

Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen i Østfold, 2012



Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 2218 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Midt-Norge

Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen i Østfold, 2012	Løpenr. (for bestilling) 6458-2012	Dato 18.12.2012
	Prosjektnr. Undernr. O-12105	Sider Pris 28
Forfatter(e) Camilla Hedlund Corneliussen Hagman	Fagområde	Distribusjon Fri
	Geografisk område Østfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) FREVAR KF, Fredrikstad	Oppdragsreferanse Renè Karstensen
--	--------------------------------------

Sammendrag

Vannkvaliteten i Vestvannet og Borredalsdammen ved Fredrikstad er overvåket gjennom sommeren 2012. Rapporten gir en oversikt over viktige funn og trender, med fokus på trofegrad, algesammensetning og cyanobakterier, samt klassifisering av økologisk tilstand og egnethet som drikkevann. Data fra tidligere år er satt opp mot årets funn. Resultatene viste at det ikke er noen tydelige endringer i konsentrasjonen av plantenæringsstoffer. Lengre tidsserier antyder en moderat reduksjon i fosforinnholdet for Vestvannet, og innholdet av klorofyll-a har også gått noe ned. Algebiomassen var i 2012 noe lavere enn tidligere år. Det ble i 2012 bare registrert små mengder cyanobakterier i innsjøene, og algegiften microcystin ble ikke påvist.

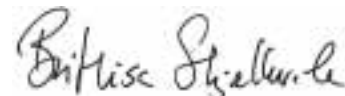
<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Overvåking av cyanobakterier 2. Drikkevann 3. Vestvannet 4. Borredalsdammen 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Monitoring of cyanobacteria 2. Drinking water 3. Lake Vestvannet 4. Lake Borredalsdammen
--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



Camilla H. Corneliussen Hagman
Prosjektleder



Unn Hilde Refseth
Forskningsleder



Brit Lisa Skjelkvåle
Forskningsdirektør

**Overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen i
Østfold, 2012**

Forord

Rapporten viser resultatene av NIVAs overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen, Østfold, i 2012, på oppdrag fra FREVAR KF i Fredrikstad. Overvåkingen er gjennomført i henhold til avtale av februar 2012.

Datamaterialet som er lagt til grunn for rapporten er samlet inn gjennom et felles overvåkingsprogram mellom NIVA og FREVAR. I drøftelsene er det videre brukt data innhentet i perioden 2007-2011, og data fra Fylkesmannen i Østfold (Østfoldprosjektet).

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

Oppdragsgiver og medarbeidere takkes for godt samarbeid.

Oslo 18.12.2012

Camilla H. Corneliussen Hagman
Prosjektleder

Innhold

1. Innledning	7
2. Resultater og diskusjon	10
2.1 Fysisk-kjemiske egenskaper	10
2.1.1 Oksygen og temperatur	10
2.1.2 Siktedyp	11
2.1.3 Suspendert stoff	12
2.1.4 Silikat	14
2.1.5 Næringssalter	14
2.2 Algesamfunnet	18
2.2.1 Klorofyll, algemengde og sammensetning	18
2.2.2 Blågrønnalger og algetoksiner	22
2.3 Oppsummering av klassifisering	23
3. Konklusjoner	24
4. Litteratur	25
5. Vedlegg	26

Sammendrag

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har gjennomført overvåking av vannkvaliteten i Vestvannet og Borredalsdammen ved Fredrikstad i 2012, med fokus på plankton alger og cyanobakterier (blågrønnalger). Resultatene er sammenholdt med data fra tidligere år. I vurderingen av egnethet for drikkevann er NIVAs oppdaterte forslag (Solheim m.fl. 2008) tatt inn og benyttet som en del av grunnlaget. I tillegg er Vestvannets økologiske tilstand vurdert i forhold til Veileder 01:2009 (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2009).

Vestvannet og Borredalsdammen fremstår som svakt mesotrofe humøse sjøer, med middels innhold av næringssalter. Innholdet av både totalt fosfor og klorofyll har gått noe ned gjennom den perioden vi har data for, mens innholdet av silikat har vært forhøyet de siste fire år. Det meste av algesamfunnet består av arter som er vanlige i Østfolds innsjøer, og de er ikke giftproduserende. Algeinnholdet i innsjøene var i 2012 lavere enn tidligere år i overvåkingsperioden. Forekomsten av cyanobakterier var beskjeden, og algetoksinet microcystin ble ikke funnet ved noen målinger.

Summary

Title: Monitoring of Lake Vestvannet and Lake Borredalsdammen in Østfold County, SE Norway, 2012.

Year: 2012

Author: Camilla H. Corneliussen Hagman

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-6193-6

Norwegian Institute for Water Research (NIVA) has conducted a monitoring survey of the water quality in Lake Vestvannet and Lake Borredalsdammen in Fredrikstad in 2012, with focus on planktonic algae and cyanobacteria. The findings are compared to data from previous years. NIVAs new proposition for suitability criteria for drinking water (Solheim et al. 2008) is taken into consideration in the discussions of the results. In addition, the most recent guidance (Veileder 01:2009 Direktoratgruppen, Vanndirektivet 2009) for ecological classification of waters is used as a tool in this report.

Lake Vestvannet and Lake Borredalsdammen appear as weakly mesotrophic humic lakes, with moderate contents of mineral nutrients. The values for total phosphorus and chlorophyll-a have slightly declined during the period our data cover, and most of the algae species which constitute the algal community are common in the lakes of Østfold County, and are not toxic. The algae concentration in the two lakes was this year lower than in previous years. Occurrence of cyanobacteria was low, and microcystin was not detected in the water column in 2011.

1. Innledning

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



Figur 1. Kartet viser beliggenheten til Vestvannet og Borredalsdammen samt nærliggende vann. Kilde: google.com.

Vestvannet og Borredalsdammen er i utgangspunktet svært ulike innsjøer. Begge bassengene befinner seg nær Oslofjorden, under den marine grense, og ligger på sure granittbergarter, lokalt overdekket med marin leire. For øvrig er de imidlertid forskjellige. Vestvannet ligger inntil Glommas vestre løp etter at elva deler seg ved Furuholmen, og er en "blindtarm" til Glomma, men med gjennomstrømming til Ågårdselva. Vann tilføres fra elva ved stigende vannføring i Glomma, men kan også strømme tilbake ved synkende vannføring. Vestvannet er slik sett sterkt påvirket av Glomma, og vil reflektere de skiftninger som store elver viser gjennom sesongen, med svingninger i biologisk produksjon, næringsstoffer og kjemiske parametere. Vestvannet er også knyttet til innsjøen Mingevannet.

Borredalsdammen er et 1,5 km langt smalt, lukket basseng, som næres av 14 bekker av varierende størrelse. Maksimalt dyp er i det midtre området og anslått til 8 m, mens de to endene begge er grunne. Sjøen ligger i et friområde utenfor Fredrikstad. Nedbørsfeltet er forholdsvis lite, og består for en stor del av blandingsskog, med noe tilsig fra turtrafikk, ridning og friluftsliv. Dammen ble anlagt i 1912, og huser nær ti ulike fiskearter.

I 2006 ble det registrert sjenerende lukt i drikkevannskilden for Fredrikstad. Analyser fra Vestvannet viste innhold av algetoksiner over den anbefalte grensen (2,8 og 0,3 µg microcystin pr liter). Prøvene fra Borredalsdammen ga ingen målbare verdier for microcystin. På bakgrunn av funnene ble det inngått avtale mellom FREVAR og NIVA om overvåking av Vestvannet og Borredalsdammen. Gjennom dette arbeidet skulle en få oversikt over mengde, sammensetning og sesongdynamikk for algesamfunnet i de to bassengene, med særlig fokus på cyanobakterier (tidligere referert til som blågrønnalger). Resultatene fra tidligere overvåking er rapportert i Rohrlack og Lindholm (2007), Lindholm (2008), Lindholm (2010, 2010), Lindholm (2011) og Haande m.fl. (2012). Denne overvåkingen ble videreført inneværende år, men det ble bestemt å redusere antall prøvetakinger til 6 per år – månedlig fra mai til oktober. Dette antallet er i tråd med anbefaling i hht. EUs Vanndirektiv.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Datagrunnlaget for denne rapporten er innhentet ved 6 prøvetakinger i perioden mai til oktober 2012. Prøver ble innhentet den 9.mai, 6.juni, 3.juli, 7.august, 5.september, og 9.oktober.

Vurderingene er basert på følgende parametere:

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

I tillegg til årets overvåkingsdata er data fra 2007-2011 og data fra Fylkesmannen Østfold lagt til grunn for å avdekke eventuelle langtidstrender. Alle kjemiske enkeltdata fra 2012 finnes i vedlegget.

2. Resultater og diskusjon

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

2.1 Fysisk-kjemiske egenskaper

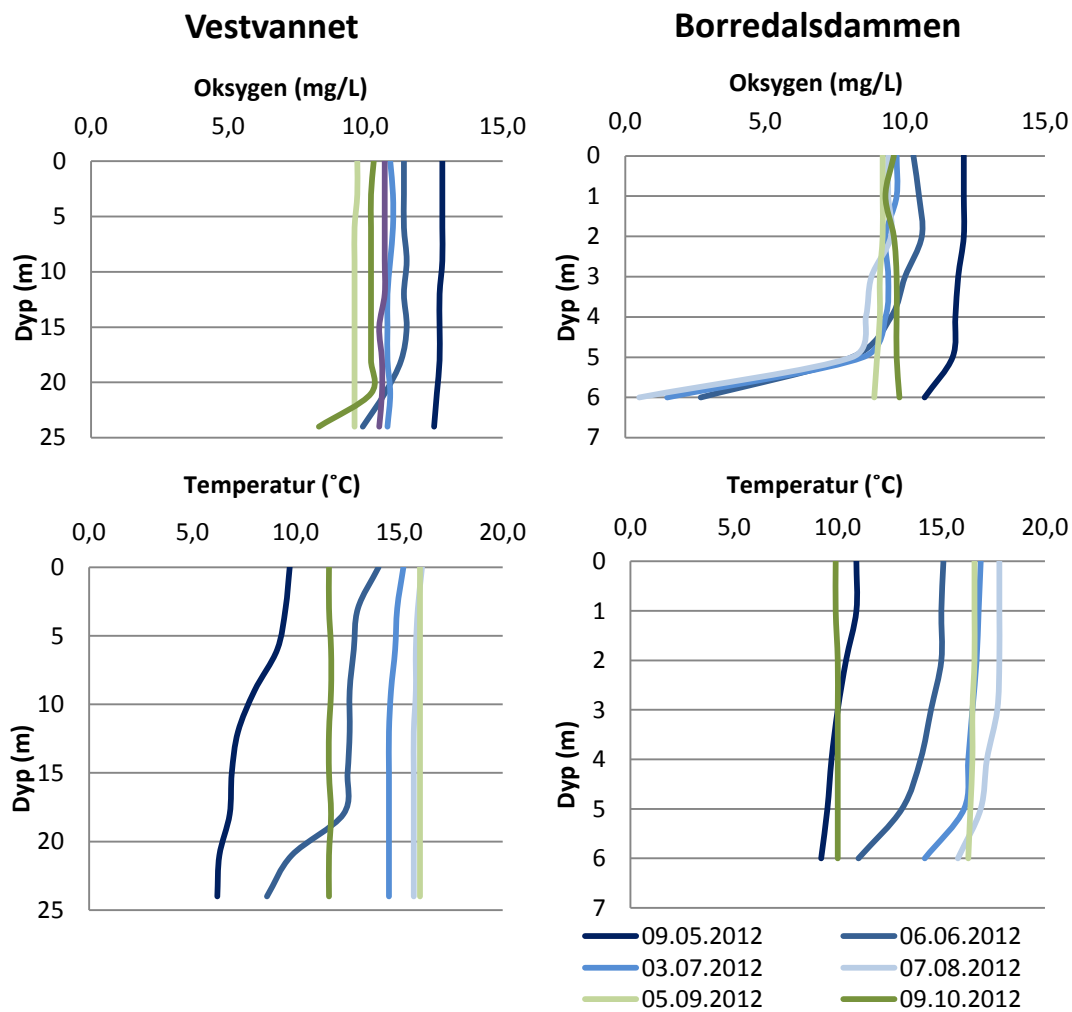
Både de fysisk-kjemiske faktorene og livet i en innsjø bestemmes i stor grad av variasjon i temperatur, siktedyp, turbiditet (målt som STS, suspendert stoff) og oksygeninnhold. Vi skal her gå igjennom hver av disse parametrene, som setter rammen for hvordan livet i innsjøene utvikler seg.

2.1.1 Oksygen og temperatur

Oksygen og temperatur ble målt ved hjelp av en YSI- probe (600 OMS V2). **Figur 2** viser vertikal fordeling av oksygen (mg/L) og temperatur (°C) for sesongen 2012.

Gjennomsnittstemperaturen i overflatevannet var 13,8 i Vestvannet og 14,5 i Borredalsdammen, og høyeste målte temperatur hhv. 16,1 og 17,8, begge 7.august. I de fleste innsjøer vil det om sommeren være et tydelig temperaturfall på 5-6 meters dyp (sprangsjikt), før man kommer over i det tunge, kalde dypvannet (hypolimnion). Dette er atskilt fra overflatevannet og har et separat, homogent temperaturregime. Denne sjiktningen er imidlertid bare kort til stede i Vestvannet 6. juni og ikke i hele tatt i Borredalsdammen, trolig fordi vannet omrøres og har kort oppholdstid, særlig i sistnevnte vann (henholdsvis gjennom innstrømmende vann fra Glomma og innpumping fra Vestvannet og overføring til ledningsnett).

Som det fremgår av figuren inneholdt også dypvannet i Vestvannet rikelig med oksygen, noe som er viktig ikke bare for organismene, men også for hvordan plantenæringsstoffer (nitrogen og fosfor) oppfører seg og hvordan organisk stoff brytes ned. Mønsteret her tilsier at autotrofe (oppbyggende, f.eks. oksygenproduserende, fotosyntetiske) prosesser dominerer over heterotrofe (nedbrytende, bakterielle og respirative), noe som er gunstig i forvaltningsøyemed. I Borredalsdammen har det enkelte år vært tendens til en viss sjiktning, men den fuktige og kjølige sommeren bidro trolig at slik strukturering ikke utviklet seg i 2012. De enkelte lave verdiene av oksygen ved 6 m dyp i Borredalsdammen er trolig som følge av at målingen blir foretatt like over sedimentene og proben kan ha kommet i kontakt med disse.



Figur 2. Vertikal fordeling for oksygeninnhold (mg/L, øverst) og temperatur ($^{\circ}$ C, nederst) for Vestvannet (venstre) og Borredalsdammen (høyre), mai-oktober 2012. Den dårlige sjiktningen er typisk for gjennomstrømningsinnsjøer. Bunnvannet i Borredalsdammen var forholdsvis godt oksygenert gjennom hele sommeren.

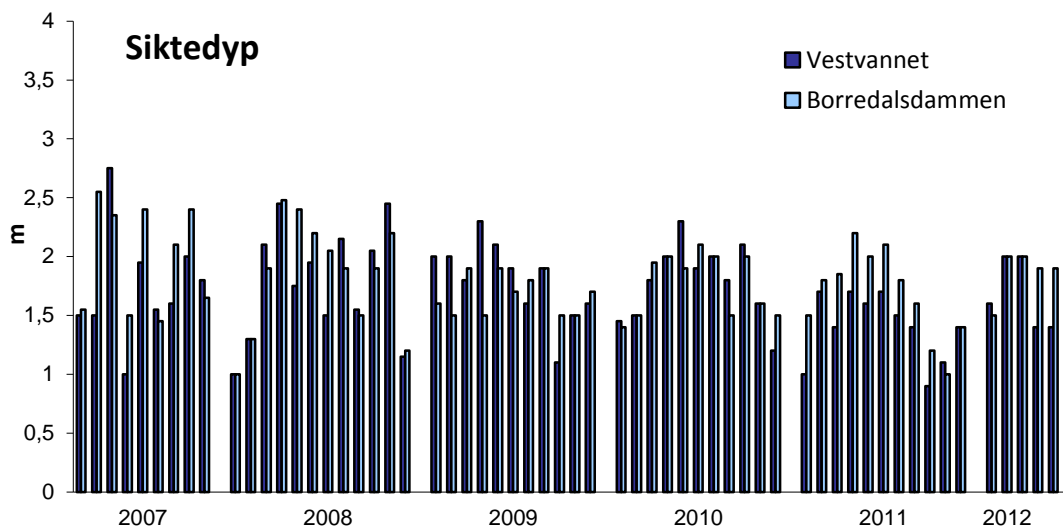
2.1.2 Siktedyp

Siktedypet måles ved at man senker en hvit skive (Secciskive) ned i vannet til den forsvinner. Så trekkes den opp til den kommer til syne igjen. Dette nivået er siktedypet. Denne enkle metoden gir viktig og grunnleggende informasjon om mengden partikler i vannet og vannets egenfarge. Partiklene kan være dels planteplankton, dels humusstoffer og leire fra nedbørsfeltet. I mange sjøer reflekterer siktedypet i noen grad trofigraden.

Figur 3 viser målinger for siktedypet i Vestvannet og Borredalsdammen gjennom sommersesongene 2007 til 2012. Det er ingen vesentlige forskjeller mellom de fem årene, men vannet var noe mer klart i Borredalsdammen enn i Vestvannet i både 2011 og 2012 (årsmiddelverdier i 2012 1,6 m i Vestvannet og 1,8 m i Borredalsdammen). De fuktige sommerene vi har hatt har trolig bidratt til en viss økning av leirpartikler, som imidlertid til en viss grad synker ut og sedimenterer i Vestvannet, før vannet pumpes over til Borredalsdammen. Middelverdien av leirfraksjonen (STS) i Vestvannet var i år 3,7 mg/L,

mens den i Borredalsdammen kun var 2,7, noe som bekrefter dette. Forskjellene er imidlertid marginale.

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



Figur 3. Siktedyp i Vestvannet og Borredalsdammen for årene 2007 - 2012.

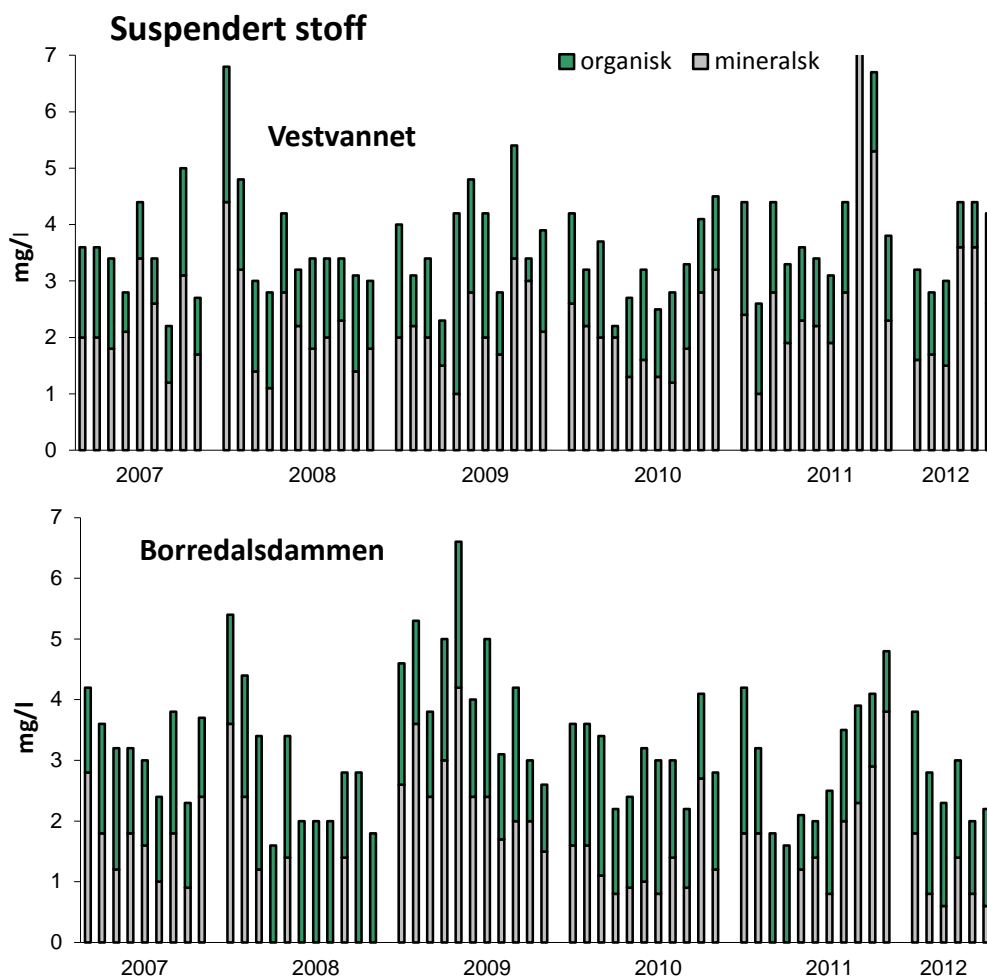
2.1.3 Suspendert stoff

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

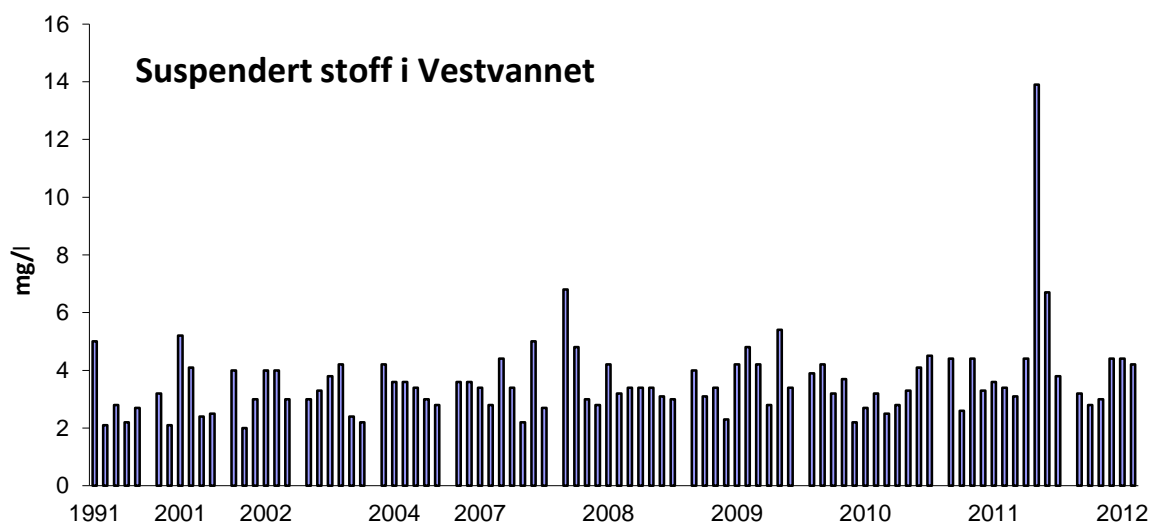
Figur 4 viser partikkelmengden i Vestvannet og Borredalsdammen for de seks siste årene, som totalt suspendert stoff (STS, mg/L) fordelt på de ulike fraksjonene for mineralsk (grå, hovedsakelig silt og leire) og organisk stoff (grønn, organisk materiale og planteplankton). Generelt er innholdet av partikler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

Vestvannet hadde et noe høyere innhold av STS i 2007, 2008 og en kort topp i 2011. Dette skyldes fortrinnsvis et større innslag av mineralpartikler (leire), særlig i flomperioder, slik det må forventes i elvepåvirkede sjøer. Tilsvarende høye verdier ble ikke observert på samme tidspunkt i Borredalsdammen, noe som tilsier at det var kortvarig. I 2012 var hovedsakelig sensommeren og høsten dominert av mineralske partikler mens våren og forsommeren bestod av omtrent like deler organisk og mineralsk. I Borredalsdammen er trenden gjennom sesongen mindre variabel, men generelt er innholdet av organiske partikler dominerende.

Figur 5 viser innholdet av suspendert stoff i Vestvannet for 1991, for 2001-2004 og for 2007-2012 (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold). Det er ingen klare endringer for perioden.



Figur 4. Innholdet av suspendert stoff (mg/L) for 2007-2012 i Vestvannet og Borredalsdammen. Fraksjoner av organisk og mineralisk stoff er markert.



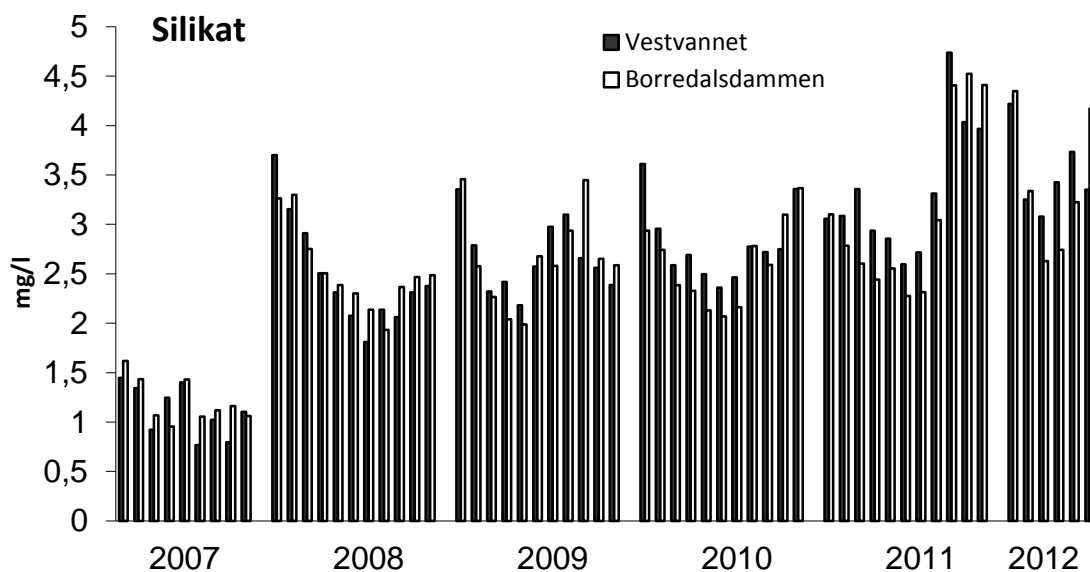
Figur 5. Innholdet av suspendert stoff i Vestvannet for utvalgte år (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold).

2.1.4 Silikat

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

Figur 6 viser innholdet av silikat (mg/L) gjennom sommerhalvåret de seks siste år i begge vannene. Innholdet av silikat var lavt i 2007, mens de siste fem årene har det ligget høyere og er økende, med høyest middelværdi i 2012 (3,51 mg/L i Vestvannet og 3,41 i Borredalsdammen). Mønsteret er ellers typisk for silikatdynamikken i nordiske sjøer. Verdiene er fallende fra våren og utover sommeren, ettersom silikat forbrukes av kiselalgene. Den sterke blandingen av vannmassene i Vestvannet bidrar trolig til en viss resirkulering av silikat fra bunnvannet også gjennom sommeren, da andre innsjøer ordinært stagnerer, og hindrer utarming av dette nøkkelstoffet fra overflatevannet. Innholdet av silikat var hele tiden tilstrekkelig til å opprettholde en dominans av kiselalger i algesamfunnet.

Silikat er sannsynligvis ikke noe begrensende næringsstoff for kiselalgene i bassenget. Årsaken til at innholdet har vært høyere de fire siste årene er usikkert. Silikat påvirkes fortrinnsvis av forvitningsprosesser i nedbørsfeltet, og er etter hva man vet bare i liten grad influert av menneskelig aktivitet.



Figur 6. Innholdet av silikat (mg/L) i Vestvannet og Borredalsdammen gjennom sommerhalvåret 2007-2012.

2.1.5 Næringsalter

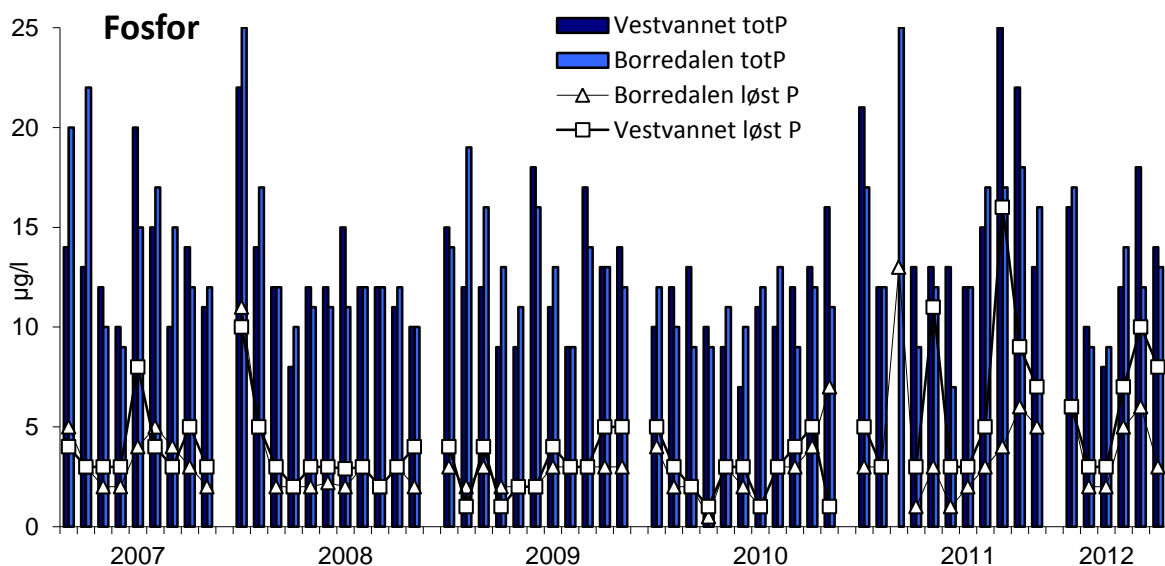
Fosfor og nitrogen er sentrale næringsstoffer for planteplankton. Særlig innholdet av fosfor er ofte utslagsgivende for hvor mye alger som dannes. Mange giftproduserende alger, bl.a. cyanobakterier er knyttet til forhøyete verdier av næringsalter (eutrofiering), eller har en tendens til å oppstå om mengde-forholdet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

Fosfor

SFT angir totalt fosfor som støtteparameter for klassifisering av drikkevannskvalitet, og det er også en del av tilstandsklassifisering i hht. Vanddirektivet. For å være «godt egnet» til drikkevann må innholdet av totalt fosfor ikke overskride 7 µg/L, mens øvre grense for «mindre egnet» er angitt som 20 µg/L. De nye egnethetsvurderingene fra NIVA (Solheim m.fl. 2008) opprettholder disse grensene. For å kvalifisere til minimum god økologisk tilstand i følge Veilederen 01:2009 (Direktoratsgruppa, Vanddirektivet 2009) må totalt fosfor for gjeldende vanntype ikke overskride 19 µg/L.

Innholdet av fosfor i de to bassengene, målt som totalt fosfor og løst fosfat, for sommersesongene 2007 til 2012 er vist i **Figur 7**. Det er ingen tydelige forskjeller mellom de fem måleseriene. Alle årene har et fosforinnhold som er noe forhøyet på forsommeren, noe som er rimelig med vårflokk og tilhørende utvasking fra nedbørsfeltet, både av fosforrik leire og av løst fosfat fra menneskelig aktivitet. Borredalsdammen har enkelte år hatt noe høyere innhold av totalt fosfor enn Vestvannet om våren, men i 2011 og 2012 var tendensen heller noe høyere verdier i Vestvannet.

Generelt er imidlertid forskjellene små mellom de to bassengene. Årlig gjennomsnittskonsentrasjon av totalt fosfor i Borredalsdammen var henholdsvis 14,6, 13,0, 13,6, 10,7, 14,7 og 12,3 µg P/L de seks siste år. Dette plasserer vannet i kategorien «Mindre egnet» i forhold til drikkevannsklassifiseringen i alle årene fra 2007 til 2012, bortsett fra i 2010 da det havnet i klassen «Egnet». I Vestvannet har årsgjennomsnittet av totalt fosfor de siste seks årene vært hhv. 13,2, 12,7, 12,6, 11,2, 15,9 og 13,0. Som drikkevann er dette alle år i klassen «Mindre egnet». I følge klassifiseringsveilederen er Vestvannet på grensen mellom «Svært God» og «God» i inneværende år, mens de tre siste årene samlet gir en «God» økologisk status.



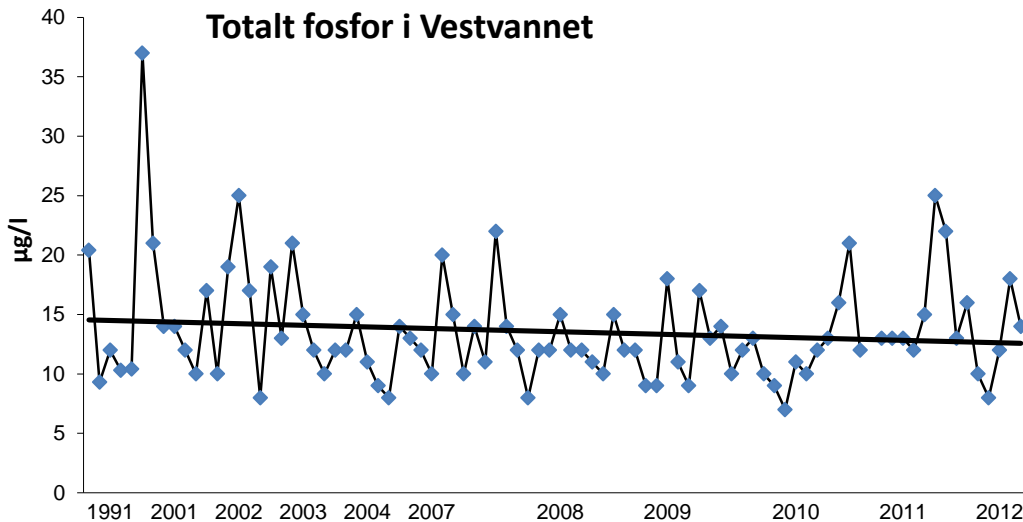
Figur 7. Konsentrasjoner av fosfor i overflatevannet (0-4 m) for sommersesongene 2007-2012. Søylar angir totalt fosfor, linjer angir løst fosfat.

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

En betydelig fraksjon av den totale fosformengden er vanligvis bundet til leirpartikler eller humus, og kan derfor ikke nyttes som plantenæring slik løst fosfat kan. Man bør følgelig være spesielt

oppmerksom på den andelen som foreligger som løst fosfat (linje på **Figur 7**). Fosfatinnholdet har vært ganske likt i de to vannene frem til 2011, men det året var variasjonen noe mer utpreget, med to tydelig forhøyete verdier (11 og 16 $\mu\text{g PO}_4/\text{L}$) i Vestvannet. I 2012 har Vestvannet jevnt over høyere verdier av fosfat enn Borredalsdammen, selv om den totale mengden fosfor tidvis er høyere i Borredalsdammen.

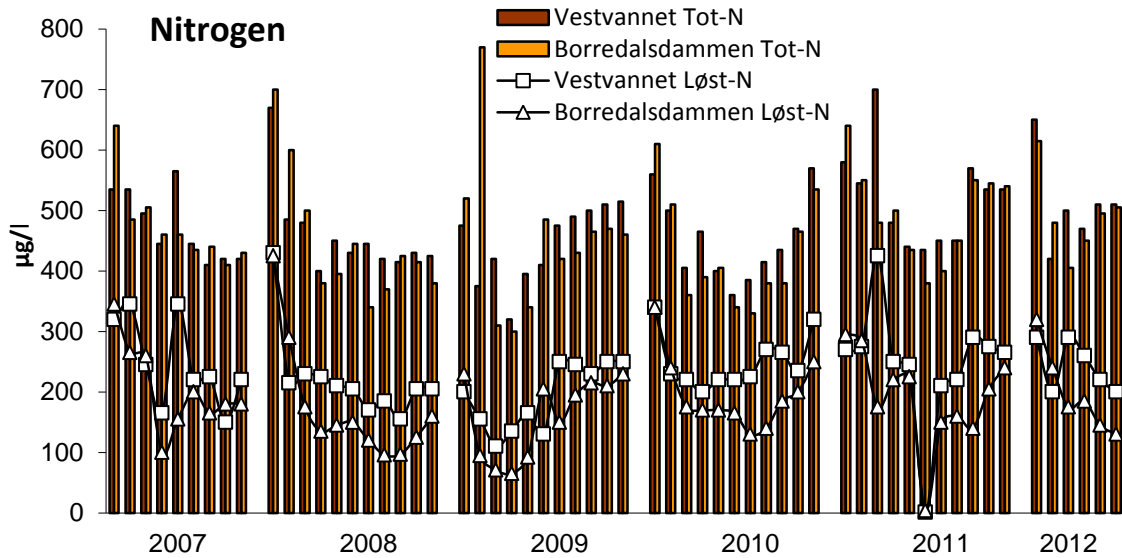
Vi har også foretatt en sammenstilling av verdiene for totalt fosfor i Vestvannet for årene 1991, 2001-2004 og 2007-2012 (**Figur 8**). Det er ingen målbare trender for de årene som er lagt til grunn.



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

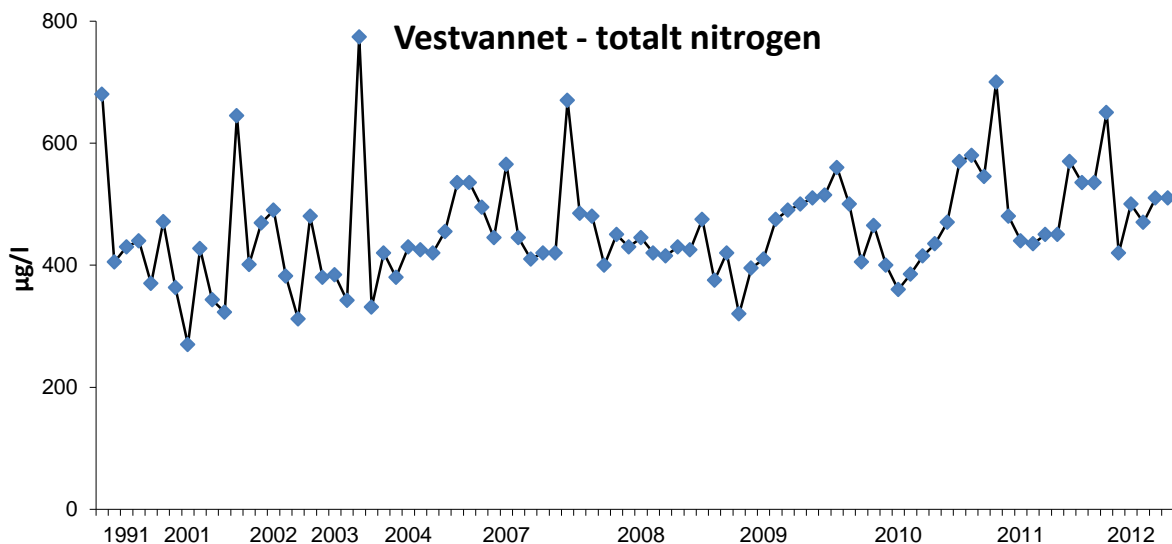
Nitrogen

Innholdet av totalt nitrogen og nitrat viser et lignende mønster for de to innsjøene, men med noe høyere innhold av både totalt nitrogen og nitrat i Vestvannet (**Figur 9**). Sammenligner man med siktedyp for de periodene da nitratinnholdet var særlig høyt, ser man at siktedypet ofte var noe forhøyet på disse datoene. Dette indikerer at de forhøyete nitratverdiene i Vestvannet er koblet til flomepisoder i Glomma, med økt lokal avrenning av nitrat fra diffuse kilder oppstrøms, som har flommet inn i Vestvannet.



Figur 9. Nitrogen i overflatevannet (0-4 m) for perioden 2007-2012. Søylar angir totalt nitrogen, og linjer angir løst nitrat.

Innholdet av totalt nitrogen i Vestvannet for utvalgte år etter 1991 er vist i **Figur 10**. Det er ingen klare trender for perioden. Årsgjennomsnittet for Vestvannet i 2012 er for totalt nitrogen 510 µg/L, noe som gir en «God» økologisk tilstand, tilsvarende for årene 2010-2012. Nitrogen er ikke en parameter i vurderingen av egnethet for drikkevann.



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

2.2 Algesamfunnet

2.2.1 Klorofyll, algemengde og sammensetning

Produksjonen av organisk stoff i vannet bestemmes av den totale mengden alger som produseres til enhver tid. Mengden bestemmes i stor grad av innholdet av nitrogen og fosfor. Å beregne den faktiske mengden alger i vannet kan være vanskelig, men man får et estimat ved å analysere mengden klorofyll. – Man får vite adskillig mer om man bestemmer artene som finnes i vannet, måler størrelsen og dermed beregner biomassen (som våtvekt) for de ulike gruppene, men dette er et mer tidkrevende arbeid. På grunnlag av dette kan man også få mer detaljert kunnskap om problemalger, som for eksempel cyanobakterier. Innholdet av algegifter, særlig microcystin, måles ved kjemisk analyse av vannprøver.

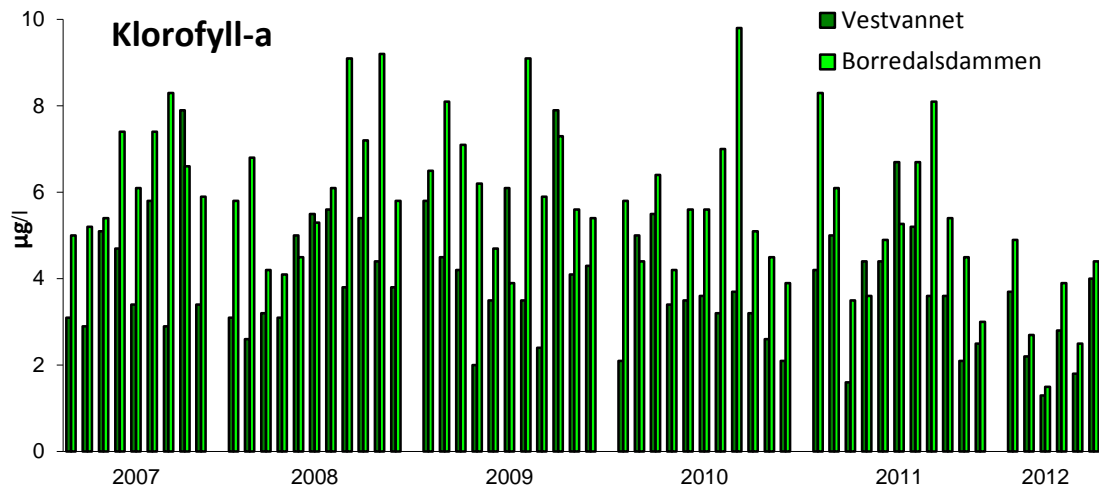
Klorofyll

I SFTs klassifikasjonssystem for drikkevann var klorofyllmengden ikke en sentral parameter. Grunnen er at klorofyllinnholdet påvirkes av faktorer som ikke nødvendigvis er direkte knyttet til drikkevannskvalitet. Blant annet påvirkes mengden av hvor mye beitende zooplankton som finnes i vannet, noe som i sin tur influeres av hvor mye og hva slags fisk som forekommer i innsjøen osv.

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

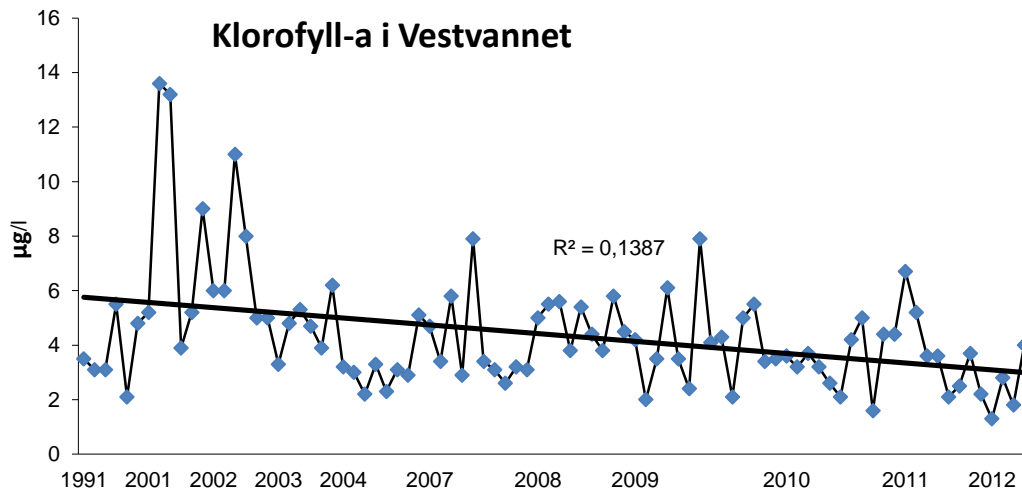
Mengden klorofyll-a i overflatevannet over sommersesongene 2007-2012 er vist i **Figur 11**. Borredalsdammen har generelt et noe høyere klorofyllnivå enn Vestvannet alle årene, også gjennom hele sesongen i 2012. Klorofyllmengden påvirkes bl.a. av vanntemperaturen, som også generelt er noe høyere i Borredalsdammen. Høyeste konsentrasjoner av klorofyll i Borredalsdammen i 2012 var 4,9 µg/L, mens tilsvarende verdi for Vestvannet var 4,0 µg/L. Årsgjennomsnitt av klorofyll-a de siste seks årene er for Borredalsdammen hhv. 6,4, 6,2, 6,3, 5,7, 5,4 og 3,3, mens tilsvarende verdier for Vestvannet er hhv. 4,4, 4,1, 4,4, 3,4, 3,9 og 2,6. I begge vannene har verdiene sunket de siste årene, med laveste verdier i 2012. Tidligere år er det foretatt prøvetaking ca. hver 2. uke, mot hver 4. i 2012, noe som kan ha påvirket at enkelte episoder med høye verdier ikke er fanget opp i år. Dette er trolig ikke den eneste forklaringen, da sommersesongen i år har vært kald og våt, og dermed heller ikke gitt grunnlag for mye algevekst. Høyeste målte overflatetemperaturer i 2012 var 17,8°C i Borredalsdammen og 16,1°C i Vestvannet (begge målt 7. august), vesentlig lavere enn i 2011 da august målingen viste 22,3°C og 22,7°C hhv. i de to vannene.

I følge de foreslåtte grenseverdiene for drikkevann er klorofyllverdiene høyere enn det som er ønskelig i Borredalsdammen. Grensen for «godt egnet» er <3 µg/L, og tidligere år har årsgjennomsnittet vært svært mye høyere enn dette, også over i «Mindre Eget» kategorien. I 2012 derimot er nivået vesentlig lavere og i kategorien «Eget», svært nær «Godt Eget». Klorofyllmengder >10 µg/L indikerer på den annen side at vannet er uegnet som drikkevann. Enkelte observasjoner de siste årene har ligget nær denne grensen, særlig på ettersommeren, men dette året er verdiene jevnt over lavere enn tidligere, og høyeste verdi er 4,9, i Borredalsdammen. Vestvannet ligger lavere gjennom hele sesongen, også i tidligere år. Som drikkevann kvalifiserer Vestvannet siden 2007 til «Eget», men i 2012 «Godt egnet». Årsgjennomsnittet i 2012 på 2,6 µg/L er også lavere enn referanseverdien angitt i Veileder 01:2009 (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2009) og setter dermed Vestvannet i «Svært God» tilstand.



Figur 11. Algemengde i Vestvannet og Borredalsdammen gitt som konsentrasjon av klorofyll-a ($\mu\text{g/L}$) for perioden 2007-2012.

En sammenstilling av klorofyll-a for utvalgte år (1991, 2001-2004 og 2007-11; **Figur 12**) antyder at den svake tilbakegangen i klorofyll som har blitt observert de senere år, kan se ut til å fortsette. Og om vi begrenser analysen til årene etter år 2000, er klorofyllkonsentrasjonen blitt tydelig lavere (ikke vist grafisk). Mye av reduksjonen skyldes imidlertid et lite antall høye enkeltmålinger i 2001 og 2002, som trekker opp middelverdien disse årene.



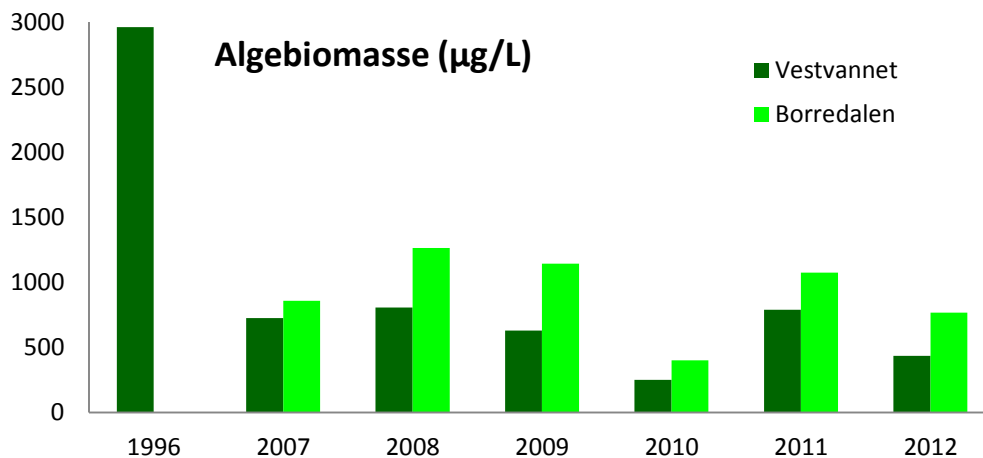
Figur 12. Innholdet av klorofyll-a i Vestvannet ($\mu\text{g/L}$) for de årene det finnes data (basert på egne data og data fra Fylkesmannen i Østfold).

Planteplankton

For å undersøke sammensetningen av alger i vannet ble prøver analysert til grupper (divisjoner og klasser), og deres relative bidrag til total algebiomasse ble beregnet (mg våtvekt pr.m^3 , tilsvarende $\mu\text{g/L}$). Slike undersøkelser gir nyttig informasjon, fordi de ulike algegruppene har ulik funksjon og økologi, som på forskjellig vis også påvirker vannets egnethet som drikkevann. Våtvekt vil alltid gi betydelig høyere verdier for alger enn rene klorofyllmålinger. Grunnen er først og fremst at alger består av mye vann, som ikke inngår i målingene av klorofyll-a. Mengden klorofyll vil videre

reduseres ved innslag av cyanobakterier, som inneholder mindre av dette pigmentet. I tillegg er klorofyllinnholdet lavt i enkelte av gruppene som ble påvist, bl.a. svelgflagellater, som utgjorde en betydelig andel av algefloraen i både Vestvannet og Borredalsdammen.

Algesamfunnet var ganske likt i de to bassengene i 2012, både i artssammensetning og mengde av de ulike gruppene. Den totale biomassen er derimot betydelig høyere i Borredalsdammen (maks verdi 1170 mot 577 $\mu\text{g/L}$ i Vestvannet), men ikke spesielt høy i noen av innsjøene, og også lavere i år enn tidligere. Unntaket er i 2010 da det var særdeles lite alger i begge vannene (**Figur 13**). NIVA har data fra Vestvannet også for ett tidligere år (1996), da det ble tatt prøver av algeplankton 4 ganger i løpet av sommersesongen. Middelerdien for det året var med snaut 3000 $\mu\text{g/L}$ svært mye høyere enn det som har vært målt de siste årene.



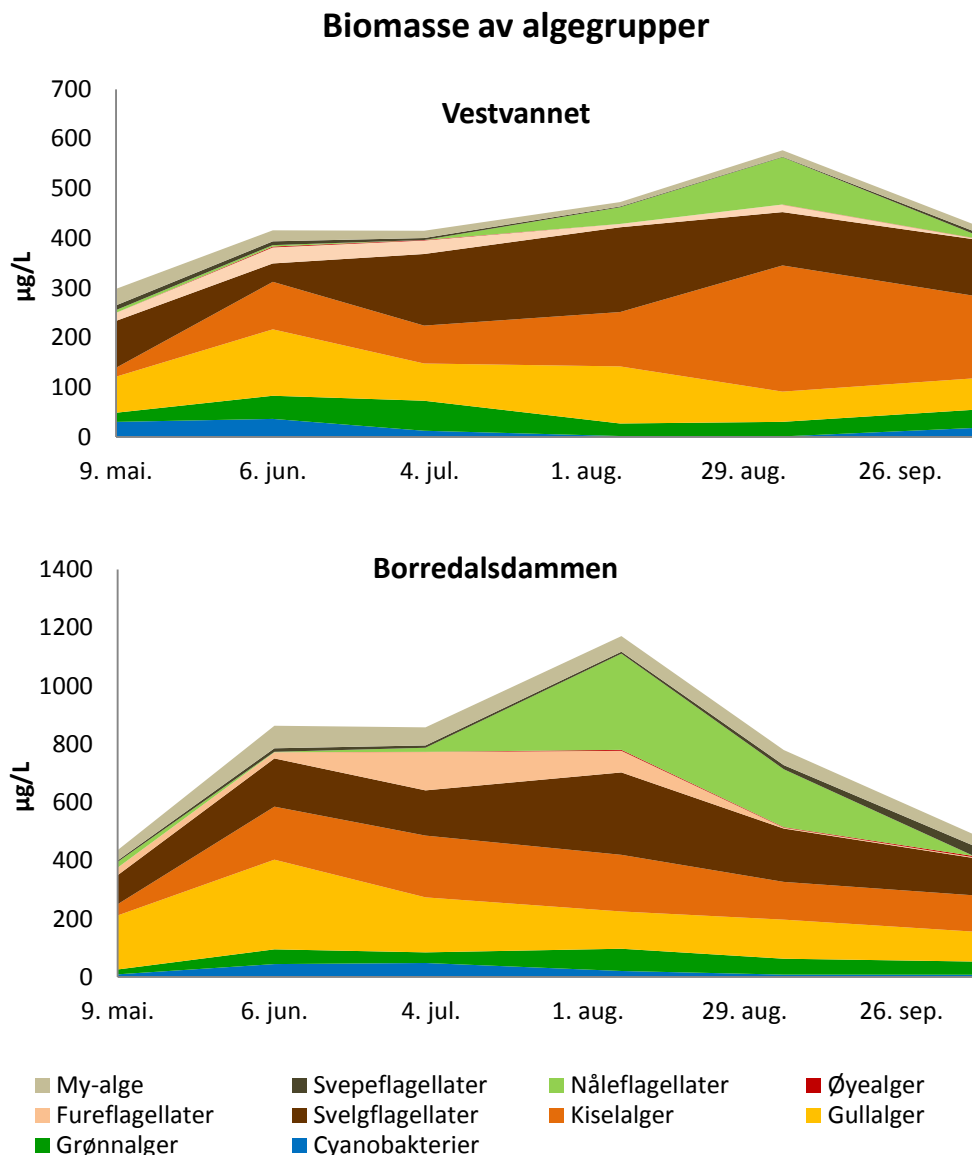
Figur 13. Algebiomasse ($\mu\text{g/L}$) i Vestvannet (mørk grønn) og Borredalsdammen (lys grønn) – årsmiddelerdier for de seks siste årene, samt for 1996 (kun Vestvannet).

I **Figur 14** ser man fordelingen av de ulike algegruppene gitt som biomasse og også total biomasse i løpet av sesongen 2012. Fordelingen av gruppene er omtrent som tidligere år og byr ikke på store endringer. Vestvannet ligger relativt lavt gjennom hele sesongen, med en svært liten økning tidlig i juni og igjen tidlig i august. I Borredalsdammen øker algemengden i juni og holder seg frem til og med september, med en ekstra topp tidlig i august. Også her er juni noe høyere enn mai og juni. Den første toppen i Vestvannet bestod hovedsakelig av en økning i gullalger og kiselalger, mens det i august var kiselalger som økte mest. På dette tidspunktet oppstod det også en økning i biomassen til problemalgen *Gonyostomum semen* (Raphidophyceae – nåleflagellater), som også var årsaken til toppen i Borredalsdammen sent på året. I juni bestod toppen i Borredalsdammen for det meste av gullalger, kiselalger og noe økning i svelgflagellater. Disse tre gruppene er dominerende i begge innsjøene gjennom mesteparten av sesongen 2012, som tidligere år.

Gonyostomum semen, som gjerne betegnes som problematisk, er den eneste kjente arten av gruppen nåleflagellater (Raphidophyceae) i Norge. Den kan danne masseoppblomstringer, opp til 98 % av den totale algebiomassen i noen innsjøer, gjerne i august og september, og kan gi kløe og ubehag for badende, samtidig som den kan tette filtre i drikkevannskilder. I 2012 er det ikke store mengder av denne algen i hverken Vestvannet eller Borredalsdammen, med høyest andel av den totale biomassen på 16,5 % i Vestvannet (september) og 28,2 % i Borredalsdammen (august).

Gullalgene besto hovedsakelig av små former. Men også enkelte større, særlig *Dinobryon*, var representert med flere arter, om enn i små volum. Dette er alger som kan gi vannet en særegen,

ubehagelig lukt hvis konsentrasjonene blir høye, noe som kan skje under gunstige næringsforhold. *Dinobryon* har tidligere bidratt til luktproblemer i drikkevannet ulike steder i Østfold, og rapporter om sjenerende lukt i Vestvannet 2006 kan ha vært knyttet til høye forekomster av gullalger. Kiselalgene var som tidligere også i 2012 dominert av slekter som *Asterionella*, *Tabellaria* og *Fragilaria (Ulnaria)*, men også av mindre, encellede sentriske kiselalger av ubestemt slekt. De tre nevnte slektene er store alger som i liten eller ingen grad beites av dyreplankton, og dermed kan de danne store bestander uten at dette nødvendigvis er en effekt av høyt næringsinnhold i sjøen. Svelgflagellatene domineres av *Plagioselmis nannoplanctica* (tidligere betegnet *Rhodomonas lacustris* og *R. nannoplanctica*) og ubestemte arter av slekten *Cryptomonas*. Disse algene er alle vanlige slekter i norske innsjøer. Cyanobakteriesamfunnet i innsjøene er beskrevet i kapittel 2.2.2.



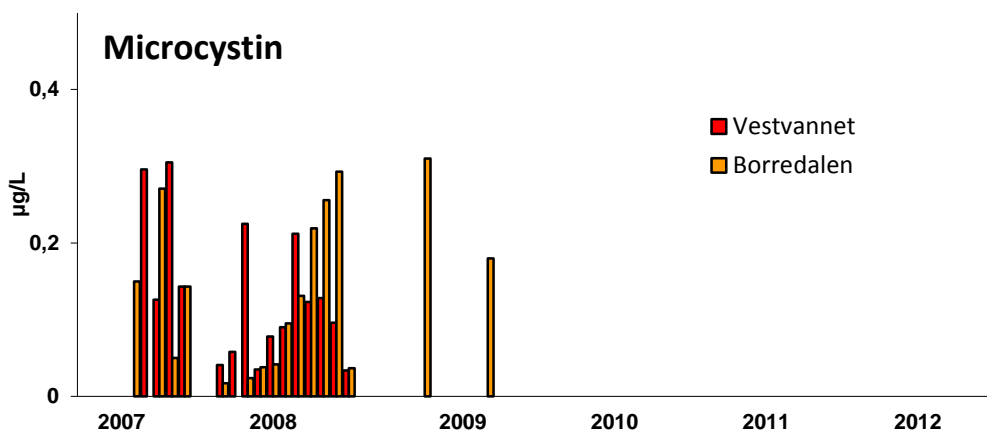
Figur 14. Fordeling av ulike algegrupper (μg våtvekt/L) i overflatevannet for Vestvannet og Borredalsdammen for 2011.

2.2.2 Cyanobakterier og algetoksiner

Innholdet av cyanobakterier har siden 2010 vært betydelig lavere enn tidligere år. Borredalsdammen har i 2012 en lavere andel med hensyn til biomasse (maks. verdi 5,6 % i Borredalsdammen 6.juni mot 10,3 % i Vestvannet 9.mai), men flere ulike slekter/arter av cyanobakterier enn Vestvannet. Av identifiserte slekter dominerte *Jaaginema* og *Planktothrix*, forbigående også *Woronichinia* og *Snowella*, mens det var et par observasjoner av kolonier av slektene *Microcystis* og *Anabaena* (kun Borredals-dammen). Blant de påviste artene er algegifter særlig assosiert med oppblomstringer av slektene *Planktothrix*, *Microcystis* og *Anabaena*, men da ved større tettheter enn de vi har målt i Vestvannet og Borredalsdammen i år. For en nærmere redegjørelse av økologien til *Planktothrix* vises det til over-våkingsrapporten for 2010.

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

Punktmålinger høsten 2006 hadde vist et innhold av microcystin på 2,8 µg/L, noe som var medvirkende til at overvåking ble satt i gang året etter. Resultatet for overvåkingen av microcystin for 2007-2012 er vist i **Figur 15**. I 2007 kom det til moderat produksjon av microcystin i begge bassenger på ettersommeren, og også i 2008 ble det påvist små mengder toksin over det meste av prøveperioden. Innholdet var imidlertid lavt, og godt under den anbefalte grenseverdien. I 2009 ble det bare registrert microcystin i vannprøvene ved to anledninger. I begge tilfellene var det prøver fra Borredalsdammen, og innholdet var lavt (0,31 og 0,18 µg/L). Siden 2010 har det ikke ved noen tilfeller blitt påvist microcystin over deteksjonsgrensen (0,15 µg/L). Både Borredalsdammen og Vestvannet kvalifiserer til «Godt egnet» i 2007 og 2009-2012, mens i 2008 var begge sjøene «Egnet».



Figur 15. Innhold av microcystin (µg/L) i overflatevann (0-4 m) fra Vestvannet og Borredalsdammen for perioden 2007-2012. I 2009 ble det bare punktuelt målt microcystin i Borredalsdammen, og etter det er det ikke påvist målbare konsentrasjoner i systemet.

2.3 Oppsummering av klassifiseringer

Tabell 3. Vurdering av Borredalsdammens og Vestvannets egnethet som drikkevann ihht forslag til nytt klassifiseringssystem (Solheim m.fl. 2008).

 Godt egnet
  Egnethet
  Mindre egnet
  Ikke egnet

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

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

 Svært god
  God
  Moderat
  Dårlig
  Svært dårlig

Parameter	2009-2011***	2010-2012	2012
Klorofyll-a (µg/L)	3,9	3,5	2,6
Vannplanter (Tic)*	55,54	-	-
Tot-P (µg/L)	13,2	13,3	13,0
Tot-N (µg/L)	472	490,9	510
Siktedyp (m)**	1,7	1,6	1,6
Total klasse	God	God	God

* Basert på data fra 2011,

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

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

3. Konklusjoner

NIVA har i samarbeid med FREVAR overvåket vannkvaliteten i Vestvannet og Borredalsdammen ved Fredrikstad i 2012, med særlig fokus på algeplankton og cyanobakterier. Resultatene er sammenholdt med data fra tidligere år.

Hensikten med en slik overvåking er å påvise forandringer i vannkvalitetsparametere, dels for å avdekke uheldige endringer og dels for å påvise forandringer som følge av tiltak. Alle målinger er beheftet med usikkerheter, dels fra prøvetaking og prøvebehandling, dels fra selve målemetoden og dels fra naturlige variasjoner i innsjøen. Man trenger derfor alltid flere målinger for å kunne avgjøre hvorvidt en endring skyldes naturlige variasjoner eller nye menneskelige påvirkninger.

Vestvannet og Borredalsdammen fremstår fra naturens side som to ganske ulike innsjøer, der man skulle forvente tydelige forskjeller i flere parametere. Den høye blandingen av vannmassene som oppstår ved pumping av vann over til Borredalsdammen er trolig årsak til at vannkvaliteten i de to bassengene er så lik som den er.

Innsjøene fremstår som svakt mesotrofe humøse sjøer, med middels innhold av næringssalter. Innholdet av både totalt fosfor og klorofyll-a har tilsynelatende gått ned gjennom den perioden vi har data for, og det meste av algesamfunnet utgjøres av arter som er vanlige i Østfolds innsjøer, og som ikke er giftproduserende. Den kjølige værtypen med rikelig nedbør som preget store deler av sommersesongen 2012, ga høy vannføring i Glomma. Dette bidro til betydelig omrøring/gjennomstrømning i Vestvannet, og ingen utpreget sommerstagnasjon. Algemengden var i 2012 lavere enn tidligere år, og middelkonsentrasjonen var i Vestvannet 435 og i Borredalsdammen 766 µg/L. Forekomsten av cyanobakterier var beskjeden, og det ble ikke registrert microcystin i noen av prøvene.

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

4. Litteratur

- Bratli, J.L. (red.). 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT veiledning 97:04.
- Lindholm, M. 2008. Overvåking av Vestvannet/Borredalsdammen i Østfold, 2008. NIVA-rapport 5718-2008.
- Solheim, A.L., D. Berge, T. Tjomsland, F. Kroglund, I. Tryland, A.K. Schartau, T. Hesthagen, H. Borch, E. Skarbøvik, H.O. Eggestad og A. Engebretsen. 2008. Forslag til miljømål og klassegrenser for fysisk-kjemiske parametere i innsjøer og elver, inkludert leirvassdrag og egnethet for brukerinteresser. Supplement til Veileder i økologisk klassifisering. NIVA-rapport 5708-2008
- Direktoratsgruppa for Vanndirektivet. 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann, Direktoratsgruppa for gjennomføringen av vanndirektivet.
- Lindholm, M. 2010. Overvåking av Vestvannet/Borredalsdammen i Østfold, 2009. NIVA-rapport 5905-2010.
- Lindholm, M. 2010. Overvåking av Vestvannet/Borredalsdammen i Østfold, 2010. NIVA-rapport 6067-2010.
- Rohrlack, T. og M. Lindholm. 2007. Overvåking av Vestvannet/Borredalsdammen i Østfold, 2007. NIVA rapport 5527-2008.
- Haande, S., Edvardsen, H., Eriksen, T.E., Kile, M.R., Hagman, C.H.C., Borch, H., Brænden, R., Arnesen, J.F., Raudsandmoen, L. 2012. Tilstandsklassifisering av vannforekomster i vannområde Glomma Sør for Øyeren (2011) i henhold til vannforskriften. NIVA-rapport 6406-2012.

5. Vedlegg

Fysiske data Vestvannet og Borredalsdammen 2012

SIKTEDYP (meter)		
DATO	Vestvannet	Borredalsdammen
09.05.2012	1,6	1,5
06.06.2012	2,0	2,0
03.07.2012	2,0	2,0
07.08.2012	1,4	1,9
05.09.2012	1,4	1,9
09.10.2012	1,4	1,4
Årsmiddel	1,6	1,8

TEMPERATUR VESTVANNET (°C)									
Dato	0 m	3 m	6 m	9 m	12 m	15 m	18 m	21 m	24 m
09.05.2012	9,7	9,5	9,1	8,0	7,2	6,9	6,8	6,3	6,2
06.06.2012	14,0	13,0	12,8	12,6	12,6	12,5	12,3	9,8	8,6
03.07.2012	15,2	14,9	14,8	14,6	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5
07.08.2012	16,1	15,9	15,8	15,8	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7
05.09.2012	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
09.10.2012	11,6	11,6	11,7	11,7	11,6	11,6	11,7	11,6	11,6

TEMPERATUR BORREDALSDAMMEN (°C)							
Dato	0 m	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m
09.05.2012	10,9	10,9	10,4	10,0	9,7	9,5	9,2
06.06.2012	15,1	15,0	15,0	14,5	14,0	13,1	11,0
03.07.2012	16,9	16,8	16,7	16,5	16,3	16,1	14,2
07.08.2012	17,8	17,8	17,8	17,7	17,2	16,9	15,8
05.09.2012	16,6	16,6	16,6	16,5	16,5	16,4	16,3
09.10.2012	9,9	9,9	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

OKSYGEN VESTVANNET (mg/L)									
Dato	0 m	3 m	6 m	9 m	12 m	15 m	18 m	21 m	24 m
09.05.2012	12,8	12,8	12,8	12,8	12,7	12,7	12,7	12,6	12,5
06.06.2012	11,4	11,4	11,4	11,5	11,4	11,5	11,3	10,7	9,9
03.07.2012	10,9	11,0	11,0	10,9	10,8	10,8	10,8	10,9	10,8
07.08.2012	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7	10,5	10,6	10,6	10,5
05.09.2012	9,7	9,7	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6
09.10.2012	10,3	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	8,3

OKSYGEN BORREDALSDAMMEN (mg/L)							
Dato	0 m	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m
09.05.2012	12,1	12,1	12,1	11,9	11,8	11,7	10,7
06.06.2012	10,3	10,5	10,6	10,0	9,5	8,1	2,7
03.07.2012	9,7	9,7	9,3	9,4	9,3	8,5	1,5
07.08.2012	9,4	9,4	9,5	8,8	8,6	8,1	0,5
05.09.2012	9,2	9,2	9,2	9,1	9,1	9,0	8,9
09.10.2012	9,6	9,3	9,6	9,7	9,7	9,7	9,8

Kjemiske analyseresultater 2012

VESTVANNET								
Variabel	STS	SGR	Tot-P	PO4-P	Tot-N	NO3-N	SiO ₂ -Sj	Kl-a/S
Dato	mg/l	mg/l	µg P/l	µg P/l	µg N/l	µg N/l	µg SiO ₂ /l	µg/l
09.05.12	3,2	1,6	16	6	650	290	4220	3,7
06.06.12	2,8	1,7	10	3	420	200	3250	2,2
08.07.12	3	1,5	8	3	500	290	3080	1,3
07.08.12	4,4	3,6	12	7	470	260	3427	2,8
05.09.12	4,4	3,6	18	10	510	220	3734	1,8
09.10.12	4,2	2,6	14	8	510	200	3350	4,0
Årsgjennomsnitt	3,7	2,4	13,0	6,2	510	243	3510	2,6

VESTVANNET								
Variabel	STS	SGR	Tot-P	PO4-P	Tot-N	NO3-N	SiO ₂ -Sj	Kl-a/S
Dato	mg/l	mg/l	µg P/l	µg P/l	µg N/l	µg N/l	µg SiO ₂ /l	µg/l
09.05.12	3,8	1,8	17	6	615	320	4350	4,9
06.06.12	2,8	0,8	9	2	480	240	3340	2,7
08.07.12	2,3	0,6	9	2	405	175	2630	1,5
07.08.12	3,0	1,4	14	5	450	185	2741	3,9
05.09.12	2,2	0,8	12	6	495	145	3225	2,5
09.10.12	2,2	0,6	13	3	505	130	4170	4,4
Årsgjennomsnitt	2,7	1,0	12,3	4,0	492	199	3409	3,3

Planteplankton analyseresultater 2012

VESTVANNET						
Dato	09.05.12	06.06.12	03.07.12	07.08.12	05.09.12	09.10.12
Cyanobakterier	30,72	36,73	12,86	2,24	1,52	18,41
Grønnalger	18,38	46,56	60,43	25,21	29,30	36,56
Gullalger	72,59	133,68	74,90	114,88	60,80	63,20
Kiselalger	17,92	95,54	76,30	109,38	253,87	166,60
Svelgflagellater	94,35	36,98	144,02	170,57	107,33	113,70
Fureflagellater	16,19	32,36	27,16	6,78	15,31	2,60
Øyealger	0,00	1,72	1,06	0,00	0,00	0,00
Nåleflagellater	5,60	2,80	0,00	33,60	95,20	8,40
Svepeflagellater	9,44	7,66	3,97	1,53	0,96	5,53
My-alger (2-5 µm)	33,18	22,17	14,56	8,85	12,98	13,83
Sum total	298,37	416,19	415,25	473,04	577,26	428,84

VESTVANNET						
Dato	09.05.12	06.06.12	03.07.12	07.08.12	05.09.12	09.10.12
Cyanobakterier	9,35	44,50	48,22	20,73	8,28	7,80
Grønnalger	16,63	50,56	36,52	76,38	54,64	45,36
Gullalger	185,53	307,92	188,86	128,02	134,14	102,68
Kiselalger	38,63	182,11	212,14	194,48	129,65	124,65
Svelgflagellater	99,70	165,64	155,23	282,98	183,14	127,97
Fureflagellater	25,90	21,24	131,73	74,36	3,27	2,86
Øyealger	0,00	0,00	0,60	3,25	1,68	4,00
Nåleflagellater	19,60	1,40	14,00	330,40	198,80	0,00
Svepeflagellater	4,91	12,12	7,98	6,52	14,11	35,10
My-alger (2-5 µm)	35,73	77,42	62,11	53,60	51,90	39,14
Sum total	435,98	862,91	857,38	1170,73	779,61	489,56

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

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