



RAPPORT LNR 5527-2008

Overvåking av Vestvannet/Borredals- dammen i Østfold, 2007



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 2218 51 00
Telefax (47) 55 23 24 95

NIVA Midt-Norge

Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Overvåking av Vestvannet/Borredalsdammen i Østfold, 2007	Løpenr. (for bestilling) 5527-2008	Dato 21.12.07
	Prosjektnr. Undernr. 27209	Sider Pris 19
Forfatter(e) Thomas Rohrlack Markus Lindholm	Fagområde Limnologi	Distribusjon Fri
	Geografisk område Østfold	Trykket Copycat

Oppdragsgiver(e) FREVAR KF, Fredrikstad	Oppdragsreferanse Renè Karstensen
--	--------------------------------------

Sammenheng

Det er gjennomført en overvåking av vannkvalitative parametere i Vestvannet og Borredalsdammen ved Fredrikstad, gjennom sommeren 2007. Rapporten gir en oversikt over viktige funn og trender, med fokus på trofigrad, algesammensetning og blågrønnalger. Data fra tidligere år er satt opp mot årets funn, og viser at de fleste variabler har vært stabile over de siste 16 år. Lengre tidsserier viste en moderat reduksjon i fosforinnholdet for Vestvannet, og også innholdet av klorofyll-a har gått ned. Det ble bare sporadisk registrert microcystin i innsjøene.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. overvåking av blågrønnalger	1. monitoring of cyanobacteria
2. drikkevann	2. drinking water
3. Vestvannet	3. Lake Vestvannet
4. Borredalsdammen	4. Lake Borredalsdammen

Thomas Rohrlack

Thomas Rohrlack
Prosjektleder

Jarle Nygard

Jarle Nygard
Fag- og markedsdirektør

Overvåking av Vestvannet/Borredals- dammen i Østfold, 2007

Forord

Rapporten redegjør for resultatene av overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen i 2007, men med bakgrunnsdata også fra tidligere år. Oppdragsgiver har vært FREVAR KF i Fredrikstad, og er gjennomført i henhold til avtale av april 2007.

Datamaterialet som er lagt til grunn for rapporten er samlet inn gjennom et felles overvåkingsprogram mellom NIVA og FREVAR. I drøftelsene er det videre brukt data innhentet fra Fylkesmannen i Østfold (Østfoldprosjektet).

Thomas Rohrlack har vært prosjektleder for undersøkelsen og Markus Lindholm har stått for bearbeiding av data og sammenstilling av rapport. Oppdragsgiver og medarbeidere takkes for godt samarbeid.

Oslo 21.12.2007

Thomas Rohrlack
Prosjektleder

Innhold

1 Sammendrag	5
2 Innledning	7
3 Resultater og diskusjon	8
3.1 Fysiske rammer	8
3.1.1 Oksygen og temperatur	8
3.1.2 Siktedyp	9
3.1.3 Suspendert tørrstoff	10
3.1.4 Silikat	11
3.1.5 Næringssalter	12
3.2 Algesamfunnet	14
3.2.1 Klorofyll-a, algemengde og sammensetning	14
3.2.2 Blågrønnalger	18
4 Konklusjoner	19

Sammendrag

Norsk Institutt for Vannforskning/NIVA har gjennomført en overvåking av vannkvaliteten i Vestvannet og Borredalsdammen ved Fredrikstad i 2007, med særlig fokus på algeplankton og blågrønnalger. Resultatene er sammenholdt med data fra tidligere år.

Vestvannet og Borredalsdammen fremstår som svakt mesotrofe klarvannssjøer, med middels innhold av næringssalter. Innholdet av både totalt fosfor og klorofyll har gått ned gjennom den perioden vi har hatt data for, og det meste av algesamfunnet utgjøres av arter som er vanlige i Østfolds innsjøer, og er ikke giftproduserende. Generelt var algeinnholdet lavt i innsjøene. På ettersommeren ble det registrert en oppblomstring av *Gonyostomum semen*. Forekomsten av blågrønnalger var beskjeden, men giftproduserende arter, som *Planktotrix*, ble påvist. Det ble påvist microcystin på ettersommeren, men i svært lave konsentrasjoner.

Summary

Norwegian Institute for Water Research/NIVA has conducted a monitoring survey of the water quality in Lake Vestvannet and Lake Borredalsdammen by Fredrikstad in 2007, with focus on planktonic algae and cyanobacteria. The findings are compared to data from previous years.

Lake Vestvannet and Lake Borredalsdammen appear as weakly mesotrophic clear water lakes, with moderate contents of mineral nutrients. The values for total phosphorus and chlorophyll-a have declined during the period our data cover, and most of the algae species which constitute the community are common in the lakes of Østfold, and are not toxic. The general algae content in the two lakes was low. We recorded however a bloom of *Gonyostomum semen* during late summer. Occurrence of cyanobacteria was low, but toxic species, as *Planktotrix*, were present. Microcystin was detectable during the end of the season, but in very low concentrations.

Title: Monitoring of Lake Vestvannet/Lake Borredalsdammen in Østfold, 2007.

Year: 2007

Author: Thomas Rohrlack, Markus Lindholm

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5

1. Innledning

Vestvannet og Borredalsdammen, ved Fredrikstad i Østfold, er i utgangspunktet svært ulike innsjøer. Riktignok befinner begge bassengene seg nær Oslofjorden, under den marine grense, og ligger på sure granittbergarter, lokalt overdekket med marin leire. For øvrig er de imidlertid forskjellige. Vestvannet ligger inntil Glommas vestre løp etter at elva deler seg ved Furuholmen, og er en "blindtarm" til Glomma, uten gjennomstrømming. Vann tilføres fra elva ved stigende vannføring og motsatt ved synkende vannføring. Vestvannet er slik sett sterkt påvirket av Glomma, og vil i mange henseende reflektere de skiftninger som store elver viser gjennom sesongen, med svingninger i biologisk produksjon, næringsstoffer og kjemiske parametere.

Borredalsdammen er et 1,5 km langt smalt, avlukket basseng, som næres av 14 bekker av varierende størrelse. Maksimalt dyp er anslått til 8 m, mens de to endene begge er grunne. Sjøen ligger i et friområde utenfor Fredrikstad. Nedbørsfeltet er forholdsvis lite, og består for en stor del av blandingsskog, med noe tilsig fra turtrafikk, ridning og friluftsliv. Dammen ble anlagt i 1912, og huser nær ti ulike fiskearter. Også dammusling er vanlig.

De to sjøene utgjør til sammen drikkevannsreservoar for Fredrikstad, og forsyner industri og 65 000 mennesker med drikkevann. Vannet pumpes fra Vestvannet i Glomma via en pumpestasjon over til Borredalsdammen, som er råvannsreservoar. Anlegget har vært i drift siden 1950-tallet, og leverer i gjennomsnitt ca 42 000 m³ vann pr døgn.

I 2006 ble det registrert sjenerende lukt i drikkevanskilden for Fredrikstad. Vannprøver ble tatt 19. september og 2. november (2006) og analysert ved Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA). Resultatene viste at prøvene fra Vestvannet begge dager inneholdt algetoksiner, henholdsvis 2,8 og 0,3 µg microcystin l⁻¹. Prøvene fra Borredalsdammen ga ingen målbare verdier for microcystin.

På bakgrunn av funnene ble det inngått avtale mellom FREVAR og NIVA om overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen i 2007, for å få oversikt over mengde, sammensetning og sesongdynamikk for algesamfunnet i de to bassengene, med særlig fokus på blågrønnalger.

Norge har pr i dag ingen forskrift for innholdet av microcystin i drikkevann. WHO's anbefaler imidlertid 1 µg l⁻¹ som grenseverdi, og SFT og Mattilsynet har varslet at det norske regelverket vil følge disse retningslinjene.

Datagrunnlaget har vært innhentet i perioden mai til september. Vurderingene er hovedsakelig basert på følgende parametere:

- 1) Generell vannkjemi: siktedyp, temperatur, oksygen, suspendert tørrstoff (STS) og suspendert gløderest (mg/l);
- 2) Plantenæringsstoffer: silikat, totalt fosfor (tot P, µg l⁻¹), løst fosfat (µg l⁻¹), totalt nitrogen (tot N, µg l⁻¹), nitrat (µg l⁻¹);
- 3) Alger: klorofyll-a, arter og mengde; Blågrønnalger: arter og mengde, microcystin.

I tillegg til årets overvåkningsdata er eldre data fra NIVA og fra Fylkesmannen Østfold langt lagt til grunn, med sikte på å avdekke langtidstrender.

2. Resultater og diskusjon

I det følgende gis en gjennomgang av de ulike parametrene som ble overvåket, med drøftelser av årsaker og sammenligninger med tidligere data.

2.1 Fysiske rammer

Både de fysiske-kjemiske faktorene og livet i en innsjø bestemmes i stor grad av variasjon i temperatur, siktedyp, turbiditet (målt som STS, suspendert svevstoff) og oksygeninnhold. Vi skal her gå igjennom hver av disse parametrene, som setter rammen for hvordan livet i innsjøene tar seg ut.

2.1.1 Oksygen og temperatur

Fig. 1 viser vertikal fordeling av oksygen (mg l^{-1}) og temperatur for 7.august. På tross av en kjølig sommer var temperaturen i overflatevannet over 20°C i begge bassengene. På 2-3 meters dyp er det et fall på noen grader, før vi kommer over i dypvannet (hypolimnion), som igjen har et mer homogent temperaturregime. Denne sjiktningen er etablert også i Borredalen, selv om vannet der omrøres kraftig og har kort oppholdstid (innpumping fra Vestvannet og overføring til ledningsnettet). Vannet inneholdt rikelig oksygen i alle deler av vannsøyla, noe som er viktig ikke bare for organismene, men også for hvordan viktige plantenæringsstoffer – nitrogen og fosfor – oppfører seg. Faktisk er det en viss økning i oksygenmengden 2-3 meter under overflaten. I denne sonen er det fortsatt nok lys til å opprettholde fotosyntese og oksygenproduksjon. Men mens overflatevannet avgir overskuddet av oksygen til atmosfæren skjer dette i mindre grad leger nede i vannsøyla, med økt innhold av oksygen som resultat. Også gjennom de dypeste delene av vannet er det rikelig med oksygen. Dette tilsier at autotrofe prosesser dominerer over heterotrofe (dvs nedbrytende, bakterielle og respirative). I forvaltningsøyemed er dette klart gunstig.

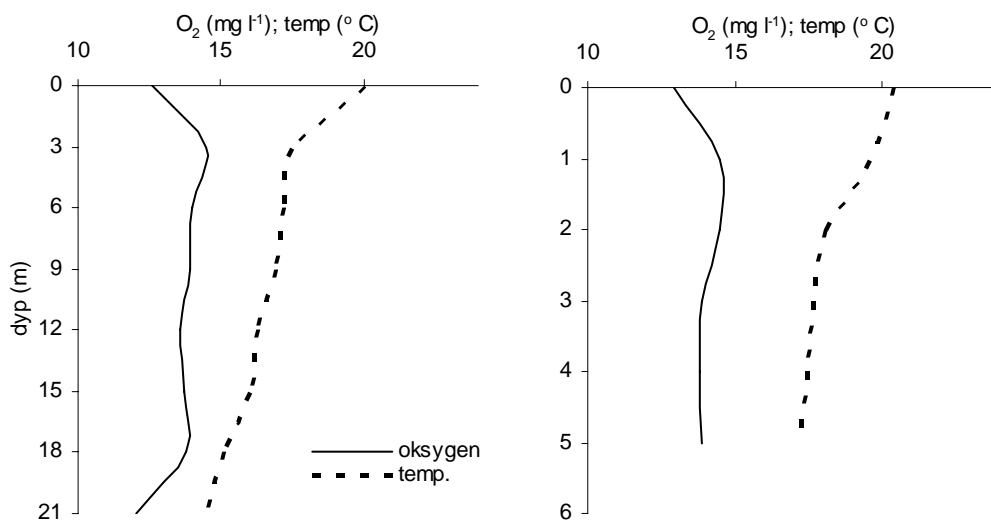


Fig. 1. Vertikal fordeling for oksygeninnhold (mg l^{-1}) og temperatur ($^\circ\text{C}$) for Vestvannet (venstre) og Borredalsdammen (høyre), 7.august. Det var bare små forskjeller mellom de to bassengene.

2.1.2 Siktedyp

Siktedypet måles ved at man senker en hvit skive (Secciskive) ned i vannet til den forsvinner. Så trekkes den opp til den kommer til syne igjen. Dette nivået er siktedypet. Denne enkle metoden gir viktig grunnleggende informasjon om mengden partikler i vannet. Partiklene kan være dels algeplankton, dels humusstoffer og leire fra nedbørsfeltet. I mange sjøer reflekterer siktedypet i noen grad trofigraden.

Fig. 2 viser målinger for siktedypet i Vestvannet og Borredalsdammen gjennom sommeren 2007, og for Vestvannet for 2001 (data fra Fylkesmannen i Østfold). I 2007 varierte siktedypet mellom 1 og 2,5 m gjennom sesongen, og det var bare moderate forskjeller mellom de to bassengene. Det er imidlertid en tendens til noe lavere siktedyp i Vestvannet enkelte dager. Dette kan ha sammenheng med den regnrrike sommeren på Østlandet, som ga gjentatte flommer i vassdragene, bl.a. i juli. Påvirkningen fra Glomma gir seg slik trolig utslag i økt partikkelmengde i Vestvannet. En nærmere undersøkelse av partikkelinnholdet for 16.juli og 27.august viser økte konsentrasjoner av mineralske partikler i Vestvannet for disse to dagene (se nedenfor). Dette harmonerer også godt med data fra Fylkesmannen i Østfold for Vestvannet i 2001. Dette året var vesentlig tørrere, og siktedypet var også gjennomgående høyere. Midlere siktedyp i Vestvannet for 2007 var 1,7 m, mens det i 2001 var 2,1 m.

Vanligvis regner vi med at alger kan opprettholde fotosyntesen ned til et dyp som tilsvarende om lag 1,5 x siktedypet. Dette tilsier at det meste av fotosyntesen i vannet foregår i de øverste 4 meterne. Enkelte blågrønnalger er imidlertid i stand til å opprettholde fotosyntesen også ved svakere lys enn dette.

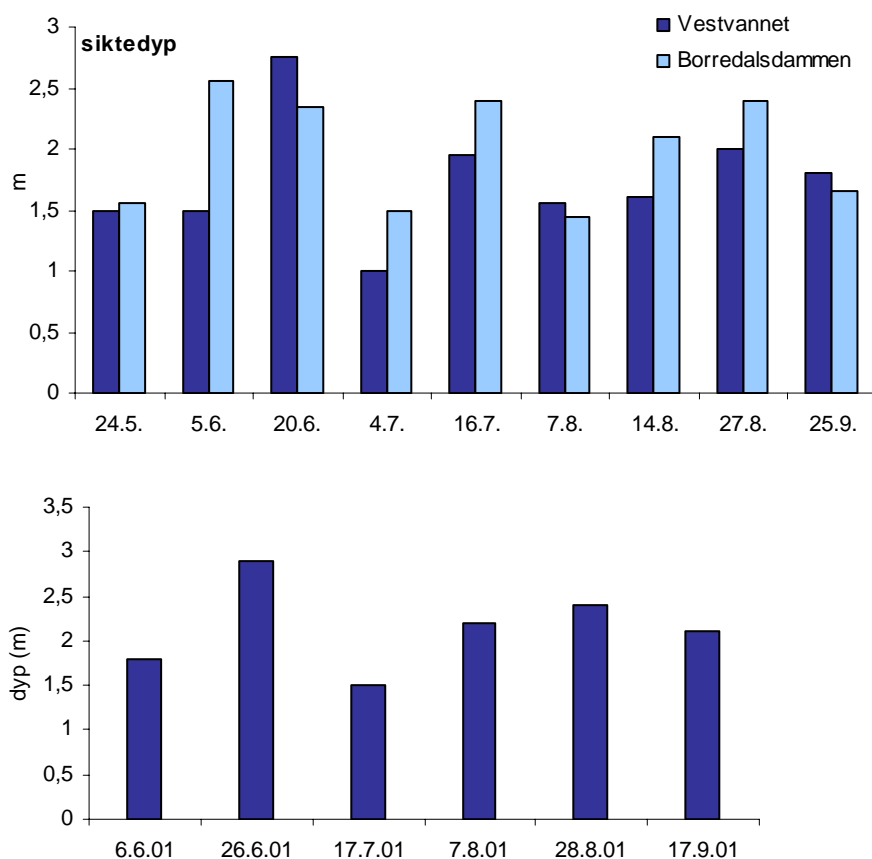


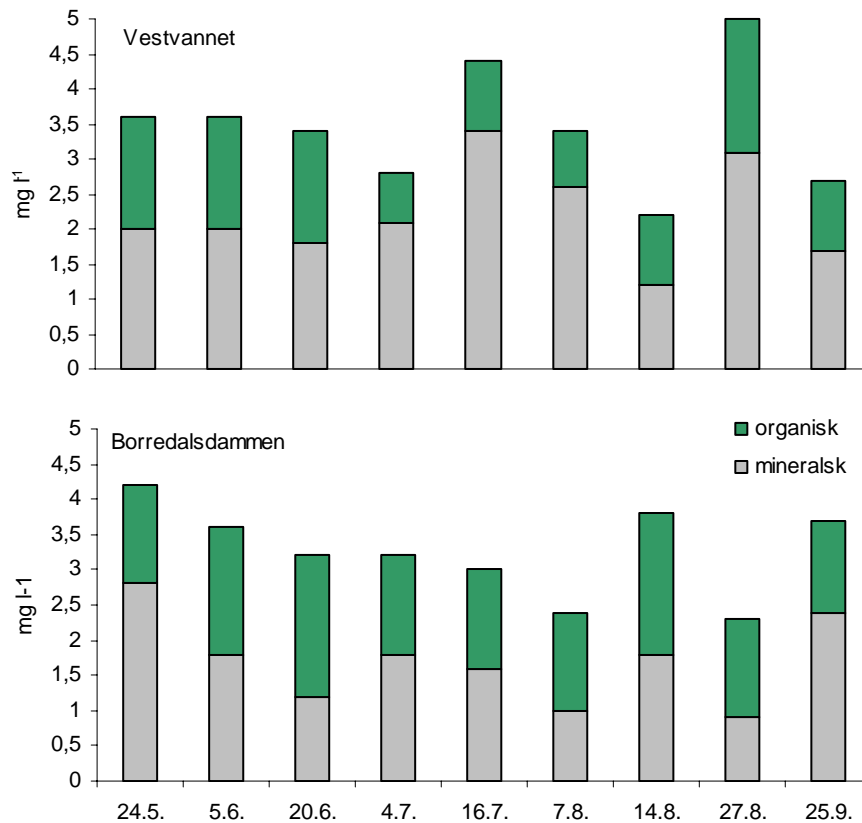
Fig. 2. Siktedyp. Over: verdier for begge sjøer 2007. Under: verdier for Vestvannet 2001.

2.1.3 Suspendert tørrstoff

Partikkelmengden i innsjøer kan mer presist måles ved å filtrere et vannvolum. Vekten av filtratet defineres som totalt suspendert tørrstoff, og måles i mg l^{-1} . Ved oppvarming til $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ fjernes den organiske fraksjonen, og tilbake blir den andelen som er mineralpartikler (særlig leire).

Partikkelmengden i vannet bestemmes av tilførsel fra bekker, diffus avrenning (særlig fra dyrket mark), mengden algeplankton i vannet, og resuspensjon (utvasking og oppvirvling) fra bølgeslag mot strender og grunne sedimenter.

Fig. 3 viser partikkelmengden i Vestvannet (øverst) og Borredalsdammen (nederst) for 2007, som totalt suspendert tørrstoff (STS, mg l^{-1}). De ulike fraksjonene for mineralsk (grå) og organisk stoff (grønn) er markert. Mønsteret som kommer frem harmonerer godt med de målingene av siktedypet antyder. Vestvannet har et noe høyere innhold av STS, men merbidraget skyldes fortrinnsvis et større innslag av mineralpartikler (leire), slik det må forventes i elve-påvirkede sjøer. Prøver fra Borredalsdammen, på den annen side, hadde et noe lavere innhold av leire, mens den organiske fraksjonen var noe høyere. Til sammen var det ingen betydelige forskjeller i STS for de to bassengene.



Figur 3. Innholdet av suspendert tørrstoff (mg l^{-1}) i Vestvannet (øverst) og Borredalsdammen (nederst). Fraksjoner av organisk og mineralsk stoff er markert.

Fig. 4 viser innholdet av suspendert tørrstoff i Vestvannet for 1991, for 2001-2004 og for siste år, med trend markert (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold). Trendlinjen reflekterer ingen klare endringer for denne sekstenårs-perioden.

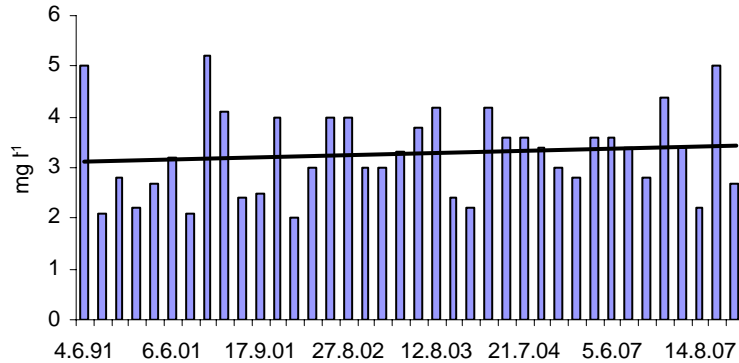


Fig. 4. Innholdet av suspendert svevstoff i Vestvannet for utvalgte år (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold).

2.1.4 Silikat

Silikat er et næringsstoff som en viktig algegruppe – kiselalgene - er avhengige av. Disse algene danner sjeldent giftstoffer, og har ofte en stabiliserende effekt, ved at de hindrer oppkomsten av problemalger. Som hovedregel kan vi si at kiselalgene trenger minst 0,1 mg silikat l⁻¹ i vannet. Blir det mindre øker også sjansene for oppblomstring av giftalger. - Silikat tilføres vannet fra berggrunnen, og påvirkes i liten grad av menneskelige aktiviteter.

Figur 4 viser innholdet av silikat (mg l⁻¹) ved ulike dager gjennom sommeren 2007. Ingen av bassengene er rike på silikat, men Borredalsdammen har etter alt å dømme et noe høyere innhold. Mønsteret som kommer frem er typisk for silikatdynamikken i nordiske sjøer. Verdiene er fallende fra våren og utover sommeren, ettersom silikat forbrukes av kiselalgene. Den sterke blandingen av vannet, dels grunnet innstrømmende vann fra Glomma, og dels grunnet Vannverkets aktivitet (særlig i Borredalen) bidrar trolig til en aktiv resirkulering av silikat fra bunnvannet, og hindrer utarming av dette nøkkelstoffet fra overflatevannet. Innholdet var hele tiden over grenseverdiene for å opprettholde dominans av kiselalger.

Eldre målinger fra Vestvannet (1991; Fylkesmannen i Østfold) viste 0,9 mg silikat l⁻¹ som gjennomsnitt for sommersesongen (ikke vist). Silikat er dermed trolig ikke noe begrensende næringsstoff for kiselalgene i bassenget.

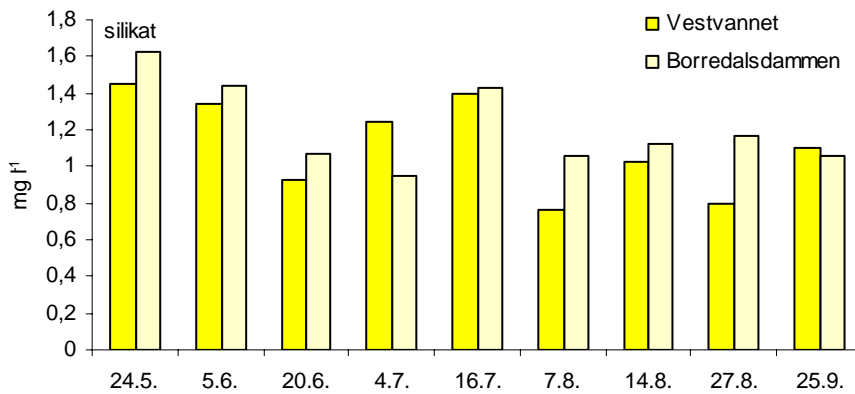


Fig. 5. Innholdet av silikat (mg l⁻¹) i Vestvannet og Borredalsdammen for ulike dager sommerhalvåret 2007.

2.1.5 Næringsalter

Fosfor og nitrogen er sentrale næringsstoffer for planteplanktonet. Særlig innholdet av fosfor er ofte utslagsgivende for hvor mye alger som dannes i vannet. Mange giftalger og blågrønnalger er knyttet til forhøyete verdier av næringsalter (eutrofiering), eller har en tendens til å oppstå om mengdeforholdet mellom nitrogen og fosfor forskyves. Betegnelsene totalt fosfor og totalt nitrogen omfatter alle fraksjoner, både slike i løst form og det som er bundet til partikler. Mye av fosforet er bundet til leirepartikler, og utilgjengelig for alger. Det er derfor også viktig å se på fraksjonen som er oppløst og biotilgjengelig (i form av nitrat og ortofosfat).

SFT angir totalt fosfor som støtteparameter for klassifisering av drikkevannskvalitet. For å være "godt egnet" må innholdet av totalt fosfor ikke overskride 7 µg pr l⁻¹, mens øvre grense for "mindre egnet" er angitt som 20 µg pr l⁻¹.

Innholdet av fosfor i de to bassengene for 2007 er vist på fig. 5. I juni var innholdet av totalt fosfor høyere i Borredalsdammen enn i Vestvannet, men senere gjennom sesongen forsvinner denne forskjellen, og de to systemene følger hverandre i stor grad. Sesonggjennomsnittlig konsentrasjon av totalt fosfor var henholdsvis 13 og 15 µg pr l⁻¹.

Fosfor er ofte begrensende næringsstoff for algeproduksjonen, og det er derfor viktig å overvåke denne parameteren. Fosforinnhold er også medbestemmende for fastsettelse av trofigrad, og ut fra våre målinger kan begge innsjøene karakteriseres som svakt mesotrofe.

Særlig oppmerksom bør man imidlertid være på den andelen som foreligger i løst form (løst fosfat). En betydelig fraksjon av den totale fosformengden er nemlig vanligvis bundet til leirpartikler eller humus, og kan derfor ikke nyttes som plantenæring, slik tilfellet er med løst fosfat. Ser vi på andelen løst fosfat (linje på fig. 5), følger denne nærmest identiske konsentrasjoner i de to vannene. Også verdiene for løst fosfat indikerer at vannene skal klassifiseres som svakt mesotrofe.

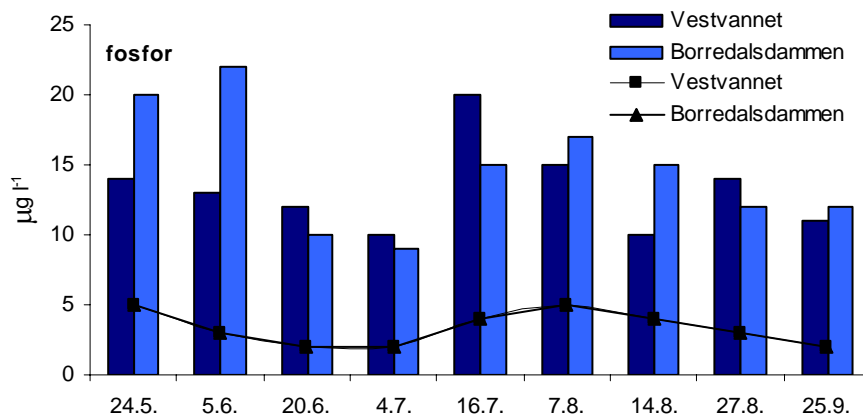


Fig. 5. Konsentrasjoner av fosfor i overflatevannet (0-4 m). Søyler angir totalt fosfor, linjer angir løst fosfat.

En sammenstilling av data (dels egne data, dels fra Fylkesmannen i Østfold) for innhold av totalt fosfor i Vestvannet dekker årene 1991, 2001-2004 og 2007. Med forbehold om at data fra mange år ikke er tatt med, antyder trendlinjen en moderat nedgang i fosforinnholdet i løpet av denne sekstenårsperioden (Fig. 6).

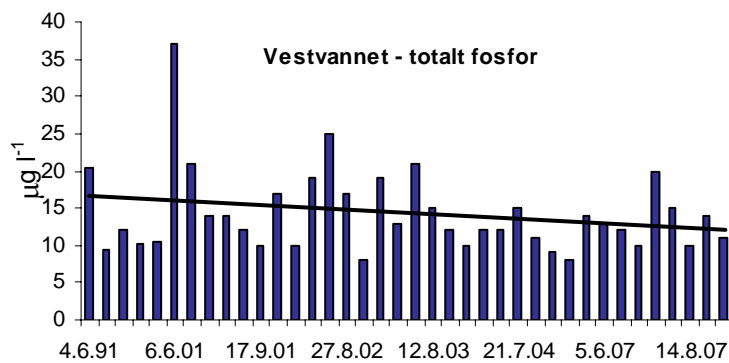


Fig. 6. Innholdet av totalt fosfor i Vestvannet for utvalgte år (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold). Trendlinjen markerer langtidse endringer for perioden.

Innholdet av totalt nitrogen og nitrat for 2007 viser et nesten identisk mønster for de to innsjøene (fig. 7), og det er heller ingen betydelige sesongsvingninger i innholdet av totalt nitrogen. Den løste, biotilgjengelige andelen av nitrogen (nitrat) varierte imidlertid mer, og det ser ut til at Vestvannet er noe mer utsatt for nitrat enn tilfelle er i Borredalsdammen. Sammenligner vi med siktedyp for de to periodene da nitratinholdet var særlig høyt, ser vi at siktedypet var tilsvarende lavt på disse datoene. Dette kan tyde på at de forhøyete nitratverdiene i Vestvannet er koblet til flomepisoder i Glomma, med økt lokal avrenning av nitrat fra diffuse kilder oppstrøms, som har flommet inn i Vestvannet.

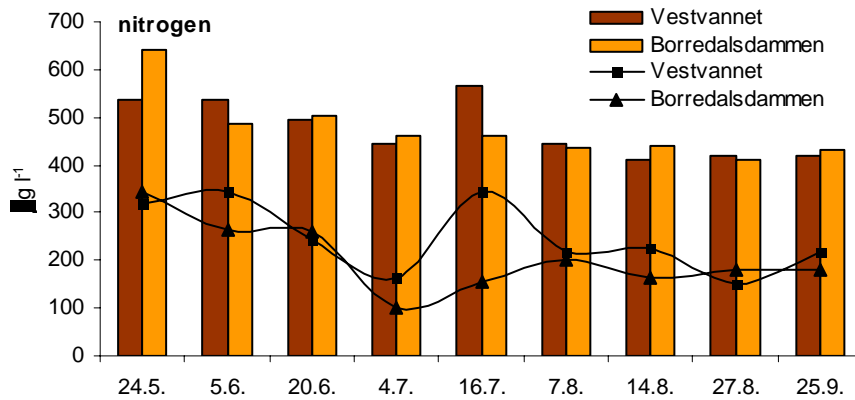


Fig. 7. Nitrogen i overflatevannet (0-4 m). Søyler angir totalt nitrogen, linjer angir løst nitrat.

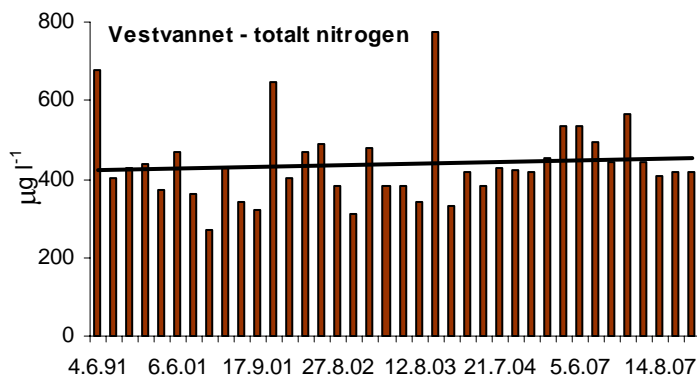


Fig. 8. Innholdet av totalt nitrogen i Vestvannet for utvalgte år (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold). Trendlinjen markerer langtidse endringer for perioden.

Om vi ser på innholdet av totalt nitrogen for den samme langtidssperioden som angitt for totalt fosfor (og med de samme forbehold), finner vi ikke den samme nedgangen som vi så for fosforinnhold (Fig. 8). Årsakene til differansen mellom de to variablene er trolig å finne i nedbørsfeltet oppstrøms, uten at vi kan si noe sikkert om dette. At de to næringsstoffene ikke endrer seg simultant over de siste seksten år indikerer at kildene ikke er menneskelige utslipp. Nedgangen vi observerte for fosfor skyldes dermed trolig heller reduksjon i innholdet av leirepartikler (dvs fosfor kjemisk bundet til leire). Endrete driftsformer i landbruket, for eksempel mindre høstpløying, kan være medvirkende årsak til den ensidige reduksjonen i fosfor.

2.2 Algesamfunnet

2.2.1 Klorofyll-a, algemengde og sammensetning

Produksjonen av organisk stoff i vannet bestemmes av den totale mengden alger som produseres til enhver tid. Mengden bestemmes i stor grad av innholdet av nitrogen og fosfor. Å beregne den faktiske mengden alger i vannet kan være vanskelig, men et grovt mål får man ved å analysere mengden klorofyll. – Man får vite adskillig mer om man bestemmer artene som finnes i vannet, måler størrelsen og dermed beregner biomassen (som våtvekt) for de ulike gruppene. På grunnlag av dette kan man

også få mer detaljert kunnskap om problemalger, som for eksempel blågrønnalger. - Innholdet av algegifter, særlig microcystin, måles ved kjemisk analyse av vannprøver.

I SFTs klassifikasjonssystem for drikkevann er klorofyllmengden ikke en sentral parameter. Grunnen er at klorofyllinnholdet påvirkes av faktorer som ikke nødvendigvis er direkte knyttet til drikkevannskvalitet. Blant annet påvirkes mengden av hvor mye beitende zooplankton som finnes i vannet, noe som i sin tur influeres av hvor mye og hva slags fisk som forekommer i innsjøen osv. Klorofyllmengden er derfor gitt status som støtteparameter.

Algemengden i vannmassene, her definert som mengden klorofyll-a i overflatelagene over sommerhalvåret (mai-september) er vist i fig.9. Generelt har Borredalsdammen et noe høyere klorofyllnivå enn Vestvannet. Høyeste konsentrasjoner fant vi i august, da begge bassengene hadde 7-8 $\mu\text{g l}^{-1}$. Den fuktige og kjølig værtypen som preget Østlandet denne sommeren, med svekket lysregime og lavere sommertemperatur enn årene før, dempet sannsynligvis algeproduksjonen noe. Hadde sommeren vært varmere ville trolig også klorofyllmengdene vært høyere.

Klorofyllverdiene er høyere enn det som er ønskelig. I henhold til SFT er grenseverdien for drikkevann i forhold til "godt egnet" satt til $<2 \mu\text{g pr l}^{-1}$, og så lave verdier forekommer ikke i våre data. Klorofyllmengder $>8 \mu\text{g pr l}^{-1}$ indikerer på den annen side, i henhold til SFT, at vannet er uegnet som drikkevann. 14. august var klorofyllkonsentrasjonen i Borredalsdammen $8,3 \mu\text{g pr l}^{-1}$.

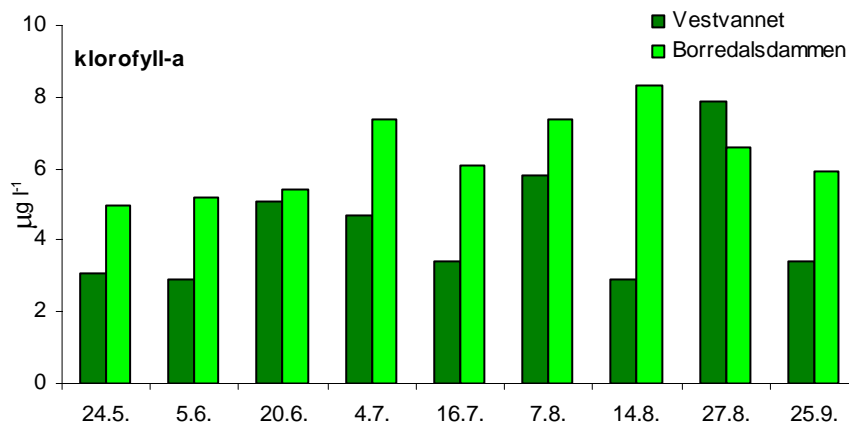


Fig. 9. Algemengde gitt som konsentrasjon av klorofyll-a ($\mu\text{g l}^{-1}$).

En sammenstilling av klorofyll-a for utvalgte år (1991, 2001-2004 og 2007; fig 10) antyder en moderat nedgang gjennom perioden (trendlinje fig. 10). Og om vi begrenser analysen til årene etter år 2000, er klorofyllkonsentrasjonen faktisk mer enn halvert (ikke vist grafisk).

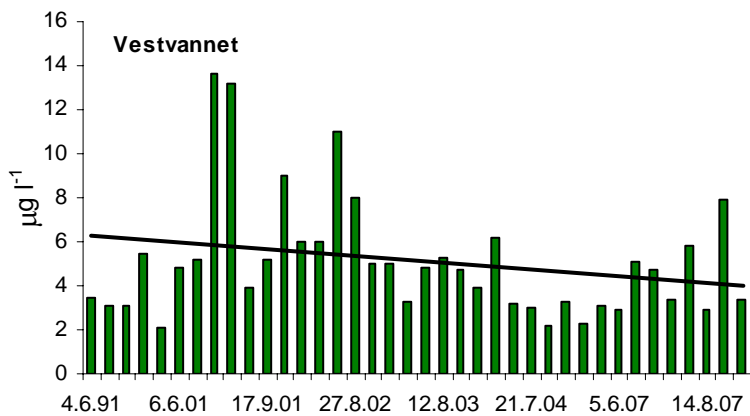


Fig. 10. Innholdet av klorofyll-a i Vestvannet ($\mu\text{g l}^{-1}$) for utvalgte år (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold). Trendlinjen markerer langtids endringer for perioden.

For å undersøke sammensetningen av alger i vannet ble prøver analysert til art gjennom sommersesongen 2007, og deres relative bidrag til total algebiomasse ble beregnet (μg våtvekt l^{-1} , fig 11). Våtvekt vil alltid gi betydelig høyere verdier for alger enn rene klorofyllmålinger. Grunnen er først og fremst at alger består av mye vann, som ikke inngår i målingene av klorofyll-a. Mengden klorofyll-a vil videre reduseres ved innslag av blågrønnalger, som inneholder mindre av dette pigmentet. I tillegg er klorofyllinnholdet lavt i enkelte av gruppene som ble påvist, bl.a. svelgflagellater, som utgjorde en substansiell andel av algefloraen i både Vestvannet og Borredalsdammen.

De totale mengdene alger er som forventet i middels næringsrike sjøer. Det var særlig tre grupper som dominerte algesamfunnet: Gullalger, svelgflagellater og kiselalger. I Vestvannet dominerte disse tre algegruppene gjennom hele sommersesongen, og særlig gullalgene hadde tre perioder med noe høyere verdier. I Borredalsdammen varierte også innholdet av kiselalger og svelgflagellater noe gjennom sesongen. Innholdet av silikat holdt seg som vi har sett forholdsvis høyt gjennom hele sommeren, og bidro trolig til å opprettholde en god bestand av kiselalger i begge systemene. *Asterionella formosa* og *Fragilaria* sp. var de vanligste kiselalgene. Det var bare ubetydelige forskjeller i algemengde og artssammensetning mellom de to sjøene.

Gullalgene besto særlig av slektene *Ochromonas*, *Cynura* og kolonidannende *Dinobryon*. Dette er alger som folk har kunnet stifte bekjentskap med, da de har en tendens til å gi vannet en fiskelignende lukt hvis konsentrasjonene blir høye. Stoffene de skiller ut kan under slike forhold også gi sjenerende smak på vannet, men det har aldri vært rapportert om forgiftninger. *Dinobryon* har tidligere bidratt til luktproblemer i drikkevannet ulike steder i Østfold, og rapporter om sjenerende lukt i Vestvannet 2006 kan ha vært knyttet til høye forekomster av gullalger.

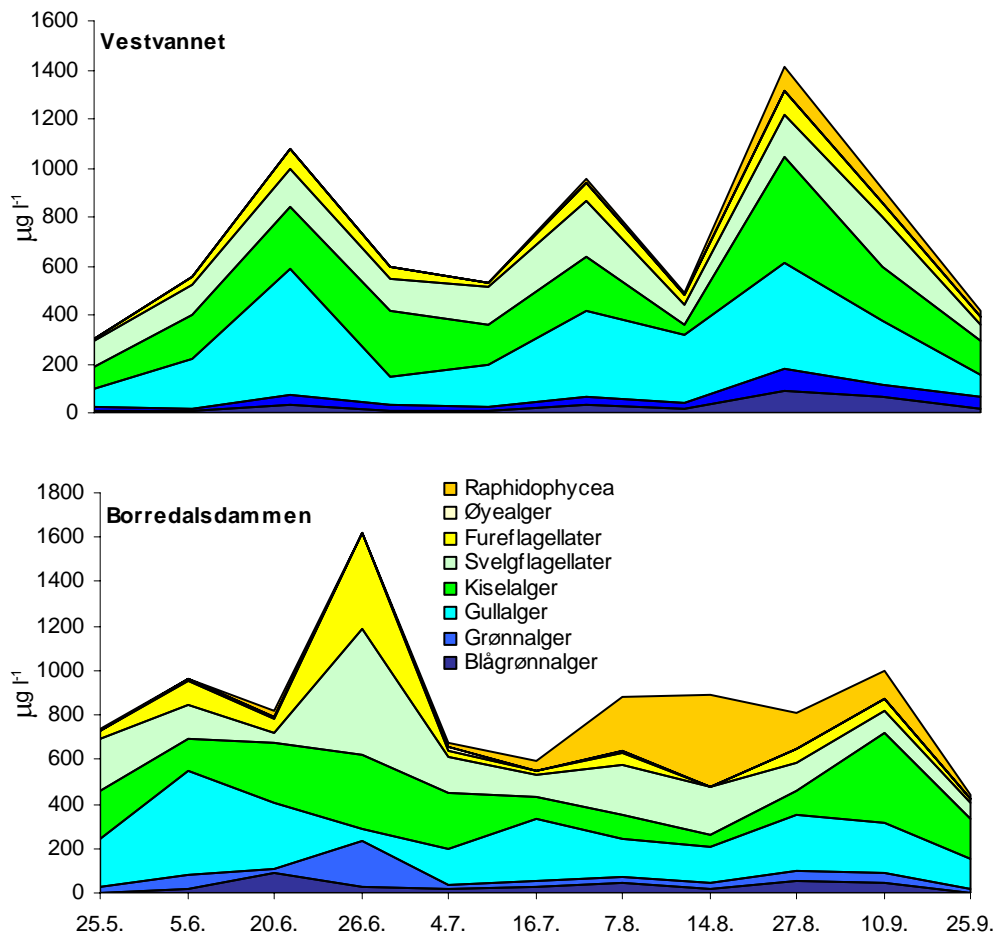


Fig. 11. Innholdet av ulike algegrupper (μg våtvekt l^{-1}) i overflatevannet for Vestvannet (øverst) og Borredalsdammen (nederst) for 2007.

I Borredalsdammen kom det i august til en oppblomstring av *Gonyostomum semen* (markert som Raphidophyceae på figuren, se også fig.10). Denne algen er innført til Skandinavia for om lag 50 år siden, og ble første gang påvist så sent som i 1989 (i Østfold). Den har senere blitt dominerende i en del innsjøer med innhold av humus, og fortrinnsvis på ettersommeren, når vannet er varmest. Algen er lite lyskrevende, og i sjøer med humusinnhold og mindre lys kan den bli sterkt dominerende. Ikke minst i Sverige har *Gonyostomum* skapt problemer. Ved oppblomstringer kan den produsere slim og forårsake hud-irritasjoner ved bading. Mer alvorlige plager har imidlertid ikke vært påvist.



Fig. 10 *Gonyostomum semen*. Algen måler ca 50 μm . (kilde: www.fa.dk).

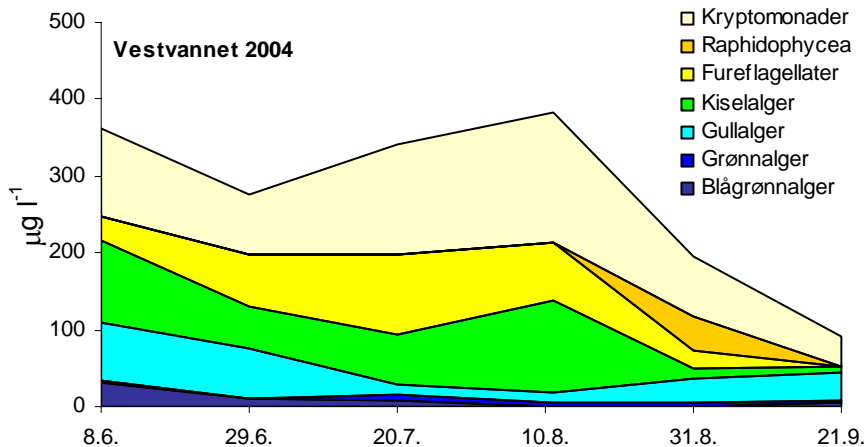


Fig. 11. Innholdet av ulike algegrupper (μg våtvekt l^{-1}) i overflatevannet for Vestvannet for 2004.

NIVA har også sesongdata på algesammensetningen i Vestvannet fra 2004 (Fig. 11). Mengdemessig var det noe mindre alger i vannet den sommeren, men forskjellen er ubetydelig. Også det året var forekomsten av blågrønnalger lav, og stort sett var det de samme algegruppene som dominerte. I 2004 utgjorde også kryptomonader en substansiell fraksjon av algesamfunnet. Denne gruppen omfatter en rekke svært små alger (nanoplankton), og er ikke giftdannende.

2.2.2 Blågrønnalger

Andelen blågrønnalger (Cyanobakterier) var beskjeden i begge bassengene. Av identifiserte arter dominerte *Aphanizomenon flos aqua* og *Planktotrix sp.* Undersøkelsene fra 2004 viste en noe annen dominans, med *Oscillatoria* som vanligste slekt. Av de dominerende artene har algegifter særlig vært påvist ved oppblomstringer av *Planktotrix*, men da ved betydelig større tettheter enn dem vi har målt i vestvannet og Borredalsdammen.

Microcystin er den algegiften som vanligvis volder størst besvær for drikkevannskilder. Microcystin kan dannes av en rekke ulike blågrønnalger, og registreres ved om lag halvparten av alle oppblomstringer av blågrønnalger. Giften er levertoksisk, og vanlige symptomer er synsforstyrrelser, kvalme, diaré og leverskader. I større konsentrasjoner er giften dødelig, både for mennesker og pattedyr. Enkelte blågrønnalger kan også produsere ukjente giftstoffer med protrauert giftvirkning (fordøyet effekt i museforsøk). WHO's anbefalte grenseverdi for microcystin i drikkevann er $1 \mu\text{g l}^{-1}$, mens bading frarådes ved konsentrasjoner $>10 \mu\text{g l}^{-1}$.

Punktmålinger høsten 2006 hadde vist et innhold av microcystin på $2,8 \mu\text{g l}^{-1}$, noe som var medvirkende til at årets overvåkning ble satt i gang. Årets målinger viste imidlertid bare svært lave konsentrasjoner, med målbare verdier bare etter midten av juli (Fig. 12). Innholdet varierte en del for de enkelte dagene, uten å vise noen entydig trend.

Årsaken til forskjellene både mellom sjøene og mellom de to årene er uvisst. Både 2004 og 2007 viste generelt et lavt innhold av blågrønnalger. Det er mulig at den kjølige værtypen som dominerte sommeren på Østlandet 2007 bidro til det lave innholdet av microcystin dette året, men det er vanskelig å si noe sikkert om dette.

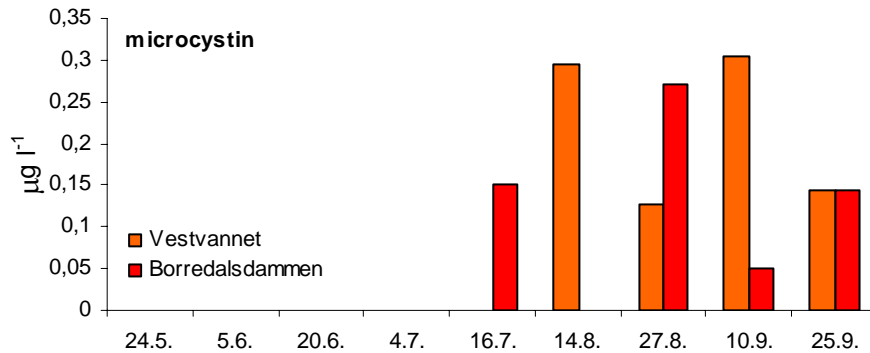


Fig. 12. Innhold av microcystin ($\mu\text{g l}^{-1}$) i overflatevann fra Vestvannet og Borredalsdammen.

3. Konklusjoner

Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) har i samarbeid med FREVAR overvåket vannkvaliteten i Vestvannet og Borredalsdammen ved Fredrikstad i 2007, med særlig fokus på algeplankton og blågrønnalger. Resultatene er sammenholdt med data fra tidligere år.

Hensikten med en slik overvåking er å påvise forandringer i vannkvalitetsparametere, dels for å avdekke uheldige endringer og dels for å påvise forandringer som følge av tiltak. Alle målinger er beheftet med usikkerheter, dels fra prøvetaking og – behandling, dels fra selve målemetoden og dels fra naturlige variasjoner i innsjøen. Man trenger derfor alltid flere målinger for å kunne avgjøre hvorvidt en endring skyldes naturlige variasjoner eller nye menneskelige påvirkninger.

Vestvannet og Borredalsdammen fremstår fra naturens side som to ganske ulike innsjøer, der man skulle forvente tydelige forskjeller i flere parametere. Den høye blandingen av vannmassene som oppstår ved pumping av vann over til Borredalen er trolig årsak til at vannkvaliteten i de to bassengene er så lik som den er.

Innsjøene fremstår som svakt mesotrofe klarvannssjøer, med middels innhold av næringssalter. Innholdet av både totalt fosfor og klorofyll-a har tilsynelatende gått ned gjennom den perioden vi har hatt data for, og det meste av algesamfunnet utgjøres av arter som er vanlige i Østfolds innsjøer, og som ikke er giftproduserende. Generelt var algeinnholdet lavt i innsjøene. På ettersommeren ble det registrert en oppblomstring av *Gonyostomum semen*. Forekomsten av blågrønnalger var beskjeden, men giftproduserende arter, som *Planktotrix*, ble påvist.

Det ble påvist microcystin på ettersommeren, men i lave konsentrasjoner.