

Essay om små organismer i et stort perspektiv - blågrønnalger og vannforskning

Av Olav M. Skulberg

Olav M. Skulberg er seniorforsker
ved Norsk institutt for vannforskning

Innlegg på Juleseminar 16. desember
1999.

“Things are so strictly related, that according to the skill of the eye, from any one object the parts and properties of any other may be predicted.”

*Ralph Waldo Emerson (1803-1882)
Essay VI, Nature*

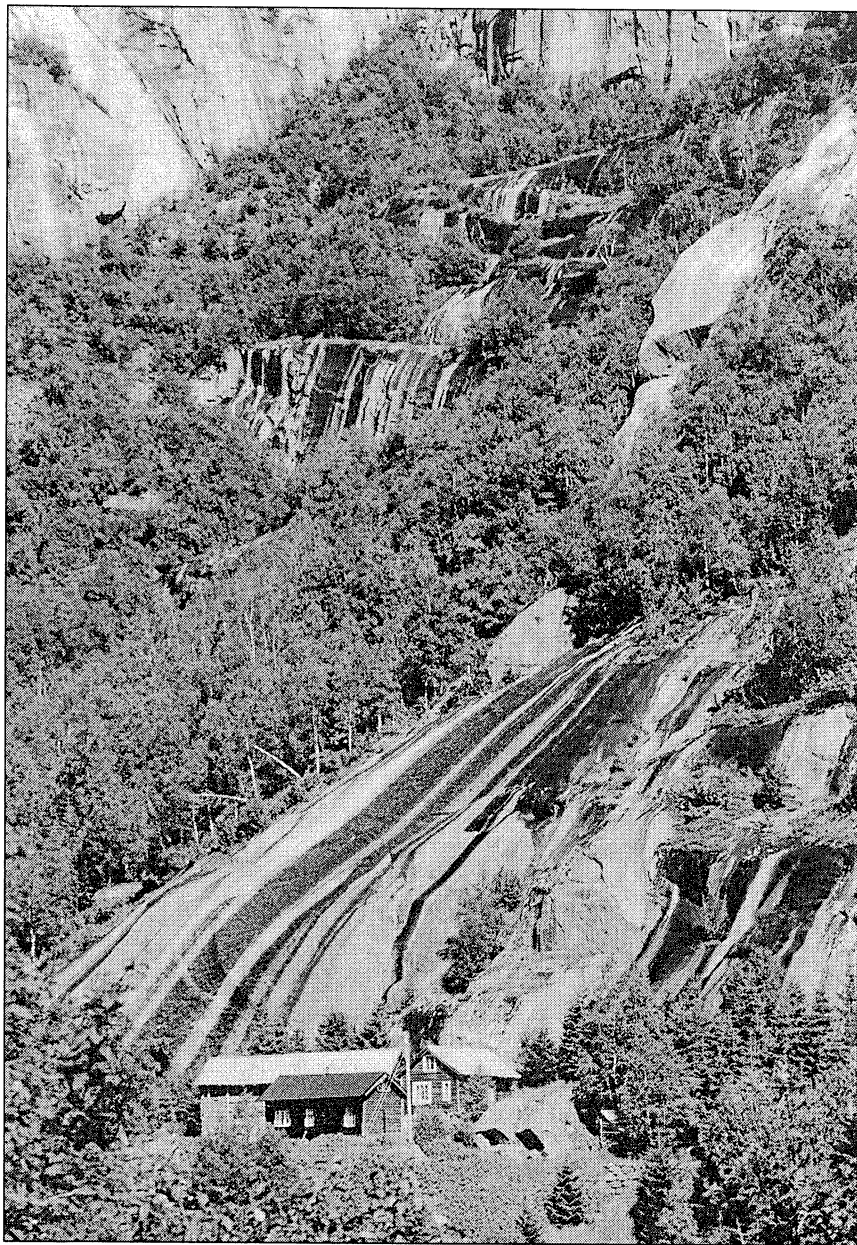
Sitatet kan passe godt som innledningen til dette essay om blågrønnalger og vannforskning. Blågrønnalgene - fotosyntetiske mikroalger med tilhørighet til bakteriene - inntar en så betydningsfull rolle i organismesamfunn og vannforekomster at de på mange måter kan være utslagsgivende for karakter og omfang av forurensningsproblemene. Med studier av disse mangfoldige skapninger kan forståelse av sammenhenger mellom forurensning og biologiske virkninger fremskaffes, og praktiske spørsmål besvares. Men samtidig gir denne kunnskapen innsikt om det storlagne i naturen og mikroorganismenes vidtfavnende livsutfoldelse.

Nysgjerrighet

Det er vanskelig å unngå å bli fascinert av blågrønnalgene hvis de først gis leilighet til å vise seg. Med sine nyanserte pastellfarger og sirlige utforming fanger de spontant din oppmerksomhet ved en betraktning i mikroskopet. Med markante særtrekk stikker de seg entydig frem i myldret av andre organismer. Inntrykket av å være annerledes fester seg, at disse organismene gjemmer noe spennende og hemmelighetsfullt. Blir din nysgjerrighet først vakt, er du for alltid innfanget. Og forskeren får siden i et tilbakeblikk samme undring i seg som filosofen - var det jeg som valgte blågrønnalgene, eller har blågrønnalgene valgt meg? (Schopenhauer, 1788-1860).

Blågrønnalger - tidsdimensjoner

Livet utviklet seg i vann. Vannet er hovedbestanddelen i alle organismer. Vannlevende organismer frembrakte fotosyntesen. Dette ga forutsetningen for atmosfærens O₂-innhold, og dermed mulighetene for terrestrisk organismeliv slik vi kjenner det. Og blågrønnal-



Lokalitet med stripevegetasjon av blågrønnalger. Karakteristiske arter i dette organismesamfunnet tilhører slektene *Gloeocapsa* og *Stigonema*.

Blågrønnalgene - dimensjoner i rom og tid

Rommet		Tiden	
m	Størrelse	År tilbake	Hendelse
10 ¹⁰	Avstand til sola	2·10 ¹⁰	Universet ekspanderer, «big bang»
10 ⁸	Jordklodens diameter	18·10 ⁹	Galaxene dannes
10 ⁷	Atlanterhavet	16·10 ⁹	Stjernene dannes. Sola
10 ⁶	Nordsjøen	5·10 ⁹	Planetene dannes. Jorda
10 ⁵	Haldenvassdraget		
10 ⁴	Rødenessjøen		
10 ³	Gjølsjøbekken		
10 ²	Prestegårdsdammen		
10 ¹	Grantre		
10 ⁰	Metermålet		
10 ⁻¹	Vannlilje (blomst)		
10 ⁻²	Sneglehus		
10 ⁻³	Planktonkreps		
10 ⁻⁴	Ciliater		
10 ⁻⁵	Diatoméer		
10 ⁻⁶	Blågrønnalger	3,5·10 ⁹	Mikroskopiske livsformer Blågrønnalger
10 ⁻⁷	Virus	2·10 ⁹	Oksygenrik atmosfære
10 ⁻⁸	Protein	10 ⁹	Makroskopiske livsformer
10 ⁻⁹	Molekyl	10 ⁸	Første landplanter
10 ⁻¹⁰	Atom	10 ⁷	Første fugler
		10 ⁶	Mammut i Europa
		10 ⁵	Mennesket
		10 ⁴	Oslo isfri etter siste istid
		10 ³	Olav den Hellige
		10 ²	Unionsoppløsningen
		10 ¹	1990
		10 ⁰	Norsk Vannforenings Julemøte

genes livsutfoldelse ble en vesentlig faktor for dette hendelsesforløpet.

Det gir en underlig følelse å betrakte de levende blågrønnalgene i vannprøvene som tas inn på laboratoriet i dag, sammen med preparater av fossilt materiale av blågrønnalger i de eldste kjente bergarter. Nærmere 3000 millioner

år skiller i tid mellom disse materialtyper, og likevel er det overbevisende at biologisk tilsvarende organismer er til stede i prøvene. Fortid og nåtid forenes i en følelse av samtidighet. I et blågrønnalgeperspektiv har fortiden samme realitet som nåtiden, og samme betydning som fremtiden.

Både på slektsnivå og artsnivå er det morfologiske identiske strukturer i de prekambriske fossiler, som de som er til stede i nålevende blågrønnalger innenfor familiene Oscillatoriaceae og Chroococcaceae. Flere steder i Nord-Norge er det i dolomitter påvist geologiske dannelser skapt av blågrønnalger. Dette gjelder stromatolittene som forekommer i bergartene tilhørende Raipasgruppen i Finnmark. Aldersbestemt til 1800 millioner år, hører dette til de eldste spor av liv som er kjent i Norges grunnfjell. Allerede i eokambrium var det altså omfattende utvikling av blågrønnalger i vårt geografiske område.

Blågrønnalger - romdimensjonen

Blågrønnalgene er høyt utviklede eubakterier, men sammenliknet med disse andre prokaryoter er de avanserte både med hensyn til morfologi og fysiologi. Som typiske mikroorganismer utvikler de seg i småskala størrelse. Deres strukturer kan ikke studeres uten ved hjelp av mikroskopet. De omfatter encellede og flercellede typer. Cellestørrelsen er i området av noen tusendels millimeter. Det er i sammenheng med masseutvikling - som vannblomst - eller når de danner utstrakte bevoксninger på enkelte lokaliteter - stripevegetasjon på fjellsider - at de tiltrekker seg vanlig oppmerksomhet. Noen arter kan danne kolonier av vekslende form, slik som slekten *Nostoc*. Denne særmerkte organismen blir kalt skyfall. Folk la ikke merke til den i tørrværsperioder, men etter regnvær svulmer koloniene opp og blir lett synlige. Slik

plutselig fremkomst ble tolket som at de hadde falt ned fra skyene.

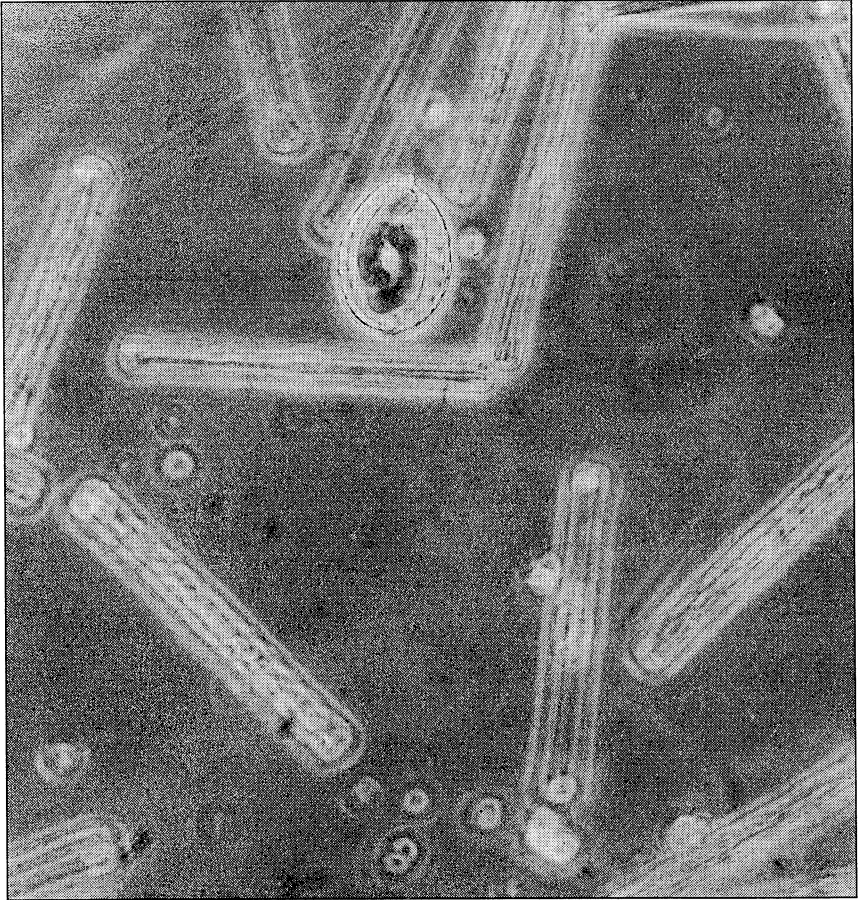
På Svalbard er blågrønnalger av *Nostoc*-gruppen en fremtredende vegetasjonstype på tundra-områdene, et eksempel på blågrønnalgens tilpasninger til å kunne leve under de mest varierte miljøbetingelser. Blågrønnalgens evne til å vokse også under ekstreme forhold, gjenspeiles i deres utvikling hvor forurensning gjør seg gjeldende. I denne forbindelsen er blågrønnalgene spesielt egnet anvendt som biologiske indikatorer for miljøkvalitet.

Små - men med geologisk format

Blågrønnalgens evne til å tolerere ekstreme livsbetingelser var vel også forutsetningen for deres rolle som pionerorganismer da jordkloden ennå var ung. De var i tidlig prekambrisk tid den dominerende organismegruppen for produksjon av organisk materiale. Blågrønnalgene var samtidig de første når det gjaldt frigjøringen av elementært oksygen i dannelsen av den opprinnelige jordatmosfæren. På denne måten ble de årsaken til den biologiske utviklingen som førte frem til aerobt stoffskifte, og dermed fremveksten av høyere planter og dyrelivet på landjorden.

En vesentlig erkjennelse ligger i forståelsen av at mikroorganismenes aktivitet er av geologisk, globalt omfang. Det er i kombinasjon av liten størrelse og enorme antall at mikrobene realiserer å operere og kontrollere prosesser med avgjørende konsekvenser for jorden, i fortid, nåtid og fremtid.

En episode kan nevnes som viser



Paulinella chromatophora - den krukkeformede strukturen mellom kiselalgene på mikrofotografiet - er sammensatt av en skallamøbe og en fototrof blågrønnalge av slekten ***Synechococcus*** (cyanelle).

En slik celleorganisering illustrerer hvordan blågrønnalger kan ha inngått som kloroplast-endosymbiont i protozoer ved fremveksten av evolusjonslinjer som førte til høyere planter (se D. Klaveness, *Vann* 1/99, pp. 35-44).

potensialet blågrønnalgene har til påvirkning av miljøet. Sommeren 1976 utviklet en trådformet blågrønnalge (*Oscillatoria bornetii* f. *tenuis*) en masseforekomst i Mjøsa. Denne plankton-

organismen produserte luktstoffet geosmin som ga en karakteristisk jordaktig lukt og smak på vannet. På slik måte satte *Oscillatoria* sitt tydelige kvalitetspreg på vannmassene i Mjøsa - over-

flate 365 km² - og i Vormå/Glomma ned til Fredrikstad - vannføring 500 m³/s - gjennom en periode på over tre uker.

Problemorganismer - nyttevekster

Du ser innsjøen blågrønnfarget av en masseutvikling med *Microcystis*. Det er ikke tilrådelig å bade i vannet, og helsefarlig å bruke det som drikkevann. Blågrønnalger er skadelige organismer som samfunnet vil bekjempe?

Men de samme egenskapene som gjør blågrønnalgene problematiske, kan nettopp være slike kvaliteter som også innebærer muligheter for å nyttiggjøre dem til praktiske formål. Arter som hevder seg i konkurranse med andre arter, trives under rådende miljøforhold, produserer verdifulle stoffer og lar seg enkelt dyrke, kan være nyttevekster som det er behov for. Tenker vi på opprinnelsen til kulturplanter, hører disse ofte med til slike vekster vi betegner som ugress. Tilsvarende inngår arter av blågrønnalger blant viktige kulturorganismer som nå nyttiggjøres innenfor moderne bioteknologi (algekulturateknologi).

Dyrking av mikroalger innebærer et effektivt produksjonssystem for nyttiggjøring av solenergi og karbondioksid til fremstilling av viktige organiske forbindelser, f.eks. proteiner, lipider, kar-

bohydrater, pigmenter og biopolymere. Mens høyere planter vanligvis har de ønskede verdistoffene lokalisert i bestemte plantedeler som høstes - f.eks. frø, frukter, røtter - har mikroalgene som encellede organismer de samme kvaliteter i hele biomassen som utvikles. Via fysiologiske påvirkninger kan algecellene dessuten induseres til å gi høyt utbytte av spesielle substanser som det er behov for. Da livssyklus til mikroalgene er relativt kort - fra timer til døgn - egner de seg godt for genetisk seleksjon. Ikke minst gjelder dette blågrønnalgene, som også peker seg ut som hensiktsmessige for molekylærbiologisk modifikasjon.

Ettertanke

Hva har blågrønnalgene betydd som forskningsobjekt? Svarene vil variere med forskerne som får spørsmålet. Det viktigste resultatet er kanskje - utover kjennskapet til organismene selv og deres praktiske sider - hvordan kunnskapen om blågrønnalgene har influert vitenskapelig tenkning og forståelsen av livets utvikling. Og med fremveksten av ny erkjennelse kommer stadig ubesvarte spørsmål.

"It is not the answer that enlightens but the question."

Eugène Ionesco (1912-1994)