

Tiltaksrettet overvåkning i Glomma – Utslipp fra Borregaard



Hovedkontor

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

NIVA Region Sør

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

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Region Midt-Norge

Høgskoleringen 9
7034 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Tiltaksrettet overvåking i Glomma – Utslipp fra Borregaard	Løpenr. (for bestilling) 6579-2013	Dato 19.12.2013
	Prosjektnr. Undernr. 13153	Sider Pris 35
Forfatter(e) Sissel Brit Ranneklev, Maia Røst Kile, Torleif Bækken og Espen Lund.	Fagområde Tiltaksrettet overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Østfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Borregaard	Oppdragsreferanse
--------------------------------	-------------------

Sammendrag

Borregaard har installert nytt renseanlegg for å redusere sine utslipp av lettomsattelig organisk materiale til Glomma. Basert på Borregaards regulerte utslippskomponenter og tidligere erfaringer har NIVA utformet et tiltaksorientert overvåkingsprogram for Borregaard i henhold til vannforskriften. Dekningsgrad av heterotrof begroing, ASPT indeks for bunnfauna og PIT indeks for begroingsalger ble valgt ut som de mest følsomme og velegnede biologiske kvalitetselementer for de ulike belastningene. Resultater for 2013 ble sammenlignet med tidligere målinger i området utenfor Borregaard i Glomma. Resultater fra 2013 viser at eutrofiindeksen PIT vipper mellom god og moderat økologisk tilstand fra referansestasjonen fram til den nederste stasjonen, hvor den var nær grensen til dårlig tilstand. Dekningsgrad av lammehaler for 2013 viste at de to øverste stasjonene var i god eller svært god tilstand, mens de resterende stasjonene var i moderat, dårlig eller svært dårlig økologisk tilstand. I 2013 var den økologiske tilstanden for bunndyrsamfunnet god for de to øverste stasjonene. Videre nedover i Glomma reduseres tilstanden til moderat ved Stasjon 3 og 4 og ytterligere nedstrøms til dårlig, med unntak av Stasjon 7A i Pæddekummen, hvor tilstanden var svært dårlig. Det er ingen klar endring i de påvirkede stasjonene siden målinger startet 2010. Resultater fra høst 2013 mot vår 2013, samt tidligere undersøkelser viser ingen endringer i økologisk tilstand. Renseanlegget har kun vært fullt operativt siden juni 2013, og antagelig vil det kreves lengre tid før de biologiske prosessene i Glomma responderer på effektene fra renseanlegget.

Fire norske emneord 1. Tiltaksorientert overvåking 2. Heterotrof begroing, lammehaler (<i>Sphaerotilus natans</i>) 3. Bunndyr (ASPT indeksen) 4. Begroingsalger (PIT indeksen)	Fire engelske emneord 1. Operational monitoring 2. Filamentous bacterium (<i>Sphaerotilus natans</i>) 3. Benthic macrofauna (ASPT) 4. Benthic algae (PIT)
--	---



Prosjektleder



Forskningsleder



Forskningsdirektør

Tiltaksrettet overvåking i Glomma

Utslipp fra Borregaard

Forord

Borregaard kontaktet NIVA for assistanse til utforming av et overvåkingsprogram for sine regulerte utslippskomponenter til Glomma. I tillegg har bedriften nylig installert et anaerobt renseanlegg for å redusere sine utslipp av lettomsættelige organiske stoffer til Glomma. Fra juni 2013 har renseanlegget vært fullt operativt. NIVA har derfor utformet et tiltaksorientert overvåkingsprogram i henhold til vannforskriften for bedriften.

Fra NIVA har følgende personell deltatt og hatt tilhørende ansvarsområde:

Maia Røst Kile: begroingsalger og heterotrof begroing

Torleif Bækken: bunndyr

Espen Lund: kart

Sissel Brit Rannekleiv: utformingen av det tiltaksorienterte overvåkingsprogrammet, vannkjemi og sammenstilling av rapport

Takk til Kjersti Garseg Gyllensten, Lena Ulvan og Gjert Olav Olsen fra Borregaard for aktiv deltagelse og godt samarbeid.

Oslo, 19.12.2013

Sissel Brit Rannekleiv

Innhold

	1
Sammendrag	5
Summary	7
1. Innledning	8
2. Utforming av det tiltaksrettede overvåkingsprogrammet	8
3. Tiltaksrettet overvåkingsprogram for Borregaard	9
3.1 Regulerte utslippskomponenter fra Borregaard	10
3.2 Valg av biologiske kvalitetselementer	11
3.3 Vannkjemi	11
3.4 Frekvens og tidsrom	11
3.5 Stasjonsoversikt	11
4. Materiale og metode	14
4.1 Bunndyr	14
4.2 Begroingsalger og heterotrof begroing	14
4.3 Heterotrof begroing	15
4.4 Vannkjemi	15
5. Resultater	16
5.1 Bunndyr – organisk belastning	16
5.2 Oppsummering bunndyr	19
5.3 Begroingsalger - eutrofiering	19
5.4 Oppsummering begroingsalger	21
5.5 Heterotrof begroing - organisk belastning	21
5.6 Oppsummering heterotrof begroing	23
5.7 Vannkjemi	23
5.8 Oppsummering vannkjemi	24
6. Oppsummering vannkjemi og biologiske kvalitetselementer	24
7. Litteraturliste	26
8. Vedlegg	27

Sammendrag

Høsten 2008 måtte Borregaard stenge sitt aerobe renseanlegg pga fare for Legionella smitte, og som et resultat av dette har det vært en økning i utslippet av lettomsattelig organisk materiale til Glomma. Tidligere undersøkelser har vist at utslipp av lettomsattelig organisk materiale fra Borregaard har forårsaket en oppblomstring av bakterien lammehaler (*Sphaerotilus natans*) i elva. Lammehaler dekker sedimentene, og under vekst forbraker de oksygen slik at utveksling av oksygen mellom de frie vannmassene og sedimentene reduseres. Som et resultat av dette har man observert lavere tetthet av fisk i sentrale gyte- og oppvekstområder, og en bunndyrsammensetning som indikerer organisk belastning i resipienten. Undersøkelser som har vært utført i området indikerer at god økologisk tilstand ikke vil oppnås i dag. I mars 2013 startet Borregaard opp sitt nye anaerobe renseanlegg for å redusere utslippene av organisk materiale til Glomma, og i juni 2013 var utslippene av organisk materiale på nivå med det de var i 2008, da det aerobe renseanlegget stengte.

Borregaard har blitt pålagt av Miljødirektoratet å lage et overvåkingsprogram i Glomma for sin virksomhet. Basert på tidligere undersøkelser og Borregaards regulerte utslippskomponenter har NIVA utformet et tiltaksrettet overvåkingsprogram for bedriften. Hovedhensikten med det tiltaksrettede overvåkingsprogrammet er å vurdere endringer i tilstanden som følge av installasjon av nytt renseanlegg som miljøforbedrende tiltak. Det tiltaksrettede overvåkingsprogrammet er utarbeidet i henhold til vannforskriften og de føringene som er gitt der.

Overvåkingsprogrammet har blitt utformet etter Borregaards følgende regulerte utslippskomponenter:

- Næringsalter (nitrogen- og fosforforbindelser)
- Organisk utslipp (biologisk oksygenforbruk (BOF), kjemisk oksygenforbruk (KOF), suspendert tørrstoff (STS)
- Kobber
- Absorberbare halogenerte stoffer (AOX)

Videre er ulike biologiske kvalitetselementer som er mest følsomme for belastningene i resipienten valgt ut, og for de ulike utslippskomponentene har NIVA benyttet følgende kvalitetselementer:

- Begroingsalger (PIT-indeks) for eutrofi
- Lammehaler/heterotrof begroing (dekningsgrad) og bunndyr (ASPT-indeks) for organiske utslipp
- Kobber og AOX (støtteparameter) i vannsøyla

Valg av egnede stasjoner/lokaliteter som ble undersøkt er basert på tidligere arbeider i området, mens tidspunkter og frekvenser for undersøkelser av de ulike kvalitetselementene er utført i henhold til vannforskriften.

Resultater fra målingene som har blitt utført i 2013 har blitt sammenstilt med tidligere undersøkelser i elva. Fra noen av stasjonene er det biologisk overvåkingsdata fra 2007 fram til i år, mens andre stasjoner er nye i 2013. Begroingsalger, lammehaler og bunndyr er stort sett tatt ut på de samme stasjonene. For de biologiske kvalitetselementene og vannkjemien er det benyttet referansestasjoner oppstrøms Sarpsfossen som er uberørte av Borregaards utslipp.

Gjennomsnittlige konsentrasjoner av kobber i 2013 nedstrøms Borregaards utslipp (Ammannsgrunnen) var innenfor gjennomsnittlige målte konsentrasjoner ved referansestasjonen (Baterød/Sarpsfossen). Målte konsentrasjoner ved begge stasjonene tilsvarte Klasse III i henhold Miljødirektoratets klassifiseringssystem og da over EQS-verdier.

Resultater fra 2013 viser at eutrofiindeksen PIT vipper mellom god og moderat økologisk tilstand fra referansestasjonen fram til den nederste stasjonen (Stasjon 8) hvor normalisert EQR var lik 0,42, og nær grensen til dårlig tilstand. Makroskopiske (synlige) forekomster av ulike arter innen cyanobakterieslekten *Phormidium* som trives i næringsrike vann ble observert på alle stasjonene. På de to øverste stasjonene ble det registrert store forekomster (ca 30 % dekningsgrad) av rødalgen *Audoumella*, som indikerer at det er eutrofe forhold ovenfor Borregaards utslipp. Resultater fra 2013 samsvarer med tidligere undersøkelser som viser at PIT-indeksen vipper mellom god og moderat tilstand i dette området.

Dekningsgrad av lammehaler for 2013 viste at de to øverste stasjonene var i god eller svært god tilstand, mens de 7 nederste stasjonene, var i moderat, dårlig eller svært dårlig økologisk tilstand. På de belastede stasjonene var dekningsgraden høy, fra 20 til 70% på de ulike stasjonene. Sesongvariasjoner i løpet av en vekstsesong kan muligens påberegnes, da det er kjent at bakterien vil kunne svekkes av bl.a. UV-lys. I stasjon 7A (Pæddekummen indre) ble det høsten 2013 påvist høy dekningsgrad (90 %) av soppen *Leptomitus lacteus*, som ikke er påvist tidligere. Hvorvidt dette skyldes et kommunalt kloakkutslipp er uvisst. Det er ingen klar endring i de påvirkede stasjonene siden målinger startet 2010. Renseanlegget har kun vært fullt operativt siden juni 2013, og antagelig vil det kreves lengre tid før de biologiske prosessene i Glomma responderer på effektene fra renseanlegget.

I 2013 var den økologiske tilstanden for bunndyrsamfunnet god for de to øverste stasjonene. Videre nedover i Glomma reduseres tilstanden til moderat ved Stasjon 3 og 4 og ytterligere nedstrøms til dårlig, med unntak av Stasjon 7A i Pæddekummen, hvor tilstanden var svært dårlig. En mulig forbedring i tilstand ved stasjon 2B kan observeres fra 2009 fram til 2013. For de resterende påvirkede stasjonene var det ingen entydig endringer i tilstanden.

Ved å kombinere den økologiske tilstanden til de ulike biologiske kvalitetselementene på de forskjellige stasjonene etter prinsippet om at «det verste styrer», ble de fleste påvirkede stasjonene klassifisert til svært dårlig eller dårlig tilstand pga høy dekningsgrad av heterotrof begroing og lave ASPT verdier. Stasjonene rundt Pæddekummen var generelt det mest belastede, noe som antagelig skyldes at det tilføres ekstra næringssalter og organisk materiale fra det kommunale kloakkutslippet, samt at Glomma danner en bakevje ved dette området.

Summary

Title: Operational monitoring of Glomma – discharges from Borregaard

Year: 2013

Authors: Sissel Brit Ranneklev, Maia Røst Kile, Torleif Bekken, and Espen Lund.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6314-5

In autumn 2008, Borregaard had to close its aerobic treatment plant due to the risk of *Legionella* infection. As a result there has been an increase in the discharges of readily available organic matter into the River Glomma.

Previous studies have shown that the discharges of readily available organic material from Borregaard have caused a proliferation of the filamentous bacterium, *Sphaerotilus natans* in the river. The bacterium covers bottom sediments, and as a result, the exchange of oxygen between the open water and sediments decreases. Former reports have revealed declined densities of fish in key spawning and nursery areas and benthic composition indicating organic load in the recipient. Studies that have been conducted in the area indicate that good ecological conditions will not be achieved at present. In 2013, Borregaard installed an anaerobic treatment plant to reduce discharges of readily available organic material to the River Glomma, and in June 2013 the plant was fully operative.

Borregaard was imposed by the Norwegian Environment Agency to design a monitoring programme for the River Glomma. Based on the discharges and installation of the treatment plant NIVA designed an operational monitoring programme according to the Water Framework Directive.

The following biological quality elements and parameters/indexes were included in the operational monitoring programme:

- Benthic macro-invertebrates (ASPT)
- Heterotrophic growth (coverage and density)
- Benthic algae (PIT)

Results from 2013 show that the eutrophication index, PIT, grades between good and moderate ecological status from the reference upstream station to the final station. Density and coverage of the bacterium *Sphaerotilus natans* were high, and poor or bad ecological status were achieved at stations influenced by readily available organic matter. In these stations low scores for ASPT were observed as well.

Autumn samples compared to spring samples from 2013 showed no sign of biologic recovery, probably due to that the treatment plant has been fully operative in a limited time.

1. Innledning

Borregaard har blitt pålagt av Miljødirektoratet å utforme et overvåkingsprogram for sin virksomhet. Resultater fra tidligere undersøkelser i Glomma utenfor Borregaard har vist at området er belastet med utslipp av lettomsattelig organisk materiale [1, 2]. I dag vil ikke området oppnå god økologisk status, pga utbredelse av den trådformede bakterien lammehaler (*Sphaerotilus natans*) som dekker substratet og påvirker bunndyrsamfunnets sammensetning, samt tettheten av fisk i gyte- og oppvekstområder. Da området pr. i dag ikke oppnår god økologisk tilstand, og Borregaard har startet miljøforbedrende tiltak ved å installere renseanlegg for redusere utslippet av organisk materiale har overvåkingsprogrammet blitt utformet som et tiltaksrettet overvåkingsprogram i henhold til vanddirektivet [3].

2. Utforming av det tiltaksrettede overvåkingsprogrammet

Hovedhensikten med et tiltaksrettet overvåkingsprogram er å vurdere endringer i tilstanden som følge av miljøforbedrende tiltak. I vanddirektivet er det lagt føringer for hvordan utformingen av et tiltaksrettet overvåkingsprogram skal være, men det er en høy grad av fleksibilitet i flere av valgene man kan ta, noe som er behandlet i overvåkingsveilederen [4]. Miljødirektoratet lagde nylig en eksempelsamling [5], som angir hovedtrekkene som bør inkluderes i et tiltaksrettet overvåkingsprogram for treforedlingsindustrien. Eksempelsamlingen angir hvordan industribedrifter kan legge opp en tiltaksrettet overvåkingsplan for sine utslipp.

Under følger en forenklet oversikt over punkter som må omhandles i et tiltaksrettet overvåkingsprogram:

Kvalitetselement¹

Det mest følsomme biologiske- og hydrologiske kvalitetselement for den aktuelle belastningen skal overvåkes som et minimum. I overvåkingsveilederen [4] er det angitt forskjellige kvalitetselementer som skal benyttes for ulike belastninger i overflatevann. Prøvetakningsmetodikk og analyse for klassifiseringen av kvalitetselementene er gitt i klassifiseringsveilederen [6].

Målestasjoner

Antall målestasjoner skal være tilstrekkelig slik at man kan måle påvirkningens omfang og virkning i resipienten. I tillegg må minst en referansestasjon, som er upåvirket av belastningen inkluderes i stasjonsnett. Plasseringen av målestasjonene må ses i forhold til virksomhetens utslipp, og kunnskap om f.eks. vannets strømningsmønster, saltholdighet, temperatur, samt bunnen og breddens form. Anbefalinger i forhold til stasjonstetthet er gitt i overvåkingsveilederen (Veileder 02:2009) [4].

Frekvens og tidsrom for prøvetaking

¹Kvalitetselement (KE)

Økosystemkomponent, som er angitt i vannforskriftens vedlegg V. Det finnes både biologiske, fysisk-kjemiske og hydromorfologiske kvalitetselementer. Disse består av flere parametere. Eksempler på KE er planteplankton, vannplanter, bunndyr og fisk (ikke i kystvann).

Antall frekvenser gjennom året og tidsrom for når undersøkelsen skal utføres er gitt i overvåkingsveilederen [4] og klassifiseringsveilederen [7]. For de biologiske kvalitetselementene er vekstsesongen av betydning for valg av tidsrom og frekvens i løpet av året. Videre må frekvens og tidsrom kunne dokumentere endringer over tid, både for bedrift som påkoster tiltak og for myndighetene som vurdere effekten av tiltakene.

Tilstandsklassifisering

I klassifiseringsveilederen (Veileder 01:2009) [7] er det angitt hvordan de ulike kvalitetselementene skal klassifiseres for endelig å komme fram til en tilstandsklasse. Miljømålet for en vannforekomst er god eller bedre.

3. Tiltaksrettet overvåkingsprogram for Borregaard

NIVA har hatt en rekke ulike prosjekter for Borregaard i Glomma etter at det aerobe renseanlegget ble stengt i 2008. Informasjon fra disse undersøkelsene er lagt til grunn for utformingen av det tiltaksrettede overvåkingsprogrammet. I **Tabell 1** gis en oversikt over undersøkelser utført av NIVA etter 2009.

Tabell 1. Oppsummering av parameter som har vært overvåket av NIVA i Glomma utenfor Borregaard siden 2009.

Parameter	År	Status	Referanse
Fisk	2013	Fangstene av laks var betydelig større enn ved forrige el-fiske i 2009–2010. Kan være settefisk eller yngel.	[8]
Metaller (vannfase)	2011-12	Alle målte metaller under EQS og i klasse I eller II. Cu i klasse IV (også oppstrøms Sarpsfossen).	[2]
Oksygen (vannfase)	2011-12	Ingen tegn til redusert O ₂ -innhold i vannsøyle ved ulike dyp eller ved forskjellige stasjoner i overflaten	[2]
Tot-N, Tot-P (vannfase)	2011-12	Svært god tilstand for Tot-P, moderat tilstand Tot-N (målinger ved Sarpsfossen svinger mellom moderat og god tilstand).	[2]
KOF/Cr	2011-12	Nær deteksjonsgrense, men noen målinger over og i Klasse V. Høy deteksjonsgrense til metoden.	[2]
BOD5	2011-12	Målinger under deteksjonsgrense	[2]
Bunnfauna	2011-12	ASPT-verdier var lave og indikerer organisk belastning.	[2]

Parameter	År	Status	Referanse
Begroingsalger	2011-12	PIT-verdier var lave og miljømålet (god klasse) ble oppnådd. Ingen tegn til eutrofi, med unntak i Pæddekummen. *PIT-målinger oppstrøms Sarpsfossen har varierende verdier	[2] *[9]
Begroingsalger	2011-12	AIP-indeks indikerer svært god tilstand i forhold til forsurening.	[2]
Lammehaler	2011-12	Dekningsgrad fra 1 til 40 % ble observert.	[2]
Fisk	2011-12	Prøvefiske ga lav fangst grunnet tildekking av garn med lammehaler.	[2]
Vannplanter	2011-12	Få arter ble registrert. Mulig tilbakegang av hjertetjønna.	[2]
Lammehaler	2012	Høy dekningsgrad i elva. Undersøkelser utført vår og sommer.	[10, 11]
Begroingsalger	2009-11	PIT-verdier varierte mellom god og moderat klasse.	[1]
Sedimenter	2012	Sedimenter ved Melløs kai, TBT, PAH16, PCB7 og metaller i Klasse I eller II.	[12]
Lammehaler	2009-10	Dekningsgrad på opptil 100% noen steder.	[1]
Bunnfauna	2009-10	Svært dårlig, dårlig og moderat tilstand ble funnet.	[1]
Fisk	2009-10	Lav tetthet av ungfisk ble observert.	[1]
Oksygenmetning i substrat	2009-10	Muligens noe lavere O ₂ -metning ned i substratet.	[1]

3.1 Regulerte utslippskomponenter fra Borregaard

I tillegg til utslipp av organisk materiale har Borregaard utslipp av N og P-forbindelser som kan virke eutrofierende på begroingsalger. Fra produksjonen slippes også bl.a kobber og absorberbare halogenerte stoffer (AOX) ut i Glomma. Det tiltaksrettede overvåkingsprogrammet ble utformet for å dekke alle regulerte utslippskomponenter. En oversikt over Borregaards regulerte utslippskomponenter er gitt under:

- Næringssalter (nitrogen- og fosforforbindelser)
- Organisk utslipp (biologisk oksygenforbruk (BOF), kjemisk oksygenforbruk (KOF), suspendert tørrstoff (STS))
- Kobber
- Absorberbare halogenerte stoffer (AOX)

For utformingen av det tiltaksrettede overvåkingsprogrammet er det viktig at mulige påvirkninger av utslippskomponentene identifiseres i resipienten og at man da velger egnede kvalitetselementer og matrikser i overvåkingen.

3.2 Valg av biologiske kvalitetselementer

For elver er det utviklet en rekke biologiske kvalitetselementer, hvorav to er særdeles egnede til å vurdere utslipp fra Borregaard; PIT (periphyton index of trophic status)- og ASPT (Average Score Per Taxon)-indeksene. Disse indeksene angir hhv. næringssaltbelastning (eutrofi) og organisk belastning, og er begge interkalibrerte. Indeksen ASPT anvendes til vurdering av den økologiske tilstanden til bunndyrsamfunnet, mens PIT er basert på indikatorverdier for ulike bentiske alger. I tillegg vil dekningsgrad av heterotrof begroing (sopp og bakterier) bli inkludert i den nye klassifiseringsveilederen [13] som utgis med det første, og derfor er inkludert i denne undersøkelsen. For utfyllende informasjon om de ulike kvalitetselementene henvises det til klassifiseringsveilederen [6], og ny veileder som som utkommer i 2013 (Veileder 02:2013) [13].

3.3 Vannkjemi

For KOF, BOF, STS, AOX og Cu ble det valgt å ta ut vannprøver, da tidligere undersøkelser [12] har vist at det er vanskelig å ta ut velegnede sedimenter i dette området.

3.4 Frekvens og tidsrom

De biologiske kvalitetselementene må overvåkes etter spesifikke tidspunkter i løpet av året, avhengig av livssyklus og biologi til det aktuelle kvalitetselementet. Bunndyrsamfunnet overvåkes to ganger gjennom sesongen (vår og høst), begroingsalger en gang (aug./sep.), og heterotrof begroing 2 ganger (vår og høst). For fysiske kjemiske kvalitetselementer som nitrogen og fosfor skal det tas månedlige målinger gjennom vekstsesongen. For kobber som pr. i dag kalles en nasjonal prioritert miljøgift (vil i fremtiden kalles et vannregionspesifikt stoff), skal overvåking utføres hver tredje måned. Overvåking av AOX ble utført etter Borregaards eget ønske, da de har lange tidsserier på denne gruppen av forbindelser.

Til informasjon så trenger man i henhold til vanddirektivet ikke bruke de abiotiske kvalitetselementene i klassifiseringen dersom de biologiske kvalitetselementene er klassifisert i moderat, dårlig eller svært dårlig tilstand.

3.5 Stasjonsoversikt

I **Figur 1** vises en oversikt over stasjonene i Glomma. Valg av disse stasjonene ble gjort på bakgrunn av Borregaards utslipp, tidligere erfaringer i området, egnethet i forhold til HMS og strømningsforhold i elva.



Figur 1. Oversikt over de ulike stasjonene i Glomma. Bilder og koordinater til de ulike stasjonene er gitt i **Vedlegg 1**.

Aktiviteter på de ulike stasjonene er vist i **Tabell 2**.

Tabell 2. Oversikt over aktiviteter ved de ulike stasjonene. * Data ikke vist her [8].

Stasjon	Aktivitet
1	Baterød vannbehandlingsanlegg (ny stasjon for 2013), vannkjemi
1	Bunndyr, begroingsalger og heterotrof begroing
2A	Begroingsalger og heterotrof begroing, el-fiske*
2B	Bunndyr, el-fiske*
3	Bunndyr, begroingsalger og heterotrof begroing, el-fiske*
4	Bunndyr, begroingsalger og heterotrof begroing, el-fiske*
5A	Bunndyr, el-fiske*
5B	Begroingsalger og heterotrof begroing, el-fiske*
6	Bunndyr, begroingsalger og heterotrof begroing
7A	Bunndyr, begroingsalger og heterotrof begroing
8	Bunndyr, begroingsalger og heterotrof begroing
1AG	Amtmannsgrunnen, vannkjemi

En oppsummering av overvåkingsprogrammet er videre gitt i **Tabell 3**.

Tabell 3. Informasjon om kvalitetselementer og indekser med krav til tidspunkt for prøvetaking og hyppighet.

Reg. utslipps-komponent	Kvalitets-element	Indeks	Matriks	Antall målestasjoner	Antall frekvenser pr. år	Tidspunkt
N og P	Begroingsalger	PIT	Substrat/sed.	8	1	Aug./sep.
BOF, KOF	Lammehaler	Dekningsgrad for heterotrof begroing	Substrat/sed.	8	2	Vår og høst
BOF, KOF, STS	Bunndyr	ASPT	Substrat/sed.	9	2	Vår og høst
Cu	Cu	Vannkjemi	Vannsoyla	2	4	Vår, sommer, vinter, høst

4. Materiale og metode

4.1 Bunndyr

Det ble samlet inn et representativt materiale fra bunndyrsamfunnene ved hver av elvestasjonene den 11. og 12. april og 21. november 2013. I tillegg presenteres det resultater fra tidligere undersøkelser der disse er relevante og er materialet er hentet fra de samme stasjonene [1, 9, 14, 15]. Ved Pæddekummen (Stasjon 7B) var det bestemt å ta en prøve fra dypområdet av Glomma (tilsvarende som på 13m dyp i 2012 [2]). Det ble tatt prøver herfra både vår og høst 2013. Fordi disse prøvene gir begrenset informasjon om den økologiske tilstanden i elva, ble det i tillegg tatt en prøve fra strandområdet ved Pæddekummen (Stasjon 7A) i november 2013. Plassering av stasjonene er vist i **Figur 1**.

Innsamlingsmetoden er i henhold til anbefalingen i klassifiseringsveilederen [7] der det ved innsamling av bunndyrmateriale anbefales bruk av en såkalt sparkemetode (NS-ISO 7828). Det anvendes en håndholdt håv med åpning 25cm x 25cm og maskevidde 0,25 mm. Håven holdes ned mot bunnen med åpningen mot strømmen. Bunnssubstratet oppstrøms håven sparkes/rotes opp med foten slik at oppvirvlet materiale føres inn i håven. Da en slik metode kan variere anbefaler veilederen følgende konkretisering: Det tas 9 delprøver fra stasjonen. Hver delprøve representerer 1 m lengde av elvebunnen og samles inn i løpet av 20 sekunder. Etter at 3 slike prøver er samlet inn (samlet prøvetakingstid ca 1 minutt) tømmes håven for å hindre tetting av maskene og tilbakespyling. Samlet blir det da 3 prøver a 1 minutt. Disse samles så i et glass og utgjør prøven fra stasjonen. Prøvene ble tatt i strykpartier når det var mulig, da klassegrensene i vurderingssystemet ikke er tilpasset sakteflytende elver.

Det er tatt prøver fra én stasjon på et dypområde ved Pæddekummen. Prøvene ble tatt på ca. 13 m dyp. Prøven ble tatt med Van Veen grabb/Limnos sedimentprøvetaker. Resultatene angis som tetthet pr. m². Det foreligger ikke vurderingssystem for denne type lokalitet/metode.

Prøvene ble konserverte i felt med etanol. Bunndyrmaterialet ble så talt og bestemt i laboratoriet etter standard prosedyrer ved hjelp av binokulær lupe og mikroskop. Det taksonomiske nivået varier, men individer i de tre hovedgruppene døgnfluer (Ephemeroptera), steinfluer (Plecoptera) og vårfluer (Trichoptera), de såkalte EPT taksa, blir så langt det er mulig identifisert til art/slekt.

Vurderingen av forurensningsbelastning og økologisk tilstand baseres på ASPT indeksen (Average Score Per Taxon). Denne indeksen gir gjennomsnittlig forurensningstoleranse for familiene i bunndyrsamfunnet. ASPT verdiene for hver stasjon vurderes opp mot den generelle referanseverdien for vanntypen. Forholdet mellom målt verdi og referanseverdi kalles EQR (Ecological Quality Ratio). For å få indeksene for alle biologiske kvalitetselementer på samme skala er det beregnet en «normalisert» EQR (nEQR). Klassegrenser for økologisk tilstand er i henhold til Vanndirektivet. Der det foreligger to prøver pr. år er tilstanden for hvert år angitt som middelverdien av disse.

Biologisk mangfold i elvene har vi valgt å vurdere ut fra antall taksa (art/slekt/familie) innen gruppene døgnfluer, steinfluer og vårfluer. Høye indeksverdier for EPT ligger over 25. Hva som er ”normalt” (referansen) er imidlertid avhengig av både hvor i Norge en er og hvilke fysiske-kjemiske miljøparametere som ellers er bestemmende for ”normalfaunaen”. F.eks. har Østlandet rikere fauna og flere arter enn Vestlandet, ionerike vannkvaliteter har flere arter enn ionefattige, og strykpartier i elver har høyere verdier enn roligflytende partier. Vi angir spesielt i rapporten dersom det blir registrert rødlistearter i materialet.

4.2 Begroingsalger og heterotrof begroing

Prøvetaking av bentiske alger ble gjennomført 5., 10. og 11. september 2013, på 8 stasjoner i nedre del av Glomma, i forbindelse med Borregaards utslipp punkter (**Figur 1**).

På hver stasjon ble en elvestrekning på ca. 10 meter undersøkt ved bruk av vannkikkert. Det ble tatt prøver av alle makroskopisk synlige bentiske alger, og de ble lagret i separate beholdere (dramsglass). Forekomst av alle makroskopisk synlige elementer ble estimert som 'prosent dekning'. For prøvetaking av kiselalger og andre mikroskopiske alger ble 10 steiner med diameter 10-20 cm innsamlet fra hver stasjon. Et areal på ca 8 ganger 8 cm, på oversiden av hver stein, ble børstet med en tannbørste. Det avbørstede materialet ble så blandet med ca 1 liter vann. Fra blandingen ble det tatt en delprøve som ble konservert med formaldehyd. Innsamlede prøver ble senere undersøkt i mikroskop, og tettheten av de mikroskopiske algene som ble funnet sammen med de makroskopiske elementene ble estimert som hyppig, vanlig eller sjelden. Metodikken er i tråd med den europeiske normen for prøvetaking og analyse av begroingsalger (EN 15708:2009).

For hver stasjon ble eutrofieringsindeksen PIT (Periphyton Index of Trophic status) beregnet [16]. PIT er basert på indikatorverdier for 153 taksa av bentiske alger (ekskludert kiselalger). Utregnede indeksverdier strekker seg over en skala fra 1,87 til 68,91, hvor lave PIT verdier tilsvarer lave fosforverdier (oligotrofe forhold), mens høye PIT verdier indikerer høye fosforkonsentrasjoner (eutrofe forhold). For å kunne beregne en sikker indeksverdi, kreves minimum 2 indikatorarter pr stasjon.

I forbindelse med Vannforskriften er det fastsatt klassegrenser for PIT indeksen. Klassegrensene avhenger av elvetype der Ca-konsentrasjonen er avgjørende (Schneider, upublisert). For lettere å sammenligne økologisk tilstand med andre kvalitetselementer, omregnes de absolutte indeksverdiene til normalisert EQR (Ecological Quality Ratio). Normalisert EQR ligger på en skala fra 0-1, og her er klassegrensene like uansett elvetype eller kvalitetselement.

4.3 Heterotrof begroing

Prøvetaking av heterotrof begroing ble gjennomført i henholdsvis april, september og november 2013, på 8 stasjoner i nedre del av Glomma, i forbindelse med Borregaards utslippspunkter (**Figur 1**).

På hver lokalitet undersøktes en ca. 10 meter lang elvestrekning ved bruk av vannkikkert. Det ble tatt prøver av makroskopisk synlig heterotrof begroing, som ble lagret på dramsglass og konservert på noen få dråper formaldehyd (formalin). Dekningsgraden ble estimert som "prosent dekning". Innsamlede prøver ble senere undersøkt i mikroskop, for å verifisere om det var heterotrof begroing, samt identifisere det innsamlede materiale til art.

Hver stasjon ble klassifisert for organisk belastning med utgangspunkt i et årlig gjennomsnitt av dekningsgrad (prosent dekning) av heterotrof begroing [13]. Dette er et skjønnsmessig system som baserer seg på at tilstanden blir dårligere ved økt dekning av sopp og heterotrofe bakterier. Ved registreringer av f.eks 1-10 % dekningsgrad av heterotrof begroing vil lokaliteten havne i moderat økologisk tilstand, og høyere dekning vil gi dårligere tilstand. Systemet overstyrer klassifisering som blir gjort med utgangspunkt i PIT-indeksen for begroingsalger i de tilfeller hvor den heterotrofe begroingen fører til dårligere tilstandsklasse enn PIT.

4.4 Vannkjemi

Borregaard har selv tatt ut vannprøvene (n = 3) fra Amtmannsgrunnen og benyttet seg av Eurofins laboratorier til analysene. Referanseprøver fra Baterød for 2013 er tatt ut fra NIVAs (www.NIVA.no) AquaMonitor portal (n=15). Dette er data som Miljødirektoratet benytter seg av i Elvetilførselsprogrammet. Informasjon om vannkjemi er gitt i **Vedlegg 2**.

5. Resultater

5.1 Bunndyr – organisk belastning

Økologisk tilstand

Stasjon 1 (oppstrøms Sarpsfossen) representerer referansesituasjonen i denne undersøkelsen. På denne stasjonen foreligger det årlige data siden 2007. Den økologiske tilstanden har ligget omkring grenseverdien mellom god og moderat tilstand. Det synes å være en tendens til stadig bedre tilstand på denne stasjonen. De siste årene har tilstanden vært god (**Figur 2**).

Stasjon 2B (ved Glomma Papp) har data fra tidligere undersøkelser for Borregaard i 2009 og 2010. Stasjonen ligger på motsatt side av Borregaard og den ble anvendt som referanse i disse undersøkelsene. Den økologiske tilstanden i 2009 var dårlig. I 2010 hadde tilstanden bedret seg til moderat, mens tilstanden i 2013 var god.

Stasjon 3 (ved «Huset på prærien») ligger nedstrøms hovedutslipp fra Borregaard. Bunndyrsamfunnet var tydelig påvirket. Den økologiske tilstanden i 2013 var moderat, på grensen mot dårlig.

Stasjon 4 (Borregaardsholmen) hadde også et bunndyrsamfunn som var tydelig påvirket av forurensninger. Den økologiske tilstanden var moderat, på grensen mot god.

Stasjon 5B (nedre grusørene) har også data fra de tidligere undersøkelser i 2009 og 2010. I begge årene var bunndyrsamfunnet sterkt påvirket. Den økologiske tilstanden var dårlig. I 2013 var tilstanden også dårlig med samme indeksverdi som i 2010. I 2009 og 2010 ble det tatt separate prøver fra de øvre grusørene (5A). Forholdene her var de samme som på Stasjon 5B.

Stasjon 6 (under E6, sørbredden) hadde et sterkt påvirket bunndyrsamfunn. Den økologiske tilstanden var dårlig. På denne stasjonen er elva sakteflytende, men med steinsubstrat. Det innebærer i seg selv noe lavere indeksverdi enn på strykpartier. Det forklarer imidlertid ikke den dårlige tilstanden som i all hovedsak kan tilskrives utslipp av organisk materiale.

Stasjon 7A (Pæddekummen indre). Prøven er fra steinsubstratet i strandsonen. Bunndyrsamfunnet er sterkt påvirket. Den økologiske tilstanden er svært dårlig med den laveste observerte indeksverdi i denne undersøkelsen. Det er observert kloakktilførsler i dette området. Det er sannsynlig at dette medvirker til den dårlige tilstanden. Også på denne stasjonen er elva sakteflytende, men med steinsubstrat. Det innebærer i seg selv noe lavere indeksverdi enn på strykpartier. Det forklarer imidlertid ikke den dårlige tilstanden som i all hovedsak kan tilskrives utslipp av organisk materiale.

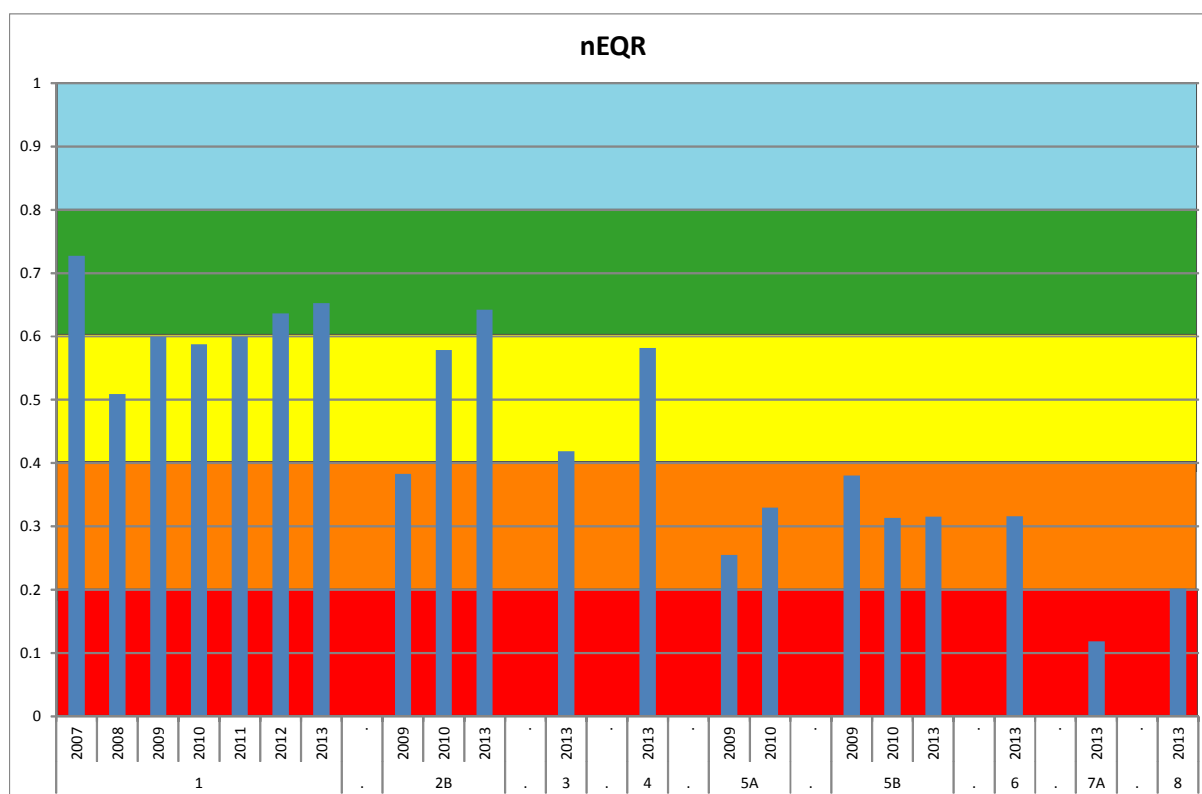
Stasjon 7B ligger på ca 13 m dyp i Pæddekummen. De vanligste gruppene var fjærmygg (chironomidae) og fåbørstemark (oligochaeta) (**Tabell 4**). Det ble registrert flere grupper enn i 2012. Området må regnes som ustabil fra naturens side ved at saltholdig vann kan komme hit opp langs bunnen under sterk flo. Det ble imidlertid ikke funnet brakkvannarter. Det er ikke utviklet vurderingssystem for denne type habitat, men den klare dominansen av fåbørstemark (21.11.2013) antyder påvirkning av organisk materiale. Bruk av ASPT indeksen (se metodekapittel ovenfor) gir meget lave verdier, henholdsvis 2 og 1.5 i april og november, noe som også antyder påvirkning av organisk materiale.

Tabell 4. Tetthet (n/m²) av bunndyr på 13 m dyp ved Stasjon 7B.

Hovedgruppe	Stasjon 7B (11.04.13)	Stasjon 7B (21.11.13)
Fjærmygglarver	1077	158
Fåbørstemark	308	4210
Småmusling	154	
Vannmidd	154	

Stasjon 8 (nedstrøms Sundløkka) viser også et sterkt påvirket bunndyrsamfunn. Den økologiske tilstanden ligger på grenseverdien mellom svært dårlig og dårlig tilstand. På denne stasjonen er elva sakteflytende, men med steinsubstrat. Det innebærer i seg selv noe lavere indeksverdi enn på strykpartiene. Det forklarer imidlertid ikke den dårlige tilstanden som i all hovedsak kan tilskrives utslipp av organisk materiale.

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



Figur 2. Økologisk tilstand basert på studier av bunndyrsamfunnet for ulike perioder for hver stasjon mellom 2007 – 2013. Vår og høstprøver er vist som gjennomsnittsverdi pr. år.

Biologisk mangfold

Det biologiske mangfoldet målt med EPT indeksen (antall arter av døgnfluer (E), steinfluer (P) og vårfluer (I)) viste verdier mellom 14 og 20 på Stasjon 1 i perioden 2007 til 2013 (**Figur 3**). EPT verdien i 2013 var 18. Av disse var *Ephemera mucronata* og *Baetis rhodani* (Norges vanligste døgnflue) de vanligste døgnfluene henholdsvis vår og høst. Steinfluene ble funnet i langt mindre antall og med færre arter. Den vanligste både vår og høst var små ubestembare individer av slekten *Isoperla*. Vårfluene var tallrike. Den vanligste både vår og høst var små ubestembare individer av den nettspinnende slekten *Hydropsyche*. Blant denne nettspinnende gruppen av vårfluer ble det også registrert mange individer av den mindre vanlige arten *Cheumatopsyche nevae*.

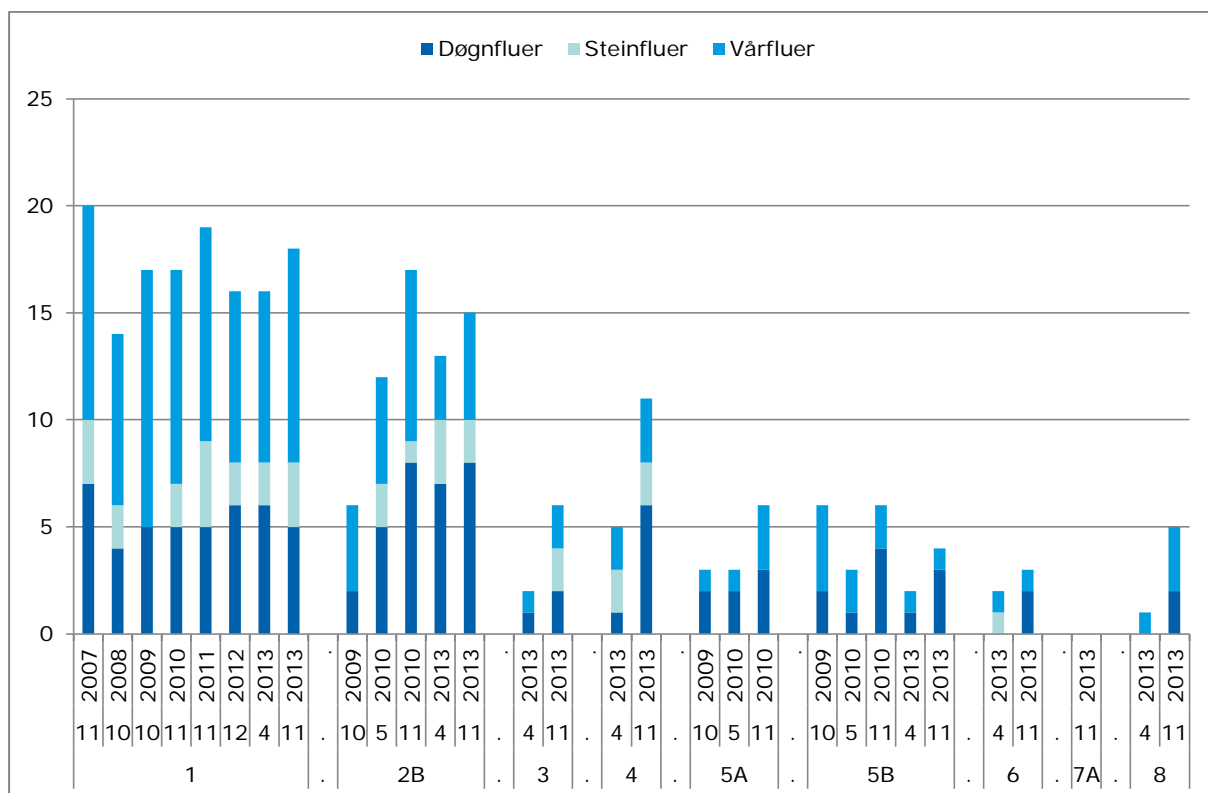
Ved Stasjon 2 var mangfoldet generelt lavere. Verdiene i 2013 var 13 i vårprøven og 15 i høstprøven. Døgnfluer var vanligst med *Ephemera mucronata* og *Baetis rhodani* som de vanligste artene henholdsvis vår og høst. *Baetis rhodani* er forholdsvis tolerant ovenfor organisk forurensning og eutrofiering. Det var få steinfluer. Den vanligste arten var *Isoperla obscura* både vår og høst. Blant vårfluene var rovfomen *Rhyacophila nubila* vanligst i vårprøven, mens *Agapetus ochripes* og ubestemte individer fra den nettspinnende familien Polycentropodidae var like vanlige i høstprøven. *Chenumatopsyche nevae* ble også funnet her.

Ved Stasjon 3 var det lave EPT verdier med bare to arter i vårprøven og seks i høstprøven. De to i vårprøven var døgnfluen *Ephemera mucronata* og vårfluen *Psychomyia pusilla*. Begge funnet med få individer. Steinfluer ble ikke funnet i vårprøven. I høstprøven var *Isoperla obscura* den vanligste arten. Det ble funnet to vårfluearter i få eksemplarer i høstprøven ved denne stasjonen: *Rhyacophila nubila* og *Agapetus ochripes*.

Ved stasjon 4 var EPT verdiene noe høyere enn ved Stasjon 3. Særlig viste dette seg i høstprøvene med 11 EPT arter. *Baetis rhodani* var eneste døgnflue i vårprøven. Det ble bare registrert få individer. Samme arten var vanlig i høstprøven sammen med flere andre. Steinfluene ble også funnet med svært få individer i vårprøvene. To slekter ble registrert: *Isoperla* og *Nemoura*. I høstprøven var den vanligste steinfluen *Isoperla obscura*. Blant vårfluene var *Psychomyia pusilla* vanligst både i vår og høstprøvene.

Videre nedstrøms var det på alle stasjonene lave verdier med variasjon mellom null EPT arter ved Stasjon 7A til seks arter på stasjon 5B. Ved Stasjon 5 var *Baetis rhodani* eneste døgnflueart. Den var imidlertid fraværende lengre nedstrøms. Her kom det inn en annen forholdsvis tolerant døgnflue i høstprøvene; *Centroptilum luteolum*. Denne arten har normalt tilhold i strømsvake elver og innsjøer, mens *Baetis rhodani* foretrekker strykområder. Den eneste steinfluen som ble registrert nedstrøms Stasjon 4 var *Isoperla sp.* som ble funnet i vårprøven ved Stasjon 6. Nedstrøms Stasjon 4 ble det funnet tre vårfluearter: *Psychomyia pusilla*, *Mystacides azurea* og Polycentropodidae.

I tillegg ble det registrert ulike arter fra andre bunndyrgrupper slik som snegler (*Radix labiata*, *Ancylus fluviatilis*, ubestemte skivesnegler), krepsdyr (*Asellus aquaticus*), igler (*Helobdella stagnalis*, *Erpobdella sp.*). Alle disse gir innspill til forurensningsindeksen. Det ble ikke funnet rødlistede arter i materialet.



Figur 3. Biologisk mangfold som EPT indeks (antall arter av døgnfluer, steinfluer og vårfluer) for ulike perioder for hver stasjon mellom 2007 – 2013. Vår og høstprøver er adskilt.

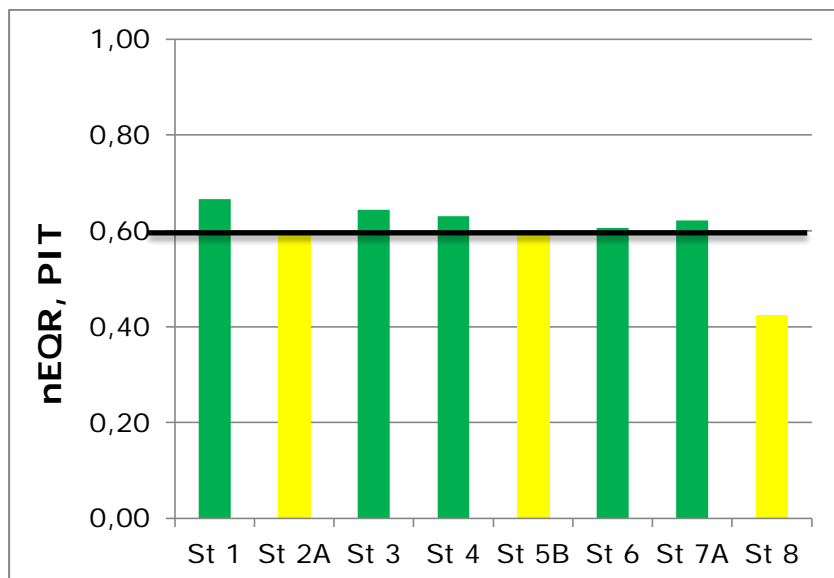
Rådata fra undersøkelsene er gitt i **Vedlegg 3**.

5.2 Oppsummering bunndyr

Den økologiske tilstanden i 2013 var god på referansestasjonen Stasjon 1 oppstrøms Sarpsfossen og ved Stasjon 2 ved Glomma Papp. På begge disse stasjonene er det observert en bedret tilstand de siste årene. Videre nedover i Glomma reduseres tilstanden til moderat ved Stasjon 3 og 4 (huset på prærien, Borregaardsholmen) og, med ett unntak, videre til dårlig på stasjonene lengre nedstrøms. Unntaket fra dårlig er Stasjon 7A i strandsonen ved Pæddekummen som har meget dårlig økologisk tilstand. I tillegg til påvirkning fra Borregaard reduseres tilstanden her også av kloakkutslipp. Ved Stasjon 5B, på den nedre av grusørene, var tilstanden dårlig og det var ingen vesentlig endring fra tidligere år. Det biologiske mangfoldet på stasjonen følger samme mønster som forurensningstilstanden, med forholdsvis mange EPT arter på referansestasjonen og få arter på de nederste stasjonene.

5.3 Begroingsalger - eutrofiering

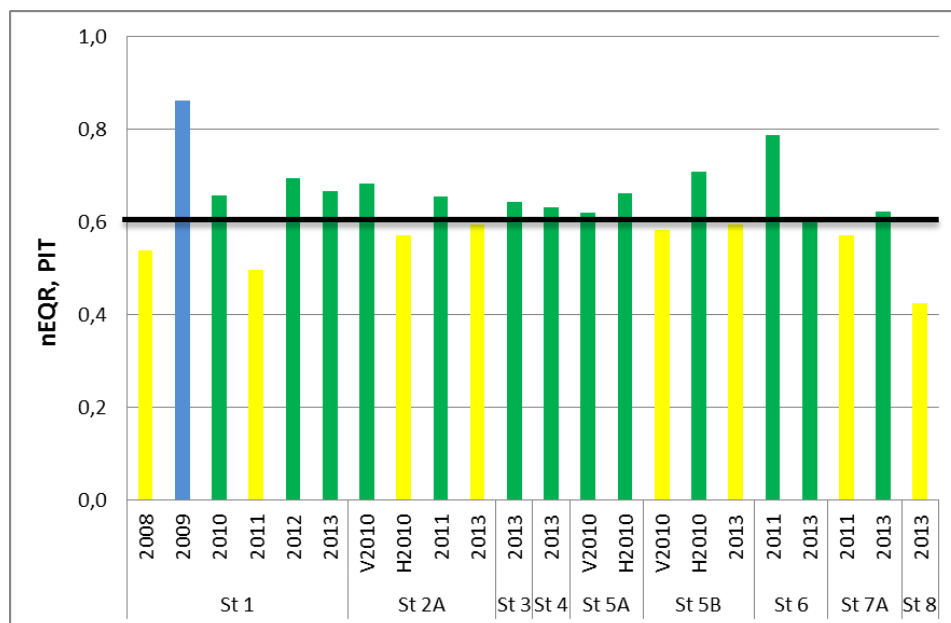
Årets resultater viser en svak trend der den øverste stasjonen, st. 1, som er oppstrøms alle Borregaards utslipp, er i best tilstand, mens den nederste stasjonen, Stasjon 8, er i dårligst tilstand (**Figur 4**). Denne trenden er som sagt svak, og lokalitetene mellom Stasjon 1 og Stasjon 8 ligger alle og vipper mellom god og moderat økologisk tilstand. Totalt er fem av lokalitetene klassifisert til god tilstand, mens tre er klassifisert til moderat tilstand. Stasjonene 2A og 5B, som begge havnet i moderat tilstand, har en normalisert EQR på 0,59, mens grensen til god tilstand ligger på 0,60. De ligger da like under grensen til god tilstand. På lik linje ligger Stasjonene 6 og 7 like over grensen til god tilstand. De har normaliserte EQR verdier på henholdsvis 0,61 og 0,62.



Figur 4. Normalisert EQR for eutrofieringsindeksen PIT (Periphyton Index of Trophic status) beregnet for 8 stasjoner prøvetatt i 2013, der verdiene angir økologisk tilstand. Grønn = god og gul = moderat tilstand. Den svarte horisontale linjen markerer grensen mellom god og moderat tilstand.

Makroskopiske forekomster av ulike arter innen cyanobakterieslekten *Phormidium* ble observert på samtlige stasjoner (**Vedlegg 4**). Dette er en slekt der de fleste artene trives i næringsrike vann. Det ble videre registrert store mengder av rødalgen *Audouinella* på de to øverste stasjonene. Denne slekten indikerer også eutrofe forhold, og antyder dermed at Glomma også er utsatt for belastninger overfor Borregaards utslippspunter. På de nederste stasjonene ble flere eutrofe arter registrert, som grønnalgen *Spirogyra* d, gulgrønnalgen *Tribonema* og cyanobakterien *Oscillatoria limosa*.

Ved å sammenligne tidligere undersøkelser [1, 2, 9] med årets resultater kan vi se hvordan tilstanden på de undersøkte lokalitetene varierer fra år til år (**Figur 5**). Resultatene viser stort sett det samme som for årets resultater. Samtidig kan man se en naturlig årlig variasjon på en og samme lokalitet. Foruten referansestasjonen, Stasjon. 1, som i ett tilfelle havnet i svært god økologisk tilstand, ligger alle stasjonene mellom moderat og god tilstand. I flere tilfeller vipper de mellom god og moderat tilstand fra det ene året til det andre. Dette gjelder f.eks. Stasjonene 2A, 5B og 7A. Den eneste stasjonen som til en viss grad skiller seg ut er den nederste, Stasjon 8. Den er klassifisert til moderat tilstand, men ligger, med en normalisert EQR = 0,42, nær grensen til dårlig tilstand.



Figur 5. Normalisert EQR for eutrofieringsindeksen PIT (Periphyton Index of Trophic status) beregnet for 9 stasjoner fra 2008 - 2013, der verdiene angir økologisk tilstand. Blå = svært god, grønn = god og gul = moderat tilstand. Den svarte horisontale linjen markerer grensen mellom god og moderat tilstand.

Stasjon 1 ved Sarpsfossen, som fungerer som referansestasjon for Borregaard, er undersøkt årlig fra 2008 [9]. Den viser stor årlig variasjon i økologisk tilstand. Klassifiseringen varierer fra moderat til svært god. Lokalt havnet i tilstandsklasse moderat i 2008 og 2011. I 2011 skyldtes det en sprukket kloakkledning, og stasjonen var tydelig kloakkpåvirka. I 2008 havnet også Stasjon 1 i moderat økologisk tilstand, og det er nærliggende å anta at en lignende påvirkning kan ha forårsaket dette. I 2009-2010 og 2012-2013 ble stasjonen gitt god eller svært god økologisk tilstand. Dette antyder at Stasjon 1 vanligvis oppfyller miljøkravet gitt i vannforskriften.

Ut fra årets, samt tidligere undersøkelser, blir konklusjonen at oppstrøms Borregaard ligger Glomma på grensen mellom god og moderat økologisk tilstand. Nedstrøms referansestasjonen vipper tilstanden i Glomma mellom god og moderat. Ved Stasjon 8 er tilstanden merkbart forverret, tett på grensen til dårlig.

5.4 Oppsummering begroingsalger

Eutrofindeksen PIT vipper mellom god om moderat tilstand fra referansestasjon til nederste stasjon hvor tilstanden var nær dårlig tilstand.

5.5 Heterotrof begroing - organisk belastning

Fra Stasjon 3 til Stasjon 8 ble det i 2013 registrert store forekomster (ca 20-70 % dekning) av den heterotrofe bakterien *Sphaerotilus natans* (lammehaler) (Tabell 5). På Stasjon 1 og 2 ble det ikke påvist lammehaler. Disse resultatene samsvarer godt med tidligere registreringer gjort i området [1, 2, 9-11].

Tabell 5. Oversikt over dekningsgrad, årlig gjennomsnitt og økologisk tilstand basert på heterotrof begroing på 9 stasjoner i Glomma fra 2008 til 2013. Forekomsten er basert på prosent dekning. Heterotrof begroing som vokser på/blant disse er angitt ved: x=observert, xx=vanlig, xxx=hyppig.

Heterotrof begroing; <i>Sphaerotilus natans</i> - Lammehaler og <i>Leptomitius lacteus</i>				
Stasjon	År	Dekningsgrad	Årlig gjennomsnitt (%)	Økologisk tilstand
St 1	2008	-	-	Svært God
	2009	-	-	Svært God
	2010	-	-	Svært God
	2011	50 %	50 %	Svært dårlig
	2012	-	-	Svært God
	Vår2013	-	-	Svært God
	Sommer2013	-	-	Svært God
St 2A	Høst2013	-	-	Svært God
	Vår2010	xxx	xxx	God
	Høst2010	xxx	xxx	God
	2011	-	-	Svært God
	Vår2013	x	-	God
St 3	Sommer2013	xxx	xx	God
	Høst2013	x	-	God
	Vår2012	1 %*	3 %	Moderat
	Sommer2012	5 %*	3 %	Moderat
	Vår2013	30 %	3 %	Moderat
St 4	Sommer2013	10 %	20 %	Dårlig
	Høst2013	20 %	20 %	Dårlig
	Vår2013	40 %	30 %	Dårlig
St 5A	Sommer2013	40 %	30 %	Dårlig
	Høst2013	10 %	30 %	Dårlig
	Vår2013	40 %	30 %	Dårlig
St 5B	Vår2010	20 %	57,50 %	Svært dårlig
	Høst2010	95 %	57,50 %	Svært dårlig
	Vår2010	6 %	50,50 %	Svært dårlig
	Høst2010	95 %	50,50 %	Svært dårlig
St 6	Vår2013	60 %	48,33 %	Dårlig
	Sommer2013	50 %	48,33 %	Dårlig
	Høst2013	35 %	48,33 %	Dårlig
	2011	10 %	10 %	Dårlig
	Vår2012	75 %*	39 %	Dårlig
St 7A	Sommer2012	3 %*	39 %	Dårlig
	Vår2013	40 %	53,33 %	Svært dårlig
	Sommer2013	25 %	53,33 %	Svært dårlig
	Høst2013	95 %	53,33 %	Svært dårlig
St 8	2011	4 %	4 %	Moderat
	Sommer2013	50 %	72,50 %	Svært dårlig
	Høst2013	95 %	72,50 %	Svært dårlig
St 8	Vår2013	50 %	38,33 %	Dårlig
	Sommer2013	<1 %	38,33 %	Dårlig
	Høst2013	65 %	38,33 %	Dårlig

* Tallene er omgjort fra en 5-punkts skala til omtrentlig dekningsgrad i prosent.

På referansestasjonen (Stasjon 1), oppstrøms Sarpsfossen, er det med unntak av i 2011, ikke registrert noe heterotrof begroing. Det ble registrert store mengder lammehaler i 2011 grunnet en lokal kloakkelekkasje

tidligere samme år, som førte til masseoppblomstring av lammehaler. Dette var et særtilfelle, og lokaliteten ble i dette tilfellet klassifisert til svært dårlig tilstand, men i løpet av undersøkelser både før og etter er det ikke registrert lammehaler. Stasjon 2B (ved Glomma papp) er i liten grad påvirket av Borregaards utslipp, noe som kommer til uttrykk ved at det kun er registrert mikroskopiske funn av lammehaler. Stasjonen er dermed klassifisert til god økologisk tilstand.

De resterende stasjonene (Stasjonene 3-8) er alle tydelig påvirket av Borregaards utslipp. Ut fra årets prøver havnet disse i dårlig eller svært dårlig tilstand. Tidligere undersøkelser gir et litt større spenn, der Stasjonene 3 og 7A havnet i moderat tilstand, mens Stasjonene 5 og 6 havnet i svært dårlig og dårlig tilstand. Det er verdt å merke seg at årets resultater er basert på tre runder med prøvetakning (med unntak av Stasjon 7A, hvor to prøverunder ble gjennomført), mens tidligere undersøkelser i stor grad er basert på en prøverunde, maks to. Flere runder med prøvetaking vil gi mer presise resultater. Variasjoner innenfor en sesong kan forventes, da studier har vist at lammehaler kan hemmes i vekst i løpet av sommersesongen, særlig fra mai til august, grunnet UV-lys fra solinnstråling [17]. Ut fra årets undersøkelser kan vi se en reduksjon i dekningsgraden av lammehaler på Stasjonene 3, 6 og 8 ved innsamlingsrunden utført om sommeren. På de andre stasjonene ble ikke denne reduksjonen observert. Lysforholdene kan variere mellom stasjonene i tillegg vil strømforholdene ha betydning for framveksten, noe som kan føre til variasjon i dekningsgraden gjennom sesongen.

Det er verdt å merke seg at alle de påvirkede stasjonene var dominert av store forekomster lammehaler med unntak av høstprøvene på Stasjon 7A. Her ble det registrert kun 5 % dekning av lammehaler, mens det ble registrert 90 % av soppen *Leptomitius lacteus*. Stasjon 7A er innerst i Pæddekummen, hvor det i dag er et kjent utslipp av råkloakk fra et kommunalt overløp. Det er ikke registrert forekomster av denne soppen i tidligere undersøkelser i dette området. Hvorvidt framveksten kan være forårsaket av kloakken er uvisst.

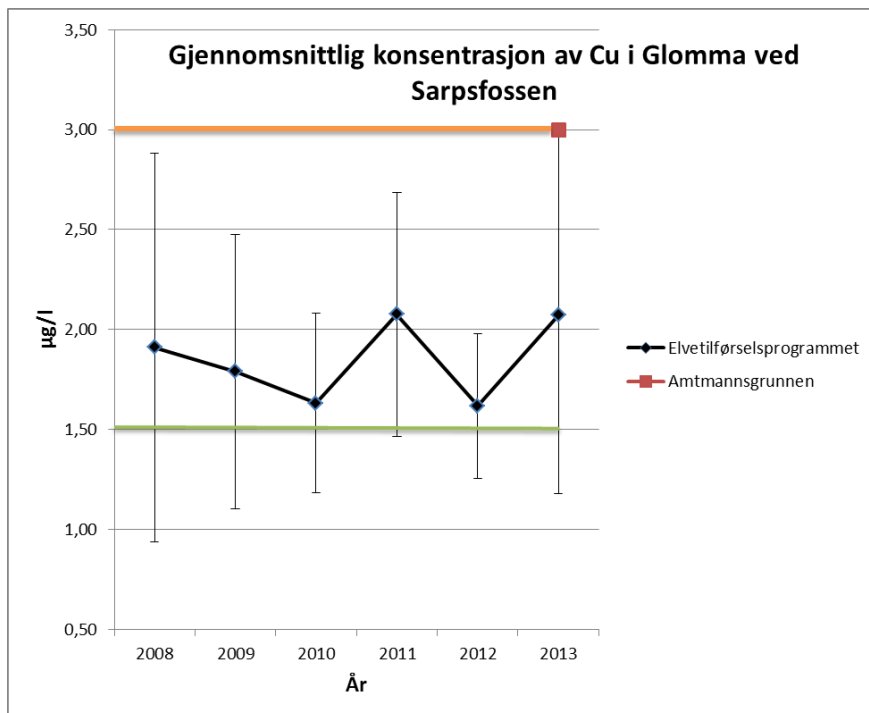
5.6 Oppsummering heterotrof begroing

Som en generell trend kan man si at de to øverste stasjonene, overfor utslippspunktene, er i god eller svært god tilstand, mens de 7 nederste stasjonene, nedstrøms utslippspunktene, er i moderat, dårlig og svært dårlig økologisk tilstand, med utgangspunkt i organisk belastning.

Nedstrøms Borregaard fabrikkers utslippspunkter kan man tydelig se at tilstanden i elva er dårlig. Fra og med st. 3 og videre ned til st. 8 er det utelukkende registrert moderat eller dårligere økologisk tilstand (**Tabell 6**). To lokaliteter havnet i moderat tilstand i tidligere undersøkelser, mens de samme lokalitetene i årets undersøkelse samt de andre lokalitetene har blitt klassifisert til dårlig eller svært dårlig tilstand. De to øverste stasjonene varierer i større grad. Referansen – st. 1, har havnet i alt fra svært god til svært dårlig tilstand i løpet av de seks årene stasjonen er undersøkt. Årsaken til at den havnet i svært dårlig tilstand i 2011 var en lokal kloakklekkasje sommeren 2011. Av den grunn er det nærliggende å anta at st. 1 vanligvis er i god økologisk tilstand. St. 2B ved Glomma papp, har fungert som referansestasjon i tidligere prosjekter [1, 2]. Lokaliteten påvirkes kun i liten grad av utslipp fra Borregaard, og ser ut til å ligge på grensen mellom god og moderat økologisk tilstand.

5.7 Vannkjemi

Resultater fra målingene av Cu i vannsøyla er gitt i **Figur 6**.



Figur 6. Konsentrasjoner av Cu i Glomma ved Baterød (2013) og Amtmannsgrunnen (n = 3). Miljødirektoratets grenseverdier i klassifiseringssystem for ferskvann [18] er tegnet inn med orange og grønn linje, hvor orange linje tilsvare klasse III (Markert forurenset), mens grønn linje indikerer klasse II (Moderat forurenset). Standard avvik er tegnet inn i figuren.

I 2013 var gjennomsnittlige konsentrasjoner av Cu i Glomma ved Baterød (referansestasjon) og Amtmannsgrunnen (nedstrøms alle Borregaards utslipp), henholdsvis 2,1 µg/l. og 3,0 µg/l.

5.8 Oppsummering vannkjemi

Gjennomsnittlige konsentrasjoner av Cu i 2013 nedstrøms Borregaards utslipp (Amtmannsgrunnen) var innenfor standardavviket til målte konsentrasjoner ved referansestasjonen. Målte konsentrasjoner ved begge stasjonene tilsvarte Klasse III i henhold Miljødirektoratets klassifiseringssystem [18] og da over EQS-verdier. Tidligere undersøkelser klarte ikke å påvise Borregaards utslipp av Cu til Glomma, noe som skyldes at vannmassene i Glomma er store og innblandingen god [2].

6. Oppsummering vannkjemi og biologiske kvalitetselementer

Gjennomsnittlige målte konsentrasjoner av Cu nedstrøms Borregaards utslipp var innenfor målte konsentrasjoner ved referansestasjonen. I 2013 var gjennomsnittlige konsentrasjonene av Cu ved Amtmannsgrunnen (nedstrøms Borregaard, n= 3) og Baterød (referansestasjon, n=15) henholdsvis 2,1 µg/l. og 3,0 µg/l. Konsentrasjonene som ble målt ved begge stasjoner tilsvarte Klasse III i Miljødirektoratets klassifiseringssystem for ferskvann.

Når man kombinerer den økologiske tilstanden til flere biologiske kvalitetselementer på en lokalitet til et felles resultat, gjelder prinsippet om at 'det verste styrer'. Det vil si at kvalitetselementet med dårligst tilstand overstyrer de andre kvalitetselementene [6]. I **Tabell 6** er derfor resultatene for PIT-indeksen, ASPT-indeksen og indeksen for heterotrof begroing slått sammen for 2013 og tidligere resultater.

Tabell 6. Oversikt over økologisk tilstand basert på PIT-indeksen, heterotrof begroing, ASPT-indeksen, samt total tilstandsklasse med utgangspunkt i prinsippet: «det verste styrer».

Stasjon	År	Økologisk tilstand			
		PIT	Heterotrof begroing	ASPT	Total tilstandsklasse
St 1	2008	Moderat	Svært god	Moderat	Moderat
	2009	Svært god	Svært god	Moderat	Moderat
	2010	God	Svært god	Moderat	Moderat
	2011	Moderat	Svært dårlig	God	Svært dårlig
	2012	God	Svært god	God	God
	2013	God	Svært god	God	God
	St 2A	Vår2010	God	God	Moderat
Høst2010		Moderat			Moderat
2011		God	Svært god		God
2013		Moderat	God	God	Moderat
St 3	2012		Moderat		Moderat
	2013	God	Dårlig	Moderat	Dårlig
St 4	2013	God	Dårlig	Moderat	Dårlig
St 5A	Vår2010	God	Svært dårlig	Dårlig	Svært dårlig
	Høst2010	God			
St 5B	Vår2010	Moderat	Svært dårlig	Dårlig	Svært dårlig
	Høst2010	God			
	2013	Moderat	Dårlig	Dårlig	Dårlig
St 6	2011	God	Dårlig		Dårlig
	2012		Dårlig		Dårlig
	2013	God	Svært dårlig	Dårlig	Svært dårlig
St 7A	2011	Moderat	Moderat		Moderat
	2013	God	Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig
St 8	2013	Moderat	Dårlig	Dårlig	Dårlig

Fra og med Stasjon 3 og videre ned til Stasjon 8 er det utelukkende registrert moderat eller dårligere økologisk tilstand. To lokaliteter havnet i moderat tilstand i tidligere undersøkelser, mens de samme lokalitetene i årets undersøkelse samt de andre lokalitetene har blitt klassifisert til dårlig eller svært dårlig tilstand. De to øverste stasjonene varierer i større grad. Referansestasjonen har havnet i alt fra god til svært dårlig tilstand i løpet av de seks årene stasjonen er undersøkt. Årsaken til at den havnet i svært dårlig tilstand i 2011 var en lokal kloaklekkasje sommeren 2011.

Stasjon 2B ved Glomma papp, har fungert som referansestasjon i tidligere prosjekter [1] og [2]. Lokaliteten påvirkes kun i liten grad av utslipp fra Borregaard, og ser ut til å ligge på grensen mellom god og moderat økologisk tilstand. Biologien i Stasjon 7 og 8 vil i tillegg være berørt av et stort kommunalt kloakkutslipp som har vart i over 1 år. Stasjonene rundt Pædekummen var generelt det mest belastede, noe som antagelig skyldes at det tilføres ekstra næringssalter og organisk materiale fra det kommunale kloakkutslippet, samt at Glomma danner en bakevje ved dette området.

Sammenligning av data fra høst 2013 mot vår 2013 og tidligere målinger viser ingen tegn på forbedring av tilstanden i de belastede områdene etter at renseanlegget ble fullt operativt i juni 2013. Dette skyldes mest sannsynlig at det vil ta lengre tid før biologien responderer på reduserte utslipp av lettomsattelig organisk materiale. Etter lokal kloakkekkasje på stasjon 1 i 2011 tok det en sesong før tilstanden endret seg fra svært dårlig til svært god.

7. Litteraturliste

1. Rustadbakken, A., et al., *Økologisk tilstand i Glomma nedenfor Sarpsfossen 2009-2010 - undersøkelser i forbindelse med Borregaards utslipp av organisk materiale*. NIVA-Rapport 6099-2011 s. 30, 2011.
2. Rannekleiv, S., et al., *Undersøkellesprogram for vurdering av nytt utslippspunkt og innblandingssone for avløpsvann til Glomma fra Borregaard*. NIVA-Rapport 6437-2012 s. 42, 2012.
3. 2000/60/EC, D., *Directive 2000/60/EC of the European parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy*. 2000.
4. *Direktoratsgruppa for vanndirektivet, Veileder 02:2009, Overvåking av miljøtilstand i vann*, s. 119. 2010.
5. Grung, M., et al., *Eksempelsamling: tiltaksrettet overvåking for industribedrifter*. Rapport fra Miljødirektoratet, M74/2013, s. 45, 2013.
6. *Direktoratsgruppa for vanndirektivet, Veileder 01:2009, Klassifisering av miljøtilstand i vann, Økologisk og kjemisk klassifisering for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften*. 2009.
7. *Direktoratsgruppa for vanndirektivet, Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann*. Vannportalen, 2009: p. .
8. Lund, E. and A. Rustadbakken, *Overvåking i Glomma 2013: El-fiske ved Borregaard*. NIVA-notat O-13153 J.nr. 1718/13, s. 6, 2013.
9. Bækken, T., et al., *Overvåking av Glomma, Vorma og Øyeren 2011*. NIVA-Rapport 6315-2012 s. 32, 2012.
10. Schneider, S. and S. Rannekleiv, *Begroing i Glomma ved Borregaard, feltundersøkelse 3. september 2012*. NIVA-notat O-12211, s. 4, 2012.
11. Lund, E., S. Schneider, and S. Rannekleiv, *Begroing i Glomma ved Borregaard, feltundersøkelse 9. mai 2012*. NIVA-notat O-12211, s. 6, 2012.
12. Rannekleiv, S. and S. Øxnevad, *Undersøkelse av miljøgifter i sedimenter fra Glomma ved Melløs kai*. NIVA-notat O-12173, s. 19, 2012.
13. *Direktoratsgruppa for vanndirektivet, Veileder 02:2013, Klassifisering av miljøtilstand i vann*.
Direktoratsgruppa for gjennomføringen av vanndirektivet. (under ferdigsstillelse).
14. Bækken, T., et al., *Overvåking av Glomma, Vorma og Øyeren 2012*. NIVA-Rapport 6497-2013, s 45, 2013.
15. Bækken, T., et al., *Overvåking av Glomma, Vorma og Øyeren 2010*. NIVA-Rapport 6142-2011 s. 32 2011.
16. Schneider, S. and E.-A. Lindstrom, *The periphyton index of trophic status PIT: A new eutrophication metric based on non-diatomaceous benthic algae in Nordic rivers*. . *Hydrobiologia* 665(1): 143-155, 2011.
17. Mechsner, K., *The Influence of Seasonal Light Variations on the Growth of Sphaerotilus-Natans*. *Hydrobiologia*, 1985. **120**(3): p. 193-197.
18. Andersen, J.R., et al., *Klassifisering av miljøkvalitet i ferskevann*, . *Klif-rapport TA-1468/1997*, s. 31., 1997.

8. Vedlegg

Vedlegg 1. Bilder av stasjonene (Foto: T. Bækken).



Stasjon 1



Stasjon 2



Stasjon 3



Stasjon 4



Stasjon 5



Stasjon 6



Stasjon 7A



Stasjon 7A



Stasjon 8

Koordinater til de ulike stasjonene.

Stasjonsnavn	Stasjonskode	Latitude	Longitudo	X_UTM33	Y_UTM33
Sarpsfossen_oppstrøms_referanse	1	59,279806	11,134035	279776	6577600
Glomma_Papp_øvre	2A	59,270828	11,123287	279106	6576637
Glomma_Papp_nedre	2B	59,270451	11,122680	279069	6576597
Huset_på_prærien	3	59,269864	11,117794	278787	6576548
Borregaardsholmen	4	59,264884	11,106087	278088	6576033
Grusører_øvre	5A	59,266027	11,101918	277858	6576174
Grusører_nedre	5B	59,266428	11,101503	277837	6576220
Under_E6_sørbredden	6	59,269256	11,096297	277559	6576552
Pæddekummen_indre	7A	59,272252	11,091879	277327	6576900
Pæddekummen_ytre	7B	59,271485	11,091774	277316	6576815
Sundløkka_nedstrøms	8	59,266085	11,082612	276759	6576245
Baterød_vannkjemi	1	59,276333	11,131549	279612	6577222
Amtmannsgrunnen_vannkjemi	Vk1	59,270073	11,089653	277186	6576665

Vedlegg 2. Vannkjemi

Metoder

N r	Analyse -parametre	Utførelse av analyse	Intern instruks	Standard
		Internt	Eksternt	
1	KOF	Ja		NS-ISO 15705
2	S-TS	Ja		NS 4733
3	AOX		Eurofins AS	NS-EN ISO 9562
4	P-tot		Eurofins AS	NS-EN ISO 11885
5	N-tot		Eurofins AS	NS 4743
1 2	Metaller (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)		Eurofins AS	EN-ISO 17294-2

Resultater

Prøve fra Glomma v/Amtmannsgrunn

Dato stikkprøve	KOF mg/l	S-TS mg/l	AOX mg/l	totP mg/l	totN mg/l	Cu mg/l	Cd mg/l	Cr mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l	As mg/l	Hg µg/l	Fosfat µg/l
12/9-05						<0,003	<0,001	0,007	0,011	0,004	<0,004	0,003	< 0,005	
15.mai.06	25	1	< 0,1	0,02	0,4	<0,003								
20.nov.06	22	1	< 0,1	0,02	0,3	<0,003								
06.03.07	15	3	< 0,1	0,01	0,5	<0,003								
03.07.07	15	1	0,01	0,12	0,6	0,004								
28.12.07	17	2	0,02	0,14	1,0	0,01								
04.03.08	22	1	0,02	0,04	0,6	0,004								
17.06.08	15	2	< 0,01	< 0,003	0,7	0,003								
25.09.08	22	4	0,02	0,01	1,2	0,006								
06.03.09	12		<0,15	0,01	1,0	<0,003								
19.05.09	8	4	<0,05	0,01	0,4	0,005								
24.08.09	19	1	<0,05	<0,02	2,2	0,030								
30.11.09	18	4	<0,05	0,02	0,9	0,012								
08.02.10	11	0	<0,05	<0,02	0,6	0,001	<0,00001	<0,0005	<0,0005	<0,0002	<0,002	<0,0002	<0,005	4
10.05.10	16	1	<0,05	<0,04	0,6	0,002	<0,00001	<0,0005	<0,0005	<0,0002	0,005	<0,0002	<0,005	<1
09.08.10	20	2	0,07	<0,08	0,5	0,003	<0,00001	<0,0005	<0,0005	0,0005	0,004	<0,0002	<0,005	2
22.11.10	18	<1	<0,05	<0,08	0,6	<0,001	<0,00001	<0,0005	0,0007	<0,0002	0,003	<0,0002	<0,005	
28.02.11	20	<1	0,03	0,01	0,6	0,005	<0,00001	<0,0005	0,0016	<0,0002	0,011	0,0006	<0,005	
09.05.11	20	3	<0,01	<0,08	0,5	0,006	0,00003	<0,0005	0,0069	0,0009	0,014	<0,0002	0,005	
08.08.11	13	99	<0,01	<0,08	0,4	0,003	0,00002	0,0006	0,0007	0,0002	0,039	<0,0002	0,07	
07.11.11	19	2	0,02	0,01	0,6	0,004	0,00002	0,0006	<0,0005	0,0004	0,005	<0,0002	0,03	
18.04.12	14	3	0,03	0,66	0,1	0,004	0,00001	0,0016	0,0008	0,0008	0,013	<0,0002	0,008	
11.06.12	24	3	0,02	0,22	0,4	<0,001	<0,00001	<0,0005	<0,0005	<0,0002	<0,002	<0,0002	<0,005	
05.11.12	52	3	0,03	0,32	0,6	0,004	0,000019	0,0023	0,0024	0,00099	0,0089	0,00042	<0,005	
17.12.12	<30	6	0,04	0,17	0,6	0,041	0,000029	<0,0005	0,00079	0,0022	0,016	<0,0002	0,02	
25.03.13	20	11	0,03	0,33	0,5	0,003	<0,00001	<0,0005	0,00078	0,0006	0,0067	<0,0002	0,008	
18.06.13	<30	1,5	<0,01	0,30	0,44	0,003	<0,00001	<0,0005	0,00083	0,0003	0,0026	<0,0002	<0,005	
16.09.13	5	1	<0,010	<0,08	0,41	0,003	<0,00001	<0,0005	0,00053	<0,0002	0,0022	<0,0002	<0,005	

Elvetilførselsprogrammet (Baterød 2013/Sarpsfossen 2008-2012) bare Cu

År	Cu (µg/l)										
2008	0,01	2009	1,26	2010	1,26	2011	1,37	2012	1,43	2013	1,25
2008	1,54	2009	1,07	2010	1,9	2011	1,06	2012	0,99	2013	1,13
2008	2,43	2009	1	2010	1,11	2011	1,21	2012	1,15	2013	1,68
2008	1,79	2009	1,67	2010	1,96	2011	2,32	2012	1,76	2013	1,55
2008	1,53	2009	2,05	2010	1,6	2011	2,8	2012	1,07	2013	2,06
2008	2,92	2009	2,58	2010	1,41	2011	2,02	2012	1,79	2013	1,84
2008	1,68	2009	1,82	2010	2,78	2011	2,09	2012	2,21	2013	3,15
2008	1,97	2009	2,03	2010	1,35	2011	2,31	2012	1,65	2013	3,75
2008	3,06	2009	1,6	2010	2,37	2011	3,25	2012	2,07	2013	4,12
2008	0,873	2009	1,25	2010	1,83	2011	2,45	2012	1,82	2013	1,93
2008	1,27	2009	1,28	2010	1,19	2011	1,97	2012	1,87	2013	1,86
2008	4,02	2009	2,04	2010	1,38	2011	2,07	2012	1,68	2013	1,79
2008	1,31	2009	1,7	2010	1,63	2011	2,92	2012	1,68	2013	1,64
2008	1,62	2009	1,39	2010	1,82	2011	1,54	2012	1,75	2013	1,26
2008	3,25	2009	1,99	2010	1,36	2011	1,46	2012	1,93	2013	
2008	1,31	2009	3,91	2010	1,18	2011	2,38	2012	1,06		
Average	1,9114375	2009	1,79	2010	1,633125	2011	2,07625	2012	1,619375	2013	2,072143
St.dev	0,9718518	0	0,6865129	0	0,4468182	0	0,60845	0	0,361654	0	0,89466
n	16	16	16	16	16	16	16	16	16	15	14

Vedlegg 3. Registrerte bunndyr.

		11.04.2013	11.04.2013	11.04.2013	11.04.2013	11.04.2013	11.04.2013	11.04.2013	11.04.2013
TaxaGroup	Latinsk navn	1 Sarpsfossen oppstrøms	2B Glomma Papp nedre	3 Huset på prærten	4 Borregaardsholmen	5B Nedre gruserene	6 E6 bru	7B Pæddekummen ytre	8 Sundlekk
Bivalvia	Sphaeriidae					2	10		23
Crustacea	Asellus aquaticus	3	2			2			7
Diptera	Ceratopogonidae								
Diptera	Chironomidae	2256	4064	992	720	290	224	359	107
Diptera	Diptera indet			2	2				
Diptera	Simuliidae	18					2		
Diptera	Tipulidae indet						2		10
Ephemeroptera	Alainites muticus	2	2						
Ephemeroptera	Baetis rhodani	8	96		2	6			
Ephemeroptera	Baetis sp	2	88						
Ephemeroptera	Centroptilum luteolum								
Ephemeroptera	Ephemerella aurivillii			2					
Ephemeroptera	Ephemerella mucronata	78	592						
Ephemeroptera	Ephemeroptera	126	1004	2	2	6			
Ephemeroptera	Heptagenia sp	22	80						
Ephemeroptera	Heptagenia sulphurea	14	144						
Ephemeroptera	Kageronia fuscognisea								
Ephemeroptera	Leptophlebia sp								
Ephemeroptera	Nigrobaetis digitatus		2						
Gastropoda	Ancylus fluviatilis			6	6	12			
Gastropoda	Planorbidae indet								40
Gastropoda	Radix labiata						2		10
Hirudinea	Eriopodella sp								
Hirudinea	Helobdella stagnalis								7
Hydrachnidia	Hydrachnidia	1	2		4			51	
Oligochaeta	Oligochaeta	10	52	4	104	13	96	103	107
Plecoptera	Amphinemura sp		2						
Plecoptera	Isoperla obscura	6	56						
Plecoptera	Isoperla sp	8	24		2		2		
Plecoptera	Nemoura sp				2				
Plecoptera	Plecoptera	14			4				
Trichoptera	Agapetus ochripes	2					2		
Trichoptera	Arctopsyche ladogensis								
Trichoptera	Cheumatopsyche nevae	104	22						
Trichoptera	Hydropsyche contubernalis								
Trichoptera	Hydropsyche sp	248	6						
Trichoptera	Lepidostoma hirtum	1							
Trichoptera	Mystacides azurea								
Trichoptera	Neureclipsis bimaculata	1							
Trichoptera	Polycentropodidae indet	2			2		2		13
Trichoptera	Polycentropus flavomaculatus								
Trichoptera	Psychomyia pusilla	1		4	20	4			
Trichoptera	Rhyacophila nubila	2	50						
Trichoptera	Trichoptera	361		4	22		2		13
TaxaGroup	Latinsk navn	21.11.2013	21.11.2013	21.11.2013	21.11.2013	21.11.2013	21.11.2013	21.11.2013	21.11.2013
		1 Sarpsfossen oppstrøms	2B Glomma Papp nedre	3 Huset på prærten	4 Borregaardsholmen	5B Nedre gruserene	6 E6 bru	7A Pæddekummen indre	8 Sundlekk
Bivalvia	Sphaeriidae	2					4	144	64
Crustacea	Asellus aquaticus	2	12	8	8			112	4
Diptera	Ceratopogonidae								4
Diptera	Chironomidae	688	720	928	864	960	304	352	432
Diptera	Diptera indet								4
Diptera	Simuliidae	8							
Diptera	Tipulidae indet						16		8
Ephemeroptera	Alainites muticus								
Ephemeroptera	Baetis rhodani	208	128	36	80	32			
Ephemeroptera	Baetis sp		104						
Ephemeroptera	Centroptilum luteolum	4	2				20		24
Ephemeroptera	Ephemerella aurivillii		2						
Ephemeroptera	Ephemerella mucronata	40	88	4	10	16			
Ephemeroptera	Ephemeroptera	628	360	40	124	56	24		28
Ephemeroptera	Heptagenia sp	208	14		12				
Ephemeroptera	Heptagenia sulphurea	168	20		8				
Ephemeroptera	Kageronia fuscognisea		2		2		4		4
Ephemeroptera	Leptophlebia sp				2				
Ephemeroptera	Nigrobaetis digitatus					8			
Gastropoda	Ancylus fluviatilis		4	4	4				4
Gastropoda	Planorbidae indet							64	20
Gastropoda	Radix labiata			24	4	8		4	4
Hirudinea	Eriopodella sp							20	
Hirudinea	Helobdella stagnalis							12	4
Hydrachnidia	Hydrachnidia		12		4				4
Oligochaeta	Oligochaeta	14	6	672	1216	416	112	1280	4210
Plecoptera	Amphinemura sp								
Plecoptera	Isoperla obscura	36	18	20	14				
Plecoptera	Isoperla sp	40	6	2	4				
Plecoptera	Nemoura sp	2							
Plecoptera	Plecoptera	78	24	22	18				
Trichoptera	Agapetus ochripes	2	4	4					
Trichoptera	Arctopsyche ladogensis	6							
Trichoptera	Cheumatopsyche nevae	272							
Trichoptera	Hydropsyche contubernalis	60							
Trichoptera	Hydropsyche sp	624							
Trichoptera	Lepidostoma hirtum	6	2						
Trichoptera	Mystacides azurea						4		8
Trichoptera	Neureclipsis bimaculata	44	2						
Trichoptera	Polycentropodidae indet	64	4		4				12
Trichoptera	Polycentropus flavomaculatus								4
Trichoptera	Psychomyia pusilla	2	2	34	24				
Trichoptera	Rhyacophila nubila	8		4	2				
Trichoptera	Trichoptera	1088	14	8	40	24	4		24

Vedlegg 4. Registrerte begroingsselementer.

Liste over registrerte begroingsselementer fra 9 lokaliteter ved Borregaard fra 2008 til 2013. Hyppigheten er angitt som prosent dekning. Organismer som vokser på/blant disse er angitt ved: x=observert, xx=vanlig, xxx=hyppig.

	St 1			St 2A			St 3		St 4		St 5A		St 5b		St 6		St 7A		St 8		
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	V2010	H2010	2011	2013	V2010	H2010	V2010	H2010	2011	2013	2011	2013	2011	2013	
Cyanobakterier																					
<i>Calothrix</i> spp.																					
<i>Chamaesiphon confervicola</i>		x	x	xxx	xxx			xx						x							
<i>Chamaesiphon rostafinskii</i> (c.v.elongata)									x	xxx											
<i>Cyanophanon mirabile</i>					xxx																
<i>Dichothrix</i> spp.																					
<i>Heteroleibleinia</i> spp.														xx							
<i>Homoeothrix janthina</i>													x								
<i>Homoeothrix</i> spp.										xxx											
<i>Homoeothrix varians</i>													xxx								
<i>Hydrococcus rivularis</i>														xx							
<i>Leptolyngbya</i> spp.																					
<i>Lyngbya</i> spp.																					
<i>Merismopedia</i> spp.																					
<i>Nostoc</i> spp.																					
<i>Oscillatoria limosa</i>																					
<i>Oscillatoria</i> spp.																					
<i>Phormidium autumnale</i>	1																				
<i>Phormidium corium</i>																					
<i>Phormidium favosum</i>																					
<i>Phormidium hetropolare</i>																					

	St 1			St 2A			St 3			St 4			St 5A			St 5b			St 6			St 7A			St 8			
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	V2010	H2010	2011	2013	V2010	H2010	2013	V2010	H2010	2013	V2010	H2010	2013	2011	2013	2011	2013	2011	2013	2013		
Phormidium interruptum	10																											
Phormidium inundatum						<1																					xx	
Phormidium retzii				15		<1																						
Phormidium sp. (5-6m, strek grønn, l/b<1)		40																										
Phormidium spp.		20		x				x																xx	5	x		
Phormidium tinctorum																											<1	2
Pseudoanabaena catenata	xxx																											
Rivularia sp.																									x			
Stigonema mammosum																									x			
Tolypothrix distorta	x			x																								
Tolypothrix penicillata			3		10	<1																						
Tolypothrix tenuis		xxx																										
Uidentifiserte coccale blågrønnalger	1																										<1	
Gulgrønnalger																												
Tribonema spp.				x																								x
Grønnalger																												
Actinotaenium spp.																												x
Chaetophora elegans						<1																						
Chaetophorales ubestemt																												x
Closterium spp.	x																											x
Cosmarium spp.																												x
Draparnaldia glomerata			<1			<1																						<1
Microspora abbreviata			10	5																								

	2008		St 1			St 2A			St 5A		St 5b		St 6		St 7A		St 8		
	xx	6	xxx	2010	2011	2012	2013	V2010	H2010	2011	2013	V2010	H2010	2011	2013	2011	2013	2011	2013
<i>Microspora amoena</i>	xx	6	xxx	<1	xxx	5	5	<1	<1	5	10	<1	10	1	x	x			
<i>Microspora amoena</i> var. <i>gracilis</i>									xxx										
<i>Microspora</i> <i>pachyderma</i>								x											
<i>Microspora palustris</i>					5														
<i>Microspora palustris</i> var minor					30						x								
<i>Microspora</i> spp.		7																	
<i>Mougeotia a</i> (6-12u)														x					
<i>Mougeotia c</i> (21- ?)																			
<i>Mougeotia e</i> (30-40u)																		xx	
<i>Oedogonium a</i> (5-11u)						x				x								xxx	
<i>Oedogonium a/b</i> (19-21µ)					x										x			xx	
<i>Oedogonium b</i> (13-18u)		10	xxx											x					
<i>Oedogonium c</i> (23-28u)					x	x				x									xx
<i>Oedogonium d</i> (29-32u)																xxx			x
<i>Pleurotenium</i> spp.																			
<i>Spirogyra a</i> (20-42u,1K,L)	xx		x										x					xxx	
<i>Spirogyra c1</i> (34-49u,3?K,L,1/b>3.svart)		1																	
<i>Spirogyra d</i> (30-50u,2-3K,L)																	1	70	40
<i>Spirogyra sp1</i> (11-20u,1K,R)				x									x						
<i>Spirogyra sp2</i> (30-38u,2K,R)				1															
<i>Staurastrum</i> spp.																			x
<i>Stigeochlonium</i> spp.																			x

	St 1				St 2A			St 3		St 4		St 5A		St 5b			St 6			St 7A			St 8						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	V2010	H2010	2011	2013	V2010	H2010	2013	V2010	H2010	2013	V2010	H2010	2013	2011	2013	2011	2013	2011	2013	2011	2013		
<i>Stigeochlonium tenue</i>	1																												
<i>Ulothrix tenerima</i>							xxx																						
<i>Ulothrix zonata</i>			x			<1	5	xx																					
Kiselalger																													
<i>Ceratoneis arcus</i>		xx																											
<i>Cocconeis placentula</i>		x																											
<i>Cymbella</i> spp.		x																											
<i>Diatoma vulgare</i>		xx																											
<i>Didymosphenia geminata</i>		6	10		x	10																							
<i>Fragilaria ulna</i>		xx																											
<i>Gomphonema</i> spp.		x																											
<i>Tabellaria flocculosa</i> (agg.)		xx	xxx	xx	xx	x	5																						
Uidentifiserte pennate		xxx		xx	xxx	<1																							
Rødaalger																													
<i>Audouinella chalybaea</i>			1	5	5	10																							
<i>Audouinella hermannii</i>			20	2		20																							
<i>Audouinella pygmaea</i>				x																									
<i>Audouinella</i> spp.																													
<i>Batrachospermum confusum</i>			<1																										
<i>Batrachospermum gelatinosum</i>						1																							
<i>Batrachospermum</i> spp.																													
Uidentifiserte Rhodophyceer		70																											
Nedbrytere																													
Ciliater, uidentifiserte																													

NIVA 6579-2013

	St 1			St 2A			St 3		St 4		St 5A		St 5b		St 6		St 7A		St 8		
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	V2010	H2010	2011	2013	V2010	H2010	V2010	H2010	2010	2013	2011	2013	2011	2013	
Jern/mangan bakterier, aggregater									xx												
Jern/mangan bakterier, trådformede				xx																	
Sopp, hyfer uidentifiserte	xxx								xx	xxx											x
Sphaerotilus natans				50			xxx	xxx	10	40	20	95	6	95	25	10	25	4	50		<1

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