

Kartlegging av fargeøkning i norsk overflatevann og mulige årsaker

Av Helge Liltved, Richard Wright og Egil Gjessing

Helge Liltved og Richard Wright er forskere ved Norsk institutt for vannforskning og Egil Gjessing er professor ved Høyskolen i Agder

Innlegg på juleseminar 21. desember 2001

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) i samarbeid med Høyskolen i Agder (HiA) er i gang med et prosjekt om naturlig organisk material (NOM) i norske drikkevannskilder. Prosjektet inngår i Norges forskningsråds program "Drikkevannsforskning mot år 2000". Bakgrunnen for prosjektet er de mange meldingene som foreligger om tildels dramatiske økninger i fargetall i norske drikkevannskilder. Dette har medført at vannverk som for bare noen år siden ble bygget uten fargefjerning da kilden ble vurdert som god, nå må påregne ombyggingkostnader for å inkludere fargefjerning. Fargetallet overstiger nivået som er fastsatt som største tillatte konsentrasjon (20 mg Pt/l) i "Forskrift om vannforsyning og drikkevann mm." fra Sosial- og helsedepartementet. Data fra statlige programmer for forurensningsovervåking (SFT 2000) tyder også på at det har skjedd regionale økninger i totalt organisk karbon (TOC), som er hovedkilden til farge i overflatevann. Slike økninger

er også rapportert fra andre land, f.eks. Sverige (Forsberg and Petersen 1990), og Storbritannia (Monteith and Evans 2000). I Storbritannia er det vist statistisk signifikant økning i TOC i 10-års perioden 1989-1998 ved 19 av 22 undersøkte lokaliteter

Prosjektet tar mål av seg å samle og bearbeide data fra vannverk og statlige overvåkingsprogrammer, for å dokumentere regionale økninger i fargetall og TOC, og å studere mulige samvariasjoner med forsørings-, nedbørs-, temperatur-, og kalkingsdata. Dette for å kunne drøfte mulige årsaker og utviklingstrender.

Fargetall

Mengden av naturlig organisk materiale (NOM) i vann måles på ulike måter. Fargetallet er en enkel måling relatert til vannets utseende, og måles jevnlig ved de fleste vannverk. Totalt organisk karbon (TOC) er en mer komplisert analyse, og måles i første rekke ved de større vannverkene. TOC angir konsentrasjonen av organisk bundet karbon i vannet. Fargetallet måles idag fotometrisk ved sammenligning med standardløsninger av et

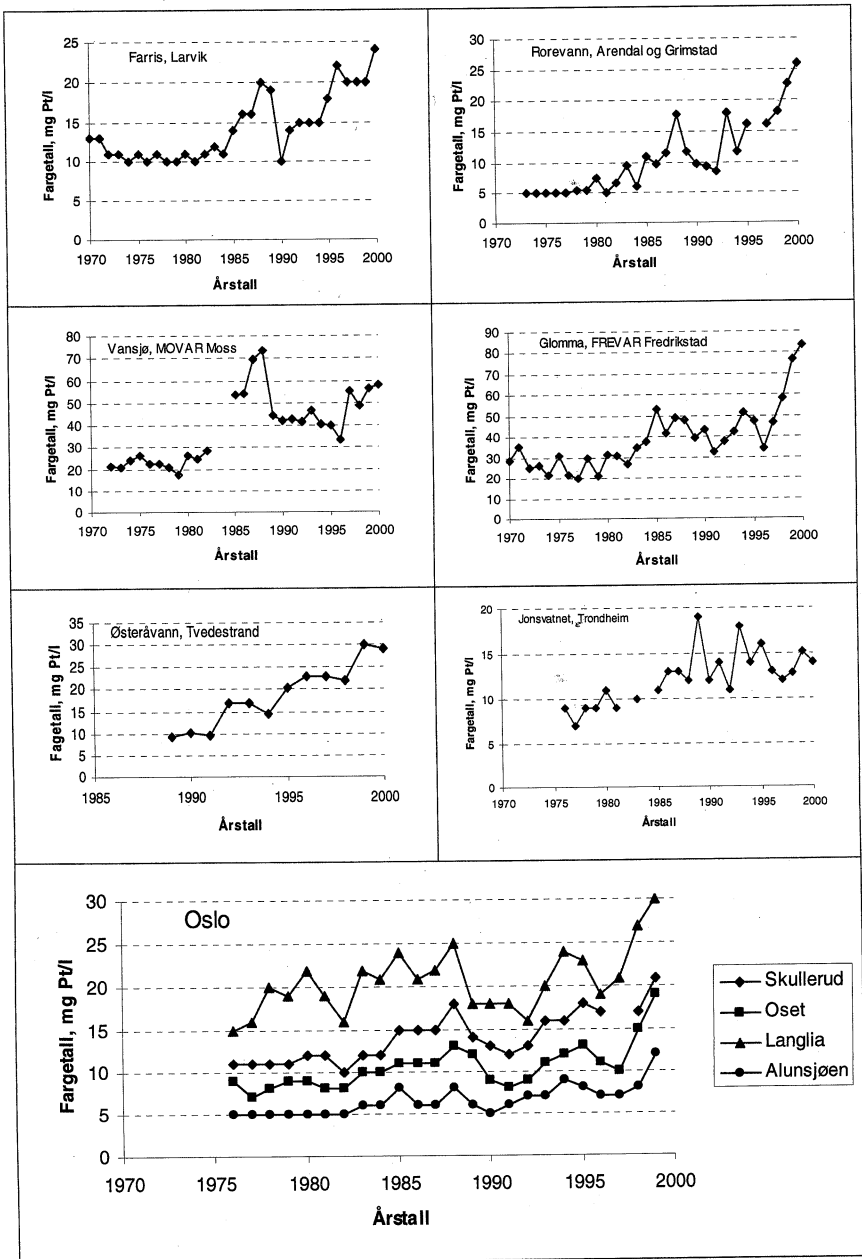
platinasalt, og uttrykt i enheter mgPt/l. Tidligere ble det benyttet en visuell komparatorsteknikk som ga dårligere presisjon. Imidlertid gir de to metodene sammenliknbare resultater på filtrerte prøver (Hongve og Åkesson 1996). TOC måles ved først å oksidere organisk bundet karbon til CO₂. Deretter måles mengden CO₂ og oppgis som mgC/l.

Dersom man ønsker lange tidserier for NOM-innholdet i råvannet ved norske vannverk, er det stort sett fargetall som er tilgjengelig. Mange vannverk har fargetallsmålinger så langt tilbake som fra 70-tallet, og som vi har vært så heldige å få tilsendt på forespørsel. I figur 1 er det vist fargetallsutviklingen for totalt 9 vannkilder i Sør-Norge og en i Trøndelag. Disse viser alle signifikante økninger. Flere vannverk har opplevd en 3-dobling i fargetallet i løpet av de siste 10-20 år. Fargetallsøkningen synes ikke å være lineær, men ha periodiske svingninger som i stor grad sammenfaller i de ulike vannkildene. Dette kan spesielt observeres for vannkildene i Oslo (figur 1), hvor kurveforløpene er svært like. Dette indikerer at økningene ikke er bestemt av lokale forhold ved den enkelte kilde, men er styrt av utenforliggende årsaker som påvirker større områder.

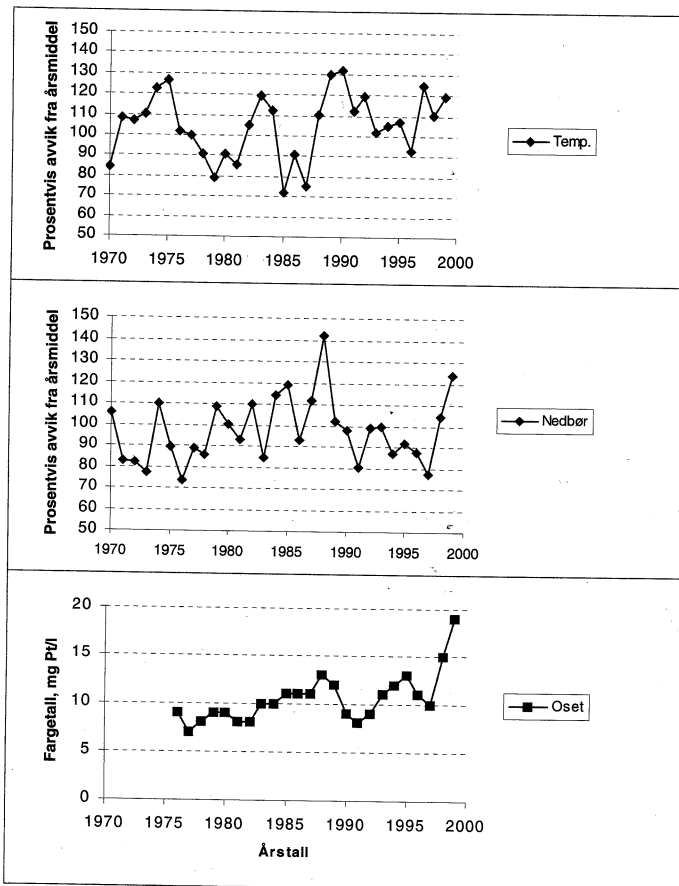
Generelt var fargetallet lavt på 70-tallet. En økningen synes å starte mellom 1980 og 1985 for å nå en topp i 87 og 88, for deretter å synke noe, å nå et lavpunkt igjen rundt 1990. På 90-tallet har fargetallet økt til svært høye verdier i alle kildene i 1999 og 2000. I slutten av 1960-årene og tidlig i 70-årene ble det fra svensk side rapportert om en økning i antallet "blankvannsjøer". Det ble den gang antydning en mulig sammenheng med den pågående forsuringen.

De største fargeøkningene har funnet sted på Sørlandet og deler av Østlandet, men det er også blitt registrert betydelige økninger i drikkevannskilder på Vestlandet og i Trøndelag.

I figur 2 er fargetallsutviklingen ved Oset (Maridalsvannet) i Oslo vist og sammenholdt med nedbørs- og temperaturdata (prosentvis avvik fra årsmiddel). Ved å sammenlikne verdiene for de enkelte år, synes det å være en grad av samvariasjon. De høye fargetallene i 1988 og 1989 sammenfaller med høye gjennomsnittstemperaturer i de samme årene, og en nedbørstopp i 1988. De høye fargetallene i 1998 og 1999 sammenfaller også med høy temperatur og nedbørsintensitet.



Figur 1. Fagetallsutviklingen i kildene til 10 vannverk.



Figur 2. Fargetallsutviklingen ved Oset (Maridalsvannet) i Oslo vist og sammenholdt med nedbørs- og temperaturdata (prosentvis avvik fra årsmiddel) (kilde: Meteorologisk Institutt).

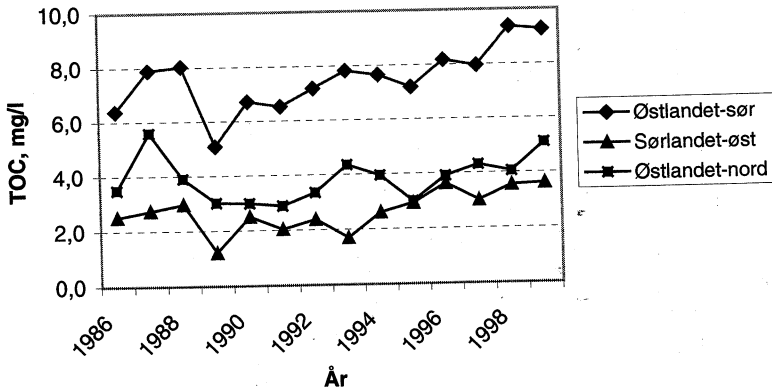
Totalt organisk karbon (TOC)

NIVAs sur nedbør database inneholder en rekke dataserier fra innsjøer og bekker over hele landet som dokumenterer utviklingen av TOC-konsentrasjoner i de siste 20-30 år. Siden 1980 inngår de fleste av disse lokaliteter i SFTs overvåkingsprogram for langtransportert forurenset luft og nedbør (SFT 2000). Gjennomgående er det en

generell økning i løpet av 1990-årene, spesielt på Sørlandet og Østlandet. Både bekker og innsjøer viser trenden. For eksempel har de gjennomsnittlige TOC-konsentrasjonene i 14 innsjøer på Østlandet, prøvetatt hver høst siden 1986, økt fra 5-6 mgC/l i 1989-90 til ca. 9 mgC/l i 1998-99 (Østlandet-sør, Figur 3). Signifikante økninger er også påvist i regionene Sørlandet-øst og Østlandet-nord. I 13 innsjøer i region Sørlandet-

vest er økningen fra 2-3 til rundt 4 mgC/l. Også på Vestlandet hvor vannet inneholder vesentlig lavere konsentrasjoner, har TOC-konsentrasjonene økt.

I likhet med for fargetallene framkommer et lavpunkt rundt 1990. Fra dette tidspunktet har det vært en tildels kraftig økning fram til dagens nivå.



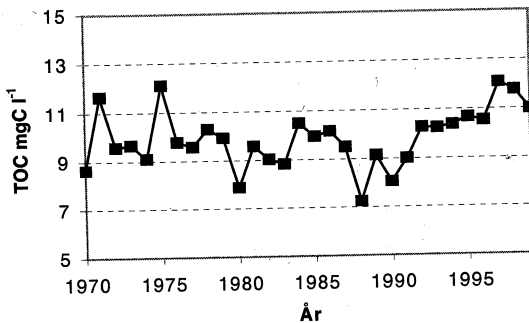
Figur 3. TOC-verdier fra Østlandet og Sørlandet i perioden 1986-1999. Data fra SFT (2000).

Den lengste dataserien for TOC er fra 20 små tjern i Langtjern-området i Buskerud (Figur 4). TOC-verdiene i disse vannene var forholdsvis høy i 1970-årene, lavere i 1980-årene, for så å øke igjen i 1990-årene.

Økningen i TOC-konsentrasjonene de siste 10 årene synes ikke å være bestemt av forsurenings-situasjonen. Både vann i forsurede områder og vann i upåvirkede områder viser den

samme trenden. Økningen finnes både i vann med lav pH og vann med høy pH.

Generelt kan det synes som den prosentvise økningen har vært høyere for fargetall enn for TOC. Hvorvidt karakteren av det organiske stoffet som er tilført de senere årene skiller seg fra tidligere "NOM-typer" gjenstår å undersøke.

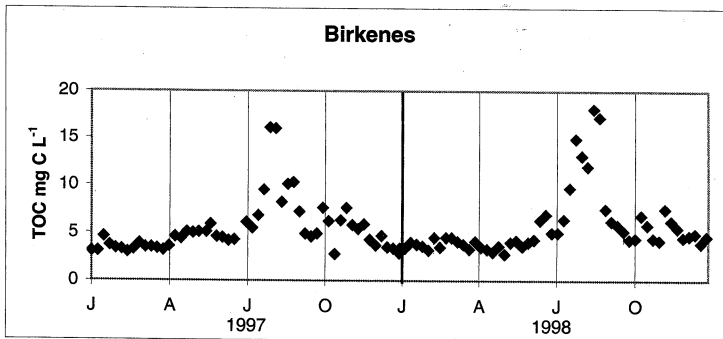


Figur 4. TOC konsentrasjoner i 20 små tjern i Langtjern-området i Buskerud i perioden 1970-1999. Data fra NIVA.

Sesongsvingninger i TOC

TOC-konsentrasjoner i avrenningsvann i Norge har ofte et karakteristisk mønster over året, med høye konsentrasjoner på våren og tidlig på sommeren og i tilknytning til høstnedbør, og lave konsentrasjoner om vinteren (Figur 5). De høye verdiene om

våren antas å være oppmagasinert NOM fra vinterperioden. Om sommeren vil det være en høy omdannelseshastighet av organisk materiale i jordsmonnet på grunn av høyere temperatur. Dette organiske materialet vaskes ut med nedbøren om høsten.



Figur 5. TOC-konsentrasjoner i Birkenes-bekken, Birkeland kommune, Aust-Agder. Data fra SFT 1998 og SFT 1999.

Årsaker til økt fargetall og TOC i norsk overflatevann

Av mulige forklaringer til økt fargetall og TOC i norsk overflatevann kan klimatiske forhold (temperaturøkning og endringer i nedbørsmønster) være hovedårsaken. Imidlertid kan også andre faktorer virke inn lokalt og regionalt. De økte tilførselene av organisk materiale stammer antakelig fra nedbørfeltet, og ikke fra selve vannkilden.

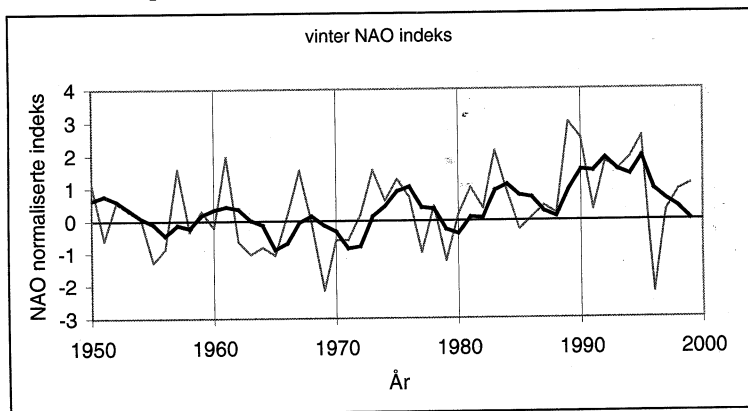
Grunnen til at klimatiske variasjoner lanseres som en hovedforklaring er at økningen har skjedd samtidig over en større region, i områder påvirket av sur nedbør samt områder som er upåvirket, og i allslags vanntyper fra typisk humusrike skogssjøer til klarvanns fjellsjøer. Både temperatur og fuktighet påvirker nedbrytningen av organisk materiale i jorda. Det er derfor nærliggende å pos-

tulere at økt NOM-innhold i stor grad kan forklares med økt temperatur og endrede nedbørforhold i nordvest Europa i 1990-årene. I store deler av Sør-Norge har milde vintre gitt kortere frostperioder og mer nedbør som regn vinterstid, noe som kan gi økt omsetning og utvasking av NOM.

Den såkalte nordatlantiske oscillasjon (NAO) gir et bilde for den generelle vær-situasjon i nordvest Europa. NAO er definert som trykkforskjellen mellom Azorene i sør (høytrykk) og Island i nord (lavtrykk). Trykkgradienter i Nord-Atlanteren er vanligvis størst om vinteren. NAO-indeksen er positiv når trykkgradienten er stor, og slike tilstander er preget av sterke vinder med forholdsvis varme og fuktige luftstrømmer fra sør og sørvest.

NAO-indeksen var usedvanlig høy i vintrene ved slutten av 1980-årene og de fleste av 1990-årene (Figur 6). I Sør-Norge var mange av disse årene preget av forholdsvis varme vintre på Østlandet og Sørlandet, og stormfulle nedbørrike vintre på Vestlandet. Dette

kan være forklaringen på økningen i NOM. Imidlertid er det ingen signifikant sammenheng mellom NAO vinterindeks og TOC-konsentrasjonene i vann for de norske innsjøer og feltforskningsområder benyttet her.



Figur 6. Verdier for den Nord-Atlantiske oscillasjon-indeksen (vinter måneder des-jan-feb-mars) for tidsperioden 1950-2000. Den tykke linjen angir 4-års flyttende middelverdien. (Kilde: Climate Research Unit, University of East Anglia, UK).

Globalt klima har naturlige sykluser på ca. 10-20 år. Den Nord-Atlantiske oscillasjonen tilsvarer den berømte El Nino i sørhemisfæren, og begge er sykliske. Hvis NAO er den overordnede årsaken til økningen i fargetall og TOC i vann i 1990-årene, er det derfor sannsynlig at konsentrasjonene vil gå ned igjen når NAO begynner den neste syklusen i de nærmeste år.

Over lengere tid kan menneskeskapte klimaendringer føre til økt hyppighet av høy vinter NAO-indeks (kilde: REGKLIM prosjekt - CICERO). Prognosen for Norge for de neste 30-50 år er for Østlandet varmere og tørre vintre, mens for Vestlandet mer nedbør og hyppigere stormer. Med andre ord de "unormale" vintre i 1990-årene kan komme

til å være "normale" i fremtiden. Og da kan farge- og TOC-økningen være mer langvarig.

Referanser

- Forsberg C. and Petersen R.C. 1990. A darkening of Swedish lakes due to increased humus inputs during the last 15 years. Verh. Internat. Verein. Limnol., 24, 289-292.
- Grønås S. 1999. NAO: En vekselvirkning mellom atmosfære og hav? CICERONE, nr. 5/99, s. 26-28.
- Hongve D. and Åkesson G. 1996. Spectrofotometric determination of water colour in Hazen units. Water Research, 30, 2771-2775.

Monteith, D. T. and Evans, C. D. 2000. 10 Year Report. Analysis and Interpretation of Results, April 1988 - March 1998. UK Acid Waters Monitoring Network ENSIS Publishing, London.

SFT. 1998. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport -- Effekter 1997. Statlig program for forurensningsovervåking Rapport 748/98, Statens forurensningstilsyn, Oslo, Norway. 215 pp.

SFT. 1999. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1998. Statlig program for forurensningsovervåking Rapport 781/99, Statens forurensningstilsyn, Oslo, Norway.

SFT. 2000. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 1999. Statlig program for forurensningsovervåking Rapport Statens forurensningstilsyn, Oslo, Norway. 198 pp.