ytre Oslofjord er ca. 20.000 tonn N, mens de samlede tilførsler fra norsk havbruk er rundt 35.000 tonn N.

Virkningene av gjødsling avhenger ikke bare av gjødslingsgrad men også av egenskaper i resipienten. Kystvannmassene i den sørlige Nordsjøen er gjennomblandet pga. grunt vanddyb og stort tidevann. Gjødslingen her har negative virkninger i form av store algeblomstringer 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 overgjødslete vannmassene at en stor del av blåskjellene i Europa dyrkes. I Skagerrak er miljøsituasjonen helt annerledes. Utstrømmingen av brakkvann fra Østersjøen 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 overgjødsling enn de omrørte kystvannmassene i den sørlige Nordsjøen.

Bæreevne for havbruk

Langs hele Norskekysten finnes det innelukket fjordbassenger og poller med grunn terskel og smalt innløp. Dette begrenser vannutskiftningen 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. De er derfor viktige miljøer i et biologisk mangfold perspektiv. Man har lenge vært oppmerksom på følsomheten av slike bassenger og man har unngått å legge oppdrett på slike lokaliteter.

De fleste fjorder har en 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 og dette gjør at vannutskiftningen også generelt øker i fjorder når en går fra Sør- til Nord-Norge.

Havforskningsinstituttet har gjort foreløpige vurderinger av bæreevne for havbruk i forhold til gjødsling av vannmassene i fjorder og langs kysten. Dette er gjort ved å sammenholde utslippene fra havbruk med den årlige produksjonen av alger på det samlede arealet innenfor grunnlinjen. Den største tettheten av anlegg ligger i dag i Hordaland hvor utslippene fra havbruk tilsvarer rundt 4 % sammenlignet med naturlig algevekst. Dersom den samlede norske lakseproduksjonen stiger til 4 millioner tonn (ca. 5 ganger mer enn i dag) med samme fylkesmessige fordelingen 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.

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.

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 forrester og skit fra fisken kan også være en betydelig lokal påvirkning.

Utslipp av næringsalter og stimulert algevekst er så langt et lite problem. Næringen er imidlertid i vekst. Det er derfor viktig at overvåkning 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.