

# «Gigant-mikroben» sjøplomme *Nostoc pruniforme* i Slettnes naturreservat på Nordkinnhalvøya, Finnmark

Olav M. Skulberg

Skulberg, O.M. 2013. «Gigant-mikroben» sjøplomme *Nostoc pruniforme* i Slettnes naturreservat på Nordkinnhalvøya, Finnmark. *Blyttia*71: 115-126.

The «giant-microbe» *Nostoc pruniforme* (Cyanobacteria) in Slettnes Nature Reserve on Nordkinnhalvøya peninsula, Finnmark county.

This article is the first comprehensive account about the occurrence of the cyanobacterium *Nostoc pruniforme* in Norway. The investigation was carried out in a rocky pool inhabited by the species. The locality is situated at the GPS-position: N.Lat. 71° 04' 657", E. Long. 028° 14' 754", in Slettnes nature reserve, Finnmark. The objectives of this study were to explore the organism in its limnological setting, and to throw light on autecological and synecological features together with the prevailing environmental conditions. The research work included studies both in the field and the laboratory. For identification purposes isolation and purification of cyanobacteria were performed using culture techniques. The relevant strain of *Nostoc pruniforme* NIVA-CYA 648 is kept in the NIVA Culture Collection. This organism is available to members of the scientific community for non commercial purposes. Key words: *Nostoc pruniforme*, physiography, hydrobiology, growth and development, cellular complexity, conservation.

Olav M. Skulberg, Norsk institutt for vannforskning, Gaustadalléen 21, NO-0349 Oslo.  
[olav.skulberg@niva.no](mailto:olav.skulberg@niva.no)

## Utgangspunktet

Livet på jordkloden blir kategorisert i tre doméner. Bacteria og Archaea (prokaryoter) omfatter organismer uten ekte cellekjerne, Eukarya (eukaryoter) har cellekjerne og analoge gener som de to andre organismegruppene. Når det gjelder størrelse, er eukaryotene gjennomgående store, mens prokaryotene hovedsakelig er små (< 0,01 mm). De sistnevnte er mikrobiologenes studieobjekter.

Men noen interessante og forbausende avvik i størrelser finnes blant prokaryotene, og det er et slikt eksempel denne artikkelen omhandler. Det dreier seg om en blågrønnalge i cyanobakterieslekten *Nostoc* og dens livsmiljø. Lokaliteten ligger på Nordkinnhalvøya i Finnmark, nærmere bestemt i Slettnes naturreservat i Gamvik kommune (Strann & Nilsen 1996). Fenomenet forteller noe om hvordan evolusjon av store organismeformater kan være knyttet til utnyttelsen av spesielle økologiske nisjer. Mikrobiell kolonidannelse via kolloidale slimmasser (exopolysakkarider) har fått fornyet forskningsinteresse, og organismer som inngår i samfunn av slik natur, blir vitenskapelig verdifulle studieobjekter (Skulberg & Mysterud 2011).

## Arbeidets oppkomst

I en vannforekomst i Slettnes naturreservat opptrer det kuleformede skapninger – fra mikroskopiske og opptil plommestørrelse. De flyter i store mengder i vannet. Kulene er geleaktige og varierer i utseende fra svak gulaktig til mørk brun farge. Geléballene tiltrekker seg betydelig oppmerksomhet på stedet, og mange undrer på hva dette er (figur 1).

I juli 2010 tok Kåre Grip i tilsynet for Slettnes naturreservat initiativ til å finne ut av denne merkverdigheten. Prøver av biologisk materiale ble sendt til NIVA i Oslo. En naturfaglig undersøkelse kom i stand for å karakterisere disse kule-vesenene og miljøbetingelsene som gir grunnlaget for fenomenet.

## Feltarbeid og metoder

Prøvetaking og observasjoner på lokaliteten ble utført av Kåre Grip. Fremgangsmåten fulgte vanlig praksis ved hydrobiologiske undersøkelser (Vennerød 1984). Innsamling av vann og biologisk materiale ble gjort i de frie vannmassene, og nær bredden i vannlokaliteten (figur 2).

Prøvene av vann og organismer ble analysert



**Figur 1.** Kulekolonier av *Nostoc pruniforme* fra fjellbassenget i Slettnes naturreservat. Diameter til den største kula er omlag 4 cm. Foto: Vidar M. Skulberg.

*Spherical colonies of Nostoc pruniforme from the rocky pool in Slettnes Nature Reserve. The largest sphere has a diameter of about 4 cm.*

ved Norsk institutt for vannforsknings laboratorium i Oslo. Metodene som ble benyttet, var de rutinemessige for hydrokjemiske analyser (Norsk institutt for vannforskning 2010). Organismene ble undersøkt levende i optisk mikroskop. Oppdyrking av mikroorganismer til systematiske studier fulgte praktiske metoder for mikrobiologisk kulturteknikk (Stein 1973, Skulberg & Skulberg 1990). Klassifisering og taksonomi ble basert på konvensjonelle algehåndbøker (Ettl et al., 1985–2000).

*«The study of natural populations of microorganisms must begin with a microscopical examination of them in their field habitat.»*

S.W. Winogradsky (1856–1953)

## Lokalitet og fysiografiske forhold

Den nordøstligste utløperen av Nordkinnhalvøya

ender med Slettnesodden, og her ligger det 12 km<sup>2</sup> store området som utgjør Slettnes naturvernreservat (figur 3).

Fra innlandsvidda – avgrenset med fjellrekken Gaissene – strekker Nordkinnhalvøya seg mellom Laksefjord (vest) og Tanafjord (øst) utover mot Nordishavet. Berggrunnen er preget av sandstein og fyllitt tilhørende den kaledonske fjellkjedes metamorfe dannelser (neoproterozoikum). Slettneset er utformet som ei kystslette, hvor vertikalt stilte lagrekker kommer fram i dagen (Holtedahl 1918).

Kystersjon og istider har skapt dette landskapet. Havbølgene har gjennom millioner av år hamret løs på bergmassivene her og laget strandflaten som en brem av fastlandet mot Austhavet/Barentshavet (Ramberg et al. 2007). Kystsletta har mange vannsamlinger omgitt av hei og myr, og skiller seg naturmessig markert ut fra fjellterrenget ellers på

2A



2B



2C



**Figur 2.** Lokalteten og omgivelsene fotografert under feltarbeidet, juli 2010. **A** Fjellbassenget – utsikt nordover. **B** Fjellbassenget – utsikt østover. **C** Helofyttvegetasjon, hesterumpe *Hippuris vulgaris*. Foto. Kåre Grip.  
Photographs taken of the locality and surroundings during field work, July 2010. **A** The rocky pool – viewed northwards. **B** The rocky pool – viewed eastwards. **C** Helophyte vegetation, Hippuris vulgaris.



3



**Figur 3.** Kart som viser Slettnes naturreservat (grønt) på Nordkinnhalvøya, Gamvik kommune. Innfelt: Norgeskart.  
 Map showing Slettnes Nature Reserve on Nordkinnhalvøya peninsula, Gamvik municipality, Finnmark county. Inset: Map of Norway.

Nordkinnhalvøya. Området har ingen bebyggelse, og ble i 1996 vernet som Slettnes naturreservat.

Slettnesodden har et havpåvirket, oseanisk klima med relativt høye vintertemperaturer og lave sommertemperaturer (Birkeland 1935, Aune 1993). Havet forsinker avkjølingen om vinteren, og ytterst ved kysten er februar den kaldeste måneden. Gjennom året er det omlag 124 døgn uten frost. Middelttemperaturen for januar er  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , og for juli  $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Årets middeltemperatur er ca  $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Vekstsesongens lengde – døgn med gjennomsnittstemperatur  $> +5\text{ }^{\circ}\text{C}$  – er omlag 125 døgn.

Årsnedbøren er 700–1000 mm. Antall døgn med 0,1 mm nedbør eller mer er 220–240. Tåke og gråvær er derfor framtreddende trekk. Det samme gjelder vind og blåst. Men det er den sterkeste vinden som gjerne blir lagt merke til, omlag 75 døgn har kuling eller større vindhastigheter over det flate landskapet.

Alt i alt preges Slettnes naturreservat av barske naturforhold, ikke minst klimatisk. Men i våtmarker og små vannsamlinger kan mer beskyttede lokaliteter forekomme.

**Voksestedet.** Slettnes naturreservat er rik på vannsamlinger, fra innsjøer og tjern til våtmarkenes vannpytter. Slik er dette naturreservatet et eldorado for hydrobiologisk forskning.

Lokaliteten har GPS-posisjonen: N. Lat.  $71^{\circ} 04' 657''$ , E. Long.  $028^{\circ} 14' 754''$ . Lokaliteten er en vannforekomst i et fjellbasseng, omlag 40 m langt og 3–4 m bredt, og med en vanddybde 0,7–0,8 m. Bassenget utgjør på en måte et naturakvarium med plante- og dyrepopulasjoner som funksjonelt er tilpasset eksistensen i dette nokså beskyttede miljøet i overgangssonen mellom hav og land.

Avstanden fra fjellbassenget til nærmeste havstrand er anslagsvis 300 m. Det er flere betegnelser som kan brukes på en vannforekomst av denne miniatyrtypen (f.eks. tysk – *Felsentümpel*; engelsk – *rocky pool*, fransk – *bassin roche*). Med sin nærhet til havstrand er det interessant å vite at dette fjellbassenget i geologisk nær fortid (Yngre Dryas, Jørgensen et al. 1995) var en del av et marint økosystem som «a rocky intertidal pool».

Plantelivet i området er karakteristisk for det lavtliggende strand- og heilandskapet på Finn-

markskysten (Elven & Johansen 1983). Lokaliteten er sterkt eksponert for Austhavet, og ligger omlag 5 m høyere enn havnivået. Det er bare i dette ene fjellbassenget at utviklingen av geléballer er påvist innen naturreservatet (Kåre Grip, pers. med.).

### Hva undersøkelsene viste

**Objektet.** Det var et underlig syn som framsto da den første prøven fra Gamvik ble iaktatt på NIVA (figur 4). En glinsende, plommeliknende kule lå der oppsprukket, med et svakt brunaktig lag som et hylster vrent ut over en lysere, sfærisk kjerne-substans.

Prøven var i god forfatning og velegnet til biologisk analyse. Det ble laget preparater for mikroskopering. Resultatet av den første bearbeidingen viste at det var en blågrønnalge (cyanobakterie), *Nostoc pruniforme* – «den plommeliknende *Nostoc*» – som utviklet disse kuleformede dannelsene.

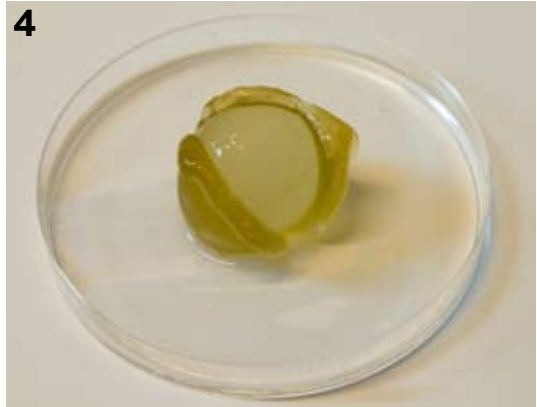
**Hydrokjemiske resultater.** Laboratorieanalysene belyste de kvalitative forhold i vannmassene i fjellbassenget (tabell 1).

Vannets ioneinnhold var relativt høyt, med konduktivitet 26,6 mS/m. Konsentrasjonen av klorid var 24,8 mg per liter. Disse verdiene viser at lokaliteten er tydelig påvirket av havvannet (transport av havsalt via vær og vind). Men saltholdigheten er likevel så lav at vannet i bassenget faller innenfor definisjonen av ferskvann («Venice system, limnic zone – freshwater, salinity < 0.5 ‰.» Remane & Schlieper 1958). En pH-verdi på 7,9 indikerer den buffrende virkning knyttet til ionekonsentrasjonen av havsaltene.

Den målte vannfargen var 101 mg Pt per liter. Det gir holdepunkt om påvirkning fra nærområdet til bassenget med humusstoffer. Verdien karakteriserer vannmassene som sterkt farget (dystrof naturtype).

Når det gjelder innhold av plantenæringsstoffer, gir konsentrasjonene av fosfor- og nitrogenforbindelser betydningsfull informasjon. Det var lave verdier som ble påvist for begge elementenes vedkommende, total fosfor 6 µg per liter, og total nitrogen 270 µg per liter. De tilsvarende andeler for løst fosfat var 2 µg P per liter, og for nitrat < 1 µg N per liter.

Basert på konsentrasjonene av nitrogen- og fosforholdige næringsstoffer blir vannmassene i bassenget under de rådende forhold å klassifisere som ultraoligotrofe (Wetzel 2001). Da det gjør seg gjeldende variasjoner i stoffkonsentrasjonene over tid, vekslende med indre og ytre miljøfaktorer, vil



**Figur 4.** Prøven fra Slettnes naturreservat 23.08.2010 inneholdt en underlig skapning. Foto: Bjørn Faafeng.

*The sample from Slettnes Nature Reserve collected 23.08.2010 contained a strange creature.*

en enkelt sommerobservasjon i 2010 selvfølgelig ha begrenset betydning for bedømmelsen av forholdene. Imidlertid er de framkomne verdiene for vannkvalitet i harmoni med kjente limnologiske forhold, knyttet til Nordkinnhalvøyas geografi (Dahl-Hansen 1997).

**Akvatisk vegetasjon.** Plantelivet på Nordkinnhalvøya og spesielt på Slettnesodden, er omtalt i flere rapporter og publikasjoner (Norman 1894, Strann & Nilsen 1996). Slettnesodden ligger nord for den arktiske skoggrensa, som går over Nordkinnhalvøya. Det betyr at fjellbassenget med *Nostoc*-kulene tilhører den sørarktiske sonen, et område med fjellvegetasjon ned til havnivå (Moen 1998).

Nøysom lyngheivevegetasjon er typisk på Slettneset, men våtmarkenes habitater for vannplanter

**Tabell 1.** Hydrokjemiske analyseresultater. Vannprøve innsamlet 23.08.2010.

*Results of hydrochemical analysis. Water sample collected 23.08.2010.*

|                  |      |         |
|------------------|------|---------|
| Surhetsgrad pH   | 7,93 |         |
| Konduktivitet    | 26,6 | mS/m    |
| Farge            | 101  | mg Pt/l |
| Fosfor, total    | 6    | µg P/l  |
| Nitrogen, total  | 270  | µg N/l  |
| Klorid           | 24,8 | mg Cl/l |
| Fosfor, fosfat   | 2    | µg P/l  |
| Nitrogen, nitrat | < 1  | µg N/l  |
| Selen            | < 40 | µg Se/l |

lager avveksling med sin voksterlighet. Her skal bare nevnes enkelte framtrede helofytter og alger i det undersøkte fjellbassenget.

Bestandene av hesterumpe *Hippuris vulgaris* er iøynefallende (figur 2C). Frodige eksemplarer vokser her med skuddhøyde opp til 60–70 cm. Thekla Resvoll (1871–1948) omtaler denne arten som en karakterplante i kystdistriktet av Øst-Finnmark, «voksende i de fleste vande og smaatjern» (Heland 1905). Arten er hardfør og har også toleranse for saltholdighet. I brakkvann trives den inntil en salinitet på 4 ‰ (Lütken 1951). Også bukkeblad *Menyanthes trifoliata* inngikk i makrovegetasjonen. Delvis danner denne arten halvsubmerse bevoксninger langs bredden av bassenget. Dette er en særegen, robust art, gjerne knyttet til næringsfattige vannsamlinger av dystrof natur.

Det var en beskjeden forekomst av påvekstalger i prøvematerialet. Trådformige alger av slektene *Oedogonium* og *Mougeotia* var vanlige, og blågrønnalger var artsrikt representert. Organiske partikler som bunnfalt i vannprøver og i flasker med planteprøver, ble analysert mikroskopisk. Det ble påvist et omfattende utvalg av rotfaste (bentiske) og frittflytende (planktiske) organismer (tabell 2), men biomassen av de undersøkte mikroalgene var beskjeden.

### Geléballene i fjellbassenget

En prøve av *Nostoc*-kulene i en glasskål med vann gir et inntrykk av legemer som skifter i størrelse og brune/olivenfargede nyanser (figur 1). De minste og lett synlige kulene er omlag så store som froskeegg, men store kuler kan være opp til flere centimeter i diameter. Ved å løfte dem opp i hånden kjennes konsistensen som glatt, litt fast gelé. Kulene har spesifikk vekt litt større enn vann. Slippes de ned i vannet i glasskålen, synker de langsomt ned til bunnen. De lar seg lett virvle opp i vannmassen ved omrøring.

**Organismen.** På grunn av evnen til å danne disse kulene med sine eiendommelige egenskaper, hadde denne skapningen fra gammel tid naturforskernes oppmerksomhet. En tidlig observasjon er skildret og illustrert under betegnelsen «Seepflaume in der Mark Brandenburg» i 1743 av den tyske botanikeren Joh. Gottlieb Gleditsch (1714–1786). Carl von Linné omtaler organismen i *Species plantarum* (Linnaeus 1753). Men det var fykologene Edouard Bornet (1828–1911) og Charles Flahault (1852–1935) som først publiserte navn og beskrivelse av arten: *Nostoc pruniforme* (Linnaeus 1753) C.A. Agardh

1812 ex Bornet & Flahault 1888. (Klassifikasjon: Phylum Cyanobacteria, klasse Cyanoprokaryota, orden Nostocales, familie Nostocaceae).

Hos Artsdatabanken, som forvalter norsk navneverk på organismer (<http://www.artsportalen.artsdatabanken.no/#/Rodliste2010/Vurderinger/Nostoc%2Bpruniforme/105625>), har arten fått navnet sjøplomme. Dette samsvarer med de danske og svenske navnene *søblomme* og *sjøplommon*. I Tyskland brukes på lik måte ordet *Seepflaume*. Engelskspråklig er uttrykket *mare's egg* brukt i USA. I England er visstnok denne ordbruken sjelden å høre, men i litteratur dukker benevnelsen *plum laver* opp nå og da for dette levende vesenet. Og franskmenn har ordet *beurre d'eau* knyttet til geléballene.

**Karakteristika.** I det klassiske bestemmelsesverket til Lothar Geitler (1932) er *Nostoc pruniforme* beskrevet i følgende ordelag, her oversatt fra tysk:

«Kuleformet eller ellipsoid koloni inntil så stort som et hønseeegg, med et fast utvendig lag som er farget olivengrønt til mørkebrunt, eller intenst blågrønt. Celletrådene er løst sammenfiltret, utspredd fra koloniens sentrum. De har oftest tydelige, fargeløse eller sjeldnere gulaktige skjeder. Cellene er kort tønneformede eller litt lengre enn de er brede, 4–6 µm brede. I stillestående vannforekomster, frittflytende eller på slam over innsjøbunn; kosmopolitt.»

Et detaljert morfologisk, etnobotanisk, hydrobotanisk og biogeografisk arbeid om *N. pruniforme* er publisert av Dieter Mollenhauer (1979). Skriftet er å regne som standardavhandlingen om denne blågrønnalgen. Det foreligger flere sammenfattende artikler som behandler slekten *Nostoc* med vektlegging på fagområdene molekylærbiologi, fysiologi, biokjemi og økologi (Dodds et al. 1995, Potts 2000).

Slekten *Nostoc* omfatter mange arter som framhever seg med sine kuleformede slimkolonier. Det dreier seg til dels om organismer som lever fastsittende til underlag, andre lever frittflytende i frie vannmasser. Til denne sistnevnte kategorien regnes ved siden av sjøplomme *N. pruniforme* også arten *N. zetterstedtii* som en typisk representant i vårt geografiske område (Du Rietz et al. 1954).

**Livssyklus.** Et hormogonium av *N. pruniforme* (frittbevegelig diaspor bestående av et fåcellig filament som tjener til reproduksjon) fester seg på en overflate nede i vannet. Den innleder celledeling, og én terminal celle omdannes til heterocyste (en

tykkvegget, svakt pigmentert celle med fysiologisk utrustning til nitrogenbinding). Snart utvikles også hormogoniets andre endecelle til en heterocyste. Den logaritmiske vekstfasen med celledelinger innledes, og det dannes lange, buktede celletråder (trichomer) av vegetative celler og heterocyster. Cellene produserer stadig mengder med ekstracellulære polysakkarider (substans som utgjør grunnmassen i kulene, stoffet er av kolloidal natur – gelaktig slim). Trichomene har aktiv fragmentering, og ved rask vekst sammenfiltres de i nøster. Gjennom slimutskillelsen oppstår pakker av ungkoloni-stadier, som sammen utgjør den helhetlige, sfæriske kolonien. Og kolonien gir tidvis opphav til svermer av spredningsenheter (hormogonier) ut i de omgivende vannmasser.

### Observasjoner i kulturforsøk

Blågrønalgen fra fjellbassenget i Slettnes naturreservat ble isolert, rendyrket og innlemmet i NIVAs kultursamling av alger (NIVA-CYA 648). Erfaringene fra kulturarbeidet viste at denne stammen av *Nostoc pruniforme* lar seg enkelt dyrke i standard næringsløsninger for mikrolager (f.eks. Z8, Skulberg & Skulberg 1990). Lysintensitet  $10 \mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}^1$  og temperatur  $20^\circ\text{C}$  ga gunstige vekstbetingelser. Organismen er tilgjengelig til forskningsformål fra NIVAs kultursamling.

**Studier av innsamlet materiale.** Vann fra lokaliteten med innhold av et fåtall *Nostoc*-kuler i et sylindrisk glasskar (diameter 12 cm, vanndybde 6 cm, plassert i østvindue, svakt dagslys, temperatur  $10\text{--}15^\circ\text{C}$ ) ble observert i perioden september–desember 2010. I løpet av noen uker fikk kulene en gradvis mørkbrun overflate. Gjennom hele observasjonsperioden holdt de seg levende og friske.

De første dagene etter at forsøket ble igangsatt, ble det registrert en «masseutvandring» av hormogonier fra kulene ut i vannet, til veggene i karet og til vannoverflaten. Hormogoniene førte til nydannelse av anlegg til *Nostoc*-kuler i stort omfang. En moseplante som lå på bunnen av karet, ble tett besatt med kuler i ulike stadier av vekst gjennom observasjonstiden.

I slutten av desember 2010 ble innholdet i glasskaret (volum ca 350 ml) overført til et plastkar med lokk og plassert ute til nedfrysning (utetemperaturer  $-10$  til  $-15^\circ\text{C}$ ). Det dannet seg snart en kompakt isblokk som holdt seg fram til tining utendørs i slutten av mars 2011.

Hvordan overvintringen hadde påvirket tilstanden til *Nostoc*-kulene, ble bedømt (6. april 2011).

**Tabell 2.** Framtredende alger og sopp som ble registrert i vannmassene i fjellbassenget og epifyttisk på vannplanter. Slettnes naturreservat, 23.08.2010.

*Conspicuous algae and fungi recorded in the water of the rocky pool, epiphytic on aquatic plants. Slettnes Nature Reserve, 23.08.2010.*

### Blågrønnbakterier Cyanobacteria

*Chlorogloea* cf. *rivularis*  
*Chlorogloea* cf. *purpurea*  
*Lyngbya* sp. (6  $\mu\text{m}$ )  
*Nostoc pruniforme*  
*Phormidium* sp. (2  $\mu\text{m}$ )  
*Pseudanabaena* sp. (3  $\mu\text{m}$ )  
*Synechococcus* cf. *elongatus*  
*Tolypothrix tenuis*

### Diatoméer Bacillariophyceae

*Caloneis sibicula* (65 x 12  $\mu\text{m}$ )  
*Cocconeis* cf. *pediculus*  
*Diatoma vulgare*  
*Eunotia exigua*  
*Gomphonema constrictum*  
*Navicula viridula* (70 x 12  $\mu\text{m}$ )  
*Nitzschia linearis*  
*Pinnularia mesolepta*  
*Tabellaria flocculosa*

### Grønnalger Chlorophyceae

*Chlamydomonas* cf. *reinhardtii*  
*Oedogonium itzigsohnii* (10  $\mu\text{m}$ )  
*Pediastrum boryanum*  
*Scenedesmus ecornis*

### Desmidier Conjugatophyceae

*Euastrum binale* var. *gutrvenshii*  
*Euastrum* cf. *insigne*  
*Mougeotia* sp. (8  $\mu\text{m}$ )  
*Staurastrum crenulatum*  
*Staurastrum cristatum*

### Hyphomyceter

*Lemoniera aquatica*

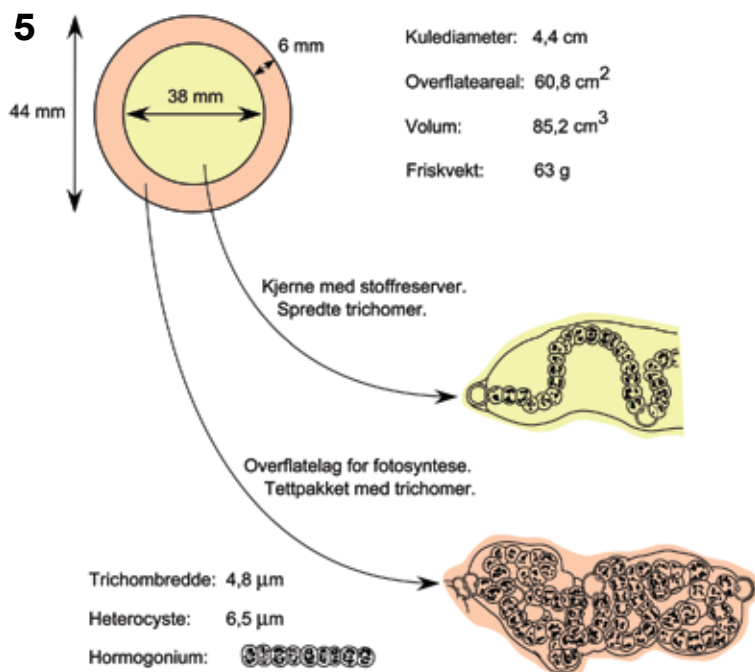
### Xanthophyceer

*Mischococcinella* sp.

### Kryptomonader

*Cryptomonas* sp. (15–20  $\mu\text{m}$ )





**Figur 5.** Skisse av kulekolonien som ble benyttet til bedømmelse av vekt og stoffinnhold. Forklaring, se tekst.

Sketch of the spherical colony used for estimation of weight and material content. For explanation, see text.

Det viste seg at blågrønnalgene hadde overlevd godt. Både hele *Nostoc*-kuler og frittflytende trichomer av *N. pruniforme* var friske og klare for en ny vegetasjonsperiode. Det så imidlertid ut til at de største *Nostoc*-kulene (>2 cm) var noe medtatt enn de små kulene.

Når det gjelder disse erfaringene med frostsistensen til *N. pruniforme*, er de i godt samsvar med hva som er kjent for andre arter av slekten. For *N. muscorum* rapporteres f.eks. at den overlever nesten alle betingelser ved innfrysing. Også gjentatte forsøk med kryopreservering har vist at arter av *Nostoc* har bemerkelsesverdige egenskaper til å tåle frost. I relevante tester – mer enn tusen – utført med *N. muscorum* over fem års lagringstid i flytende nitrogen (–196 °C) ble det ikke påvist noen redusert evne til overlevelse (Stein 1973). Ikke å undres over at *Nostoc*-arter kan utgjøre dominerende vegetasjon på Spitsbergens tundra-habitater (Skulberg 1997).

**Vektbestemmelse og stoffsammensetning.** Det ble foretatt vektbestemmelser og kjemisk analyse av én *Nostoc*-kule valgt ut av materialet fra prøvetakingen i fjellbassenget 23.08.2010. Dette eksemplaret hadde volum 85,2 cm<sup>3</sup>, og friskvekten utgjorde 63

g (figur 5). Det brunfargede overflatelaget (6 mm tykt) var tettpakket med trichomer, mens det indre gråhvite laget (kjernen, med diameter 38 mm) bare viste sporadisk tilstedeværelse av trichomer.

Resultatene som angir den stofflige sammensetningen av *Nostoc*-kulen, er sammenstilt i tabell 3. Overflatelaget av kulelegemet hadde det høyeste innhold både av total organisk karbon og askestoffer (gløderest). Dette gjenspeiler den større konsentrasjon av trichomer i dette overflatenære sjiktet. Forholdet vises også i verdiene for total

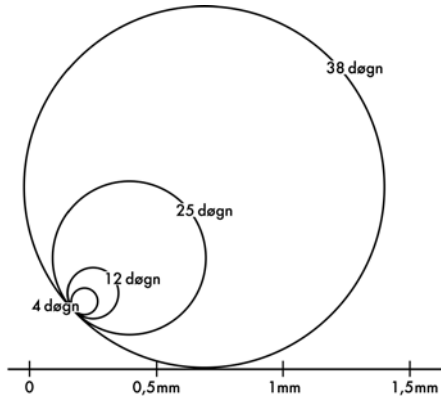
**Tabell 3.** Vekt og sammensetning av en *Nostoc*-kulekoloni. Materiale innsamlet 23.08.2010. Verdier oppgitt på tørrvektbasis. Weight and composition of one spherical *Nostoc* colony. Material collected 23.08.2010. Values are based on dry weight.

| Komponent             | Enhet   | Ytre lag | Kjerne |
|-----------------------|---------|----------|--------|
| Gløderest             | mg/g    | 74,7     | 66,3   |
| Total organisk karbon | μg C/mg | 413      | 390    |
| Nitrogen, total       | μg N/mg | 45,3     | 39,9   |
| Fosfor, total         | μg P/g  | 180      | 50     |
| Svovel, total         | μg S/g  | 650      | 760    |
| Selen, total          | μg Se/g | <40      | <40    |



6

| Dato 2011 | Mikrometer (µm) |
|-----------|-----------------|
| 12.04     | 120             |
| 16.04     | 130             |
| 24.04     | 230             |
| 28.04     | 290             |
| 02.05     | 450             |
| 05.05     | 520             |
| 11.05     | 830             |
| 16.05     | 1100            |
| 20.05     | 1400            |



Figur 6. Målinger registrert under vekst av en *Nostoc*-kulekoloni. Forklaring, se tekst.

Measurements recorded during growth of a spherical *Nostoc* colony. For explanation, see text.

nitrogen, fosfor og svovel. Det kolloidalt bundne vannet knyttet til slimstoffene av polysakkarider i kulekroppen utgjør selvsagt en betydelig andel av friskvekten til *Nostoc*-kulen.

**Iakttagelser og målinger av vekst.** Disse observasjonene ble utført i perioden 12. april – 20 mai 2011. Utgangsmaterialet var hormogonier fra en masseutvikling i en *Nostoc pruniforme*-kultur (NIVA-CYA 648). En porsjon hormogonier ble overført til vekstmediet 20 % Z8 i en petriskål (diameter 5,5 cm, høyde av vekstmediet 0,4 cm, plassert i dagslys i vestvindu, temperatur 15–20 °C). Regelmessige observasjoner av utviklingen ble foretatt i mikroskop. Hormogoniene utviklet seg raskt (i løpet av omlag 24 timer) med heterocystedannelse av endocellene. Dette stadiet førte gjennom de etterfølgende døgn til en begynnende kuleutvikling. Hvert enkelt hormogonium ga basis til én individuell koloni med utpreget sfærisk form.

En type knopp skyting ble også iaktatt. På kuleoverflaten dannet det seg en forhøyning. Gradvis utviklet den seg til en perleformet utvekst som frigjorde seg fra kulemoren. Slik kunne et nytt kuleindivid bli til.

Et singulært kolonistadium ble 12.04.2011 overflyttet til et separat vekstkammer hvor utviklingen kunne følges med målinger av diameter til den voksende *Nostoc*-kulen. Det ble gjort ni slike målinger. Resultatene er sammenstilt i figur 6. I løpet av forsøksperioden på 38 døgn tiltok kulediameteren fra 0,12 mm til 1,40 mm. Det så ut til at veksten førte til en nærmest fullgod sfærisk kropp (geléball).

**Utbredelse. Observasjoner i Norge**

Den kjente utbredelsen til *N. pruniforme* strekker

seg flekkvis over hele verden. Arten er knyttet til irregulære habitater, hvor spesielle kombinasjoner av miljøfaktorer er framtrødende. Hovedforekomsten synes å være i Holarktisk (Mollenhauer 1970, Dodds et al. 1995). Dette passer med en oppfatning av at blågrønnalger ofte forekommer i boreale og arktiske økosystemer (Tang et al. 1997). Imidlertid er forekomstene sjeldne og med nokså få populasjoner. Historisk er de fleste registreringene av *N. pruniforme* gjort i Europa, noe som vel har sammenheng med at vårt geografiske område er best undersøkt.

Det er ikke foretatt noen systematisk undersøkelse av forekomsten til *N. pruniforme* i Norge. Sporadiske observasjoner av *N. pruniforme*-liknende organismer er rapportert i flere fylker både i Sør- og Nord-Norge. Imidlertid er den systematiske artstilhørigheten ikke blitt verifisert. Da det er forvekslingsmuligheter med flere arter av *Nostoc*, er morfologiske karakterer alene ikke tilstrekkelige til identifikasjon. Studier under kulturbetingelser vil som regel være nødvendige.

Her kan nevnes at det i Skittenfjordvatnet på Nordkinnhalvøya (ca 10 km VSV for Slettnes) er rapportert forekomst av «blågrønnalgekuler» (Mjelde 1997). Denne populasjonen var observert over bunnen av innsjøen i dybdesonen 3–5 m. Organismen ble isolert og tatt i kultur (NIVA-CYA 414/1). Arten tilhører slekten *Nostoc*, men er forskjellig fra *N. pruniforme*.

**Vernestatus og omdømme**

Både *N. pruniforme* og den nærstående arten *N. zetterstedtii* er sjeldne organismer. De er utrydningstruet i Europa på grunn av naturødeleggelse (Gutowski & Foerster 2007). Dette innbærer na-

sjonale behov for kunnskap om lokaliteter og tiltak som kan sikre relevante vokseplasser.

Sverige er et foregangsland med aktuelle vernebestrebelse. Svenske botanikere har vist *N. pruniforme* betydelig oppmerksomhet i sine feltundersøkelser. Allerede tidlig kunne det konstateres at utbredelsen til denne blågrønnalgen var fra Skåne til Torne lappmark, men ganske sjelden (Cedergren 1934). Arten omtales i litteratur med ærbødighet – «sjøplommon vittnar om oförstörd skönhet» (Landell 1990). Det foreligger utredninger om de to nevnte artenes miljøkrav og vernestatus (Bengtsson 1986).

## Betraktninger

Erfaringer fra egne studier i laboratoriekulturer med blågrønnalger, har vist at arter av slekten *Nostoc* hovedsakelig har to strategier i sin utvikling av voksetyper (figur 7). Noen arter har markert tendens til å feste seg på overflater, f.eks. vokse som belegg på veggene i kulturkolbene. I liten grad rykker de ut i det frie vekstmediet. Andre *Nostoc*-arter utfolder seg typisk i væskefasen, og bare i tidlige stadier av livssyklus er de knyttet til fast underlag. *Nostoc pruniforme* er en eksponent for denne siste kategorien, og danner populasjoner av kuleformede kolonier som til dels er frittflytende eller ligger på bunnen av kulturkolbene.

På flere vis har fotoautotrofe prokaryoter som *N. pruniforme* nå fått fornyet faglig interesse. Det dreier seg om utforskningen av mikrobiell kolonidannelse i evolusjonær og synøkologisk sammenheng (Whitton & Potts 2000, Schirrmeyer et al. 2011, Skulberg & Myrnes 2011). Via stoffproduksjon av kolloidale slimmasser (exopolysakkarider) oppnås en biologisk matriks som tilrettelegger for allsidige samlivsformer og multicellulære livsfunksjoner. Fenomenet betegnet biofilm står slik i sentrum av aktuell biologisk forskning (Seckback & Oren 2010).

Geléballene til *N. pruniforme* er individer med «kropp». Og ikke helt små heller. Legemer med diameter på opptil 22 cm og vekt ca 500 g er målt (Dodds & Castenholz 1987). Denne morfotypen med sin konstitusjon og fysiologi har likhet med det levende av store organismeformer. Kulekolonien er f.eks. selvorganisierende, og den ivaretar vedlikehold, reparasjoner og formering.

*N. pruniforme*-individet vokser fram klonalt fra et hormogonie-stadium til trichomer. Disse etablerer et enhetlig kollektiv med fysiologisk samvirke. Med dette oppnås fortrinn som tjener organismens eksistens og utvikling. Noen relevante forhold kan

nevnes. Størrelse og konsistens på slimkroppen beskytter mot fysisk slitasje og predatorer. Volumet av slimsubstansen bidrar til å redusere tyngden av kolonien som dermed får bedre flyteevne. Organiseringen med et ytre pigmentert overflatelag og en indre organisk kjerne av polysakkarider gir flere fordeler. Mens overflatelaget av kulekolonien har oppgaven med lyshøsting, fotosyntesefunksjoner og nitrogenbinding, tjener kjernen som reservoar for næringsstoffer (bla. bikarbonater, fosforforbindelser og sporstoffmineraler som jern og mangan). Slimsubstansen er også en kjemisk energireserve som kan bli tatt i bruk under perioder hvor lyset er begrensende faktor for fotosyntesen (Raun et al. 2009).

Ikke å undres over at kunnskap om en slik blågrønnalge stimulerer forskerne i deres søk etter tidlige trinn i utviklingen av flercellede organismer (Williams 2011). Og kanskje ligger det i denne særpregede morfotypen med sine iboende egenskaper også forklaringen på hvordan *N. pruniforme* har funnet sin spesielle nisje for livsutfoldelse.

For det er mange paradokser knyttet til *N. pruniforme* utover dens originale, autøkologiske egenskaper. Arten er en kosmopolitt, men sjelden og spredt utbredt, knyttet til voksesteder med eksklusive miljøbetingelser. Når det gjelder vannkvalitet, er *N. pruniforme* f.eks. til stede i habitater med næringsbetingelser som omfatter ultraoligotrofe til eutrofe stoffkonsentrasjoner. Men som andre *Nostoc*-arter unngår den marine livsvilkår. Fysiske miljøforhold (temperatur, lys, vannbevegelse og vannutskifting) er nok særlig viktige faktorer på de aktuelle voksestedene. Fortsatt er det et langt stykke til at økologisk kunnskap kan besvare de basale spørsmål knyttet til denne blågrønnalgens trivsel, overlevelsesstrategi og utbredelse.

Populasjonene av *N. pruniforme* er utpreget isolerte, og det gjør arten spesielt interessant som objekt i studiet av artsdannelse. En velkjent formulering av Theodosius Dobzhansky (1982) kan nevnes, «– the maintenance of species as discrete units demands their isolation. Species formation without isolation is impossible.» Det foreligger mange hypoteser som prøver å forklare de etappevise trinn i evolusjonen av store organismer. Blant primære drivkrefter er responsive genomer som styrer evnen til å utnytte og utfylle spesielle økologiske nisjer (Klaveness & Løvnhøiden 2007, Schirrmeyer et al. 2011). Dette er aktuelle problemstillinger *N. pruniforme* kan tjene til å belyse.

Det er viktig å forstå at *N. pruniforme* utvikler seg svært langsomt. Den tar tiden til hjelp. Gelé-

ballene kan ligge årevis i vann beskyttet av sin «bathysfære», og periodisk veksle mellom aktiv utfoldelse og en tilsynelatende nærmest passiv livstilstand. Kulekolonien kan fryses ned og tines, men beholder sin struktur og vitalitet. Når livsvilkårene igjen blir gunstige, er alt beredt for ny aktiv vekst og utvikling.

*N. pruniforme* er et unikum av en organisme som stadig skaper forbauselse. Den har sin eksistens i en sær nisje av biosfæren. Ute i naturen er dette levende, robuste vesenet underlagt et eksklusivt samspill av nødvendige miljøfaktorer. Naturfenomenet *N. pruniforme* er som en levende, arkaisk merkverdighet. Den vil fortsatt tiltrekke seg vitenskapelig nysgjerrighet, slik den har gjort siden fykologiens barndom.

«But somewhere, beyond space and time,  
is wetter water and slimier slime.»

Rupert Brooke (1887–1915)

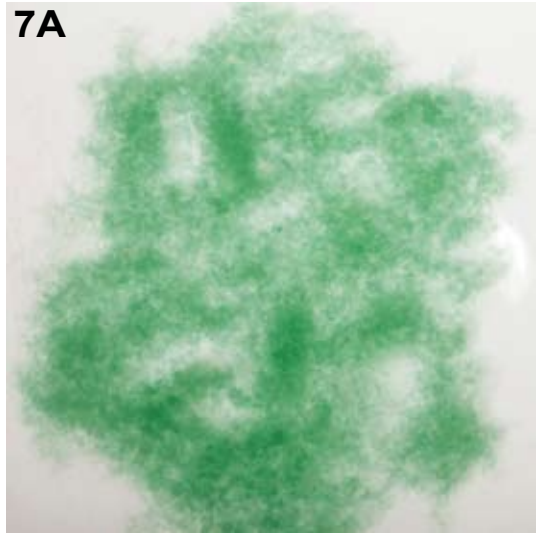
## Takk

Ved undersøkelsen og forarbeidet til denne artikkelen har mange personer gitt uvurderlig hjelp. Kåre Grip, Gamvik har framfor noen vært en døråpner inn til det hele. Med hans feltarbeid og fotografering foretatt i Slettnes naturreservat ble grunnlaget skaffet til veie. Randi Skulberg har utført kulturarbeid, vekstforsøk i laboratoriet og har pc-behandlet manuskriptet. Fotografiene av organismene og geléballene er innsiktsfullt laget av Bjørn Faafeng og Vidar M. Skulberg. Foto- og tegneavdelingen ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet takkes for bearbeiding og tilrettelegging av figurer. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) takkes for tilgang på laboratorier, samt effektiv hjelp til litteratur ved bibliotekar Berit Kramer. Ikke minst har NIVAs kultursamling av alger vært behjelpelig med å sikre at *Nostoc pruniforme* (NIVA-CYA 648) blir ivaretatt og gjort tilgjengelig for vitenskapelige og praktiske formål. Samtaler med forskerne Eli-Anne Lindstrøm og Ivar Mysterud har vært kjærkomme. De fortjener takk blant flere kolleger for interesse og givende diskusjoner. Miljøvernavdelingen, Fylkesmannen i Finnmark, har raskt og vennlig svart på spørsmål, og gitt opplysninger om Slettnes naturreservat.

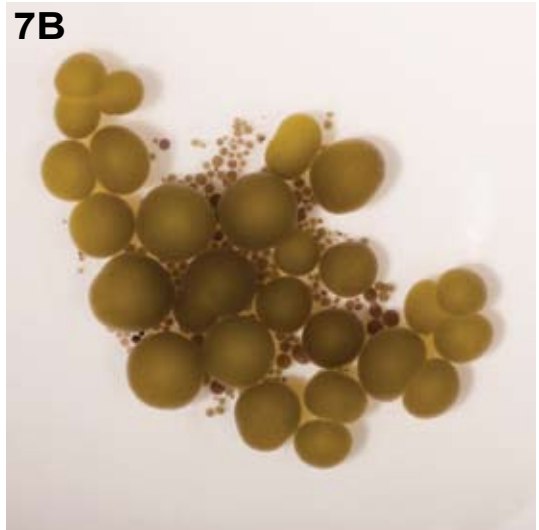
## Litteratur

- Aune, B. 1993. Nasjonalatlas for Norge: Klima. Statens kartverk, Hønefoss. ISBN 82-90408.24-02.
- Bengtsson, R. 1986. Makroalgen *Nostoc zetterstedtii* - utbredning och miljøkrav. Fauna och Flora nr.4-5.
- Birkeland, B.J. 1935. Mittel und extreme der Lufttemperatur. Geofysiske Publikasjoner Vol. XIV, No. 1. Det Norske Videnskaps-Akademi,

7A



7B



**Figur 7.** *Nostoc*-arter framviser under kulturbetingelser to hovedstrategier for vekst og utvikling. Den ene (A) er å feste seg til faste overflater, og danne ulike utstrakte begroinger. Den andre (B) består i å utvikle sfæriske kolonier som befolker det flytende kulturmediet. Eksempler: A NIVA-CYA 285, isolert fra jordprøve, delta ved Nilen, Egypt. B NIVA-CYA 512, isolert fra fjellbasseng på Grønland. Foto: Bjørn Faafeng.

*Species of Nostoc exhibit two main strategies for growth and development under artificial conditions. One (A) is to settle down on stable surfaces, and form extensive lawns. The other (B) consists in growing in spherical colonies which populate the open volume of the liquid medium. Examples: A NIVA-CYA 285, isolated from soil, delta near the Nile, Egypt. B NIVA-CYA 512, isolated from a rocky pool, Greenland.*

- Oslo. 155 pp.
- Cedergren, G.R. 1934. Die Algenflora der Provinz Härjedalen. Arkiv för Botanik 25 (4):1-109.
- Dahl-Hansen, G.A. (ed.). 1997. Kartlegging av Skittenfjordvassdraget, Gamvik kommune, Finnmark. Rapport 534-1002 (II), Akvaplan-niva, Tromsø. 111 pp.
- Dobzhansky, T. 1982. Genetics and the origin of species. Columbia University Press, New York. 364 pp.
- Dodds, W.K. & Castenholz, R.W. 1989. Effects of grazing and light on the growth of *Nostoc pruniforme* (Cyanobacteria). Br. phycol. J. 23:219-227.
- Dodds, W.K., Guddler, D.A. & Mollenhauer, D. 1995. The ecology of Nostoc. J. Phycol. 31: 2-18.
- Du Rietz, G.E.; Nannfeldt, J.A. & Nordhagen, R. 1954. Våre ville planter, Bind VIII, Sopper. Alger. Johan Grundt Tanum, Oslo. 347 pp.
- Elven, R. & Johansen, V. 1983. Havstrand i Finnmark. Flora, vegetasjon og botaniske verneverdier. Miljøverndepartementet. Rapport T-541. 357 pp.
- Geitler, L. 1932. Cyanophyceae. In: Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Vierzehnten Band, Die Algen (Dr. R. Kolkwitz, Berlin) Akademische Verlagsgesellschaft m.b.H., Leipzig. 1196 pp.
- Gutowksi, A. & Glissler, U. 2007. Bentische Algen ohne Kiselalgen und Armeleuchteralgen. LANUV-Arbeitsblatt 2. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen.
- Helland, A. 1905. Topografisk-statistisk beskrivelse over Finmarkens amt. Første del - den almindelige del. Norges land og folk. XX Finmarkens amt. H. Aschehoug & Co. (W.Nygaard), Kristiania. 804 pp.
- Holtedahl, O. 1918. Bidrag til Finmarkens geologi. Norges Geologiske Undersøkelse, N. 84, Kristiania. 314 pp.
- Jørgensen, P., Sørensen, R. & Haldorsen, S. 1995. Kvartærgeologi. Landbruksforlaget, ISBN 82-529-2050-0. 345 pp.
- Klaveness, D. & Løvhøiden, F. 2007. Meromictic lakes as habitats for protists. In: J. Seckbach (ed.), Cellular origin, life in extreme habitats and astrobiology. Volume 11. Algae and cyanobacteria in extreme environment. Springer, Dordrecht, pp.61-78.
- Landell, N.-E. 1990. Markernas visdom. Rabén & Sjögren, Stockholm. 160 pp.
- Linnaeus, C. 1753. Species Plantarum, exhibentes plantas rite cognitatas, ad genera relatas, cum differentiis specificis, nominibus trivialibus, synonymis selectis, locis natalibus, secundum systema sexuale digestas. Laurentius Salvius, Stockholm.
- Luther, H. 1951. Verbreitung und Ökologie der höheren Wasserpflanzen im Brackwasser der Ekenäs-Gegend in Südfinland. Acta Bot. Fenn 49:1-231, 50:1-370 Helsingfors.
- Mjelde, M. 1997. Makrovegetasjon og begroing. In: G.A. Dahl-Hansen (ed.), Kartlegging av Skittenfjordvassdraget, Gamvik kommune, Finnmark. Rapport 534 1002 (II), Akvaplan-niva, Tromsø, pp. 24-30.
- Moen, A. 1998. Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon. Statens kartverk, Hønefoss. ISBN 82-90408-26-9. 199 pp.
- Mollenhauer, D. 1970. Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Nostoc*. 1 *Nostoc pruniforme* (Linné) Agardh & Flahault. (Cyanophyceae: Nostocaceae). In: Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft. Herausgegeben von Prof. Dr. Wilhelm Schäfer Nr. 524. Verlag Waldemar Kramer, Frankfurt am Main. 80 pp.
- Norman, J.M. 1894-1901. Norges arktiske flora. Kristiania.
- Norsk institutt for vannforskning 2010. Metoder for kjemiske vannanalyser. Oslo.
- Potts, M. 2000 Nostoc. In: B.A. Whitton & M. Potts (eds.). The Ecology of Cyanobacteria, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 465-504.
- Ramberg, I.B., Bryhni, I. & Nøttvedt, A. (red.). 2007. Landet blir til. Norges geologi. Norsk Geologisk Forening, Trondheim. ISBN 978-82-92344-31-6. 608 pp.
- Raun, A.L., Borum, J. & Sand-Jensen, K. 2009. Active accumulation of internal DIC pools reduces transport limitation in large colonies of *Nostoc pruniforme*. Aquatic Biology 5:23-29.
- Remane, A. & Schlieper, C. 1958. Die Biologie des Brackwassers. Die Binnengewässer, ed. August Thienmann, Band XXII. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. 348 pp.
- Schirmeister, B.E., Antonelli, A. & Bagheri, H.C. 2011. The origin of multicellularity in cyanobacteria. BMC Evolutionary Biology, 11:45 p.1-21.
- Skulberg, O.M. 1997. Dinitrogen fixation by blue-greens in boreal regions. In: Jul Låg (ed.), Some geomedical consequences of nitrogen circulation processes. The Norwegian Academy of Science and Letters, Oslo. pp. 191-211.
- Skulberg, O.M. & Mysterud, I. 2011. Studier av algeslim (glye) i et impediment-økologisk perspektiv. Biolog 29(2):12-24.
- Strann, K.B. & Nilsen, S.Ø. 1996. Verneverdige myrer og våtmarker i Finnmark. Fylkesmannen i Finnmark, Vadsø. Rapport nr. 3-1996.
- Tang, E.P.Y., Tremblay, R. & Vincent, W.F. 1997. Cyanobacterial dominance of polar freshwater ecosystems: are high-latitude mat-formers adapted to low temperature? J. Phycol. 33:171-181.
- Vaucher, J.P. 1803. Histoire des conferves d'eau douce XV. Genève Paschoud. 285 pp.
- Vennerød, K. (red.) 1984. Vassdragsundersøkelser. En metodebok i limnologi. Universitetsforlaget, Oslo. 283 s.
- Wetzel, R.G. 2001. Limnology. Lake and river ecosystems. Academic Press, San Diego. 1006 pp.
- Williams, C. 2011. Who are you calling simple? New Scientist 16. July 2011: 38-41.