

Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen i Østfold, 2019



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 Danmark

Njalsgade 76, 4. sal
2300 København S, Danmark
Telefon (45) 39 17 97 33

Tittel Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen i Østfold, 2019	Løpenummer 7452-2020	Dato 08.01.2020
Forfatter(e) Andreas Ballot Eivind Ekhold Andersen	Fagområde Overvåking	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Østfold	Sider 27 + vedlegg

Oppdragsgiver(e) Fredrikstad Vann, Avløp og Renovasjonsforetak (FREVAR KF)	Oppdragsreferanse Eli Hiberg Andresen
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 190077

Sammendrag

NIVA og FREVAR har gjennomført overvåking av vannkvaliteten i Vestvannet og Borredalsdammen ved Fredrikstad i 2019, med fokus på planteplankton (alger og cyanobakterier). Resultatene er sammenholdt med data fra siste fem år. I vurderingen av vannforekomstenes egnethet for drikkevann er Mattilsynets drikkevannsveileder og NIVAs forslag til miljømål og klassegrenser for fysisk-kjemiske parametere i innsjøer og elver (Solheim m.fl. 2008) benyttet som en del av vurderingsgrunnlaget. I tillegg er økologisk tilstand av Vestvannet og Borredalsdammen vurdert i forhold til klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018, Direktoratetsgruppe, Vanndirektivet 2018). Konsentrasjonene av totalt fosfor og nitrogen har holdt seg relativt stabile de siste par årene. Algebiomassen og klorofyllkonsentrasjonene var høyere i Vestvannet i 2019 sammenlignet med 2018. I Borredalsdammen har det vært en nedgang i algebiomasse og klorofyllkonsentrasjoner i forhold til 2018. 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 påvist lave målbare konsentrasjoner av microcystin i august 2019 i Vestvannet og Borredalsdammen. Generelt var det lite cyanobakterier i både Vestvannet og Borredalsdammen sammenlignet med total algebiomasse. Vestvannet og Borredalsdammen havnet i god økologisk tilstand i henhold til vannforskriften. Begge vannene vurderes som godt egnet til drikkevann med hensyn til microcystin. I en totalvurdering av vannenes egnethet som drikkevann vurderes derimot begge vannene til «mindre egnet» grunnet høye konsentrasjoner av fosfor og klorofyll i Borredalsvannet og fosfor i Vestvannet, men siden FREVAR utfører omfattende behandling av vannet vil det likevel kunne leveres drikkevann av god kvalitet.

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

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

Andreas Ballot
Prosjektleder

Therese Fosholt Moe
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7187-4
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

© Norsk institutt for vannforskning. Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse.

**Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen
i Østfold, 2019**

Forord

Rapporten viser resultatene av FREVAR og NIVAs overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen, Østfold, i 2019. Oppdragsgiver har vært FREVAR KF i Fredrikstad. Overvåkingen er gjennomført i henhold til avtale av mars 2019.

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 2015-2018, og data fra Fylkesmannen i Østfold (Østfoldprosjektet).

Ansvarlig for innsamling av prøver og måling av fysiske parametere har vært Lisbeth Haugom, Marit Pettersen og Merete Sandvik hos FREVAR KF. Microcystin-analysene er utført ved NIVAs laboratorium av Vladyslava Hostyeva og Sigrid Haande. Kjemiske analyser er utført ved NIVAs akkrediterte laboratorium. Analyser, bearbeiding av data og rapportering av planteplankton er utført av Andreas Ballot. Rapporten er kvalitetssikret av forskningsleder Therese Fosholt Moe.

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

Oslo, 05.01.2020

Andreas Ballot
Prosjektleder

Innhold

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	10
2.1.3 Suspendert stoff	11
2.1.4 Silikat	13
2.1.5 Næringsalter	14
2.2 Algesamfunnet	17
2.2.1 Klorofyll, algemengde og sammensetning	17
2.2.2 Cyanobakterier og cyanotoksiner	22
2.3 Klassifiseringer	23
3. Oppsummering og konklusjoner	25
4. Litteratur	27
5. Vedlegg	28
5.1 Fysiske data	28
5.2 Kjemiske analyseresultater	29
5.3 Planteplankton artsliste og biomasseberegning (verdier gitt i $\mu\text{g/L}$ (=mg/m ³ våtvekt))	30

Sammendrag

NIVA og FREVAR har gjennomført overvåking av vannkvaliteten i Vestvannet og Borredalsdammen ved Fredrikstad i 2019, med fokus på planteplankton (alger og cyanobakterier). Resultatene er sammenholdt med data fra siste fem år. I vurderingen av vannforekomstenes egnethet for drikkevann er Mattilsynets drikkevannsveileder og NIVAs forslag til miljømål og klassegrenser for fysisk-kjemiske parametere i innsjøer og elver (Solheim m.fl. 2008) benyttet som en del av vurderingsgrunnlaget. I tillegg er økologisk tilstand av Vestvannet og Borredalsdammen vurdert i forhold til klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018, Direktoratgruppen, Vanddirektivet 2018).

Konsentrasjonene av totalt fosfor og nitrogen har holdt seg relativt stabile de siste par årene. Algebiomassen og klorofyllkonsentrasjonene var høyere i Vestvannet i 2019 sammenlignet med 2018. I Borredalsdammen har det vært en nedgang i algebiomasse og klorofyllkonsentrasjoner i forhold til 2018. 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 påvist lave målbare konsentrasjoner av microcystin i august 2019 i Vestvannet og Borredalsdammen. Generelt var det lite cyanobakterier i både Vestvannet og Borredalsdammen sammenlignet med total algebiomasse.

Vestvannet og Borredalsdammen havnet i god økologisk tilstand i henhold til vannforskriften. Begge vannene vurderes som godt egnet til drikkevann med hensyn til microcystin. I en totalvurdering av vannenes egnethet som drikkevann vurderes derimot begge vannene til «mindre egnet» grunnet høye konsentrasjoner av fosfor og klorofyll i Borredalsvannet og fosfor i Vestvannet, men siden FREVAR utfører omfattende behandling av vannet vil det likevel kunne leveres drikkevann av god kvalitet.

Summary

Title: Monitoring of Lake Vestvannet and Lake Borredalsdammen in Østfold County, SE Norway, 2019.

Year: 2020

Author: Andreas Ballot and Eivind Ekhold Andersen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-7187-4

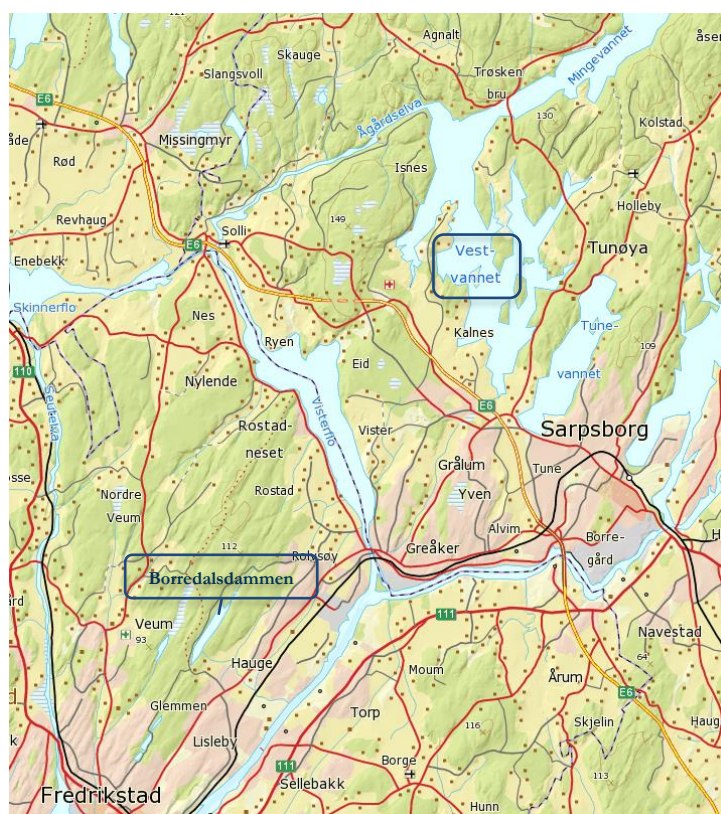
NIVA and FREVAR conducted a monitoring survey of the water quality in Lake Vestvannet and Lake Borredalsdammen in Fredrikstad in 2019, focusing on planktonic algae and cyanobacteria. The findings are compared to data from previous years. The Norwegian Food Safety Authorities' guidelines for drinking water and NIVA's proposed environmental objectives and class limits for physico-chemical parameters in lakes and rivers (Solheim et al. 2008) are taken into account in the evaluation of the results. In addition, the Norwegian guidance for ecological classification of waters (Veileder 02:2018, Direktoratgruppen, Vanndirektivet 2018) is used to classify the ecological status of Vestvannet and Borredalsdammen.

The concentrations of the nutrients nitrogen and phosphorus have been relatively stable over the the last years. The algal biomass and chlorophyll A concentrations have increased in Vestvannet in 2019 compared to 2018. The same parameters have decreased in Borredalsdammen, compared to 2018. No substantial changes were observed in any of the parameters measured, including algal composition, on either the short or long term. Most of the algal community consists of species that are common in lakes in Østfold county, and these are not toxin producers. Microcystin were detected in low concentrations in Borredalsdammen and Vestvannet in August 2019, and the biomass of cyanobacteria was generally low in both lakes.

Lake Vestvannet and Borredalsdammen are classified to good ecological status by the Water Framework Directive guidelines, and both lakes are considered suitable for drinking water with regards to microcystin. In a total assessment of the lakes' suitability as drinking water, both are considered poor, due to high concentrations of phosphorus in Vestvannet and phosphorus and chlorophyll in Borredalsvannet. However, as FREVAR performs extensive treatment of the water, there is still potential for delivering good quality drinking water.

1. Innledning

Innsjøene Vestvannet og Borredalsdammen ligger i hhv. Sarpsborg og Fredrikstad kommune (**Figur 1**) i Østfold, og utgjør i sammen drikkevannsreservoaret for Fredrikstad med forsyning av drikkevann til industri og ca. 80 000 mennesker. Siden 1950-tallet har vann blitt pumpet fra Vestvannet via en pumpestasjon over til Borredalsdammen, som har fungert som råvannsreservoar. 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, med Borredalsdammen kun som reservetilførsel. Anlegget leverer i gjennomsnitt ca. 42 000 m³ vann pr døgn.



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 er grunne. Dammen ligger i et friområde utenfor Fredrikstad og huser nær ti ulike

fiskearter. Nedbørsfeltet er forholdsvis lite og består for en stor del av blandingskog, 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. Lukten ble beskrevet som myr/kjeller-lukt, som kan være luktstoffet geosmin produsert av enkelte cyanobakterier. Analyser fra Vestvannet viste innhold av cyanotoksiner (microcystin) på 2,8 µg microcystin pr liter, som er over WHO's anbefalte grenseverdi på 1 µg/L for drikkevann (råvann) (WHO 1998). Slike cyanotoksiner produseres av cyanobakterier for eksempel *Planktothrix*. 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, 2015), Hagman og Hawley (2016), Kile og Hostyeva (2017), Kile og Hagman (2018) og Kile og Mutinova (2019). Overvåkingen ble videreført i 2019 og er i tråd med anbefalinger i klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018, Direktoratgruppen, Vanndirektivet 2018).

1.1 Klassifisering og vurdering av tilstand

Datagrunnlaget for denne rapporten er innhentet ved 6 prøvetakinger i perioden mai til oktober 2019 for Vestvannet og Borredalsdammen. Prøver ble innhentet den 8. mai, 5. juni, 3. juli, 7. august, 5. september og 1. oktober.

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

- 1) Generell fysiske parametere og 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) og nitrat (µg/L)
- 3) Alger og cyanobakterier: **Klorofyll-a**, sammensetning på klassenivå og **biomasse** av det totale samfunnet, i tillegg **spesifikk slekt/artssammensetning (PTI)** samt **biomasse av cyanobakterier (cyanomax)**, og konsentrasjoner av **microcystin**.

Se nærmere beskrivelse av de ulike parametere i kapittel 2.

I tillegg til årets overvåkingsdata er data fra 2015-2018 inkludert for sammenligning. Data fra Fylkesmannen i Østfold og overvåkingsdata er lagt til grunn for å avdekke eventuelle langtidstrender for tilgjengelige parametere i Vestvannet. Alle fysisk-kjemiske enkeltdata, samt artslistene for planteplankton fra 2019 finnes i vedlegg.

Vestvannet er klassifisert iht. den til enhver gjeldende versjon av klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2009, Veileder 02:2013, Veileder 02:2014 – revidert 2015; Direktoratgruppen, Vanndirektivet 2009, 2013, 2015). I 2018 ble det gitt ut en ny versjon av klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018) og denne er brukt til å klassifisere Vestvannet og Borredalsdammen i 2019. 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) kan vurderes i sammenheng. Klassifisering skjer ut ifra det «verste styrer» prinsippet når alle kvalitetselementer summeres, dvs. at den dårligste tilstanden bestemmer

tilstanden for hele innsjøen. Vestvannet og Borredalsdammen vurderes som eutrofipåvirket, moderat kalkrike og humøse lavlandsinnsjøer, type L-N8a (L108) (Vann-Nett 2019).

Klassifisering av økologisk tilstand basert på siktedyp iht. Veileder 02:2018 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 likevel kan bestemmes. Vi har antatt at Borredalsdammen har samme vanntype som Vestvannet og lagt dette til grunn i klassifiseringen. Totalt nitrogen er ikke benyttet til klassifisering, da det brukes i klassifiseringen kun dersom man kan anta nitrogenbegrensning, noe som primært forekommer i svært eutrofierte vannforekomster.

Vestvannet og Borredalsdammen er også klassifisert iht. drikkevannsforskriften, med de data som er tilgjengelige og for ett år om gangen. Tidligere år er inkludert i resultatene for å avdekke evt. endringer.

Kriterier for egnethet til drikkevann har siden 1997 vært basert på Miljødirektoratets (tidl. KLIF/ SFT) klassifiseringssystem (Andersen, 1997). Med implementeringen av EUs vanddirektiv har det vært behov for en viss justering og oppgradering av disse kriteriene, og NIVA har på oppdrag av Miljødirektoratet levert forslag til reviderte kriterier for drikkevannskvalitet (Solheim m.fl. 2008). Aktuelle parametere for denne rapporten er gitt i **Tabell 2**. I forhold til Miljødirektoratets 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 WHO's anbefalinger (WHO 1998). Det er viktig å presisere at Miljødirektoratets 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 02:2018 - (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018.). Kun parametere aktuelle for denne rapporten er inkludert.

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

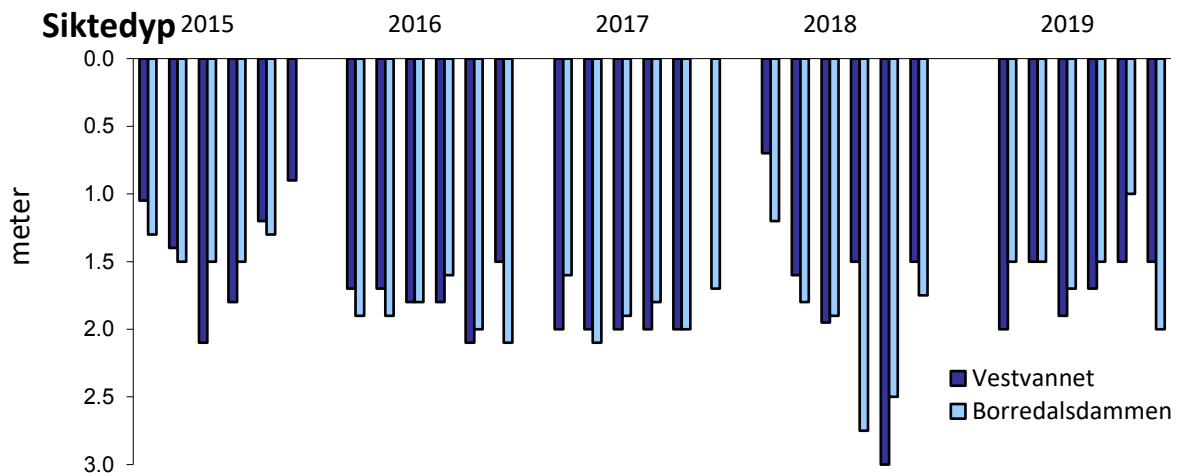
2.1.1 Oksygen og temperatur

Oksygen og temperatur ble målt ved hjelp av en YSI-probe (600 OMS V2). I juli, august og september i 2019 var det problemer med instrumentet og det ble ikke målt vertikallprofiler fra innsjøene i denne perioden. Siden data for oksygen og temperatur ikke er komplett for hele vekstsesongen er det ikke mulig å gi en tolkning av disse fysiske forholdene i innsjøene i 2019. Data fra mai, juni og oktober er vist i vedlegg.

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 2 x siktedypet, avhengig av vannets farge, og dermed er det hensiktsmessig å ta planteplanktonprøver i dette området. Enkelte cyanobakterier er imidlertid i stand til å opprettholde fotosyntesen også ved enda svakere lys. **Figur 2** viser målinger for siktedypet i Vestvannet og Borredalsdammen gjennom sommersesongene 2015 til 2019. Gjennomsnittet for 2019 var 1,7 m i Vestvannet og dette var likt som i 2018. I Borredalsdammen var gjennomsnittlig siktedyp 1,5 m i 2019 og det er lavere enn i 2018 (2,0 m). Siktedypet varierte forholdsvis lite gjennom sesongen i begge innsjøene. I Vestvannet varierte siktedyp mellom 1,5 m (juni, september og oktober) og 2,0 m (mai) mens i Borredalsdammen varierte siktedypet mellom 1,0 m (september) og 2,0 m (oktober).



Figur 2. Siktedyp i Vestvannet og Borredalsdammen for årene 2015 - 2019.

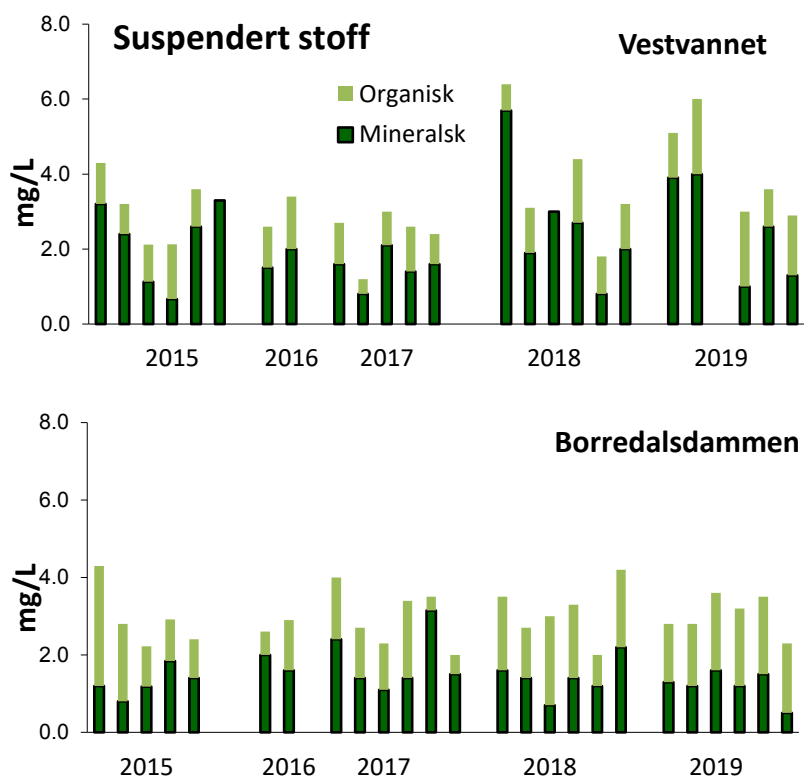
2.1.3 Suspensert stoff

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 3 viser partikkelkonsentrasjonen i Vestvannet og Borredalsdammen i perioden 2015 - 2019, som totalt suspendert stoff (STS, mg/L) fordelt på de ulike fraksjonene for mineralisk (mørk grønn, hovedsakelig silt og leire) og organisk stoff (lys grønn, organisk materiale og planteplankton). Generelt er innholdet av partikler moderat til lavt i begge bassenger. Det er ingen tydelig korrelasjon mellom suspendert stoff og siktedyp i Vestvannet og Borredalsdammen i 2019.

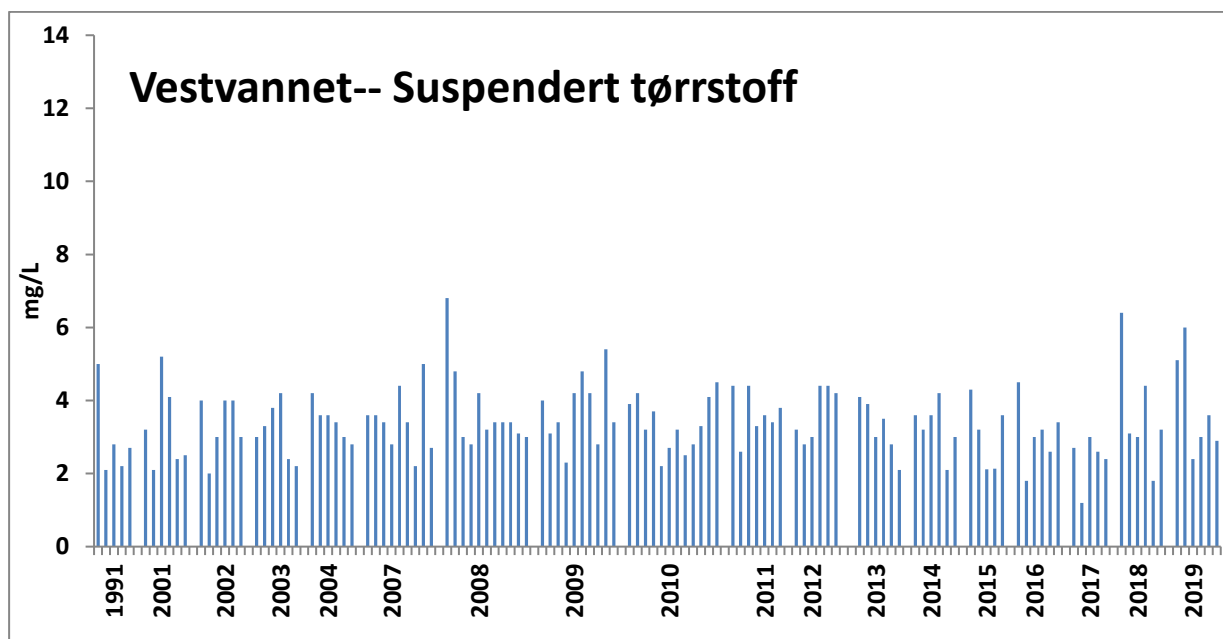
I 2019 viste Vestvannet noe forhøyete STS verdier i mai og juni (5,1 og 6,0 mg/L). Fra juli 2019 var STS verdiene mye lavere mellom 2,4 og 3,6 mg/L. Den organiske andelen var mellom 23 og 67%. Borredalsdammen har hatt et jevnt innhold av STS de siste fem årene og i 2019 var den mellom 2,3 og 3,6 mg/L med en organisk andel mellom 22 og 46%.

I perioden 2015 til 2017 var den totale partikkelmengden i Vestvannet lavere enn de siste to årene, (2,4 -3,3 mg/L). Fra 2018 og 2019 økte partikkelmengden og var høyest i 2019 med 3,8 mg/L. Mulige årsaker kan være endringer i nedbørforhold eller økt snøsmelting i våren.



Figur 3. Konsentrasjoner av suspendert stoff (mg/L) for 2015-2019 i Vestvannet og Borredalsdammen. Fraksjoner av organisk og mineralsk stoff er markert i lys og mørk grønn. I juli 2019 var STS verdi 2,4 µg/L i Vestvannet, men det ble ikke analysert for organisk og mineralsk andel.

Figur 4 viser konsentrasjoner av totalt suspendert stoff i Vestvannet for 1991, for 2001-2004 og for 2007-2019 (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold). Foruten en svært høy måling på 13,9 mg/L i september 2011 har det vært relativt jevnt lave nivåer av partikler mellom 1,2 og 6,8 mg/L i Vestvannet i denne tidsperioden.



Figur 4. Konsentrasjoner av suspendert stoff i Vestvannet for utvalgte år (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold).

2.1.4 Silikat

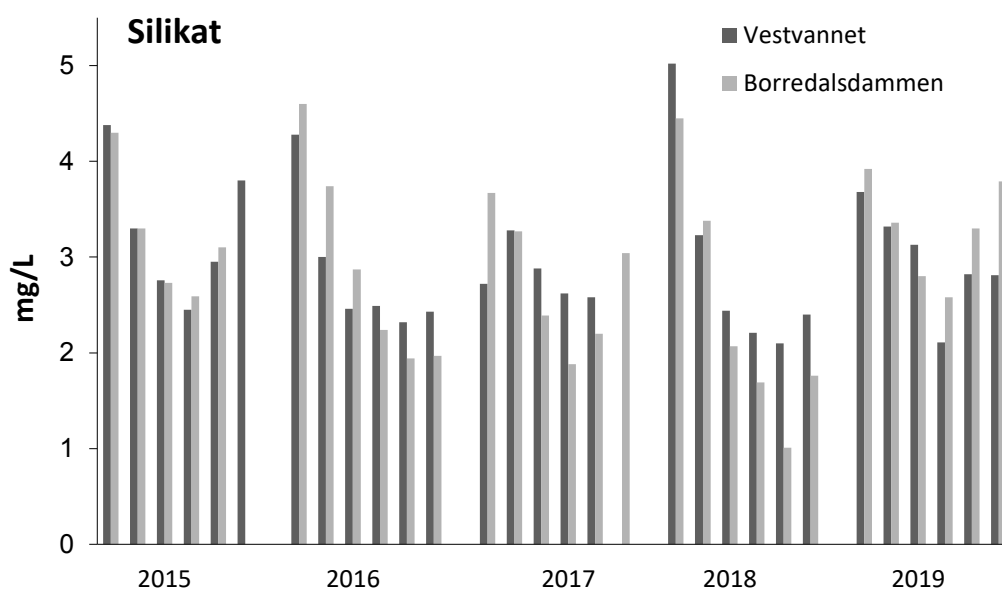
Silikat er et næringsstoff som tilføres vannet fra berggrunnen, og påvirkes i liten grad av menneskelige aktiviteter. En viktig algegruppe – kiselalgene - er avhengige av silikat. Disse algene danner sjeldent giftstoffer, og har ofte en stabiliserende effekt, ved at de hindrer oppkomsten av problemalger,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

Figur 5 viser konsentrasjoner av silikat (mg/L) gjennom sommerhalvåret i perioden 2015-2019 i Vestvannet og Borredalsdammen. I begge vann var silikat konsentrasjonene høye både på vår/forsommer og høst. Når kiselalgene tar opp silikat blir konsentrasjonen i vann redusert utover i vekstsesongen. Om høsten blir silikat frigjort ved nedbrytning av kiselalger og konsentrasjon i vannet øker igjen. Middelverdiene i hhv. Vestvannet og Borredalsdammen i 2019 var 2,9 og 3,3 mg/L, i Vestvannet var det omtrent den samme konsentrasjonen som i 2018. I Borredalsdammen var det en økning fra 2,4 mg/L i 2018 til 3,3 mg/L i 2019.

Biomassen av kiselalger i Vestvannet var 115 – 336 µg/L i 2019 og dette var betydelig høyere enn i 2018 (32-132 µg/L). Gjennomsnittlig silikatkonsentrasjon var 3,0 mg/L i 2019 og dette var bare litt høyere enn i 2018 da gjennomsnittlig silikatkonsentrasjon var 2,9 mg/L. I Borredalsdammen var silikatkonsentrasjon høyere enn i Vestvannet mens biomassen av kiselalger var med 55 – 237 µg/L lavere enn i Vestvannet i 2019.

Siden kiselalgene trenger silikatkonsentrasjoner $>0,1$ mg/L, som det var hele sesongen i begge vannene, er det sannsynlig at silikat ikke var begrensende for veksten av kiselalger, og heller ikke spesielt styrende for mengden. Variasjonen gjennom sesongen skyldes trolig faktorer som konkurranse. Blandingen av vannmassene vår og høst kan også ha bidratt til en viss resirkulering av silikat fra bunnvannet og hindret utarming av dette nøkkelstoffet fra overflatevannet. Resultatene fra

2019 viser høye konsentrasjoner av silikat om våren, synkende utover sommeren, mens det i september/oktober begynner å øke igjen. Denne trenden er også tydelig fra tidligere år i begge innsjøer. Årsaken til år-til-år-variasjonene er usikre, men silikat er ikke spesielt utsatt for menneskelig påvirkning.



Figur 5. Konsentrasjoner av silikat (mg/L) i Vestvannet og Borredalsdammen gjennom sommerhalvåret 2015-2019.

2.1.5 Næringsalter

Fosfor og nitrogen er essensielle næringsstoffer for planteplankton. Særlig innholdet av fosfor er ofte utslagsgivende for hvor mye alger som dannes. Mange giftproduserende planteplanktonorganismer, bl.a. cyanobakterier er knyttet til forhøyede verdier av næringsalter, eller har en tendens til å oppstå om mengde-forholdet mellom nitrogen og fosfor forskyves. Betegnelsene totalt fosfor og totalt nitrogen omfatter alle fraksjoner i disse næringsstoffer, 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 eutrofi påvirkede innsjøer, samt støtteparameter for klassifisering av drikkevannskvalitet.

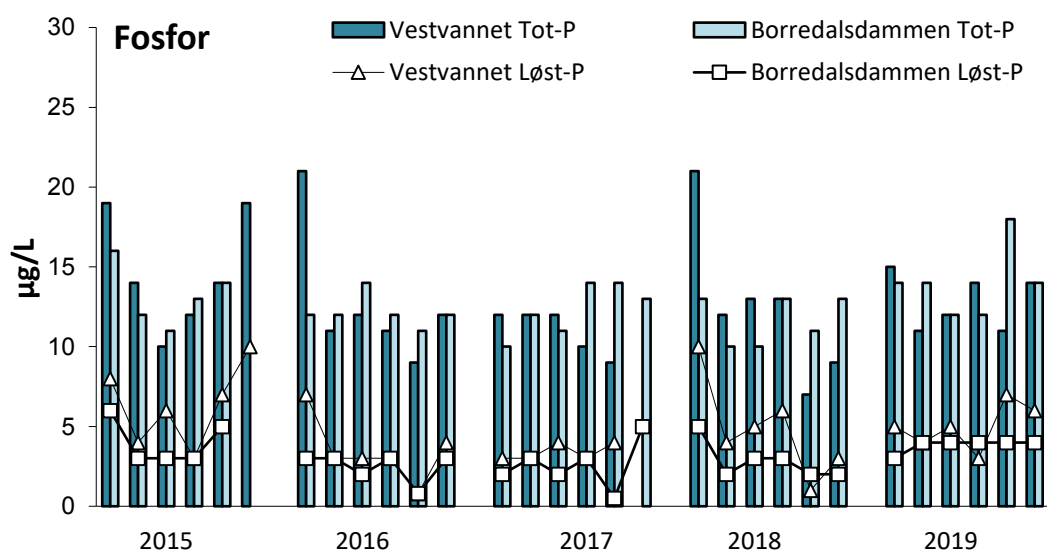
Fosfor

Konsentrasjonen av fosfor i de to bassengene, målt som totalt fosfor og løst fosfat, for sommersesongene 2015 til 2019 er vist i **Figur 6**. Årlig gjennomsnittskonsentrasjon av totalt fosfor i Borredalsdammen var mellom 12 og 14 $\mu\text{g P/L}$ de fem siste årene (2015-2019). I Vestvannet har årsgjennomsnittet av totalt fosfor de siste fem årene (2015-2019) vært mellom 12 og 15 $\mu\text{g P/L}$. I 2019 er konsentrasjonen av totalt fosfor på 13 $\mu\text{g P/L}$ i Vestvannet og klassifiseres fortsatt i tilstandsklasse svært god som i årene 2016 -2018. Men en videre økning av totalt fosfor vil endre

klassifisering til god tilstand, noe som sist forekom i 2015. I Borredalsdammen er totalt fosfor i 2019 på 14 mg/L og dette gir god tilstand, noe som er en forverring fra de siste årene.

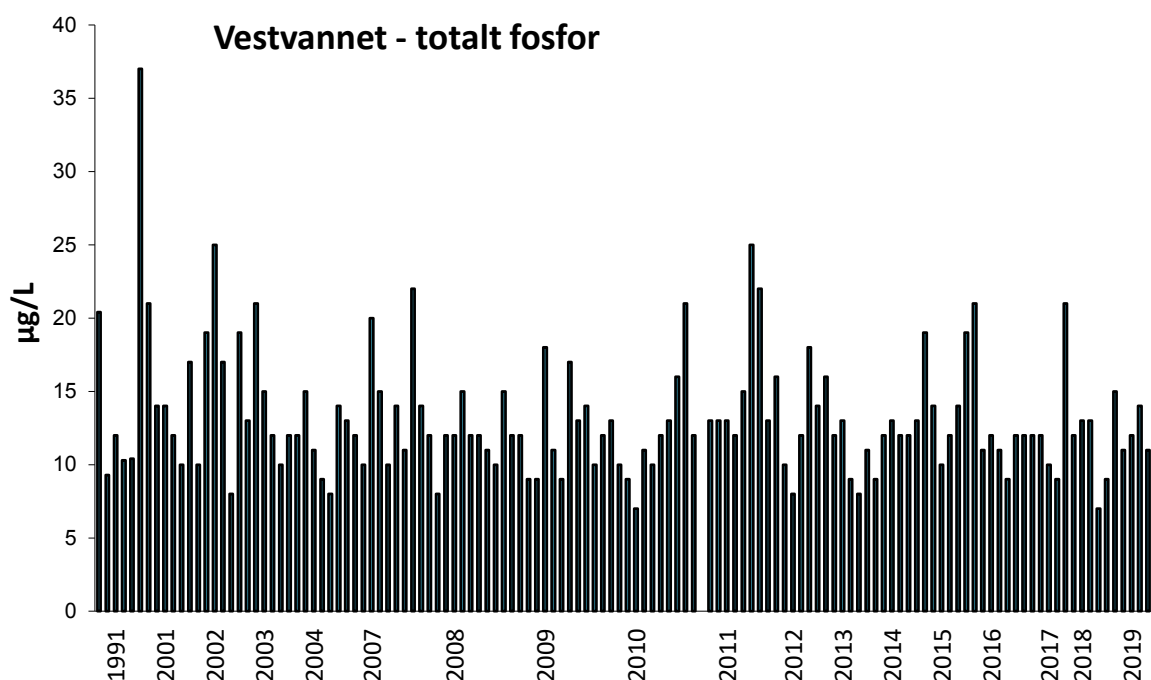
Fosfor er ofte begrensende næringsstoff for algeproduksjonen i ferskvann. Fosfornivåene er også medbestemmende for fastsettelse av trofegrad, og ut fra våre målinger kan begge innsjøene karakteriseres som mesotrofe.

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 6**). I 2019 var konsentrasjonen av løst fosfat i Vestvannet mellom 3 og 7 µg/L og i Borredalsvannet mellom 3 og 4 µg/L.



Figur 6. Konsentrasjoner av fosfor i overflatevannet (0-4 m) i Vestvannet og Borredalsdammen for sommersesongene 2015-2019. Søylor 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 2007-2018 (**Figur 7**). Det er ingen målbare trender for de årene som er lagt til grunn.

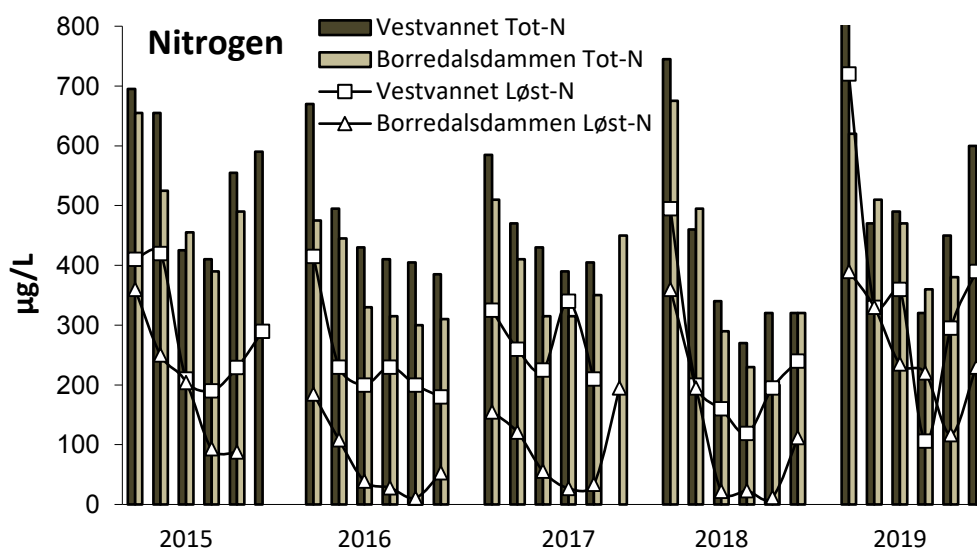


Figur 7. Konsentrasjoner av totalt fosfor i Vestvannet i periode 1991- 2019 (for de år det finnes data for, basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold).

Nitrogen

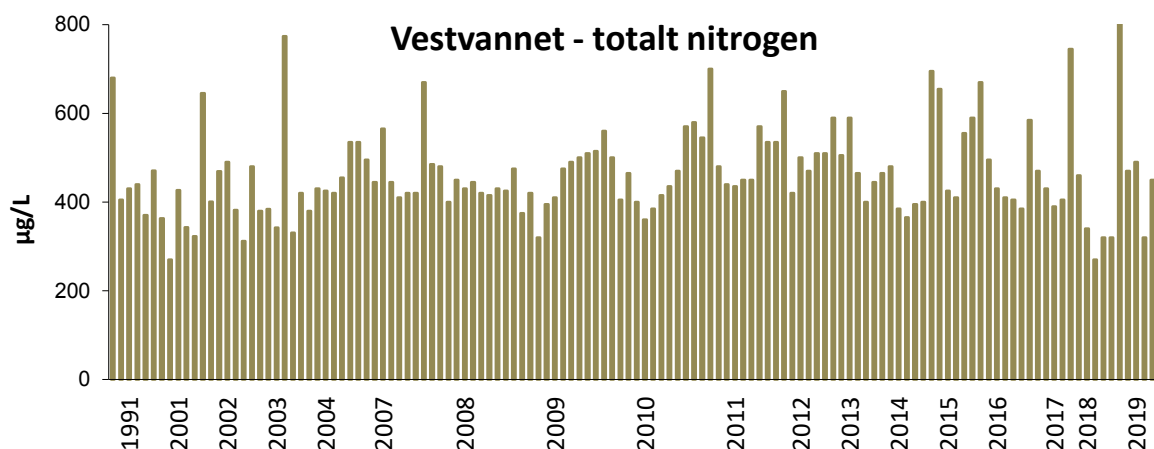
Som i 2018 var nitrogenkonsentrasjon i Vestvannet og Borredalsdammen i 2019 høyest i mai, ble gradvis lavere gjennom sesongen til august og økte igjen i september og oktober (**Figur 8**).

Nitrogenkonsentrasjonene i Vestvannet ligger jevnt over noe høyere enn nitrogenkonsentrasjonene i Borredalsdammen med unntak av juni og august-målingene. Gjennomsnittlig konsentrasjon av totalt nitrogen i Vestvannet var 527 µg/L i 2019, noe høyere enn i 2018 (409 mg/L). I Borredalsdammen var gjennomsnittlig totalt nitrogen konsentrasjon 471 µg/L i 2019 og 368 µg/L i 2018 (Figur 8).



Figur 8. Nitrogen i overflatevannet i Vestvannet og Borredalsdammen for perioden 2015-2019. Søyler angir totalt nitrogen, og linjer angir løst nitrat-N.

Konsentrasjonen av totalt nitrogen i Vestvannet for utvalgte år etter 1991 er vist i **Figur 9**. Det er ingen klare trender for perioden.



Figur 9. Konsentrasjoner av totalt nitrogen i Vestvannet for utvalgte år (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold).

2.2 Algesamfunnet

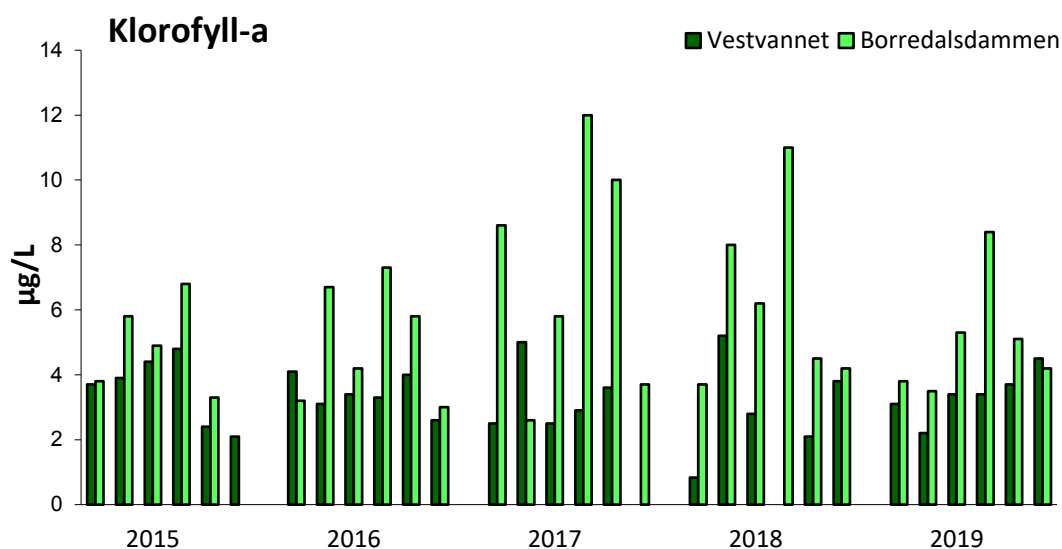
2.2.1 Klorofyll, algemengde og sammensetning

Mengden alger og cyanobakterier som befinner seg i vannmassene bestemmes i stor grad av nitrogen- og fosfor-konsentrasjonene. Man får et estimat av planteplanktonbiomasse 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 problemtaxa, som for eksempel cyanobakterier. Innholdet av cyanotoksiner, 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

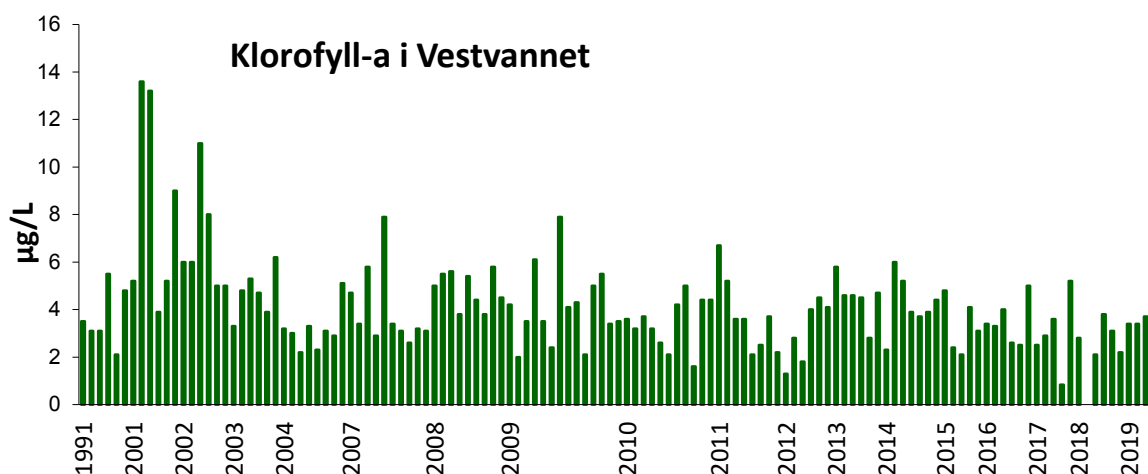
Konsentrasjonen av klorofyll-a i overflatevannet over sommersesongene 2015-2019 er vist i **Figur 10**. Årsgjennomsnittet i Vestvannet i 2019 er 3,2 µg/L og er noe høyere enn i 2018 (2,9 µg/L). I Borredalsdammen var gjennomsnittlig klorofyll-a i 2019 5,1 µg/L, noe som er lavere enn i 2018 (6,3 µg/L). De siste fem årene har gjennomsnittsverdiene for Vestvannet ligget på 2,9 – 3,6 µg/L klorofyll-a, mens tilsvarende verdier Borredalsdammen er mellom 4,9 og 7,2 µg/L klorofyll-a. Klorofyllmengden varierer mye fra år til år i Borredalsdammen, mens i Vestvannet er årsvariasjonene betydelig mindre. Borredalsdammen har generelt hatt et noe høyere klorofyllnivå enn Vestvannet, også i 2019. Vanligvis finnes en god sammenheng mellom klorofyll-a og planteplanktonbiovolum, men enkeltlokalteter kan ha store variasjoner i forholdet mellom klorofyll og biovolum avhengig av artssammensetning og lysforhold. I 2019 samsvarer endringer i klorofyllnivåene i Borredalsdammen endringer i planteplanktonbiomassene med største klorofyll-a konsentrasjon og planteplanktonbiomasse i august (**Figur 10** og **13**). I Vestvannet er relasjon mellom klorofyll-a og planteplanktonbiomasse ikke så tydelig. Den største planteplanktonbiomassen kom i juli

og var dominert av svelgflagelater, mens klorofyll-a konsentrasjonen var størst i oktober (**Figur 10 og 11**). Svelgflagelater inneholder relativt lave klorofyllmengder i cellene i forhold til andre algegrupper og dette kan forklare disse forskjellene.



Figur 10. Klorofyll-a ($\mu\text{g/L}$) i Vestvannet og Borredalsdammen i perioden 2014-2019.

Figur 11 viser en sammenstilling av klorofyll-a for utvalgte år (1991, 2001-2004 og 2007-19). Det er ingen målbar trend i forhold til tidligere år.



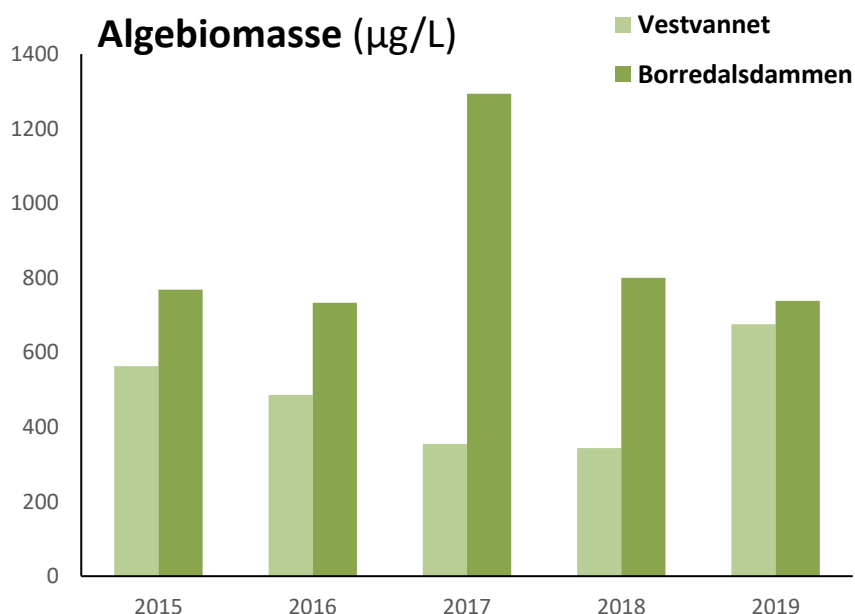
Figur 11. Klorofyll-a i Vestvannet ($\mu\text{g/L}$) for de årene det finnes data 1991 – 2019) (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold).

Planteplankton

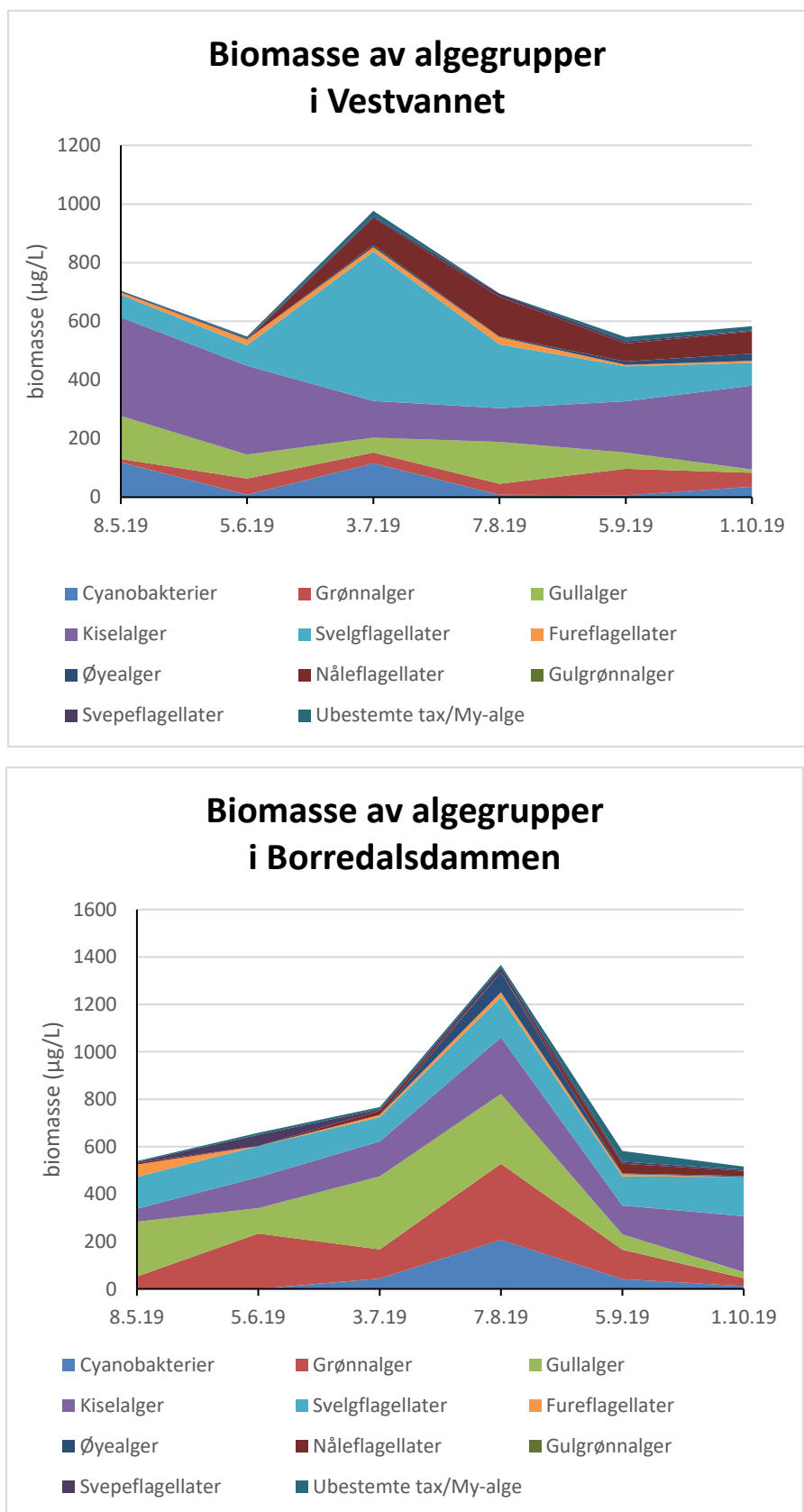
For å undersøke sammensetningen av planteplankton i vannet ble prøver analysert så langt ned på slekts- eller artsnivå som mulig, og dette ble også lagt til grunn for klassifisering av vannkvaliteten og vurderinger av egnethet til drikkevann. De ulike gruppene/artenes relative bidrag til total algebiomasse ble beregnet (mg våtvekt pr.m³, 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 kan variere i forskjellige algegruppene og cyanobakterier i forhold til biovolum.

For eksempel nåleflagellater inneholder mer klorofyll i forhold til biovolum og andre algegrupper, bl.a. svelgflagellater har en forholdsvis lav klorofyllinnholdet. I noen år kan disse grupper utgjøre en betydelig andel av algefloraen. Forholdet mellom klorofyll og algebiomasse vil derfor kunne variere gjennom sesongen, ettersom dominerende algegrupper med ulikt innhold av klorofyll også varierer.

Algebiomassen har de siste fem årene vært betydelig høyere i Borredalsdammen enn i Vestvannet. Men i 2019 hadde planteplanktonbiomassen i Vestvannet økt betydelig i forhold til tidligere år. I Vestvannet var årsmiddelverdi i 2019 676 µg/L og har økt sammenlignet med 343 µg/L i 2018 (**Figur 12 og 13**). Årsmiddelverdi for Borredalsdammen i 2019 var 738 µg/L og litt lavere sammenlignet med 799 µg/L i 2018.



Figur 12. Algebiomasse (µg/L) i Vestvannet og Borredalsdammen – årsgjennomsnitt for perioden 2015-2019



Figur 13. Fordeling av ulike algegrupper (µg/L) i overflatevannet for Vestvannet og Borredalsdammen for 2019.

Figur 13 viser fordelingen av de ulike planteplanktongruppene gitt som biomasse gjennom sommersesongen 2019.

Hovedsakelig er den generelle trenden på variasjonen av total algebiomassen gjennom sesongen den samme som i tidligere år. I 2019 var planteplanktonbiomassen i Vestvannet på topp i begynnelsen av juli. I Borredalsdammen gjennomgikk planteplankton en økning i biomasse fram til august 2019, fulgt av en betydelig nedgang mot slutten av sesongen.

Begge lokalitetene har en sammensetning av algegrupper som er vanlig i norske innsjøer der det ikke er problemer med eutrofiering eller oppblomstring av cyanobakterier (blågrønnalger). I 2019 var sesongvariasjonen av dominerende algegrupper og biomasser noe annerledes enn i foregående år. Vestvannet viste en høyere biomasse gjennom hele sesongen i 2019, sammenlignet med tidligere år. I Vestvannet dominerte kiselalger om våren, tidlig sommer og høst med biomasser mellom 286 og 336 g/L tilsvarende 49 - 55,3% av total biomasse, mens svelgflagellater hadde en topp i juli og august (biomasse 510 µg/L tilsvarende 52,2 %). En gruppe med biomasseandel opp til 21% var gullalgene som hadde topper i mai, juni og august. I Borredalsdammen var gjennomsnittlig planteplanktonbiomasse på samme nivå enn i 2018 og bare noe høyere i Vestvannet. I Borredalsdammen dominerte gullalger i mai og juli med større biomasser, mens grønnealger dominerte i juni. Svelgflagellater viste jevnt biomasseandel mellom 12 og 25 % over hele sesongen i 2019 med en topp i oktober med 32 %. Det var i hovedsak kun små mengder cyanobakterier i begge vannene gjennom hele sesongen. Unntakene var mai og juli i Vestvannet med en andel av 16 og 12% cyanobakterier og i Borredalsdammen i juli med en andel av 15% cyanobakterier. Dominerende cyanobakterieslekter var *Planktothrix* i mai og *Woronichinai* i juli i Vestvannet. I Borredalsdammen var andelen av cyanobakterier lavere enn i Vestvannet. Bare i august opptrådte cyanobakterietaxa *Aphanothece* og *Merismopedia* i større mengder. Cyanobakterieslekten *Dolichospermum* ble påvist bare i små mengder i Vestvannet og Borredalsdammen.

Alle registrerte slekter i Vestvannet og Borredalsdammen er vanlige alger og cyanobakterier i norske innsjøer. De fleste er verken kjent for toksinproduksjon eller annen risiko for negative effekter. Allikevel bør man være spesielt oppmerksom på oppblomstringen av *Uroglena* (*Uroglenopsis*), *Gonyostomum semen* og noen cyanobakterier da disse kan ha negativ effekt på økosystemet.

Gullalgen *Uroglena* er kjent for å kunne danne store oppblomstringer, ved flere tilfeller også i norske innsjøer. Vanligvis opptrer algen i små mengder her i landet. I 2019 ble kun registrert lave forekomster av *Uroglena* i Vestvannet i hele sesongen. I Borredalsdammen opptrådte slekten *Uroglena* i juli i større biomasser.

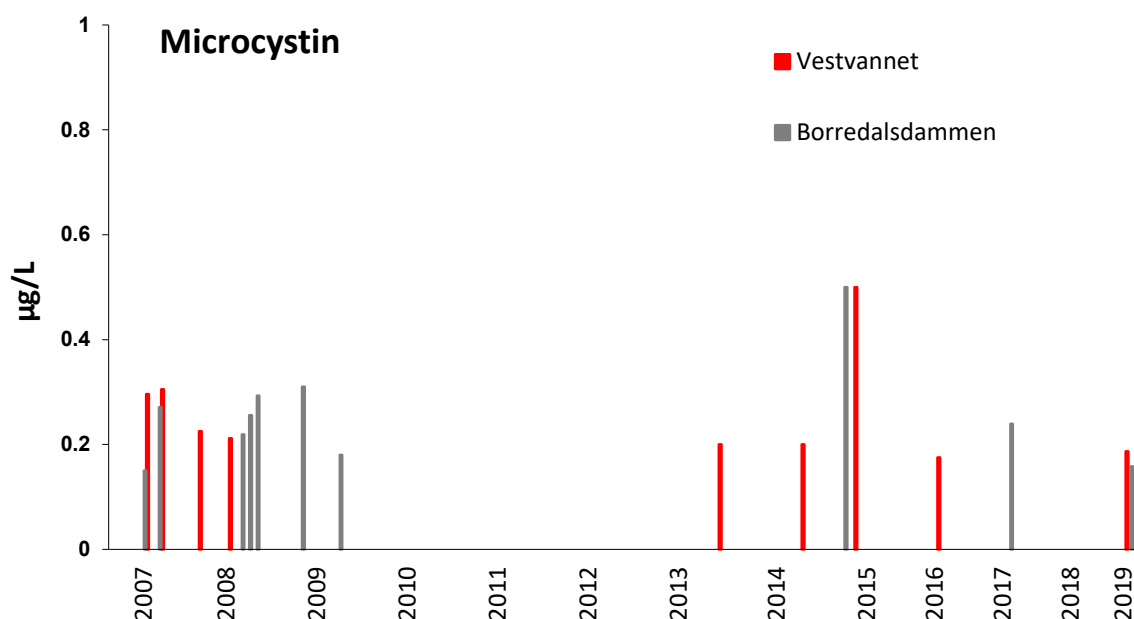
Nåleflagellaten *Gonyostomum semen* betegnes gjerne som en potensiell problem-alge som kan danne masseoppblomstringer og fullstendig dominere den totale algebiomassen i enkelte innsjøer, gjerne i august og september. Algen kan gi kløe og ubehag for badende, samtidig som den kan tette filtre i drikkevannskilder når den forekommer i store mengder. I 2019 ble det registrert større mengder *Gonyostomum semen* i Vestvannet enn i 2017 og 2018. og arten opptrådte fra juli til oktober med andelen av den totale planteplanktonbiomasse mellom 9,5 og 19,5%. I Borredalsdammen var bare små mengder *Gonyostomum semen* (7-41 µg/L, tilsvarende 1,2 – 7,1% av totale biomassen) observert i 2019, mens denne arten ofte har tilhørt de dominerende algegruppene i Borredalsdammen gjennom sommeren i tidligere år.

2.2.2 Cyanobakterier og cyanotoksiner

I 2019 var gjennomsnittsbiomassene av cyanobakterier lav i Vestvannet og Borredalsdammen. Allikevel er det årlig høyere konsentrasjoner ved noen prøvetakinger.

I Vestvannet i 2019 var det forekomst av den trådformede slekten *Planktothrix* i mai og den koloniformede slekten *Woronichinia* i juli med større biomasser, mens slekten *Dolichospermum* var observert i oktober i lave mengder. I Borredalsdammen i 2019 ble arter i slekten *Planktothrix* registrert fra juli til oktober i små mengder. De koloniformende slektene *Aphanothece* og *Merismopedia* dominerte i august. Slekten *Woronichinia* opptrådte bare i små mengder fra juli til oktober. Blant de påviste artene er giftstoffer særlig assosiert med oppblomstringer av slektene *Planktothrix* og *Dolichospermum*, mulig også *Woronichinia*, men sistnevnte er usikker siden *Woronichinia* ikke er påvist som toksinproduserende i norske innsjøer.

Giftstoffet microcystin produseres av mange ulike cyanobakterier og er levertoksisk. Vanlige symptomer er synsforstyrrelser, kvalme, diaré og leverskader. I større konsentrasjoner er giften dødelig. WHO's anbefalte grenseverdi for microcystin i drikkevann (råvann) er 1 µg/L, mens bading frarådes ved konsentrasjoner >10 µg/L (WHO 1998). Enkelte cyanobakterier kan også produsere andre giftstoffer med bl.a. nevrotoksiske effekter. I august 2019 ble microcystiner påvist over deteksjonsgrensen på 0,15 µg/L i Vestvannet (0,19 µg/L) og Borredalsdammen (0,16 µg/L) men godt under anbefalingen for drikkevann (1 µg/L). På samme tidspunkt var biomassene av potensielt toksinproduserende cyanobakterier som *Planktothrix* eller *Dolichospermum* ikke eksisterende eller veldig lave i Vestvannet og Borredalsdammen. 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 2007-2019 er vist i **Figur 14**. Det ble i 2015 og 2016 tatt prøver av rentvann i tillegg til i innsjøene ved 5 anledninger, uten påvisning av microcystin. Dette er ikke vist i figuren. 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 samt i 2018 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 oktober i Vestvannet. Dette er 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 i juni, og samme mengde i Vestvannet i juli. Det korrelerte i begge tilfeller med økte mengder *Planktothrix* sp. i planteplanktonsamfunnet. I 2016 ble det observert microcystin ved én prøvetaking i Vestvannet, godt under anbefalingen for drikkevann. I 2017 ble det kun detektert microcystin ved én prøvetaking; 0,24 µg/L i i august. Dette er også godt under anbefalt grenseverdi for drikkevann, og korrelerer med sesongens høyeste biomasse av *Planktothrix*.



Figur 14. Konsentrasjoner av microcystin ($\mu\text{g/L}$) i overflatevann (0-4 m) fra Vestvannet og Borredalsdammen for perioden 2007-2019.

2.3 Klassifiseringer

I **Tabell 3** vises vurderingen av egnethet for drikkevann av både Vestvannet og Borredalsdammen i 2015-2019. Det er ingen tydelige endringer i tilstanden i Borredalsdammen. Vestvannet er generelt mer egnet som drikkevann enn Borredalsdammen, og det gjelder også i 2019. Dette året har fosforverdiene i Vestvannet vært på samme nivå sammenlignet med 2018, og innsjøen er derfor fortsatt innenfor kategorien «mindre egnet» for denne parameteren. Videre er Vestvannet «egnet» i forhold til klorofyll-a nivå, og «egnet» med utgangspunkt i microcystin (det var registrert $0,19 \mu\text{g/L}$ microcystin i august. Borredalsdammen ligger som tidligere år i kategorien «mindre egnet» med hensyn til fosfor og klorofyll.

Vurderingen av egnethet for drikkevann baserer seg på Solheim m.fl. (2008), som kun er et forslag til klassifiseringssystem. I drikkevannsforskriften (Mattilsynet, 2011) derimot er det satt grenseverdier per parameter. Overskrides en eller flere grenseverdier gjøres det tiltak i form av ulike typer behandling av vannet. Ved for høye verdier av f.eks. farge, med en grenseverdi på 20, vil vannet fortsatt være egnet som drikkevann ved igangsetting av fargefjerning, slik at fargetallet reduseres tilstrekkelig.

Tabell 3. Vurdering av Borredalsdammens (B.d.) og Vestvannets (V.v.) egnethet som drikkevann fra 2011 til 2018 iht. Solheim m.fl. (2008).

■ Godt egnet
 ■ Eget
 ■ Mindre egnet
 ■ Ikke egnet

Parameter	2015		2016		2017		2018		2019	
	B.d.	V.v.	B.d.	V.v.	B.d.	V.v.	B.d.	V.v.	B.d.	V.v.
Farge	-	55*	-	37*	30*	31*	-	-	-	-
Tot-P	13	15	12	13	12	11	12	13	14	13
Klorofyll-a	4,9	3,6	5,03	3,4	7,1	3,3	6,27	3	5,1	3,2
Microcystin**	0,5	0,5	0	0,18	0,24	0	0	0	0,16	0,19

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

** høyest målt microcystin verdi

Tabell 4a og b viser økologisk tilstand etter vannforskriften (Veileder 02:2018, Direktoratgruppen, Vanddirektivet 2018) for Vestvannet de siste fem år og for Borredalsdammen i 2019. I Vestvannet er den økologiske tilstanden i 2019 vurdert som god. Det er en forverring fra den svært gode økologiske tilstand i årene 2016-2018 og skyldes at trofisk index (PTI), som er tilstandsklasse moderat, gir totalvurdering av planteplankton i tilstandsklasse god. I 2015 ble Vestvannet klassifisert til god økologisk tilstand på bakgrunn av total fosfor. Den økologiske tilstanden i Borredalsdammen i 2019 er vurdert som god.

Tabell 4a. Tilstandsklassifisering av Vestvannet iht. vannforskriften (Veileder 02:2018, Direktoratgruppen, Vanddirektivet 2018) for årene 2015 til 2019.

■ Svært god
 ■ God
 ■ Moderat
 ■ Dårlig
 ■ Svært dårlig

		Vestvannet				
	Parameter	2015	2016	2017	2018	2019
Plante plankton	Klorofyll-a (µg/L), årsgjennomsnitt	3,6	3,4	3,3	3,0	3,2
	Biovolum (mg/L), årsgjennomsnitt	0,56	0,49	0,3	0,34	0,68
	Trofisk indeks, PTI	2,41	2,53	2,28	2,4	2,72
	Maks. biovolum cyanobakterier (mg/L)	0,11	0,10	0,01	0,04	0,12
Totalvurdering planteplankton		Svært god	Svært god	Svært god	Svært god	god
Fysisk-kjemisk	Tot-P (µg/L), årsgjennomsnitt	157	13	11	13	13
Økologisk tilstand		God	Svært god	Svært god	Svært god	God

Tabell 4b. Tilstandsklassifisering av Borredalsdammen iht. vannforskriften (Veileder 02:2018, Direktoratetsgruppe, Vanndirektivet 2018) for 2019.

		Borredalsdammen
	Parameter	2019
Plante plankton	Klorofyll-a ($\mu\text{g/L}$), årsgjennomsnitt	5,1
	Biovolum (mg/L), årsgjennomsnitt	0.74
	Trofisk indeks, PTI	2.34
	Maks. biovolum cyanobakterier (mg/L)	0,21
Totalvurdering planteplankton		Svært god
Fysisk-kjemisk	Tot-P ($\mu\text{g/L}$), årsgjennomsnitt	14
Økologisk tilstand		God

3. Oppsummering og konklusjoner

Temperatur og oksygenforhold i Vestvannet og Borredalsdammen kunne ikke vurderes i 2019 på grunn av problemer med måleinstrumentet i juli, august og september.

Siktedypet varierte ikke så mye gjennom sesongen i begge innsjøene i 2019 men var gjennomsnittlig lavere enn i 2018. Siktedyp er påvirket av uorganisk suspendert stoff, men også av planteplanktonbiomasse. Høy mineralisk fraksjon av suspendert stoff på forsommeren og/eller høsten kan tyde på flomepisoder og mye avrenning fra nedbørsfeltet og oppstrøms i Glomma.

Konsentrasjonene av totalt fosfor og nitrogen i 2019 var noe høyere enn i 2018. Ved en sammenligning av de to vannene var verdiene for totalt nitrogen, løst fosfat og nitrat generelt høyere i Vestvannet enn i Borredalsvannet og for totalt fosfor litt lavere i Vestvannet enn i Borredalsdammen. De lange tidsseriene av totalt fosfor og nitrogen viser ingen klare trender siden 1991, noe som tyder på at de små variasjonene fra år til år er normale.

i 2019 var det som tidligere år høyere planteplanktonbiomasser i Borredalsdammen enn i Vestvannet. Allikevel har planteplanktonbiomasse økt betydelig i Vestvannet i 2019 i forhold til 2018. I Borredalsdammen var planteplanktonbiomassen i 2019 noe lavere enn i 2018. Klorofyll-a varierer i de forskjellige planteplanktongrupper og er derfor vanskelig å korrelere med biomassene funnet på samme tidspunkt. I Vestvannet dominerte kiselalger i mai, juni og oktober mens sveltflagellater dominerte i juli. I Borredalsdammen dominerte gullalgen i mai til august med større biomasser, mens kiselalge viste økt biomasse fra juni til oktober og grønnalger dominerte fra juni til september. I Borredalsdammen viste sveltflagellatene en relativ jevn biomasse gjennom hele sesongen, mens gullalgen hadde en oppblomstring i juni. Dette er vanlige algegrupper som sjeldent utgjør noen

risiko for problematisk oppblomstring eller negative effekter. I tillegg til disse ble det registrert små mengder cyanobakterier i begge vannene med unntak av mai hvor *Planktothrix* og juli hvor *Woronichinia* opptrådte med en større biomasse i Vestvannet og august hvor koloniformende slekter som *Aphanothece* og *Merismopedia* dominerte i Borredalsdammen.

I 2019 ble det målt microcystin over deteksjonsgrensen på 0,15 µg/L i Vestvannet (0,19 µg/L) og Borredalsvannet (0,16 µg/L) men begge disse konsentrasjonene var langt under anbefalt grenseverdi for drikkevann (1 µg/L).

Med hensyn til egnethet for drikkevann havnet begge vannene i 2019 i kategorien «mindre egnet». Det var fosfor og klorofyllverdiene som trakk Borredalsdammen ned, mens det kun var fosforverdiene som trakk Vestvannet ned til «mindre egnet». Klassifiseringen forutsetter imidlertid kun enkel filtrering og desinfisering, og siden FREVAR utfører omfattende behandling vil drikkevannet likevel kunne være av god kvalitet. Etter vannforskriften ble økologisk tilstand i Vestvannet klassifisert til «god» i 2019, en endring fra «svært god» tilstand i 2018. Det skyldes endring i artssammensetningen av planteplankton som gjør at «plankton trofisk indeks (PTI) øker». Økologisk tilstand i Borredalsdammen er klassifisert som god i 2019.

4. Litteratur

- Andersen, J.R. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT veiledning 97:04.
- 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
- Hagman, C. H. C., Hawley, K. 2016. Overvåking av Vestvannet/Borredalsdammen i Østfold, 2015. NIVA-rapport 7007-2016
- Kile, M.R., Hagman, C.H.C. 2018. Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen i Østfold, 2017. NIVA-rapport 7222-2018.
- Kile, M.R., Hostyeva, V. 2017. Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen i Østfold, 2016. NIVA-rapport 7105-2017.
- Kile, M.R., Mutinova P. T. 2019. Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen i Østfold, 2019. NIVA-rapport 7327-2019. 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.
- Mattilsynet, 2011. Veiledning til drikkevannsforskriften. Mattilsynet.
- Rohrlack, T. og M. Lindholm. 2007. Overvåking av Vestvannet/Borredalsdammen i Østfold, 2007. NIVA rapport 5527-2008.
- 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
- Veileder 02:2009. Overvåking av miljøtilstand i vann. Direktoratgruppen for gjennomføringen av vanndirektivet.
- Veileder 02:2013 – revidert 2015. Klassifisering av miljøtilstand i vann, Direktoratgruppen for gjennomføringen av vanndirektivet.
- Veileder 2:2018 Klassifisering Direktoratgruppen, Vanndirektivet 2018.
- Vann-Nett 2019. <https://vann-nett.no/portal/>
- World Health Organization, Geneva, 1998. **Guidelines for drinking-water quality**, 2nd ed. Addendum to Vol. 2. *Health criteria and other supporting information*.

5. Vedlegg

5.1 Fysisk-kjemiske data

DATO	VESTVANNET	BORREDALS-DAMMEN
08.05.2019	2.0	1.5
05.06.2019	1.5	1.5
03.07.2019	1.9	1.7
07.08.2019	1.7	1.5
05.09.2019	1.5	1.0
01.10.2019	1.5	2.0

TEMPERATUR VESTVANNET									
DATO	0 meter	3 meter	6 meter	9 meter	12 meter	15 meter	18 meter	21 meter	24 meter
08.05.2019	9.63	9.03	8.77	8.57	8.50	8.44	8.37	6.21	5.82
05.06.2019	11.80	11.60	11.50	11.50	11.40	11.40	11.30	11.30	11.10
03.07.2019									
07.08.2019									
05.09.2019									
01.10.2019	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20	13.10	13.10	13.10	13.10

TEMPERATUR BORREDALSDAMMEN							
DATO	0 meter	1 meter	2 meter	3 meter	4 meter	5 meter	6 meter
08.05.2019	10.87	10.86	10.85	10.82	10.63	10.18	9.10
05.06.2019	14.40	14.50	14.50	14.50	14.60	14.50	13.70
03.07.2019							
07.08.2019							
05.09.2019							
01.11.2019	12.20	12.20	12.30	12.30	12.30	12.30	12.20

OKSYGEN VESTVANNET (mg/l)									
DATO	0 meter	3 meter	6 meter	9 meter	12 meter	15 meter	18 meter	21 meter	24 meter
08.05.2019	11.80	11.26	11.44	11.53	11.56	11.58	11.58	11.52	10.86
05.06.2019	11.20	11.30	11.30	11.30	11.30	11.40	11.40	11.40	11.40
03.07.2019									
07.08.2019									
05.09.2019									
01.10.2019	9.29	9.19	9.12	9.06	9.01	8.98	8.30	4.50	3.51

OKSYGEN BORREDALSDAMMEN (mg/L)							
DATO	0 meter	1 meter	2 meter	3 meter	4 meter	5 meter	6 meter
08.05.2019	10.86	10.74	10.70	10.60	10.32	9.05	7.06
05.06.2019	10.20	10.10	10.10	10.00	10.00	9.90	6.50
03.07.2019							
07.08.2019							
05.09.2019							
01.10.2019	9.60	9.19	9.00	8.92	8.84	8.79	8.76

5.2 Kjemiske analyseresultater

VESTVANNET								
Variabel	STS	SGR	Tot-P	PO4-P	Tot-N	NO3-N	SiO2-Sj	KLA/S
Dato	mg/L	mg/L	µg P/L	µg P/L	µg N/L	µg N/L	µg SiO2/L	µg/L
8.5.2019	5.1	3.9	15	5	830	720	3680	3.1
5.6.2019	6	4	11	4	470	330	3320	2.2
3.7.2019	2.4	-*	12	5	490	360	3130	3.4
7.8.2019	3	<1.0	14	3	320	106	2110	3.4
5.9.2019	3.6	2.6	11	7	450	295	2820	3.7
1.10.2019	2.9	<1,3	14	6	600	390	2810	4.5

BORREDALEN								
Variabel	STS	SGR	Tot-P/L	PO4-P	Tot-N/L	NO3-N	SiO2-Sj	KLA/S
Dato	mg/L	mg/L	µg P/L	µg P/L	µg N/L	µg N/L	µg SiO2/L	µg/L
8.5.2019	2.8	1.5	14	3	620	390	3920	3.8
5.6.2019	2.8	1.6	14	4	510	330	3360	3.5
3.7.2019	3.6	2	12	4	470	235	2800	5.3
7.8.2019	3.2	2	12	4	360	220	2580	8.4
5.9.2019	3.5	2	18	4	380	117	3300	5.1
1.10.2019	2.3	<1,8	14	4	490	230	3790	4.2

5.3 Planteplankton artsliste og biomasseberegning (verdier gitt i µg/L (=mg/m³ våtvekt))

Vestvannet							
	År	2019	2019	2019	2019	2019	2019
	Måned	5	6	7	8	9	10
	Dag	8	5	3	7	5	1
	Dyp	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m
Cyanophyceae (Blågrønnalger)							
Aphanizomenon gracile		.	0.1	.	.	.	.
Aphanocapsa delicatissima		0.2	0.7	1.1	1.7	1.1	0.6
Aphanocapsa sp.		0.2	0.5
Aphanothece sp.		.	.	0.1	1.6	0.4	.
Chroococcus sp.		.	.	0.0	.	.	.
Dolichospermum crassum		9.6
Dolichospermum sp.		.	0.1	.	.	.	0.3
Jaaginema sp.		0.6	.	0.2	.	0.1	7.7
Merismopedia tenuissima		.	.	.	1.5	.	.
Planktothrix prolifica		117.6	7.8	.	.	2.5	12.0
Pseudanabaena sp.		0.1	.	0.2	.	0.6	0.0
Romeria sp.		.	.	.	0.8	.	0.2
Snowella lacustris		.	.	.	0.1	0.0	.
Synechococcus		0.2	0.1
Woronichinia naegeliana		.	.	114.4	2.4	1.2	4.5
Sum - Blågrønnalger		118.6	8.7	115.9	8.1	6.2	35.6
Chlorophyceae (Grønnalger)							
Actinastrum hantzschii		.	1.4	.	.	61.0	.
Ankistrodesmus fusiforme		.	0.1	.	.	.	.
Ankistrodesmus sp.		1.2
Botryococcus braunii		.	.	.	0.1	.	.
Chlamydomonas sp. (=5-6)		0.3	.	.	.	.	.
Chlamydomonas spp.		.	3.0	3.7	1.4	2.5	1.2
Closterium acutum v. variabile		.	0.3	0.2	0.4	1.0	3.7
Closterium pronum		0.4	.	.	.	.	.
Closterium sp.		0.2	.	.	.	0.6	.
Coelastrum sphaericum		.	.	0.1	.	.	.
Coenochloris sp.		0.8	1.0
Crucigenia tetrapedia		.	.	.	1.6	.	0.1
Dictyosphaerium pulchellum		0.3	6.9
Diplochlois sp.		0.3
Dysmorphococcus sp.		.	4.1	.	.	.	.
Elakatothrix genevensis		.	0.1	.	4.6	.	.
Eudorina elegans		.	0.3	17.1	0.4	0.2	.
Franceia ovalis		0.4
Golenkina sp.		0.5
Gyromitus cordiformis		.	.	6.7	0.1	2.1	1.5

Vestvannet							
	År	2019	2019	2019	2019	2019	2019
	Måned	5	6	7	8	9	10
	Dag	8	5	3	7	5	1
	Dyp	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m
Lagerheimia genevensis		.	.	.	.	.	0.1
Lobomonas sp.		.	18.5	2.1	.	8.7	12.3
Micractinium pusillum		.	1.6	.	0.1	0.1	.
Monoraphidium contortum		9.0	2.2	1.3	0.8	2.7	4.1
Monoraphidium dybowskii		.	0.7	.	0.2	1.7	1.2
Monoraphidium griffithii		.	1.6	.	.	.	0.4
Monoraphidium komarkovae		1.6	.	.	.	.	.
Monoraphidium minutum		.	.	.	.	0.1	.
Monoraphidium sp.		.	.	0.1	.	0.1	0.0
Monoraphidium tortile		.	.	0.7	0.9	.	.
Nephrocytium limneticum		.	.	.	.	2.4	.
Oocystis sp.		.	.	.	0.4	.	2.0
Pediastrum boryanum		.	.	.	1.0	0.2	0.6
Pediastrum tetras		.	.	.	0.0	.	.
Polyedriopsis spinulosa		.	7.4	.	.	.	.
Scenedesmus cf. Calyptratus		.	.	0.4	.	.	.
Scenedesmus ecomis		0.4	0.8	0.2	.	.	0.4
Scenedesmus linearis		.	.	.	.	0.9	.
Scenedesmus quadricauda		.	5.1	.	.	.	.
Sphaerellopsis sp.1 (l=20)		.	.	.	.	.	0.2
Sphaerocystis schroeteri		.	.	.	4.3	.	.
Staurastrum sp.		.	.	.	0.5	.	0.2
Tetraedron minimum		.	0.6	.	.	.	.
Treubaria triappendiculata		.	.	.	0.9	0.3	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=5)		.	.	3.7	.	.	.
Ubest. kuleformet gr.alge		.	1.6	.	.	.	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=10)		.	4.2	.	8.5	.	2.1
Ubest. kuleformet gr.alge (d=5)		.	.	.	1.1	4.5	6.6
Ubest. kuleformet gr.alge (d=6)		.	0.9	.	.	0.4	.
Ubest.ellipsoidisk gr.alge		.	.	0.2	9.4	0.2	0.8
Xanthidium cristatum		.	.	.	1.2	.	.
	Sum - Grønnalger	11.9	54.4	36.5	37.7	90.8	47.8
Chrysophyceae (Gullalger)							
Aulomonas purdyi		.	0.5	2.7	.	.	.
Bicosoeca planctonica		.	.	.	0.5	.	.
Bicosoeca sp.		.	.	.	.	0.2	.
Bitrichia chodatii		.	.	.	.	0.4	.
Chrysidiastrum catenatum		0.2	8.5	.	.	2.1	0.5
Chrysolykos planktonicus		.	0.4	.	.	.	.
Craspedomonader		.	.	6.4	4.2	11.4	0.5
Dinobryon bavaricum		0.9	3.4	0.6	.	0.4	.
Dinobryon borgei		0.6	1.2	1.2	.	0.1	0.1
Dinobryon crenulatum		.	.	1.2	.	.	.
Dinobryon divergens		.	3.7	1.1	.	0.6	.
Dinobryon sertularia		1.2	.	0.8	.	.	.

Vestvannet							
	År	2019	2019	2019	2019	2019	2019
	Måned	5	6	7	8	9	10
	Dag	8	5	3	7	5	1
	Dyp	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m
Dinobryon sp.		.	.	3.1	.	.	.
Kephyrion cupuliforme		.	.	0.3	.	.	.
Kephyrion sp.		0.3	0.3	4.8	.	.	.
Løse celler av Uroglena sp.		.	3.7	.	0.6	1.2	.
Mallomonas akrokomos (v.parvula)		1.0	.	.	10.2	.	.
Mallomonas punctifera (M.reginae)		2.8	.	3.9	101.3	.	.
Mallomonas spp.		14.0	8.6	5.1	8.2	25.5	.
Pseudokephyrion sp.		0.2	.	.	.	.	.
Små chrysomonader (<7)		10.4	8.2	10.0	1.9	4.1	4.9
Spiniferomonas sp.		4.7	0.5	2.2	.	1.3	.
Stelaxomonas dichotoma		6.4	6.5	0.5	.	1.1	.
Store chrysomonader (>7)		28.4	28.5	4.3	16.2	2.1	4.3
Synura sp.		.	4.1	0.1	.	4.1	0.8
Synura sp. (l=20 b=9-10)		9.8	.	.	.	.	.
Uroglena americana		65.8	0.2	2.8	.	.	.
Uroglena sp.		.	3.9	.	.	.	.
Sum - Gullalger		146.7	82.3	51.1	143.2	54.7	11.0
Bacillariophyceae (Kiselalger)							
Acanthoceras zachariasii		.	2.5	.	2.5	2.5	0.0
Asterionella formosa		1.0	4.0	14.0	3.5	2.9	3.2
Aulacoseira alpigena		5.2	25.6	6.9	43.1	25.3	3.3
Aulacoseira granulata		163.6	0.5	.	14.5	17.1	27.3
Aulacoseira granulata v.angustissima		0.7	0.5
Aulacoseira italica		.	132.0	8.4	4.2	10.4	213.5
Aulacoseira italica v.tenuissima		65.3	56.0	.	.	62.1	.
Cyclotella sp. (diam = 10-15)		9.3	6.2	24.8	18.6	9.3	12.4
Cyclotella sp. (diam = 15-20)		.	.	46.9	15.6	15.6	.
Cyclotella sp. (l=3.5-5 b=5-8)		.	1.2	.	.	1.8	.
Cyclotella sp.5 (d=10-12 h=5-7)		.	.	.	4.1	.	.
Diatoma tenuis		3.1	.	0.6	.	2.1	4.5
Fragilaria capucina		4.0	.	2.6	.	2.6	.
Fragilaria crotonensis		.	.	2.9	.	10.0	1.0
Fragilaria sp. (l=20-40)		.	1.8	3.6	.	2.2	4.9
Fragilaria sp. (l=40-70)		.	7.4	.	.	0.5	.
Fragilaria sp. (l=80-150)		62.1	26.1	1.0	6.5	0.1	0.2
Fragilaria ulna (morfortyp"angustissima")		1.0	0.8	1.8	0.5	2.0	10.2
Nitzschia sp. (l=10-20)		.	0.3	.	1.0	.	.
Nitzschia sp. (l=25-30)		2.8	.	.	.	.	.
Rhizosolenia eriensis		.	14.9	.	.	3.7	0.5
Rhizosolenia longiseta		7.4	19.6	11.0	.	3.7	3.1
Tabellaria fenestrata		.	0.2	.	.	.	.
Tabellaria flocculosa		11.4	2.5	0.4	0.6	1.0	1.3
Tabellaria flocculosa v.asterionelloides		.	1.6	.	.	.	.
Sum - Kiselalger		336.1	303.1	125.0	114.8	175.5	285.9

Vestvannet							
	År	2019	2019	2019	2019	2019	2019
	Måned	5	6	7	8	9	10
	Dag	8	5	3	7	5	1
	Dyp	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m
Cryptophyceae (Svelgflagellater)							
Cryptomonas sp. (l=12-15)		0.8
Cryptomonas sp. (l=15-18)		2.0	8.2	8.2	40.8	22.5	6.1
Cryptomonas sp. (l=20-22)		.	.	88.2	19.6	29.4	.
Cryptomonas sp. (l=20-24)		29.4	19.6	.	.	.	34.3
Cryptomonas sp. (l=24-30)		.	.	147.0	32.7	.	.
Cryptomonas sp. (l=30-35)		11.0	.	198.5	.	44.1	22.1
Katablepharis ovalis		.	.	5.9	9.6	4.4	0.7
Plagioselmis lacustris		25.3	2.5	.	1.7	0.4	.
Plagioselmis nannoplantica		9.7	39.4	61.8	113.4	18.0	13.6
Sum - Svelgflagellater		77.5	69.8	509.5	217.8	118.8	77.7
Dinophyceae (Fureflagellater)							
Ceratium hirundinella		3.3	.
Gymnodinium helveticum		6.9
Gymnodinium sp (l=12)		.	.	4.1	.	2.0	.
Gymnodinium sp. (17*12)		.	.	.	8.4	.	.
Gymnodinium sp. (l=14-16)		4.3	17.2	.	.	.	.
Peridinium sp. (d=16-18)		.	.	.	16.3	.	.
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)		3.7	2.3	11.4	.	.	.
Sum - Fureflagellater		8.0	19.4	15.5	24.7	5.3	6.9
Euglenophyceae (Øyealger)							
Euglena sp.		0.8	.	.	1.7	.	.
Strombomonas sp.		9.6	.
Trachelomonas sp. (d=15-20)		24.5
Trachelomonas volvocina		.	.	6.4	.	2.1	.
Sum - Øyealger		0.8	0.0	6.4	1.7	11.8	24.5
Raphidophyceae (Nåleflagellater)							
Gonyostomum semen		.	.	93.0	135.6	61.0	76.2
Sum - Nåleflagellater		0.0	0.0	93.0	135.6	61.0	76.2
Haptophyceae (Svepeflagellater)							
Chrysochromulina parva		3.4	4.6	5.6	11.1	7.7	3.4
Sum - Svepeflagellater		3.4	4.6	5.6	11.1	7.7	3.4
My-alger							
My-alger		1.6	6.0	18.3	.	14.4	14.3
Sum - My-alge		1.6	6.0	18.3	0.0	14.4	14.3
Sum total :		704.5	548.3	976.7	694.7	546.2	583.3

Borredalsdammen

	År	2019	2019	2019	2019	2019	2019
	Måned	5	6	7	8	9	10
	Dag	8	5	3	7	5	1
	Dyp	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m
Cyanophyceae (Blågrønner)							
Aphanocapsa delicatissima		0.3	0.1	8.5	1.3	3.3	1.3
Aphanocapsa sp.		0.4
Aphanothece sp.		.	.	8.9	103.7	1.0	.
Dolichospermum lemmermannii		.	.	18.7	.	.	.
Dolichospermum sp.		0.1	1.9
Geitlerinema sp.		.	.	.	21.2	.	.
Jaaginema sp.		.	0.1	.	2.6	12.8	.
Merismopedia tenuissima		.	.	1.6	69.6	0.0	.
Microcystis wesenberghii		.	.	.	2.0	0.7	.
Planktothrix agardhii		.	.	4.5	.	.	2.0
Planktothrix prolifica		.	.	.	0.3	1.4	1.9
Pseudanabaena limnetica		0.0	0.0	.	.	.	.
Pseudanabaena sp.		0.0	.	.	.	.	.
Romeria sp.		0.2	.
Snowella lacustris		.	.	0.1	0.2	0.1	0.0
Synechococcus		.	.	0.1	0.2	.	.
Woronichinia naegeliana		.	.	1.3	5.8	21.8	3.3
Woronichinia sp.		.	.	0.6	.	.	1.1
Sum - Blågrønner		0.4	0.2	44.2	206.9	41.3	11.9
Chlorophyceae (Grønner)							
Ankistrodesmus fusiforme		0.1
Botryococcus braunii		.	0.3	0.1	31.9	.	.
Carteria sp. (l= 8-10)		.	.	3.1	.	.	.
Carteria sp. (l=12-14)		.	.	.	6.5	.	.
Chlamydomonas spp.		1.1	1.9	7.3	1.1	2.2	1.3
Closterium acutum v.variabile		.	3.7	0.5	0.3	0.3	2.6
Closterium cf. Pronum		22.5	.	.	.	.	.
Closterium kutzingii		.	.	2.0	.	.	3.8
Closterium sp.		0.2	.	.	.	.	.
Coelastrum microporum		.	0.1	0.1	.	.	.
Coelastrum sphaericum		0.2	.	.	.	0.2	.
Coenochloris sp.		.	.	1.4	1.4	.	.
Cosmarium bioculatum		.	.	.	29.4	.	.
Cosmarium sp. (l=10 b=12)		3.1	.
Crucigenia tetrapedia		6.3	1.5	6.1	7.8	.	2.9
Crucigeniella apiculata		0.1	.	.	.	.	.
Crucigeniella crucifera		.	0.4	0.4	.	3.1	.
Crucigeniella pulchra		.	.	.	1.2	.	.
Crucigeniella rectangularis		.	.	.	0.8	.	.
Dictyosphaerium pulchellum		.	.	.	19.6	1.6	.
Elakatothrix genevensis		0.0	1.9	.	2.3	0.7	0.9
Euastropsis richteri		7.4	0.4

Borredalsdammen							
	År	2019	2019	2019	2019	2019	2019
	Måned	5	6	7	8	9	10
	Dag	8	5	3	7	5	1
	Dyp	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m
Eudorina elegans		.	.	25.8	24.4	0.1	.
Gyromitus cordiformis		.	20.1	.	42.9	12.9	.
Lobomonas sp.		.	131.5	.	95.8	31.1	.
Løse Oocystis spp.		.	.	.	5.6	.	.
Monoraphidium contortum		1.9	1.0	0.3	.	0.3	2.4
Monoraphidium dybowskii		16.3	4.0	16.2	2.5	1.9	1.5
Monoraphidium griffithii		3.0	.	.	.	0.6	0.9
Monoraphidium tortile		.	.	2.1	.	.	0.3
Oocystis sp.		.	.	5.1	.	4.1	1.6
Pediastrum duplex		.	.	1.2	0.2	.	4.4
Pediastrum sp.		0.2	.	.	.	.	.
Pediastrum tetras		0.1
Planctosphaeria gelatinosa		.	.	2.9	.	.	.
Pseudoquadrigula sp.		.	.	0.2	.	.	.
Pteromonas sp.		.	7.4	.	.	.	.
Quadrigula korsikovii		.	.	0.3	8.6	.	.
Quadrigula pfitzeri		5.4	0.2
Scenedesmus calyptratus		.	.	2.5	.	5.9	2.4
Scenedesmus cf. calyptratus.		.	.	.	4.3	.	.
Scenedesmus ecomis		0.1	0.8	.	.	.	0.2
Scenedesmus opoliensis		.	13.9	.	.	.	.
Scenedesmus quadricauda		.	.	1.1	.	.	0.5
Scenedesmus sp.		.	1.1	3.1	.	.	.
Sphaerellopsis sp.1 (I=20)		.	.	.	8.2	.	.
Staurastrum cf. Paradoxum		.	.	20.4	.	.	.
Staurastrum sp.		0.3	0.2	.	4.7	2.0	0.2
Staurodesmus mamillatus		0.2
Staurodesmus mammillatus		.	.	.	0.3	.	.
Staurodesmus triangularis		0.3	.
Tetraedron minimum		8.1	.
Tetrastrum triangulare		.	.	.	6.2	13.7	2.7
Ubest kuleformet gr.alge (d=5)		.	.	.	2.1	.	1.3
Ubest. kuleformet gr.alge		.	14.4	2.9	7.4	.	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=10)		.	21.2	4.2	.	.	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=3)		.	.	3.3	2.0	0.1	0.7
Ubest. kuleformet gr.alge (d=5)		.	.	0.5	.	.	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=6)		.	8.1	.	.	.	0.9
Ubest.ellipsoidisk gr.alge		.	.	9.2	3.9	19.4	0.3
Sum - Grønnalger		52.1	233.6	122.6	321.1	124.5	33.1

Chrysophyceae (Gullalger)

Aulomonas purdyi	.	0.4	.	.	.	.	.
Bicosoeca planctonica	.	6.9	.	.	.	.	.
Bitrichia chodatii	0.4	3.3	3.7	.	0.8	0.2	.
Chrysidiastrum catenatum	2.1	.	4.3	.	.	.	.
Chrysococcus spp.	.	.	.	3.7	.	.	.

Borredalsdammen

	År	2019	2019	2019	2019	2019	2019
	Måned	5	6	7	8	9	10
	Dag	8	5	3	7	5	1
	Dyp	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m
Chrysolykos planctonicus		1.3	.	.	.	.	.
Chrysolykos skujæe		0.4	.	.	.	.	.
Craspedomonader		.	.	1.6	9.0	1.1	3.2
Cyster av Dinobryon spp.		1.4
Dinobryon bavaricum		0.8	0.4	.	.	1.7	1.6
Dinobryon borgei		6.9	0.8	1.0	.	0.4	0.2
Dinobryon crenulatum		11.6	6.8	9.8	2.5	1.2	.
Dinobryon divergens		.	0.3	2.0	.	0.1	0.0
Dinobryon sociale		6.7	.	.	.	.	.
Dinobryon sp.		.	.	.	9.2	1.0	.
Kephyrion boreale		.	1.2	.	.	.	.
Kephyrion ovale		0.7	.	.	.	.	.
Kephyrion sp.		0.2	0.6	.	.	0.8	.
Løse celler av Uroglena sp.		.	.	0.6	.	.	3.1
Mallomonas akrokomos (v.parvula)		.	4.1	6.1	4.1	0.1	3.1
Mallomonas caudata		.	.	1.3	185.9	2.1	0.7
Mallomonas elongata		.	.	20.4	.	.	.
Mallomonas punctifera (M.reginae)		.	.	.	7.8	.	3.9
Mallomonas spp.		74.8	13.0	7.5	17.8	11.1	.
Pseudokephyrion sp.		0.2	0.4	.	.	.	.
Pseudopedinella sp.		17.1	.	.	12.9	25.0	2.1
Små chrysomonader (<7)		23.7	11.5	9.5	12.6	7.7	5.5
Spiniferomonas sp.		16.4	5.8	1.9	0.9	2.2	0.9
Stelaxomonas dichotoma		0.6	.	.	.	.	.
Store chrysomonader (>7)		67.2	37.2	38.9	3.5	1.1	.
Synura sp.		.	.	2.7	.	.	.
Uroglena americana		.	14.1	196.3	25.4	4.7	.
Uroglena sp.		2.8	0.1
Sum - Gullalger		231.4	106.8	307.7	295.2	63.8	26.0

Bacillariophyceae (Kiselalger)

Acanthoceras zachariasii		.	.	.	.	.	0.1
Asterionella formosa		.	.	2.1	0.1	0.6	4.7
Aulacoseira alpigena		0.0	76.4	83.1	112.1	72.9	81.8
Aulacoseira granulata		0.1	6.6	4.7	.	4.5	.
Aulacoseira granulata v.angustissima		.	.	5.5	.	.	.
Aulacoseira italica		3.5	7.7	0.6	22.5	17.9	119.6
Aulacoseira italica v.tenuissima		.	1.2	.	.	.	.
Cyclotella sp.		.	.	2.5	.	2.0	.
Cyclotella sp. (diam = 10-15)		43.5	24.8	31.0	99.3	18.6	9.3
Cyclotella sp. (diam = 15-20)		.	.	15.6	.	.	.
Cyclotella sp. (l=3.5-5 b=5-8)		3.0	.	.	2.4	.	.
Diatoma tenuis		.	.	.	.	.	6.1
Fragilaria crotonensis		.	.	.	0.2	.	.
Fragilaria sp. (l=20-40)		.	.	.	.	.	1.3
Fragilaria sp. (l=40-70)		.	.	.	0.0	0.3	.

Borredalsdammen							
	År	2019	2019	2019	2019	2019	2019
	Måned	5	6	7	8	9	10
	Dag	8	5	3	7	5	1
	Dyp	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m
Fragilaria sp. (l=80-150)		3.3	0.2	0.1	.	.	0.6
Fragilaria ulna (morfortyp"angustissima")		0.3	.	0.3	.	.	0.3
Rhizosolenia eriensis		0.2
Rhizosolenia longiseta		0.7	2.5	1.2	.	1.2	0.4
Tabellaria fenestrata		0.2	.	.	.	.	.
Tabellaria flocculosa		0.4	10.6	0.3	0.3	3.5	0.3
Tabellaria flocculosa v. asterionelloides		11.0
Sum - Kiselalger		54.8	129.9	147.1	236.9	121.5	235.8
Cryptophyceae (Svelgflagellater)							
Cryptomonas sp. (l=15-18)		28.6	8.2	28.6	36.8	16.3	6.1
Cryptomonas sp. (l=20-22)		44.1	39.2	.	49.0	68.6	78.4
Cryptomonas sp. (l=20-24)		.	.	39.2	.	.	.
Cryptomonas sp. (l=24-30)		40.8	32.7	.	.	.	40.8
Katablepharis ovalis		.	.	3.7	14.7	8.8	4.0
Plagioselmis lacustris		.	4.9	.	1.6	.	.
Plagioselmis nannoplanctica		20.2	46.6	29.4	67.9	28.0	35.3
Telonema		.	.	1.2	.	1.2	0.2
Sum - Svelgflagellater		133.7	131.5	102.1	170.0	123.0	164.9
Dinophyceae (Fureflagellater)							
Ceratium hirundinella		6.5	.
Gymnodinium sp (l=12)		.	.	9.8	20.4	4.1	.
Gymnodinium sp. (l=20-22 b=17-20)		14.3	.	.	.	.	.
Peridinium		.	.	.	0.3	.	.
Peridinium umbonatum		37.4	.	.	.	.	.
Sum - Fureflagellater		51.7	0.0	9.8	20.8	10.6	0.0
Euglenophyceae (Øyealger)							
Euglena cf. Oxyuris		.	.	.	77.0	.	.
Euglena oxyuris		2.2	.
Euglena sp.		0.6	.	.	.	.	.
Trachelomonas sp.		4.6
Trachelomonas sp. (d=10-14)		.	.	.	7.4	.	.
Trachelomonas volvocina		0.1	.
Sum - Øyealger		0.6	0.0	0.0	84.3	2.3	4.6
Raphidophyceae (Nåleflagellater)							
Gonyostomum semen		6.7	.	18.9	.	41.4	21.0
Sum - Nåleflagellater		6.7	0.0	18.9	0.0	41.4	21.0
Haptophyceae (Svepeflagellater)							
Chrysochromulina parva		4.1	47.4	5.9	20.6	8.5	5.4
Sum - Svepeflagellater		4.1	47.4	5.9	20.6	8.5	5.4

Borredalsdammen

	År	2019	2019	2019	2019	2019	2019
	Måned	5	6	7	8	9	10
	Dag	8	5	3	7	5	1
	Dyp	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m
Ubestemte taxa							
Ubestemte flagellater		24.5	3.8
Sum - Ubestemte tax		0.0	0.0	0.0	0.0	24.5	3.8
My-alger							
My-alger		3.7	8.9	8.6	10.5	20.1	9.1
Sum - My-alge		3.7	8.9	8.6	10.5	20.1	9.1
Sum total :		539.1	658.2	766.7	1366.3	581.5	515.6

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 samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

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