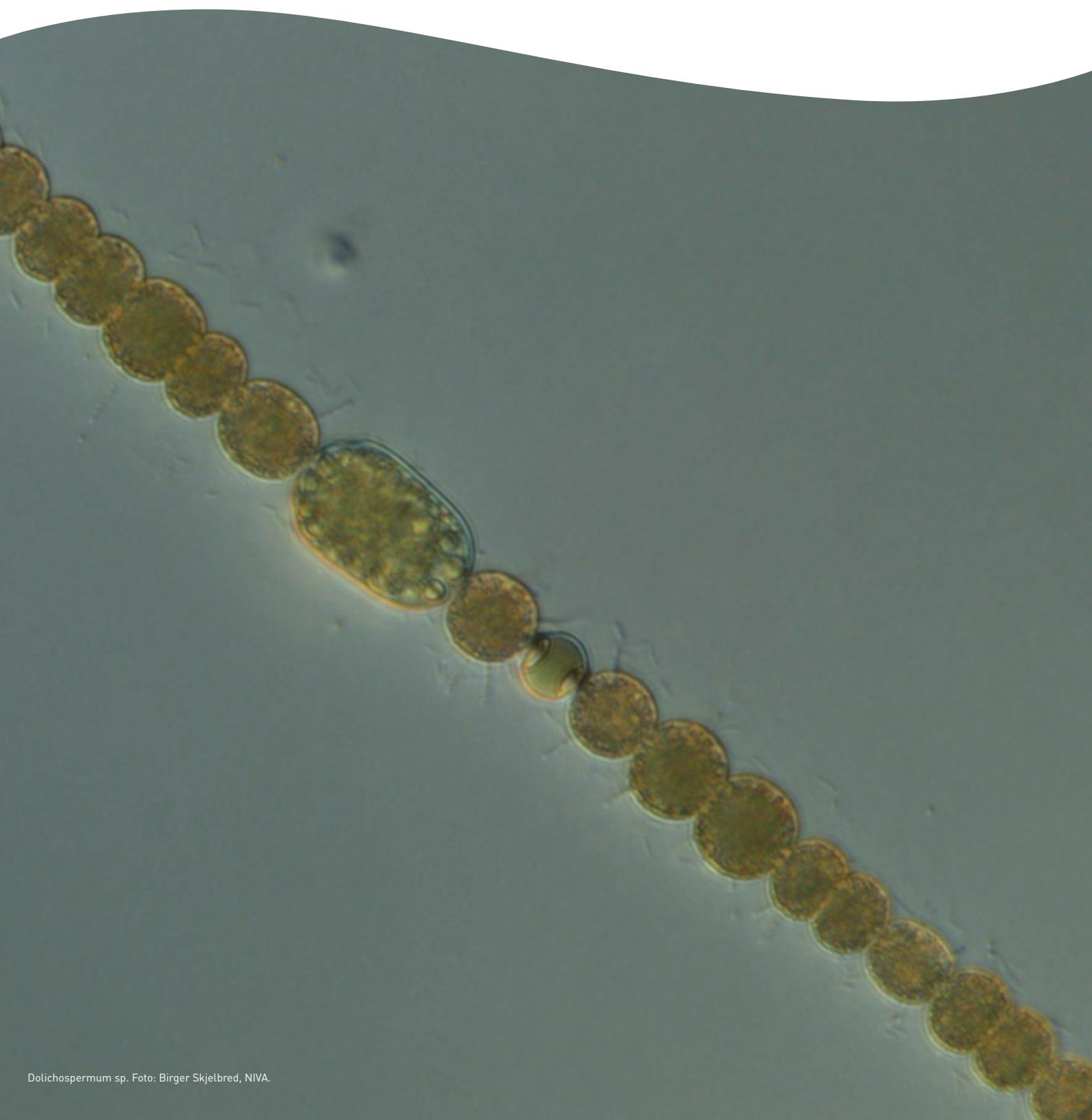


# Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen i Østfold 2016



## 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 Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen i Østfold, 2016	Løpenr. (for bestilling) 7105-2017	Dato 04.01.2017
	Prosjektnr. Undernr. 16197	Sider 35
Forfatter(e) Maia Røst Kile Vladyslava Hostyeva	Fagområde Overvåking ferskvann	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Østfold	Trykket NIVA

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

## Sammendrag

Gjennom vekstsesongen (mai-oktober) 2016 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 både Vestvannet og Borredalsdammen viser resultatene at næringssalter og algebiomasse har sunket, mens klorofyll ligger på samme nivå som i fjor. Det ble observert lite cyanobakterier i vannene i 2016, men noe større mengder i Vestvannet siste halvdel av sesongen. Det er påvist lave konsentrasjoner av microcystin i begge vannene gjennom hele sesongen, samtlige målinger er 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



Maia Røst Kile  
Prosjektleder



Markus Lindholm  
Forskningsleder

**Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen i  
Østfold, 2016**

## Forord

Rapporten viser resultatene av FREVAR og NIVAs overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen, Østfold, i 2016. Oppdragsgiver har vært FREVAR KF i Fredrikstad. Overvåkingen er gjennomført i henhold til avtale av mai 2016.

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 2012-2015, 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. Analyser av planteplankton er utført av Petra Thea Mutinova. Undertegnede har vært prosjektleder, bearbeidet data og sammenstilt rapport. Vladyslava Hostyeva 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, 04.01.2017

*Maia Røst Kile*  
*Prosjektleder*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>7</b>
1.1 Klassifisering og vurdering av tilstand	8
<b>2. Resultater og diskusjon</b>	<b>10</b>
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	22
<b>3. Oppsummering og konklusjoner</b>	<b>24</b>
<b>4. Litteratur</b>	<b>25</b>
<b>5. Vedlegg</b>	<b>26</b>
5.1 Fysiske data	26
5.2 Kjemiske analyseresultater	27
5.3 Planteplankton artsliste og biomasseberegning (verdier gitt i $\mu\text{g/L}$ (= $\text{mg/m}^3$ våtvekt))	28

---

## Sammendrag

NIVA og FREVAR har gjennomført overvåking av vannkvaliteten i Vestvannet og Borredalsdammen ved Fredrikstad i 2016, med fokus på planteplankton og cyanobakterier (blågrønnalger). Resultatene er sammenholdt med data fra tidligere år. I vurderingen av vannforekomstenes egnethet for drikkevann er Mattilsynets drikkevannsveileder og NIVAs forslag (Solheim m.fl. 2008) benyttet som en del av vurderingsgrunnlaget. I tillegg er Vestvannets økologiske tilstand vurdert i forhold til vannforskriften (Veileder 02:2013; Direktorsgruppen, 2013).

Konsentrasjonen av næringssaltene fosfor og nitrogen var noe lavere i 2016 sammenlignet med 2015. Algebiomassen var noe lavere i både Vestvannet og Borredalsdammen i 2016, mens klorofyll-a-konsentrasjonen var omtrent som i 2015 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 gjennom hele sesongen, men konsentrasjonene observert var godt under grenseverdiene for både drikkevann og badevann.. Generelt var det lite cyanobakterier i både Vestvannet og Borredalsdammen i forhold til biomasse.

Vestvannet havnet i svært god økologisk tilstand i henhold til vannforskriften. Begge vannene vurderes som godt egnet til drikkevann med hensyn til microcystin. Derimot vurderes begge dårligere med hensyn til fosforkonsentrasjon og klorofyllnivåer, 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, 2016.

Year: 2016

Author: Maia Røst Kile and Vladyslava Hostyeva

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-6840-9

NIVA and FREVAR conducted a monitoring survey of the water quality in Lake Vestvannet and Lake Borredalsdammen in Fredrikstad in 2016, with focus on planktonic algae and cyanobacteria. The findings are compared to data from previous years. Norwegian Food Safety Authority's guidance together with NIVAs 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 Direktoratgruppen, 2013) for ecological classification of waters is used as a tool in this report.

The content of the nutrients nitrogen and phosphorus have decreased in 2016 compared to 2015. The algal biomass in both lakes have decreased in 2016, while the chlorophyll quantity was approximately the same as last year. 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 toxin producers. However, a small amount of microcystin was measured throughout the season in both lakes. 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 high 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<sup>3</sup> 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 reservelkilde.



**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. Sjøen 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 og i Vestvannet. Lukten ble beskrevet som myr/kjeller-lukt, som kan være lukkestoffet geosmin produsert av enkelte cyanobakterier. Analyser fra Vestvannet viste innhold av algetoksiner (microcystin) på 2,8 µg microcystin pr liter, som er over WHO's 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, 2015) og Hagman og Hawley (2016). Overvåkingen ble videreført i 2016 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 2016. Prøver ble innhentet den 10. mai, 7. juni, 5. juli, 11. august, 6. september og 11. oktober for begge vannene.

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) og 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 parametere i kapittel 2.

I tillegg til årets overvåkingsdata er data fra 2012-2015 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 kjemiske enkeltdata, samt artslistene for planteplankton fra 2016 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), 2015 (Hagman og Hawley, 2016) og i denne rapporten for 2016. 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 kvalitetsselementer (her biologiske og fysisk-kjemiske) kan vurderes i sammenheng. Klassifisering skjer ut i fra det «verste styrer» prinsippet når alle kvalitetsselementer 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 til 2015 for å se evt. endringer i tilstand og avdekke variasjoner over minst tre år, som anbefalt i veilederen.

Klassifisering av økologisk tilstand basert på siktedyp iht. Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa, 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, 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 Miljødirektoratets (tidl. KLIF/ SFT) klassifiseringssystem (Andersen m.fl. 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. Det er viktig å presisere at Miljødirektoratets klassiferingstabell 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
<b>Planteplankton</b>					
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
<b>Fysisk-kjemisk</b>					
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

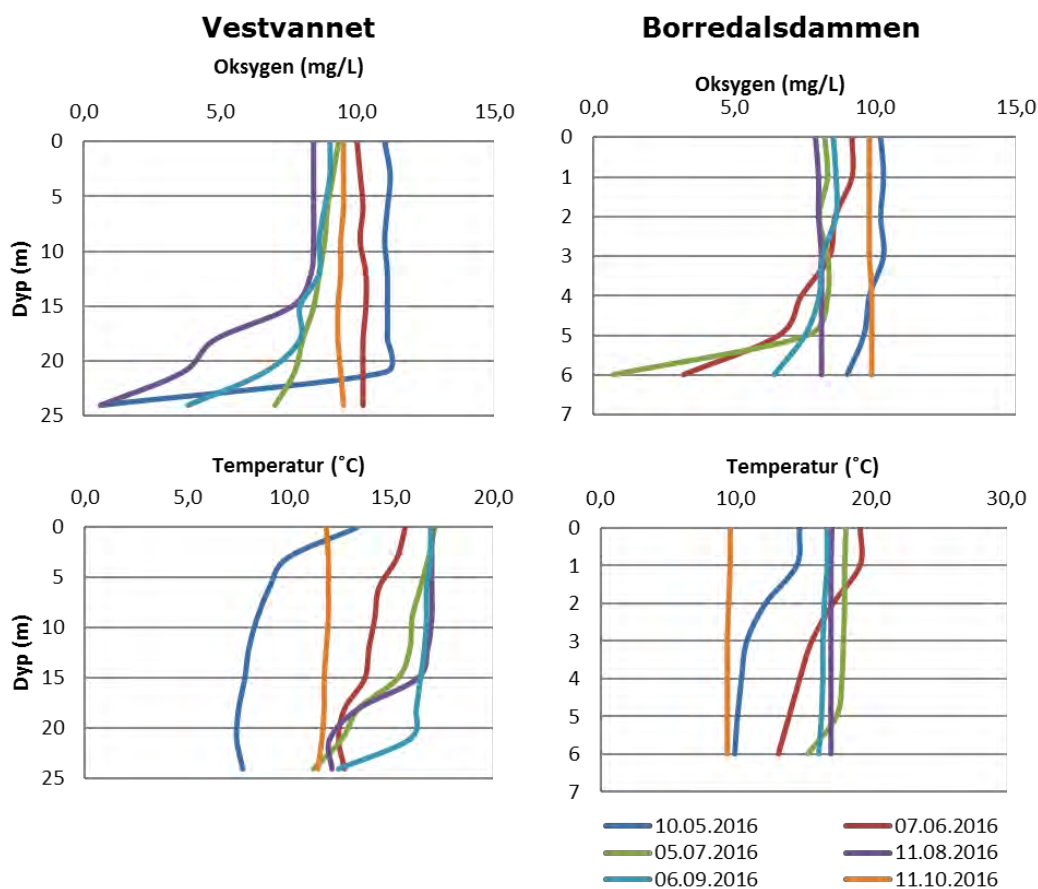
I det følgende gis en gjennomgang av de ulike parameterne som ble overvåket, med drøftelser av mulige årsaker, sammenligninger med tidligere data og til slutt klassifisering av både miljøtilstand og egnethet som drikkevann.

### 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 2016. Sammenlignet med året før var det i 2016 mindre oksygen ned i dypene, spesielt i Vestvannet. Mens det i 2015 kun var august målingene som ga lave oksygenverdier i dypet, var det nesten oksygenfritt i mai, august og september i 2016. Livsbetingelsene er tøffe under slike forhold. Også hvordan plantenæringsstoffer (nitrogen og fosfor) oppfører seg og hvordan organisk stoff brytes ned påvirkes av oksygeninnholdet i vannet. Årets resultater tyder på at nedbrytingsprosessene har økt sammenlignet med 2015, noe som gjør det vanskeligere å overleve i de dypere vannmasser.



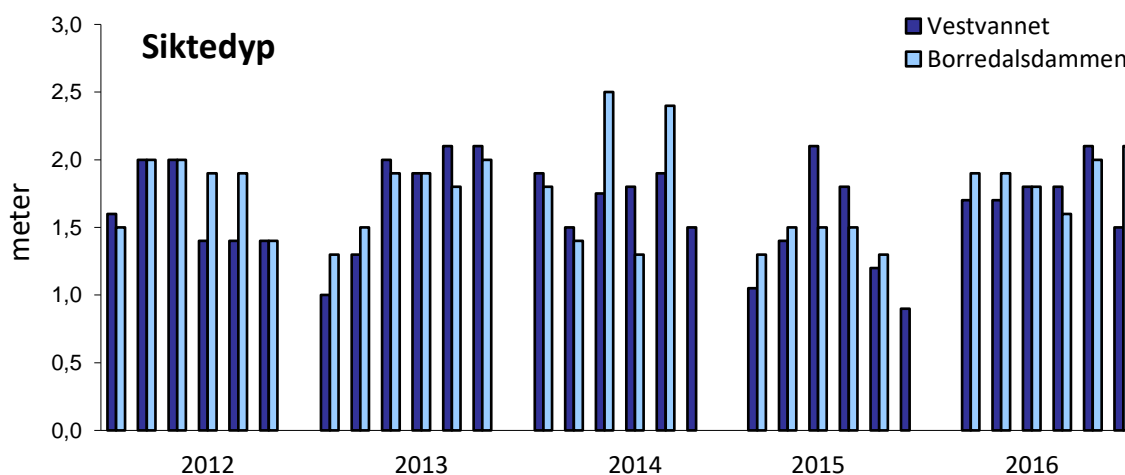
**Figur 2.** Vertikal fordeling for oksygeninnhold (mg/L, øverst) og temperatur (°C, nederst) for Vestvannet (venstre) og Borredalsdammen (høyre), mai-oktober 2016.

Gjennomsnittstemperaturene var lave i 2016, og også maks-temperaturen i overflaten var på bare 17,1 og 19,2 °C i hhv. Vestvannet og Borredalsdammen. Gjennomsnittstemperaturen i overflatevannet var 15,3 i Vestvannet og 15,9 i Borredalsdammen. Dette er omtrent som i 2015, men vesentlig lavere enn i 2014, og ikke overraskende da både 2015 og 2016 var kjølige somre. 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. Likevel ser vi tydelige temperatursjiktninger i Vestvannet i 2016. I mai er det et tydelig temperaturskille på 3 meters dyp, mens det i juli, august og september er på 15-20 meters dyp. I Borredalsdammen er det kun en svak sjiktning i mai og juni på 1 meters dyp. Den svake sjiktningen her skyldes trolig at Borredalsdammen både er liten i areal og dyp. Resten av året var temperaturen homogen i hele vannmassen.

## 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 2012 til 2016. Det er ingen vesentlige forskjeller gjennom årene. Gjennomsnittet var 1,8 m og 1,9 m i henholdsvis Vestvannet og Borredalsdammen. Siktedypet var relativt stabilt gjennom hele sesongen i begge innsjøene. I Vestvannet varierte det fra 1,5-2,1 m, mens det i Borredalsdammen varierte fra 1,6-2,1 m.



**Figur 3.** Siktedyp i Vestvannet og Borredalsdammen for årene 2012 - 2016.

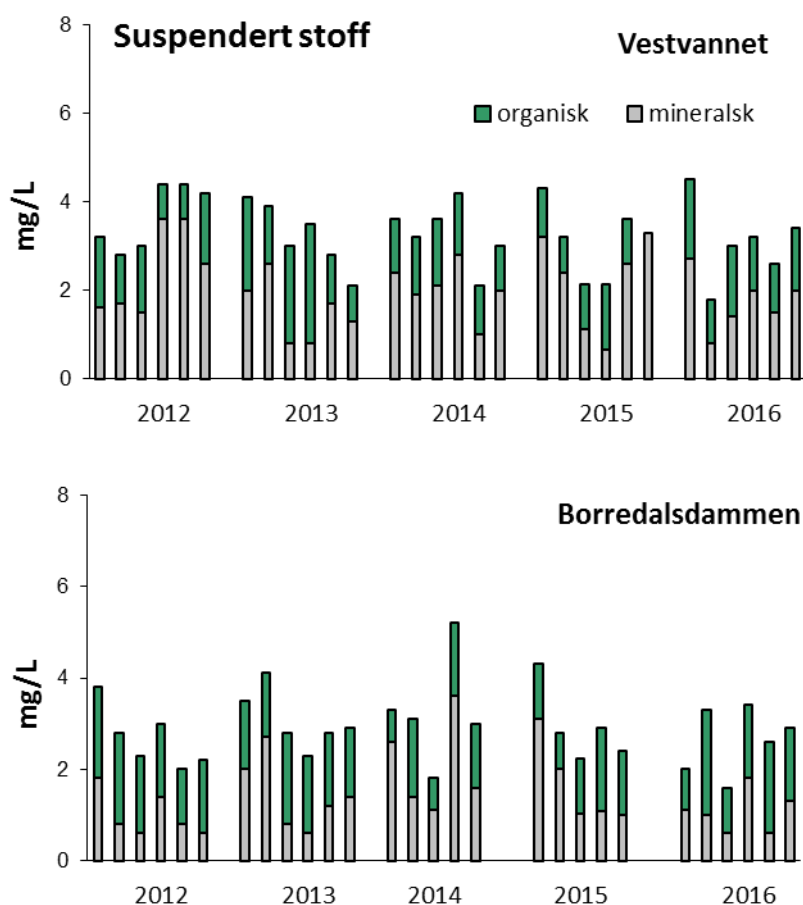
### 2.1.3 Suspendert stoff

*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). Generelt er innholdet av partikler moderat til lavt i begge bassenger. Det er ingen tydelig korrelasjon mellom suspendert stoff og siktedyp i hverken Vestvannet eller Borredalsdammen.

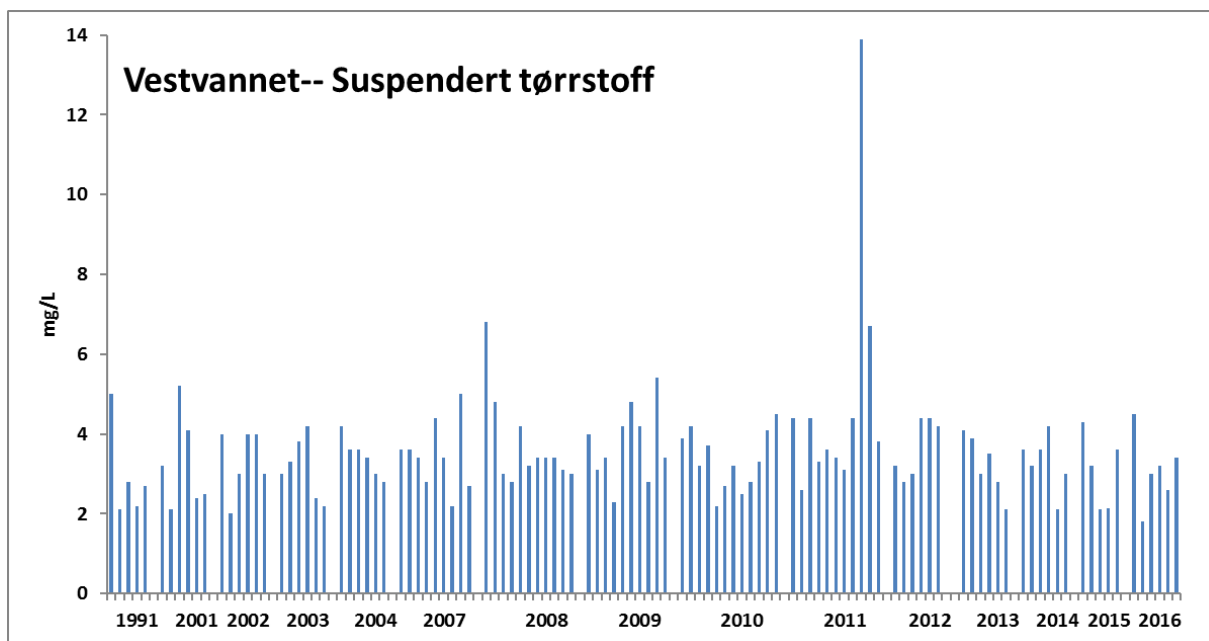
I 2016 var det ingen utpregede episoder i Vestvannet eller Borredalsdammen som ble plukket opp av månedlige prøver. Vestvannet har hatt et jevnt innhold av STS de siste fem årene. Det er hovedsakelig mineralske partikler som varierer, noe som skyldes flomperioder hvor særlig leire vaskes ut i innsjøene. Dette kan forventes i elvepåvirkede sjøer. Dominans av mineralsk fraksjon på vår og høst tyder på tilsig og er ikke uvanlig. Borredalsdammen har hatt et jevnt innhold av STS de siste fem årene. I 2016 har den organiske fraksjonen dominert gjennom hele sesongen, mens det tidligere i større grad har vært mineralske partikler som har variert.

Det var en nedgang i total partikkelmengde i Vestvannet fra 2014 (3,5 mg/L) via 2015 (3,1 mg/L) til 2016 (3,08 mg/L).



**Figur 4.** Konsentrasjoner av suspendert stoff (mg/L) for 2012-2016 i Vestvannet og Borredalsdammen. Fraksjoner av organisk og mineralsk stoff er markert

**Figur 5** viser konsentrasjoner av totalt suspendert stoff i Vestvannet for 1991, for 2001-2004 og for 2007-2016 (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold). Det har vært noe mindre partikler de siste 5 årene sammenlignet med tidligere data.



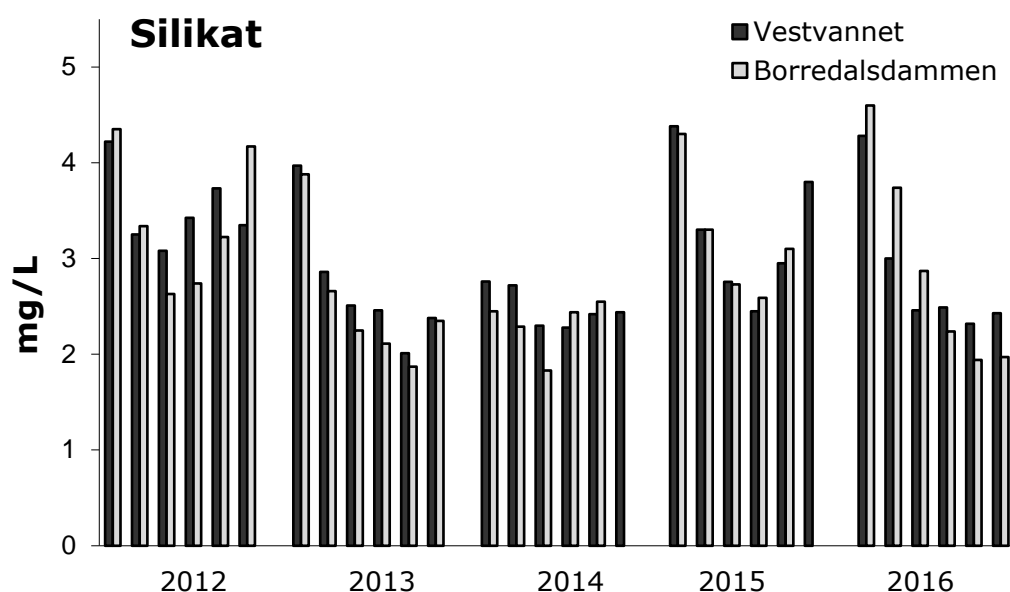
**Figur 5.** Konsentrasjoner av suspendert stoff i Vestvannet for utvalgte år (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold).

#### 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 2016 var det også høye verdier i mai og juni, mens sommer og høstmånedene hadde de laveste silikatmengdene. Middelverdiene i hhv. Vestvannet og Borredalsdammen i 2016 var 2,83 og 2,89 mg/L, en reduksjon fra hhv. 3,3 og 3,2 i 2015.

I kontrast til tidligere år var kiselalger dominerende hele sesongen 2016 i Vestvannet og i september i Borredalsdammen. Siden kiselalgene trenger silikatkonsentrasjoner  $>0,1$  mg/L, som det er hele sesongen i begge vannene, er det tydelig at silikat ikke er begrensende for algeveksten. Variasjonen gjennom sesongen, spesielt i Borredalsdammen, skyldes trolig konkurranse og andre faktorer. Blanding 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 2012-2016.

### 2.1.5 Næringsalter

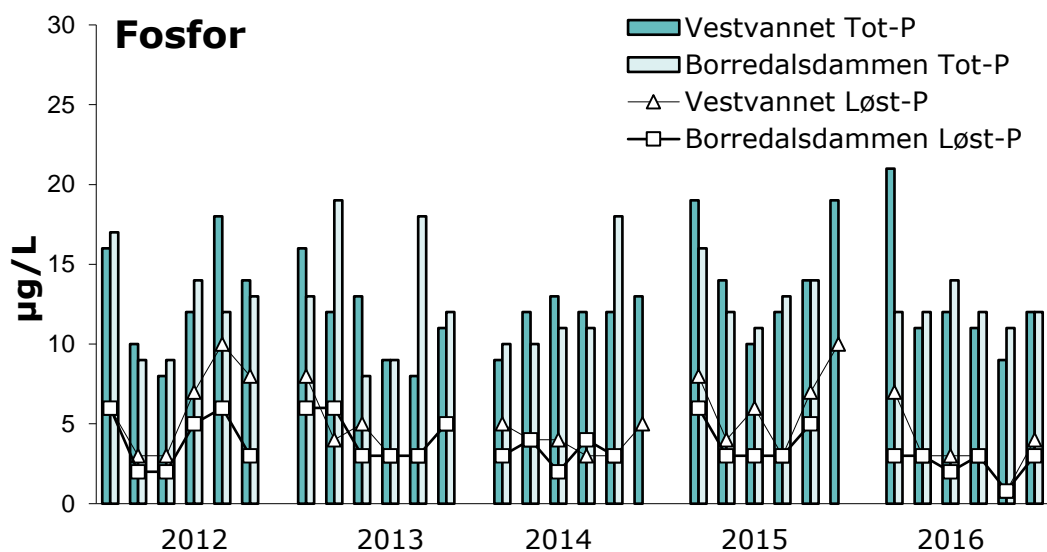
*Fosfor og nitrogen er essensielle næringsstoffer for planteplankton. Særlig innholdet av fosfor er ofte utslagsgivende for hvor mye alger som dannes. Mange giftproduserende alger, bl.a. cyanobakterier er knyttet til forhøyede verdier av næringsalter (eutrofiering), eller har en tendens til å oppstå om mengdeforholdet mellom nitrogen og fosfor forskyves. Betegnelse totalt fosfor og totalt nitrogen omfatter alle fraksjoner, både det som er i løs 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 2012 til 2016 er vist i **Figur 7**. Det er ingen store forskjeller mellom de fem måleseriene, men sesongvariasjonen var noe mindre i 2014 og 2016 enn øvrige år. I Vestvannet var det påfallende høye verdier av løst fosfat i mai 2016 og både mai og oktober 2015. Dette skyldes trolig særlig flomepisoder og utvasking av fosforholdig leire, men også menneskelig aktivitet. Konsentrasjonene av totalt fosfor i begge vannene er relativt jevn gjennom hele sesongen i 2016, med unntak av en påfallende høy verdi i Vestvannet i mai.

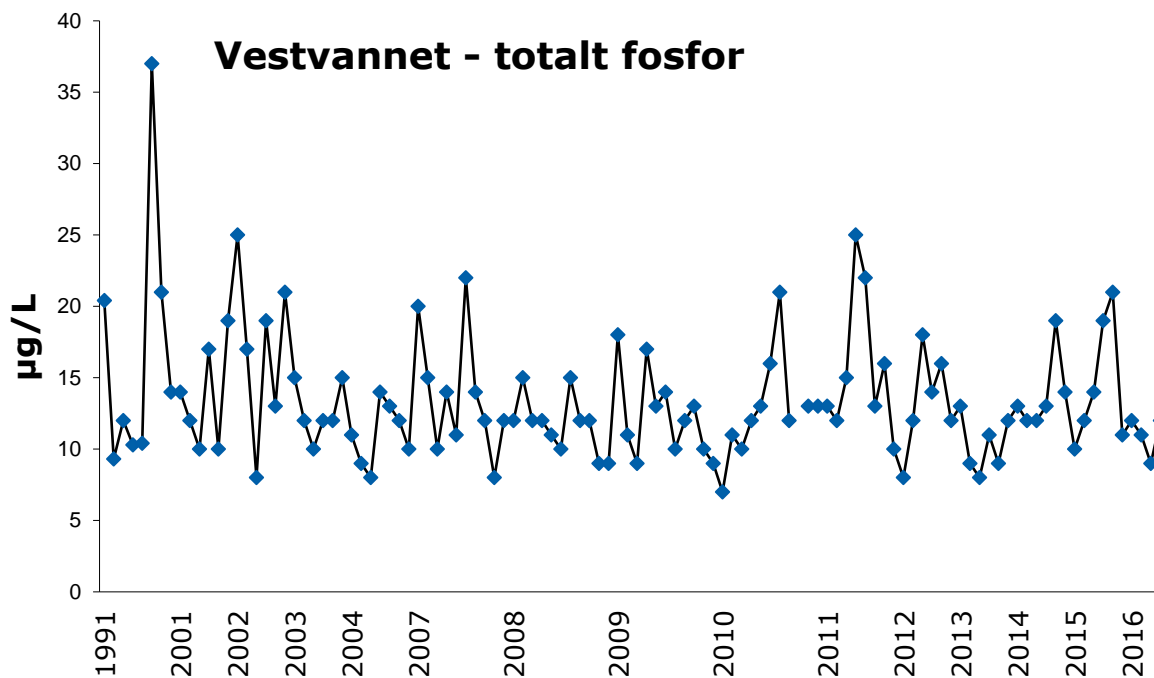
Årlig gjennomsnittskonsentrasjon av totalt fosfor i Borredalsdammen var henholdsvis 12, 13, 12, 13 og 12  $\mu\text{g P/L}$  de fem siste årene. I Vestvannet har årsgjennomsnittet av totalt fosfor de siste fem årene vært hhv. 13, 12, 12, 15 og 13  $\mu\text{g P/L}$ . Fosfor er ofte begrensende næringsstoff 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 2016 var det omtrent like konsentrasjoner av løst fosfat i begge vannene gjennom hele sesongen, med unntak av i mai da det var omtrent dobbelt så mye fosfat i Vestvannet sammenlignet med Borredalsdammen.



**Figur 7.** Konsentrasjoner av fosfor i overflatevannet (0-4 m) for sommersesongene 2012-2016. Søylar 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 2007-2016 (**Figur 8**). Det er ingen målbare trender for de årene som er lagt til grunn.

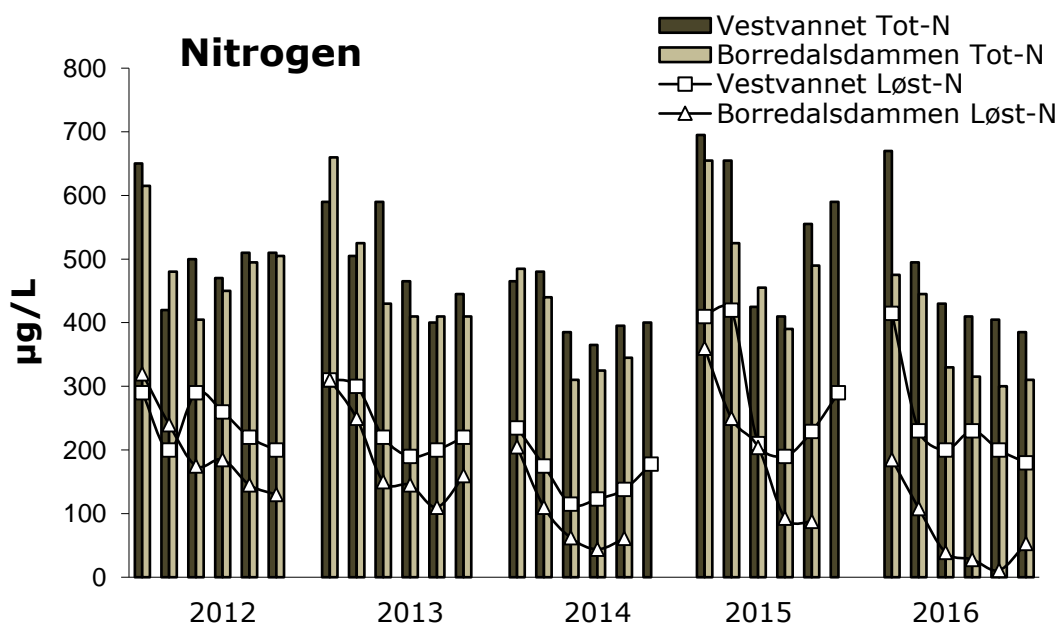


**Figur 8.** Konsentrasjoner av totalt fosfor i Vestvannet for de år det finnes data for (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold).



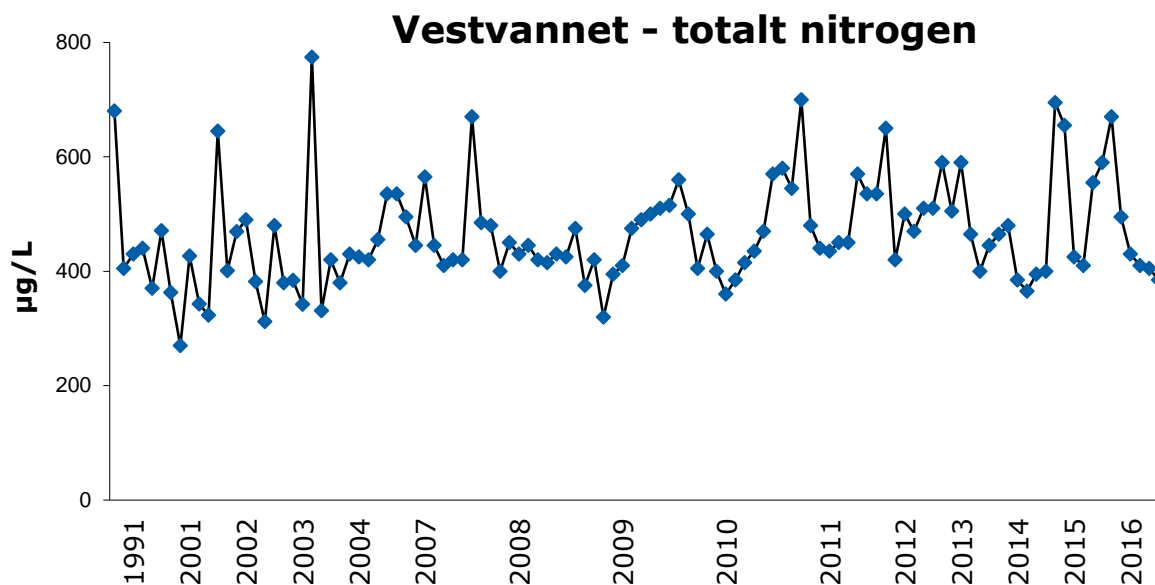
## Nitrogen

Etter fjorårets økning i nitrogenkonsentrasjoner var det i 2016 en nedgang i både totalt nitrogen og løst nitrat i Vestvannet og Borredalsdammen (**Figur 9**). Verdiene var på sitt høyeste i mai og ble gradvis lavere gjennom sesongen. Vestvannet ligger jevnt over noe høyere enn Borredalsdammen. Totalt nitrogen i Vestvannet i 2016 var 466  $\mu\text{g/L}$ , en nedgang fra 555  $\mu\text{g/L}$  i 2015. I Borredalsdammen var totalt nitrogen 362,5  $\mu\text{g/L}$  og 503  $\mu\text{g/L}$  i hhv. 2016 og 2015. Fra 2012 til 2016 har nitratkonsentrasjonene i varierende grad fulgt siktedypet, der et lavt siktedyp faller sammen med et høyt nitratnivå. I Vestvannet er det observert en trend med høye nitratverdier om våren som kan kobles til flomepisoder i Glomma, med økt lokal avrenning av nitrat fra diffuse kilder oppstrøms, som har flommet inn i Vestvannet.



**Figur 9.** Nitrogen i overflatevannet (0-4 m) for perioden 2012-2016. Søyler angir totalt nitrogen, og linjer angir løst nitrat.

Konsentrasjonen 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

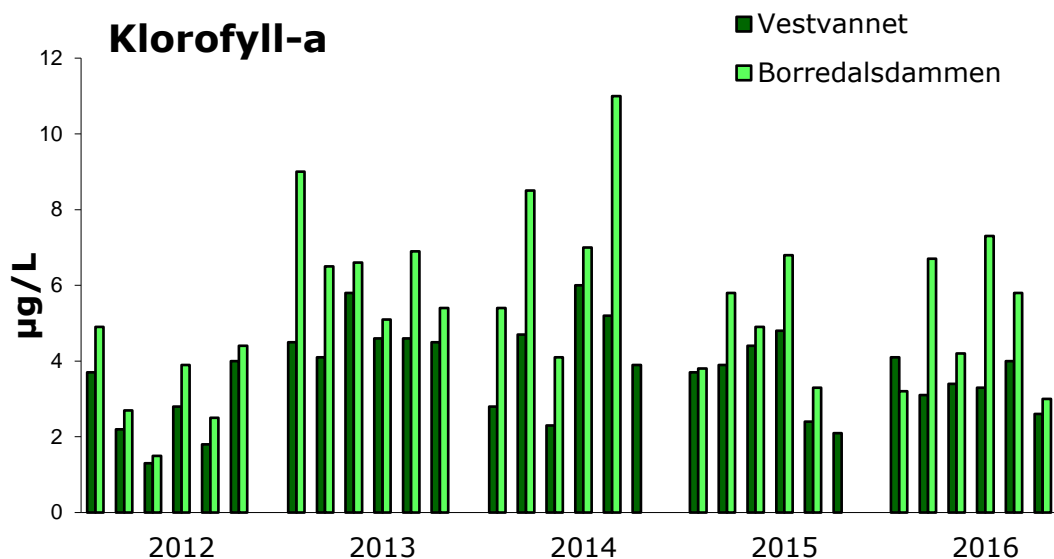
Konsentrasjonen av klorofyll-a i overflatevannet over sommersesongene 2012-2016 er vist i **Figur 11**.

Årsgjennomsnittet ser ut til å ha økt svakt noen år frem til 2014 i Borredalsdammen, men er lavere igjen i 2015 og 2016. De siste fem årene har gjennomsnittsverdiene ligget på hhv. 3,3, 6,6, 7,2, 4,9 og 5,0, µg/L frem t.o.m. 2016 mens tilsvarende verdier for Vestvannet er 2,6, 4,7, 4,15, 3,6 og 3,42 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 i 2016. Klorofyllmengden påvirkes bl.a. av vanntemperaturen, som også er noe høyere i Borredalsdammen.

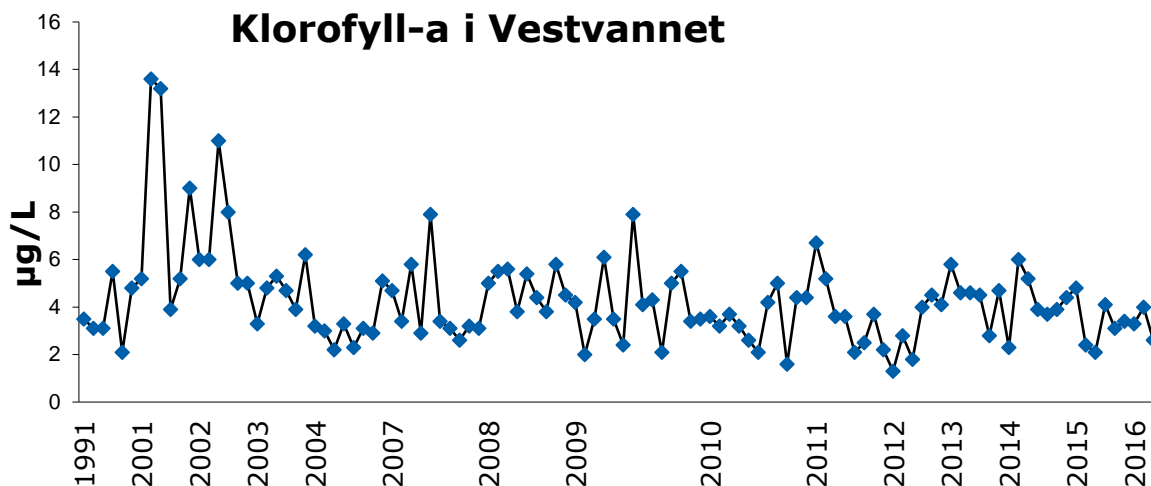
Høyeste konsentrasjoner av klorofyll i Borredalsdammen i 2016 var 7.3 µg/L, mens tilsvarende verdi for Vestvannet var 4,1 µg/L, målt i hhv. august og mai. Klorofyllnivåene kan ofte forklares i noen grad av temperatur og vær, og som tidligere observert stemmer dette godt i både Vestvannet og

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 og 2016 igjen var karakterisert av kalde sommere 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 ( $\mu\text{g/L}$ ) i Vestvannet og Borredalsdammen i perioden 2012-2016.

En sammenstilling av klorofyll-a for utvalgte år (1991, 2001-2004 og 2007-16). Figur 12 viser en svak trend til nedgang i klorofyllverdier, og 2016 ser ut til å ligge noe lavere enn tidligere, dog med variasjoner.



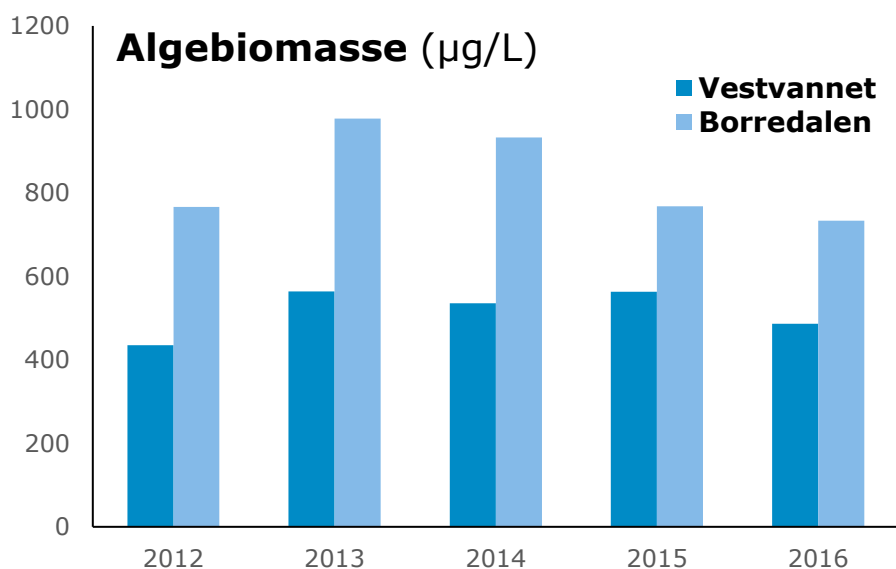
Figur 12. Klorofyll-a i Vestvannet ( $\mu\text{g/L}$ ) for de årene det finnes data (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold).

### Planteplankton

For å undersøke sammensetningen av alger i vannet ble prøver analysert så langt ned på slekts- eller artsnivå som mulig, og dette ble også lagt til grunn for klassifisering og vurderinger av egnethet til drikkevann. De ulike gruppene/artenes relative bidrag til total algebiomasse ble beregnet (mg våtvekt  $\text{pr.m}^3$ , tilsvarende  $\mu\text{g/L}$ ). Slike undersøkelser gir nyttig informasjon fordi de ulike algegruppene har ulike funksjoner 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 algefloreen i disse vannene. 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 5 årene vært tydelig høyere i Borredalsdammen enn i Vestvannet. I 2016 var årsmiddelverdi hhv. 733 og 486  $\mu\text{g/L}$  (**Figur 13**). Det har vært en svak nedgang i algebiomasse fra 2013 til 2016 i Borredalsdammen, mens Vestvannet har vært stabilt lavt gjennom de siste fem år. Verdiene stemmer stort sett med årsvariasjonene i klorofyll-a.



**Figur 13.** Algebiomasse ( $\mu\text{g/L}$ ) i Vestvannet og Borredalsdammen – årsgjennomsnitt for perioden 2012-2016

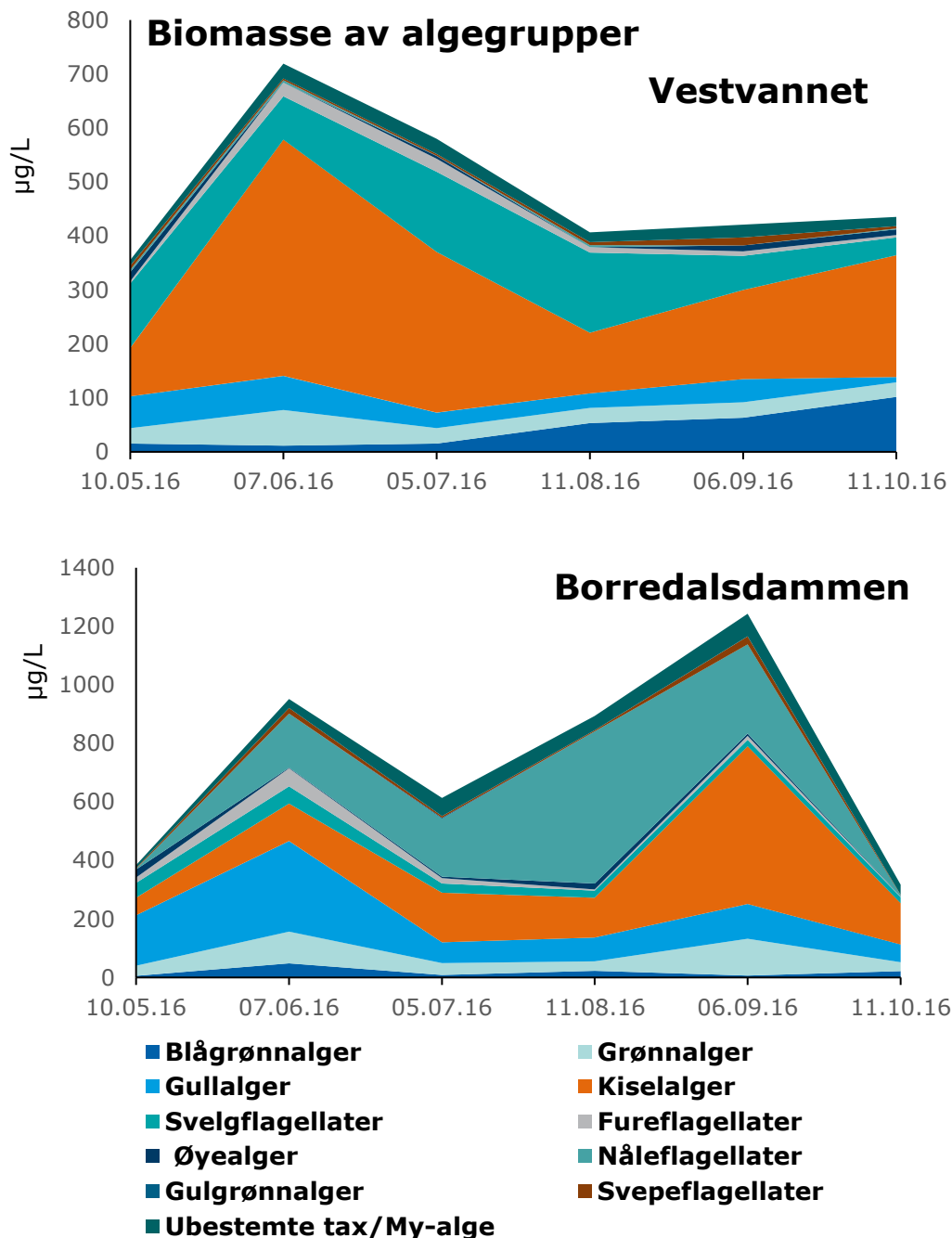
**Figur 14** viser fordelingen av de ulike algegruppene gitt som biomasse og også som total biomasse for sesongen 2016. Fordelingen av gruppene har visse likhetstrekk med tidligere år, men de dominerende gruppene er delvis endret. I Borredalsdammen dominerte gullalgene i mai og juni, mens kiselalgene og nåleflagellatene tok over stafettspinnen i juli. I Vestvannet var det dominans av kiselalger og svelgflagellater gjennom hele sesongen. I tillegg økte biomassen av cyanobakterier fra juli til oktober. Biomassen økte i begge vannene i juni, forårsaket for det meste av kiselalger i Vestvannet og gullalger i Borredalsdammen. I Borredalsdammen var det en ny biomassetopp i september forårsaket av kiselalger og nåleflagellater.

Variasjonen i biomasse korrelerer bra med målte klorofyllverdier i Borredalsdammen. Her øker både biomassen og mengden klorofyll a i juni, august og september. I Vestvannet kan ikke den samme korrelasjonen observeres. Klorofyll-verdiene er jevnt lave gjennom hele sesongen, mens biomassen øker i juni. Forskjellene kan 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 lav biomasse gjennom hele sesongen. Økningen i kiselalger i juni skyldes hovedsakelig slektene *Fragilaria* og *Rhizosolenia*. Senere i sesongen var det et skifte i kiselalgensammensetningen til hovedsakelig *Aulacoseira*. I tillegg var det en økning av cyanobakterier fra august der slekten *Woronichinia* dominerte. Den store mengden svelgflagellater gjennom mesteparten av sesongen besto av *Plagioselmis*

(tidligere betegnet *Rhodomonas*) og *Cryptomonas*, begge slekter som er til stede i de fleste norske innsjøer. Det var også små forekomster av *Gonyostomum semen* i Vestvannet, men ikke i problematiske mengder.

Kiselalgen som dominerte i Vestvannet i 2016 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 næringsalter i sjøen.



**Figur 14.** Fordeling av ulike algegrupper (µg/L) i overflatevannet for Vestvannet og Borredalsdammen for 2016.

I Borredalsdammen skyldes økningen i biomasse i juni gullalger og i september kiselalger og nåleflagellater. I juni skyldes den økte biomassen økt forekomst av *Uroglena* og *Pseudopedinella*, og i september økte forekomsten av kiselalgene *Anuloseira* og *Fragelaria* samt nåleflagellaten *Gonyostomum semen*.

*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 mengder. I 2016 var det ikke høy biomasse av denne algen i Vestvannet, men det var store forekomster i Borredalsdammen. I Vestvannet var den høyeste andelen av den totale biomassen på 1,2 %, mens den i Borredalsdammen var 58 %, som tilsvarer 519 µg/L (11. august). Dette er en nedgang fra 9 % i Vestvannet og en økning fra 25 % i Borredalsdammen siden 2015.

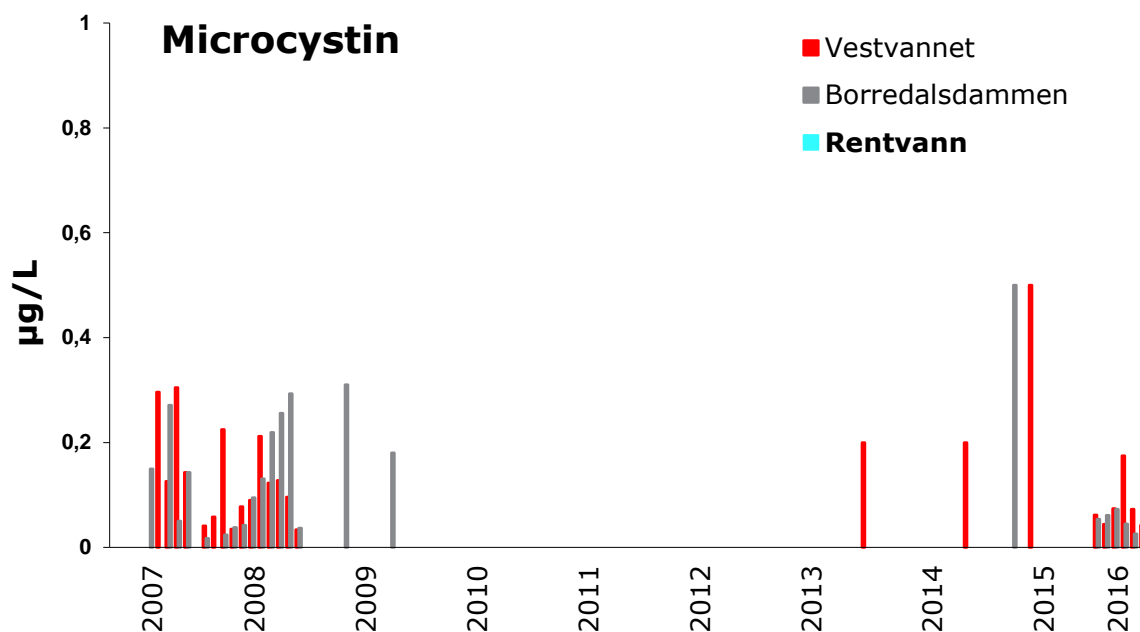
## 2.2.2 Cyanobakterier og algetoksiner

Gjennomsnittskonsentrasjonene av cyanobakterier har siden 2011 vært betydelig lavere enn tidligere år, men i 2014 var det en liten økning i Vestvannet i august, i 2015 i juli og i 2016 i august til oktober. Borredalsdammen hadde i 2016 en høyere konsentrasjon enn i 2015, men omtrent tilsvarende konsentrasjonene i 2014 med hensyn til biomasse. I Vestvannet har det også vært nedgang i biomasse fra 2014 til 2015, og deretter en liten økning igjen i 2016. I 2016 hadde Vestvannet noe høyere artsdiversitet av cyanobakterier enn Borredalsdammen, som også i 2012 og 2014-15. Sammensetningen er relativt lik i de to vannene. Av identifiserte slektene dominerte trådformede cyanobakterier gjennom hele sesongen i Borredalsdammen, spesielt *Pseudoanabaena*, *Jaginema* og *Dolichospermum* (tidligere: *Anabaena*). I Vestvannet består hovedparten av cyanobakterienes biomasse av *Aphanizomenon*, *Dolichospermum*, *Phormidium* og *Woronichinia*. Dette er ulikt tidligere år. I 2015 dominerte *Planktothrix* i begge vannene.

Blant de påviste artene er algegifter særlig assosiert med oppblomstringer av slektene *Planktothrix* og *Dolichospermum*, mulig også *Woronichinia*, men dette er noe mer usikkert. Den høyeste biomassen av cyanobakterier i 2016 ble observert i Vestvannet i oktober og bestod av *Woronichinia naegeliana*. Verdien var på 64 µg/L, mens det kun ble registrert 2,1 µg/L i 2015. I 2015 dominerte derimot *Planktothrix* med en verdi på 110 µg/L. Nevnte slekt ble kun observert i små mengder i juli, september og oktober 2016. I Borredalsdammen ble det kun observert potensielt toksinproduserende alger i ubetydelige mengder. *Planktothrix* ble kun observert i oktober, *Dolichospermum* ble observert fra juli til oktober og *Woronichinia* ble observert i september.

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. WHO's anbefalte grenseverdi for microcystin i drikkevann (råvann) er 1 µg/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 2007-2016 er vist i **Figur 15**. Det ble dette året tatt prøver av rentvann 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 i juni, og samme mengde i Vestvannet i juli. Det korrelerte i begge tilfeller med økte mengder *Planktothrix* i planteplanktonet. I 2016 ble det observert små mengder microcystin gjennom hele sesongen i begge vannene. Gjennomsnittsverdiene var 0,08 µg/L og 0,05 µg/L i hhv. Vestvannet og Borredalsdammen, og ligger dermed godt under anbefalingen for drikkevann. I rentvannet ble det ikke målt microcystin i 2015 og 2016 (målingene var under deteksjonsgrensen på 0,5 µg/L). Det ble i 2016 videre tatt 5 tilleggsprøver analysert

for microcystin på en grovere skala, der samtlige analyseresultater havnet under deteksjonsgrensen på 0,5 µg/L. Disse resultatene er derfor utelatt i figurer og beregninger.



**Figur 15.** Konsentrasjoner av microcystin (µg/L) i overflatevann (0-4 m) fra Vestvannet og Borredalsdammen for perioden 2007-2016.

## 2.3 Klassifiseringer

I **Tabell 3** vises vurderingen av egnethet for drikkevann av både Vestvannet og Borredalsdammen i 2011-2016. Det er ingen tydelige endringer i tilstanden for noen av vannene, men Vestvannet ligger generelt best i forhold til klorofyll nivå, som regel en klasse bedre enn Borredalsdammen. Begge sjøene er «Mindre egnet» som drikkevann på grunn av for høye konsentrasjoner av fosfor. Fra 2011 til 2014 er microcystin innenfor «Godt egnet» i begge vannene, mens Vestvannet i 2015 og 2016 har høyere konsentrasjon av microcystin og havner innenfor «egnet». Iht. farge er Vestvannet «Ikke egnet». Verdiene viser årsgjennomsnitt, og som nevnt tidligere forutsetter klassifiseringen kun enkel vannbehandling som filtrering og desinfisering.

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 ulik type 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 2016 iht. Solheim m.fl. (2008).

Godt egnet
  Egnet
  Mindre egnet
  Ikke egnet

Parameter	2011		2012		2013		2014		2015		2016	
	B.d.	V.v.	B.d.	V.v.	B.d.	V.v.	B.d.	V.v.	B.d.	V.v.	B.d.	V.v.
Farge	-		-		-		-		-	55*	-	37*
Tot-P	14,7	16	12,3	13	13,2	12	12	12	13,2	15	12,2	13
Klorofyll-a	5,4	3,9	3,3	2,6	6,58	4,7	7,2	4,2	4,92	3,6	5,03	3,4
Microcystin	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0,1	0,05	0,1

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

**Tabell 4** viser økologisk tilstand etter vannforskriften for Vestvannet de siste fire år. Den samlede økologiske tilstanden var svært god i 2013 og 2014, mens den på bakgrunn av total fosfor havnet i god tilstand i 2015. I 2016 da Vestvannet igjen havnet i svært god tilstand lå den helt på grensen til god tilstand med en nEQR=0,80.

**Tabell 4.** Tilstandsklassifisering av Vestvannet iht. vannforskriften (Direktoratsgruppa, 2013) for årene 2013 til 2016.

Svært god
  God
  Moderat
  Dårlig
  Svært dårlig

		Vestvannet			
	Parameter	2013	2014	2015	2016
Plantep plankton	Klorofyll-a (µg/L), årsgjennomsnitt	4,7	4,2	3,6	3,4
	Biovolum (mg/L), årsgjennomsnitt	0,56	0,54	0,56	0,49
	Trofisk indeks, PTI	2,35	2,44	2,41	2,53
	Maks. biomasse cyanobakterier (mg/L)	0,11	0,31	0,11	0,10
<b>Totalvurdering planteplankton</b>		<b>Svært god</b>	<b>Svært god</b>	<b>Svært god</b>	<b>Svært god</b>
Fysisk-kjemisk	Tot-P (µg/L), årsgjennomsnitt	11,5	11,83	14,67	12,70
<b>Økologisk tilstand</b>		<b>Svært god</b>	<b>Svært god</b>	<b>God</b>	<b>Svært god</b>



### 3. Oppsummering og konklusjoner

Sommeren 2016 var, som 2015, kaldere enn vi har opplevd de siste årene, og det vises i gjennomsnittstemperaturene i både Vestvannet og Borredalsdammen. Pga. den store gjennomstrømningen i Vestvannet var temperatursjiktning svært varierende, fra 3 meter i mai til 15-20 meter senere i sesongen. I Borredalsdammen var det en svak sjiktning på 1 meters dyp.

Siktedypet var større i 2016 sammenlignet med 2015, og var relativt stabilt i begge vannene. Hverken i Vestvannet eller Borredalsdammen 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 i 2016 tilbake til nivåene fra 2012-2014, mens de var noe høyere i 2015. Ved en sammenligning av de to vannene var gjennomsnittsverdiene for fosfor, nitrogen, løst fosfat og nitrat høyest i Vestvannet. Langtidsseriene av totalt fosfor og nitrogen viser ingen trender siden 1991, noe som tyder på at de små variasjonene fra år til år er normale.

I motsetning til næringsstoffer var det i 2016 høyere klorofyllverdier i Borredalsdammen enn i Vestvannet. Man ser at klorofyllverdiene de seneste årene følger sommerværet, og siden 2015 og 2016 var kaldere enn 2013 og 2014 var også klorofyllnivåene lavere. I Borredalsdammen dominerte algegruppene gullalger, kiselalger og nåleflagellater, mens de dominerende algegruppene i Vestvannet var svelgflagellater og kiselalger. Dette er grupper som sjeldent utgjør noen risiko for problematisk oppblomstring eller negative effekter. I tillegg til disse er det små mengder cyanobakterier i vannene, med en økning i Vestvannet fra juli til oktober. I Borredalsdammen var det i august og september en økning i biomasse, primært forårsaket av nåleflagellaten *Gonyostomum semen*.

I 2016 ble det observert små mengder microcystin gjennom hele sesongen i begge vannene. Samtlige verdier var under grenseverdien for drikkevann. Det ble samtidig registrert forekomster av *Planktothrix*, som ofte assosieres med algegiften, i oktober i Borredalsdammen og i juli, september og oktober i Vestvannet.

I henhold til egnethet for drikkevann er begge innsjøene «mindre egnede». 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. Etter vannforskriften er økologisk tilstand i Vestvannet klassifisert til «svært god» i 2016, sammenlignet med «god» tilstand i 2015. Bedringen skyldes en reduksjon i totalt fosfor, som var avgjørende i klassifiseringen året før. Miljøtilstanden i vannene var altså i 2016 i hovedsak som foregående år. Det var imidlertid små forekomster av algetoksiner gjennom hele sesongen.

## 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, Direktoratets gruppa for gjennomføringen av vanndirektivet.
- Haande, S., Edvardsen, H., Eriksen, T.E., Kile, M.R., Hagman, C.H.C., Borch, H., Bränden, 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
- 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.
- 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
10.05.2016	1,7	1,9
07.06.2016	1,7	1,9
05.07.2016	1,8	1,8
11.08.2016	1,8	1,6
06.09.2016	2,1	2,0
11.10.2016	1,5	2,1
Årsgj.snitt	1,8	1,9

TEMPERATUR VESTVANNET (°C)									
DATO	0 m	3 m	6 m	9 m	12 m	15 m	18 m	21 m	24 m
10.05.2016	13,3	9,9	9,0	8,4	8,0	7,8	7,5	7,4	7,7
07.06.2016	15,7	15,3	14,4	14,2	13,9	13,7	12,7	12,4	12,7
05.07.2016	17,1	16,8	16,4	16,0	15,9	15,3	13,4	12,6	11,2
11.08.2016	17,0	17,0	17,0	17,0	16,8	16,3	13,4	12,0	12,1
06.09.2016	16,9	16,9	16,7	16,7	16,6	16,4	16,2	15,9	12,4
11.10.2016	11,8	11,9	11,9	11,9	11,8	11,7	11,7	11,6	11,4

TEMPERATUR BORREDALSDAMMEN (°C)							
DATO	0 m	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m
10.05.2016	14,7	14,5	12,2	10,8	10,4	10,1	9,9
07.06.2016	19,2	19,2	17,2	15,6	14,7	13,9	13,1
05.07.2016	18,1	18,0	18,0	17,9	17,8	17,4	15,3
11.08.2016	17,1	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
06.09.2016	16,7	16,7	16,5	16,4	16,4	16,3	16,1
11.10.2016	9,6	9,6	9,5	9,4	9,4	9,4	9,4

OKSYGEN VESTVANNET (mg/l)									
DATO	0 m	3 m	6 m	9 m	12 m	15 m	18 m	21 m	24 m
10.05.2016	11,0	11,2	11,1	11,0	11,1	11,1	11,1	11,0	0,6
07.06.2016	10,0	10,1	10,2	10,1	10,3	10,3	10,2	10,2	10,2
05.07.2016	9,3	9,1	8,9	8,8	8,6	8,4	8,0	7,7	7,0
11.08.2016	8,4	8,4	8,4	8,4	8,3	7,6	4,8	3,6	0,6
06.09.2016	9,0	9,0	8,8	8,6	8,6	7,9	7,9	6,6	3,8
11.10.2016	9,5	9,5	9,5	9,4	9,4	9,3	9,3	9,4	9,5

OKSYGEN BORREDALSDAMMEN (mg/l)							
DATO	0 m	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m
10.05.2016	10,2	10,3	10,2	10,3	9,8	9,6	9,0
07.06.2016	9,2	9,2	8,6	8,4	7,4	6,6	3,2
05.07.2016	8,2	8,3	8,0	8,3	8,3	7,6	0,7
11.08.2016	7,9	8,0	8,0	8,1	8,1	8,1	8,1
06.09.2016	8,5	8,6	8,6	8,1	8,0	7,5	6,4
11.10.2016	9,8	9,8	9,8	9,8	9,9	9,9	9,9

## 5.2 Kjemiske analyseresultater

VESTVANNET								
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
10.5.16	4,5	2,7	21	7	670	415	4280	4,1
7.6.16	1,8	<1	11	3	495	230	3000	3,1
5.7.16	3	1,4	12	3	430	200	2460	3,4
11.8.16	3,2	2	11	3	410	230	2490	3,3
6.9.16	2,6	1,5	9	<1	405	200	2320	4
11.10.16	3,4	2	12	4	385	180	2430	2,6
<b>Årsgj.snitt</b>	<b>3,08</b>	<b>1,92</b>	<b>12,67</b>	<b>4,00</b>	<b>465,83</b>	<b>242,50</b>	<b>2830,00</b>	<b>3,42</b>

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
10.5.16	2	1,1	77*	3	475	185	4600	3,2
7.6.16	3,3	1	12	3	445	108	3740	6,7
5.7.16	1,6	<0,8	14	2	330	39	2870	4,2
11.8.16	3,4	1,8	12	3	315	28	2240	7,3
6.9.16	2,6	0,6	11	<1	300	11	1940	5,8
11.10.16	2,9	1,3	12	3	310	53	1970	3
<b>Årsgj.snitt</b>	<b>2,63</b>	<b>1,16</b>	<b>23,00</b>	<b>2,80</b>	<b>362,50</b>	<b>70,67</b>	<b>2893,33</b>	<b>5,03</b>

\*Det ble foretatt en reanalyse av total fosfor i mai, siden verdien var unaturlig høy. Dette resulterte i 12 µg P/L, og er brukt i rapporten

### 5.3 Planteplankton artsliste og biomasseberegning (verdier gitt i µg/L (=mg/m<sup>3</sup> våtvekt))

#### Vestvannet

	År	2016	2016	2016	2016	2016	2016
	Måned	5	6	7	8	9	10
	Dag	10	7	5	11	6	11
	Dyp	0-6 m	0-6 m	0-6 m	0-6 m	0-6 m	0-6 m
<b>Cyanophyceae (Blågrønnalger)</b>							
Anabaena lemmermannii		.	.	.	.	1,5	.
Anathece brachmannii		.	.	0,0	.	.	.
Aphanizomenon cf.klebahni		.	0,1	.	.	.	.
Aphanizomenon klebahni		.	.	.	11,1	.	.
Aphanizomenon sp.		.	.	0,2	.	3,8	5,1
Aphanocapsa		.	0,4	0,4	0,4	1,2	0,8
Aphanocapsa cf.elachista		8,2	.	.	.	.	.
Aphanocapsa conferta		.	0,0	.	.	.	0,0
Aphanocapsa delicatissima		.	0,0	.	.	0,0	.
Aphanocapsa parasitica		.	.	.	0,1	0,0	.
Aphanocapsa planctonica		.	.	.	.	.	5,7
Aphanothece cf.smithii		.	0,7	.	.	.	.
Aphanothece sp.		.	.	0,4	1,3	2,9	.
cf.Rhabdoderma lineare		.	.	0,2	.	0,2	.
Chroococcus sp.		.	.	.	0,6	.	.
Cyanodictyon iac		.	.	0,0	.	.	.
Dolichospermum sp. coiled colony		.	.	.	6,8	19,6	13,3
Dolichospermum sp. straight colony		.	.	2,0	5,9	0,9	.
Jaaginema sp.		6,9	1,4	4,9	2,6	11,1	3,5
Lemmermanniella parva		.	.	0,0	.	.	.
Merismopedia sp.		.	.	.	0,3	.	.
Microcystis smithii		.	7,3	.	.	0,6	.
Phormidium sp.		.	.	.	16,3	.	.
Planktolyngbya sp. coiled fil.		.	.	.	.	.	0,1
Planktolyngbya subtilis		.	.	.	0,2	0,2	0,1
Planktothrix sp.		.	.	1,3	.	1,1	2,0
Pseudanabaena limnetica		.	.	.	3,9	0,0	.
Pseudanabaena sp.		.	1,4	.	.	.	0,1
Pseudoanabaena cf.catenata		0,2	0,0	0,0	.	.	.
Romeria elegans		.	.	.	0,6	.	.
Snowella sp.		.	.	2,0	.	1,0	7,2
Woronichinia naegeliana		.	.	3,7	3,3	19,0	64,0
Sum - Blågrønnalger		15,2	11,4	15,2	53,3	63,2	101,8
<b>Chlorophyceae (Grønnalger)</b>							
Ankistrodesmus fusiforme		.	.	0,8	0,0	0,0	0,2
Botryococcus braunii		.	.	.	.	.	0,1
Carteria sp. (l= 8-10)		.	2,0	.	2,0	.	.
Carteria sp. (l=20-25)		.	5,7	.	.	.	.
cf.Selenastrum sp.		.	.	.	.	.	0,1
cf.Sphaerocystis schroeteri		0,2	3,6	2,9	1,5	7,2	.
Chlamydocapsa planctonica		.	.	.	.	2,5	.
Chlamydomonas sp. (l=5-6)		.	0,1	.	0,1	.	.
Chlamydomonas spp. (l=8-12)		.	.	2,5	1,2	.	.
Closterium acutum v.variabile		2,8	1,8	0,0	2,8	1,4	2,8
Closterium limneticum		0,6	0,2	0,2	0,6	.	0,2
Coelastrum microporum		.	0,2	.	.	.	.
Coelastrum sphaericum		.	.	0,5	.	.	.
Dictyosphaerium pulchellum		.	.	.	4,3	.	.

Elakatothrix genevensis	0,2	0,6	0,6	0,3	0,6	0,6
Gloeotila sp.	.	.	0,2	1,0	.	.
Golenkina radiata	0,6	0,6	.	.	.	.
Gonium pectorale	.	0,3	.	.	.	.
Gyromitus cordiformis	.	1,1	.	2,1	1,1	.
Kirchneriella contorta	.	.	.	.	.	0,2
Koliella longiseta	0,6	1,5	.	.	.	.
Koliella sp.	0,6	1,6	0,7	0,4	0,3	0,7
Lagerheimia cf.quadriseta	1,6	.	.	.	.	.
Lagerheimia genevensis	.	2,0	0,2	0,4	0,4	0,4
Micractinium pusillum	2,7	1,1	.	.	.	.
Monoraphidium cf.griffithii	0,6	1,0	0,3	0,2	1,4	0,6
Monoraphidium contortum	2,8	2,2	1,5	0,9	0,9	2,5
Monoraphidium dybowskii	0,7	0,3	1,4	1,7	1,4	0,3
Monoraphidium komarkovae	.	.	.	0,0	0,0	.
Mougeotia sp. (b = 5 um)	.	.	0,2	2,7	2,2	4,3
Mougeotia sp. (b=1.5, l=9)	0,0	.	.	.	.	.
Nephrocytium lunatum	.	.	0,3	.	.	.
Nephroselmis sp.	.	0,5	.	0,5	.	.
Oocystis rhomboidea	.	.	0,5	.	.	.
Oocystis sp.	.	.	.	.	.	5,2
Paulschulzia pseudovolvox	0,2	0,1	.	.	.	.
Pediastrum boryanum	.	.	.	.	1,0	.
Pediastrum duplex var. gracillimum	.	.	.	.	0,1	0,1
Pediastrum privum	.	.	.	.	.	0,5
Pediastrum tetras	.	.	.	1,2	0,0	.
Polytoma sp.	.	.	1,2	.	0,6	.
Scenedesmus acutiformis	.	.	.	0,8	.	.
Scenedesmus armatus	0,8	2,0	0,0	.	.	0,4
Scenedesmus bicellularis (S. ecornis)	0,4	1,8	0,4	0,4	.	0,7
Scenedesmus ecornis	.	0,1	0,0	.	0,6	.
Scenedesmus obliquus	.	.	.	0,4	.	.
Scenedesmus quadricauda	.	1,6	0,8	.	.	.
Selenastrum gracile	.	.	.	.	0,0	.
Spondylosium planum	.	.	.	.	.	0,1
Staurastrum cf.paradoxum	.	.	0,3	.	1,0	0,5
Staurastrum cingulum v. obesum	.	.	.	.	0,9	0,9
Staurastrum luetkermuelleri	.	.	4,6	.	.	.
Staurastrum pingue	.	0,4	.	.	.	.
Stauroidesmus cf.dejectus	.	.	1,4	.	.	.
Stauroidesmus cf.incus	.	.	0,4	.	.	.
Stauroidesmus cf.mamillatus	.	.	.	0,2	.	.
Stauroidesmus leptodermus	.	.	.	.	0,7	0,7
Stauroidesmus mamillatus	.	.	0,4	.	.	.
Teilingia granulata	.	0,7	0,6	1,1	1,0	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=10-12)	6,2	.	6,2	.	1,6	3,1
Ubest. kuleformet gr.alge (d=15)	.	0,5	.	.	.	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=18-22)	2,1	8,6	.	.	.	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=6-8)	5,1	4,4	.	0,7	1,5	1,5
Ubest. kuleformet gr.alge i 2 (d=15,18)	.	19,6	.	.	.	.
Ubest.ellipsoidisk gr.alge	.	.	.	0,5	.	.
Sum - Grønnalger	28,7	66,4	28,9	28,2	28,4	26,7
Chrysophyceae (Gullalger)						
Aulomonas purdyi	0,7	1,2	.	0,1	0,1	.
Bicosoeca sp.	.	.	.	.	0,3	.
Bitrichia chodatii	.	.	0,2	0,8	.	.
Bitrichia longispina	.	0,9	.	.	.	.
Chromulina nebulosa	0,2	0,7	.	0,2	.	0,4
Chrysidiastrum catenatum	.	.	.	.	0,2	.
Chrysolykos planctonicus	.	.	.	0,2	.	.
Chrysolykos planktonicus	.	0,8	.	.	.	.
Craspedomonader	1,3	0,2	4,7	0,5	4,8	0,3
Dinobryon acuminatum	.	.	.	.	0,6	.

Dinobryon bavaricum	1,2	9,0	0,7	0,1	7,5	.
Dinobryon borgei	0,3	0,1	.	0,1	0,2	.
Dinobryon cf. sociale	.	1,9	.	.	.	.
Dinobryon crenulatum	0,0	3,1	0,3	.	.	.
Dinobryon cylindricum	.	0,0	.	.	.	.
Dinobryon divergens	.	.	1,0	0,6	0,2	.
Dinobryon divergens (inkl.v.schau.)	.	1,8	.	.	.	.
Dinobryon sociale	0,5	.	.	.	.	0,1
Kephyrion boreale	.	0,4	.	.	.	.
Kephyrion skujae	0,1	0,8	.	0,2	0,1	.
Løse celler av Uroglena sp.	.	3,7	3,7	.	4,3	.
Løse celler Dinobryon spp.	.	1,2	.	.	0,6	.
Mallomonas akrokomos	0,5	0,5	1,0	2,0	1,5	.
Mallomonas caudata	2,3	.	0,3	0,7	2,0	1,0
Mallomonas crassisquama	6,0	.	1,5	.	1,5	.
Mallomonas punctifera	5,8	0,1	.	.	.	.
Mallomonas spp.	.	3,1	.	1,5	1,5	.
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	.	0,1	.	.	.	.
Pseudopedinella sp.	24,1	18,6	4,4	6,6	3,3	1,1
Små chrysomonader (<7)	5,3	2,1	2,9	0,8	4,3	1,1
Spiniferomonas sp.	2,4	0,5	.	1,4	1,9	.
Stelexomonas dichotoma	0,3	1,2	0,0	.	0,3	.
Store chrysomonader (>7)	8,0	8,0	8,0	4,0	6,0	4,7
Synura sp.	.	2,9	.	7,2	2,1	1,2
Sum - Gullalger	59,0	62,8	28,7	27,1	43,2	9,9
Bacillariophyceae (Kiselalger)						
Acanthoceras zachariasii	.	8,0	1,8	0,5	4,3	3,1
Asterionella formosa	4,0	5,9	29,7	5,1	19,7	4,7
Aulacoseira alpigena	1,7	0,0	.	9,6	.	.
Aulacoseira granulata	.	.	10,4	1,6	.	7,6
Aulacoseira granulata v. angustissima	.	.	.	.	0,3	.
Aulacoseira italica v. tenuissima	12,3	25,3	53,1	4,2	9,5	13,2
Aulacoseira sp. (cf. islandica)	.	8,6	19,4	5,4	53,5	164,7
cf. Fragilaria sp. (l=16)	0,2	.	.	.	.	.
Cyclotella sp. (d=6-8)	0,3	.	.	2,8	.	.
Cyclotella sp. (diam = 10-15)	0,6	6,2	51,3	18,6	15,5	.
Cyclotella sp. (diam = 15-20)	.	.	.	.	.	7,8
Cyclotella sp. (diam = 20-30)	.	3,4	.	23,4	23,4	.
Diatoma tenuis	19,6	1,6	0,8	0,7	1,2	0,1
Fragilaria cf. capucina	.	6,9	.	.	.	.
Fragilaria crotonensis	.	.	49,1	9,4	3,8	11,6
Fragilaria sp. (l=20-40)	0,2	.	0,4	0,4	0,2	.
Fragilaria sp. (l=40-70)	.	4,9	4,3	6,1	4,3	.
Fragilaria sp. (l=80-150)	.	.	19,6	8,2	.	.
Fragilaria ulna (morfortyp"acus")	1,2	.	7,2	0,8	0,4	.
Fragilaria ulna (morfortyp"angustissima")	0,8	275,9	.	.	3,5	2,0
Melosira sp.	.	2,5	.	.	.	.
Navicula radiosa (sp., l = 70 um)	.	.	.	0,1	.	.
Navicula sp. (l > 20)	.	2,5	.	.	.	.
Nitzschia holsatica	.	.	.	0,8	0,5	.
Nitzschia sigmoidea	.	.	0,5	.	.	.
Nitzschia sp. (l=25-30)	0,0	.	.	8,3	.	2,8
Rhizosolenia eriensis	2,8	52,4	0,1	0,3	1,2	.
Rhizosolenia longiseta	4,0	32,5	2,8	0,9	1,2	0,6
Tabellaria flocculosa	.	0,3	1,4	.	.	.
Tabellaria flocculosa v. asterionelloides	42,2	1,0	45,8	4,6	22,4	4,5
ubest. Naviculoid diatom (l=50)	.	.	.	.	.	3,1
Sum - Kiselalger	89,9	437,9	297,6	111,8	165,0	225,7
Cryptophyceae (Svelgflagellater)						
Cryptaulax sp.	.	.	0,4	.	.	.
Cryptomonas marssonii	13,5	2,2	6,7	.	.	.

Cryptomonas rostratiformis	.	0,5	.	.	.	.
Cryptomonas sp. (l=15-18)	3,1	3,1	2,0	5,1	2,0	.
Cryptomonas sp. (l=20-24)	12,3	12,3	63,8	44,2	29,4	9,8
Cryptomonas sp. (l=24-30)	65,4	20,4	24,5	36,8	4,1	8,2
Katablepharis ovalis	0,7	11,8	0,7	1,5	1,8	0,7
Plagioselmis lacustris	3,3	3,3	17,2	1,6	5,7	.
Plagioselmis nannoplanctica	20,2	25,1	31,9	59,5	19,6	14,7
Telonema	0,7	1,5	1,1	.	0,7	.
Sum - Svelgflagellater	119,2	80,1	148,4	148,6	63,5	33,4
Dinophyceae (Fureflagellater)						
Gymnodinium helveticum	.	1,3	1,3	.	.	1,3
Gymnodinium lacustre	.	4,3	.	.	1,4	.
Gymnodinium lantzschii	4,1	6,1	1,0	.	2,0	2,0
Gymnodinium sp. (l=14-18)	.	2,5	.	9,8	.	.
Gymnodinium sp. (l=28-30)	.	.	3,6	.	.	0,6
Gymnodinium uberrimum	.	5,8	7,3	.	1,5	.
Peridinium cf.cinctum	.	.	.	.	3,5	.
Peridinium goslaviense	.	3,4	7,8	.	.	.
Peridinium sp. (d=25)	.	2,0	3,3	.	.	.
Sum - Fureflagellater	4,1	25,4	24,2	9,8	8,4	3,9
Euglenophyceae (Øyealger)						
Euglena oxyuris v.minor	.	.	.	.	2,5	.
Euglena sp.	.	.	.	.	.	1,3
Euglena sp. (l=40)	.	.	.	0,2	.	.
Phacus cf.caudatus	5,1	.	.	.	.	.
Trachelomonas sp. (d=9)	.	.	0,8	.	.	1,6
Trachelomonas volvocina	12,0	.	4,0	.	8,0	8,0
Ubest.euglenoid form	.	.	0,1	.	.	.
Sum - Øyealger	17,1	0,0	4,8	0,2	10,5	10,8
Raphidophyceae (Nåleflagellater)						
Gonyostomum semen	4,2	4,2	.	4,2	.	1,4
Sum - Nåleflagellater	4,2	4,2	0,0	4,2	0,0	1,4
Xanthophyceae (Gulgrønnaalger)						
Tribonema sp.	.	.	0,8	.	.	.
Sum - Gulgrønnaalger	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0
Haptophyceae (Svepeflagellater)						
Chrysochromulina parva	7,7	3,6	3,3	5,4	15,0	4,7
Sum - Svepeflagellater	7,7	3,6	3,3	5,4	15,0	4,7
Ubestemte taxa						
Flagellater < 5	0,0	.	.	.	.	.
Ubest.flagellat	1,3	.	.	.	2,7	.
Sum - Ubestemte tax	1,3	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0
My-alger						
My-alger	8,8	27,3	27,9	18,0	21,3	16,6
Sum - My-alge	8,8	27,3	27,9	18,0	21,3	16,6
<b>Sum total :</b>	<b>355,2</b>	<b>719,2</b>	<b>579,8</b>	<b>406,6</b>	<b>421,1</b>	<b>435,0</b>



**Borredalsdammen**

	År	2016	2016	2016	2016	2016	2016
	Måned	5	6	7	8	9	10
	Dag	10	7	5	11	6	11
	Dyp	0-6 m	0-6 m	0-6 m	0-6 m	0-6 m	0-6 m
<b>Cyanophyceae (Blågrønnalger)</b>							
Aphanizomenon klebahi		.	.	.	0,3	.	.
Aphanizomenon sp.		.	.	0,5	.	0,8	1,2
Aphanocapsa sp.		.	.	0,8	0,8	2,0	0,4
Aphanocapsa conferta		.	.	.	.	0,1	.
Aphanocapsa delicatissima		1,4	.	0,2	.	0,0	.
Aphanocapsa planctonica		.	.	.	.	.	1,1
Aphanothece bachmanni		.	0,9	.	.	.	.
Aphanothece clatrata/smithii		.	.	.	0,0	0,2	.
Aphanothece sp.		.	.	.	0,4	0,4	.
cf.Cyanodictyon iac		.	.	0,2	.	.	.
cf.Planktolyngbya subtilis		.	0,0	.	.	.	.
cf.Pseudanabaena sp.		.	45,0	.	.	.	.
Chroococcus sp.		.	.	.	.	0,1	.
Cyanodictyon iac		.	0,0	.	.	.	.
Dolichospermum sp. coiled colony		.	.	0,2	1,8	0,5	11,9
Dolichospermum sp. straight colony		.	.	2,2	.	.	.
Jaaginema sp.		4,4	0,8	0,1	0,2	0,6	1,0
Merismopedia sp.		.	.	.	.	.	0,1
Microcystis viridis		.	.	.	.	.	0,5
Phormidium sp.		.	.	0,3	.	.	.
Planktothrix sp.		.	.	.	.	.	1,3
Pseudanabaena limnetica		.	0,1	.	.	0,0	.
Pseudanabaena sp.		.	.	.	11,2	.	.
Snowella cf.atomus		.	.	0,4	.	.	.
Snowella lacustris		.	.	4,1	8,2	2,0	2,0
Snowella septentrionalis		.	1,8	.	.	.	.
Spirulina sp.		.	.	.	0,0	.	.
Ubest.cyanobakterie		.	.	.	.	.	2,1
Woronichinia naegeliana		.	.	.	.	0,2	.
Woronichinia sp.		.	.	0,2	.	.	.
Sum - Blågrønnalger		5,8	48,5	9,1	23,0	7,0	21,6
<b>Chlorophyceae (Grønnalger)</b>							
Ankistrodesmus cf.fusiforme		0,0	0,0	0,0	.	.	.
Botryococcus braunii		.	0,7	0,3	.	.	.
Carteria sp. (l=20-25)		.	5,7	.	.	.	.
cf. Sphaerocystis schroeteri		.	.	.	.	16,1	.
cf.Gloeotila sp.		1,2	.	.	.	.	.
cf.Koliella sp.		.	.	.	0,5	.	.
cf.Paulschulzia pseudovolvox		3,7	.	.	.	.	.
cf.Sphaerocystis schroeteri		0,9	1,1	6,8	1,1	.	2,3
Chlamydomonas sp. (l=4)		.	.	.	.	.	0,5
Chlamydomonas spp. (l=8-12)		1,2	14,7	.	.	.	.
Closterium acutum v.variabale		0,1	0,2	0,2	3,7	9,2	2,8
Closterium limneticum		0,2	.	.	.	.	0,4
Coelastrum microporum		.	.	0,4	.	.	.
Cosmarium pygmaeum		.	.	.	.	0,2	.
Crucigenia quadrata		.	.	.	.	.	2,0
Crucigenia tetrapedia		.	.	.	.	0,2	0,4
Elakatothrix genevensis		0,1	0,6	3,7	0,1	5,2	2,6
Eudorina elegans		.	.	.	.	.	0,1
Golenkina radiata		0,3	.	.	.	.	.
Gyromitus cordiformis		.	0,1	.	2,1	3,2	.
Kirchneriella contorta		.	.	.	.	0,0	.
Koliella longiseta		0,4	.	.	.	.	.
Koliella sp.		0,7	0,7	0,2	0,0	0,2	0,4

Lagerheimia genevensis	0,2	.	.	.	.	.
Lagerheimia sp. (bare 3 stk)	.	.	0,7	.	.	.
Lobomonas sp.	.	.	.	1,0	.	.
Micractinium pusillum	1,1	0,1	.	.	.	.
Monoraphidium cf.griffithii	0,0	.	.	.	.	1,8
Monoraphidium contortum	1,2	0,2	0,4	0,1	0,2	0,9
Monoraphidium dybowskii	3,8	4,2	2,8	9,0	22,9	5,6
Monoraphidium komarkovae	.	.	.	.	0,1	.
Mougeotia sp. (b = 8-12)	.	.	.	.	.	0,8
Oocystis sp.	.	.	1,2	0,1	.	.
Paramastix conifera	1,0	.	.	.	.	.
Pediastrum boryanum	.	2,0	.	.	.	.
Pediastrum duplex	.	0,7	.	0,7	.	.
Pediastrum duplex var. gracillimum	.	.	0,1	.	.	.
Pediastrum privum	.	1,0	4,1	4,1	1,0	.
Pediastrum tetras	.	0,0	0,1	.	.	.
Polytoma sp.	.	2,5	.	1,2	.	0,6
Quadrigula pfitzeri	.	.	.	.	1,0	0,1
Scenedesmus armatus	0,8	0,8	0,4	0,8	0,8	.
Scenedesmus bicellularis (S. ecornis)	0,4	0,7	1,3	0,2	2,6	2,9
Scenedesmus cf.intermedius	.	0,4	.	.	.	.
Scenedesmus ecornis	0,6	.	3,7	1,2	1,2	1,8
Scenedesmus obliquus	.	.	0,4	.	.	.
Scenedesmus obtusus	4,1	.	.	.	.	.
Scenedesmus opoliensis	.	.	.	.	.	1,7
Spondylosium planum	.	.	0,3	.	0,1	1,1
Staurastrum cf.paradoxum v.parvum	.	.	.	1,4	.	.
Staurastrum cf.sexangulare	.	.	.	1,4	.	.
Staurastrum paradoxum	.	0,3	.	0,5	.	.
Staurastrum pingue	.	28,6	.	.	0,7	.
Staurastrum sexangulare	.	.	1,4	.	.	.
Staurastrum smithii	.	.	.	.	40,9	.
Staurastrum sp.	.	.	2,0	.	.	.
Staurastrum tetracerum	.	.	.	.	0,8	.
Staurodesmus cf.mamillatus	.	.	.	.	.	0,6
Staurodesmus leptodermus	.	.	.	.	.	1,5
Staurodesmus mamillatus	.	.	.	0,4	0,6	.
Tetraedron cf.caudatum	.	0,6	.	.	.	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=10-12)	12,4	6,2	.	1,6	.	0,1
Ubest. kuleformet gr.alge (d=15)	.	36,0	.	.	.	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=18-22)	.	.	8,6	.	17,2	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=6-8)	.	.	.	0,7	.	.
Ubest. kuleformet gr.alge i koloni (d=5)	.	.	1,1	.	.	.
Ubest.ellips.gr.2-flag i slim	.	.	.	.	0,7	.
Ulothrix sp. (b = 7)	.	0,5	.	.	.	.
Willea cf.irregularis	.	.	.	0,0	.	.
Sum - Grønnalger	34,4	108,5	40,0	32,0	125,1	31,0
<b>Chrysophyceae (Gullalger)</b>						
Aulomonas purdyi	0,4	.	0,0	.	.	.
Bicosoeca planctonica	.	.	1,3	.	.	.
Bicosoeca sp.	.	.	.	.	0,5	.
Bitrichia chodatii	.	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2
Bitrichia longispina	0,6	.	.	.	.	.
Chromulina nebulosa	.	0,9	2,0	3,1	0,7	.
Chrysiasterum catenatum	.	.	1,3	0,8	.	.
Chrysolykos planktonicus	1,3	0,3	0,5	.	.	.
Craspedomonader	1,9	0,3	4,3	6,4	4,0	0,3
Dinobryon bavaricum	30,4	2,3	0,5	0,5	10,3	0,9
Dinobryon borgei	0,8	.	0,8	0,3	1,2	.
Dinobryon crenulatum	2,8	0,3	2,1	0,6	3,7	.
Dinobryon cylindricum	.	.	.	0,2	.	.
Dinobryon divergens	7,1	0,0	.	5,2	0,3	0,9
Dinobryon hilliardii	.	0,6	.	.	.	.

Kephyrion cupuliforme	0,3	.	.	.	.	.
Kephyrion planktonicum	1,8	0,4	1,1	.	.	.
Kephyrion skujae	.	0,2	0,6	.	.	.
Kephyrion sp.	3,9	.	.	.	.	.
Løse celler av Synura sp.	.	.	.	.	2,0	.
Løse celler av Uroglena sp.	38,6	208,4	6,7	22,1	4,3	13,5
Løse celler Dinobryon spp.	.	.	.	0,3	.	.
Mallomonas akrokomos	0,5	.	0,5	2,0	1,5	9,2
Mallomonas caudata	.	0,3	2,3	3,6	1,0	0,3
Mallomonas punctifera	1,9	.	.	.	.	.
Mallomonas spp.	6,1	3,1	13,8	12,3	9,2	1,5
Pseudopedinella sp.	24,1	65,7	16,4	7,7	8,8	7,7
Små chrysomonader (<7)	7,2	9,0	3,7	4,8	5,8	2,9
Spiniferomonas sp.	19,7	1,9	2,8	1,9	0,5	.
Store chrysomonader (>7)	17,9	15,3	4,7	9,3	65,1	0,7
Synura sp.	5,1	.	5,1	.	.	.
Uroglena americana koloni	0,2	.	.	.	.	.
Uroglena sp.	.	.	.	.	.	22,0
Sum - Gullalger	172,7	309,2	70,8	81,3	119,3	60,0
Bacillariophyceae (Kiselalger)						
Acanthoceras zachariasii	.	.	.	.	0,6	0,6
Asterionella formosa	1,3	0,9	4,3	2,3	0,6	0,6
Aulacoseira alpigena	2,6	11,3	13,0	65,2	41,7	3,5
Aulacoseira granulata	.	.	3,5	2,3	25,6	4,5
Aulacoseira italica v.tenuissima	8,2	1,9	7,0	7,9	13,1	3,3
Aulacoseira sp.	.	.	.	27,0	.	.
Aulacoseira sp./islandica	7,6	9,7	8,1	.	331,1	106,9
cf.Fragilaria sp. i kjeder	.	.	.	0,2	.	.
cf.Pinnularia sp.	.	.	20,4	.	.	.
Cyclotella sp. (d=6-8)	.	5,6	.	3,5	1,0	.
Cyclotella sp. (diam = 10-15)	.	.	26,4	1,6	7,8	.
Cyclotella sp. (diam = 15-20)	0,2	54,8	54,8	.	43,1	11,7
Diatoma tenuis	5,7	0,2	.	.	0,5	.
Eunotia sp. (l < 80)	.	.	.	.	.	0,1
Fragilaria capucina	.	.	.	.	3,4	.
Fragilaria cf.capucina	1,7	.	.	3,4	.	.
Fragilaria crotonensis	.	.	.	0,7	1,1	.
Fragilaria sp. (l=40-70)	3,1	5,5	0,3	0,2	1,2	0,3
Fragilaria sp. (l=80-150)	3,3	26,2	8,2	4,9	60,5	0,1
Fragilaria ulna (morfortyp"acus")	.	.	.	.	0,4	0,4
Fragilaria ulna (morfortyp"angustissima")	5,1	.	2,0	2,0	1,5	0,8
Fragilaria virescens	.	.	1,8	.	.	.
Navicula sp. (l > 20)	.	.	.	.	0,1	.
Nitzschia cf.gracilis	.	.	.	0,2	.	.
Nitzschia cf.linearis	.	0,3	.	.	.	.
Nitzschia sigmoidea	.	0,3	.	.	.	.
Nitzschia sp. (l=40-50)	.	0,0	.	.	.	0,7
Nitzschia sp. (l=60-80)	.	.	0,1	.	.	.
Pinnularia biceps	.	1,0	.	.	.	.
Rhizosolenia eriensis	0,6	3,4	5,2	.	.	0,9
Rhizosolenia longiseta	17,5	5,5	0,3	2,1	1,8	2,5
Surirella sp.	.	.	13,0	.	.	0,9
Tabellaria fenestrata	.	.	.	.	.	3,5
Tabellaria flocculosa	.	.	.	7,4	1,0	.
Tabellaria flocculosa v.asterionelloides	2,9	1,3	1,3	4,8	3,0	.
Ubest. Naviculoid diatom (l=28)	.	.	.	0,2	.	.
Sum - Kiselalger	59,6	127,7	169,7	135,7	539,0	141,2
Cryptophyceae (Svelgflagellater)						
cf.Chroomonas sp.	.	3,5	.	.	.	.
Cryptaulax sp.	0,4	.	.	.	.	.
Cryptomonas cf.ovata	.	.	0,1	.	.	.

Cryptomonas marssonii	.	0,7	0,2	.	0,1	0,1
Cryptomonas sp. (l=15-18)	3,1	3,1	2,0	4,1	1,0	.
Cryptomonas sp. (l=20-24)	4,9	9,8	9,8	0,8	2,5	2,5
Cryptomonas sp. (l=24-30)	16,4	.	4,1	.	.	.
Cryptomonas sp. (l=30-35)	11,0	.	.	.	.	.
Katablepharis ovalis	4,4	8,8	0,7	2,6	8,8	2,2
Plagioselmis lacustris	0,8	.	0,8	0,8	.	4,1
Plagioselmis nannoplantica	9,8	33,7	13,5	16,6	9,2	12,3
Telonema	.	.	.	0,4	.	.
<b>Sum - Svelgflagellater</b>	<b>50,8</b>	<b>59,6</b>	<b>31,3</b>	<b>25,2</b>	<b>21,6</b>	<b>21,1</b>
<b>Dinophyceae (Fureflagellater)</b>						
Gymnodinium helveticum	.	1,3	.	.	.	1,3
Gymnodinium lacustre	0,7	.	1,4	.	.	.
Gymnodinium lantzschii	5,1	.	2,0	.	2,0	.
Gymnodinium sp. (23*23)	.	34,3	.	.	.	.
Gymnodinium sp. (l=10-12)	.	6,1	.	.	.	.
Gymnodinium sp. (l=14-18)	.	.	.	.	.	0,1
Gymnodinium sp. (l=14-18, blunt hypo)	.	4,9	.	.	.	.
Gymnodinium sp. (l=25)	3,8	.	.	0,2	.	.
Gymnodinium sp. (l=28-30)	.	6,3	1,9	.	.	.
Gymnodinium uberrimum	4,4	0,0	2,9	.	0,7	.
Peridinium cf.cinctum	.	.	.	3,5	10,5	.
Peridinium cunningtonii	0,4	.	.	.	.	.
Peridinium goslaviense	4,2	1,5	.	0,4	.	.
Peridinium sp. (d=20)	.	.	10,2	.	.	.
Peridinium umbonatum	.	6,9	.	.	.	.
<b>Sum - Fureflagellater</b>	<b>18,6</b>	<b>61,4</b>	<b>18,5</b>	<b>4,1</b>	<b>13,3</b>	<b>1,4</b>
<b>Euglenophyceae (Øyealger)</b>						
Euglena cf.oxuris	.	1,7	.	.	.	.
Euglena proxima	.	.	1,0	.	.	.
Trachelomonas cf.volvocinopsis	3,4	.	.	.	.	.
Trachelomonas rugulosa	23,9	.	.	.	.	.
Trachelomonas volvocina	.	.	.	.	8,0	.
Trachelomonas volvocinopsis	.	.	3,4	20,2	.	0,7
Ubest.euglenoid form	.	.	1,1	.	.	.
<b>Sum - Øyealger</b>	<b>27,3</b>	<b>1,7</b>	<b>5,5</b>	<b>20,2</b>	<b>8,0</b>	<b>0,7</b>
<b>Raphidophyceae (Nåleflagellater)</b>						
Gonyostomum semen	1,4	184,8	197,4	519,4	305,2	4,2
<b>Sum - Nåleflagellater</b>	<b>1,4</b>	<b>184,8</b>	<b>197,4</b>	<b>519,4</b>	<b>305,2</b>	<b>4,2</b>
<b>Xanthophyceae (Gulgrønnalger)</b>						
Goniochloris sp.	.	.	3,3	0,1	.	.
<b>Sum - Gulgrønnalger</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3,3</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Haptophyceae (Svepeflagellater)</b>						
Chrysochromulina parva	3,6	20,1	6,4	4,1	27,0	1,3
<b>Sum - Svepeflagellater</b>	<b>3,6</b>	<b>20,1</b>	<b>6,4</b>	<b>4,1</b>	<b>27,0</b>	<b>1,3</b>
<b>Ubestemte taxa</b>						
Ubest.flagellat	1,3	4,0	2,7	.	1,3	.
<b>Sum - Ubestemte tax</b>	<b>1,3</b>	<b>4,0</b>	<b>2,7</b>	<b>0,0</b>	<b>1,3</b>	<b>0,0</b>
<b>My-alger</b>						
My-alger	8,3	25,7	58,5	48,2	75,9	34,2
<b>Sum - My-alge</b>	<b>8,3</b>	<b>25,7</b>	<b>58,5</b>	<b>48,2</b>	<b>75,9</b>	<b>34,2</b>
<b>Sum total :</b>	<b>383,8</b>	<b>951,1</b>	<b>613,1</b>	<b>893,3</b>	<b>1242,7</b>	<b>316,8</b>

## 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](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)