RAPPORT L.NR. 7007-2016

Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen i Østfold, 2015

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

Norsk institutt for vannforskning

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

Tittel	Løpenr. (for bestilling)	Dato
Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen i Østfold, 2015	7007-2016	29.02.2016
	Prosjektnr. Undernr. 15196	Sider 35
Forfatter(e) Camilla Hedlund Corneliussen Hagman Kate Hawley	Fagområde Overvåking ferskvann	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Østfold	Trykket NIVA

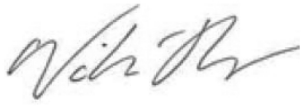
Oppdragsgiver(e)	Oppdragsreferanse
Fredrikstad Interkommunale Vann, Avløp og Renovasjonsforetak (FREVAR KF)	Renè Karstensen

Sammendrag

Gjennom vekstsesongen (juni-oktober) 2015 ble det gjennomført en overvåking av vannkvaliteten i Vestvannet og Borredalsdammen ved Fredrikstad. Rapporten gir funn fra inneværende år samt trender fra tidligere års overvåking. Det er lagt vekt på økologisk tilstand, egnethet som drikkevann, algesammensetning, cyanobakterier og algetoksiner. I Vestvannet viser resultatene at næringssalter, algebiomasse og klorofyll har sunket. Borredalsdammen har lignende resultater, men med en økning i klorofyll. Det ble observert lite cyanobakterier i vannene i 2015, men noe større mengder i Vestvannet i august. En mindre økning *Planktothrix* i Vestvannet i juli og Borredalsdammen i juni var trolig årsak til årets eneste målinger av microcystin, kun rett over deteksjonsgrensen.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Overvåking av cyanobakterier	1. Monitoring of cyanobacteria
2. Drikkevann	2. Drinking water
3. Vestvannet	3. Lake Vestvannet
4. Borredalsdammen	4. Lake Borredalsdammen

Camilla Hedlund Corneliussen Hagman
Prosjektleder



Nikolai Friberg
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-6742-6
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen i Østfold, 2015

Forord

Rapporten viser resultatene av FREVAR og NIVAs overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen, Østfold, i 2015. Oppdragsgiver har vært FREVAR KF i Fredrikstad. Overvåkingen er gjennomført i henhold til avtale av april 2015.

Datamaterialet som er lagt til grunn for rapporten er samlet inn gjennom et felles overvåkings-program mellom NIVA og FREVAR. I drøftelsene er det videre brukt data innhentet i perioden 2011-2014, 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 av Vladyslava Hostyeva og Kate Hawley. Kjemiske analyser er utført ved NIVAs akkrediterte laboratorium. Undertegnede har vært prosjektleder samt utført analyser av planteplankton, bearbeidet data og sammenstilt rapport. Kate Hawley har også hjulpet til med bearbeiding av data og figurer til rapporten. Rapporten er kvalitetssikret av Markus Lindholm.

Oppdragsgiver og alle medarbeidere takkes for godt samarbeid og god hjelp.

Oslo, 29.02 2016

Camilla Hedlund Corneliussen Hagman
Prosjektleder

Innhold

	1
Sammendrag	**5**
Summary	**6**
1. Innledning	**7**
1.1 Klassifisering og vurdering av tilstand	8
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	13
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 Klassifiseringer	23
3. Konklusjoner	**24**
4. Litteratur	**25**
5. Vedlegg	**26**
5.1 Fysiske data	26
5.2 Kjemiske analyseresultater	27
5.3 Planteplankton analyseresultater	28

Sammendrag

NIVA og FREVAR har gjennomført overvåking av vannkvaliteten i Vestvannet og Borredalsdammen ved Fredrikstad i 2015, med fokus på planteplankton og cyanobakterier (blågrønnalger). Resultatene er sammenholdt med data fra tidligere år. I vurderingen av vannforekomstenes egnethet for drikkevann er SFTs veileder og NIVAs oppdaterte forslag (Solheim m.fl. 2008) benyttet som en del av vurderingsgrunnlaget. I tillegg er Vestvannets økologiske tilstand vurdert i forhold til Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa,2013).

Konsentrasjonen av næringssaltene fosfor og nitrogen var svakt høyere i 2015 sammenlignet med foregående år. Algebiomassen var noe høyere i Vestvannet men har gått noe ned i Borredalsdammen, mens klorofyll-a-konsentrasjonen var lavere i begge vannene. Det ble ikke observert betydelige endringer i noen målte parametere på kort eller lang sikt, heller ikke i algesammensetning. Det meste av algesamfunnet består av arter som er vanlige i Østfolds innsjøer, og som ikke er giftproduserende. Det ble imidlertid påvist målbare konsentrasjoner av microcystin ved en anledning i begge vannene, trolig forårsaket av *Planktothrix*, som var til stede i små mengder samtidig. Generelt er det lite cyanobakterier i både Vestvannet og Borredalsdammen i forhold til biomasse, og microcystin-konsentrasjonene var godt under grenseverdiene for både drikkevann og badevann.

Vestvannet hadde god økologisk tilstand i henhold til vanndirektivet, og begge vannene vurderes som godt egnet til drikkevann med hensyn til microcystin. Derimot vurderes begge dårligere med hensyn til fosforkonsentrasjon og klorofyllnivåer.

Summary

Title: Monitoring of Lake Vestvannet and Lake Borredalsdammen in Østfold County, SE Norway, 2015.
Year: 2015
Author: Camilla H. Corneliussen Hagman
Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-6742-6

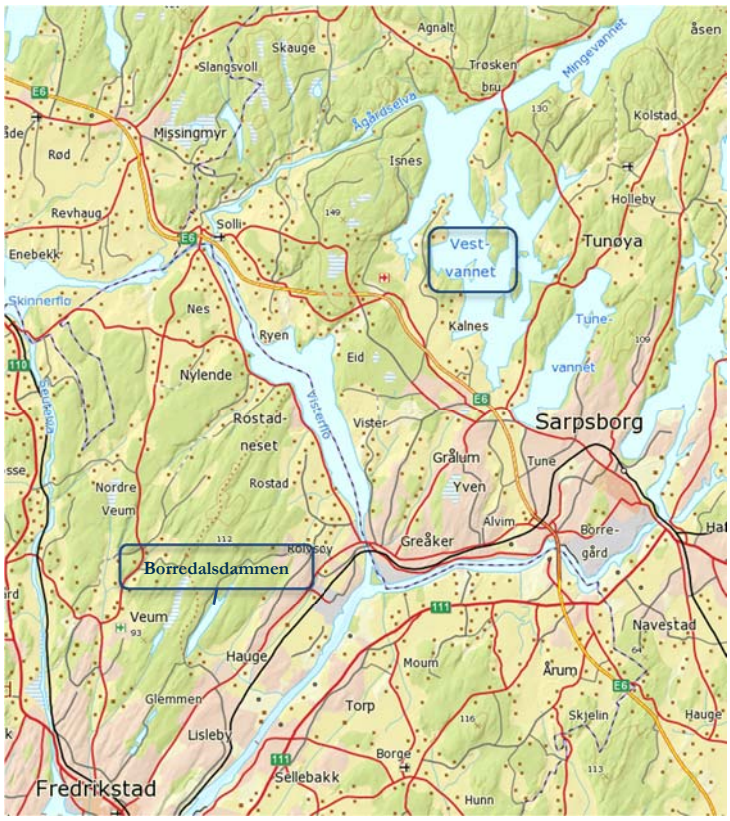
NIVA and FREVAR conducted a monitoring survey of the water quality in Lake Vestvannet and Lake Borredalsdammen in Fredrikstad in 2015, with focus on planktonic algae and cyanobacteria. The findings are compared to data from previous years. SFTs guidance together with NIVAs new proposition for suitability 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 02:2013 Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013) for ecological classification of waters is used as a tool in this report.

The content of the nutrients nitrogen and phosphorus in have increased in 2015 compared to previous years. The algal biomass in lake Vestvannet has increased, but decreased in lake Borredalsdammen, and the chlorophyll quantity has decreased in both lakes. There are no observed significant changes in any parameters measured in short term or long term, nor in algal composition. Most of the algal community consists of species that are common in lakes in Østfold county, and these are not normally toxinproducers. However, a small amount of microcystin was measured at one occasion in both lakes during the summer, probably caused by the cyanobacteria *Planktothrix*, whom were present simultaneously. The biomass of cyanobacteria is generally low in both lakes, and the microcystin level measured was well below the limits for both drinking water supplies and bathing water.

Lake Vestvannet is classified to good ecological status by the Water Framework Directive guidance, and both lakes are considered to be well suitable for drinking water with regards to microcystin. However, both are considered poorer with regards to phosphorous contents and chlorophyll levels.

1. Innledning

Innsjøene Vestvannet og Borredalsdammen ligger i hhv. Sarpsborg og Fredrikstad kommune (**Figur 1**) i Østfold, og utgjør i sammen drikkevannsreservoaret for Fredrikstad. Siden 1950-tallet har vann blitt pumpet fra Vestvannet via en pumpestasjon over til Borredalsdammen, som har fungert som råvannsreservoar og forsynt industri og 65 000 mennesker med drikkevann. Anlegget leverer i gjennomsnitt ca. 42 000 m^3 vann pr døgn. Sommeren 2014 startet FREVAR arbeidet med å legge rør fra Vestvannet under Borredalsdammen for direkte å hente drikkevann fra Vestvannet. Det nye systemet ble ferdigstilt høsten 2014, vannet går nå i lukket rør direkte fra Vestvannet til vannverket, og Borredalsdammen vil heretter kun fungere som reservekilde. Overvåkingen ble utført som normalt i 2015, men pga. nedtapping av dammen for ytterligere rørlegging ble det ikke tatt prøver av Borredalsdammen i oktober.



Figur 1. Kartet viser beliggenheten til Vestvannet og Borredalsdammen samt nærliggende vann. *Kilde: Norgeskart.no.*

Både Vestvannet og Borredalsdammen befinner seg under den marine grense, nær Oslofjorden, og ligger på sure granittbergarter, lokalt overdekket med marin leire. Imidlertid er de svært ulike innsjøer. Vestvannet er en «blindtarm» til Glomma og ligger inntil dens vestre løp, 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 Mingevannet. Borredalsdammen ble anlagt i 1912 og 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 og huser nær ti ulike fiskearter. Nedbørsfeltet er forholdsvis lite og består for en stor del av blandingsskog, med noe tilsig fra turtrafikk, ridning og friluftsliv. Overvåking av drikkevannskildene startet etter at det i 2006 ble registrert sjenerende lukt i drikkevannet til Fredrikstad og i Vestvannet. Lukten ble beskrevet som myr/kjeller-lukt, som kan være luktstoffet geosmin produsert av enkelte cyanobakterier. Analyser fra Vestvannet viste innhold av algetoksiner (microcystin) på 2,8 µg microcystin pr liter, som er over WHOs anbefalte grenseverdi på 1 µg/L for drikkevann (råvann). Slike algetoksiner produseres også av cyanobakterier. Prøvene fra Borredalsdammen ga derimot ingen målbare verdier for microcystin. På bakgrunn av funnene ble det inngått avtale mellom FREVAR og NIVA om overvåking av både Vestvannet og Borredalsdammen. Hensikten var å overvåke mengde, sammensetning og sesongdynamikk for algesamfunnet i de to bassengene, med særlig fokus på cyanobakterier. Resultatene fra tidligere overvåking er rapportert i Rohrlack og Lindholm (2007), Lindholm (2008, 2010, 2010 og 2011), Haande m.fl. (2012), Hagman (2012, 2014) og Hagman (2015). Overvåkingen ble videreført i 2015 og er i tråd med anbefalinger i overvåkingsveilederen (Veileder 02:2009, Overvåking av miljøtilstand i vann).

1.1 Klassifisering og vurdering av tilstand

Datagrunnlaget for denne rapporten er innhentet ved 6 prøvetakinger i perioden mai til oktober 2015. Prøver ble innhentet den 5. mai, 9. juni, 7. juli, 4. august og 8. september for begge vannene, samt 6. oktober i Vestvannet.

Vurderingene av innsjøenes tilstand er basert på følgende parametere, der parametere for klassifisering er uthevet:

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 samt **biomasse av cyanobakterier**, og konsentrasjoner av **microcystin**.

Se nærmere beskrivelse av de ulike parameterne i kapittel 2.

I tillegg til årets overvåkingsdata er data fra 2011-2014 inkludert for sammenligning. Data fra Fylkesmannen Østfold og overvåkingsdata er lagt til grunn for å avdekke eventuelle langtidstrender for tilgjengelige parametere i Vestvannet. Alle kjemiske enkeltdata, samt artslister for planteplankton fra 2015 finnes i vedlegg.

Vestvannet er tidligere blitt klassifisert iht. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann (Direktoratsgruppa, 2009) som rapportert i Haande m.fl. (2012), Hagman (2012) og Hagman (2014), og iht. Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann (Direktoratsgruppa, 2013) i 2014 (Hagman 2015) og i denne rapporten for 2015. Den reviderte versjonen har endrede klassegrenser for enkelte parametere og vanntyper, og med mer vekt på biologiske faktorer. Aktuelle parametere og klassegrenser er gitt i **Tabell 1**. Totalt biovolum av planteplankton er inkludert i den reviderte veilederen, sammen med en indeks for vurdering av artssammensetning (planteplankton trofisk indeks, PTI) og maksvolum av cyanobakterier. I klassifiseringen beregnes en normalisert økologisk kvalitetskvotient (nEQR) for alle parametere, slik at verdiene for ulike kvalitetselementer (her biologiske og fysisk-kjemiske) er sammenlignbare. Klassifisering skjer ut i fra et «verste styrer» prinsipp når alle kvalitetselementer summeres, dvs. at den dårligste tilstanden bestemmer tilstanden for hele innsjøen. Vestvannet vurderes som en eutrofipåvirket, kalkrik og humøs lavlandsinnsjø, type L-N8a. Klassifisering iht. den nye veilederen er også inkludert fra 2013 og 2014 for å se evt. endringer i tilstand og avdekke årsvariasjoner over minst tre år, som anbefalt i veilederen.

Klassifisering av økologisk tilstand basert på siktedyp iht. Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013) forutsetter samtidig måling av vannets farge. Dette blir ikke gjort i nåværende overvåkingsprogram for Vestvannet og Borredalsdammen, og derfor er heller ikke siktedyp inkludert i klassifisering i denne rapporten. Fargeområdet har derimot blitt oppgitt av FREVAR slik at Vestvannets vanntype kan bestemmes. Totalt nitrogen er heller ikke inkludert som klassifiseringsparameter i denne rapporten, da påliteligheten rundt denne fremdeles er noe usikker.

Siden bakgrunnsdata for å bestemme Borredalsdammens vanntype mangler er ikke tilstandsklassifisering iht. Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013) mulig. Borredalsdammen blir derfor kun klassifisert iht. drikkevannsforskriften, med de data som er tilgjengelige og for ett år om gangen. Klassifisering iht. drikkevannsforskriften er også gjort for Vestvannet. Tidligere år er inkludert i resultatene for å avdekke evt. endringer.

Kriterier for egnethet til drikkevann har siden 1997 vært basert på NIVA og KLIFs (tidl. SFT) klassifiseringssystem (Andersen m.fl. 1997). Med implementeringen av EUs vanndirektiv har det vært behov for en viss justering og oppgradering av disse kriteriene, og NIVA har på oppdrag av KLIF levert forslag til reviderte kriterier for drikkevannskvalitet (Solheim m.fl. 2008). Aktuelle parametere for denne rapporten er gitt i **Tabell 2**. I forhold til KLIFs klassifiseringssystem er det enkelte endringer, bl.a. mht. klorofyllmengder. Det foreslås videre i Solheim m.fl. (2008) at microcystin-mengden ikke skal overskride 1 µg/L for drikkevann (råvann), noe som er i tråd med WHOs anbefalinger. Det er viktig å presisere at KLIFs klassifiseringstabell viser egnethet i forhold til om vannbehandlingen kun omfatter filtrering og enkel desinfisering. Det betyr at råvann som havner i kategorien mindre egnet eller ikke egnet, vil kunne benyttes som drikkevann forutsatt at en mer omfattende vannbehandling gjennomføres.

Tabell 1. Klassegrenser for vanntype LN8a – Kalkrike, humøse, store sjøer i lavlandet iht. Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa 2013). Kun parametere aktuelle for denne rapporten er inkludert.

Parameter	***Ref. verdi***	***Svært God/ God***	***God/ Moderat***	***Moderat/ Dårlig***	***Dårlig/ Svært Dårlig***
Planteplankton					
Klorofyll-a (µg/L)	3,5	7	10,5	20	40
Biovolum (mg/L)	0,34	0,77	1,24	2,66	6,03
Trofisk indeks, PTI	2,22	2,39	2,56	2,73	3,07
Maks. biomasse cyanobakterier (mg/L)	0	0,16	1	2	5
Fysisk-kjemisk					
Tot-P (µg/L)	7	13	20	39	65
Tot-N (µg/L)	325	550	775	1325	2025

Tabell 2. Relevante parametere for vurdering av egnethet som råvann til drikkevannsforsyning. Klassegrensene er NIVAs forslag til nytt system for klassifisering av overflatevannkilders egnethet som råvann til drikkevannsforsyning (Solheim m.fl., 2008).

Parameter	**Godt egnet**	**Egnet**	**Mindre egnet**	**Ikke egnet**
Farge (mg Pt/L)	<10	10-20	-	>20
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

2. Resultater og diskusjon

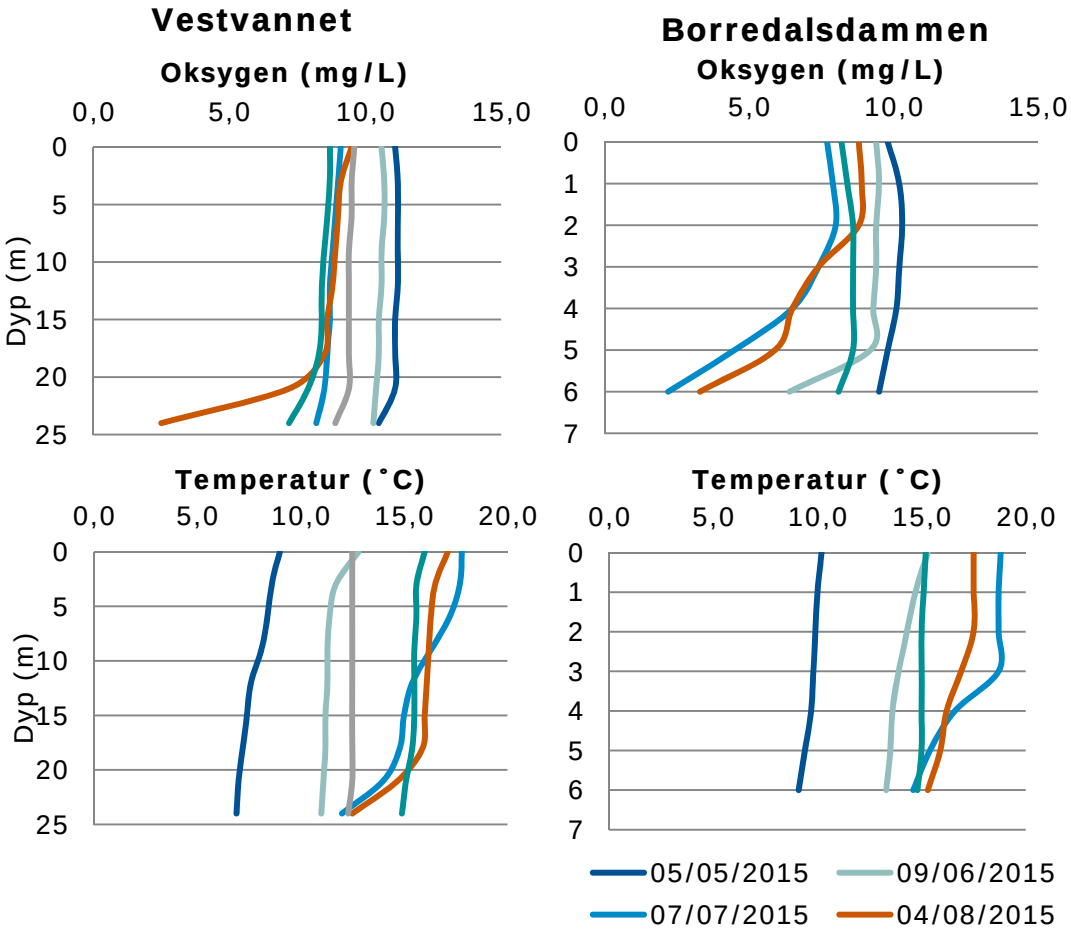
I det følgende gis en gjennomgang av de ulike parameterne som ble overvåket, med drøftelser av mulige årsaker, sammenligninger med tidligere data og til slutt klassifisering av både miljøtilstand og egnethet som drikkevann.

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.

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 2015 Sammenlignet med året før var det i 2015 mer oksygen ned i dypene gjennom hele sesongen, spesielt i Vestvannet, noe som er positivt for organismene som lever i vannet. Også hvordan plantenæringsstoffer (nitrogen og fosfor) oppfører seg og hvordan organisk stoff brytes ned påvirkes av oksygeninnholdet i vannet. Fremdeles ser det ut til at oppbyggende prosesser dominerer over nedbrytende, noe som også er gunstig.



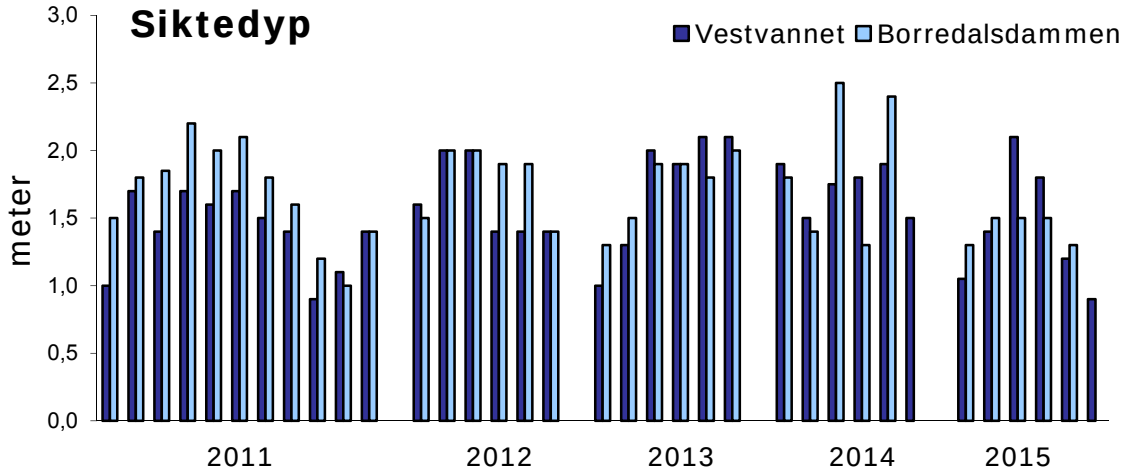
Figur 2. Vertikal fordeling for oksygeninnhold (mg/L, øverst) og temperatur (°C, nederst) for Vestvannet (venstre) og Borredalsdammen (høyre), mai-oktober 2015.

Gjennomsnittstemperaturene var lave i 2015, og også maks-temperaturen i overflaten var på bare 17,8 og 18,8 °C 7. juli i hhv. Vestvannet og Borredalsdammen. Gjennomsnittstemperaturen i overflatevannet var 14,2 i Vestvannet og 15,4 i Borredalsdammen. Dette er vesentlig lavere enn i 2014, men ikke overraskende da 2015 var en kjølig sommer. I de fleste innsjøer vil det om sommeren være et tydelig temperaturfall på ca 5-6 meters dyp (sprangsjikt), før man kommer over i det tunge, kalde dypvannet (hypolimnion). Vannet i Vestvannet har derimot høy omrøring og kort oppholdstid pga. innstrømming fra Glomma, noe som i 2015 ga seg utslag i kun en svak temperatursjiktning i Vestvannet 4. august. Enda svakere er sjiktningen i Borredalsdammen, kun 7. juli. Den dårlige sjiktningen her skyldes trolig at Borredalsdammen både er liten i areal og dyp. Resten av året var temperaturen homogen i hele vannmassen, noe som også forklarer det høye oksygeninnholdet i dypene.

2.1.2 Siktedyp

Siktedypet måles ved at man måler hvor langt ned i vannmassene en hvit skive (secchiskive) er synlig. Verdien 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. Siktedypet gir også grunnlag for å vurdere hvor dypt prøvetaking er hensiktsmessig (produktiv sone).

Vanligvis regner man med at alger kan opprettholde fotosyntesen ned til et dyp som tilsvarer 1,5 x siktedypet, avhengig av vannets farge, og dermed er det hensiktsmessig å ta algeprøver i dette området. Enkelte cyanobakterier er imidlertid i stand til å opprettholde fotosyntesen også ved enda svakere lys. **Figur 3** viser målinger for siktedypet i Vestvannet og Borredalsdammen gjennom sommersesongene 2011 til 2015. Det er ingen vesentlige forskjeller gjennom årene, men siktedypet var svakt redusert i 2015. Gjennomsnittet var det samme i begge innsjøene (1,4 m), men Borredalsdammen ble ikke prøvetatt i oktober. Siktedypet varierte en del i Vestvannet dette året, med maks. på 2,1 i juli, men dette er heller ikke spesielt høyt. Trolig er mye nedbør og dermed mye tilførsler av partikler fra Glomma sammen med sirkulasjon av vannmassene årsaken.



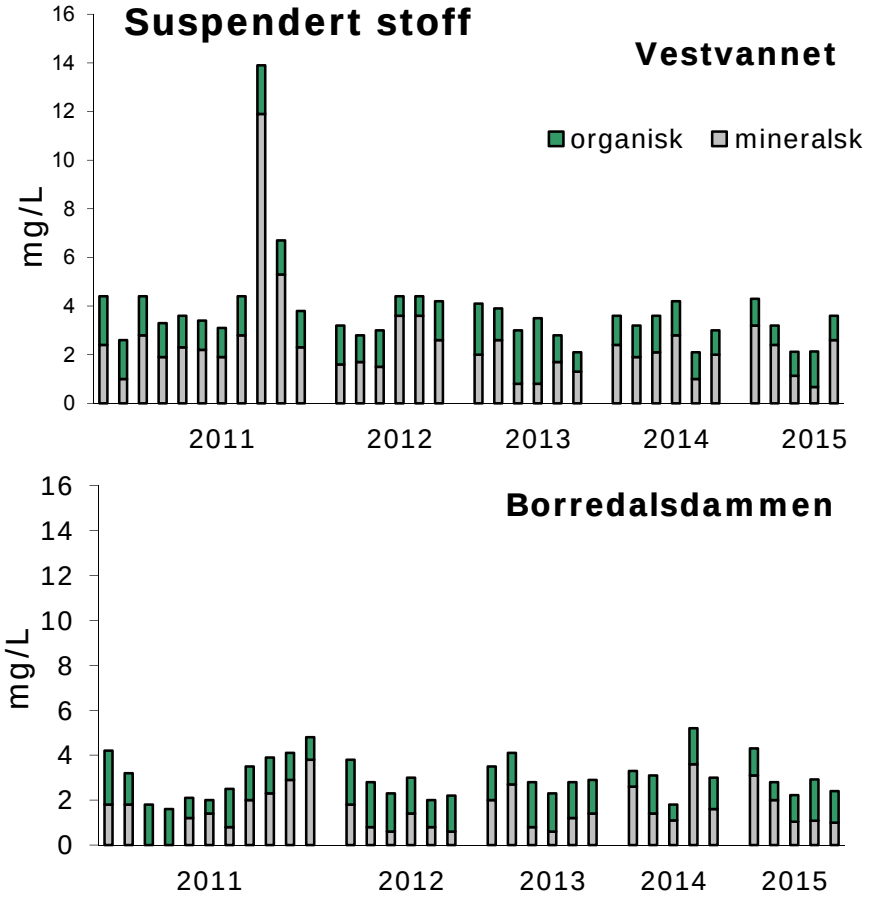
Figur 3. Siktedyp i Vestvannet og Borredalsdammen for årene 2011 - 2015.

2.1.3 Suspendert stoff

Partikkelmengden i innsjøer 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 partikkelkonsentrasjonen i Vestvannet og Borredalsdammen for de fem 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). Prøven av totalt suspendert stoff fra Vestvannet i oktober ble dessverre ødelagt under analyse, derfor er det kun fem prøver fra begge sjøene. Generelt er innholdet av partikler moderat til lavt i begge bassenger, men i motsetning til tidligere år ikke lavere i Borredalsdammen i 2015. Konsentrasjonen av suspendert stoff stemmer overens med målingene av siktedyp i Vestvannet, med klarere vann i juni til august. I Borredalsdammen er derimot ikke korrelasjonen like tydelig.

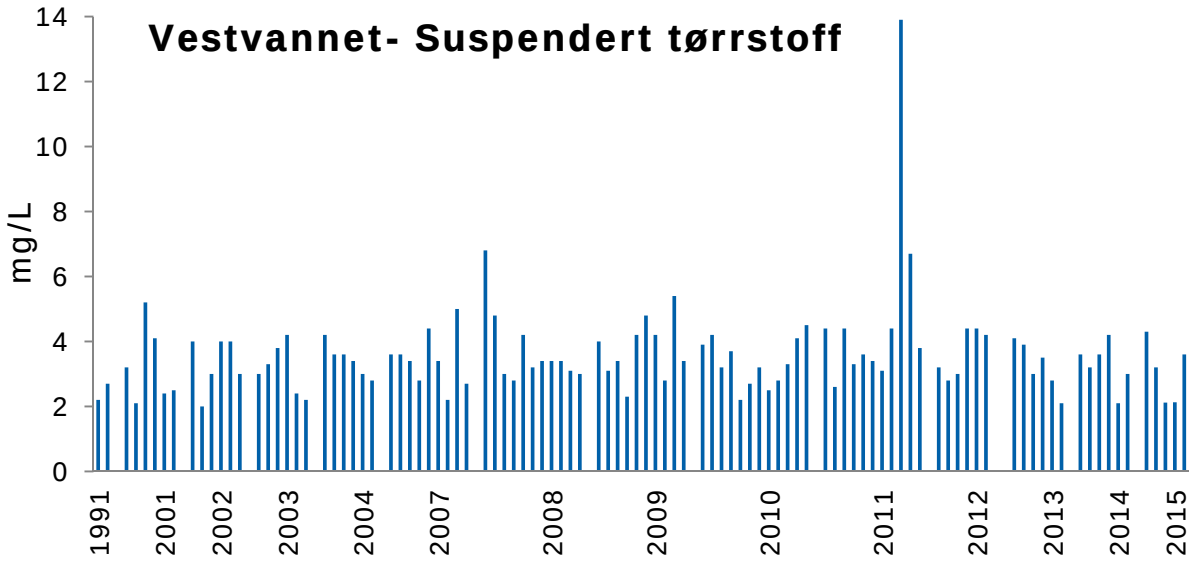
Vestvannet har hatt et jevnt innhold av STS de siste fem årene, med en kort topp i 2011 og deretter lavere konsentrasjoner de siste fire år. Det er hovedsakelig mineralske partikler som varierer og som har vært lavere de seneste årene. Slik variasjon skyldes flomperioder hvor særlig leire vaskes ut i innsjøene, og kan forventes i elvepåvirkede sjøer. Dominans av mineralsk fraksjon på våren, forsommeren og høsten tyder på tilsig og er ikke uvanlig. I 2015 var det ingen utpregede episoder i Vestvannet eller Borredalsdammen som ble plukket opp av månedlige prøver. Borredalsdammen hadde kun dominans av mineralske partikler i mai og juni, resten av sesongen var det hovedsakelig organisk.



Figur 4. Konsentrasjoner av suspendert stoff (mg/L) for 2011-2015 i Vestvannet og Borredalsdammen. Fraksjoner av organisk og mineralsk stoff er markert.

Det var en nedgang i total partikkelmengde i Vestvannet fra 2014 (3,5 mg/L) til 2015 (3,1 mg/L), og en ørliten nedgang i organisk fraksjon (fra 1,25 til 1,1 mg/L, ikke medregnet oktober 2015). Mest organiske partikler finner vi i august i begge bassengene, men de dominerer allerede fra juli og også i september. Dette er vanlig for Borredalsdammen, men i Vestvannet har de mineralske fraksjonene vanligvis dominert.

Figur 5 viser konsentrasjoner av totalt suspendert stoff i Vestvannet for 1991, for 2001-2004 og for 2007-2015 (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold). Det er noe mindre partikler i 2015, men ikke stor forskjell fra tidligere år.

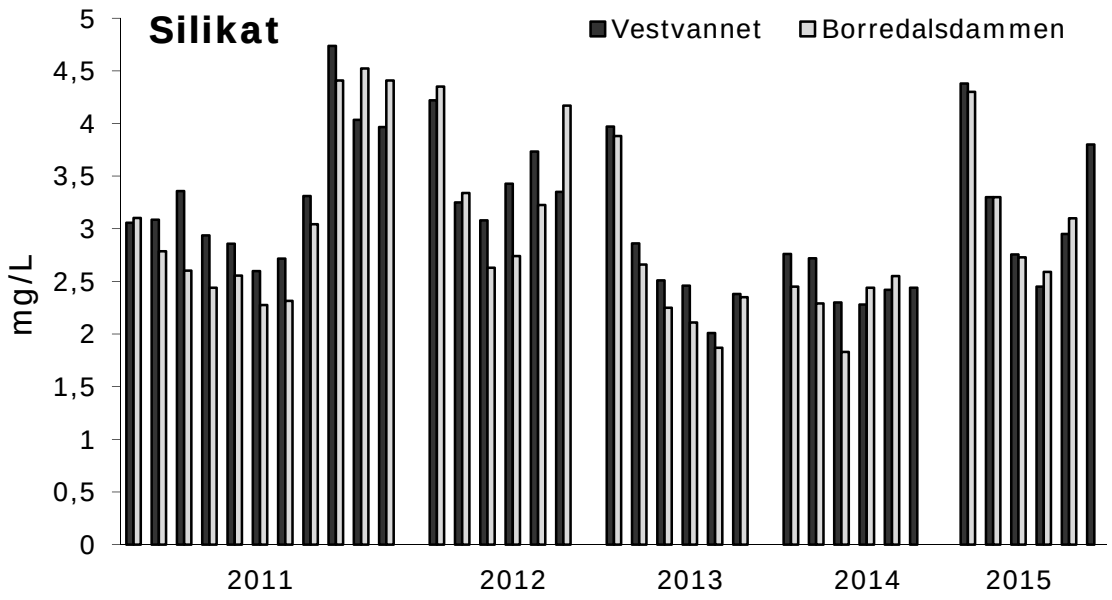


Figur 5. Konsentrasjoner av suspendert stoff i Vestvannet for utvalgte år (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold).

2.1.4 Silikat

Silikat er et næringsstoff som tilføres vannet fra berggrunnen, og påvirkes i liten grad av menneskelige aktiviteter. En viktig algegruppe – kiselalgene - er avhengige av silikat. 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 kiselalgene minst 0,1 mg silikat i vannet.

Figur 6 viser konsentrasjoner av silikat (mg/L) gjennom sommerhalvåret de fem siste år i begge vannene. Verdiene var jevnt lave gjennom hele sesongen 2014, de øvrige årene har det vært høyere verdier på våren/forsommeren og høsten. I 2015 var det også høye verdier i mai og oktober, mens juli og august hadde de laveste silikatmengdene. Middelverdiene i hhv. Vestvannet og Borredalsdammen i 2015 var 3,3 og 3,2 mg/L, en økning fra hhv. 2,5 og 2,3 i 2014.
Som tidligere var heller ikke i 2015 kiselalger dominerende i noen av bassengene, men det kom til en liten økning i Vestvannet i august og september, som altså ikke var tett korrelert med silikatkonsentrasjonen. Siden kiselalgene trenger silikatkonsentrasjoner >0,1 mg/L, som det er hele sesongen i begge vannene, er neppe silikat begrensende for algeveksten. Trolig spiller konkurranse og andre faktorer en større rolle. Blandingen av vannmassene gjennom sesongen i Vestvannet kan også bidra til en viss resirkulering av silikat fra bunnvannet og hindrer utarming av dette nøkkelstoffet fra overflatevannet. Årsaken til år-til-år-variasjonene er usikker, men silikat er ikke spesielt utsatt for menneskelig påvirkning.



Figur 6. Konsentrasjoner av silikat (mg/L) i Vestvannet og Borredalsdammen gjennom sommerhalvåret 2011-2015.

2.1.5 Næringssalter

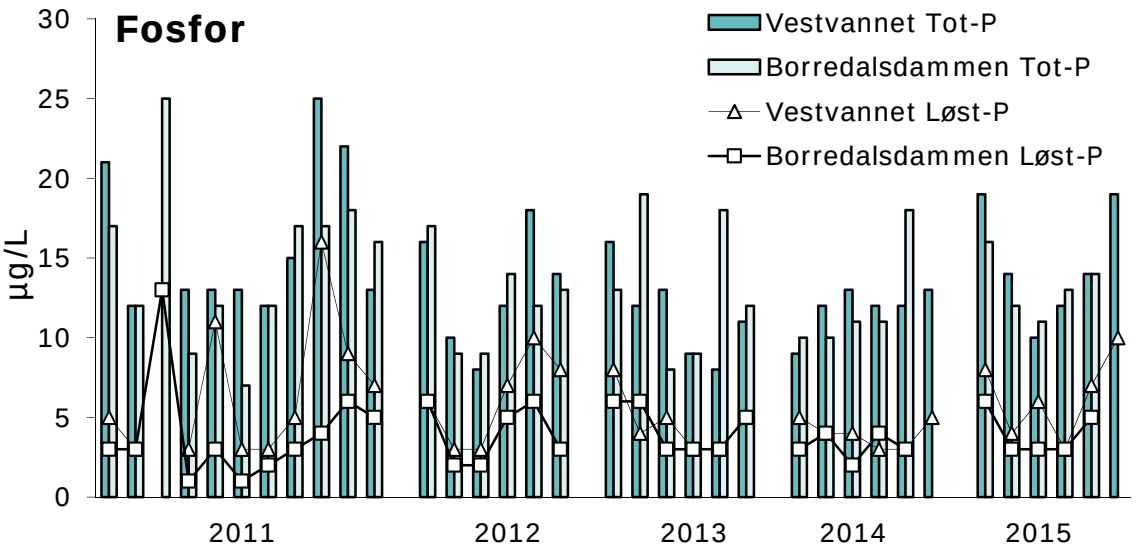
Fosfor og nitrogen er essensielle næringsstoffer for planteplankton. Særlig innholdet av fosfor er ofte utslagsgivende for hvor mye alger som dannes. Mange giftproduserende alger, bl.a. cyanobakterier er knyttet til forhøyede verdier av næringssalter (eutrofiering), eller har en tendens til å oppstå 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. Det er også viktig å ha informasjon om den fraksjonen som er oppløst og biotilgjengelig (i form av nitrat og fosfat). Totalmengden fosfor er et viktig fysisk-kjemisk kvalitetselement i klassifisering av eutrofipåvirkede innsjøer, samt støtteparameter for klassifisering av drikkevannskvalitet.

Fosfor

Konsentrasjonen av fosfor i de to bassengene, målt som totalt fosfor og løst fosfat, for sommersesongene 2011 til 2015 er vist i **Figur 7**. Det er ingen store forskjeller mellom de fem måleseriene, men sesongvariasjonen var noe mindre i 2014 enn øvrige år. Variasjonen var tilbake i 2015, og det var påfallende høye verdier av løst fosfat i mai og oktober i Vestvannet. Dette skyldes trolig særlig flomepisoder og utvasking av fosforholdig leire, men også menneskelig aktivitet. Konsentrasjonene av totalt fosfor i begge vannene er også noe høy. De laveste verdiene er i juli i begge innsjøene, og forskjellene mellom de to vannene er liten gjennom mesteparten av sesongen.

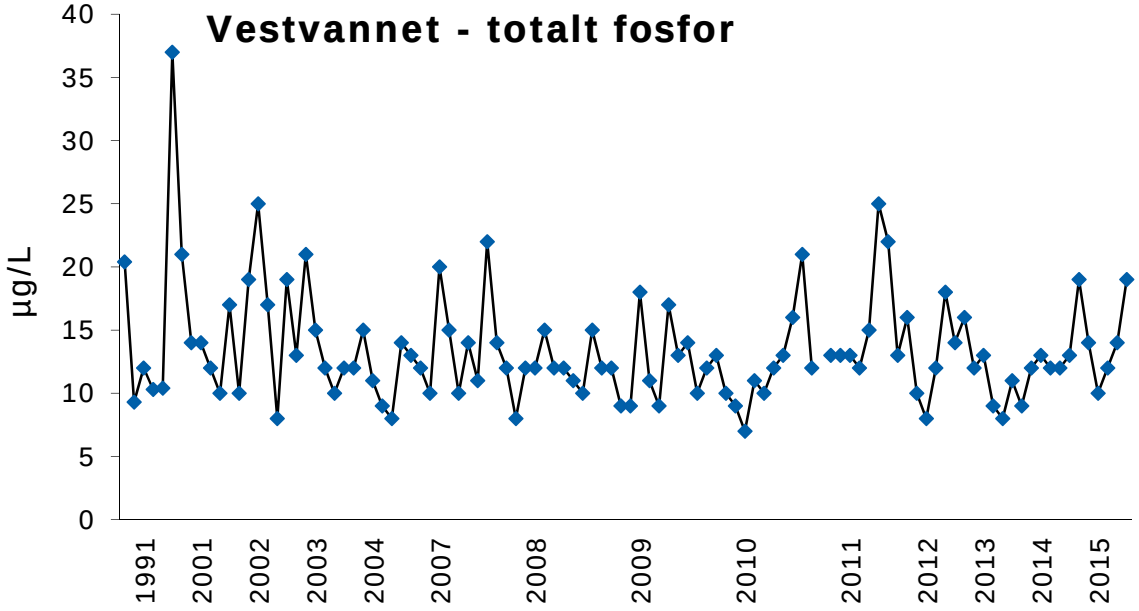
Årlig gjennomsnittskonsentrasjon av totalt fosfor i Borredalsdammen var henholdsvis 15, 12, 13, 12 og 13 µg P/L de fem seneste år. I Vestvannet har årsgjennomsnittet av totalt fosfor de siste fem årene vært hhv. 16, 13, 12, 12 og 15 µg P/L. Fosfor er ofte begrensende næringsstoff for algeproduksjonen. Fosfornivåene er også medbestemmende for fastsettelse av trofigrad, 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 (linjer på **Figur 7**). I 2015 var det som tidligere år mest løst fosfat i Vestvannet, spesielt i mai og juli. Fosfatmengden økte også betraktelig i oktober.



Figur 7. Konsentrasjoner av fosfor i overflatevannet (0-4 m) for sommersesongene 2011-2015. Søyler angir totalt fosfor, linjer angir løst fosfat.

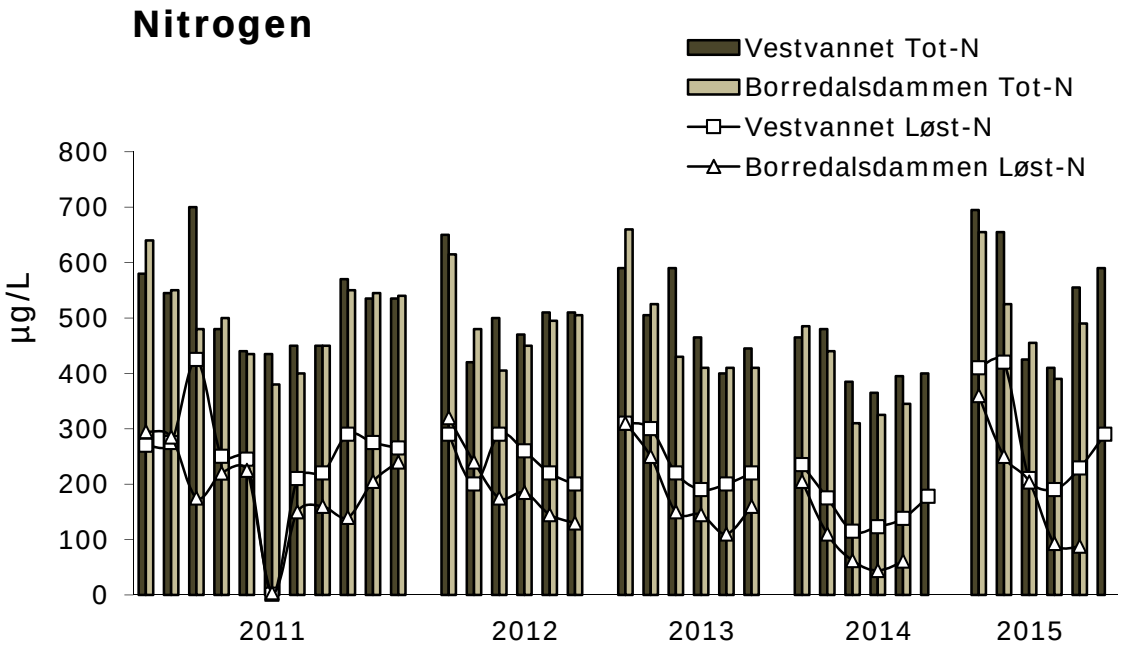
Det er også foretatt en sammenstilling av verdiene for totalt fosfor i Vestvannet for årene 1991, 2001-2004 og 2007-2015 (**Figur 8**). Det er ingen målbare trender for de årene som er lagt til grunn.



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

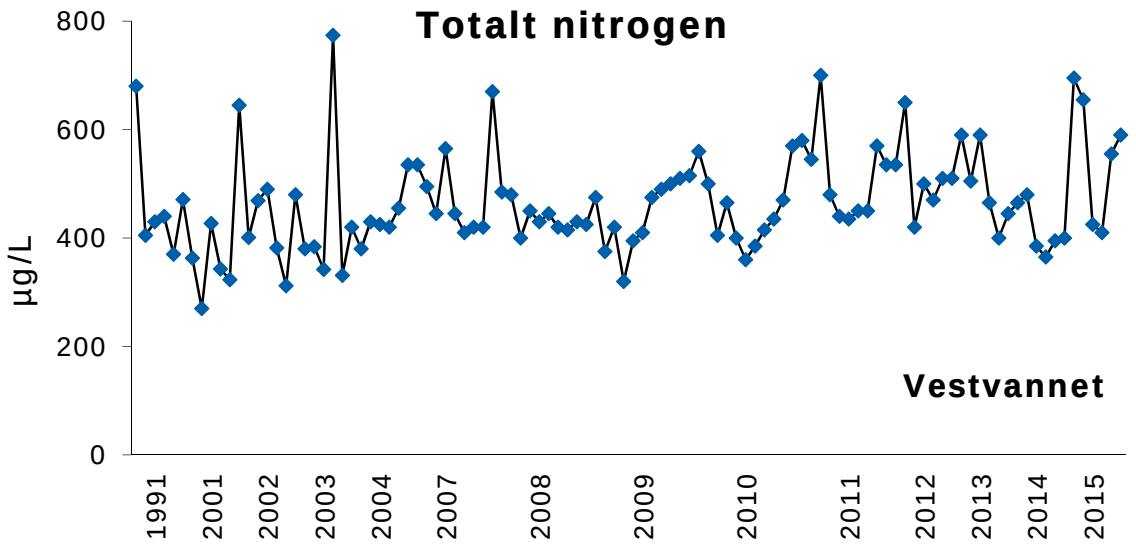
Nitrogen

Etter noen år med nedgang i nitrogenkonsentrasjonene var det i 2015 en økning i både totalt nitrogen og løst nitrat i Vestvannet og Borredalsdammen (**Figur 9**). Det var ekstra høye verdier gjennom sesongen i Vestvannet, og kun lavere i juli og august. Det var en mer markant endring gjennom sesongen i 2015 en tidligere, også i Borredalsdammen. Vestvannet ligger jevnt over noe høyere enn Borredalsdammen, bortsett fra i juli. Totalt nitrogen i Vestvannet i 2015 er 555 µg/L, en oppgang fra 415 µg/L i 2014. I Borredalsdammen var totalt nitrogen 503 µg/L og 381 µg/L i hhv. 2015 og 2014. Nitratkonsentrasjonene spesielt i Vestvannet følger i 2015 siktedypet godt, ved at lavt siktedyp faller sammen med høyt nitratnivå. Dette 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 har også blitt observert tidligere år, men i 2014 startet prøvetakingen i juni og man gikk trolig glipp av den første flomperioden.



Figur 9. Nitrogen i overflatevannet (0-4 m) for perioden 2011-2015. Søyler 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.



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

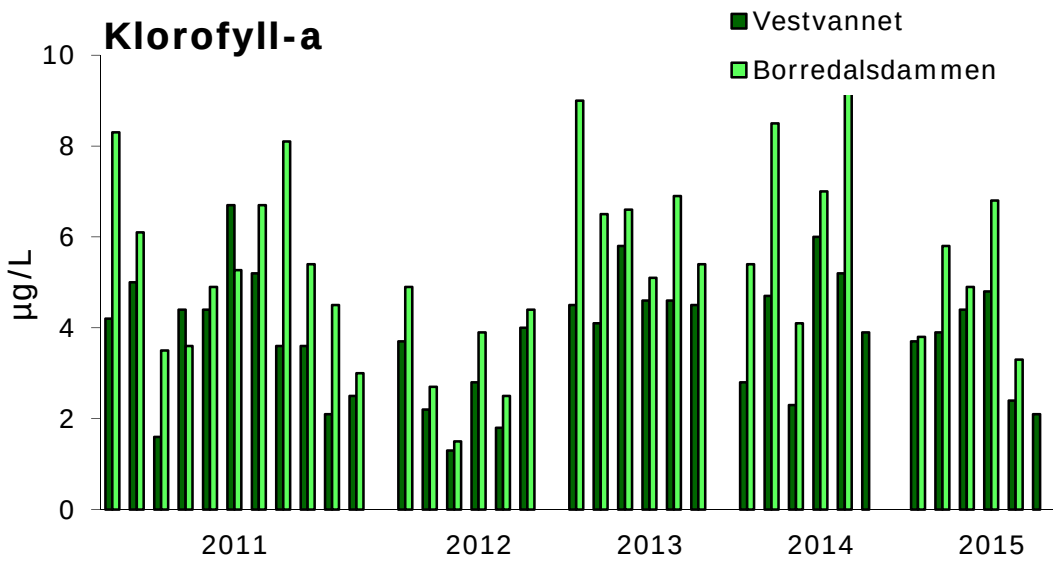
2.2 Algesamfunnet

2.2.1 Klorofyll, algemengde og sammensetning

Mengden alger som befinner seg i vannmassene bestemmes i stor grad av nitrogen- og fosfor-konsentrasjonene. Å beregne de faktiske konsentrasjonene av alger 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. På grunnlag av dette kan man også få mer detaljert kunnskap om problemalger, som for eksempel cyanobakterier. Innholdet av algegifter, særlig microcystin, måles ved kjemisk analyse av vannprøver. Fra og med 2015 er planteplankton et biologisk kvalitetselement for klassifisering av økologisk tilstand etter vannforskriften.

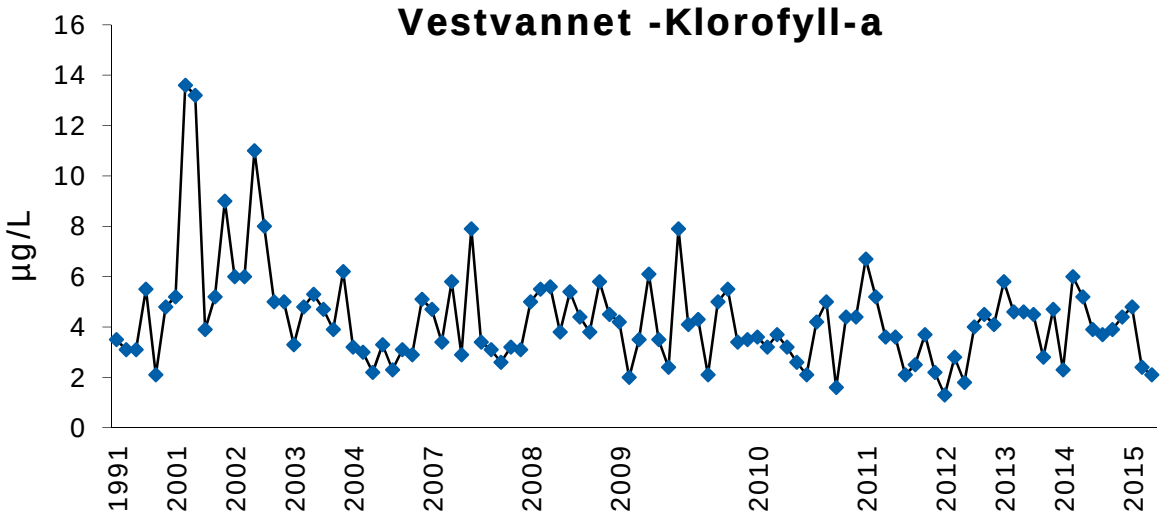
Klorofyll-a

Konsentrasjonen av klorofyll-a i overflatevannet over sommersesongene 2011-2015 er vist i **Figur 11**. Årsgjennomsnittet ser ut til å ha økt svakt noen år frem til 2014 i Borredalsdammen, men er lavere igjen i 2015. De siste fem årene har gjennomsnittsverdiene ligget på hhv. 5,4, 3,3, 6,6, 7,2 og 4,9 µg/L frem t.o.m. 2015 mens tilsvarende verdier for Vestvannet er 3,9, 2,6, 4,7, 4,15 og 3,6 µg/L. Klorofyllmengden varierer mye fra år til år i Borredalsdammen, mer enn i Vestvannet. Borredalsdammen har generelt hatt et noe høyere klorofyllnivå enn Vestvannet, også gjennom hele sesongen i 2015, men ikke så tydelig dette året. Klorofyllmengden påvirkes bl.a. av vanntemperaturen, som også er noe høyere i Borredalsdammen. Høyeste konsentrasjoner av klorofyll i Borredalsdammen i 2015 var 6.8 µg/L, mens tilsvarende verdi for Vestvannet var 4,8 µg/L, begge målt i august. Ved prøvetaking i september kan klorofyllanalysene ha blitt forringet som følge av for lang ventetid ved frakt, og disse verdiene er dermed noe usikre. Klorofyllnivåene kan ofte forklares i noen grad av temperatur og vær, og som tidligere observert stemmer dette godt i både Vestvannet og Borredalsdammen. I begge vannene sank klorofyllverdiene frem til 2012, for deretter å øke igjen i 2013, i tråd med en kald og våt sommer i 2012 og en varmere 2013. Det var høyere verdier i 2014 da sommeren var varmere, mens 2015 igjen var en kald sommer med mye nedbør, og dermed gikk også klorofyllverdiene ned. Dette forklares med at varmere temperaturer gir bedre vekstvilkår for de fleste alger.



Figur 11. Klorofyll-a (µg/L) i Vestvannet og Borredalsdammen i perioden 2011-2015.

En sammenstilling av klorofyll-a for utvalgte år (1991, 2001-2004 og 2007-15). **Figur 12** viser en svak trend til nedgang i klorofyllverdier, og 2015 ser ut til å ligge noe lavere enn tidligere, dog med variasjoner.



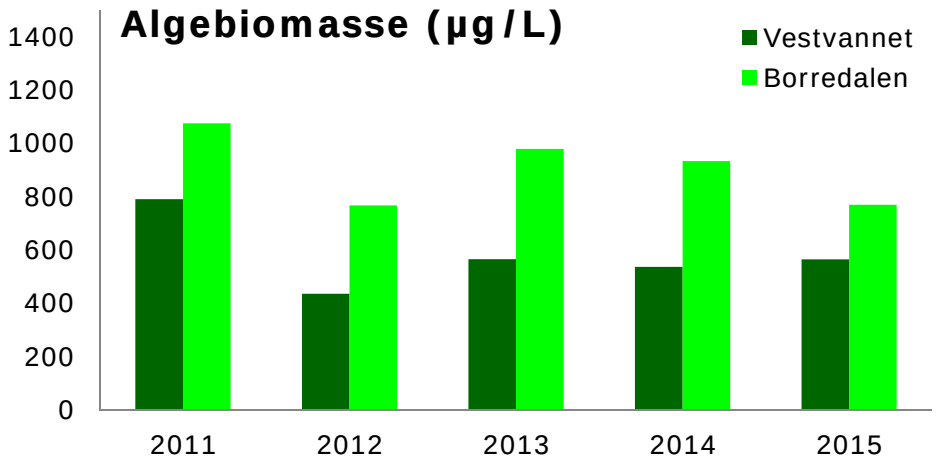
Figur 12. Klorofyll-a i Vestvannet (µg/L) for de årene det finnes data (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold).

Planteplankton

For å undersøke sammensetningen av alger i vannet ble prøver analysert så langt ned på slekts- eller artsnivå som mulig, og dette ble også lagt til grunn for klassifisering av vannkvaliteten og vurderinger av egnethet til drikkevann. De ulike gruppene/artenes relative bidrag til total algebiomasse ble beregnet (mg våtvekt pr.m^3, tilsvarende µg/L). Slike undersøkelser gir nyttig informasjon fordi de ulike algegruppene har

ulik funksjon og økologi, som på forskjellig vis også påvirker miljøtilstand og 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. I tillegg er klorofyllinnholdet lavt i enkelte andre algegrupper, bl.a. svelgflagellater, som utgjør en betydelig andel av algefloraen i disse vannene. Av denne årsaken vil forholdet mellom klorofyll og algebiomasse kunne variere gjennom sesongen, ettersom dominerende algegrupper med ulikt innhold av klorofyll også varierer.

Den totale biomassen var også i 2015 betydelig høyere i Borredalsdammen enn i Vestvannet (årsmiddelverdi hhv. 933 og 536 µg/L, **Figur 13**), men ikke spesielt høy i noen av innsjøene likevel. Det er en nedgang i Borredalsdammen og en liten økning i Vestvannet siden 2014. Begge vannene har de seneste årene holdt seg på et jevnt og lavt nivå av algebiomasse, og det er ingen store årsvariasjoner. Verdiene stemmer stort sett med årsvariasjonene i klorofyll-a, men i 2015 er algebiomassen i Vestvannet noe høyere enn tidligere til tross for at klorofyll har gått ned.

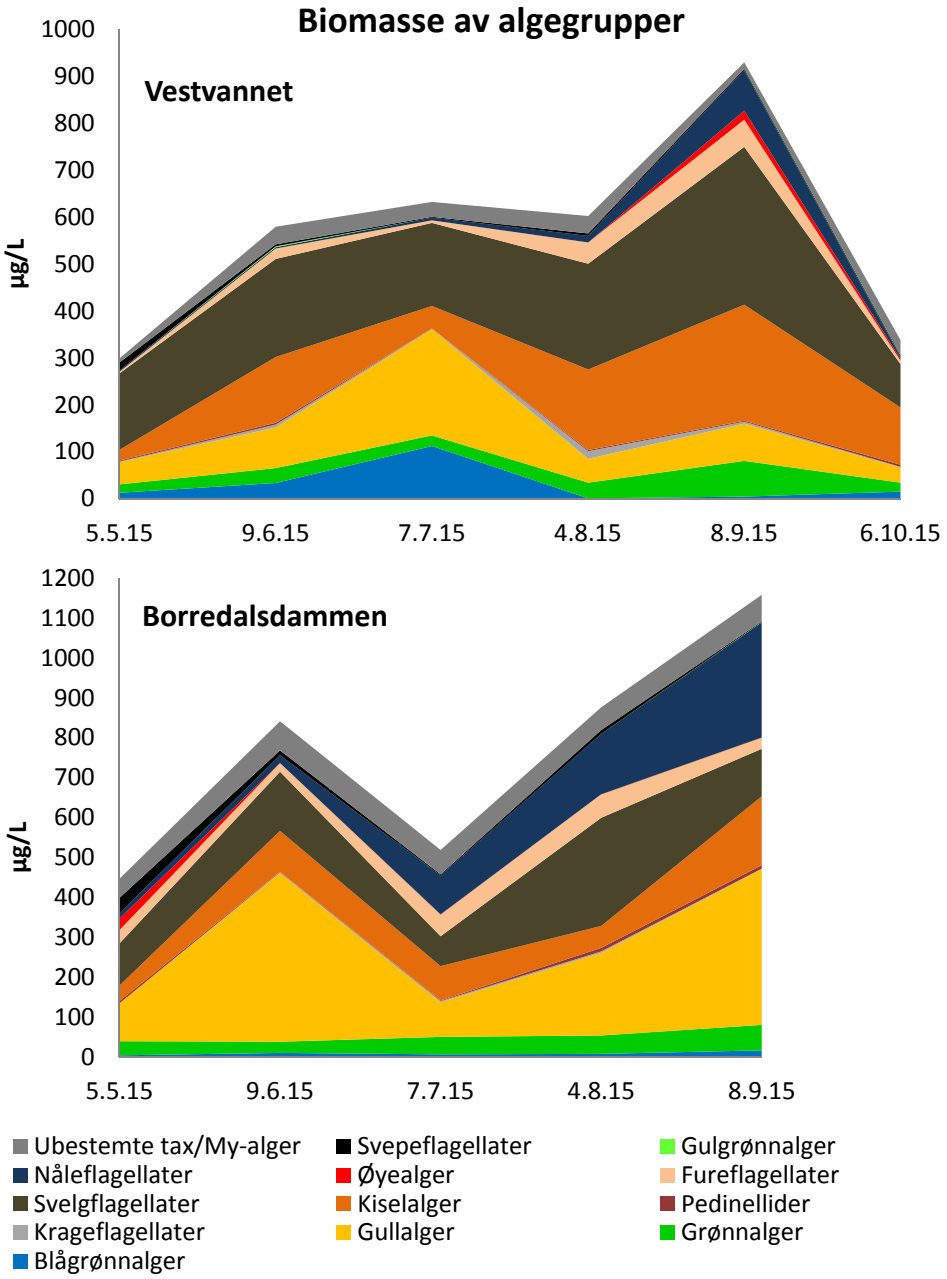


Figur 13. Algebiomasse (µg/L) i Vestvannet (mørk grønn) og Borredalsdammen (lys grønn) – årsgjennomsnitt for de fem siste årene.

Figur 14 viser fordelingen av de ulike algegruppene gitt som biomasse og også som total biomasse for sesongen 2015. Fordelingen av gruppene var omtrent som tidligere år, men i 2015 var det for det meste dominans av svelgflagellater, kiselalger og noe gullalger. Som i 2014 har Borredalsdammen svært lite cyanobakterier. Vestvannet hadde en liten topp av cyanobakterier og gullalger i juli, men ellers var fordelingen ganske jevn gjennom sesongen. Biomassen økte i begge vannene i september, forårsaket for det meste av svelgflagellater og kiselalger i Vestvannet, og nåleflagellater og gullalger i Borredalsdammen. Variasjonen i biomasse korrelerer ikke helt med målte klorofyllverdier, da de høyeste klorofyllverdiene i begge vannene kom i august. Som nevnt ovenfor er det mulig at klorofyllanalysene i september ble skadet under transport, slik at disse verdiene kan i realiteten ha vært høyere. I tillegg ser man ikke samme nedgangen i klorofyll som man ser i biomasse i Borredalsdammen i juli. Forskjellene kan, som nevnt ovenfor, også skyldes algegrupper/arter som ikke inneholder mye klorofyll i forhold til biomassen. Begge vannene har en sammensetning av algegrupper som er vanlig i norske innsjøer der det ikke er problemer med eutrofiering eller oppblomstring av cyanobakterier.

Vestvannet hadde lite biomasse gjennom hele sesongen. Økningen i gullalger og cyanobakterier i juli skyldes hovedsakelig hhv. *Uroglena* og *Planktothrix*. Dette er algeslekter som kan produsere ubehagelig lukt.

Planktothrix kan også produsere toksiner, og var trolig årsaken til luktproblemene i drikkevannet til Fredrikstad og i råvannet i 2006. Det var derimot ingen microcystin påvist ved dette tidspunktet i 2015, heller ingen luktepisoder som ble rapportert. I september skyldes den økte biomassen hovedsakelig økningen i kiselalger, særlig *Asterionella formosa*. Den store mengden svelgflagellater gjennom mesteparten av sesongen besto av *Plagioselmis* spp. (tidligere betegnet *Rhodomonas*) og *Cryptomonas* spp., begge slekter som er til stede i de fleste norske innsjøer. Det var også noe *Gonyostomum semen* i Vestvannet og litt mer i september, men det var ikke problematiske mengder.



Figur 14. Fordeling av ulike algegrupper (µg våtvekt/L) i overflatevannet for Vestvannet og Borredalsdammen for 2015.

I Borredalsdammen skyldes økningen i biomasse i juni og september gullalger, i tillegg til nåleflagellater og noe kiselalger i september. Endringene skyldes økt forekomst av *Uroglena* ved begge anledninger, og i juni også andre store, ubestemte gullalger. Disse kan også være *Uroglena* som er såpass ødelagte i formen pga. fikseringsløsningen at de ikke er gjenkjennelige. Som nevnt var det lite cyanobakterier, verdt å nevne er kun noe *Planktothrix* i juni og *Anabaena* i september. Begge slektene er potensielle toksin- og luktprodusenter, men ingen negative hendelser er rapportert i 2015. Svelgflagellatene bestod, som i Vestvannet, hovedsakelig av *Cryptomonas* spp. og *Plagioselmis* spp. Kiselalgene som dominerer i september er *Aulacosseira granulata*. Ellers gjennom sesongen er biomassen fordelt på flere vanlige kiselalgearter.

Gonyostomum semen betegnes gjerne som en potensiell problem-alge. Den kan danne masseoppblomstringer og utgjøre opptil 99 % av den totale algebiomassen i enkelte innsjøer, gjerne i august og september. Algen kan gi kløe og ubehag for badende, samtidig som den kan tette filtre i drikkevannskilder når den forekommer i store menger. I 2015 var det ikke høy biomasse av denne algen i hverken Vestvannet eller Borredalsdammen, med høyest andel av den totale biomassen på 9 % i Vestvannet og 25 % i Borredalsdammen (9. september). Dette er en økning fra 5 % i Vestvannet og nedgang fra 31 % i Borredalsdammen siden 2014.

Kiselalgene var i 2015 dominert av slekter som *Asterionella, Aulacoseira* og *Tabellaria*. I Vestvannet også *Fragilaria/Ulnaria*. 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 innhold av næringssalter i sjøen. Slektene *Cyclotella* og *Stephanodiscus* bidro en del til biomassen i Vestvannet i august. Cyanobakteriesamfunnet i innsjøene er beskrevet i kapittel 2.2.2.

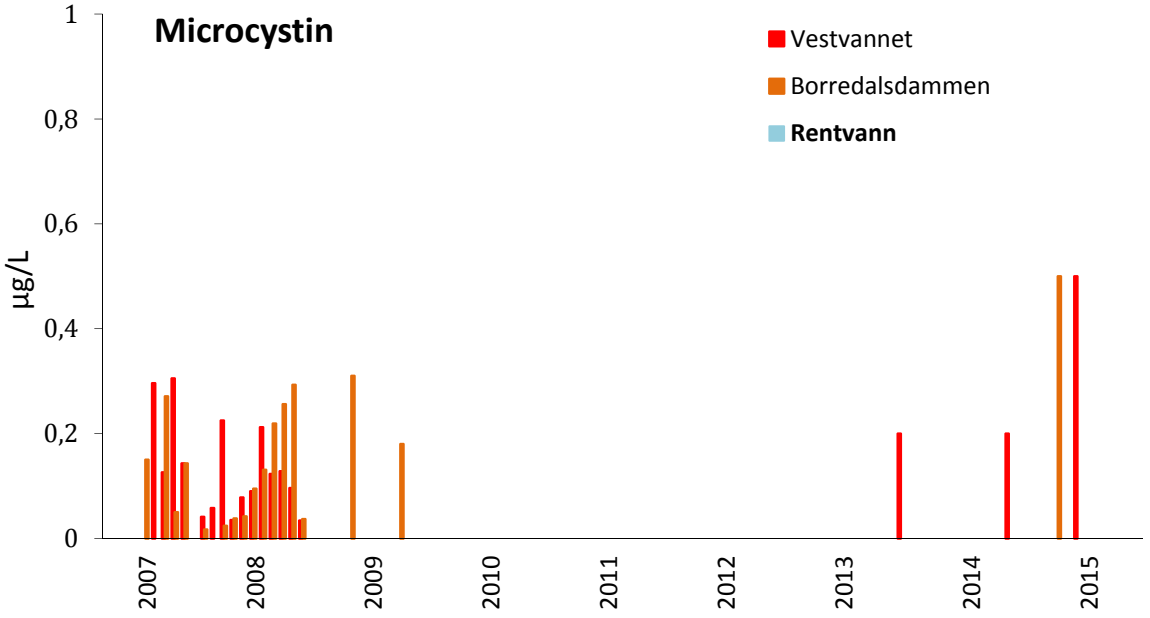
2.2.2 Cyanobakterier og algetoksiner

Gjennomsnittskonsentrasjonene av cyanobakterier har siden 2011 vært betydelig lavere enn tidligere år, men i 2014 var det en liten økning i Vestvannet i august og i 2015 i juli. Borredalsdammen hadde i 2015 en lavere andel enn i 2014 med hensyn til biomasse - maks. verdi 1 % i september. Det har også vært nedgang i biomasse fra 2014 i Vestvannet. I 2015 hadde Vestvannet større diversitet av cyanobakterier enn Borredalsdammen, som også i 2014 og 2012. Sammensetningen er relativt lik i de to vannene. Av identifiserte slekter dominerte trådformede cyanobakterier gjennom mye av sesongen i Borredalsdammen, spesielt *Anabaena*, men også *Planktothrix* og *Jaaginema*. Koloniformede slekter som *Woronichinia* og *Snowella* forekommer mer sjeldent og i mindre mengder. I Vestvannet består også hovedparten av cyanobakterienes biomasse av *Planktothrix*, og kun ubetydelige mengder andre arter. Dette er ulikt bl.a. 2014, da det hovedsakelig var *Anabaena* som dominerte sammen med koloniformer.

Blant de påviste artene er algegifter særlig assosiert med oppblomstringer av slektene *Planktothrix* og *Anabaena*, mulig også *Woronichinia*, men dette er noe mer usikkert. Den høyeste biomassen av cyanobakterier i 2015 ble observert i Vestvannet i juli og bestod av *Planktothrix*. Verdien var på 110 µg/L, likevel vesentlig lavere enn høyere verdi i 2014 (312 µg/L).

Algegiften microcystin produseres av mange ulike cyanobakterier. Giften er levertoksisk, og vanlige symptomer er synsforstyrrelser, kvalme, diaré og leverskader. I større konsentrasjoner er giften dødelig. WHOs anbefalte grenseverdi for microcystin i drikkevann (råvann) er 1µg/L, mens bading frarådes ved konsentrasjoner >10 µg/L. Enkelte cyanobakterier kan også produsere andre giftstoffer med bl.a. nevrotoksiske effekter. 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 2007-2015 er vist i **Figur 15**. Det ble dette året tatt prøver av rentvannet i tillegg til i innsjøene ved 5 anledninger. I 2007 og 2008 ble det påvist små til moderate mengder microcystin i begge bassenger flere ganger, men godt under den anbefalte grenseverdien. I 2009 ble det bare registrert små mengder microcystin i vannprøvene ved to anledninger, begge fra Borredalsdammen. 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 og i 2014 0,2 µg/L, begge årene i Vestvannet og i oktober. Dette er også små mengder, og godt under anbefalingen for drikkevann. Det er ofte økte, men likevel små mengder *Planktothrix* som opptrer ved slike episoder. I 2015 ble det målt 0,5 µg/L i Borredalsdammen 16. juni, og samme mengde i Vestvannet 7. juli. Det var i begge tilfellene observert økte mengder *Planktothrix* i planteplanktonet i Borredalen uken før (9. juni) og i Vestvannet samme dato som microcystin ble påvist. I rentvannet ble det ikke målt noe microcystin i 2015.



Figur 15. Konsentrasjoner av microcystin (µg/L) i overflatevann (0-4 m) fra Vestvannet og Borredalsdammen for perioden 2007-2015.

2.3 Klassifiseringer

I **Tabell 3** vises vurderingen av egnethet for drikkevann av både Vestvannet og Borredalsdammen i 2011-2015. Det er ingen tydelige endringer i tilstanden for noen av vannene, men Vestvannet ligger generelt best i forhold til klorofyll nivå, først i 2015 er de begge «Egnet». Begge sjøene er «Mindre egnet» som drikkevann på grunn av for høye konsentrasjoner av fosfor, men microcystin er innenfor «Godt egnet». Iht. farge er Vestvannet «Ikke egnet». Verdiene viser årsgjennomsnitt, og som nevnt tidligere forutsetter klassifiseringen kun enkel vannbehandling som filtrering og desinfisering.

Tabell 3. Vurdering av Borredalsdammens (B.d.) og Vestvannets (V.v.) egnethet som drikkevann iht. Solheim m.fl. (2008).

Godt egnet | Egnet | Mindre egnet | Ikke egnet

Parameter	2011		2012		2013		2014		2015	
	B.d.	V.v.	B.d.	V.v.	B.d.	V.v.	B.d.	V.v.	B.d.	V.v.
Farge	-		-		-		-		-	55*
Tot-P	14,7	15,9	12,3	13	13,2	11,5	12	11,8	13,2	14,7
Klorofyll-a	5,4	3,9	3,3	2,6	6,58	4,68	7,2	4,15	4,92	3,55
Microcystin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,08

*Fargetall blir målt av FREVAR, men resultatene er ikke inkludert i denne rapporten.

Tabell 4 viser økologisk tilstand etter vannforskriften for Vestvannet de siste tre år. I 2015 er tilstanden god når alle elementer er summert opp. Også i 2014 var den god, mens det i og 2013 var svært god tilstand.

Tabell 4. Tilstandsklassifisering av Vestvannet i hht. vannforskriften (Direktoratsgruppa, 2013) for inneværende år samt 2013 og 2014 for status over tid.

Svært god | God | Moderat | Dårlig | Svært dårlig

	Parameter	2013	2014	2015
Planteplankton	Klorofyll-a (µg/L), årsgjennomsnitt	4,7	4,2	3,6
	Biovolum (mg/L), årsgjennomsnitt	0,56	0,54	0,56
	Trofisk indeks, PTI	2,35	2,44	2,41
	Maks. biomasse cyanobakterier (mg/L)	0,11	0,31	0,11
Totalvurdering planteplankton		**Svært god**	**Svært god**	**Svært god**
Fysisk-kjemisk	Tot-P (µg/L), årsgjennomsnitt	11,5	11,83	14,67
Økologisk tilstand		**Svært god**	**Svært god**	**God**

3. Oppsummering og konklusjoner

Sommeren 2015 var kaldere enn vi har opplevd de siste årene, og det vises i gjennomsnitts-temperaturene i både Vestvannet og Borredalsdammen. Pga. den store gjennomstrømningen i Vestvannet var det kun svak temperatursjiktning, og det samme sees i Borredalsdammen.

Siktedypet var lavt i 2015, og ganske likt i begge vannene. I Vestvannet korrelerer siktedypet med suspendert stoff. Høy mineralsk fraksjon på forsommeren og høsten tyder på flomepisoder og mye avrenning fra nedbørsfeltet og oppstrøms i Glomma.

Konsentrasjonene av totalt fosfor og nitrogen var noe høyere i 2015 enn i de forutgående tre år. Bare i 2011 var verdiene høyere, og den var i 2015 høyest i Vestvannet. Nivåene av løst fosfat og nitrat var også høyest i Vestvannet. Langtidsseriene av totalt fosfor og nitrogen viser ingen trender siden 1991, noe som betyr at de små variasjonene fra år til år er normale årsvariasjoner.

I motsetning til næringsstoffer var det i 2015 høyere klorofyllverdier i Borredalsdammen enn i Vestvannet. Man ser at klorofyllverdiene de seneste årene følger sommerværet, og siden 2015 var en kaldere sommer enn 2014 var også klorofyllnivåene lavere. De dominerende algegruppene var svelgflagellater (Cryptophyceae), kiselalger (Bacillariophyceae) og gullalger (Chrysophyceae/Synurophyceae). Dette er grupper som sjeldent utgjør noen risiko for problematisk oppblomstring eller negative effekter. I tillegg til disse er det små mengder cyanobakterier (Cyanophyceae) i vannene, med en liten økning i Vestvannet i juli. Denne bestod for det meste av *Planktothrix*, en slekt som trolig har vært årsaken til oppblomstring, dårlig lukt (geosmin) og funn av microcystin i Vestvannet tidligere. I Borredalsdammen var det i september en økning i biomasse, primært forårsaket av nåleflagellaten (Raphidophyceae) *Gonyostomum semen*. Denne algen kan danne masseoppblomstringer, men finnes her ikke i store mengder.

I 2015 ble det ved to anledninger påvist målbare konsentrasjoner av microcystin, i juni i Borredalsdammen og i juli i Vestvannet. Begge verdiene var under grenseverdien for drikkevann, og i begge tilfellene var det samtidig økte mengder *Planktothrix* som trolig var kilden til algegiften.

I henhold til egnethet for drikkevann er begge innsjøene «mindre egnet». Det er fosforverdiene som trekker ned. Klassifiseringen forutsetter imidlertid kun enkel filtrering og desinfisering, og siden FREVAR utfører omfattende behandling vil drikkevannet likevel kunne være av god kvalitet. I forhold til miljøtilstand er Vestvannet klassifisert til «god» i 2015, en nedgang fra «svært god» i 2013 og 2014. Nedgangen skyldes økningen i totalt fosfor, men «god» er likevel over miljømålet definert av vannforskriften.
Miljøtilstanden i vannene var altså i 2015 i hovedsak som foregående år. Det var imidlertid episoder med algetoksiner og en moderat økt mengde *Planktothrix*.

4. Litteratur

Andersen, J.R. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT veiledning 97:04.

Direktoratsgruppa for Vanndirektivet. 2013. Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann, Direktoratsgruppa for gjennomføringen av vanndirektivet.

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.

Hagman, C. H. C. 2014. Overvåking av Vestvannet/Borredalsdammen i Østfold, 2013. NIVA-rapport 6615-2014

Hagman, C. H. C. 2015. Overvåking av Vestvannet/Borredalsdammen i Østfold, 2014. NIVA-rapport 6778-2015

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

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.

Lindholm, M. 2011. Overvåking av Vestvannet/Borredalsdammen i Østfold, 2011. NIVA-rapport 6254-2011.

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

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

5. Vedlegg

5.1 Fysiske data

SIKTEDYP (METER)		
DATO	**Vestvannet**	**Borredalsdammen**
05.05.2015	1,1	1,3
09.06.2015	1,4	1,5
07.07.2015	2,1	1,5
04.08.2015	1,8	1,5
08.09.2015	1,2	1,3
06.10.2015	0,9	ingen prøve
Årsgj.snitt	**1,4**	**1,4**

TEMPERATUR VESTVANNET (°C)									
Dato	**0 m**	**3 m**	**6 m**	**9 m**	**12 m**	**15 m**	**18 m**	**21 m**	**24 m**
05.05.2015	9,0	8,6	8,4	8,1	7,6	7,4	7,2	7,0	6,9
09.06.2015	12,8	11,7	11,4	11,3	11,3	11,2	11,2	11,1	11,0
07.07.2015	17,8	17,7	17,2	16,3	15,4	15,0	14,8	14,0	12,0
04.08.2015	17,1	16,5	16,3	16,2	16,1	16,0	15,9	14,7	12,5
08.09.2015	16,0	15,6	15,6	15,5	15,5	15,5	15,4	15,1	14,9
06.10.2015	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,3

TEMPERATUR BORREDALSDAMMEN (°C)							
Dato	**0 m**	**1 m**	**2 m**	**3 m**	**4 m**	**5 m**	**6 m**
05.05.2015	10,2	10,0	9,9	9,8	9,7	9,4	9,1
09.06.2015	15,3	14,7	14,3	13,9	13,6	13,5	13,3
07.07.2015	18,8	18,7	18,7	18,7	16,6	15,4	14,6
04.08.2015	17,5	17,5	17,5	16,9	16,2	15,9	15,3
08.09.2015	15,2	15,1	15,0	15,0	15,0	15,0	14,8

OKSYGEN VESTVANNET (mg/L)									
Dato	**0 m**	**3 m**	**6 m**	**9 m**	**12 m**	**15 m**	**18 m**	**21 m**	**24 m**
05.05.2015	11,1	11,2	11,2	11,2	11,2	11,1	11,1	11,1	10,5
09.06.2015	10,6	10,7	10,7	10,6	10,6	10,5	10,5	10,4	10,3
07.07.2015	9,1	9,0	8,9	8,8	8,7	8,7	8,6	8,5	8,2
04.08.2015	9,5	9,1	9,0	8,9	8,8	8,6	8,5	7,2	2,5
08.09.2015	8,7	8,7	8,6	8,5	8,4	8,4	8,3	7,9	7,2
06.10.2015	9,6	9,5	9,5	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	8,9

OKSYGEN BORREDALSDAMMEN (mg/L)							
Dato	**0 m**	**1 m**	**2 m**	**3 m**	**4 m**	**5 m**	**6 m**
05.05.2015	9,8	10,2	10,3	10,2	10,1	9,8	9,5
09.06.2015	9,4	9,5	9,4	9,4	9,3	9,2	6,4
07.07.2015	7,7	7,9	8,0	7,4	6,5	4,5	2,2
04.08.2015	8,8	8,9	8,8	7,4	6,5	5,9	3,3
08.09.2015	8,2	8,4	8,6	8,6	8,6	8,6	8,1

5.2 Kjemiske analyseresultater

VESTVANNET								
Variabel	**STS**	**SGR**	**Tot-P**	**PO4-P**	**Tot-N**	**NO3-N**	**SiO_2-Sj**	**Kl-a/S**
Dato	mg/l	mg/l	µg P/l	µg P/l	µg N/l	µg N/l	µg SiO_2/l	µg/l
5.5.15	4,3	3,2	19	8	695	410	4380	3,7
9.6.15	3,2	2,4	14	4	655	420	3300	3,9
7.7.15	2,12	1,13	10	6	425	210	2756	4,4
4.8.15	2,13	0,67	12	3	410	190	2450	4,8
8.9.15	3,6	2,6	14	7	555	229	2950	2,4
6.10.15	Feil	3,3	19	10	590	290	3800	2,1
Årsgj.snitt	**3,07**	**2**	**14,7**	**6,3**	**555**	**292**	**3273**	**3,55**

BORREDALSDAMMEN								
Variabel	**STS**	**SGR**	**Tot-P**	**PO4-P**	**Tot-N**	**NO3-N**	**SiO_2-Sj**	**Kl-a/S**
Dato	mg/l	mg/l	µg P/l	µg P/l	µg N/l	µg N/l	µg SiO_2/l	µg/l
5.5.15	4,3	3,1	16	6	655	360	4300	3,8
9.6.15	2,8	2	12	3	525	250	3300	5,8
7.7.15	2,22	1,04	11	3	455	204	2729	4,9
4.8.15	2,92	1,08	13	3	390	93	2590	6,8
8.9.15	2,4	1	14	5	490	88	3100	3,3
Årsmiddel	**3.1**	**1.4**	**13.2**	**4.3**	**474**	**188**	**6.6**	**2520**

5.3 Planteplankton artsliste og biomasseberegning

Vestvannet

År	2015	2015	2015	2015	2015	2015
Måned	5	6	7	8	9	10
Dag	5	9	7	4	8	6
Dyp	0-4 m	0-4 m	0-4 m	0-4 m	0-4 m	0-4 m
Cyanophyceae (Blågrønnalger)						
Akineter av Anabaena sp.	.	.	.	.	.	0,2
Anabaena sp. coiled colony	.	.	.	.	1,5	0,3
Aphanizomenon cf. flos-aquae	.	.	0,3	.	.	.
Aphanizomenon sp.	.	.	.	.	0,3	1,4
Aphanocapsa	.	.	.	0,4	.	0,0
Aphanothece sp.	.	.	1,3	.	0,0	.
cf. Cyanodictium sp.	.	.	.	.	0,1	.
cf. Rhabdoderma sp.	.	.	0,2	.	.	.
Jaaginema sp.	2,7	2,0	.	0,2	0,5	0,7
Microcystis aeruginosa	.	.	.	.	.	9,8
Phormidium sp.	.	2,0	.	.	.	.
Planktolyngbya subtilis	.	.	.	.	0,2	0,0
Planktothrix sp.	10,0	29,4	110,4	.	1,8	.
Snowella lacustris	.	.	0,1	.	.	0,4
Ubest.cyanobakterie (korte cellekj.4-6c)	.	.	.	.	0,1	.
Woronichinia naegeliana	.	.	.	.	.	2,1
Sum - Blågrønnalger	12,7	33,5	112,3	0,6	4,4	15,0
Chlorophyceae (Grønnalger)						
Ankistrodesmus fusiforme	.	.	.	.	.	0,5
Ankyra lanceolata	.	.	0,2	0,0	.	.
Botryococcus sp.	.	.	.	.	1,3	.
cf. Chlamydocapsa ampla	.	.	1,0	.	.	.
cf. Nephroselmis sp.	.	0,2	.	.	.	.
cf. Sphaerocystis schroeteri	.	.	.	.	1,4	.
Chlamydomonas sp. (l=8)	.	.	1,6	.	.	.
Chlamydomonas spp.	.	.	.	1,7	3,5	.
Closterium acutum v.variabile	.	.	0,2	1,2	1,8	1,1
Closterium limneticum	1,0	1,2	.	.	4,1	1,6
Closterium macilentum	.	.	.	2,4	.	.
Coelastrum sphaericum	.	.	.	.	0,3	.
Cosmarium phaseolus var.phaseolus f.min	.	.	.	.	.	1,0
Cosmarium sp.	2,6	.	.	0,1	.	.
Crucigenia cf. quadrata	.	.	.	.	.	0,1
Crucigenia tetrapedia	.	.	.	.	0,8	.
Dictyosphaerium pulchellum	1,0	.	.	.	0,1	1,7
Elakatothrix genevensis	0,2	0,4	.	0,8	0,2	.
Eudorina elegans	.	.	.	.	0,9	2,2
Gloeotila sp.	.	.	0,2	9,1	.	0,0
Golenkina radiata	.	0,9	2,4	2,5	.	.
Gyromitus cordiformis	.	1,1	3,2	3,2	.	0,7
Koliella longiseta	5,9	0,2	1,8	.	.	.
Koliella sp.	.	1,3	0,2	0,3	0,6	0,1
Lagerheimia genevensis	0,7	1,1	.	0,1	.	.
Lobomonas sp.	.	.	4,1	.	.	2,0
Micractinium pusillum	.	1,1	.	.	1,4	.
Monoraphidium cf. griffithii	.	0,1	.	0,2	0,0	0,4
Monoraphidium contortum	4,2	5,9	1,0	0,7	0,5	0,2
Monoraphidium dybowskii	.	.	1,0	0,3	2,8	0,7

Nephroselmis sp.	.	.	.	.	.	0,2
Oocystis sp.	.	.	1,2	.	.	.
Paulschulzia pseudovolvox	.	6,7	.	0,4	.	.
Pediastrum privum	.	.	0,6	.	.	.
Scenedesmus armatus	.	0,7	.	0,2	0,1	.
Scenedesmus bicellularis (S. ecornis)	.	0,4	.	.	.	.
Scenedesmus quadricauda	.	.	.	0,5	.	.
Scourfieldia complanata	.	.	.	.	0,4	.
Sphaerocystis schroeteri	2,1	.	.	4,3	.	.
Staurastrum chaetoceras	.	.	0,2	.	.	.
Staurastrum sp.	.	.	.	.	0,4	.
Staurastrum sp. liten	.	.	0,2	.	28,6	.
Staurodesmus incus v.ralfsii	.	.	.	.	0,9	.
Staurodesmus leptodermus	.	.	.	.	2,9	.
Teilingia granulata	.	.	0,4	.	.	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=3-5)	.	1,5	0,7	0,8	4,9	0,7
Ubest. kuleformet gr.alge (d=6-8)	.	4,4	1,5	2,2	7,4	2,2
Ubest.ellipsoidisk gr.alge	.	.	0,9	2,3	3,3	.
Ubest.gr.flagellat i slim	.	4,7	.	.	7,4	3,7
Sum - Grønnalger	17,7	31,7	22,4	33,5	75,9	19,1
Chrysophyceae (Gullalger)						
Bicoeca ainikkae	.	0,1	.	.	.	.
Bicoeca cf. mitra	.	0,5	.	.	0,5	.
Bicosoeca planctonica	.	.	.	.	1,2	0,2
cf. Kephyrion sp.	.	0,4	.	.	.	.
Chromulina nebulosa	.	.	.	.	0,4	.
Chrysococcus rufescens	.	.	1,2	.	.	.
Chrysolykos planktonicus	.	.	.	0,5	.	.
Dinobryon bavaricum	0,5	11,2	.	2,9	0,1	0,2
Dinobryon borgei	0,2	0,1	0,8	1,2	0,2	.
Dinobryon cf. cylindricum v.palustre	.	0,7	.	.	.	.
Dinobryon cf. divergens	.	0,8	.	.	.	.
Dinobryon cf. sociale v.americanum	.	.	.	0,7	.	.
Dinobryon crenulatum	.	0,6	.	0,6	.	.
Dinobryon divergens	.	.	8,1	0,6	0,4	.
Kephyrion sp.	.	.	.	0,4	.	.
Løse celler Dinobryon spp.	.	0,8	.	.	.	.
Mallomonas akrokomos	.	.	0,5	0,5	1,0	.
Mallomonas caudata	0,3	0,7	2,3	3,3	4,6	2,9
Mallomonas punctifera	3,2	0,2	.	.	15,5	0,4
Mallomonas spp.	.	.	.	.	3,1	.
Små chrysomonader (<7)	7,4	16,2	10,6	10,4	17,5	6,1
Store chrysomonader (>7)	31,9	43,8	15,9	21,3	29,2	19,9
Synura sp.	3,1	6,1	.	7,2	5,1	2,0
Ubest.chrysophycee (l=8-9) (Telonema?)	0,7	0,7	.	.	0,8	0,7
Uroglena sp.	.	3,7	186,9	1,5	.	0,0
Sum - Gullalger	47,3	86,7	226,4	51,0	79,8	32,4
Choanozoa (Krageflagellater)						
Aulomonas purdyi	.	3,2	.	0,1	0,8	0,4
Craspedomonader	1,1	2,4	0,8	15,7	1,1	.
Stelexomonas dichotoma	0,3	0,5	0,3	0,5	2,1	0,8
Sum - Krageflagellater	1,3	6,1	1,1	16,3	4,0	1,2
Dictyochophyceae (Pedinellider)						
Pseudopedinella sp.	2,0	3,7	0,5	2,2	2,2	4,4
Sum - Pedinellider	2,0	3,7	0,5	2,2	2,2	4,4
Bacillariophyceae (Kiselalger)						
Asterionella formosa	5,1	11,3	27,1	110,1	15,5	9,9
Attheya zachariasi	.	1,2	0,1	1,8	1,1	0,1

Aulacoseira alpigena	.	.	.	0,9	6,9	.
Aulacoseira granulata	.	.	.	.	11,4	22,6
Aulacoseira islandica (morf.islandica)	5,0	10,0	.	.	18,0	8,9
Aulacoseira italica	.	4,7	.	4,7	.	9,0
Aulacoseira italica v.tenuissima	1,3	23,2	4,3	18,8	33,9	33,1
Aulacoseira valida	.	.	.	2,2	.	.
Cyclotella sp. (b=15-20)	.	.	.	.	11,7	.
Cyclotella sp. (d=15-20)	2,6	27,4	.	12,8	.	15,5
Cyclotella sp. (d=20)	4,5	.	.	.	.	.
Cyclotella sp.5 (d=10-14)	.	9,6	.	.	19,2	8,2
Cyclotella sp.6 (d=27)	1,4	.	.	.	.	.
Diatoma tenuis	0,1	3,0	.	.	.	.
Eunotia zasuminensis	.	.	.	.	0,4	0,3
Fragilaria beroliensis	.	0,4	.	0,1	0,4	.
Fragilaria crotonensis	.	.	0,2	5,0	49,0	2,0
Fragilaria sp. (l=20-40)	.	1,2	.	.	0,6	0,6
Fragilaria sp. (l=40-70)	0,4	2,2	0,4	0,7	1,7	0,1
Fragilaria sp. (l=80-100)	0,4	5,2	0,4	0,8	0,8	0,2
Fragilaria sp. i kjeder	.	5,2	.	.	.	.
Fragilaria ulna (morfotyp"acus")	.	5,0	.	.	.	.
Fragilaria ulna (morfotyp"angustissima")	.	4,0	.	.	0,5	1,8
Fragilaria ulna (morfotyp"ulna")	.	2,0	.	.	.	.
Nitzschia acicularis	0,0	1,2	.	.	0,6	0,2
Rhizosolenia eriensis	.	1,2	0,1	0,4	1,2	0,1
Rhizosolenia longiseta	2,3	4,1	.	1,0	0,6	1,0
Stephanodiscus hantzschii v.pusillus	.	0,8	.	.	.	1,6
Stephanodiscus sp.	.	11,6	.	.	53,5	2,8
Synedra sp. (l=110-120)	.	.	.	.	.	0,1
Tabellaria flocculosa	.	2,0	0,3	3,9	.	.
Tabellaria flocculosa v.asterionelloides	.	3,6	15,1	8,7	20,2	4,3
Sum - Kiselalger	23,0	140,0	47,9	171,8	247,3	122,4
Cryptophyceae (Svelgflagellater)						
Cryptaulax sp.	.	0,4	.	.	.	0,4
Cryptomonas marssonii	.	.	4,5	18,0	2,2	.
Cryptomonas reflexa	.	4,0	.	.	.	.
Cryptomonas rostratiformis	.	.	.	.	1,0	.
Cryptomonas sp. (l=15-18)	4,1	6,1	4,1	16,4	21,5	2,0
Cryptomonas sp. (l=20-24)	14,7	22,1	22,1	36,8	98,1	26,2
Cryptomonas sp. (l=24-30)	28,6	53,1	16,4	53,1	77,7	24,5
Cryptomonas sp. (l=30-35)	33,1	11,0	16,6	16,6	5,5	11,0
Cryptomonas sp. (l=40)	6,6	1,6	.	.	.	.
Cryptomonas sp. (l=50-60)	1,1	.	.	1,1	.	.
Katablepharis ovalis	7,4	5,5	5,9	2,6	1,5	2,6
Plagioselmis lacustris	55,9	80,1	95,0	64,1	80,1	19,5
Plagioselmis nannoplanctica	10,6	20,3	8,6	11,7	46,4	2,9
Rhodomonas lens	0,8	4,9	3,3	4,9	2,5	3,3
Telonema (Chryso2)	.	.	1,0	.	.	.
Sum - Svelgflagellater	162,9	209,3	177,3	225,2	336,4	92,3
Dinophyceae (Fureflagellater)						
cf. Peridinium sp. (l=15)	.	.	.	.	.	1,9
Gymnodinium helveticum	.	.	2,6	.	1,3	2,6
Gymnodinium sp (l=25)	.	.	.	1,0	.	.
Gymnodinium sp (9*13)	.	2,2	.	.	.	.
Gymnodinium sp. (10*12) (G. lacustre?)	.	.	.	.	2,1	.
Gymnodinium sp. (12*12)	.	.	.	.	1,5	.
Gymnodinium sp. (17*15)	.	3,1	.	.	.	.
Gymnodinium sp. (30*25)	.	1,5	.	.	.	.
Gymnodinium sp. (9*7)	.	0,9	1,9	2,8	.	.
Gymnodinium sp. (d=25)	.	.	.	.	2,6	.
Gymnodinium sp. (l=14)	.	.	.	.	.	1,1
Gymnodinium sp. (l=50)	.	.	.	.	3,6	.

Gymnodinium sp. (l=70)	.	.	.	6,0	.	.
Peridinium goslaviense	.	0,9	.	26,6	.	.
Peridinium sp.	.	.	.	.	36,8	1,7
Peridinium sp. (l=15-17)	3,4	.	.	.	.	.
Peridinium sp. (l=30-35 b=28-35)	.	.	0,9	.	.	.
Peridinium sp. (l=45 b=35)	.	.	.	9,2	.	.
Peridinium umbonatum	.	13,6	.	.	10,0	.
Sum - Fureflagellater	3,4	22,2	5,4	45,6	57,9	7,3
Euglenophyceae (Øyealger)						
Euglena oxyuris v.minor	.	.	.	.	.	3,1
Euglena texta	.	.	.	.	1,5	.
Trachelomonas varians	.	.	.	.	13,9	0,7
Trachelomonas volvocinopsis	.	.	.	.	3,6	.
Sum - Øyealger	0,0	0,0	0,0	0,0	19,0	3,8
Raphidophyceae (Nåleflagellater)						
Gonyostomum semen	2,8	2,8	5,6	14,0	86,8	4,6
Sum - Nåleflagellater	2,8	2,8	5,6	14,0	86,8	4,6
Xanthophyceae (Gulgrønnalger)						
Goniochloris pulchra	.	2,0	.	.	.	.
Sum - Gulgrønnalger	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Haptophyceae (Svepeflagellater)						
Chrysochromulina parva	17,0	4,0	1,9	4,8	2,6	2,9
Sum - Svepeflagellater	17,0	4,0	1,9	4,8	2,6	2,9
Ubestemte taxa						
Flagellater 5-10	.	.	.	.	.	1,1
Sum - Ubestemte tax	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1
My-alger						
My-alger	9,0	37,4	31,5	37,4	13,6	31,5
Sum - My-alge	9,0	37,4	31,5	37,4	13,6	31,5
Sum total :	299,1	579,4	632,3	602,5	929,8	338,0

Borredalsdammen

År	2015	2015	2015	2015	2015
Måned	5	6	7	8	9
Dag	5	9	7	4	8
Dyp	0-6 m	0-6 m	0-6 m	0-6 m	0-6 m
Cyanophyceae (Blågrønnalger)					
Anabaena sp. coiled colony	.	.	0,6	.	0,3
Anabaena sp. straight colony	.	.	.	0,6	7,7
Aphanizomenon cf. flos-aquae	.	.	.	.	3,3
Aphanizomenon sp.	.	.	.	.	0,7
Aphanocapsa	.	.	0,1	1,1	.
Aphanocapsa delicatissima	.	0,0	.	.	.
Aphanothece sp.	.	.	.	.	1,3
cf. Aphanothece sp.	.	.	.	0,2	0,3

Jaaginema sp.	4,2	.	0,6	0,1	.
Planktothrix sp.	.	10,2	4,7	.	2,8
Snowella lacustris	0,1	.	0,5	0,7	0,3
Woronichinia naegeliana	.	.	.	5,3	.
Sum - Blågrønnalger	4,3	10,2	6,5	8,0	16,7
Chlorophyceae (Grønnalger)					
Ankyra lanceolata	0,1	.	0,3	0,7	.
Botryococcus sp.	.	.	.	.	0,6
cf. Chlamydocapsa ampla	.	.	1,8	1,0	0,3
cf. Nephroselmis sp.	.	.	.	0,7	.
cf. Oocystis sp.	2,0	.	.	.	.
cf. Sphaerocystis schroeteri	.	.	.	.	2,9
Chlamydomonas spp.	.	.	2,5	.	2,0
Closterium acutum v.variabile	0,1	.	0,4	0,5	5,4
Closterium limneticum	1,1	.	.	.	.
Cosmarium meneghinii	.	.	0,8	.	.
Dictyosphaerium pulchellum	.	.	.	0,2	.
Elakatothrix genevensis	0,2	0,2	0,6	0,2	0,4
Gloeotila sp.	.	.	1,2	0,1	.
Golenkina radiata	0,7	1,3	1,9	2,9	1,0
Gyromitus cordiformis	.	1,1	2,1	3,2	3,6
Koliella longiseta	1,7	2,4	.	.	.
Koliella sp.	.	.	1,0	.	2,3
Lagerheimia genevensis	.	.	.	0,5	.
Lobomonas sp.	.	.	2,0	4,1	12,3
Monoraphidium cf. griffithii	.	.	.	0,8	.
Monoraphidium contortum	13,7	3,9	2,5	1,5	0,7
Monoraphidium dybowskii	.	0,2	0,3	3,5	2,1
Mougeotia sp. b=3	.	.	.	.	1,7
Paramastix conifera	1,0	0,5	.	.	.
Paulschulzia pseudovolvox	0,4	7,8	8,8	0,4	1,5
Pediastrum boryanum	.	2,9	0,4	.	.
Pediastrum duplex	.	.	0,3	.	0,9
Pediastrum duplex var. gracillimum	.	.	.	9,2	0,3
Pediastrum privum	.	0,3	3,5	0,6	0,5
Pseudokirchneriella subcapitatum	.	.	.	.	0,4
Scenedesmus armatus	.	.	0,8	.	.
Scenedesmus bicaudatus	.	.	1,2	.	.
Scenedesmus bicellularis (S. ecornis)	0,4	.	1,6	.	2,9
Scenedesmus ecornis	0,3	.	.	0,0	0,0
Scenedesmus obliquus	.	.	.	0,6	0,0
Scenedesmus quadricauda	3,1	0,6	.	0,0	.
Scenedesmus spinosus	.	.	.	.	0,2
Sphaerocystis schroeteri	.	.	.	1,1	0,7
Spondylosium planum	.	.	.	0,6	0,5
Staurastrum cf. paradoxum	.	.	.	0,8	0,5
Staurastrum pseudopelagicum	.	.	.	0,6	.
Staurastrum sp. liten	.	.	.	.	0,2
Teilingia granulata	.	.	.	1,1	0,8
Treubaria setigera	.	.	0,6	.	.
Ubest. grønn flagellat (d=10)	.	.	2,1	.	.

Ubest. kuleformet gr.alge (d=3-5)	5,9	0,7	3,3	2,3	8,5
Ubest. kuleformet gr.alge (d=6-8)	4,4	5,9	3,7	7,4	5,9
Ubest.ellipsoidisk gr.alge	.	0,2	.	1,3	4,6
Ubest.gr.flagellat i slim	.	.	.	.	0,1
Sum - Grønnalger	35,1	27,9	43,7	45,8	63,5
Chrysophyceae (Gullalger)					
Bicoeca ainikkae	.	0,1	.	.	.
Bicosoeca planctonica	.	0,1	0,5	0,5	.
Bicosoeca sp.	0,3	.	.	.	0,5
Bitrichia chodatii	.	.	.	1,4	0,0
cf. Syncrypta sp.	.	.	.	0,6	1,6
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	.	.	.	.	1,6
Chrysamoeba sp.	.	.	2,1	.	.
Chrysococcus cordiformis	.	.	0,3	.	.
Chrysococcus sp.	0,2	.	0,2	0,8	0,4
Chrysolykos planktonicus	0,3	0,4	.	.	.
Cyster av Dinobryon spp.	4,3	3,2	.	.	.
Dinobryon bavaricum	0,2	17,3	0,6	2,5	6,0
Dinobryon borgei	0,6	2,7	1,0	7,2	0,6
Dinobryon cf. sociale v.americanum	.	.	.	.	0,1
Dinobryon crenulatum	.	3,1	0,6	4,6	.
Dinobryon divergens	.	1,8	.	0,1	.
Dinobryon sertularia	.	0,9	.	.	.
Kephyrion cupuliforme	.	0,1	.	.	.
Kephyrion sp.	.	0,5	0,2	1,6	.
Mallomonas acaroides	.	.	.	3,7	.
Mallomonas akrokomos	1,0	.	0,5	2,6	1,0
Mallomonas caudata	.	.	0,7	2,6	0,7
Mallomonas punctifera	1,9	.	.	1,9	14,7
Mallomonas spp.	.	.	10,2	.	.
Små chrysomonader (<7)	23,4	35,1	12,0	28,7	32,9
Store chrysomonader (>7)	61,1	170,0	54,5	71,7	50,5
Synura sp.	.	.	2,0	4,1	1,4
Ubest.chrysophycee (l=8-9)	.	.	.	.	1,3
Uroglena sp.	1,5	187,6	1,2	72,3	277,1
Sum - Gullalger	94,7	423,0	86,7	207,1	390,5
Choanozoa (Krageflagellater)					
Aulomonas purdyi	0,1	0,5	.	0,7	.
Craspedomonader	.	0,5	3,2	3,2	1,1
Stelexomonas dichotoma	0,1	0,8	.	.	.
Sum - Krageflagellater	0,2	1,9	3,2	3,8	1,1
Dictyochophyceae (Pedinellider)					
Pseudopedinella sp.	5,9	1,1	1,5	8,8	8,8
Sum - Pedinellider	5,9	1,1	1,5	8,8	8,8
Bacillariophyceae (Kiselalger)					
Achnantes minutissima	.	0,4	.	.	.
Asterionella formosa	10,5	2,3	18,7	3,6	3,9
Attheya zachariasi	.	0,1	0,3	0,3	1,3

Aulacoseira alpigena	1,7	.	.	8,7	0,6
Aulacoseira distans	.	.	.	1,1	.
Aulacoseira granulata	.	.	17,3	.	114,2
Aulacoseira islandica (morf.islandica)	.	8,0	.	4,0	5,4
Aulacoseira italica v.tenuissima	1,1	14,6	0,9	8,6	12,7
Aulacoseira sp.	1,0	7,9	3,1	.	.
Cyclotella sp. (d=15-20)	.	5,9	.	.	3,4
Cyclotella sp. (d=22)	.	.	.	0,8	0,4
Cyclotella sp.5 (d=10-14)	.	.	9,8	11,0	11,2
Diatoma tenuis	1,6	0,1	.	.	.
Fragilaria crotonensis	0,7	.	1,3	.	1,2
Fragilaria sp. (l=20-40)	0,6	.	.	0,3	0,3
Fragilaria sp. (l=40-70)	1,6	2,9	1,1	0,7	0,6
Fragilaria sp. (l=80-100)	1,8	5,0	1,0	1,2	2,2
Fragilaria ulna (morfotyp"acus")	.	1,6	.	0,2	3,0
Fragilaria ulna (morfotyp"angustissima")	0,3	0,5	2,0	0,5	.
Fragilaria ulna (morfotyp"ulna")	.	1,6	1,6	.	.
Nitzschia acicularis	0,0	.	0,1	.	0,1
Rhizosolenia eriensis	.	1,6	0,7	0,4	0,3
Rhizosolenia longiseta	4,1	11,4	0,2	0,8	0,3
Stephanodiscus hantzschii v.pusillus	.	.	.	.	1,6
Tabellaria fenestrata	.	1,6	.	.	.
Tabellaria flocculosa	12,9	33,6	9,0	2,7	.
Tabellaria flocculosa v.asterionelloides	0,9	3,4	18,9	9,9	9,6
Sum - Kiselalger	38,8	102,5	85,9	54,7	172,4
Cryptophyceae (Svelgflagellater)					
Cryptaulax sp.	.	0,2	.	.	.
Cryptomonas marssonii	2,2	.	.	.	.
Cryptomonas sp. (l=15-18)	3,1	7,2	8,2	25,6	10,2
Cryptomonas sp. (l=20-24)	9,8	34,3	7,4	103,0	27,8
Cryptomonas sp. (l=24-30)	8,2	45,0	24,5	73,6	32,7
Cryptomonas sp. (l=30-35)	5,5	16,6	.	5,5	18,4
Katablepharis ovalis	21,3	3,7	7,4	13,2	8,8
Plagioselmis lacustris	48,1	6,9	10,3	50,4	13,7
Plagioselmis nannoplanctica	7,4	34,3	17,5	.	7,4
Rhodomonas lens	.	0,2	.	.	.
Telonema (Chryso2)	.	.	.	0,0	0,3
Sum - Svelgflagellater	105,7	148,3	75,2	271,3	119,4
Dinophyceae (Fureflagellater)					
Gymnodinium helveticum	.	1,3	26,6	.	.
Gymnodinium sp. (10*12) (G. lacustre?)	5,1	.	.	.	12,3
Gymnodinium sp. (12*12)	.	3,0	.	29,6	.
Gymnodinium sp. (9*7)	1,9	.	1,9	5,6	.
Gymnodinium sp. (l=14-16)	.	.	.	.	5,7
Gymnodinium sp. (l=30)	.	.	2,3	0,5	.
Peridinium sp. (d=30)	.	.	6,8	1,1	6,8
Peridinium sp. (l=15-17)	10,1	.	.	.	2,2
Peridinium sp. (l=35 b=30)	.	5,2	.	.	.
Peridinium umbonatum	.	12,3	16,6	22,1	1,2
Ubest.dinoflagellat	16,3	.	.	.	.

Sum - Fureflagellater	33,5	21,7	54,0	59,0	28,1
Euglenophyceae (Øyealger)					
Euglena sp. (l=70)	3,1	.	0,7	.	.
Trachelomonas cf. volvocinopsis	25,3	.	.	.	.
Sum - Øyealger	28,4	0,0	0,7	0,0	0,0
Raphidophyceae (Nåleflagellater)					
Gonyostomum semen	14,0	19,6	98,0	151,2	288,4
Sum - Nåleflagellater	14,0	19,6	98,0	151,2	288,4
Xanthophyceae (Gulgrønnalger)					
Goniochloris pulchra	.	.	.	.	1,1
Sum - Gulgrønnalger	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1
Haptophyceae (Svepeflagellater)					
Chrysochromulina parva	38,3	11,8	2,3	9,6	1,6
Sum - Svepeflagellater	38,3	11,8	2,3	9,6	1,6
Ubestemte taxa					
Ubestemt flagellat	.	12,9	0,9	.	.
Ubestemte flagellater (d=14)	.	.	.	.	11,4
Sum - Ubestemte tax	0,0	12,9	0,9	0,0	11,4
My-alger					
My-alger	47,6	60,4	60,4	57,0	55,1
Sum - My-alge	47,6	60,4	60,4	57,0	55,1
Sum total :	446,5	841,4	518,9	876,2	1158,2

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 tilnærmingsmåte 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