**Nitrogen - for mye av det gode?**

[14/12-2009]

Professor Dag O. Hessen ved Biologisk Institutt, UiO har skrevet en artikkel for Vassdragsforbundet om nitrogenets betydning for økt vekst av alger og planter i ferskvann.

**Nitrogen – for mye av det gode?**

Da mange innsjøer opplevde en stadig økende algevekst på 1960 og -70-tallet var det ganske åpenbart at dette skyldtes menneskelig aktivitet, og at det ble tilført mer av stoffer som var en minimumsfaktor for algevekst. Tilførsel av nitrogen (N) ble brukt for å øke plantevekst på landjorda, og dette var bakgrunnen for at Norsk Hydro startet med storskala produksjon av kunstgjødsel i 1905. Denne prosessen brukte (og bruker) elektrisitet til å omdanne noe av atmosfærens enorme reserver av fritt nitrogen (N2, som ikke kan nyttegjøres av planter) til oksiderte former som nitrat (NO3). Lenge før dette hadde Justus Liebig pekt på at nitrogen var nøkkelfaktor for planteproduksjon, og mange antok at nitrogen også måtte være det viktigste elementet for planter i vann. Liebig viste imidlertid at plantene også krevde andre næringsstoffer i et visst forhold til nitrogen, ikke minst var fosfor viktig.

Tidlig på 70-tallet viste en rekke forsøk at fosfor var det viktigste begrensende element for algevekst i ferskvann, ikke minst pekte gjødslingsforsøk av hele innsjøer i Canada klart på fosfor som en nøkkelfaktor, og siden har det vært allment antatt at mens nitrogen styrer produksjonen på land og i hav, så dreier det seg om fosfor i ferskvann. Når denne innsikten ble koblet mot hydrauliske belastningsmodeller for vann (”Vollenweider-modeller”), hadde man et ypperlig verktøy i vannforvaltningen. Man kunne enkelt regne ut hvor mye fosfor en innsjø ”tålte” før man fikk uønskede nivåer av algevekst, ut fra innsjøens dyp og teoretiske oppholdstid. Dette var grunnlaget for den vellykkede redningsaksjonen for Mjøsa på 70-tallet, og er også et forvaltningsredskap som står sentralt i dag. Hvorfor da trekke fram nitrogen igjen?

***Inngrep i nitrogenkretsløpet***

Atmosfæren består av 78 % nitrogen som N2, men nitrogen på denne formen er utilgjengelig for planter – og dermed også dyr. N2 kan bare gjøres tilgjengelig for høyere liv ved at det tas opp av spesialiserte grupper av bakterier. Nitrogen er en sentral bestanddel av proteiner, og alt liv er dermed avhengig av bakterienes nitrogenbinding. N2 kan imidlertid også omdannes til oksidert N (NOX) ved elektriske utladninger, som lynnedslag, og det var denne prosessen Sam Eyde etterliknet når Norsk Hydro begynte sin kunstgjødselproduksjon. Omtrent samtidig begynte Henry Ford masseproduksjon av biler, og økende bruk av olje, gass og kull førte ikke bare til en jevn økning i CO2-utslipp, men også NOX til atmosfæren. Økende husdyrbesetninger i store deler av verden førte til avdampning av betydelige mengder ammonium til atmosfæren – og både kunst- og naturgjødsel sørget i tillegg for en sterk økning i direkte avrenning til vassdrag og kyst.

Summen av menneskeskapte nitrogenbindinger overstiger nå naturens egne, og dette dreier seg i realiteten om et formidabelt, globalt gjødslingseksperiment hvor store mengder atmosfærisk N2 overføres til former som på ulike vis påvirker økosystemene. Oksidert og redusert nitrogen (henholdsvis NOX og NHY) som ender opp i atmosfæren og transporteres over store områder før det faller ned – oftest sammen med nedbør. Mengden nitrogen som regner ned over de mest utsatte områdene av Norge, det vil si Sør-Vestlandet, er nesten 10 ganger høyere enn det de antas å ha vært i før-industriell tid. Hva slags effekter har dette?

***Eutrofiering, nitrogen og fosfor***

Nitrogen har primært to typer effekter på ferskvann; forsuring og eutrofiering. Ved høyt nitrogennedfall over lang tid vil en *nitrogenmetning* kunne inntre, det vil si at en stadig mindre andel av nitrat og ammonium som tilføres med nedbør, vil kunne tas opp av vegetasjon og jord i nedbørfeltet og gi økt avrenning til vann, noe som også fører til forsuring. I de mest forsurede områdene på Sør-Vestlandet er nå nitrogen i ferd med å spille en viktigere rolle enn svovel for forsuring.

I en større studie nylig, publisert i *Science,* fokuserte vi imidlertid på den andre effekten – nitrogenets rolle for økt vekst av alger og planter i vann. I Norge har fiskere og andre gjennom lang tid observert økt begroing av garn og steiner, spesielt i fjellvann også innen Hedmark og Oppland. Årsaken til dette var uklar siden nitrogen ikke var antatt å spille noen viktig rolle for plantevekst i ferskvann, og noen klar økning i fosfortilførsler ikke kunne dokumenteres. Artikkelen i *Science* kan gi en logisk forklaring på dette. Vi gjennomførte en rekke vekstforsøk i innsjøer i USA (Colorado), Sverige og Norge. For hvert land valgte vi ut regioner med høyt og lavt nitrogennedfall, og resultatene var entydige. I områder med høyt nitrogennedfall fant vi at algeveksten var begrenset av fosfor, mens i områder med lavt nedfall – altså den ”naturlige” situasjonen, var algeveksten i stor grad begrenset av nitrogen. Ut fra dette er det rimelig å anta at for en stor del av verdens innsjøer er nitrogenbegrensing den opprinnelige tilstanden, men at den økte tilførselen av nitrogen som har foregått de siste tiår over store deler av verden, har gitt fosforbegrensning som en sekundæreffekt. Dermed er det logisk at mange vann i sentrale områder av Norge har fått økt begroing. Dette er områder som fortsatt i stor grad en begrenset av nitrogen, men som også har gjennomgått en periode med moderat økning av nitrogennedfall.

Disse funnene er basert på relativt upåvirkede vann, og i områder med f. eks. høy landbruksaktivitet er det åpenbart at reduksjon av fosfor fortsatt er det viktigste tiltak for å begrense uønsket algevekst (eutrofiering) – slik det også vil være i Mjøsa. Vi ser allikevel at det er gode grunner til å jobbe aktivt med å begrense de globale nitrogenutslippene, ikke bare på grunn av forsuringseffekter, men også på grunn av gjødslingseffekter. Redusert bruk av fossile energikilder gir en dobbeltgevinst fordi man ikke bare reduserer de globale CO2-utslipp, men også får reduserte utslipp av NOX med på kjøpet.