

# Blågrønnalger i ferskvann - hvordan er utbredelsen og hvilken betydning har disse for de badende

Av Hans Utkilen, Thomas Rohrlack og Nina Gjølme

Hans Utkilen seniorforsker ved Folkehelseinstituttet  
Thomas Rohrlack forsker ved Folkehelseinstituttet  
Nina Gjølme avdelingsingeniør ved Folkehelseinstituttet

Innlegg på fagtreff 28. august 2003.

## Hvor helsefarlige er blågrønnalger (cyanobakterier)?

Mange rapporter om dødelige forgiftninger av dyr og flere tilfeller av humane forgiftninger tyder på at cyanobakterier utgjør et helseproblem. Derfor har verdens helseorganisasjon (WHO) og en rekke nasjonale helsemyndigheter og forskningsmiljøer vist stor interesse for disse organismene.

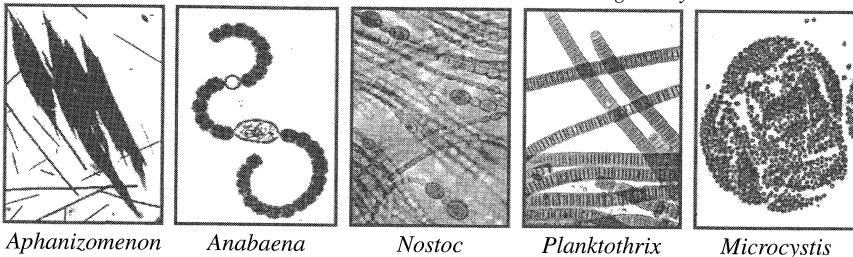
Cyanobakterieoppblomstringer er et globalt voksende problem, som fører til at mange vann ikke egner seg som rekreasjonsområder. Erfaringer fra utlandet, hvor cyanobakterieoppblomstringer er et større problem enn i Norge, har vist at helserisikoen varierer fra kortvarig øye- og hud-

irritasjon ved kontakt til akutte forgiftninger ved svelging av cyanobakterier. Konsekvensene av disse oppblomstringene blir derfor ofte at rekreasjonsområdene stenges for å unngå helseskader. Dette skaper ikke bare problemer for de som bruker områdene til rekreasjon, men også for næringsvirksomhet knyttet til rekreasjonsområdene.

## Cyanobakterier

Cyanobakterier er en naturlig del av fytoplaktonet i de fleste akvatiske økosystemene fra arktiske strøk til varme kilder, så lenge pH er nøytral eller svakt basisk, og så lenge vannet strømmer sakte. Cyanobakterier er mikroskopiske, fotosyntetiske organismer, encellede eller trådformede (Fig. 1) og kan inneholde flere pigmenter som gir de en blågrønn, rød eller svart farge.

Fig. 1. Cyanobakteriearter



Cyanobakteriene er trolig de eldste nålevende organismene på jorden, og har gjennom årtusener tilegnet seg mange egenskaper som gjør de meget konkurransedyktige i sitt miljø. Noen arter kan binde atmosfærisk nitrogen slik at de er uavhengig av oppløst nitrogen. De planktoniske cyanobakterieartene kan regulere egenveksten (opptriften). Denne mekanismen sty-

res av lys og næringstilgang, slik at cyanobakteriene vil kunne oppholde seg der hvor vekstvilkårene er gunstigst, mens grønnalger, diatomeer o.l. synker til bunns. Egenvekt-reguleringen kan føre til at cyanobakteriene beveger seg helt til overflaten og blir værende der og danner det som populært kalles en oppblomstring (Fig. 2).



Fig. 2. Cyanobakterieoppblomstring (det skumbelagte området nærmest land)

Det har vist seg at cyanobakterieoppblomstringer er et økende problem. Dette skyldes trolig at eutrofieringen av vann og vassdrag har forskjøvet den naturlige økologiske balansen til fordel for cyanobakteriene.

### Cyanobakterietoksiner

Det har lenge vært kjent at cyanobakterier representerer en helse- og sykdomsfremkallende faktor for mennesker og dyr. Den første forgiftningen av dyr ble beskrevet i Australia på slutten av 1800-tallet

(Francis, 1878). I årene 1960-1980 ble det vist at cyanobakteriene produserer en gruppe lever-ødeleggende toksiner (microcystiner) og en gruppe nervetoksiner (anatoksiner), begge disse gruppene er meget potente toksiner og kan resultere i død. Det ble også funnet at cyanobakteriene i likhet med andre bakterier produserer endotoksiner (lipopolysakkarider, LPS) som en del av celleveggen. Etter at microcystinene og anatoksinene ble oppdaget ble alt videre arbeid fokusert på

disse komponentene, og det faktum at cyanobakteriene alltid produserer LPS ble delvis neglisjert, muligens fordi det viste seg at cyanobakterie-LPS var 10 ganger mindre potent enn *Salmonella*-LPS (Raziuddin et al., 1983). Det har vist seg at LPS sammen med microcystin gjør microcystin mere giftig, fordi LPS hemmer den naturlige avgiftningsmekanismen. Når en oppblomstring ble omtalt som toksisk eller ikke toksisk, har man kun referert til om oppblomstringen produserte microcystiner eller anatoksiner. Det er riktigere å ha som utgangspunkt at alle cyanobakterieoppblomstringer er toksiske på grunn av

LPS innholdet. Det er dessuten dokumentert at de fleste tilfelle av helse-skader som skyldes cyanobakterier er forårsaket av LPS (Kuiper-Goodman et al., 1999).

Microcystinene og anatoksinene er utvilsomt potente toksiner, også LPS er et godt beskrevet toksin knyttet til bakterier, men det er vist at cyanobakterier også produserer en rekke peptider med (en uheldig) biologisk aktivitet. Foreløpig vet vi lite om giftigheten til disse peptidene, det vil derfor være riktig å omtale disse komponentene som "bioaktive peptider" (Tab. 1).

Tabell 1: Viktige grupper toksiner og bioaktive peptider som produseres av cyanobakterier

| Toksiner   | Bioaktive peptider   |
|--|--|
| Microcystiner<br>Nodulariner<br>Anatoksiner<br>Lipopolysakkarider<br>Cylindrospermopsin<br>Saksitoksiner | Microviridiner<br>Anabaenopeptiner<br>Cyanopeptoliner<br>Aeruginosiner |

For å undersøke forekomsten av de bioaktive peptidene har vi analysert alle stammene av *Planktothrix* (92) som er isolert ved Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA). Resultatene viste at alle stammene produserte flere bioaktive peptider. Siden de fleste av de isolerte stammene kommer fra norske vann er det rimelig å anta at også naturlige oppblomstringer produserer disse bioaktive peptidene. Vi har også analysert ca. 100 stammer, isolert fra andre europeiske land, og funnet det samme mønsteret. Dette

tyder på at oppblomstringer av cyanobakterien *Planktothrix* i grove trekk produserer de samme komponentene over hele Europa.

Denne datasamlingen vil være godt egnet til å forutsi hvilke toksiner som kan forekomme i et vann når cyanobakterieartene i vannet er kjent.

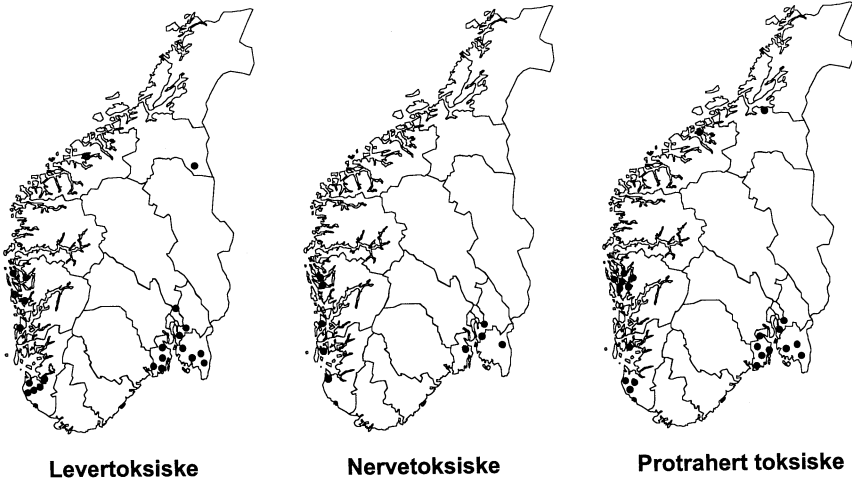
## Forholdene i Norge

Cyanobakterieoppblomstringer er vanlig i en rekke norske vannkilder. Det er til nå ikke gjort en systematisk undersøkelse av dette fenomenet på

landsbasis. Det er heller ikke utført epidemiologiske eller oppfølgene studier av personer som har vært eksponert for cyanobakterier. De oversiktene som er laget bygger i hovedsak på prøver som er sendt til analyse av toksiner via de lokale næringsmiddeltilsynene. Det er personer som har vært bekymret over at vann er blitt grønne, og det er stort sett prøver fra områder i Sør-Norge som er sendt til analyse.

I et samarbeid mellom Norges Veterinærhøyskole, Norsk Institutt for Vannforskning og Folkehelseinstituttet ble det fra 1978 til 1998 (Utkilen et al. 2001) registrert 40 vann med regelmessige cyanobakterieoppblomstringer i Sør-Norge. Disse oppblomstringene fordeler seg over Østlandet og Vestlandet som vist i Fig. 3.

Fig. 3. Toksiske cyanobakterier i Sør-Norge



Av disse oppblomstringene produserte 25% nervetoksiner og 65% leverødeleggende toksiner (microcystiner), mens vi kan gå ut fra at alle produserte LPS. Vi hadde ingen mulighet til å analysere for bioaktive peptider på denne tiden, men ved hjelp av muse-test ble det vist at mange oppblomstringer inneholdt stoffer som førte til at musene døde i løpet av 24 timer. Musene dør etter ca. 90 min. som følge av microcystin-forgiftning og etter ca. 10 min. når nervetoksiner er involvert. Komponentene som forårsaker de "forsinkede" dødsfallene er ukjente og betegnes som protraherte toksiner. Det er mulig at de senere oppdagede bioaktive peptidene kan tilhøre denne gruppen. Undersøkelser fra 1978-1998 viste at av de toksinene vi kunne identifisere, så var microcystin vanligst i norske cyanobakterieoppblomstringer. Rapporten fra Rogaland om husdyr som døde etter å ha drukket vann som inneholdt cyanobakterier viser at årsaken trolig var microcystin.

368

En undersøkelse av en oppblomstring med *Planktothrix* i Steinsfjorden sommeren 2003, viste (Fig. 4) at

denne oppblomstringen produserte tre grupper peptider: microcystiner, anabaenopeptiner og aeruginosiner.

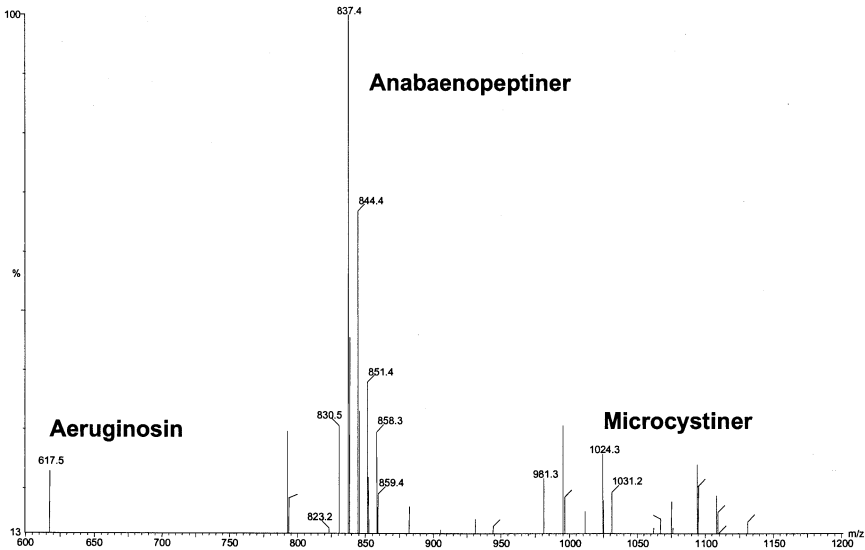


Fig. 4. LC-MS kromatogram som viser gruppene av bioaktive peptider som *Planktothrix* produserte sommeren 2003 i Steinsfjorden.

Det samme mønsteret finner vi også for andre norske vann med cyanobakterieoppblomstringer. Helseerisikoen knyttet til de bioaktive peptidene vet vi ingenting om, men det er trolig at observerte reaksjoner etter kontakt med oppblomstringer skyldes en blanding av toksiner og bioaktive peptider.

## Helseproblemer

Eksposering for cyanobakterier er mulig ved:

A) Direkte kontakt av sensitive områder som ører, øyne, munn og svelg og områder dekket av badetøy, som gjør at vannet har god kontakt med huden i lang tid.

B) Ufrivillig svelging av cyanobakterier og inhalering av aerosoler.

Flere godt dokumenterte helseskader knyttet til kontakt med cyanobakterier er beskrevet. I Canada i 1959 ble 13 personer syke etter å ha badet i et vann med cyanobakterier.

Symptomene var muskelsmerter og smertefull diare, og i feces til en av pasientene ble det funnet *Microcystis*-celler. Disse personene hadde badet i vannet til tross for advarsler (Dillenberg og Dehnel, 1960). I 1989 viste 10 engelske rekrutter tydelige tegn på forgiftning (oppkast, diare, sterke magesmerter, blemmer på leppene og sår hals) etter bading og kanotrening i et vann med en kraftig oppblomstring

av *Microcystis*. To av rekruttene utviklet alvorlig lungebetennelse og måtte innlegges på sykehus (Turner et al., 1990). I Australia viste en epidemiologisk studie av 852 personer, som hadde vært i kontakt med en oppblomstring, et øket antall tilfelle av diare, oppkast, forkjølelses-symptomer, sår hud, blemmer i munnen, feber, øye- og øre-irritasjon (Pilotto et al., 1997). Denne studien, som tok for seg eksponering for relativt lave konsentrasjoner av cyanobakterieceller, viste at helseskadene var relatert til mengden cyanobakterier og ikke til konsentrasjonen av microcystin. Det er derfor rimelig å anta at reaksjonene også skyldtes andre og ukjente cyanobakteriemetabolitter, som for eksempel bioaktive peptider. Eksponering av cyanobakterier utgjør helt tydelig en helserisiko, og reaksjonene spenner fra kortvarige plager som diare, sår hals og blemmer på slimhinner til mere alvorlige forgiftninger.

## Overvåkning

Strandområder som benyttes hyppig av familier med små barn bør overvåkes nøye, fordi små barn ofte sitter i vannkanten og leker, en aktivitet som både fører til aerosoldannelse og til at vann svelges. Små barn er dessuten en høyrisikogruppe fordi immunforsvaret ikke er helt utviklet.

Å bedømme den potensielle helse- risikoen i et vann som brukes til rekreasjon er vanskelig fordi oppblomstringene endres hurtig. Oppblomstringer kan føres rundt med vinden og konsentreres i strandsonen i vindretningen. Dersom en vindretning

er fremtredende i et område kan en med en viss sikkerhet utpeke de ut-satte områdene.

Sammensetningen av fytoplanktonet har vist seg å følge et bestemt mønster fra vår til høst.

Om våren, når vanntemperaturen er lav og lysintensiteten er høy, vil diatomeer være dominerende. Om sommeren, når vanntemperaturen er høy og lysintensiteten er høy, vil grønnalgene være dominerende. Først på sensommeren, når vanntemperaturen fremdeles er høy og lysintensiteten er lav, vil cyanobakteriene bli dominerende. Det er også på denne tiden at rekreasjonsaktiviteten knyttet til vann er høy. Det vil derfor være naturlig å overvåke forekomsten av cyanobakterier i rekreasjonsområder intenst i denne perioden.

En regelmessig visuell inspeksjon av rekreasjonsområdene kan være tilstrekkelig og er som regel mer effektivt enn å ta jevnlige prøver for toksinanalyser, fordi analyser tar tid og innen resultatet foreligger kan situasjonen være en helt annen. Det kan derimot være fornuftig å ta noen prøver for å få en oversikt over hvilke toksiner eller bioaktive peptider den aktuelle oppblomstringen produserer.

WHO har utarbeidet retningslinjer for hvordan cyanobakterieoppblomstringer kan håndteres. Det opereres med tre nivåer basert på mengden cyanobakterier som forekommer i vannet, og utgangspunktet er at en bestemt mengde cyanobakterier representerer en bestemt mengde toksin. Den enkleste måten å bestemme biomassen til cyanobakterier på er å måle mengden klorofyll-a og samtidig for-

visse seg om at cyanobakteriene er dominerende, fordi alger også inneholder klorofyll-a. Klorofyll-a er en relativt enkel parameter å måle dersom en har tilgang til et spektrofotometer. De andre metodene for å bestemme mengden cyanobakterier er enten å telle celler eller bestemme biovolumet. Disse metodene krever en del erfaring og er litt mer kompliserte enn klorofyll-bestemmelsen.

En oppblomstring som fører til skumdannelse, eller inneholder over 50 µg klorofyll/l når cyanobakterier er dominerende, representerer en alvorlig helserisiko. På grunn av et potensiale for akutte forgiftninger må tiltak som advarsler og forbud mot bading iverksettes. Dersom klorofyll-a mengden ligger mellom 10 til 50 µg/l anses dette som en middels helserisiko, og plakater med advarsel settes opp. Ved klorofyll-a konsentrasjoner under 10 µg/l er der ingen helserisiko knyttet til cyanobakterier, men det anbefales å fortsette overvåkingen.

Det vil være fornuftig med en organisert overvåking av kilder med regelmessige oppblomstringer for å advare brukerne mot potensielle helseskader. Verdens helseorganisasjon (WHO) har engasjert seg sterkt i problemstillingen og utgitt en bok som dekker alle sider ved dette problemet (Chorus, Bartram, 1999), også hvordan en overvåking bør gjennomføres. Mange europeiske land har etablert organiserte overvåkingsprogrammer for vannkilder brukt til rekreasjon eller som drikkevann, ofte basert på WHO's retningslinjer. Som en enkel regel kan en si at cyanobak-

terieoppblomstringer opptrer på sensommeren, når vanntemperaturen er ganske høy og lyset ikke for sterkt, og det er på denne tiden det vil være fornuftig å overvåke forekomsten av cyanobakterier i vann.

## Konklusjon

Alle cyanobakterieoppblomstringer må betraktes som en helserisiko, selv om de i de fleste tilfelle kun fører til mindre ubehag som hudirritasjon eller diare. Fordi cyanobakterieoppblomstringer kan resultere i akutte forgiftninger, er små barn, personer med allergier eller personer med nedsatt immunforsvar spesielt utsatt. Derfor må populære ferskvannsrekreasjonsområder, hvor cyanobakterieoppblomstringer har forekommet, overvåkes og advarsler settes opp ved oppblomstringer.

## Referanser:

- Francis**, G. (1878). Poisonous Australian lake. *Nature* 18: 11-12
- Raziuddin**, S., Siegelman, H.W. & Tornabene, T.G. (1983). Lipopolysaccharides of the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa*. *Eur. J. Biochem.* 137: 333-336.
- Kuiper-Goodman**, T., Falconer, I., Fitzgerald, J. (1999). Human health aspects. I, Toxic cyanobacteria in water. Eds I. Chorus & J. Bartram. E & FN Spon pp: 120-121.
- Utkilen**, H., Skulberg, O.M., Skulberg, R., Gjølme, N., & Underdal, B., (2001). Toxic cyanobacterial blooms of inland waters in southern Norway 1978-1998. I *Cyanotoxins* Ed. I Chorus. Springer; pp: 46-49.
- Dillenberg**, H.O. & Dehnel, M.K.

(1960). Toxic water bloom in Saskatchewan 1959. *Can. Med. Assoc. J.*, 83:1151-1154.

**Turner, P.C., Gammie, A. J., Hollinrake, K. & Codd, G.A.** (1990). Pneumonia associated with cyanobacteria. *Br. Med J.*, 300: 1440-1441.

**Pilotto, L.S., Douglas, R.M., Burch, M.D., Cameron, S., Beers, M., Rouch, G.R. Robinson, P., Kirk, M., Cowie,**

**C.T., Hardiman, S., Moore, C. & Attewell, R.G.** (1997). Health effects of recreational exposure to cyanobacteria (blue-green algae) during recreational water related activities. *Aust. N. Zealand J. Public Health* 21: 562-566.

**Chorus, I. & Bartram, J.** (1999). Toxic cyanobacteria in water. E & Fn Spon.