

Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen i Viken, 2021



Hovedkontor

Økernveien 94
0579 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Danmark

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

Internett: www.niva.no

Tittel Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen i Viken, 2021	Løpenummer 7703-2022	Dato 10.02.2022
Forfatter(e) Andreas Ballot	Fagområde Overvåking	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Viken	Sider 26 + vedlegg

Oppdragsgiver(e) Fredrikstad Vann, Avløp og Renovasjonsforetak (FREVAR KF)	Kontaktperson hos oppdragsgiver Renè Karstensen
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 190077

<p>Sammen drag</p> <p>NIVA og FREVAR har gjennomført overvåking av vannkvaliteten i Vestvannet i Sarpsborg og Borredalsdammen i Fredrikstad i 2021, med fokus på fysisk-kjemiske parametere og planteplankton. Resultatene er sammenlignet med data fra de siste fem årene. Gjennomsnittlig konsentrasjon av totalt fosfor har økt litt i Vestvannet-B og gått ned i Borredalsdammen i 2021 sammenlignet med 2020. Gjennomsnittlig konsentrasjon av totalt nitrogen var høyere i Vestvannet-B og lavere i Borredalsdammen i 2021 i forhold til året før. Algebiomassen og klorofyll-konsentrasjonene var lavere i Vestvannet-B og i Borredalsdammen i 2021 sammenlignet med 2020. Algesamfunnet var hovedsakelig sammensatt av arter som er vanlige i lavlandsinnsjøer. I prøven fra Borredalsdammen i oktober var det noe cyanobakterier av slekten <i>Planktothrix</i>, <i>Microcystis</i> og <i>Dolichospermum</i>, da det ble påvist lav konsentrasjon av microcystin. Generelt var det lite cyanobakterier i både Vestvannet-B og Borredalsdammen. Vestvannet-B og Borredalsdammen havnet i «god» økologisk tilstand iht. 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 «ikke egnet» grunnet høye fargetall, men siden FREVAR utfører omfattende behandling av vannet vil det likevel kunne leveres drikkevann av god kvalitet.</p>
--

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

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

Andreas Ballot
Prosjektleder

Åse Åtland
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7439-4
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

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

Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen i Viken, 2021

Forord

Rapporten viser resultatene av FREVAR og NIVAs overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen, Viken, i 2021. Oppdragsgiver har vært FREVAR KF i Fredrikstad. Overvåkingen er gjennomført i henhold til avtale av 27. mars 2020.

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 2017-2020, og data fra Fylkesmannen i Østfold (Østfoldprosjektet).

Ansvarlig for innsamling av prøver og måling av fysiske parametere har vært Lisbeth Haugom 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 skrevet av Andreas Ballot og kvalitetssikret av forskningsdirektør Åse Åtland.

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

Oslo, 10.02.2022

Andreas Ballot
Prosjektleder

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	5
Summary	6
1 Introduksjon	7
1.1 Klassifisering og vurdering av tilstand	8
2 Resultater og diskusjon	10
2.1 Fysisk-kjemiske egenskaper.....	11
2.1.1 Oksygen, temperatur og siktedyp	11
2.1.2 Suspendert stoff	11
2.1.3 TOC og DOC	13
2.1.4 Silikat	14
2.1.5 Næringssalter	15
2.2 Algesamfunnet.....	17
2.2.1 Klorofyll, algemengde og sammensetning	17
2.2.2 Cyanobakterier og cyanotoksiner	21
2.3 Klassifisering av egnethet for drikkevann og økologisk tilstand	22
3 Oppsummering og konklusjoner	24
4 Referanser	26
Vedlegg A	27
A.1 Fysisk-kjemiske analyseresultater	27
A.2 Planteplankton artsliste og biomasseberegning	28

Sammendrag

NIVA og FREVAR har gjennomført overvåking av vannkvaliteten i Vestvannet i Sarpsborg og Borredalsdammen i Fredrikstad i 2021, med fokus på utvalgte fysisk-kjemiske parametere og planteplankton (alger og cyanobakterier). Fra 2021 ble vannprøvene tatt fra et nytt prøvetakingssted i Vestvannet og er derfor merket Vestvannet-B. Resultatene er sammenlignet med data fra de siste fem årene. 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 iht. klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018, Direktoratgruppen, Vanndirektivet 2018).

Gjennomsnittlig konsentrasjon av totalt fosfor har økt litt i Vestvannet-B og gått ned i Borredalsdammen i 2021 sammenlignet med Vestvannet og Borredalsdammen i 2020. Gjennomsnittlig konsentrasjon av totalt nitrogen var høyere i Vestvannet-B og lavere i Borredalsdammen i 2021 i forhold året før. Algebiomassen og klorofyll-konsentrasjonene var lavere i Vestvannet i 2021 sammenlignet med Vestvannet i 2020. I Borredalsdammen har det også vært en nedgang i algebiomasse og klorofyll-konsentrasjon i forhold til 2020. Algesamfunnet var hovedsakelig sammensatt av arter som er vanlige i lavlandsinnsjøer. I prøven fra Borredalsdammen i oktober var det noe cyanobakterier av slekten *Planktothrix*, *Microcystis* og *Dolichospermum*, da det ble påvist lav konsentrasjon av microcystin. Generelt var det lite cyanobakterier i både Vestvannet-B og Borredalsdammen sammenlignet med total algebiomasse.

Vestvannet-B og Borredalsdammen havnet i «god» økologisk tilstand iht. 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 «ikke egnet» grunnet høye fargetall i Vestvannet-B og Borredalsvannet, 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 Viken County, SE Norway 2021

Year: 2022

Author(s): Andreas Ballot

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7439-4

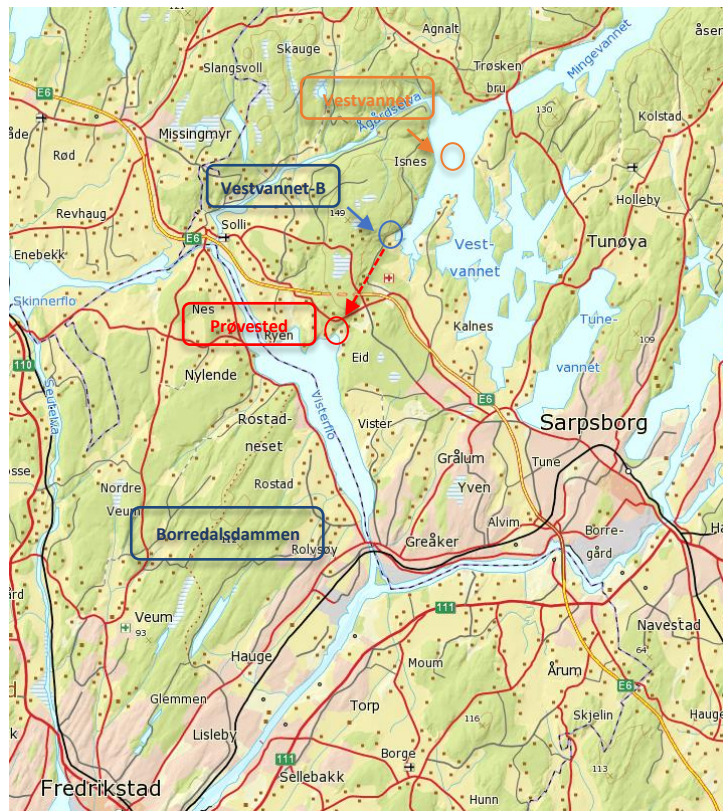
NIVA and FREVAR conducted a monitoring survey of the water quality in Lake Vestvannet in Sarpsborg and Lake Borredalsdammen in Fredrikstad in 2021, focusing on planktonic algae and cyanobacteria. From 2021 the water samples were taken from a new sampling site in Vestvannet and were therefore referred to as Lake Vestvannet-B. 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, Direktoratetsgruppe, Vanndirektivet 2018) is used to classify the ecological status of Lake Vestvannet and Lake Borredalsdammen.

Compared with Lake Vestvannet and Lake Borredalsdammen in 2020, the average concentration of total phosphorus has increased slightly in Lake Vestvannet-B and decreased in Lake Borredalsdammen in 2021. The average concentration of total nitrogen was higher in Lake Vestvannet-B and lower in Lake Borredalsdammen in 2021 compared to Lake Vestvannet and Lake Borredalsdammen in 2020. The algal biomass and chlorophyll concentrations were lower in Lake Vestvannet-B in 2021 compared with Lake Vestvannet in 2020. In Lake Borredalsdammen has also been a decrease in algal biomass and chlorophyll concentration compared to 2020. Most of the algal community consisted of species that are common in lowland lakes. Small amounts of the cyanobacterial genus *Planktothrix*, *Microcystis* og *Dolichospermum* and the toxin microcystin were detected in low concentrations in Lake Borredalsdammen in October 2021. However, the cyanobacterial biomass was generally low in both lakes.

Lake Vestvannet-B and Lake 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 "not suitable", due to increased colour. However, as FREVAR performs extensive treatment of the water it will still be possible to supply drinking water of good quality.

1 Introduksjon

Innsjøene Vestvannet og Borredalsdammen ligger i hhv. Sarpsborg og Fredrikstad kommune (**Figur 1**) i Viken, og utgjør til 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 reservekilde. Anlegget leverer i gjennomsnitt ca. 42 000 m³ vann per døgn.



Figur 1. Kartet viser beliggenheten til Vestvannet-B og Borredalsdammen samt nærliggende vann. Kilde: Norgeskart.no. Fra 2021 ble prøvetakingspunktet i Vestvannet flyttet fra området over innsjøens dypeste punkt (oransje sirkel) til å ta ut vann fra overløpsrennen på Eidet pumpestasjon (rød sirkel). Blå sirkel viser hvor overløpsrennen går ut fra Vestvannet i Isnesbukta. Prøvetakingsstedet vil derfor i 2021 bli omtalt som Vestvannet-B.

Både Vestvannet og Borredalsdammen befinner seg under den marine grense, nær Oslofjorden, og ligger på sure granittbergarter, lokalt overdekket med marin leire. De er imidlertid 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 blandingsskog, med noe tilsig fra turtrafikk, ridning og friluftsliv.

Overvåking av drikkevannskildene startet etter at det i 2006 ble registrert sjenerende lukt i drikkevannet til Fredrikstad. 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 2020). Slike cyanotoksiner produseres av cyanobakterier, for eksempel *Microcystis* eller *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 (2008), Lindholm (2008, 2010a, 2010b og 2011), Haande m.fl. (2012), Hagman (2012, 2014, 2015), Hagman og Hawley (2016), Kile og Hostyeva (2017), Kile og Hagman (2018), Kile og Mutinova (2019), Ballot og Andersen (2020) og Ballot (2021). Overvåkingen ble videreført i 2021 og er i tråd med anbefalinger i klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018, Direktoratetsgruppe, Vanndirektivet 2018). Fram til 2020 har prøvene i Vestvannet blitt tatt over innsjøens dypeste punkt. I 2021 ønsket FREVAR å endre prøvetakingen i Vestvannet og valgte å ta prøver fra Vestvannet fra pumpestasjonen ved Eidet Vannet fra Vestvannet tas inn via en tømmerrenne i Isnesbukta og renner ved selvføll ned mot pumpestasjonen på Eidet ved Visterflo (se **Figur 1**). Prøvetaksstedet vil derfor i 2021 bli omtalt som Vestvannet-B. Sammenligning av resultater fra Vestvannet-B i 2021 med tidligere resultater fra Vestvannet gjøres med det forbeholdet at prøvene er tatt på forskjellige steder og fra forskjellige dyp. I alle figurer med analyseresultater er derfor Vestvannet-B (2021) atskilt fra Vestvannet (2017-2020) med en blå eller rød linje. I den følgende teksten er det bare Vestvannet-B som brukes i stedet for Vestvannet. Målinger av O₂, siktedyp og temperatur har ikke vært gjennomført i 2021 i Vestvannet-B og Borredalsdammen.

1.1 Klassifisering og vurdering av tilstand

Datagrunnlaget for denne rapporten er innhentet ved 6 prøvetakinger i perioden mai til oktober 2021 for Vestvannet-B og Borredalsdammen. Prøver ble tatt den 5. mai, 1. juni, 1. juli, 2. august, 1. september og 5. oktober.

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

- 1) Fysiske parametere og vannkjemi: fargetall (mg/L) Pt, turbiditet (FNU), suspendert stoff (STS) og suspendert gløderest (SGR) (mg/L), løst organisk karbon (DOC, mg/L), og totalt organisk karbon (TOC mg/L). I forhold til tidligere år har fysiske parametere siktedyp, temperatur og oksygen ikke vært målt i 2021.
- 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 2017-2020 inkludert for sammenligning. Data fra Fylkesmannen i Østfold (data før 2007) 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 2021 finnes i vedlegg.

Vestvannet-B og 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-B og Borredalsdammen i 2021. 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 arts-sammensetning (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-B og Borredalsdammen vurderes som eutrofiert, 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. FREVAR har oppgitt tidligere målinger av fargetall i Vestvannet og dette ligger til grunn for fastsettelse av vanntype for Vestvannet. Vi har antatt at Borredalsdammen har samme vanntype som Vestvannet og har 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-B 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 for drikkevann har siden 1997 vært basert på Miljødirektoratets (tidl. KLIF/ SFT) klassifiseringssystem (Andersen, 1997). Med implementeringen av EUs vanndirektiv har det vært behov for en viss justering og oppgradering av disse kriteriene, og NIVA har på oppdrag av 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 2020). 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 (Veileder 02:2018 - Direktoratgruppen vanndirektivet 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

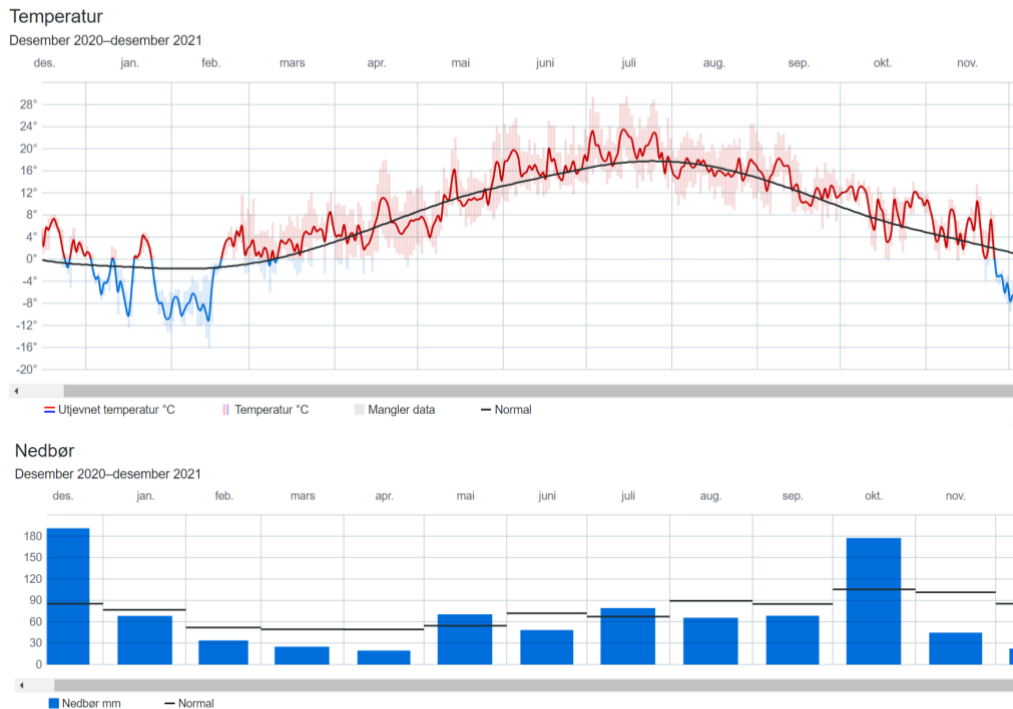
Tabell 2. Relevante parametere for vurdering av egnethet som råvann til drikkevannsforsyning. Klassegrensene er NIVAs forslag til nytt system for klassifisering av overflatevannkilders egnethet som råvann til drikkevannsforsyning (Solheim m.fl., 2008).

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 parametere som ble overvåket, med drøftelser av mulige årsaker, sammenligninger med tidligere data og til slutt klassifisering av både miljøtilstand og egnethet som drikkevann. En sammenligning av resultater fra prøver som er tatt i Eidet i 2021 med tidligere resultater fra prøver som er tatt i overflatevannet i Vestvannet er bare mulig i begrenset grad.

Figur 2 viser temperatur og nedbør i Sarpsborgsregionen fra desember 2020 til november 2021. Det er tydelig at det var over normal nedbør i desember 2020 og i mai, juli og oktober 2021. Det var under normal nedbør i perioden januar til april og august til september 2021. De høyere nedbørmengdene kan ha ført til en økt erosjon i nedbørfeltet og tilførsel av næringsstoffer til innsjøene. Spesielt i juli og oktober kom den økte nedbøren kort tid før neste prøvetaking.



Figur 2. Temperatur og nedbør i Sarpsborg regionen 2020-2021 (YR 2021).

2.1 Fysisk-kjemiske egenskaper

Både de fysisk-kjemiske og biologiske faktorene i en innsjø bestemmes i stor grad av variasjon i temperatur, siktedyp, turbiditet (målt som STS, suspendert stoff) og oksygenkonsentrasjon.

2.1.1 Oksygen, temperatur og siktedyp

Oksygen, temperatur og siktedyp ble ikke målt i sesongen 2021 i Vestvannet-B og Borredalsdammen.

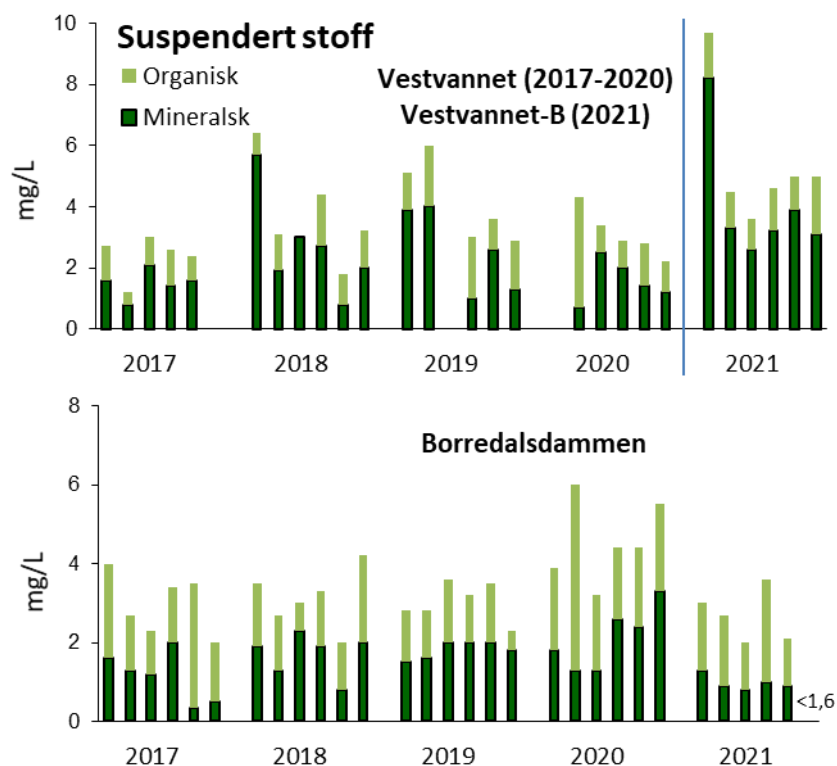
2.1.2 Suspendert stoff

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.

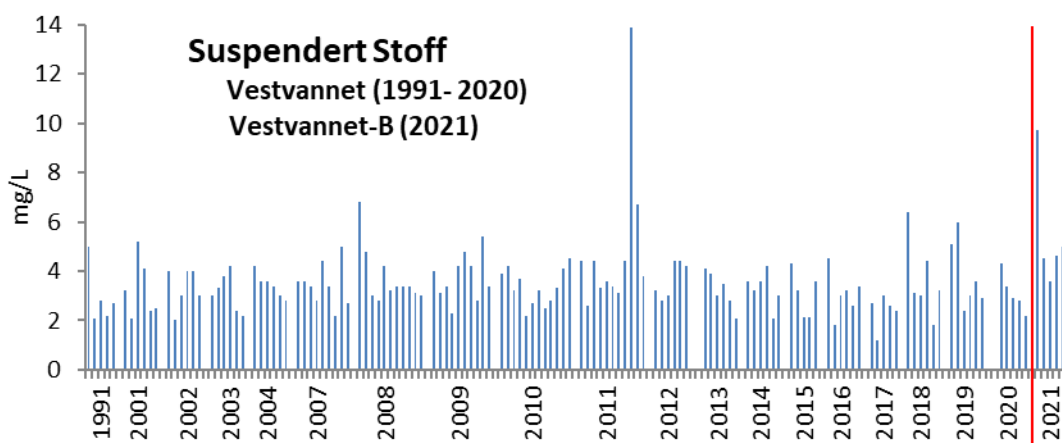
Figur 3 viser partikkelkonsentrasjonen i Vestvannet-B i 2021, i Vestvannet i perioden 2017-2020 og i Borredalsdammen i perioden 2017 - 2021, som totalt suspendert stoff (STS, mg/L) fordelt på de ulike fraksjonene for mineralsk (SGR, hovedsakelig silt og leire) og organisk stoff (STS-SGR, organisk materiale og planteplankton). Generelt er innholdet av partikler moderat til lavt i begge bassenger. I 2021 var den høyeste STS verdien i Vestvannet-B i mai (9,7 mg/L) og det var lavere konsentrasjoner utover prøvetakingsperioden. Den organiske andelen varierte mellom 15 og 38%. STS konsentrasjoner i 2021 var i gjennomsnitt høyere i Vestvannet-B (5,4 mg/L) enn i Vestvannet i perioden 2017 til 2020 (2,4 - 3,8 mg/L). Borredalsdammen viste i 2021 en lavere gjennomsnittlig STS verdi på 2,7 mg/L i forhold til perioden 2017-2020 (3,0 - 4,6 mg/L). De høyeste STS verdiene i 2021 ble målt i august med 3,6 mg/L. Den organiske andelen var med 56,6 - 72,2 % gjennomsnittlig høyere enn i Vestvannet-B i 2021.

Mulige årsaker for endringer i STS verdier kan være endringer i nedbørforhold eller økt snøsmelting om våren. Gjennom hele vinteren 2020 - 2021 var det gjennomsnittlig mindre nedbør enn normalt. I mai 2021 ble det imidlertid målt nedbørsmengder over gjennomsnittet. Disse kan imidlertid ikke forklare de økte STS-verdiene i Vestvannet-B fordi de oppsto i en periode etter prøvetaking. Temperaturen var mest over 0 °C i Sarpsborgregionen fra slutten av februar og framover slik at snøsmeltingen var avsluttet allerede før mai (YR 2021). Men nedbør og snøsmelting i Glomma-nedbørsfeltet kan ha ført til økt erosjon og dermed forklare økte STS-verdier.

Figur 4 viser konsentrasjoner av totalt suspendert stoff i Vestvannet for 1991, for 2001-2004 og for 2007-2020 (basert på NIVAs data og data fra Fylkesmannen i Østfold) og i Vestvannet-B i 2021. 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. I mai 2021 ble det også målt en høyere konsentrasjon på 9,7 mg/L, men da ved prøvepunktet ved Vestvannet-B.



Figur 3. Konsentrasjoner av suspendert stoff (STS, mg/L) for 2017-2020 i Vestvannet, for 2021 i Vestvannet-B og for 2017- 2021 i Borredalsdammen. Fraksjoner av organisk (STS-SGR) og mineralsk stoff (SGR) er markert i lys og mørk grønn.

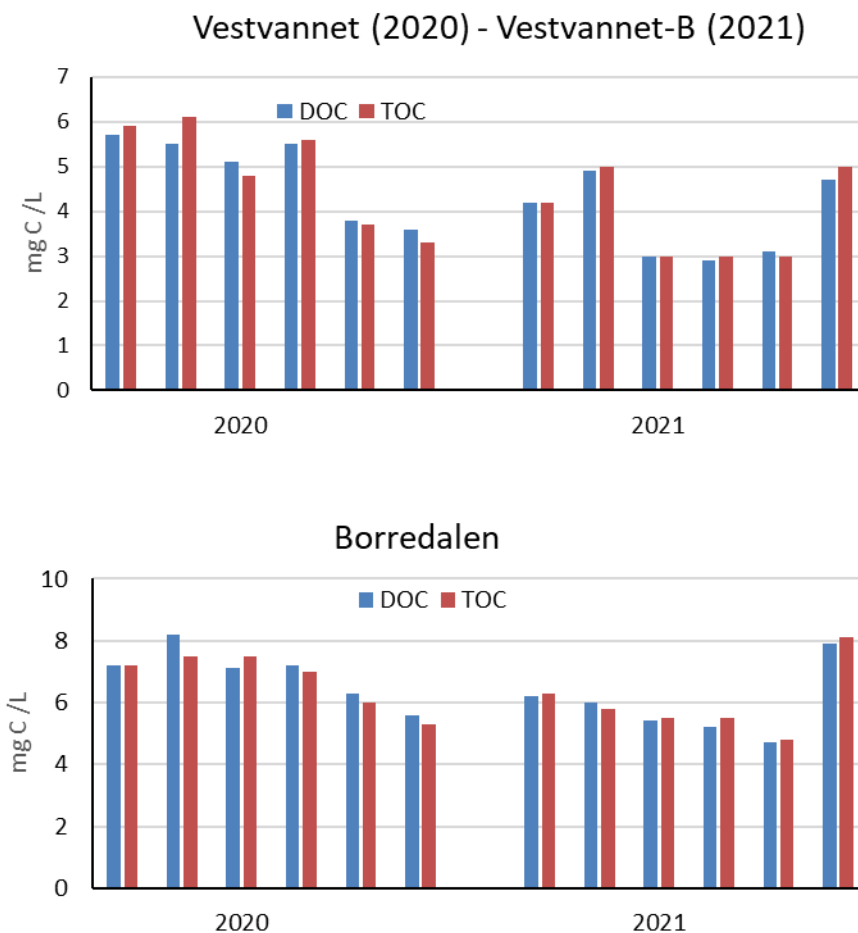


Figur 4. Konsentrasjoner av suspendert stoff i Vestvannet og Vestvannet-B for utvalgte år (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold).

2.1.3 TOC og DOC

Totalt organisk karbon (TOC) er mengden karbon som er bundet i en organisk forbindelse, og brukes ofte som en ikke-spesifikk indikator på vannkvalitet. Løst organisk karbon er en del av totalt organisk karbon og er definert som den fraksjonen som kan passere gjennom et filter med en porestørrelse < 0,22 µm. Organisk karbon som finnes i en innsjø kan være alloktont (stamme fra en kilde i nedbørfelt) eller autoktont (fra en kilde i innsjøen, f.eks. bakterier, plankton, makrofytter, fisk, sediment).

I 2021 var de gjennomsnittlige TOC og DOC- verdiene i Vestvannet-B 3,9 mg C/L og 3,8 mg/CL. TOC varierte mellom 3,0 og 5,0 mg C/L og DOC mellom 2,9 og 4,9 mg C/L. De laveste konsentrasjonene ble målt i juli, august og september. I Borredalsdammen var gjennomsnittlig konsentrasjon av TOC og DOC hhv. 6,0 mg C/L og 5,9 C/L, og dette var høyere enn i Vestvannet-B. TOC varierte mellom 4,8 og 8,1 mg C/L og DOC mellom 4,7 og 7,9 mg C/L. I Borredalsdammen ble de laveste konsentrasjonene målt i august og september (**Figur 5**). I noen tilfeller har DOC vært høyere en TOC i samme prøve. Det kan forklares med at analyseusikkerheten er 20% for TOC og DOC. TOC brukes ofte som en ikke-spesifikk indikator på vannkvalitet. Tiltaksgrense for TOC er følgende: hvis ingen unormal endring er observert er ingen tiltak nødvendig (Mattilsynet 2021). Endringer i DOC og TOC kan for eksempel skyldes endringer i nedbør og tilførsel av alloktont organisk materiale og endringer i planteplanktonsamfunnet i vekstsesongen.



Figur 5. Konsentrasjoner av TOC og DOC (mg/L) for 2020 i Vestvannet og 2021 i Vestvannet-B og for 2020-21 i Borredalsdammen.

2.1.4 Silikat

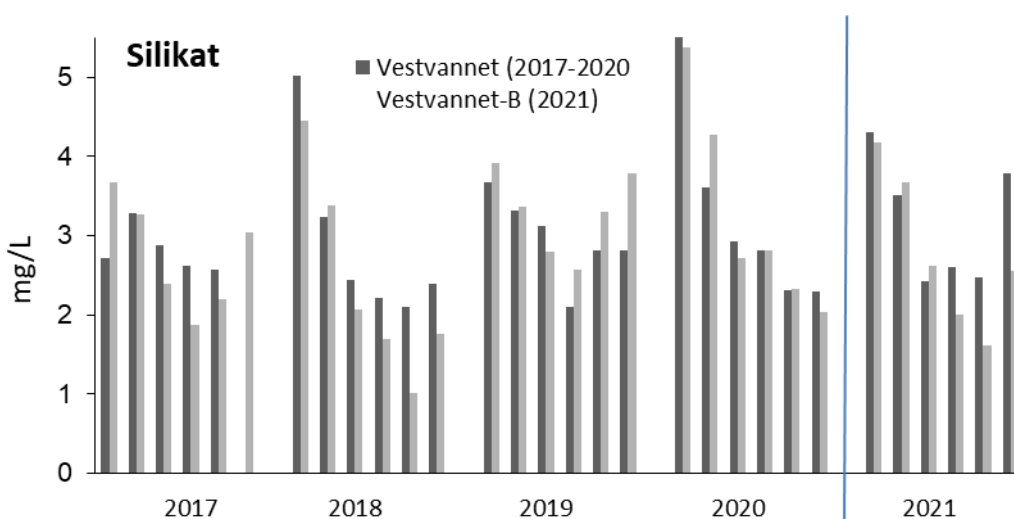
Silikat er et næringsstoff som tilføres vannet fra berggrunnen, og påvirkes i liten grad av menneskelige aktiviteter. En viktig algegruppe – kiselalgene - er avhengige av silikat og har ofte en stabiliserende effekt, ved at de hindrer oppkomsten av problemalger, som f.eks. giftproduserende cyanobakterier. Som hovedregel trenger kiselalgene minst 0,1 mg silikat i vannet. Noen marine arter av kiselalger er kjent for å danne giftstoffer, men ikke ferskvannssarter.

Figur 6 viser konsentrasjoner av silikat (mg/L) gjennom sommerhalvåret i 2021 i Vestvannet-B og i perioden 2017-2020 i Vestvannet og i perioden 2017-2021 i Borredalsdammen. I Vestvannet-B og Borredalsdammen var silikatkonsentrasjonene høyest om våren/forsommeren med en nedgående tendens til september og deretter økte konsentrasjoner i oktober. Når kiselalgene tar opp silikat blir konsentrasjonen i vann redusert utover i vekstsesongen. Vanligvis blir silikat frigjort ved nedbrytning av kiselalger om høsten og konsentrasjonen i vannet øker igjen. I 2021 var middelverdien i Vestvannet-B 3,2 mg/L. Det var sammenlignet med Vestvannet i 2020 en svak nedgang fra 3,3 mg/L. I Borredalsdammen var gjennomsnittsverdien i 2021 2,8 mg/l og dermed under 3,3 mg/l som var gjennomsnittlig konsentrasjon i 2020.

Biomassen av kiselalger i Vestvannet-B var 36 – 661 µg /L i 2021 og dette varierte mer enn i 2020 (110-359 µg/L,). Det høyeste kiselalgebiovolumet i Vestvannet-B ble registrert i mai (661 µg/L) og september (289 µg/L).

I Borredalsdammen var biomassen av kiselalger i 2021 49 – 143 µg/L og det var lavere enn i Vestvannet-B. Det høyeste kiselalgebiovolumet i Borredalsdammen ble registrert i september.

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 knyttet til konkurranse. Blanding av vannmassene om våren og høsten kan også ha bidratt til en viss resirkulering av silikat fra bunnvannet og hindret utarming av dette nøkkelstoffet fra overflatevannet. Resultatene fra 2021 viser høyere konsentrasjoner av silikat om våren, synkende utover sommeren og en økning i høst som i tidligere år (2017-2019). Unntak var 2020 da silikatkonsentrasjonene var lavest i oktober. Årsaken til disse år-til-år-variasjonene er usikre, men silikat er ikke spesielt utsatt for menneskelig påvirkning.



Figur 6. Konsentrasjoner av silikat (mg/L) gjennom sommerhalvåret i Vestvannet-B (2021) og Vestvannet (2017-2020) og Borredalsdammen (2017-2021).

2.1.5 Næringsalter

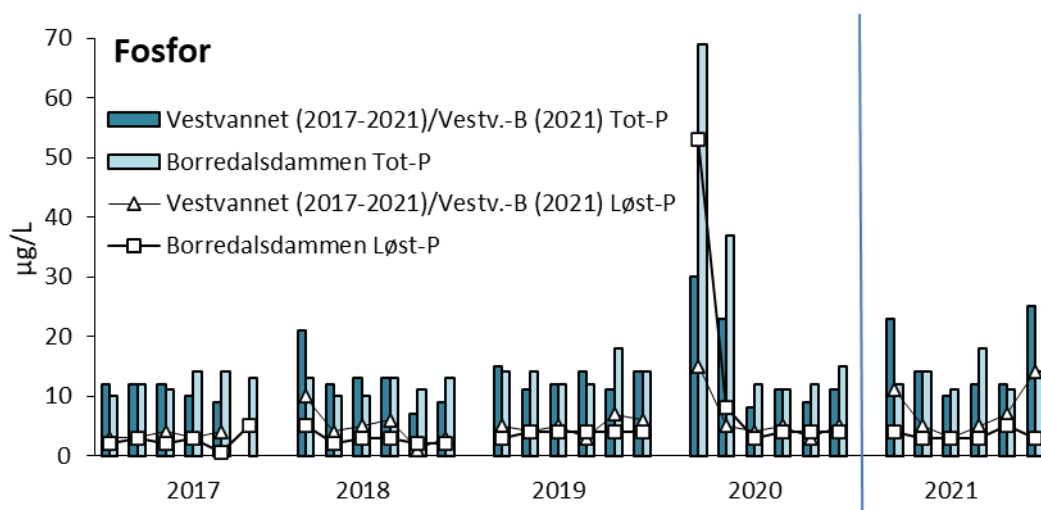
Fosfor og nitrogen er essensielle næringsstoffer for planteplankton. Særlig innholdet av fosfor er ofte utslags-givende for hvor mye alger som dannes. Mange planteplanktonorganismer, bl.a. også giftproduserende cyanobakterier er knyttet til forhøyede verdier av næringsalter, eller har en tendens til 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, målt som totalt fosfor og løst fosfat, er vist for Vestvannet-B i 2021, for Vestvannet i 2017-2020 og for Borredalsdammen i 2017-2021 i **Figur 7**. Årlig gjennomsnittskonsentrasjon av totalt fosfor i Borredalsdammen har vært mellom 12 og 26 $\mu\text{g P/L}$ de fem siste årene (2017-2021). I 2021 var gjennomsnittlig konsentrasjon av totalt fosfor 13 $\mu\text{g/L}$ og dette var mye lavere enn i 2020 (26 $\mu\text{g/L}$). I Vestvannet har årgjennomsnittet av totalt fosfor i 2017-2020 vært mellom 11 og 15 $\mu\text{g P/L}$. I 2021 var gjennomsnittskonsentrasjonen av totalt fosfor på 16 mg/L i Vestvannet-B og klassifiseres i tilstandsklasse «god». Tilstandsklassen var også «god» i Vestvannet i 2020. I Borredalsdammen var totalt fosfor i 2021 gjennomsnittlig på 13 mg/L og dette gir tilstandsklasse «god» tilstand, noe som er en forbedring fra 2020 da tilstandsklassen var «moderat».

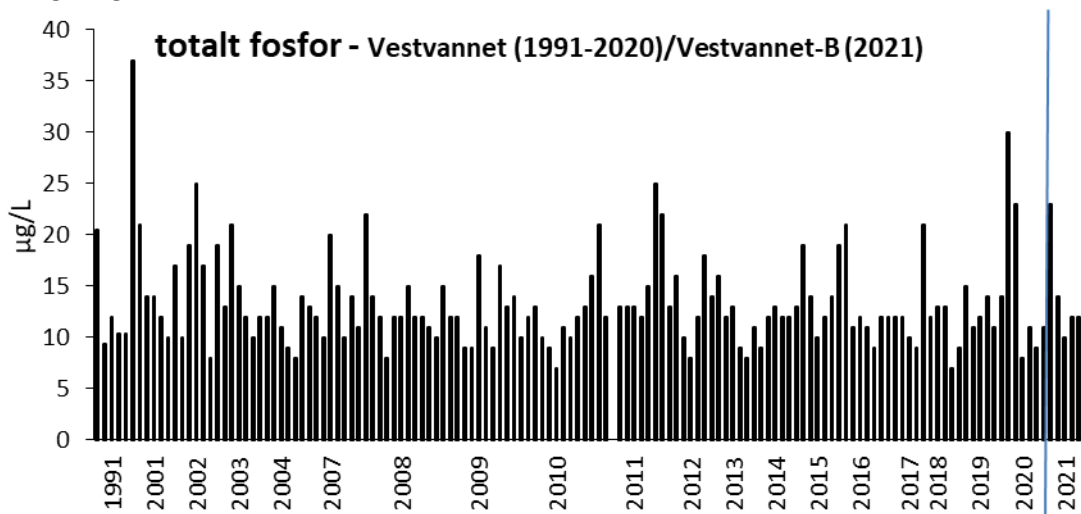
I Vestvannet-B ble det målt relativt høye konsentrasjoner av totalt fosfor i mai og oktober. I forkant av prøvetakingen i oktober kom det økt nedbør (YR 2021, **Figur 2**) som kan ha ført til en økt tilførsel av fosfor. I 2021 var konsentrasjonen av løst fosfat i Vestvannet-B mellom 3 og 14 $\mu\text{g/L}$ og i Borredalsvannet mellom 3 og 5 $\mu\text{g/L}$.

Fosfor er ofte begrensende næringsstoff for algeproduksjonen i ferskvann. Fosfornivåene er også medbestemmende for fastsettelse av trofigrad, og ut fra våre målinger kan Vestvannet og Borredalsdammen karakteriseres som mesotrofe. En betydelig fraksjon av den totale fosformengden er vanligvis bundet til leirpartikler eller humus, og er derfor ikke plantetilgjengelig slik løst fosfater. Man bør følgelig være spesielt oppmerksom på den andelen som foreligger som løst fosfat (linjer i **Figur 7**).



Figur 7. Konsentrasjoner av fosfor i overflatevannet (0-4 m) i Vestvannet-B i 2021, Vestvannet i 2017-2020 og Borredalsdammen i 2017-2021. Søyler angir totalt fosfor, linjer angir løst fosfat.

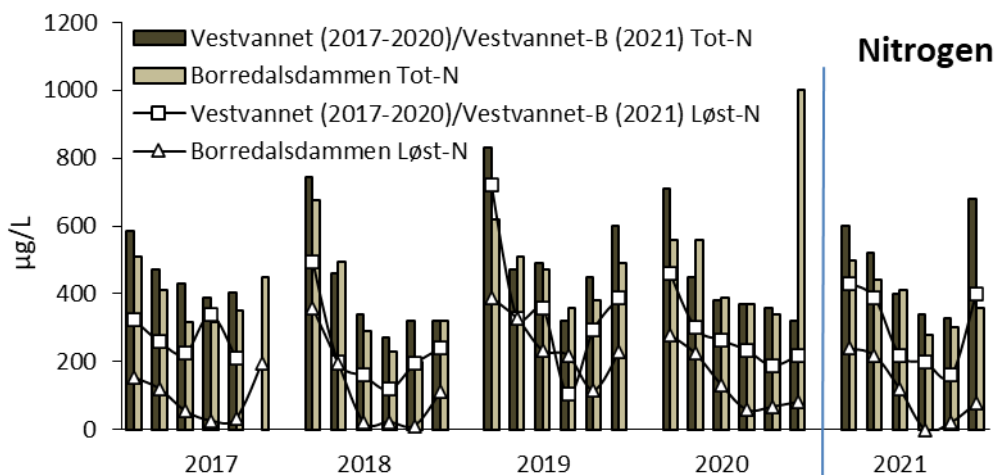
Det er også foretatt en sammenstilling av verdiene for totalt fosfor i Vestvannet for årene 1991, 2001-2004 og 2007-2020 og Vestvannet-B i 2021 (**Figur 8**). Det er ingen målbare trender for de årene som er lagt til grunn.



Figur 8. Konsentrasjoner av totalt fosfor i Vestvannet i periode 1991- 2020 og Vestvannet-B i 2021 (for de år det finnes data for, basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold).

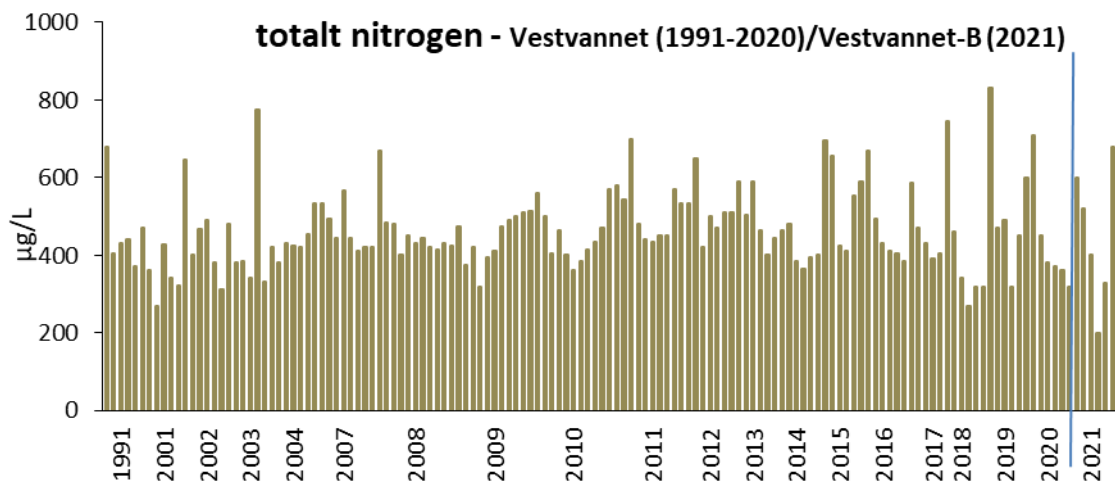
Nitrogen

I 2021 var den totale nitrogenkonsentrasjonen i Vestvannet-B høy i mai og ble gradvis lavere gjennom sesongen til september. Den høyeste nitratkonsentrasjonen ble målt i oktober med 680 mg/L. Borredalsdammen viste samme trend med litt lavere konsentrasjoner (**Figur 9**). Gjennomsnittlig konsentrasjon av totalt nitrogen i Vestvannet-B var 478 µg/L i 2021 og det var noe høyere enn i Vestvannet i 2020 (432 µg/L). I Borredalsdammen var gjennomsnittlig totalt nitrogenkonsentrasjon 382 µg/L i 2021 som var lavere enn i 2020 (537 µg/L) (**Figur 9**).



Figur 9. Totalt nitrogen i overflatevannet i Vestvannet-B (2021), Vestvannet (2017-2020) og Borredalsdammen (2017-2021). Søylar angir totalt nitrogen, og linjer angir løst nitrat-N.

Konsentrasjonen av totalt nitrogen i Vestvannet-B (2021) Vestvannet og (1991-2020) for utvalgte år etter 1991 er vist i **Figur 10**. Det er ingen klare trender for perioden.



Figur 10. Konsentrasjoner av totalt nitrogen i Vestvannet-B (2021) og Vestvannet (1991-2020) for utvalgte år (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold).

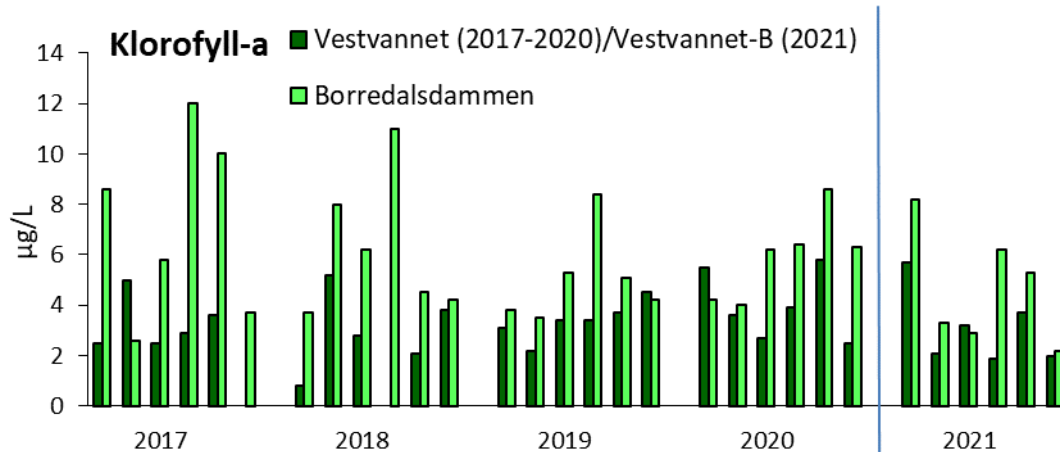
2.2 Algesamfunnet

2.2.1 Klorofyll, algemengde og sammensetning

Mengden cyanobakterier og alger som befinner seg i vannmassene er i stor grad avhengig 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 problemtaksa, 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

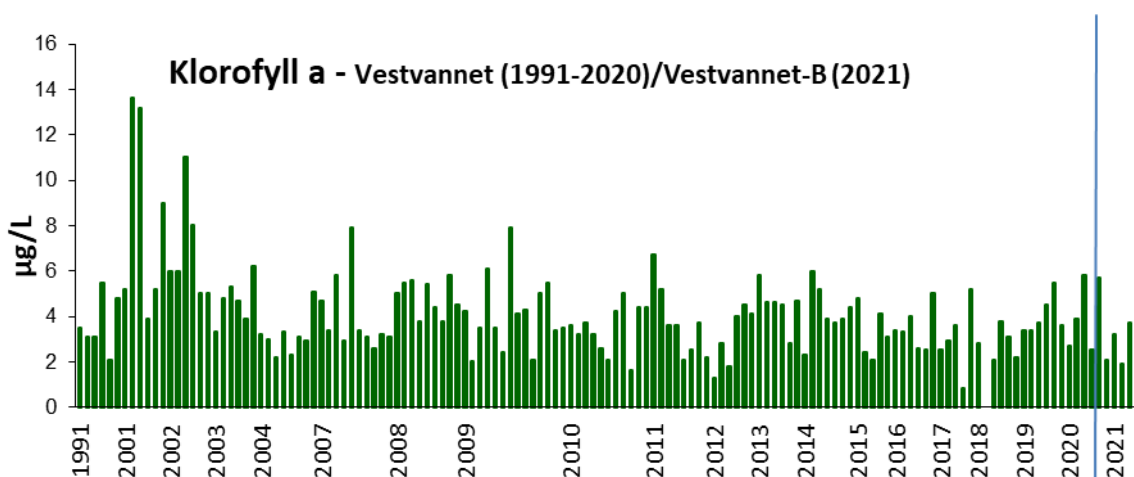
Konsentrasjonen av klorofyll a i overflatevannet i Vestvannet-B (2021), Vestvannet (2017-2020) og Borredalsdammen (2017-2021) i sommersesongene er vist i **Figur 11**. Årsgjennomsnittet i Vestvannet-B var 3,1 µg/L i 2021 og dette var lavere enn i Vestvannet i 2020 (4,0 µg/L). I Borredalsdammen var klorofyll a gjennomsnittlig 4,7 µg/L i 2021, noe som er lavere enn i 2020 (6,0 µg/L). Fra 2017 til 2020 har gjennomsnittsverdiene for Vestvannet ligget på 2,9 – 4,0 µg/L klorofyll a, mens tilsvarende verdier i perioden 2017 til 2021 fra Borredalsdammen var mellom 4,7 og 7,1 µg/L klorofyll a. Borredalsdammen har generelt hatt et noe høyere klorofyllnivå enn Vestvannet-B/Vestvannet, også i 2021. Vanligvis finnes en god sammenheng mellom klorofyll a og planteplanktonbiovolum, men enkeltlokaliteter kan ha store variasjoner i forholdet mellom klorofyll og biovolum avhengig av artssammensetning og lysforhold. I 2021 var sammenhengen mellom klorofyll a og planteplanktonbiomasse i Vestvannet-B tydeligere enn i Borredalsdammen. Den største planteplanktonbiomassen og klorofyll a konsentrasjon i Vestvannet-B var observert i mai. Planteplankton var på denne tiden dominert av kiselalger, svelgflagellater og gullalger. I Borredalsdammen ble den største planteplanktonbiomassen observert i august mens klorofyll a konsentrasjonen var størst i mai (**Figur 11** og **14**). Forskjellige planteplanktongrupper inneholder forskjellige klorofyll a konsentrasjoner i forhold til biovolum. En endring i artssammensetning kan derfor føre til endringer i klorofyll a konsentrasjoner også ved uendret biovolum.



Figur

11. Klorofyll a ($\mu\text{g/L}$) i Vestvannet-B (2021), Vestvannet (2017-2020) og Borredalsdammen (2017-2021).

I **Figur 12** er det vist en sammenstilling av klorofyll a for utvalgte år i Vestvannet (1991, 2001-2004 og 2007-20) og i Vestvannet-B (2021). Det er ingen målbar trend i forhold til tidligere år.



Figur 12. Klorofyll a i Vestvannet (1991, 2001-2004 og 2007-2020) og i Vestvannet-B (2021).

Plantep plankton

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.m^3 , tilsvarende $\mu\text{g/L}$). Slike undersøkelser gir nyttig informasjon fordi de ulike algegruppene har ulik funksjon og økologi, som på forskjellig vis også påvirker 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 også variere i forskjellige algegruppene og cyanobakterier i forhold til biovolum.

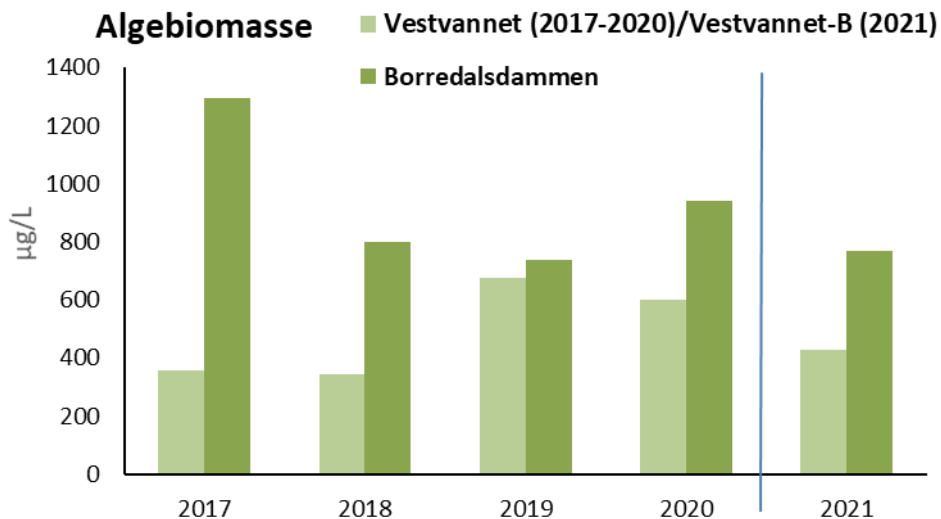
For eksempel inneholder nåleflagellater mer klorofyll i forhold til biovolum mens andre algegrupper, bl.a. svelgflagellater har forholdvis lavt klorofyllinnhold. I noen år kan disse gruppene utgjøre en

betydelig andel av algesamfunnet. Forholdet mellom klorofyll og algebiomasse vil derfor kunne variere gjennom sesongen, ettersom dominerende algegrupper med ulikt innhold av klorofyll også varierer.

Planteplanktonbiomassen har de siste fem årene vært betydelig høyere i Borredalsdammen enn i Vestvannet/Vestvannet-B. Gjennomsnittlig planteplanktonbiomasse i Borredalsdammen i 2021 var 767 $\mu\text{g/L}$ i forhold til 940 $\mu\text{g/L}$ i 2020. I Vestvannet-B i 2021 var planteplanktonbiomasse på 428 $\mu\text{g/L}$ også dette var lavere enn i 2020 i Vestvannet (600 $\mu\text{g/L}$) (**Figur 13 og 14**). I Vestvannet-B og Borredalsdammen gir den gjennomsnittlige planteplankton-biomassen en «svært god» tilstand iht. vannforskriften (**Tabell 4a og 4b**).

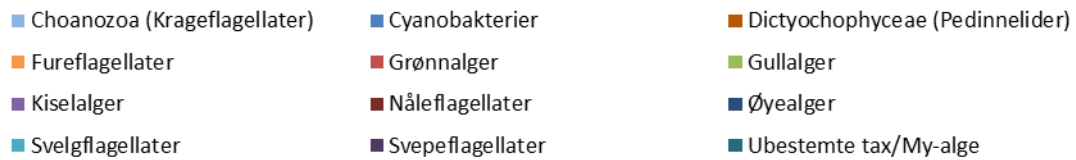
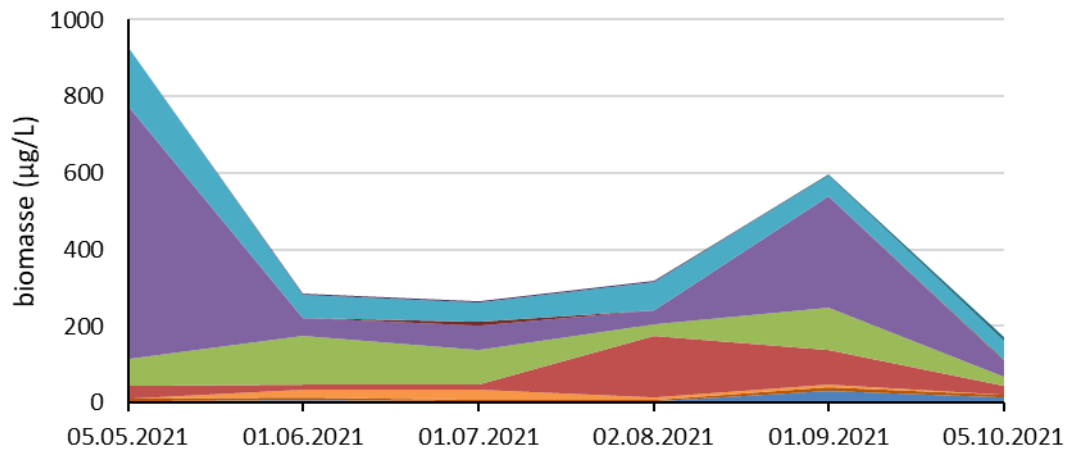
Hovedsakelig var Vestvannet-B og Borredalsdammen i 2021 dominert av de samme algegruppene som i tidligere år i Vestvannet og Borredalsdammen. Begge lokalitetene har en sammensetning av algegrupper som er vanlig i norske innsjøer der det ikke er problemer med eutrofiering eller oppblomstring av cyanobakterier. Gjennom hele vekstsesongen var planteplanktonsamfunnet dominert av svelgflagellater, gullalger og kiselalger. I Vestvannet-B fantes i tillegg en større andel grøninalger fra august til oktober og i Borredalsdammen en større andel fureflagellater i august. I 2021 viste planteplanktonbiomassen i Vestvannet-B en topp i mai og en topp i september. I oktober, mot slutten av sesongen fulgte en betydelig nedgang i biomasse i Vestvannet-B. I tillegg var kiselalger dominerende i mai og september (71,2% og 48,5%) og grøninalger dominerende i august (50,4%). Gullalger forekom med en høyere prosentandel i hele vekstsesongen (7,5 – 45,4%).

I Borredalsdammen var planteplanktonbiomassen høyest i august 2021. Gullalger (9,7 – 47,9%) og svelgflagellater (19,8 – 35,6%) var den mest dominerende algegruppen gjennom hele vekstsesongen. Andelen cyanobakterier var lav i begge innsjøene med under 8,2% i Vestvannet-B og Borredalsdammen (se kap. 2.2.2 for flere detaljer).

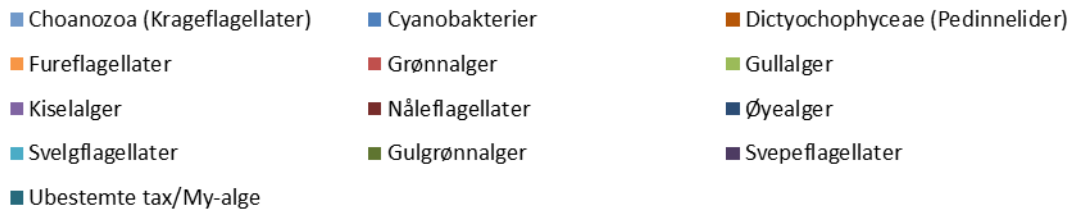
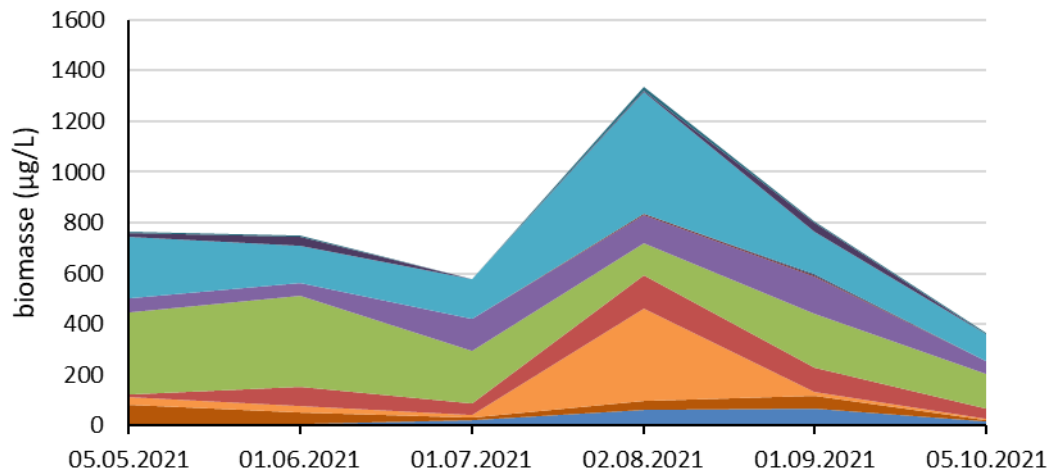


Figur 13. Gjennomsnittlige algebiomasse ($\mu\text{g/L}$) per år i Vestvannet-B (2021), i Vestvannet (2017-2020) og i Borredalsdammen (2017-2021).

Biomasse av algegrupper i Vestvannet-B



Biomasse av algegrupper i Borredalsdammen



Figur 14. Fordeling av ulike algegrupper (µg/L) i overflatevannet for Vestvannet-B og Borredalsdammen for 2021 (merk ulik skala på y-aksen).

I tillegg til cyanobakterier bør man være spesielt oppmerksom på oppblomstring av *Uroglenopsis* (*Uroglena*) eller *Gonyostomum semen* da disse kan også ha negative effekter på økosystemet. Gullalgen *Uroglenopsis* er kjent for å kunne danne store oppblomstringer, ved flere tilfeller også i norske innsjøer. I 2021 ble det kun registrert lave forekomster av *Uroglenopsis* i Vestvannet-B og Borredalsdammen i hele sesongen.

Nåleflagellaten *Gonyostomum semen* betegnes gjerne som en potensiell problemalge som kan danne masseoppblomstringer og fullstendig dominere den totale algebiomassen i enkelte innsjøer. Algen kan gi kløe og ubehag for badende, samtidig som den kan tette filtre i drikkevannskilder når den forekommer i store mengder. I 2021 ble det registrert lave mengder *G. semen* i Vestvannet-B og Borredalsdammen. Denne arten har ofte tilhørt de dominerende algegruppene i Borredalsdammen gjennom sommeren i tidligere år.

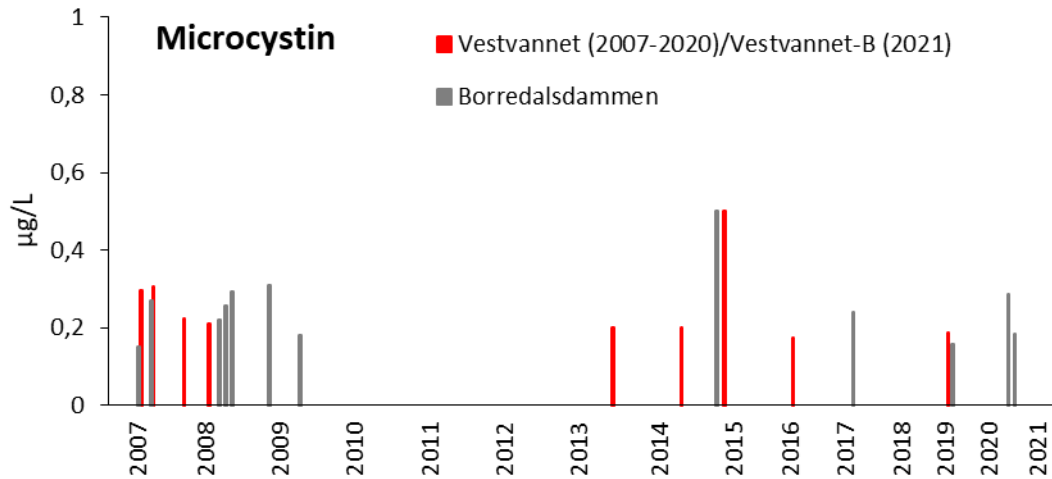
2.2.2 Cyanobakterier og cyanotoksiner

Det finnes noen potensielt microcystin-produserende cyanobakterieslekter i norske innsjøer som *Microcystis*, *Dolichospermum* og *Planktothrix*. I 2021 var gjennomsnittsbiomassene av cyanobakterier i Vestvannet-B og Borredalsdammen lave. I Vestvannet-B ble det observert *Microcystis* i juli, august og oktober, *Dolichospermum* fra august til oktober og *Planktothrix* i juni og oktober med veldig lav biomasse. I Borredalsdammen ble *Microcystis* observert i september og oktober og *Planktothrix* i august til oktober i små mengder. *Dolichospermum* ble derimot observert med lav biomasse i alle prøvene fra juni til oktober i Borredalsdammen.

Slekten *Woronichinia* opptrådte i små mengder i fra august til oktober i Vestvannet-B og over hele vekstperioden i små mengder i Borredalsdammen. *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 2020). Enkelte cyanobakterier kan også produsere andre giftstoffer med bl.a. nevrotoksiske effekter. Microcystiner ble analysert med ELISA hvor deteksjonsgrensen fram til og med 2020 var 0,15 µg/L og fra 2021 var 0,1 µg/L. I oktober 2021 ble microcystiner påvist over deteksjonsgrensen på 0,1 µg/L i Borredalsdammen (0,11 µg/L) (**Figur 15**). Denne konsentrasjonen ligger imidlertid godt under anbefalingen for drikkevann (1 µg/L). På samme tidspunkt ble det observert lav biomasse av potensielt toksinproduserende cyanobakterier av slektene *Planktothrix*, *Microcystis* og *Dolichospermum* i Borredalsdammen. Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen ble satt i gang i 2007 etter at punktmålinger i Vestvannet høsten 2006 hadde vist et innhold av microcystin på 2,8 µg/L. Resultatet for overvåkingen av microcystin for 2007-2021 er vist i **Figur 15**. 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 microcystin i Borredalsdammen i juni, og samme mengde i Vestvannet i juli. Det korrelerte i begge tilfeller med økte mengder *Planktothrix* i planteplanktonsamfunnet. I 2016 ble det observert

microcystin ved en prøvetaking i Vestvannet, godt under anbefalingen for drikkevann. I 2017 ble det kun detektert microcystin ved én prøvetaking; 0,24 µg/L i august. Dette er også godt under anbefalt grenseverdi for drikkevann, og korrelerer med sesongens høyeste biomasse av *Planktothrix*.



Figur 15. Konsentrasjoner av microcystin (µg/L) i overflatevann (0-4 m) fra Vestvannet/Vestvannet-B og Borredalsdammen for perioden 2007-2021. Deteksjonsgrense til 2020: 0,15 µg/L og fra 2021: 0,1 µg/L

2.3 Klassifisering av egnethet for drikkevann og økologisk tilstand

I **Tabell 3** vises vurderingen av egnethet for drikkevann av Vestvannet/Vestvannet-B og Borredalsdammen i 2017-2021. Vestvannet er generelt mer egnet som drikkevann enn Borredalsdammen og det gjelder også i 2021. Dette året har relativt høye fosforverdier blitt målt i Vestvannet-B i mai og oktober 2021, og på grunn av den gjennomsnittlige totalt fosfor-verdien i 2021 er Vestvannet-B derfor fortsatt innenfor kategorien «mindre egnet» for denne parameteren. Videre er Vestvannet-B «egnet» i forhold til klorofyll a nivå, og «godt egnet» med utgangspunkt i microcystin. Det ble ikke målt microcystin over deteksjonsgrensen 0,1 µg/L i hele sommersesongen. Med hensyn til fargetall ligger Vestvannet-B som Vestvannet før i kategorien «ikke egnet» for drikkevann. Det er en tydelig forbedring i Borredalsdammen i forhold til tidligere år. Borredalsdammen ligger i kategorien «ikke egnet» med hensyn til fargetall. Totalt fosfor har forbedret seg til kategorien «mindre egnet» fra «ikke egnet» i 2020. Klorofyll a har forbedret seg fra kategorien «mindre egnet» i 2020 til «egnet» i 2021.

Vurderingen av egnethet for drikkevann baserer seg på Solheim m.fl. (2008), som kun er et forslag til klassifiseringssystem. I drikkevannsforskriften (Mattilsynet, 2021) derimot er det satt grenseverdier per parameter. Overskrides en eller flere grenseverdier må det gjøres 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 3a og **b** viser økologisk tilstand etter vannforskriften (Veileder 02:2018, Direktoratgruppen, Vanndirektivet 2018) for Vestvannet/Vestvannet-B de siste fem år og for Borredalsdammen de siste tre år. I Vestvannet-B er den økologiske tilstanden i 2021 vurdert som «god». Det er likt som i 2020 og 2019 og skyldes at totalt fosfor som er i tilstandsklasse «god» gir fysisk kjemisk vurdering i tilstandsklasse «god». Totalvurderingen av økologiske tilstand blir dermed «god». Den trofiske

indeksen PTI som er basert på indikatorarter i planteplanktonsamfunn har tydelig forbedret seg fra tilstandsklasse «moderat» i 2019 til «svært god» i 2020 er også i 2021 «svært god».

Tabell 4. Vurdering av Borredalsdammens (B.d.) og Vestvannets (V.v.)/Vestvannet-Bs (V.v.-B) egnethet som drikkevann fra 2017 til 2021 iht. Solheim m.fl. (2008).

 Godt egnet  Eget  Mindre egnet  Ikke egnet

Parameter	2017		2018		2019		2020		2021	
	B.d.	V.v.	B.d.	V.v.	B.d.	V.v.	B.d.	V.v.	B.d.	V.v.-B
Farge (mg Pt/L)	30*	31*	-	-	-	-	64	53	60	59
Tot-P (µg/L)	12	11	12	13	14	13	26	15	13	16
Klorofyll a (µg/L)	7,1	3,3	6,3	3,0	5,1	3,2	6,0	4,3	4,7	3,1
Microcystin (µg/L) **	0,24	0	0	0	0,16	0,19	0,29	0	0,11	0

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

** høyest målt microcystin verdi

Den økologiske tilstanden i Borredalsdammen i 2021 er vurdert som «god». Som i Vestvannet-B skyldes det totalt fosfor som er i tilstandsklasse «god». Totalvurdering planteplankton er «svært god» som i 2020.

Tabell 4a. Tilstandsklassifisering av Vestvannet/Vestvannet-B iht. vannforskriften (Veileder 02:2018, Direktoratgruppen, Vanddirektivet 2018) for årene 2017 til 2021.

 Svært god  God  Moderat  Dårlig  Svært dårlig

		Vestvannet				Vestvann.-B
	Parameter	2017	2018	2019	2020	2021
Planteplankton	Klorofyll a (µg/L), årsgjennomsnitt	3,3	3	3,2	4,3	3,1
	Biovolum (mg/L), årsgjennomsnitt	0,30	0,34	0,68	0,60	0,43
	Trofisk indeks, PTI	2,28	2,40	2,72	2,36	2,34
	Maks. biovolum cyanobakterier (mg/L)	0,01	0,05	0,12	0,02	0,03
Totalvurdering planteplankton		Svært god	Svært god	God	Svært god	Svært god
Fysisk-kjemisk	Tot-P (µg/L), årsgjennomsnitt	11	(<)13	(<)13	15	16
Økologisk tilstand		Svært god	Svært god	God	God	God

Tabell 4b. Tilstandsklassifisering av Borredalsdammen iht. vannforskriften (Veileder 02:2018, Direktoratetsgruppe, Vanndirektivet 2018) for 2019-2021.

		Borredalsdammen		
	Parameter	2019	2020	2021
Plante plankton	Klorofyll a ($\mu\text{g/L}$), årsgjennomsnitt	5,1	6,0	4,7
	Biovolum (mg/L), årsgjennomsnitt	0,74	0,94	0,77
	Trofisk indeks, PTI	2,34	2,26	2,16
	Maks. biovolum cyanobakterier (mg/L)	0,21	0,08	0,07
Totalvurdering planteplankton		Svært god	Svært god	Svært god
Fysisk-kjemisk	Tot-P ($\mu\text{g/L}$), årsgjennomsnitt	14	26	(>)13
Økologisk tilstand		God	Moderat	God

3 Oppsummering og konklusjoner

De fysiske parametrene temperatur, oksygen og siktedypet ble ikke målt i 2021 i Vestvannet-B og Borredalsdammen.

Høy mineralisk fraksjon av suspendert stoff på forsommeren og/eller høsten kan tyde på flomepisoder og mye avrenning fra nedbørfeltet og oppstrøms i Glomma. Konsentrasjonen av suspendert stoff i prøven fra Vestvannet-B i mai var høy og kan skyldes en økt andel av organisk og uorganisk materiale som kan forklares med økt nedbør og snøsmelting i mai i Vestvannets nedbørfelt.

Gjennomsnittskonsentrasjonene av totalt fosfor var i 2021 høyere i Vestvannet-B enn i Vestvannet i 2020, men den var lavere i Borredalsdammen i 2021 enn i 2020. Gjennomsnittskonsentrasjonene av totalt nitrogen var lavere i Borredalsdammen, men høyere i Vestvannet-B (sammenlignet med Vestvannet) i forhold til 2020. Sammenligner man de to innsjøene, var konsentrasjonen av totalt fosfor og løst fosfat i 2021 i Vestvannet høyere enkelte måneder og lavere enkelte måneder enn i Borredalsvannet. De lange tidsseriene av totalt fosfor og totalt nitrogen i Vestvannet/Vestvannet-B viser ingen klare trender siden 1991, noe som tyder på at de små variasjonene fra år til år er normale og at de trolig er klimaavhengige. År med mye nedbør kan for eksempel øke næringsstofftilførselen fra nedbørfeltet til innsjøene.

I 2021 var planteplanktonbiomassen lavere i Vestvannet-B i forhold til Vestvannet i 2020. Planteplanktonbiomassen var også lavere i Borredalsdammen 2021. Som i tidligere år var planteplanktonbiomassen i Borredalsdammen høyere enn i Vestvannet-B. Klorofyll a mengden varierer i de forskjellige planteplanktongruppene og det er derfor vanskelig å korrelere med biomassene funnet

på samme tidspunkt. I begge innsjøene dominerte kiselalger, svelgflagellater og gullalgene i hele vekstsesongen 2021. I Vestvannet-B fantes i tillegg en større andel grønnalger i august og september og i Borredalsdammen en større andel fureflagellater i august. Dette er vanlige algegrupper som sjeldent utgjør noen risiko for problematisk algeoppblomstring eller andre negative effekter. I tillegg til disse ble det registrert små mengder cyanobakterier i begge vannene gjennom hele sesongen.

I 2021 ble det målt microcystin over deteksjonsgrensen på 0,1 µg/L i oktober i Borredalsdammen (0,11 µg/L), men denne konsentrasjonen var langt under anbefalt grenseverdi for drikkevann (1 µg/L). Microcystinverdien er sannsynligvis relatert til de lave biomassene av *Planktothrix* og *Microcystis* som ble observert i Borredalsdammen på samme tidspunkt og er kjente produsenter av microcystiner i norske innsjøer.

Med hensyn til egnethet for drikkevann havnet begge vannene i 2021 i kategorien «ikke egnet». Det var fargetall som trakk Vestvannet-B og Borredalsdammen ned. Klassifiseringen forutsetter imidlertid kun enkel filtrering og desinfisering, og siden FREVAR utfører omfattende behandling vil drikkevannet likevel være av god kvalitet. Etter vannforskriften ble økologisk tilstand i Vestvannet-B klassifisert til «god» i 2021, den samme tilstand som i 2020 i Vestvannet. Det er konsentrasjonen av totalt fosfor som indikerte "god" status ved Vestvannet-B i 2021 og Vestvannet i 2020. Totalvurdering planteplankton i Vestvannet-B i 2021 er svært god som i Vestvannet i 2020. Økologisk tilstand i Borredalsdammen er klassifisert som «god» i 2021 og dette er en endring fra «moderat» tilstand i 2020. Det skyldes en nedgang i konsentrasjonen av totalt fosfor og en endring fra «moderat» til «god» tilstand.

4 Referanser

- Andersen, J.R. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT veiledning 97:04.
- Ballot, A. (2021). Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen i Østfold, 2020. NIVA-rapport 7582-2021.
- Ballot, A., Andersen E.E. (2020). Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen i Østfold, 2019. NIVA-rapport 7452-2020.
- 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.
- 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
- Lindholm, M. 2008. Overvåking av Vestvannet/Borredalsdammen i Østfold, 2008. NIVA-rapport 5718-2008.
- Lindholm, M. 2010a. Overvåking av Vestvannet/Borredalsdammen i Østfold, 2009. NIVA-rapport 5905-2010.
- Lindholm, M. 2010b. 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, 2021. Veiledning til drikkevannsforskriften. Mattilsynet.
https://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/drikkevann/veileder_til_drikkevannsforskriften.26628/binary/Veileder%20til%20drikkevannsforskriften
- Rohrlack, T. og M. Lindholm. 2008. Overvåking av Vestvannet/Borredalsdammen i Østfold, 2007. NIVA rapport 5527-2008.
- 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/>
- WHO 2020. Cyanobacterial toxins: microcystins. Background document for development of WHO Guidelines for drinking-water quality and Guidelines for safe recreational water environments. Geneva: World Health Organization; 2020 (WHO/HEP/ECH/WSH/2020.6).
- Yr 2021: <https://www.yr.no/nb/historikk/graf/5-3190/Norge/Viken/Sarpsborg/Sarpsborg?q=siste-13-m%C3%A5neder>.

Vedlegg A.

A.1 Fysisk-kjemiske analyseresultater

Dato	FARGETALL (mg/L) Pt		TURBIDITET (FNU)	
	Vestvannet-B	Borredalsdammen	Vestvannet-B	Borredalsdammen
05.05.2021	90	66	12,7	3,09
01.06.2021	61	62	4,31	2,21
01.07.2021	36	54	3,27	2,04
02.0820.21	40	56	5,76	2,95
01.0920.21	35	38	3,98	1,74
05.10.2021	99	76	13,8	3,07

Vestvannet-B										
Variabel	STS	SGR	Tot-P	PO4-P	Tot-N	NO3-N	SiO2-Si	KLA/S	DOC	TOC
Dato	mg/l	mg/l	µg P/l	µg P/l	µg N/l	µg N/l	µg SiO2/l	µg/l	mg C/l	mg C/l
05.05.2021	9,7	8,2	23	11	600	430	4310	5,7	4,2	4,2
01.06.2021	4,5	3,3	14	5	390	520	3510	2,1	4,9	5,0
01.07.2021	3,6	2,6	10	3	400	220	2430	3,2	3,0	3,0
02.0820.21	4,6	3,2	12	5	340	200	2610	1,9	2,9	3,0
01.0920.21	5,0	3,9	12	7	330	160	2470	3,7	3,1	3,0
05.10.2021	5,0	3,1	25	14	680	400	3790	2	4,7	5,0

Borredalsdammen										
Variabel	STS	SGR	Tot-P/L	PO4-P	Tot-N/L	NO3-N	SiO2-Sj	KLA/S	DOC	TOC
Dato	mg/l	mg/l	µg P/l	µg P/l	µg N/l	µg N/l	µg SiO2/l	µg/l	mg C/l	mg C/l
05.05.2021	3,0	1,3	12	4	500	240	4180	8,2	6,2	6,3
01.06.2021	2,7	0,9	14	3	440	220	3670	3,3	6,0	5,8
01.07.2021	2,0	0,8	11	3	410	120	2620	2,9	5,4	5,5
02.0820.21	3,6	1,0	18	3	280	<2	2000	6,2	5,2	5,5
01.0920.21	2,1	0,9	11	5	300	21	1610	5,3	4,7	4,8
05.10.2021	<1,6	<1,6	14	3	360	79	2550	2,2	7,9	8,1

A.2 Planteplankton artsliste og biomasseberegning

(verdier gitt i µg/L (=mg/m³ våtvekt))

Vestvannet-B							
Dato	05.05.2021	01.06.2021	01.07.2021	02.08.2021	01.09.2021	05.10.2021	
Dyp	0	0	0	0	0	0	0
Cyanobacteria							
(Cyanobakterier)							
<i>Anathece clathrata</i>	.	.	.	.	0,1	.	.
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	.	0,0	0,8	1,0	0,9	0,2	.
<i>Aphanothece</i>	.	.	.	0,4	0,4	0,0	.
<i>Dolichospermum</i>	.	.	.	.	.	0,0	.
<i>Dolichospermum lemmermannii</i>	.	.	.	.	7,4	4,5	.
<i>Dolichospermum solitarium</i>	.	.	.	0,4	.	.	.
<i>Dolichospermum viguieri</i>	.	.	.	.	14,1	.	.
<i>Jaaginema</i>	0,4	1,9	0,5	0,1	2,3	0,2	.
<i>Limnothrix redekei</i>	.	.	.	.	2,0	.	.
<i>Merismopedia tenuissima</i>	.	.	0,0	0,1	.	0,0	.
<i>Microcystis</i>	.	.	.	2,1	.	2,0	.
<i>Microcystis smithii</i>	.	.	0,1	.	.	.	.
<i>Planktothrix agardhii</i>	.	.	.	.	.	2,0	.
<i>Planktothrix prolifica</i>	.	2,1	.	.	.	0,7	.
<i>Pseudanabaena</i>	0,2	.	.	0,1	0,2	0,9	.
<i>Pseudanabaena limnetica</i>	.	.	0,0	.	.	.	.
<i>Snowella lacustris</i>	.	.	.	.	0,2	.	.
<i>Synechococcus</i>	.	.	.	.	.	0,1	.
<i>Woronichinia naegeliana</i>	.	.	0,2	1,3	2,8	3,4	.
Sum - Cyanobakterier	0,6	4,0	1,6	5,4	30,5	13,9	.
Charophyta/Chlorophyta							
(Grønnalger)							
<i>Botryococcus braunii</i>	.	.	.	.	57,7	.	.
<i>Chlamydomonas</i> (l=4)	.	0,1	.	0,5	0,4	.	.
<i>Chlamydomonas</i> (l=5-6)	0,4	0,4	0,9	.	1,0	0,1	.
Chlorophyta	1,0	1,6	0,2	0,6	.	0,5	.
Chlorophyta, spherical cells	.	0,5	.	0,7	.	.	.
Chlorophyta, spherical cells (d=3)	0,6	.	0,6	.	0,2	1,4	.
Chlorophyta, spherical cells (d=5)	1,1	.	0,3	.	1,3	1,6	.
Chlorophyta, spherical cells (d=6)	.	1,3	.	.	.	.	.
Chlorophyta, spherical cells (d=8)	.	.	.	1,1	.	.	.
<i>Closterium acutum</i> var. <i>variabile</i>	.	.	1,8	0,0	3,7	5,5	.
<i>Coelastrum microporum</i>	.	.	0,9	.	.	.	.
<i>Coelastrum sphaericum</i>	.	.	.	.	1,9	.	.
<i>Cosmarium</i>	.	.	.	.	2,3	.	.
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	.	.	.	0,6	1,4	0,8	.
<i>Dictyosphaerium</i> (d=3)	.	.	.	.	0,3	.	.
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>	.	.	.	5,2	.	.	.
<i>Elakatothrix genevensis</i>	0,1	1,7	.	1,1	.	.	.

Vestvannet-B						
Dato	05.05.2021	01.06.2021	01.07.2021	02.08.2021	01.09.2021	05.10.2021
Dyp	0	0	0	0	0	0
<i>Eudorina elegans</i>	.	.	.	30,5	4,0	3,7
<i>Gyromitus cordiformis</i>	12,9	.	.	4,3	.	.
<i>Lagerheimia genevensis</i>	.	.	0,1	.	.	.
<i>Lemmermannia komarekii</i>	.	.	.	.	.	0,2
<i>Lobomonas</i>	4,1	2,0	.	2,0	6,1	.
<i>Monoraphidium contortum</i>	11,3	1,8	1,4	0,2	0,2	1,1
<i>Monoraphidium dybowskii</i>	.	0,3	1,7	4,5	4,7	2,1
<i>Monoraphidium griffithii</i>	.	0,3	.	.	0,3	0,3
<i>Monoraphidium komarkovae</i>	2,1	.	0,3	0,0	.	.
<i>Monoraphidium minutum</i>	.	0,3	0,1	0,8	1,0	0,4
<i>Oocystis</i>	.	.	0,2	4,5	0,2	.
<i>Pediastrum duplex</i>	.	.	5,0	.	.	.
<i>Pseudopediastrum boryanum</i>	.	.	.	.	.	0,3
<i>Scenedesmus</i>	0,2	.	.	0,6	1,1	.
<i>Scenedesmus ecornis</i>	0,2	0,2	0,2	.	.	.
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	.	2,1	.	.	.	5,5
<i>Spondylosium planum</i>	.	.	0,1	.	0,4	0,2
<i>Staurastrum pachyrhynchum</i>	.	.	.	.	.	0,5
<i>Staurastrum paradoxum</i>	.	.	.	0,3	.	.
<i>Stauridium tetras</i>	.	.	0,0	.	.	0,0
<i>Staurodesmus</i>	.	.	.	.	0,8	.
<i>Staurodesmus leptodermus</i>	.	.	.	.	1,5	.
<i>Tetraëdron minimum</i>	0,3	.	.	.	.	.
<i>Xanthidium antilopaeum</i>	.	.	.	1,2	.	.
<i>Xanthidium subhastiferum</i>	.	.	.	102,1	.	.
Sum - Grønnalger	34,2	12,9	13,9	160,8	90,6	24,3
Chrysophyceae/Synurophyceae						
(Gullalger)						
<i>Bicosoeca</i>	.	.	.	.	0,4	.
<i>Bicosoeca planktonica</i>	.	0,8	.	.	.	0,5
<i>Bitrichia chodatii</i>	.	.	.	.	0,3	.
<i>Chrysolykos planctonicus</i>	.	.	0,3	.	.	.
Chrysophyceae (<7)	25,2	32,9	46,5	14,1	41,7	9,3
Chrysophyceae (>7)	6,6	26,5	26,5	11,9	14,6	8,0
<i>Dinobryon</i>	0,5	.	1,5	.	.	.
<i>Dinobryon bavaricum</i>	.	29,4	0,6	.	2,0	.
<i>Dinobryon borgei</i>	0,1	0,2	0,6	.	0,3	.
<i>Dinobryon crenulatum</i>	.	.	1,8	.	.	.
<i>Dinobryon divergens</i>	.	2,0	0,8	0,3	3,6	.
<i>Dinobryon sociale</i>	.	1,1	.	.	.	.
<i>Dinobryon suecicum</i>	.	0,2	1,3	.	.	.
<i>Kephyrion</i> (l=4.5)	.	0,1	.	.	.	.
<i>Kephyrion boreale</i>	.	.	0,3	.	.	.
<i>Kephyrion ovale</i>	.	.	0,3	.	.	.
<i>Mallomonas</i>	15,4	9,2	0,2	.	.	.
<i>Mallomonas akrokomos</i>	1,2	1,2	0,0	1,2	4,9	0,0
<i>Mallomonas caudata</i>	.	.	.	.	.	0,3
<i>Mallomonas punctifera</i>	16,8	.	.	.	.	.

Vestvannet-B							
	Dato	05.05.2021	01.06.2021	01.07.2021	02.08.2021	01.09.2021	05.10.2021
	Dyp	0	0	0	0	0	0
<i>Spiniferomonas</i>		0,5	2,3	0,9	.	2,8	1,9
<i>Synura</i>		.	.	.	2,0	.	.
<i>Synura</i> (l=20)		3,3	9,8	6,5	.	6,5	.
<i>Synura</i> (l=9-11)		.	1,0	.	.	.	.
<i>Uroglenopsis americana</i>		.	12,7	2,8	.	34,3	2,3
Sum - Gullalger		69,7	129,7	91,0	29,6	111,5	22,4
Bacillariophyta (Kiselalger)							
<i>Acanthoceras zachariasii</i>		.	.	2,5	.	1,2	.
<i>Achnanthes</i>		3,3	.	0,4	.	.	0,4
<i>Asterionella formosa</i>		13,5	2,8	7,5	3,4	197,7	2,8
<i>Aulacoseira alpigena</i>		6,9	.	.	.	15,6	3,5
<i>Aulacoseira granulata</i>		.	.	2,7	.	.	.
<i>Aulacoseira islandica</i>		478,5	1,2	8,7	.	.	4,8
<i>Aulacoseira islandica</i> subsp. <i>helvetica</i>		.	.	.	3,4	1,9	4,0
<i>Aulacoseira italica</i>		106,8	.	.	.	.	.
<i>Aulacoseira italica</i> var. <i>tenuissima</i>		.	2,6	2,1	.	19,8	14,7
<i>Cyclotella</i> (d=10-15)		6,2	6,2	3,1	6,2	9,3	0,2
<i>Cyclotella</i> (d=15-20)		7,8	.	.	.	.	.
<i>Cyclotella</i> (d=5-8)		.	.	.	1,2	.	.
<i>Cyclotella</i> (d=8-12)		.	.	8,6	.	.	5,7
<i>Cymbella</i>		8,0	.	.	.	.	.
<i>Diatoma tenue</i>		.	3,1	.	0,3	2,0	0,5
<i>Fragilaria colony</i> (l=20-30)		1,6	.	.	.	.	.
<i>Fragilaria crotonensis</i>		0,2	.	0,8	.	13,2	0,2
<i>Gomphonema</i>		0,7	.
<i>Melosira varians</i>		.	.	.	2,7	.	.
<i>Navicula</i> (l=10-15)		.	0,4	.	.	.	.
<i>Nitzschia</i> (l=10-20)		2,0	.	.	0,7	.	1,6
<i>Nitzschia</i> (l=25-30)		.	.	.	0,9	.	.
<i>Nitzschia sigmoidea</i>		10,2	.
<i>Surirella elegans</i>		2,4	.	.	.	.	.
<i>Tabellaria fenestrata</i>		.	.	16,5	.	.	.
<i>Tabellaria flocculosa</i>		1,5	1,7	.	2,7	.	1,0
<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>asterionelloides</i>		.	.	.	3,0	.	.
<i>Ulnaria</i> (l=110-120)		16,3	6,5	0,1	.	.	.
<i>Ulnaria</i> (l=30-40)		.	3,3	4,1	0,8	.	0,8
<i>Ulnaria</i> (l=40-70)		1,6	.	.	.	11,4	.
<i>Ulnaria</i> (l=80-100)		.	2,5	.	9,8	.	.
<i>Ulnaria acus</i>		.	.	0,4	.	2,0	.
<i>Ulnaria delicatissima</i> var. <i>angustissima</i>		.	4,2	.	0,4	.	.
<i>Ulnaria ulna</i>		0,2
<i>Urosolenia eriensis</i>		.	.	3,1	0,6	4,3	.
<i>Urosolenia longiseta</i>		4,3	9,8	3,7	.	.	0,1
Sum - Kiselalger		661,0	44,2	64,0	36,0	289,3	40,2

Vestvannet-B							
Dato	05.05.2021	01.06.2021	01.07.2021	02.08.2021	01.09.2021	05.10.2021	
Dyp	0	0	0	0	0	0	0
Dictyochophyceae							
(Pedinnelider)							
<i>Pseudopedinella</i>	6,6	9,9	5,5	1,1	10,9	5,5	
Sum - Pedinnelider	6,6	9,9	5,5	1,1	10,9	5,5	
Raphidophyceae							
(Nåleflagellater)							
<i>Gonyostomum semen</i>	.	1,4	9,8	.	.	1,4	
Sum - Nåleflagellater	0,0	1,4	9,8	0,0	0,0	1,4	
Cryptophyta (Svelgflagellater)							
<i>Cryptomonas (l=12-15)</i>	19,6	20,4	.	.	1,6	.	
<i>Cryptomonas (l=15-18)</i>	.	.	12,3	.	.	4,1	
<i>Cryptomonas (l=20-22)</i>	19,6	.	.	4,9	4,9	9,8	
<i>Cryptomonas (l=24-30)</i>	8,2	32,7	16,3	40,8	.	24,5	
<i>Cryptomonas (l=30-35)</i>	88,2	.	.	.	11,0	.	
<i>Katablepharis ovalis</i>	7,4	2,6	4,0	0,7	4,4	0,4	
<i>Plagioselmis nannoplanctica</i>	9,2	5,5	18,4	28,2	31,2	11,0	
Sum - Svelgflagellater	152,1	61,2	51,0	74,7	53,2	49,8	
Haptophyta (Svepeflagellater)							
<i>Chrysochromulina parva</i>	1,1	1,3	0,5	0,2	0,8	.	
Sum - Svepeflagellater	1,1	1,3	0,5	0,2	0,8	0,0	
Dinophyceae (Fureflagellater)							
<i>Gymnodinium (l=12)</i>	.	.	6,1	.	6,1	.	
<i>Gymnodinium (l=14-16)</i>	.	17,2	.	8,6	.	.	
<i>Gyrodinium helveticum</i>	.	.	.	.	.	1,3	
<i>Peridinium</i>	.	0,6	19,2	.	.	.	
Sum - Fureflagellater	0,0	17,8	25,4	8,6	6,1	1,3	
Euglenophyta (Øyealger)							
<i>Euglena</i>	.	.	.	0,6	.	.	
<i>Lepocinclis globulus</i>	.	.	.	.	.	0,5	
<i>Trachelomonas volvocina</i>	.	.	.	.	.	0,1	
Sum - Øyealger	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,6	
Choanozoa (Krageflagellater)							
<i>Aulomonas purdyi</i>	0,8	0,8	.	.	.	.
Krageflagellater	0,5	.	0,8	.	.	0,3	
<i>Stelexomonas dichotoma</i>	0,6	0,8	.	.	.	.
Sum - Krageflagellater	1,9	1,6	0,8	0,0	0,0	0,3	
Ubestemte taksa							
µ-alger, Picoplankton	0,6	2,0	2,3	2,3	3,5	11,2	
Sum - Ubestemte taksa	0,6	2,0	2,3	2,3	3,5	11,2	
Sum total :	927,9	285,9	265,8	319,2	596,5	171,0	

Borredalsdammen							
Dato	05.05.2021	01.06.2021	01.07.2021	02.08.2021	01.09.2021	05.10.2021	
Dyp	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	
Cyanobacteria (Cyanobakterier)							
<i>Anathece clathrata</i>	.	.	.	16,4	.	.	
<i>Anathece minutissima</i>	.	.	1,5	.	.	.	
<i>Aphanizomenon</i>	0,2	
<i>Aphanizomenon gracile</i>	2,3	.	
<i>Aphanocapsa</i>	1,0	.	.	.	.	.
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	.	0,2	2,0	7,4	1,8	0,7	
<i>Aphanothece</i>	.	0,2	.	.	0,5	0,9	
<i>Cyanodictyon</i>	0,1	.	
<i>Dolichospermum lemmermannii</i>	.	3,3	12,2	4,6	14,8	4,2	
<i>Dolichospermum viguieri</i>	1,4	.	
<i>Jaaginema</i>	.	.	.	0,1	.	0,2	
<i>Limnothrix redekei</i>	0,6	.	
<i>Merismopedia tenuissima</i>	.	0,1	3,2	0,2	41,4	.	
<i>Merismopedia warmingiana</i>	0,0	
<i>Microcystis novacekii</i>	2,0	.	
<i>Microcystis smithii</i>	3,3	
<i>Planktolyngbya</i>	0,0	
<i>Planktothrix agardhii</i>	.	.	.	0,4	.	.	
<i>Planktothrix prolifica</i>	0,2	2,3	
<i>Pseudanabaena</i>	.	.	0,4	.	0,1	0,1	
<i>Pseudanabaena limnetica</i>	.	.	.	0,3	.	0,1	
<i>Rhabdoderma lineare</i>	.	.	.	18,3	.	.	
<i>Snowella</i>	.	.	.	0,0	.	.	
<i>Snowella lacustris</i>	0,1	
<i>Synechococcus</i>	0,0	.	
<i>Woronichinia</i>	.	.	.	10,0	.	.	
<i>Woronichinia naegeliana</i>	4,0	4,4	1,6	2,8	1,3	3,7	
Sum - Cyanobakterier	5,0	8,3	20,8	60,3	66,4	15,9	
Charophyta/Chlorophyta (Grønnalger)							
<i>Botryococcus braunii</i>	.	14,4	0,4	.	3,3	5,9	
<i>Chlamydomonas</i> (l=4)	0,3	0,2	
<i>Chlamydomonas</i> (l=5-6)	1,1	.	0,4	0,9	0,6	0,4	
<i>Chlamydomonas</i> (l=8)	0,8	.	0,8	1,6	.	.	
<i>Chlamydomonas</i> (l=10)	.	2,7	.	.	.	.
Chlorophyta	.	.	3,4	.	.	1,0	
Chlorophyta, spherical cells (d=10)	.	2,1	.	.	.	.
Chlorophyta, spherical cells (d=5)	.	2,9	.	3,7	.	1,9	
Chlorophyta, spherical cells (d=6)	.	1,6	.	.	0,4	.	
<i>Closterium acutum</i> var. <i>variabile</i>	.	.	.	0,0	0,1	0,4	
<i>Coelastrum microporum</i>	1,3	
<i>Coelastrum sphaericum</i>	.	.	0,4	.	2,2	.	
<i>Cosmarium bioculatum</i>	.	.	.	14,7	.	.	
<i>Cosmarium reniforme</i>	.	0,2	.	.	.	.
<i>Cosmarium</i> sp. (l=8 b=8)	.	0,6	.	.	.	.
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	.	10,7	15,4	22,1	20,9	1,5	

Borredalsdammen							
	Dato	05.05.2021	01.06.2021	01.07.2021	02.08.2021	01.09.2021	05.10.2021
	Dyp	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>	0,0	.
<i>Elakatothrix genevensis</i>	.	.	10,3	.	2,3	0,6	.
<i>Euastropsis richteri</i>	0,1	0,8	.
<i>Eudorina elegans</i>	.	.	12,7	.	26,6	.	0,5
<i>Fusola viridis</i>	.	.	.	1,2	2,5	.	1,2
<i>Gyromitus cordiformis</i>	8,6	4,3	2,1
<i>Keratococcus suecicus</i>	.	.	1,6	.	.	.	.
<i>Lagerheimia genevensis</i>	.	0,4	.	.	.	.	.
<i>Lanceola spatulifera</i>	.	.	.	0,3	1,7	1,1	.
<i>Lemmermannia komarekii</i>	1,4	31,0	5,1
<i>Lobomonas</i>	.	4,1	4,1	8,2	4,1	2,0	.
<i>Monoraphidium contortum</i>	.	2,2	0,9	2,1	.	0,4	0,6
<i>Monoraphidium dybowskii</i>	.	0,7	5,9	8,0	5,6	10,1	7,3
<i>Monoraphidium griffithii</i>	.	0,7	0,1	.	.	0,1	.
<i>Monoraphidium minutum</i>	0,4	0,1
<i>Oocystis</i>	.	.	.	1,9	7,2	0,7	.
<i>Pediastrum duplex</i>	1,3	.	.
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	.	.	.	3,8	.	.	.
<i>Pseudopediastrum boryanum</i>	.	1,7	.	.	.	.	.
<i>Quadrigula korshikovii</i>	6,8	.
<i>Quadrigula pfitzeri</i>	1,3	.	.
<i>Scenedesmus</i>	.	.	2,2	1,6	3,5	6,6	.
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	.	.	1,4	.	.	.	2,6
<i>Spondylosium planum</i>	0,3	0,3
<i>Staurastrum</i>	1,5	1,0	.
<i>Staurodesmus</i>	0,4	.
<i>Staurodesmus crassus</i>	8,2
<i>Tetraëdron caudatum</i>	0,3	.	.
<i>Tetraëdron minimum</i>	.	.	2,6	0,4	.	.	.
<i>Tetrastrum triangulare</i>	.	0,9	.	0,5	.	.	.
<i>Treubaria triappendiculata</i>	0,3	.	.
<i>Willea apiculata</i>	.	.	0,5	0,2	0,5	.	.
<i>Willea crucifera</i>	1,0	.
<i>Xanthidium cristatum</i>	1,2	.
Sum - Grønnalger		12,6	77,5	49,0	111,6	96,6	40,5
Chrysophyceae/Synurophyceae (Gullalger)							
<i>Bicosoeca</i>	.	0,3	.	.	.	.	.
<i>Bicosoeca planktonica</i>	.	.	0,4	.	.	.	0,5
<i>Bitrichia chodatii</i>	.	.	0,4	.	1,0	0,2	.
<i>Chrysidiastrum catenatum</i>	.	0,9	.	.	4,3	10,7	.
<i>Chrysolykos planctonicus</i>	.	4,2	.	.	0,5	0,2	.
Chrysophyceae (<7)	.	177,3	223,8	54,2	61,3	72,2	38,5
Chrysophyceae (>7)	.	103,5	53,1	39,8	19,9	11,9	29,2
<i>Dinobryon</i>	1,0	.	.
<i>Dinobryon bavaricum</i>	.	0,5	.	.	0,8	23,7	0,2
<i>Dinobryon bavaricum, hvilespore</i>	.	5,3	.	.	.	.	.
<i>Dinobryon borgei</i>	.	2,2	13,1	0,3	0,9	0,4	.
<i>Dinobryon crenulatum</i>	.	3,7	15,9	.	14,7	1,8	.

Borredalsdammen							
	Dato	05.05.2021	01.06.2021	01.07.2021	02.08.2021	01.09.2021	05.10.2021
	Dyp	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4
<i>Dinobryon divergens</i>		.	.	.	3,5	4,1	0,1
<i>Dinobryon suecicum</i>		4,4	1,1	.	.	.	.
<i>Kephyrion</i> (l=4.5)		.	0,2	.	0,5	0,7	.
<i>Kephyrion boreale</i>		2,1	.	.	0,2	.	.
<i>Kephyrion ovale</i>		.	0,9	.	.	.	.
<i>Mallomonas</i>		.	.	8,2	.	.	42,7
<i>Mallomonas akrokomos</i>		2,5	11,0	14,7	3,7	2,5	8,6
<i>Mallomonas caudata</i>		.	.	26,5	.	1,0	0,3
<i>Mallomonas crassisquama</i>		.	.	.	12,0	.	.
<i>Mallomonas punctifera</i>		.	.	19,4	.	36,1	.
<i>Spiniferomonas</i>		7,5	24,9	3,8	5,6	6,6	.
<i>Synura</i>		6,4	6,4	.	.	.	.
<i>Uroglenopsis americana</i>		2,8	7,5	36,6	.	41,3	15,0
Sum - Gullalger		323,7	358,7	203,5	129,9	213,3	135,1
Bacillariophyta (Kiselalger)							
<i>Achnanthes</i>		.	0,4	0,4	0,4	.	0,7
<i>Asterionella formosa</i>		15,8	.	2,4	0,9	17,4	0,1
<i>Aulacoseira alpigena</i>		6,9	27,8	53,8	67,7	31,2	.
<i>Aulacoseira granulata</i>		.	.	.	1,5	18,8	0,7
<i>Aulacoseira islandica</i>		8,0	4,8	.	.	.	24,9
<i>Aulacoseira islandica</i> subsp. <i>helvetica</i>		.	.	.	7,2	.	.
<i>Aulacoseira italica</i>		1,2	4,7	0,2	.	.	.
<i>Aulacoseira italica</i> var. <i>tenuissima</i>		3,5	.	.	.	2,0	.
<i>Cyclotella</i> (d=10-15)		12,4	.	6,2	18,6	37,2	3,1
<i>Cyclotella</i> (d=15-20)		23,5	.
<i>Cyclotella</i> (d=20-30)		0,6
<i>Cyclotella</i> (d=8-12)		.	11,4	60,0	.	.	.
<i>Diatoma tenue</i>		2,0	.	.	0,8	0,3	0,9
<i>Eunotia pectinalis</i>		6,1
<i>Fragilaria crotonensis</i>		.	.	.	1,5	.	.
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>		0,1
<i>Tabellaria flocculosa</i>		.	.	0,4	1,3	.	.
<i>Ulnaria</i> (l=30-40)		1,6	0,0	1,6	.	.	1,6
<i>Ulnaria</i> (l=80-100)		0,6	0,1	0,1	4,9	9,8	.
<i>Ulnaria acus</i>		.	.	.	0,1	0,3	11,4
<i>Urosolenia eriensis</i>		1,8	.
<i>Urosolenia longiseta</i>		3,7	0,0	1,2	6,7	0,1	0,1
Sum - Kiselalger		55,9	49,2	126,3	111,7	142,5	50,2
Dictyochophyceae (Pedinnelider)							
<i>Pedinella</i>		.	.	6,9	.	7,4	.
<i>Pseudopedinella</i>		74,4	42,7	4,4	37,2	41,6	5,5
Sum - Pedinnelider		74,4	42,7	11,3	37,2	49,0	5,5

Borredalsdammen							
	Dato	05.05.2021	01.06.2021	01.07.2021	02.08.2021	01.09.2021	05.10.2021
	Dyp	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4
Raphidophyceae (Nåleflagellater)							
<i>Gonyostomum semen</i>		.	.	.	2,8	5,6	1,4
Sum - Nåleflagellater		0,0	0,0	0,0	2,8	5,6	1,4
Xanthophyceae (Gulgrønnalger)							
<i>Centrtractus</i>		.	.	.	0,2	.	.
<i>Centrtractus belonophorus</i>		0,0	.
Sum - Gulgrønnalger		0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0
Cryptophyta (Svelgflagellater)							
<i>Cryptomonas</i> (l=12-15)		.	16,3	.	.	.	5,7
<i>Cryptomonas</i> (l=15-18)		20,4	.	12,3	26,5	22,5	6,1
<i>Cryptomonas</i> (l=20-22)		9,8	24,5	29,4	83,3	9,8	.
<i>Cryptomonas</i> (l=24-30)		65,3	32,7	49,0	269,5	81,7	65,3
<i>Cryptomonas</i> (l=30-35)		88,2	.	.	.	.	.
<i>Cryptomonas</i> (l=8-10)		2,0	.	.	.	.	.
<i>Katablepharis ovalis</i>		8,1	4,4	4,4	9,9	8,5	1,8
<i>Plagioselmis nannoplantica</i>		47,8	70,4	62,5	86,4	42,3	28,2
<i>Telonema</i>		.	.	.	0,2	1,2	0,2
Sum - Svelgflagellater		241,6	148,4	157,6	475,9	165,8	107,4
Haptophyta (Svepeflagellater)							
<i>Chrysochromulina parva</i>		16,3	34,6	.	4,9	38,2	0,2
Sum - Svepeflagellater		16,3	34,6	0,0	4,9	38,2	0,2
Dinophyceae (Fureflagellater)							
<i>Ceratium hirundinella</i>		3,3	.
<i>Gymnodinium</i> (l=12)		16,3	24,5	6,1	91,9	.	2,0
<i>Gyrodinium helveticum</i>		2,6
<i>Parvodinium inconspicuum</i>		11,4	.
<i>Peridiniopsis</i>		14,6	.	.	.	.	.
<i>Peridinium</i>		.	.	0,5	.	.	.
<i>Peridinium</i> (l=15-17)		.	.	.	269,5	.	.
Sum - Fureflagellater		30,9	24,5	6,6	361,4	14,7	4,6
Euglenophyta (Øyealger)							
<i>Euglena</i>		6,4	.
<i>Trachelomonas volvocina</i>		.	.	.	1,6	0,2	.
Sum - Øyealger		0,0	0,0	0,0	1,6	6,6	0,0
Choanozoa (Krageflagellater)							
<i>Aulomonas purdyi</i>		.	0,3	0,3	.	0,3	0,2
Krageflagellater		1,1	.	0,5	.	2,7	.
Sum - Krageflagellater		1,1	0,3	0,8	0,0	2,9	0,2
Ubestemte taksa							
µ-alger, Picoplankton		2,0	4,1	3,6	19,8	4,9	5,7
Sum - Ubestemte taksa		2,0	4,1	3,6	19,8	4,9	5,7
Sum total:		763,6	748,3	579,6	1317,4	806,6	366,6

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) er Norges viktigste miljøforskningsinstitutt for vannfaglige spørsmål, og vi arbeider innenfor et bredt spekter av miljø, klima- og ressurs spørsmål. Vår forskerkompetanse kjennetegnes av en solid faglig bredde, og spisskompetanse innen mange viktige områder. Vi kombinerer forskning, overvåkning, utredning, problemløsning og rådgivning, og arbeider på tvers av fagområder.



Norsk institutt for vannforskning

Økernveien 94 • 0579 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no