

Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen i Østfold, 2013

A landscape photograph showing a calm body of water in the foreground, reflecting the sky and surrounding greenery. The background features a dense forest of trees on a hillside under a bright blue sky with scattered white clouds. A small red building is visible on the shore.

Vestvannet august 2011, innløpet mot lømmertunnelen som leder vann fra Vestvannet og ned til pumpestasjonen ved Visteiflo. Foto: Hanne Edvardsen, NIVA.

RAPPORT

Hovedkontor

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

NIVA Region Sør

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

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Region Midt-Norge

Høgskoleringen 9
7034 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen i Østfold, 2013	Løpenr. (for bestilling) 6615-2014	Dato 12.01.2014
	Prosjektnr. Undernr. 13170	Sider Pris 27
Forfatter(e) Camilla Hedlund Corneliusen Hagman	Fagområde	Distribusjon Fri
	Geografisk område Østfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fredrikstad Interkommunale Vann, Avløp og Renovasjonsforetak (FREVAR KF)	Oppdragsreferanse René Karstensen
--	--------------------------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Gjennom vekstsesongen (mai-oktober) 2013 ble det gjennomført en overvåking av vannkvaliteten i Vestvannet og Borredalsdammen ved Fredrikstad. Rapporten gir funn fra inneværende år samt trender inkludert tidligere års overvåking. Det er lagt vekt på trofigrad, algesammensetning, cyanobakterier og algetoksiner. Resultatene viser en økning i klorofyll og algebiomasse, men en svak nedgang i konsentrasjonen av plantenæringsstoffer. En mindre økning i mengden cyanobakterier i Vestvannet i oktober gav den første målingen av microcystin siden 2009, men kun rett over deteksjonsgrensen. Ellers var mengden cyanobakterier i innsjøene lav i 2013.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Overvåking av cyanobakterier 2. Drikkevann 3. Vestvannet 4. Borredalsdammen 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Monitoring of cyanobacteria 2. Drinking water 3. Lake Vestvannet 4. Lake Borredalsdammen
--	---



Camilla Hedlund Corneliusen Hagman
Prosjektleder



Thorjorn Larssen
Forskningsdirektør

**Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen i
Østfold, 2013**

Forord

Rapporten viser resultatene av FREVAR og NIVAs overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen, Østfold, i 2013. Oppdragsgiver har vært FREVAR KF i Fredrikstad. Overvåkingen er gjennomført i henhold til avtale av mars 2013.

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 i perioden 2007-2012, og data fra Fylkesmannen i Østfold (Østfoldprosjektet).

Ansvarlig for innsamling av prøver og måling av fysiske parametere har vært Renè Karstensen hos FREVAR KF, som også har vært ansvarlig for halvparten av microcystin analysene. Resterende microcystin analyser er utført ved NIVAs laboratorium ved Vladyslava Hostyeva og undertegnede. Kjemiske analyser er utført ved NIVAs akkrediterte laboratorium. Undertegnede har vært prosjektleder, samt utført analyser av planteplankton, bearbeidet data og sammenstillet rapport.

Oppdragsgiver og medarbeidere takkes for godt samarbeid.

Oslo, 12.01 2014

Camilla Hedlund Corneliussen Hagman
Prosjektleder

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
2. Resultater og diskusjon	10
2.1 Fysisk-kjemiske egenskaper	10
2.1.1 Oksygen og temperatur	10
2.1.2 Siktedyp	11
2.1.3 Suspendert stoff	12
2.1.4 Silikat	14
2.1.5 Næringssalter	14
2.2 Algesamfunnet	17
2.2.1 Klorofyll, algemengde og sammensetning	17
2.2.2 Cyanobakterier og algetoksiner	21
2.3 Oppsummering av klassifiseringer	23
3. Konklusjoner	23
4. Litteratur	24
5. Vedlegg	25

Sammendrag

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har gjennomført overvåking av vannkvaliteten i Vestvannet og Borredalsdammen ved Fredrikstad i 2013, med fokus på plankton alger og cyanobakterier (blågrønnalger). Resultatene er sammenholdt med data fra tidligere år. I vurderingen av egnethet for drikkevann er NIVAs oppdaterte forslag (Solheim m.fl. 2008) tatt inn og benyttet som en del av grunnlaget. I tillegg er Vestvannets økologiske tilstand vurdert i forhold til Veileder 01:2009 (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2009).

Innholdet av næringssaltene fosfor og nitrogen er noe redusert i 2013 sammenlignet med foregående år, mens klorofyll-a mengden og algebiomassen har økt. Det meste av algesamfunnet består av arter som er vanlige i Østfolds innsjøer, og disse er ikke giftproduserende. Sammensetningen av algegrupper i 2013 var ikke nevneverdig endret fra tidligere, men en episode med økt mengde cyanobakterier av slektene *Anabaena* og *Planktothrix* i Vestvannet i oktober førte til en lav måling av microcystin. Dette var den første observasjonen av microcystin siden 2009. Forekomsten av cyanobakterier var likevel beskjeden, og mengden microcystin var rett over deteksjonsgrensen for analysen og langt under grenseverdier for både drikkevann og badevann.

Som tidligere fremstår Vestvannet og Borredalsdammen også i 2013 som svakt mesotrofe humøse sjøer, med middels innhold av næringssalter og algebiomasse.

Summary

Title: Monitoring of Lake Vestvannet and Lake Borredalsdammen in Østfold County, SE Norway, 2013.

Year: 2013

Author: Camilla H. Corneliussen Hagman

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-6350-3

Norwegian Institute for Water Research (NIVA) has conducted a monitoring survey of the water quality in Lake Vestvannet and Lake Borredalsdammen in Fredrikstad in 2013, with focus on planktonic algae and cyanobacteria. The findings are compared to data from previous years. NIVA's new proposition for suitability criteria for drinking water (Solheim et al. 2008) is taken into consideration in the discussions of the results. In addition, the most recent guidance (Veileder 01:2009 Direktoratetsgruppe, Vanndirektivet 2009) for ecological classification of waters is used as a tool in this report.

The nitrogen and phosphorus levels of Lake Vestvannet and Lake Borredalsdammen are somewhat reduced in 2013 compared to previous years, while the chlorophyll-a level and algal biomass have increased. Most of the algae species which constitute the algal community are common in the lakes of Østfold County, and are not toxic. The composition of algal groups in 2013 was not significantly altered from previous years, but one episode of increased amounts of cyanobacteria species *Anabaena* and *Planktobrix* in Lake Vestvannet in October led to a low measure of microcystin. This was the first observation of microcystin since 2009. The occurrence of cyanobacteria in both lakes was anyway modest, and the amount of microcystin was just above the detection limit and far below the limits for both drinking water supplies and bathing water.

As before, Lake Vestvannet and Lake Borredalsdammen appear as weakly mesotrophic humic lakes, with moderate contents of mineral nutrients and algal biomass.

1. Innledning

Innsjøene Vestvannet og Borredalsdammen ligger i hhv. Sarpsborg og Fredrikstad kommune (**Figur 1**) i Østfold, og utgjør i sammen drikkevannsreservoaret for Fredrikstad. Vann pumpes fra Vestvannet via en pumpestasjon over til Borredalsdammen, som er råvannsreservoar og forsyner industri og 65 000 mennesker med drikkevann. Anlegget har vært i drift siden 1950-tallet, og leverer i gjennomsnitt ca. 42 000 m³ vann pr døgn.



Figur 1. Kartet viser beliggenheten til Vestvannet og Borredalsdammen samt nærliggende vann.

Vestvannet og Borredalsdammen er i utgangspunktet svært ulike innsjøer. Begge bassengene befinner 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, men med gjennomstrømming til Ågårdselva. Vann tilføres fra elva ved stigende vannføring i Glomma, men kan også strømme tilbake ved synkende vannføring. Vestvannet er slik sett sterkt påvirket av Glomma, og vil reflektere de skiftninger som store elver viser gjennom sesongen, med svingninger i biologisk produksjon, næringsstoffer og kjemiske parametere. Vestvannet er også knyttet til innsjøen Minge vannet.

Borredalsdammen er et 1,5 km langt smalt, lukket basseng, som næres av 14 bekker av varierende størrelse. Maksimalt dyp er i det midtre området og 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.

I 2006 ble det registrert sjenerende lukt i drikkevannskilden for Fredrikstad. Analyser fra Vestvannet viste innhold av algetoksiner over den anbefalte grensen (2,8 og 0,3 µg microcystin pr liter). 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. Gjennom dette arbeidet skulle en få oversikt over mengde, sammensetning og sesongdynamikk for algesamfunnet i de to bassengene, med særlig fokus på cyanobakterier (tidligere referert til som blågrønnalger). Resultatene fra tidligere overvåking er rapportert i Rohrlack og Lindholm (2007), Lindholm (2008), Lindholm (2010, 2010), Lindholm (2011), Haande m.fl. (2012) og Hagman (2012). Etter flere påfølgende år uten funn av microcystin eller nevneverdige mengder cyanobakterier, ble det i 2012 bestemt å redusere antall prøvetakinger til 6 per år – månedlig fra mai til oktober. Dette antallet er i tråd med anbefaling i hht. EUs Vanndirektiv. Overvåkingen ble videreført inneværende år.

Kriterier for egnethet til drikkevann har siden 1997 vært basert på NIVA og KLIFs klassifiseringssystem (Bratli 1997). Med implementeringen av EUs vanndirektiv har det vært behov for en viss justering og oppgradering også av disse kriteriene. NIVA har på oppdrag av KLIF levert forslag til reviderte kriterier for drikkevannskvalitet (Solheim m.fl. 2008) og disse er gitt i **Tabell 1**. Det er her enkelte endringer, bl.a. mht. klorofyllmengder. Det foreslås videre at microcystin-mengden ikke skal overskride 1 µg/L for drikkevann (råvann), noe som er i tråd med WHO's anbefalinger.

Tabell 1. NIVAs forslag til nytt system for klassifisering av overflatevannkilders egnethet som råvann til drikkevannsforsyning (fra Solheim m.fl., 2008). Parameterne aktuelle for denne rapporten er uthevet.

<i>Parameter</i>	<i>Benevning</i>	<i>Godt egnet</i>	<i>Egnet</i>	<i>Mindre egnet</i>	<i>Ikke egnet</i>
<i>E. coli*</i>	ant/100 ml	0 ⁹⁰	0 ⁷⁰	0 ⁶⁰	0 ⁵⁰
Intestinale enterokokker*	ant/100 ml	0 ⁹⁰	0 ⁷⁰	0 ⁶⁰	0 ⁵⁰
Koliforme bakterier 37°C	ant/100 ml	<10	10-30		>30
Kimtall 22°C	ant/100 ml	20	20-50	50-100	>100
pH	pH-enhet	6.5-8.5	6-6.5/8.5-9	5-6 / 9-10	<5 / >10
Konduktivitet	mS/cm	<50	50-200	200-300	>300
Turbiditet	FNU	<1	1-4	4-8	>8
Farge	mg Pt/l	<10	10-20		>20
Oksygen	metning %	>90 %	70-90 %	50-70 %	<50 %
Tot-P**	µg P/l	<7	7-11	11-20	>20
Klorofyll a**	µg/l	<3	3-5	5-10	>10
Microcystin***	µg/l	<0.1	0.1-0.5	0.5-1	>1
Jern	µg/l	<100	100-300	300-600	>600
Mangan	µg/l	<50	50-100	100-300	>300
Aluminium	µg/l	<50	50-200	200-400	>400

*Eksposter betyr persentil. Der det ikke er ført opp noen potenser er det 50-persentilen (dvs. medianverdien) som gjelder.

** Klassegrenser er i tråd med nye klassegrenser for kalkfattige, klare, grunne lavlandssjøer (LN2a), se kap. 2.

*** WHO anbefaler <1µg/L microcystin for drikkevann.

Vestvannet var i 2011 inkludert i en større, omfattende overvåking av Vannområdet Glomma Sør for Øyeren, utført av NIVA. Kriteriene for vannkvalitet ble i denne rapporten (Haande m.fl. 2012) basert på Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2009), og aktuelle parametere for eutrofipåvirkede innsjøer av vanntype kalkrike, humøse er gitt i **Tabell 2**. I rapporten fra 2012 (Hagman 2012) ble klassifisering av den økologiske tilstand i Vestvannet videreført i hht. til denne veilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2009). Etter anbefaling i samme veileder ble klassifiseringen gjort samlet for siste tre år (2010-2012) for å utelukke årsvariasjoner. I tillegg ble det valgt å inkludere inneværende år alene, for å avdekke evt. forbedringer eller forverringer av tilstanden. Slik klassifisering er også utført for inneværende år i denne rapporten. For Borredalsdammen legges

hovedvekten på vurdering av egnethet i forhold til drikkevann. Da det er manglende bakgrunnsdata tilgjengelig for å bestemme Borredalsdammen til en spesiell vanntype (humus-, kalkinnhold) blir ikke tilstandsklassifisering i hht. Veileder 01:2009 (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2009) aktuelt da disse klassegrensene er basert på de ulike vanntypenes referanseverdier.

Tabell 2. Klassegrenser for vanntype LN8a – Kalkrike, humøse, store sjøer i lavlandet i hht. Veileder 01:2009 (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2009). Parameterne aktuelle for denne rapporten er uthevet.

<i>Parameter</i>	<i>Ref. verdi</i>	<i>Svært God/ God</i>	<i>God/Moderat</i>	<i>Moderat/Dårlig</i>	<i>Dårlig/ Svært Dårlig</i>
Tot-P	7	13	19	35	65
Siktedyp (m)	5	3	2	1	0,5
Tot-N	300	450	550	900	1500
Klorofyll-a	3,5	7	10,5	20	40
NH3 90 persentil*	1	5	10	15	25
Oksygen 50 persentil	12	9	5	2	1
Oksygen 5 persentil	9	5	2	1	0,5

Datagrunnlaget for denne rapporten er innhentet ved 6 prøvetakinger i perioden mai til oktober 2013. Prøver ble innhentet den 22.mai, 18.juni, 23.juli, 13.august, 17.september, og 8.oktober.

Vurderingene er basert på følgende parametere:

- 1) Generell vannkjemi: Siktedyp, temperatur, oksygen, suspendert stoff (STS) og suspendert gløderest (mg/l);
- 2) Plantenæringsstoffer: Silikat (mg/L), totalt fosfor (tot P, µg/L), løst fosfat (µg/L), totalt nitrogen (tot N, µg/L), nitrat (µg/L);
- 3) Alger: Klorofyll-a, sammensetning på klassenivå og biomasse av det totale samfunnet, i tillegg spesifikk slekt/artssammensetning av cyanobakterier, og konsentrasjoner av microcystin.

I tillegg til årets overvåkingsdata er data fra 2007-2012 og data fra Fylkesmannen Østfold lagt til grunn for å avdekke eventuelle langtidstrender. Alle kjemiske enkeltdata fra 2013 finnes i vedlegget.

2. Resultater og diskusjon

I det følgende gis en gjennomgang av de ulike parameterne som ble overvåket, med drøftelser av årsaker, sammenligninger med tidligere data og klassifisering der det er relevant.

2.1 Fysisk-kjemiske egenskaper

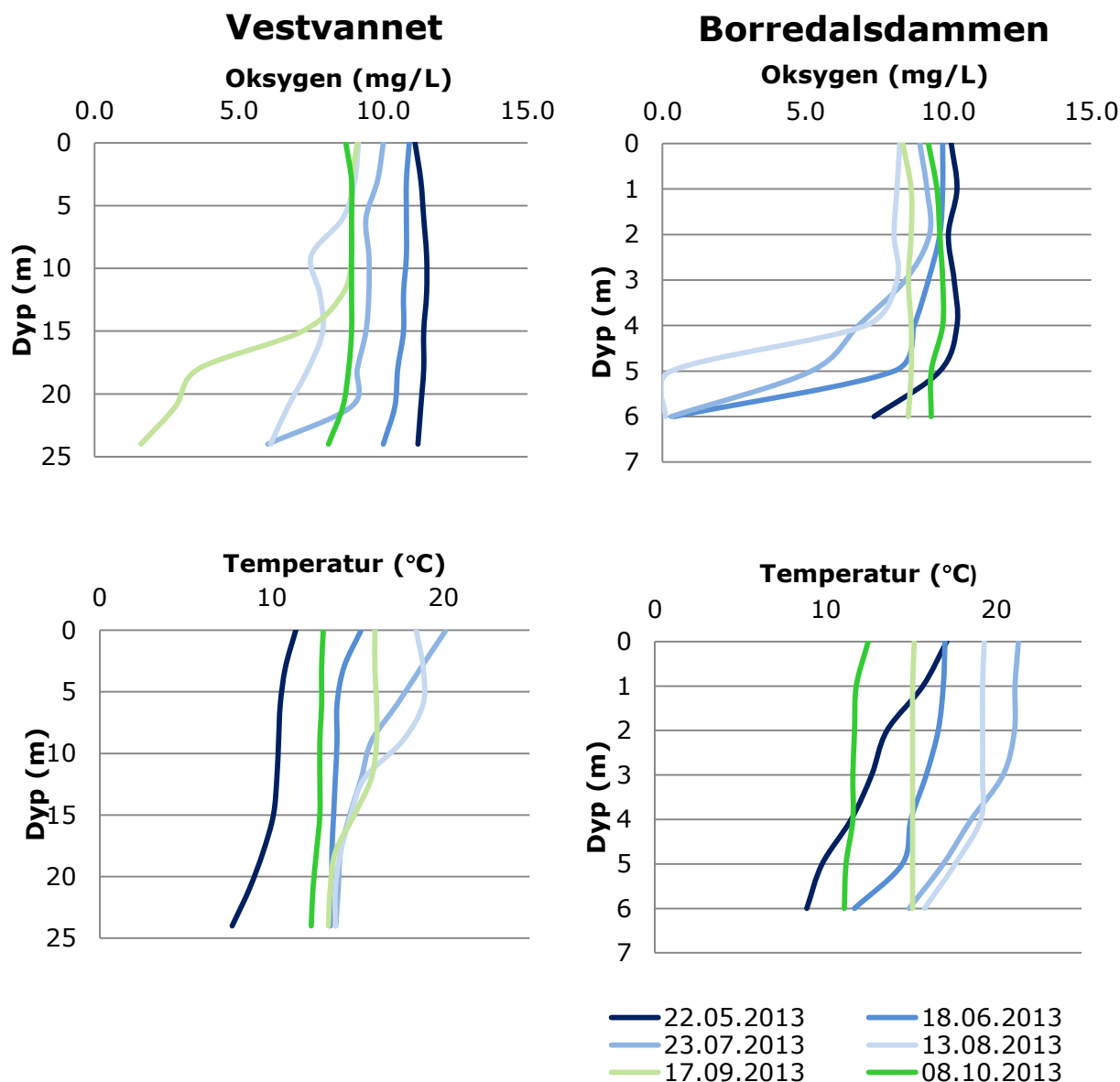
Både de fysisk-kjemiske faktorene og livet i en innsjø bestemmes i stor grad av variasjon i temperatur, siktedyp, turbiditet (målt som STS, suspendert stoff) og oksygeninnhold. Vi skal her gå igjennom hver av disse parameterne, som setter rammen for hvordan livet i innsjøene utvikler seg.

2.1.1 Oksygen og temperatur

Oksygen og temperatur ble målt ved hjelp av en YSI-probe (600 OMS V2). **Figur 2.** viser vertikal fordeling av oksygen (mg/L) og temperatur (°C) for sesongen 2013.

Gjennomsnittstemperaturen i overflatevannet var 15,7 i Vestvannet og 17,1 i Borredalsdammen, og høyeste målte temperatur hhv. 20,1 og 21,3, begge 23.juli. I de fleste innsjøer vil det om sommeren være et tydelig temperaturfall på 5-6 meters dyp (sprangsjikt), før man kommer over i det tunge, kalde dypvannet (hypolimnion). Dette er atskilt fra overflatevannet og har et separat, homogent temperaturregime. Denne sjiktningen så man i 2013 til en viss grad i Vestvannet i juli og august og i Borredalsdammen fra juni til august. Vannet i disse to bassengene har høy omrøring kort oppholdstid, særlig Borredalsdammen (henholdsvis gjennom innstrømmende vann fra Glomma og innpumping fra Vestvannet og overføring til ledningsnettet), noe som trolig er årsak til den dårlige sjiktningen.

Som det fremgår av figuren inneholdt også dypvannet i Vestvannet rikelig med oksygen bortsett fra i september, noe som er viktig ikke bare for organismene, men også for hvordan plantenæringsstoffer (nitrogen og fosfor) oppfører seg og hvordan organisk stoff brytes ned. Mønsteret her tilsier at autotrofe (oppbyggende, f.eks. oksygenproduserende, fotosyntetiske) prosesser dominerer over heterotrofe (nedbrytende, bakterielle og respirative), noe som er gunstig i forvaltningsøyemed. I Borredalsdammen var det mer oksygenfattig i sommermånedene juni-august. De ekstremt lave verdiene av oksygen ved 6 m dyp i Borredalsdammen kan være et resultat av at målingen blir foretatt like over sedimentene og proben kan ha kommet i kontakt med disse, men til tross for denne feilkilden er det tydelig redusert oksygeninnhold ved 5-6 meters dyp.



Figur 2. Vertikal fordeling for oksygeninnhold (mg/L, øverst) og temperatur (°C, nederst) for Vestvannet (venstre) og Borredalsdammen (høyre), mai-oktober 2013. Den kortvarige og dårlige sjiktningen er typisk for gjennomstrømningsinnsjøer.

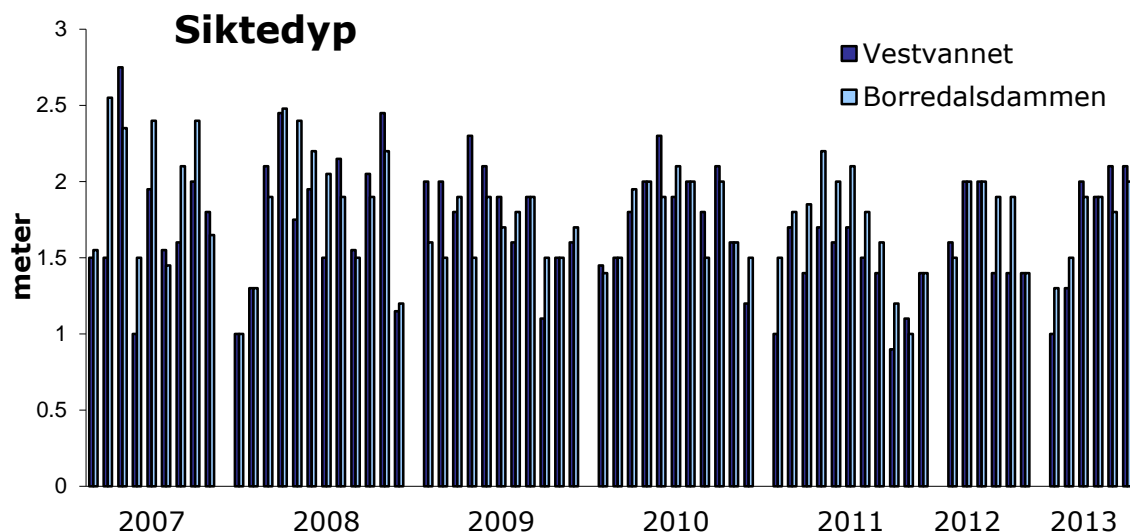
2.1.2 Siktedyp

Siktedypet måles ved at man senker en hvit skive (Secchiskive) 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 og grunnleggende informasjon om mengden partikler i vannet og vannets egenfarge. Partiklene kan være dels planteplankton og dels humusstoffer og leire fra nedbørsfeltet. I mange sjøer reflekterer siktedypet i noen grad trofigraden.

Figur 3 viser målinger for siktedypet i Vestvannet og Borredalsdammen gjennom sommersesongene 2007 til 2013. Det er ingen vesentlige forskjeller mellom de seks årene, men mens vannet var noe mer klart i Borredalsdammen enn i Vestvannet i både 2011 og 2012 var gjennomsnittet 1,7 m i begge bassengene i 2013. Dette gjenspeiles av mengden partikler i vannene, målt som suspendert stoff (STS), som også er omtrent det samme i begge vannene i 2013. I begynnelsen av sesongen (mai-juni)

er det klarere vann i Borredalsdammen enn i Vestvannet. En trolig forklaring er leirpartikler som til en viss grad synker ut og sedimenterer i Vestvannet før vannet pumpes over til Borredalsdammen.

Vanligvis regner man med at alger kan opprettholde fotosyntesen ned til et dyp som tilsvarer 1 til 2 x siktedypet, avhengig av vannets farge. Dette tilsier at det meste av fotosyntesen i vannet foregår i de øverste 3-4 meterne. Enkelte cyanobakterier er imidlertid i stand til å opprettholde fotosyntesen også ved noe svakere lys enn dette.



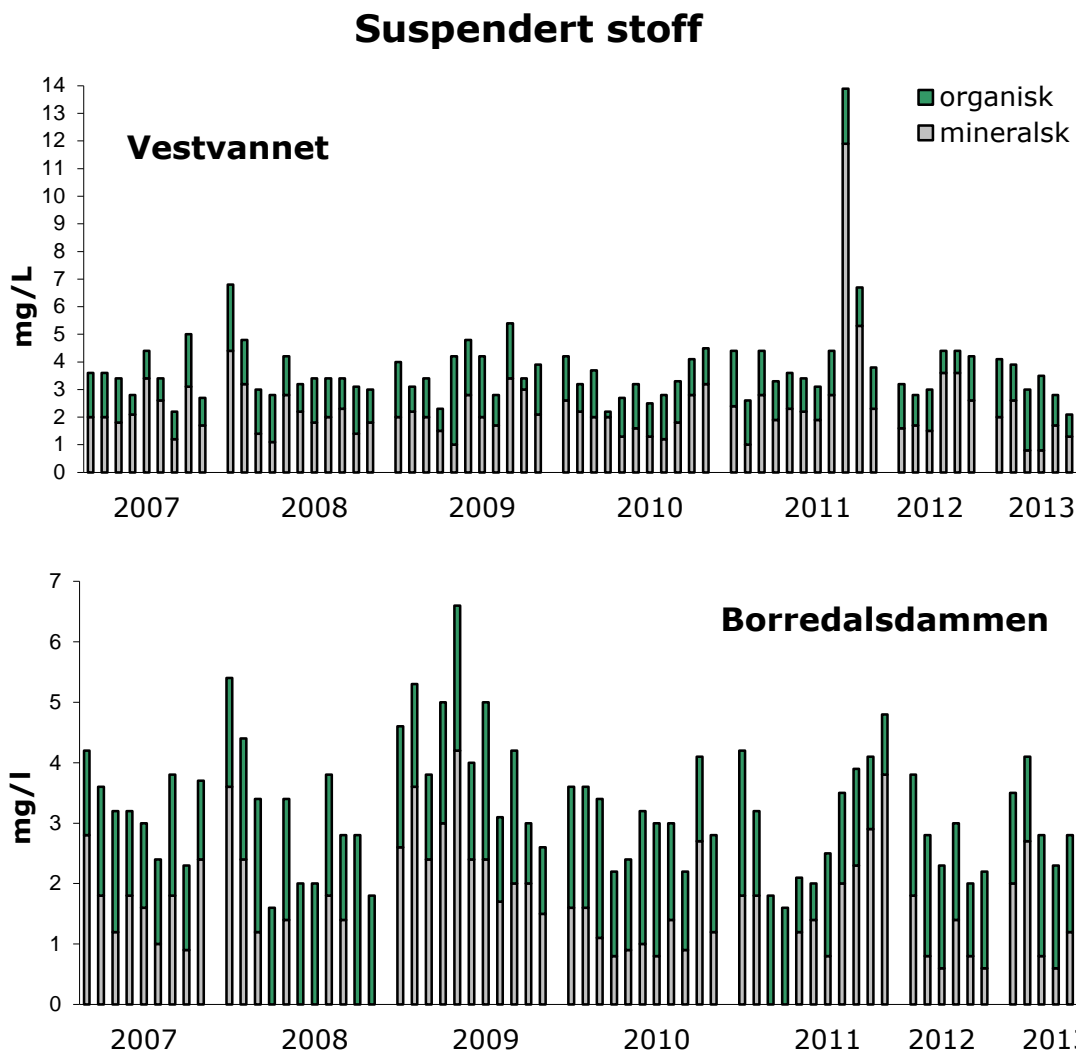
Figur 3. Siktedyp i Vestvannet og Borredalsdammen for årene 2007 - 2013.

2.1.3 Suspendert stoff

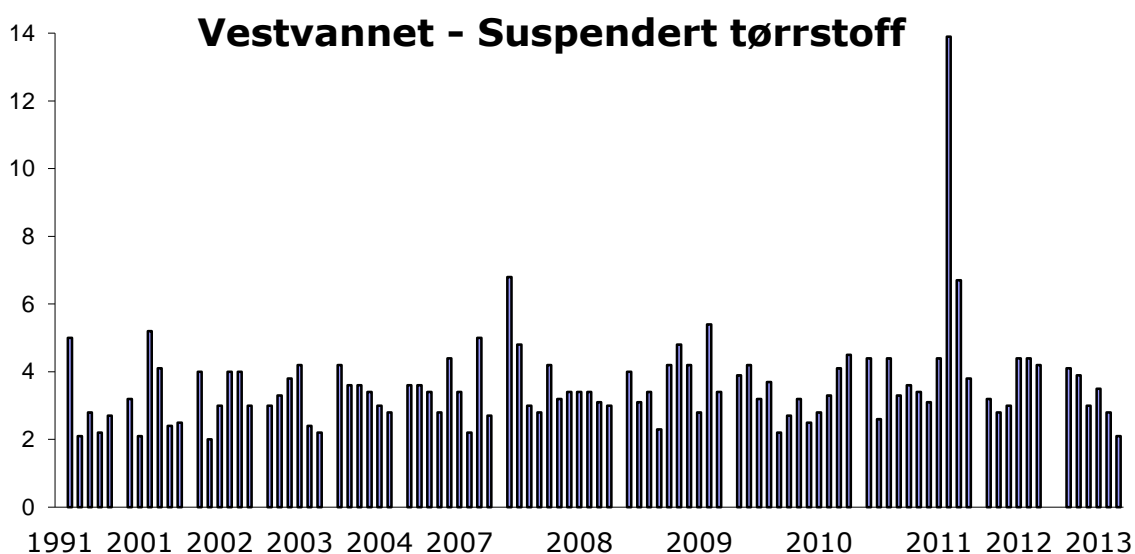
Partikkelmengden i innsjøer kan mer presist måles ved å filtrere et vannvolum. Vekten av filtratet defineres som totalt suspendert stoff (STS), og måles i mg/L. Ved oppvarming til 550°C fjernes den organiske fraksjonen, og tilbake blir den andelen som er mineralpartikler (særlig silt, til en viss grad også leire). Partikkelmengden i vannet bestemmes av tilførsel fra bekker, diffus avrenning (særlig fra dyrket mark), mengden planteplankton i vannet, og resuspensjon (utvasking og oppvirvling) fra bølgeslag mot strender og grunne sedimenter.

Figur 4 viser partikkelmengden i Vestvannet og Borredalsdammen for de syv siste årene, som totalt suspendert stoff (STS, mg/L) fordelt på de ulike fraksjonene for mineralsk (grå, hovedsakelig silt og leire) og organisk stoff (grønn, organisk materiale og planteplankton). Generelt er innholdet av partikler moderat til lavt i begge bassenger. Mønsteret som kommer frem passer godt med de målingene av siktedypet antyder.

Vestvannet hadde et noe høyere innhold av STS i 2007-2010, en kort topp i 2011 og deretter lavere i 2012 og 2013. Det er hovedsakelig mineralske partikler som varierer og har vært lavere de seneste årene. Slik variasjon skyldes flomperioder hvor særlig leire vaskes ut i innsjøene, og kan forventes i elvepåvirkede sjøer. I 2013 var det ingen utpregede episoder i Vestvannet eller Borredalsdammen, men dominans av mineralsk fraksjon på våren og forsommeren tyder på tilsig og er ikke uvanlig. Til tross for nedgangen i total partikkelmengde i Vestvannet, har i midlertid den organiske fraksjonen økt fra 1,2 mg/L i 2012 til 1,7 mg/L i 2013. Spesielt juli og august domineres i 2013 av organiske partikler i begge bassengene, men i Borredalsdammen er det ingen betydelig endring fra 2012.



Figur 4. Innholdet av suspendert stoff (mg/L) for 2007-2013 i Vestvannet og Borredalsdammen. Fraksjoner av organisk og mineralsk stoff er markert.

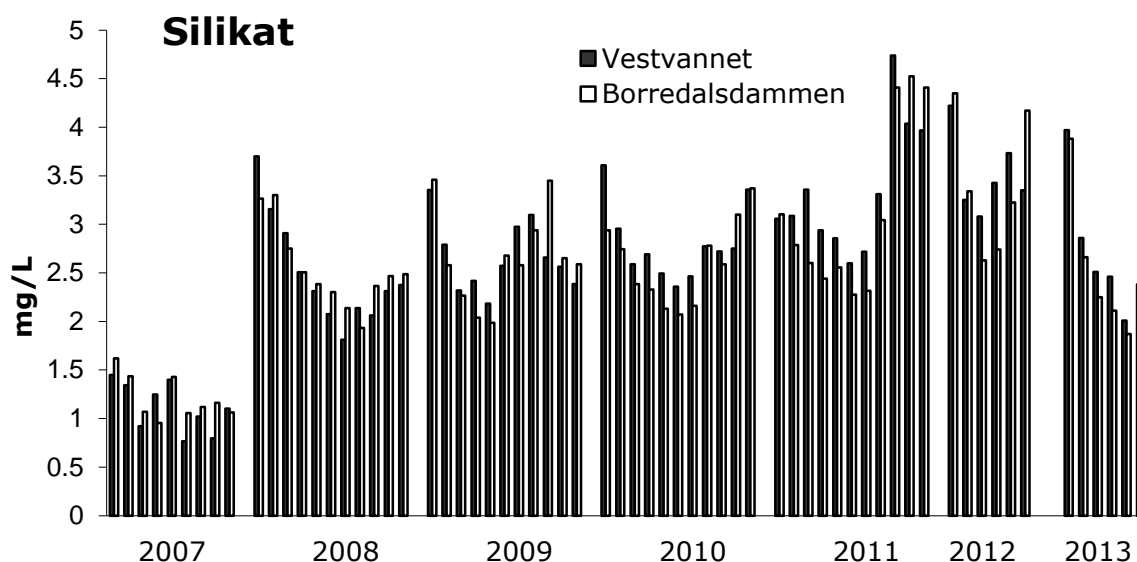


Figur 5. Innholdet av suspendert stoff i Vestvannet for utvalgte år (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold).

2.1.4 Silikat

Silikat er et næringsstoff som en viktig algegruppe – kiselalgen - er avhengige av. Disse algene danner sjeldent giftstoffer, og har ofte en stabiliserende effekt, ved at de hindrer oppkomsten av problemalger, som f.eks. giftproduserende cyanobakterier. Som hovedregel trenger kiselalgen minst 0,1 mg silikat i vannet. Silikat tilføres vannet fra berggrunnen, og påvirkes i liten grad av menneskelige aktiviteter.

Figur 6 viser innholdet av silikat (mg/L) gjennom sommerhalvåret de syv siste år i begge vannene. Innholdet av silikat var lavt i 2007, mens de siste seks årene har det ligget høyere med høyest middelverdi i 2012 og nedgang i 2013 (2,7 mg/L i Vestvannet og 2,5 i Borredalsdammen fra hhv. 3,51 og 3,41 i 2012). Mønsteret er ellers typisk for silikatdynamikken i nordiske sjøer. Verdiene er fallende fra våren og utover sommeren ettersom silikat forbrukes av kiselalgen, som har høyest andel av algesamfunnet i begge sjøene i mai. Blandingen av vannmassene gjennom sesongen i Vestvannet bidrar trolig til en viss resirkulering av silikat fra bunnvannet og hindrer utarming av dette nøkkelstoffet fra overflatevannet. Årsaken til at innholdet har vært høyere de siste årene er usikkert, og også nedgangen i 2013. Silikat påvirkes fortrinnsvis av forvitningsprosesser i nedbørsfeltet, og er etter hva man vet bare i liten grad influert av menneskelig aktivitet.



Figur 6. Innholdet av silikat (mg/L) i Vestvannet og Borredalsdammen gjennom sommerhalvåret 2007-2013.

2.1.5 Næringsalter

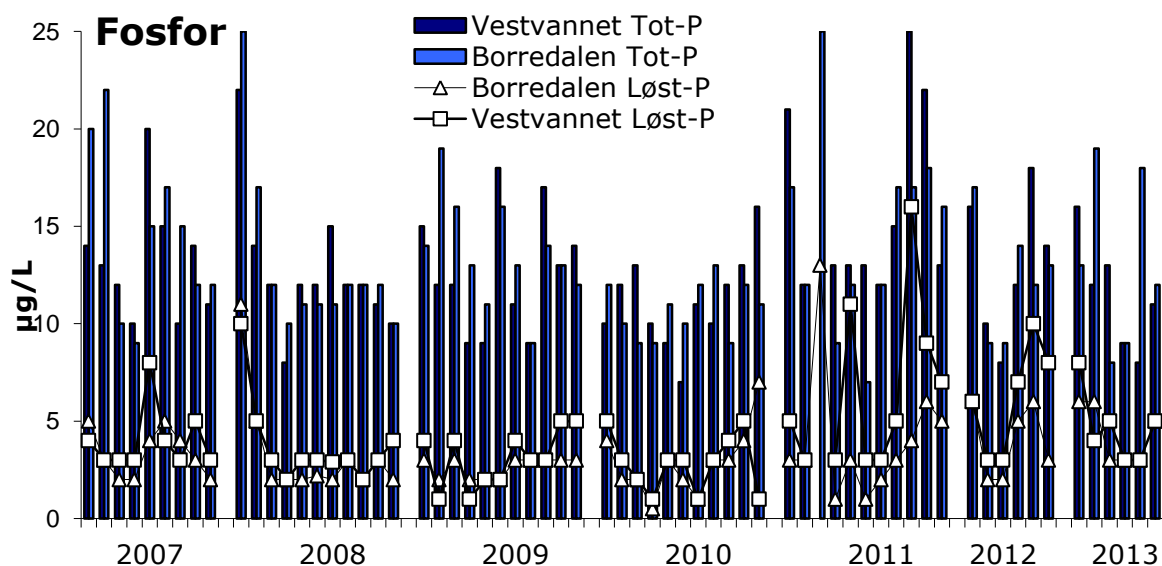
Fosfor og nitrogen er sentrale næringsstoffer for planteplankton. Særlig innholdet av fosfor er ofte utslagsgivende for hvor mye alger som dannes. Mange giftproduserende alger, bl.a. cyanobakterier er knyttet til forhøyede verdier av næringsalter (eutrofiering), eller har en tendens til å oppstå om mengde-forholdet mellom nitrogen og fosfor forskyves. Betegnelsene totalt fosfor og totalt nitrogen omfatter alle fraksjoner, både det som er i løst form og det som er bundet til partikler. Mye av fosforet er bundet til leirpartikler, og utilgjengelig for alger. Det er derfor også viktig å ha informasjon om den fraksjonen som er oppløst og biotilgjengelig (i form av nitrat og ortofosfat).

Fosfor

SFT angir totalt fosfor som støtteparameter for klassifisering av drikkevannskvalitet, og det er også en del av tilstandsklassifisering i hht. Vanddirektivet. For å være «godt egnet» til drikkevann må innholdet av totalt fosfor ikke overskride 7 µg/L, mens øvre grense for «mindre egnet» er angitt som 20 µg/L. De nye egnethetsvurderingene fra NIVA (Solheim m.fl. 2008) opprettholder disse grensene. For å kvalifisere til

minimum god økologisk tilstand i følge Veilederen 01:2009 (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2009) må totalt fosfor for gjeldende vanntype ikke overskride 19 µg/L.

Innholdet av fosfor i de to bassengene, målt som totalt fosfor og løst fosfat, for sommersesongene 2007 til 2013 er vist i **Figur 7**. Det er ingen tydelige forskjeller mellom de syv måleseriene. Alle årene har et fosforinnhold som er noe forhøyet på forsommeren, noe som er rimelig med vårflo og tilhørende utvasking fra nedbørsfeltet, både av fosforrik leire og av løst fosfat fra menneskelig aktivitet. Borredalsdammen hadde i 2013 betydelig høyere verdier av totalt fosfor i juni og september, mens Vestvannet hadde høyest verdier i mai-juli. Forskjellene mellom de to bassengene har stort sett vært små de seneste årene, og hvilket basseng som inneholder mest fosfor varierer med årene. I 2013 har Borredalsdammen hatt høyere innhold av totalt fosfor enn Vestvannet. Årlig gjennomsnittskonsentrasjon av totalt fosfor i Borredalsdammen var henholdsvis 14,6, 13,0, 13,6, 10,7, 14,7, 12,3 og 13,2 µg P/L de syv siste år. Dette plasserer vannet i kategorien «Mindre egnet» i forhold til drikkevannsklassifiseringen i alle årene fra 2007 til 2013, bortsett fra i 2010 da det havnet i klassen «Egnet». I Vestvannet har årsgjennomsnittet av totalt fosfor de siste syv årene vært hhv. 13,2, 12,7, 12,6, 11,2, 15,9, 13,0 og 11,5. Som drikkevann har dette alle år kvalifisert til «Mindre egnet», men i 2013 er det «Egnet». I følge klassifiseringsveilederen er Vestvannet i «Svært god» status i 2013 når det gjelder totalt fosfor.

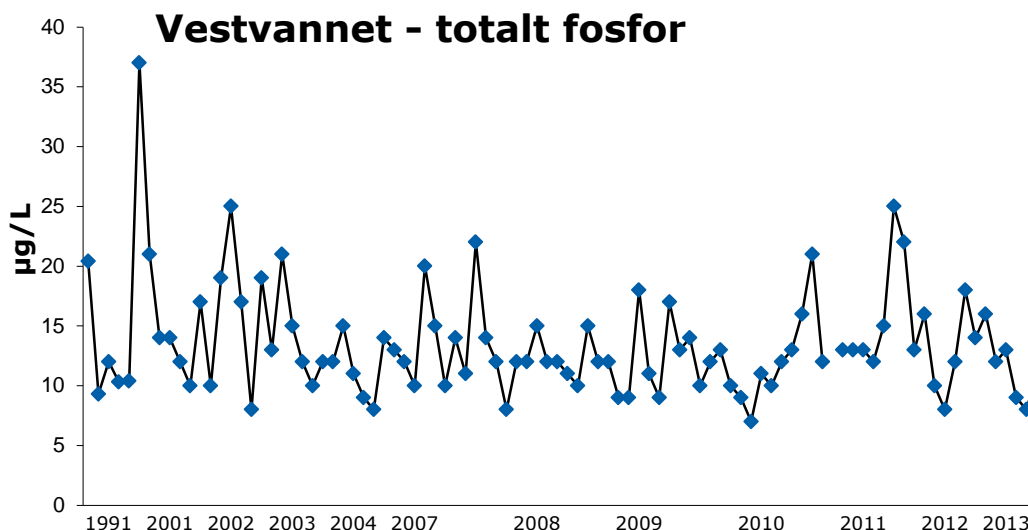


Figur 7. Konsentrasjoner av fosfor i overflatevannet (0-4 m) for sommersesongene 2007-2013. Søylor angir totalt fosfor, linjer angir løst fosfat.

Fosfor er ofte begrensende næringsstoff for algeproduksjonen. Fosforinnhold er også medbestemmende for fastsettelse av trofegrad, og ut fra våre målinger kan begge innsjøene karakteriseres som svakt mesotrofe.

En betydelig fraksjon av den totale fosformengden er vanligvis bundet til leirpartikler eller humus, og kan derfor ikke nyttes som plantenæring slik løst fosfat kan. Man bør følgelig være spesielt oppmerksom på den andelen som foreligger som løst fosfat (linje på **Figur 7**), og denne andelen har vært ganske lik i de to vannene frem til 2011 da Vestvannet hadde høyere, samt noen ekstremt høye, verdier av løst fosfat. Siden da har Borredalsdammen gjennom sesongene hatt lavere årsmiddelverdier av fosfat enn Vestvannet. I 2013 er mengden løst fosfat i Vestvannet lavere enn foregående år, men høyere i Borredalsdammen.

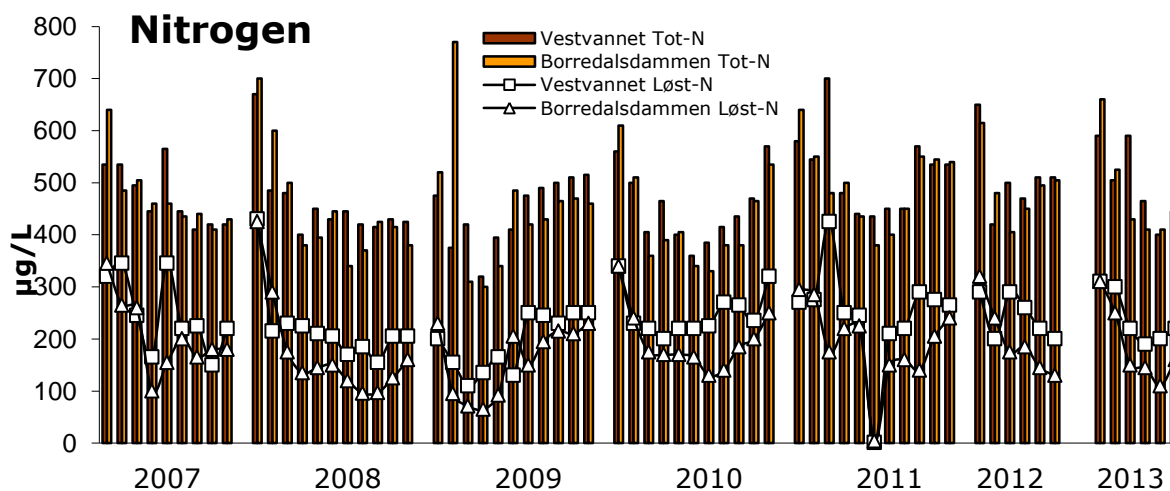
Vi har også foretatt en sammenstilling av verdiene for totalt fosfor i Vestvannet for årene 1991, 2001-2004 og 2007-2013 (**Figur 8**). Det er ingen målbare trender for de årene som er lagt til grunn.



Figur 8. Innholdet av totalt fosfor i Vestvannet for de år det finnes data for (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold).

Nitrogen

Nitrogeninnholdet i innsjøene følger i 2013 samme mønster og fordeling som tidligere år, men årsgjennomsnittet av totalt nitrogen er lavere i 2013 enn foregående år. Det er også i 2013, som tidligere, målt noe høyere innhold av både totalt nitrogen og nitrat i Vestvannet i forhold til i Borredalsdammen (**Figur 9**). Nitratinnholdet var ofte målt særlig høyt de samme datoer hvor siktedypet var observert lavt, noe som indikerer 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. Dette er spesielt tydelig i 2013.



Figur 9. Nitrogen i overflatevannet (0-4 m) for perioden 2007-2013. Søylar angir totalt nitrogen, og linjer angir løst nitrat.

Innholdet av totalt nitrogen i Vestvannet for utvalgte år etter 1991 er vist i **Figur 10**. Det er ingen klare trender for perioden. Årsgjennomsnittet for Vestvannet i 2013 er for totalt nitrogen 499 µg/L, noe som gir en «God» økologisk tilstand, tilsvarende for årene 2010-2012. Nitrogen er ikke en parameter i vurderingen av egnethet for drikkevann.



Figur 10. Innholdet av totalt nitrogen i Vestvannet for utvalgte år (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold).

2.2 Algesamfunnet

2.2.1 Klorofyll, 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 man får et estimat 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, men dette er et mer tidkrevende arbeid. På grunnlag av dette kan man også få mer detaljert kunnskap om problemalger, som for eksempel cyanobakterier. Innholdet av alggifter, særlig microcystin, måles ved kjemisk analyse av vannprøver.

Klorofyll

I SFTs klassifikasjonssystem for drikkevann var 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.

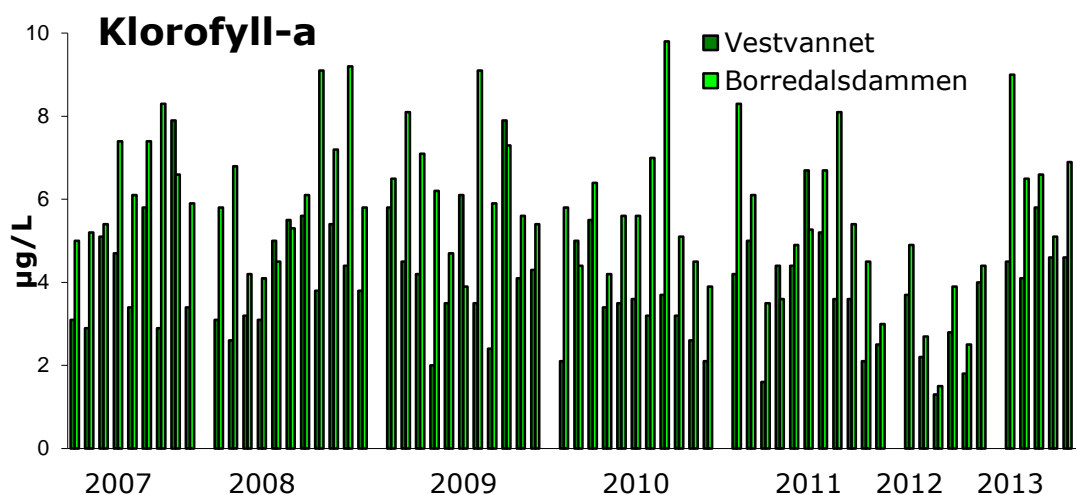
I NIVAs nye forslag til egnethet som drikkevann er det foretatt en justering, der grensen for ”godt egnet” mht. klorofyll er satt til 3 µg/L, og nedre grense for ”mindre egnet” er satt til 10 µg/L (**Tabell 1**; Solheim m.fl. 2008).

Mengden klorofyll-a i overflatevannet over sommersesongene 2007-2013 er vist i **Figur 1**.

Årsmiddelverdiene har økt betydelig fra foregående år i begge vannene, og stemmer overens med en tilsvarende økning i algebiomasse. Borredalsdammen har generelt et noe høyere klorofyllnivå enn Vestvannet alle årene, også gjennom hele sesongen i 2013. Klorofyllmengden påvirkes bl.a. av vanntemperaturen, som også generelt er noe høyere i Borredalsdammen. Høyeste konsentrasjoner av klorofyll i Borredalsdammen i 2012 var 9 µg/L, mens tilsvarende verdi for Vestvannet var 5,8 µg/L. Årsgjennomsnitt av klorofyll-a de siste syv årene er for Borredalsdammen hhv. 6,4, 6,2, 6,3, 5,7, 5,4, 3,3 og 6,6 µg/L mens tilsvarende verdier for Vestvannet er 4,4, 4,1, 4,4, 3,4, 3,9, 2,6 og 4,7 µg/L. I begge vannene sank verdiene frem til 2012, for deretter å øke igjen i 2013. Sommersesongen i 2012 kald og våt,

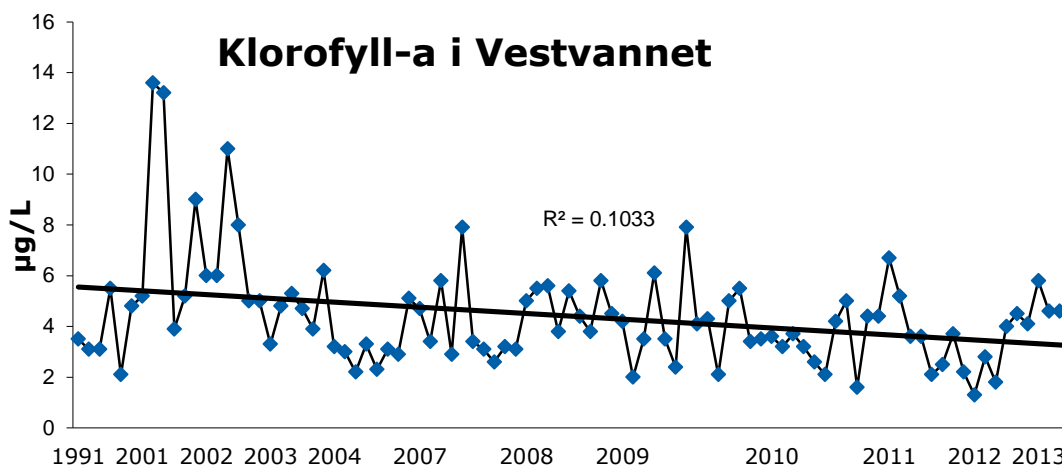
mens det i 2013 var varmere og dermed bedre grunnlag for algevekst, noe som kan forklare økningen i klorofyll. Høyeste målte overflatetemperaturer i 2013 var 21,3°C i Borredalsdammen og 20,1°C i Vestvannet (begge 23. juli), vesentlig høyere enn i 2012 da høyeste temperatur ble målt i august, hhv. 17,8°C og 16,1°C, dette også lavere enn august verdiene i 2013.

I følge de foreslåtte grenseverdiene for drikkevann er klorofyllverdiene høyere enn det som er ønskelig i Borredalsdammen. Tidligere år har årsgjennomsnittet gitt vurdering til «Mindre Eget» som drikkevann, men i 2012 lå nivået vesentlig lavere og Borredalsdammen havnet i kategorien «Eget», svært nær «Godt Eget». I 2013 igjen er nivået høyere og kun kvalifisert til «Mindre Eget». Høyeste verdi i Borredalsdammen i 2013 er 9 µg/L og svært nær grensen til «Uegnet» som er >10 µg/L, men dette er kun en enkeltverdi. Vestvannet ligger lavere gjennom hele sesongen 2013, som tidligere år. Som drikkevann kvalifiserer Vestvannet siden 2007 til «Eget», også i 2013, med unntak av 2012 hvor det var «Godt eget». Årsgjennomsnittet i 2013 på 4,7 µg/L gir Vestvannet status som «Godt» i henhold til Veileder 01:2009 (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2009).



Figur 11. Algemengde i Vestvannet og Borredalsdammen gitt som konsentrasjon av klorofyll-a (µg/L) for perioden 2007-2013.

En sammenstilling av klorofyll-a for utvalgte år (1991, 2001-2004 og 2007-13; **Figur 12**) viser at 2013 har høyere verdier enn foregående år, og bryter trenden som har vært med svak nedgang i klorofyllnivå. Fra år 2000 er klorofyllkonsentrasjonen blitt tydelig lavere (ikke vist grafisk). Mye av reduksjonen skyldes imidlertid et lite antall høye enkeltmålinger i 2001 og 2002, som trekker opp middelverdien disse årene, og nivået etter 2002 har ligget relativt jevnt.

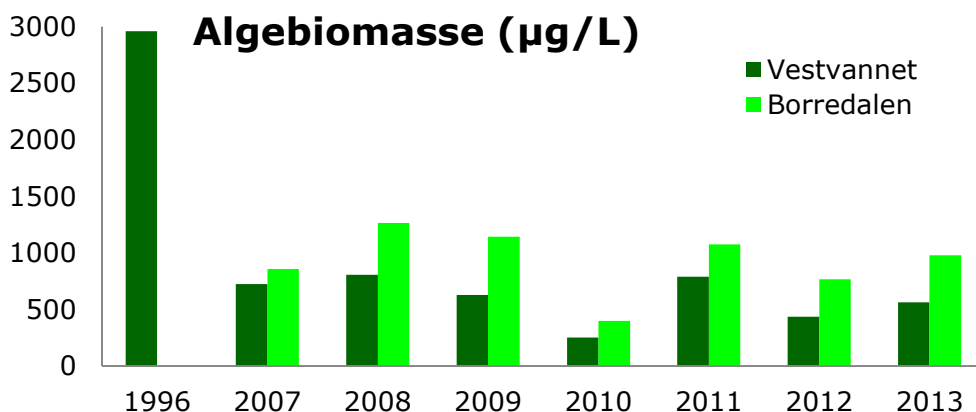


Figur 12. Innholdet av klorofyll-a i Vestvannet ($\mu\text{g/L}$) for de årene det finnes data (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold).

Planteplankton

For å undersøke sammensetningen av alger i vannet ble prøver analysert til grupper (divisjoner og klasser), og deres relative bidrag til total algebiomasse ble beregnet (mg våtvekt pr.m^3 , tilsvarende $\mu\text{g/L}$). Slike undersøkelser gir nyttig informasjon, fordi de ulike algegruppene har ulik funksjon og økologi, som på forskjellig vis også påvirker vannets egnethet som drikkevann. 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 vil ytterligere reduseres ved innslag av cyanobakterier, som inneholder mindre av dette pigmentet, eller øke ved forekomst av algegrupper som inneholder mer klorofyll, f.eks. nåleflagellater (*Gonyostomum semen*). I tillegg er klorofyllinnholdet lavt i enkelte av gruppene som ble påvist, bl.a. svelgflagellater, som utgjorde en betydelig andel av algefloraen særlig i Vestvannet. Av denne årsaken vil også forholdet mellom klorofyll og algebiomasse variere gjennom sesongen, ettersom dominerende algegrupper med ulikt innhold av klorofyll også varierer.

Algesamfunnet var noe likt i de to bassengene i 2013 når det gjelder sammensetning av de ulike gruppene, men i motsetning til tidligere år var det denne gangen kraftig dominans av gullalger i Borredalsdammen, spesielt i juli, og generelt er fordelingen mellom alle gruppene jevnere i Vestvannet. Den totale biomassen er betydelig høyere i Borredalsdammen (maks verdi 2103 mot 665 $\mu\text{g/L}$ i Vestvannet), men ikke spesielt høy i noen av innsjøene likevel. Årsmiddelverdiene av algebiomasse skiller seg ikke ut i forhold til tidligere år i noen av bassengene, med unntak er i 2010 da det var særdeles lite alger i begge vannene (**Figur 13**). NIVA har også data fra Vestvannet i 1996, da det ble tatt prøver av algeplankton 4 ganger i løpet av sommersesongen. Middelverdien for det året var med snaut 3000 $\mu\text{g/L}$ svært mye høyere enn det som har vært målt de siste årene i både Vestvannet og Borredalsdammen.

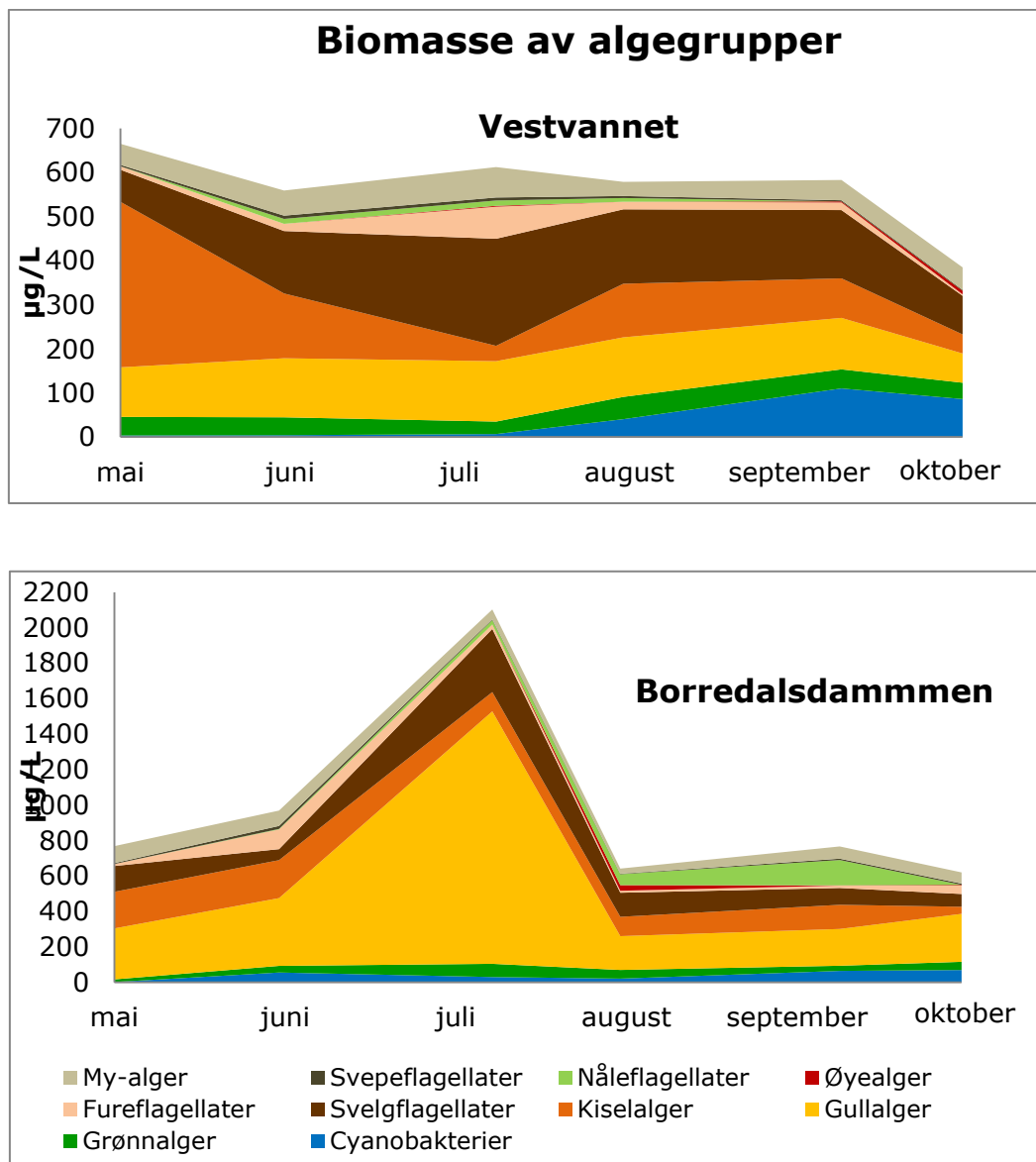


Figur 13. Algebiomasse ($\mu\text{g/L}$) i Vestvannet (mørk grønn) og Borredalsdammen (lys grønn) – årsmiddelverdier for de syv siste årene, samt for 1996 (kun Vestvannet).

I **Figur 14** ser man fordelingen av de ulike algegruppene gitt som biomasse og også total biomasse i løpet av sesongen 2013. Fordelingen av gruppene er omtrent som tidligere år men dominans av enkeltgrupper er annerledes sammenlignet med f.eks. 2012. Vestvannet ligger relativt lavt gjennom hele sesongen, noe høyere i mai og lavere i oktober, som forventet i forhold til vekstsesong og temperaturer. I mai er kiselalgene dominerende, noe som stemmer overens med resultater fra silikatmålingene. Sammen med svelgflagellater og gullalger utgjør de hovedparten av algebiomassen gjennom hele vekstsesongen 2013. I motsetning til 2012 er det i 2013 ingen økning i nåleflagellater (*Gonyostomum semen*) i hele tatt, men en liten økning i mengden cyanobakterier ses derimot i september. Årsaken til disse forskjellene kan være at prøvetaking kun hver 4. uke unngår eller tilfeldigvis plukker opp slike episoder og årsvariasjoner blir dermed tydeligere. I Borredalsdammen øker algemengden kraftig i juli, hovedsakelig pga. økning i mengden gullalger, ellers er biomassenivået jevnt før og etter. Svelgflagellater, kiselalger og gullalger er sammen de dominerende algegruppene også i Borredalsdammen, og dette samsvarer med tidligere års resultater, og er en vanlig sammensetning i norske innsjøer som ikke har problemer med eutrofiering eller oppblomstring av cyanobakterier. Det er kun små mengder cyanobakterier til stede i både Vestvannet og Borredalsdammen i 2013.

Gonyostomum semen, som gjerne betegnes som problematisk, er den eneste kjente arten av gruppen nåleflagellater (Raphidophyceae) i Norge. Den kan danne masseoppblomstringer, opp til 98 % av den totale algebiomassen i noen innsjøer, gjerne i august og september, og kan gi kløe og ubehag for badende, samtidig som den kan tette filtre i drikkevannskilder. I 2013 er det ikke store mengder av denne algen i hverken Vestvannet eller Borredalsdammen, med høyest andel av den totale biomassen på 2,0 % i Vestvannet (juni) og 18,6 % i Borredalsdammen (september). Dette er en betydelig nedgang fra 2012.

Gullalgene bestod mye av slektene *Dinobryon* og *Uroglena*. Dette er alger som kan gi vannet en særegen, ubehagelig lukt hvis konsentrasjonene blir høye, noe som kan skje under gunstige næringsforhold. *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. Kiselalgene var som tidligere også i 2013 dominert av slekter som *Asterionella*, *Tabellaria* og *Fragilaria* (*Ulmaria*). I 2013 var også kiselalgene i Vestvannet mye slekten *Diatoma*. Dette er store alger som i liten eller ingen grad beites av dyreplankton, og dermed kan de danne store bestander uten at dette nødvendigvis er en effekt av høyt næringsinnhold i sjøen. Svelgflagellatene domineres av *Plagioselmis nannoplanctica* (tidligere betegnet *Rhodomonas lacustris* og *R. nannoplanctica*) og ubestemte arter av slekten *Cryptomonas*. Disse algene er alle vanlige slekter i norske innsjøer. Cyanobakteriesamfunnet i innsjøene er beskrevet i kapittel 2.2.2.



Figur 14. Fordeling av ulike algegrupper (µg våtvekt/L) i overflatevannet for Vestvannet og Borredalsdammen for 2013.

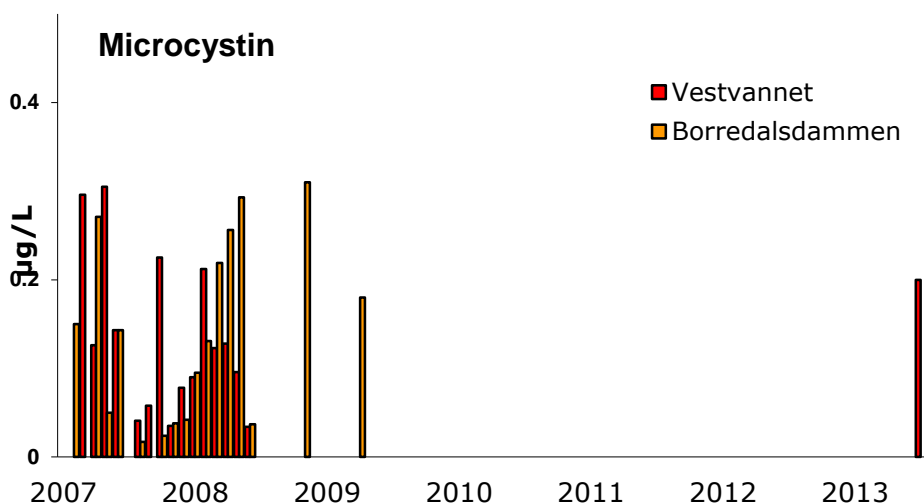
2.2.2 Cyanobakterier og algetoksiner

Innholdet av cyanobakterier har siden 2010 vært betydelig lavere enn tidligere år. Borredalsdammen har i 2013 en lavere andel med hensyn til biomasse (maks. verdi 11,3 % i Borredalsdammen 8. oktober mot 18,9 % i Vestvannet 18. september). I motsetning til i 2012 har Borredalsdammen i 2013 flere ulike slekter/arter av cyanobakterier enn Vestvannet, og dette året er sammensetningen i de to vannene mer ulik enn tidligere. Av identifiserte slekter dominerte trådformede slekter gjennom mye av sesongen i Borredalsdammen, spesielt *Planktothrix*, men også *Jaaginema*, *Anabaena* og *Aphanizomenon*. Koloniformede slekter som *Woronichinia*, *Snovella* og *Microcystis* forekommer sjeldnere og i mindre mengder. I Vestvannet består også hovedparten av cyanobakterienes biomasse av *Planktothrix*, samt noe *Aphanizomenon* og *Anabaena*. Her utgjør koloniformer, bl.a. *Woronichinia* større andel av biomassen i forhold til i Borredalsdammen. Blant de påviste artene er algegifter særlig assosiert med oppblomstringer av slektene *Planktothrix*, *Microcystis* og *Anabaena*. Den høyeste biomassen av cyanobakterier i 2013, observert i Vestvannet i oktober, består av *Anabaena* og *Planktothrix* og samsvarer med deteksjon av en liten mengde

microcystin (0,2 µg/L) på samme tidspunkt. For en nærmere redegjørelse av økologien til Planktothrix vises det til overvåkingsrapporten for 2010.

Microcystin er en algegift som erfaringsmessig kan forårsake redusert drikkevannskvalitet. Det produseres av mange ulike cyanobakterier, og registreres ved om lag halvparten av alle algeoppblomstringer. Giften er levertoksisk, og vanlige symptomer er synsforstyrrelser, kvalme, diaré og leverskader. I større konsentrasjoner er giften dødelig. WHO's anbefalte grenseverdi for microcystin i drikkevann er 1µg/L, mens bading frarådes ved konsentrasjoner >10 µg/L. Enkelte cyanobakterier kan også produsere andre giftstoffer med bl.a. protrahert giftvirkning (forsinket effekt i museforsøk) eller nevrotoksisk effekt.



Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen ble satt i gang i 2007 etter at punktmålinger høsten 2006 hadde vist et innhold av microcystin på 2,8 µg/L. Resultatet for overvåkingen av microcystin for 2007-2013 er vist i **Figur 15**. I 2007 kom det til moderat produksjon av microcystin i begge bassenger på ettersommeren, og også i 2008 ble det påvist små mengder toksin over det meste av prøveperioden. Innholdet var godt under den anbefalte grenseverdien. I 2009 ble det bare registrert microcystin i vannprøvene ved to anledninger. I begge tilfellene var det prøver fra Borredalsdammen, og innholdet var også da lavt (0,31 og 0,18 µg/L). Fra 2010-2012 ble det ikke ved noen tilfeller påvist microcystin over deteksjonsgrensen på 0,15 µg/L, mens det i 2013 ble målt 0,18 µg/L i Vestvannet 8. oktober. Denne målingen stemmer overens med en samtidig observasjon av økt biomasse av potensielt toksinproduserende cyanobakterier. Verdiene både av microcystin og cyanobakterier er imidlertid lave og begge innsjøene kvalifiserer også i 2013 til «Godt egnet» for drikkevann med hensyn til microcystin.



Figur 15. Innhold av microcystin (µg/L) i overflatevann (0-4 m) fra Vestvannet og Borredalsdammen for perioden 2007-2013.

2.3 Oppsummering av klassifiseringer

Tabell 3. Vurdering av Borredalsdammen (B.d.) og Vestvannets (V.v.)egnethet som drikkevann i hht. forslag til nytt klassifiseringssystem (Solheim m.fl. 2008).

 Godt egnet  Egnet  Mindre egnet  Ikke egnet

Parameter	2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013	
	B.d.	V.v.	B.d.	V.v.	B.d.	V.v.	B.d.	V.v.	B.d.	V.v.	B.d.	V.v.	B.d.	V.v.
Tot-P	14,7	13,2	13	12,7	13,6	12,6	10,7	11,2	14,7	15,9	12,3	13	13,2	11,5
Klorofyll-a	6,4	4,4	6,2	4,1	6,3	4,4	5,7	3,4	5,4	3,9	3,3	2,6	6,58	4,68
Microcystin	0,07	0,10	0,12	0,10	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,018

Tabell 4. Tilstandsklassifisering av Vestvannet i hht. Veileder 01:2009 (Direktoratsgruppa Vanndirektivet. 2009), inneværende år samt tre siste år. Til sammenligning er data fra overvåkingsrapporten Glomma Sør for Øyeren (Haande m.fl. 2012) inkludert.

 Svært god  God  Moderat  Dårlig  Svært dårlig

Parameter	2009-2011***	2011-2013	2013
Klorofyll-a (µg/L)	3,9	3,8	4,7
Vannplanter (Tic)*	55,54	-	-
Tot-P (µg/L)	13,2	13,9	11,5
Tot-N (µg/L)	472	512	499,2
Siktedyp (m)**	1,7	1,55	1,7
Total klasse	God	God	God

* Basert på data fra 2011,

** Siktedyp vektlegges ikke i tilstandsklassifiseringen (jf. Veileder 01:2009)

*** Klassifisering fra overvåkingsrapport for Glomma Sør for Øyeren (2012)

3. Konklusjoner

NIVA har i samarbeid med FREVAR overvåket vannkvaliteten i Vestvannet og Borredalsdammen ved Fredrikstad i 2013, med særlig fokus på algeplankton, spesielt cyanobakterier, og algetoksinet microcystin. 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 prøvebehandling, 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 Borredalsdammen er trolig årsak til at vannkvaliteten i de to bassengene er så lik som den er.

Innsjøene fremstår som svakt mesotrofe humøse sjøer, med middels innhold av næringssalter. Innholdet av både totalt fosfor og klorofyll-a er lavt i perioden vi har data for, og det meste av algesamfunnet utgjøres av arter som er vanlige i Østfolds innsjøer, og som ikke er giftproduserende. Den noe varmere

sommeren i 2013 enn f.eks. i 2012 ga varmere overflatetemperaturer, spesielt fra juli, noe som trolig førte til økt mengde algebiomasse i 2013. Det ble i 2013 observert en viss sjiktning spesielt i Borredalsdammen. Algemengden har økt i begge bassengene fra 2012, men er likevel ikke spesielt høy. Årsmiddelverdier for algebiomassen var hhv. 665 og 2103 µg/L for Vestvannet og Borredalsdammen. Det ble også observert noe større mengder cyanobakterier av slekter som potensielt produserer toksiner, spesielt i Vestvannet, med en samtidig påvisning av microcystin like over deteksjonsgrensen. Dette er likevel ubetydelige mengder både cyanobakterier og microcystin, og disse endringene har ingen innvirkning på klassifiseringen av noen av vannene. Det viser for øvrig at toksinproduserende cyanobakterier fremdeles trives i Vestvannet, og at de, under de rette forholdene, potensielt kan forårsake episoder med dårlig vannkvalitet. Det er derfor viktig og fortsette overvåkingen av disse innsjøene fremover.

Som drikkevann vurderes både Borredalsdammen og Vestvannet til mindre egnet med hensyn til totalt fosforinnhold, mens det er godt egnet i forhold til microcystin. Vestvannet er også godt egnet med hensyn til klorofyll-a, mens Borredalsdammen har høyere verdier og vurderes til egnet. I henhold til Vanndirektivet klassifiseres den økologiske status i Vestvannet til God.

4. Litteratur

Bratli, J.L. (red.). 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT veiledning 97:04.

Lindholm, M. 2008. Overvåking av Vestvannet/Borredalsdammen i Østfold, 2008. NIVA-rapport 5718-2008.

Solheim, A.L., D. Berge, T. Tjomsland, F. Kroglund, I. Tryland, A.K. Schartau, T. Hesthagen, H. Borch, E. Skarbøvik, H.O. Eggestad og A. Engebretsen. 2008. Forslag til miljømål og klassegrenser for fysisk-kjemiske parametere i innsjøer og elver, inkludert leirvassdrag og egnethet for brukerinteresser. Supplement til Veileder i økologisk klassifisering. NIVA-rapport 5708-2008

Direktoratsgruppa for Vanndirektivet. 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann, Direktoratets gruppa for gjennomføringen av vanndirektivet.

Lindholm, M. 2010. Overvåking av Vestvannet/Borredalsdammen i Østfold, 2009. NIVA-rapport 5905-2010.

Lindholm, M. 2010. Overvåking av Vestvannet/Borredalsdammen i Østfold, 2010. NIVA-rapport 6067-2010.

Rohrlack, T. og M. Lindholm. 2007. Overvåking av Vestvannet/Borredalsdammen i Østfold, 2007. NIVA rapport 5527-2008.

Haande, S., Edvardsen, H., Eriksen, T.E., Kile, M.R., Hagman, C.H.C., Borch, H., Brænden, R., Arnesen, J.F., Raudsandmoen, L. 2012. Tilstandsklassifisering av vannforekomster i vannområde Glomma Sør for Øyeren (2011) i henhold til vannforskriften. NIVA-rapport 6406-2012.

Hagman, C. H. C. 2012. Overvåking av Vestvannet/Borredalsdammen i Østfold, 2012. NIVA-rapport 6458-2012.

5. Vedlegg

5.1 Fysiske data

SIKTEDYP (METER)		
DATO	Vestvannet	Borredalsdammen
22.05.2013	1.0	1.3
18.06.2013	1.3	1.5
23.07.2013	2.0	1.9
13.08.2013	1.9	1.9
17.09.2013	2.1	1.8
08.10.2013	2.1	2.0
Årsmiddel	1,7	1,7

TEMPERATUR VESTVANNET (°C)									
Dato	0 m	3 m	6 m	9 m	12 m	15 m	18 m	21 m	24 m
22.05.2013	11.4	10.8	10.5	10.4	10.3	10.1	9.5	8.7	7.7
18.06.2013	15.2	14.2	13.8	13.8	13.7	13.6	13.5	13.5	13.4
23.07.2013	20.1	18.7	17.3	15.8	15.2	14.5	14.0	13.9	13.7
13.08.2013	18.4	18.8	18.8	17.6	15.4	14.6	14.0	13.7	13.7
17.09.2013	16.0	16.0	16.1	16.1	15.8	14.8	13.7	13.4	13.3
08.10.2013	13.0	12.9	12.9	12.8	12.8	12.8	12.6	12.4	12.3

TEMPERATUR BORREDALSDAMMEN (°C)							
Dato	0 m	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m
22.05.2013	17.1	15.7	13.6	12.7	11.5	9.8	8.9
18.06.2013	17.0	16.9	16.6	15.9	15.0	14.5	11.7
23.07.2013	21.3	21.1	21.1	20.4	18.54	16.9	14.9
13.08.2013	19.3	19.2	19.2	19.2	19.1	17.6	15.8
17.09.2013	15.2	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1
08.10.2013	12.5	11.8	11.7	11.6	11.6	11.2	11.1

OKSYGEN VESTVANNET (mg/L)									
Dato	0 m	3 m	6 m	9 m	12 m	15 m	18 m	21 m	24 m
22.05.2013	11.1	11.3	11.4	11.5	11.5	11.4	11.4	11.3	11.2
18.06.2013	10.9	10.8	10.8	10.8	10.7	10.7	10.5	10.4	10.0
23.07.2013	10.0	9.8	9.4	9.5	9.5	9.4	9.1	8.9	6.0
13.08.2013	9.1	9.0	8.6	7.5	7.8	7.9	7.4	6.7	6.1
17.09.2013	9.1	8.9	8.9	8.9	8.6	7.2	3.6	2.8	1.6
08.10.2013	8.7	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.8	8.6	8.1

OKSYGEN BORREDALSDAMMEN (mg/L)							
Dato	0 m	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m
22.05.2013	10.1	10.3	10.0	10.2	10.3	9.7	7.4
18.06.2013	9.8	9.8	9.7	9.3	8.8	8.1	0.4
23.07.2013	9.0	9.3	9.3	8.5	6.9	5.2	0.3
13.08.2013	8.3	8.2	8.1	8.2	7.1	0.3	0.1
17.09.2013	8.4	8.7	8.7	8.6	8.7	8.7	8.6
08.10.2013	9.3	9.6	9.7	9.8	9.8	9.4	9.4

5.2 Kjemiske analyseresultater

VESTVANNET								
Variabel	STS	SGR	Tot-P	PO4-P	Tot-N	NO3-N	Kl-a/S	SiO₂-Sj
Dato	mg/l	mg/l	µg P/l	µg P/l	µg N/l	µg N/l	µg/l	µg SiO ₂ /l
22.05.13	4.1	1.9	16	8	590	310	4.5	3970
18.06.13	3.9	2.6	12	4	505	300	4.1	2860
23.07.13	3	0.7	13	5	590	220	5.8	2510
13.08.13	3.5	0.7	9	3	465	190	4.6	2460
17.09.13	2.8	1.7	8	3	400	200	4.6	2010
08.10.13	2.1	1.3	11	5	445	220	4.5	2380
Årsmiddel	3.2	1.5	11.5	4.7	499	240	4.7	2698

BORREDALSDAMMEN								
Variabel	STS	SGR	Tot-P	PO4-P	Tot-N	NO3-N	Kl-a/S	SiO₂-Sj
Dato	mg/l	mg/l	µg P/l	µg P/l	µg N/l	µg N/l	µg/l	µg SiO ₂ /l
22.05.13	3.5	1.9	13	6	660	310	9	3880
18.06.13	4.1	2.7	19	6	525	250	6.5	2660
23.07.13	2.8	0.7	8	3	430	150	6.6	2250
13.08.13	2.3	0.5	9	3	410	145	5.1	2110
17.09.13	2.8	1.2	18	3	410	110	6.9	1870
08.10.13	2.9	1.3	12	5	410	160	5.4	2350
Årsmiddel	3.1	1.4	13.2	4.3	474	188	6.6	2520

5.3 Planteplankton analyseresultater

VESTVANNET						
Dato	22.05.13	18.06.13	23.07.13	13.08.13	18.09.13	08.10.13
Cyanobakterier	3.82	4.45	6.93	40.71	110.41	86.31358
Grønnalger	42.05	40.45	28.31	50.53	43.30	37.02324
Gullalger	112.43	133.98	137.01	135.10	116.75	66.40344
Kiselalger	375.48	146.99	34.83	121.68	89.68	43.23792
Svelgflagellater	72.77	141.63	242.97	168.72	154.92	87.63489
Fureflagellater	7.80	16.35	72.76	17.25	17.30	3.24
Øyealger	0.00	0.00	2.01	0.00	2.51	8.376
Nåleflagellater	0.00	11.20	12.00	8.40	0.00	0
Svepeflagellater	3.35	7.36	6.87	4.58	2.53	1.75741
My-alger (2-5 µm)	47.65	57.00	68.92	32.16	45.94	51.0492
Sum total	665.35	559.42	612.59	579.12	583.34	385.04

BORREDALSDAMMEN						
Dato	22.05.13	18.06.13	23.07.13	13.08.13	18.09.13	08.10.13
Cyanobakterier	2.40	56.02	30.51	21.60	65.13	70.17
Grønnalger	14.81	37.34	74.48	48.78	29.04	46.09
Gullalger	287.59	382.02	1423.24	190.71	207.30	270.46
Kiselalger	206.32	214.01	108.81	108.92	136.22	40.06
Svelgflagellater	145.23	62.09	355.90	135.73	94.93	71.96
Fureflagellater	11.42	111.07	24.77	11.28	13.49	47.23
Øyealger	0.00	0.00	0.17	31.52	1.26	3.90
Nåleflagellater	0.00	2.80	25.20	61.60	142.80	0.00
Svepeflagellater	5.07	16.84	4.25	2.70	7.48	7.37
My-alger (2-5 µm)	95.72	86.78	55.30	28.93	68.92	62.96
Sum total	768.56	968.97	2102.64	641.77	766.58	620.21

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no