

# Tiltaksrettet overvåkning i Glomma 2014 – 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

Tittel Tiltaksrettet overvåking i Glomma 2014 – Utslipp fra Borregaard	Løpenr. (for bestilling) 6766-2014	Dato 16.01.2015
	Prosjektnr. Undernr. 14169	Sider Pris 50
Forfatter(e) Torleif Bækken, Maia Røst Kile, Espen Lund og Atle Rustadbakken.	Fagområde Tiltaksrettet overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Østfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Borregaard AS, Sarpsborg	Oppdragsreferanse T. Sandaker
----------------------------------------------	----------------------------------

## Sammendrag

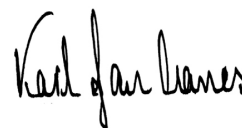
Borregaard har installert nytt renseanlegg for å redusere sine utslipp av lettomsattelig organisk materiale til Glomma. Basert på Borregaards regulerte utslippskomponenter og tidligere erfaringer har NIVA utformet et tiltaksorientert overvåkingsprogram for Borregaard i henhold til vannforskriften. Dekningsgrad 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 fra 2014 viser at eutrofiindeksen PIT varierer 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 2014 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 2014 var den økologiske tilstanden for bunndyrsamfunnet god for referansestasjonen. Nedstrøms utslippene var tilstanden moderat eller dårligere. Det var ingen endring i samlet tilstandsklassifisering av de påvirkede stasjonene fra 2013 til 2014, selv om enkelte indeksverdier antyder forbedret tilstand. Det ble funnet lakseunger på grusørene i 2013 og 2014. Tettheten var lav. I september 2014 ble det i tillegg til 0+ også funnet 1+. Fargemerking av egg antyder at innslaget av naturlig produksjon er stort. Blant andre fiskearter ble det funnet ål, steinsmett, gjedde og abbor.

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. Macroinvertebrates (ASPT) 4. Benthic algae (PIT)
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Torleif Bækken

Prosjektleder



Karl Jan Aanes

Forskningsleder

# **Tiltaksrettet overvåking i Glomma 2014**

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 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: fisk, kart

Atle Rustadbakken: fisk.

Undertegnede har vært prosjektleder for NIVA og sammenstilt rapporten.

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

Oslo, 16.01.2015

*Torleif Bækken*  
Seniorforsker

---

# Innhold

	1
<b>Sammendrag</b>	<b>6</b>
<b>Summary</b>	<b>8</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>9</b>
<b>2. Utforming av det tiltaksrettede overvåkingsprogrammet</b>	<b>9</b>
<b>3. Tiltaksrettet overvåkingsprogram for Borregaard</b>	<b>10</b>
3.1 Regulerte utslippskomponenter fra Borregaard	11
3.2 Valg av biologiske kvalitetselementer	12
3.3 Vannkjemi	12
3.4 Frekvens og tidsrom	12
3.5 Stasjonsoversikt	12
<b>4. Materiale og metode</b>	<b>15</b>
4.1 Bunndyr	15
4.2 Begroingsalger og heterotrof begroing	16
4.2.1 Begroingsalger	16
4.2.2 Heterotrof begroing	16
4.3 Vannkjemi	17
4.4 Fisk	17
4.4.1 El-fiske	17
4.4.2 Settefisk fra Glomma kultiveringsanlegg	17
<b>5. Resultater</b>	<b>18</b>
5.1 Bunndyr-organisk belastning	18
5.1.1 Økologisk tilstand	18
5.1.2 Biologisk mangfold	19
5.2 Oppsummering bunndyr	21
5.3 Begroingsalger – Eutrofiering	22
5.4 Heterotrof begroing - Organisk belastning	24
5.5 Oppsummering begroingsalger og heterotrof begroing	26
5.6 Fisk	28
5.6.1 El-fiske	28
5.6.2 Vurderinger	29
5.7 Vannkjemi	30
5.8 Oppsummering vannkjemi	30
<b>6. Oppsummering av vannkjemi og biologiske kvalitetselementer</b>	<b>31</b>
<b>7. Litteraturliste</b>	<b>33</b>
<b>8. Vedlegg</b>	<b>35</b>
8.1 Foto fra stasjonene	35
8.2 Koordinator for stasjonene.	36

8.3 Vannkjemi	37
8.4 Bunndyr.	38
8.5 NOTAT: Overvåkning i Glomma 2013: El-fiske ved Borregaard	40
8.6 Begroingsselementer.	45

## 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 forbruger 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 sammensetning av bunndyrsamfunnet 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 2014 har utslippene av organisk materiale vært på nivå med det de var i 2008, da det aerobe renseanlegget stengte. Fra 2013 til 2014 ble utslippene av organisk materiale (KOF) redusert med 10 % og utslippet av fosfor ble redusert med 35 %.

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 i 2014 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 2014 nedstrøms Borregaards utslipp (Amtmannsgrunnen) var innenfor gjennomsnittlige målte konsentrasjoner ved referansestasjonen (Baterød/Sarpsfossen). Gjennomsnittskonsentrasjoner ved begge stasjonene tilsvarte Klasse III i henhold Miljødirektoratets klassifiseringssystem og da over EQS-verdier.

Ut fra resultatene for begroingsalger i 2014, samt tidligere års undersøkelser, har Glomma god økologisk tilstand ved referansestasjonen oppstrøms Sarpsfossen (st.1). Nedstrøms Sarpsfossen og utslippene fra Borregaard, ligger Glomma på grensen mellom god og moderat økologisk tilstand. Tilstanden er merkbart dårligere nedstrøms Borregaard, der alle utslippene har rukket å blande seg med elvevannet. Denne effekten trer tydelig fram ved st. 8, som har moderat økologisk tilstand.

Dekningsgraden av lammehaler for 2014 viste at de to øverste stasjonene, overfor utslippspunktene, er i god eller svært god tilstand, mens de 6 stasjonene nedstrøms utslippspunktene er i moderat, dårlig eller svært dårlig økologisk tilstand, med utgangspunkt i organisk belastning. Vi kan likevel se en forbedring fra 2013 til 2014 ved at det ble registrert markant mindre dekning av heterotrof begroing på 5 av 6 stasjoner nedstrøms Borregaards utslippspunkter. På stasjon 4, der dekningsgraden var større i 2014 enn 2013, samt på stasjon 7A ble det videre registrert et tynt belegg heterotrof begroing i motsetning til det tykke belegget som tidligere er blitt registrert. Det visuelle inntrykket var dermed mye bedre enn ved tidligere undersøkelser, men dette kommer foreløpig ikke fram i indeksen.

Ut fra bunndyrsamfunnet var den økologiske tilstanden i 2014 god på referansestasjonen Stasjon 1 oppstrøms Sarpsfossen og på grensen mellom god og moderat ved Stasjon 2 ved Glomma Papp. På begge disse stasjonene er det observert en forbedret økologisk tilstand de siste årene. Videre nedover i Glomma reduseres tilstanden til moderat ved Stasjon 3, til overgang mellom god og moderat på Stasjon 4 og Stasjon 5B (hhv. huset på prærien, Borregaardsholmen, nedre grusøra). Ved Stasjonene 6 (E6 bru) og 7A (Pædekummen) var tilstanden henholdsvis dårlig og svært dårlig. På Stasjon 8 lå tilstanden på grensen mellom moderat og dårlig. For stasjonene 3, 4, 5 og 8 var det en til dels betydelig bedring av den økologiske tilstanden fra 2013 til 2014. Ved stasjonene 6 og 7 hadde det ikke skjedd noen endring i tilstand. Det biologiske mangfoldet på stasjonene følger samme mønster som forurensningstilstanden, med forholdsvis mange EPT arter på referansestasjonen og få arter på de nederste stasjonene.

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 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. Ved sammenligning av data fra 2013 og tidligere med data fra 2014, indikerer tilstandsklassene ingen forbedring i de belastede områdene i 2014. Selve indeksverdiene viser på flere stasjoner at den økologiske tilstanden likevel er forbedret.

Laks ble hovedsakelig fanget på grusørene, og fangstene under el-fisket var her litt større enn fangstene i 2013. Estimert tetthet av 0+ laks var relativt lav, og var ganske lik i 2013 og 2014 (9–10 stk 0+ pr. 100 m<sup>2</sup>), men i 2014 var det i tillegg fangst av ett år gamle lakseunger (1+) . Fangstene av lakseunger i 2014 ser ut til å være på nivå med fangstene i 1997, 2000, 2008 og 2013. Fangst av 1+ laks tyder på at flere av fjorårets laksunger har overlevd, og ikke utvandret ennå. De fargemerkede 0+ laksene utgjorde 17 % av årets laksunger (0+). Det indikerer at det i 2014 var en betydelig andel naturlig produsert laks på grusørene, i tillegg til settefisk fra Glomma kultiveringsanlegg. Det ble observert minst seks fiskearter: laks, ål, steinsmett, gjedde, abbor og karpefisk av ubestemt art.



## Summary

Title: Operational monitoring of Glomma – discharges from Borregaard

Year: 2015

Authors: Torleif Bækken, Maia Røst Kile, Espen Lund og Atle Rustadbakken.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-6501-9

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 the installation of a new 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 2014 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 effluents of readily available organic matter. In these stations low scores for ASPT were observed as well. There was no change in the classification of sites from 2013 till 2014, however, some index values indicated improved status.

# 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 (Ranneklev et al. 2012). 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 oppvekst-områder. Da området pr. i dag ikke oppnår god økologisk tilstand, og at Borregaard har startet miljøforbedrende tiltak ved å installere et nytt renseanlegg for redusere utslippet av organisk materiale har overvåkingsprogrammet blitt utformet som et tiltaksrettet overvåking i henhold til vanddirektivet. Fiskeundersøkelse i 2013 ble rapportert som et notat. Dette notatet er lagt ved som vedlegg i for å samle alle resultatene i rapportformat.

## 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 (Direktoratsgruppa 2014). Miljødirektoratet lagde nylig en eksempelsamling [5], som angir hovedaktivitetene 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:

### **Kvalitetselement<sup>1</sup>**

Det mest følsomme biologiske- og hydrologiske kvalitetselement for den aktuelle belastningen skal overvåkes som et minimum. I overvåkingsveilederen (Direktoratsgruppa 2014) er det angitt forskjellige kvalitetslementer som skal benyttes for ulike belastninger i overflatevann. Prøvetakningsmetodikk og analyse for klassifiseringen av kvalitetslementene er gitt i klassifiseringsveilederen.

### **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 stasjonsnettet. 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) (Direktoratsgruppa 2014).

---

### **<sup>1</sup>Kvalitetselement (KE)**

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

---

### Frekvens og tidsrom for prøvetakning

Antall frekvenser gjennom året og tidsrom for når undersøkelsen skal utføres er gitt i overvåkingsveilederen (Direktoratsgruppa 2014) og klassifiseringsveilederen. 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 vurderer effekten av tiltakene.

### Tilstandsklassifisering

I klassifiseringsveilederen 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.	Lund og Rustadbakken 2013
Metaller (vannfase)	2011-12	Alle målte metaller under EQS og i klasse I eller II. Cu i klasse IV (også oppstrøms Sarpsfossen).	Ranneklev et al. 2012
Oksygen (vannfase)	2011-12	Ingen tegn til redusert O <sub>2</sub> -innhold i vannsøyle ved ulike dyp eller ved forskjellige stasjoner i overflaten	Ranneklev et al. 2012
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).	Ranneklev et al. 2012
KOF/Cr	2011-12	Nær deteksjonsgrense, men noen målinger over og i Klasse V. Høy deteksjonsgrense til metoden.	Ranneklev et al. 2012
BOD5	2011-12	Målinger under deteksjonsgrense	Ranneklev et al. 2012
Bunnfauna	2011-12	ASPT-verdier var lave og indikerer	Ranneklev et al. 2012

Parameter	År	Status	Referanse
		organisk belastning.	
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	Rannekleiv et al. 2012 *Bækken et al. 2012
Begroingsalger	2011-12	AIP-indeks indikerer svært god tilstand i forhold til forsurening.	Rannekleiv et al. 2012
Lammehaler	2011-12	Dekningsgrad fra 1 til 40 % ble observert.	Rannekleiv et al. 2012
Fisk	2011-12	Prøvefiske ga lav fangst grunnet tildekking av garn med lammehaler.	Rannekleiv et al. 2012
Vannplanter	2011-12	Få arter ble registrert. Mulig tilbakegang av hjertetjønna.	Rannekleiv et al. 2012
Lammehaler	2012	Høy dekningsgrad i elva. Undersøkelser utført vår og sommer.	Schneider and Rannekleiv 2011, Lund et al. 2012
Begroingsalger	2009-11	PIT-verdier varierte mellom god og moderat klasse.	Rustadbakken et al. 2011
Sedimenter	2012	Sedimenter ved Melløs kai, TBT, PAH16, PCB7 og metaller i Klasse I eller II.	Rannekleiv og Øxnevad 2012
Lammehaler	2009-10	Dekningsgrad på opptil 100% noen steder.	Rustadbakken et al. 2011
Bunnfauna	2009-10	Svært dårlig, dårlig og moderat tilstand ble funnet.	Rustadbakken et al. 2011
Fisk	2009-10	Lav tetthet av ungfisk ble observert.	Rustadbakken et al. 2011
Oksygenmetning i substrat	2009-10	Muligens noe lavere O <sub>2</sub> -metning ned i substratet.	Rustadbakken et al. 2011

### 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 (Direktoratsgruppa 2014) som utgis med det første, og derfor er inkludert i denne undersøkelsen. For utfyllende informasjon om de ulike kvalitetselementene henvises det til klassifiseringsveilederen, og ny veilder som som utkommer i 2014.

### 3.3 Vannkjemi

For KOF, BOF, STS, AOX og Cu ble det valgt å ta ut vannprøver, da tidligere undersøkelser (Ranneklev og Øxnevad 2012) 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 fysisk 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.

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 3. april 2014 samt 6. og 7. januar 2015. Begrunnelsen for å vente til januar 2015 med å ta «høstprøvene» er at vannføringen var unormalt stor fra begynnelsen av oktober til prøvetakingstidspunktet. Det var derfor verken faglig eller sikkerhetsmessig forsvarlig å ta inn prøvene i løpet av senhøsten. Prøvene fra januar representerer imidlertid hele høstperioden. I tillegg presenteres det resultater fra tidligere undersøkelser der disse er relevante og er materialet er hentet fra de samme stasjonene (Rustadbakken et al. 2011, Bækken et al. 2011, Bækken et al. 2010, Bækken et al. 2011, Bækken et al. 2012). Ved Pæddekummen (Stasjon 7B) var det bestemt å ta en prøve fra dypområdet av Glomma (tilsvarende som på 13m dyp i 2012). Det ble tatt prøver herfra både vår og høst 2014. Fordi disse prøvene gir begrenset informasjon om den økologiske tilstanden i elva, er det i tillegg tatt en prøve fra strandområdet ved Pæddekummen (Stasjon 7A) tilsvarende sted som for heterotrof begroing. Plassering av stasjonene er vist i **Figur 1**.

Innsamlingsmetoden er i henhold til anbefalingen i klassifiseringsveilederen 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 (sedimentprøvetaker). Resultatene angis som tetthet pr. m<sup>2</sup>. Det foreligger ikke vurderingssystem for denne type lokalitet/metode.

Prøvene ble konservert 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

Begroingsalger er svært sensitive overfor eutrofiering. Av den grunn blir de ofte brukt i overvåkingsprosjekter i forbindelse med tilstandsklassifisering. De er bentiske primærprodusenter, som vil si at de driver fotosyntese fastsittende på elvebunnen. Siden de er stasjonære, kan de ikke forflytte seg for å unnsnippe periodiske forurensinger. Begroingsalger reagerer derfor også på kortsiktige forurensingsepisoder som er lett å overse med kjemiske målinger. I Norge er det utviklet en sensitiv og effektiv metode for å overvåke eutrofiering ved hjelp av begroingsalger: Indeksen PIT (periphyton index of trophic status; Schneider & Lindstrøm, 2011) brukes for å indikere grad av eutrofi.

Heterotrof begroing inkluderer sopp og bakterier, som bruker lett nedbrytbart organisk materiale som energikilde. Heterotrof begroing vokser på elvebunnen eller som epifytter på alger og makrofytter. Ved gunstige næringssituasjoner, som ved utslipp av organisk materiale fra industri, avrenning fra gjødselkjellere eller ved kloakklekkasjer, kan de vokse raskt og oppnå høy dekningsgrad på kort tid. Bakterier og sopp er altså svært sensitive overfor organisk belastning. I Norge er det utviklet en heterotrof begroingsindeks (HBI) som brukes for å indikere grad av organisk belastning (Direktoratsgruppa, 2014).

### 4.2.1 Begroingsalger

Prøvetaking av bentiske alger ble gjennomført 11. og 12. september 2014, på 8 stasjoner i nedre del av Glomma, i forbindelse med Borregaards utslippspunkter (**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 (EN15708, 2009).

For hver stasjon ble eutrofieringsindeksen PIT (Periphyton Index of Trophic status) beregnet (Schneider & Lindstrøm, 2011). 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 konsentrasjoner (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 (Direktoratsgruppa, 2014). 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.

### 4.2.2 Heterotrof begroing

Prøvetaking av heterotrof begroing ble gjennomført i henholdsvis april og september 2014 og januar 2015, 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 med 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 materialet til art.

Hver stasjon ble klassifisert for organisk belastning ved bruk av HBI, som tar utgangspunkt i et årlig gjennomsnitt av dekningsgrad (prosent dekning) av heterotrof begroing (Direktoratsgruppa, 2014). Dette er et skjønsmessig 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 HBI fører til dårligere tilstandsklasse enn PIT.

### 4.3 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](http://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**.

### 4.4 Fisk

#### 4.4.1 El-fiske

Fiskeundersøkelsen (el-fisket) i nedre Glomma ved Borregaard ble utført 11. september 2014. Hovedoppgaven var å undersøke tetthet av atlantisk laks (*Salmo salar*) i antatte gyte- og oppvekstområder. Det ble fisket i seks stasjoner fra grusørene nær Melløs til områder nær Glomma Papp (**Figur 1**). Stasjonene var de samme som i 2013, med bare en liten endring i areal for stasjon 5A. Vannføringen var 620 m<sup>3</sup>/s og vanntemperaturen på grusørene var 16.5 °C. Lufttemperatur var 18–20 °C. Det var god sikt i vannet. Vi opplevde økende vannføring utover dagen. Forholdene var gode mens el-fiskingen på grusørene pågikk. For de øvrige stasjonene var vannføringen stigende, og vi ikke kan utelukke at dette kan ha påvirket våre fangstresultater.

På grusørene ble det el-fisket over samme areal tre ganger for å kunne estimere tetthet av laks (antall pr. areal). På de andre stasjonene var fangstene for lave for slik estimering, og der ble det fisket kun én gang. Fanget laks ble talt opp, lengdemålt og kontrollert for fettfinneklipping (settefisk). Laks som skulle analyseres for fargemerking i otolittene ble avlivet og konservert på 96 % etanol. Annen laks ble sluppet fri etter endt fiske. Det ble også registrert antall og lengder for andre fiskearter enn laks, og disse ble også sluppet fri etter fisket. Det ble fisket med apparattype GeOmega FA-4.

Avlivet laks fra grusørene ble sendt til Veterinærinstituttet, Trondheim, for deteksjon av fargemerker i otolitter (ørestein) og aldersbestemmelse. Fargemerkingen skiller årets settefisk fra villfisk, fordi settefisk fra Glomma kultiveringsanlegg ble merket med Alizarin på øyrogenstadiet i februar-mars 2014 (Lund *et al.*, 2014).

#### 4.4.2 Settefisk fra Glomma kultiveringsanlegg

Fra Glomma kultiveringsanlegg på Borregaard ble det våren 2013 satt ut 150 000 stk av årets yngel i områdene nedstrøms Sarpsfossen (NGOFA, 2013). Dette var første utsetting fra dette anlegget og yngelen var umerket. Våren 2014 ble det videre satt ut 105 000 stk årets yngel som var merket med fargede otolitter. Disse ble også satt ut nedstrøms Sarpsfossen, på sju steder fra Glomma Papp til grusørene, på begge sider av elva. I 2014 ble det også satt ut 25 300 ettåringer, hvorav 24 800 ble klassifiserte som smolt (Kjell Cato Strand, NGOFA pers. med.). Alle disse var merket med fettfinneklipping. Ettåringene ble satt ut ved Glomma Papp og smolten ble satt ut på motsatt elvebredd av Borregaardsholmen, ved Domberg.

## 5. Resultater

### 5.1 Bunndyr-organisk belastning

#### 5.1.1 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. Etter en nedgang fra god til moderat tilstand mellom 2007 og 2008, det har vært 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. I 2014 var tilstand her på grensen mellom god og moderat (indeksverdi 0,595).

Stasjon 3 (ved «Huset på prærien») ligger nedstrøms utslipp fra Borregaard. Bunndyrsamfunnet var tydelig påvirket. Den økologiske tilstanden i 2013 var moderat. I 2014 var tilstanden fremdeles moderat, men indeksverdien var vesentlig høyere og nærmet seg god tilstand.

Stasjon 4 (Borregaardsholmen) har også et bunndyrsamfunn som er påvirket av forurensninger. Den økologiske tilstanden i 2014 lå på grensen mellom god og moderat (indeksverdi 0,597).

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. I 2014 var tilstanden her vesentlig forbedret. Tilstanden er nå moderat, men indeksverdien nærmet seg god tilstand.

Stasjon 6 (under E6, sørbredden) hadde et sterkt påvirket bunndyrsamfunn. Den økologiske tilstanden var dårlig i 2013 og hadde ikke endret seg vesentlig i 2014. 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.

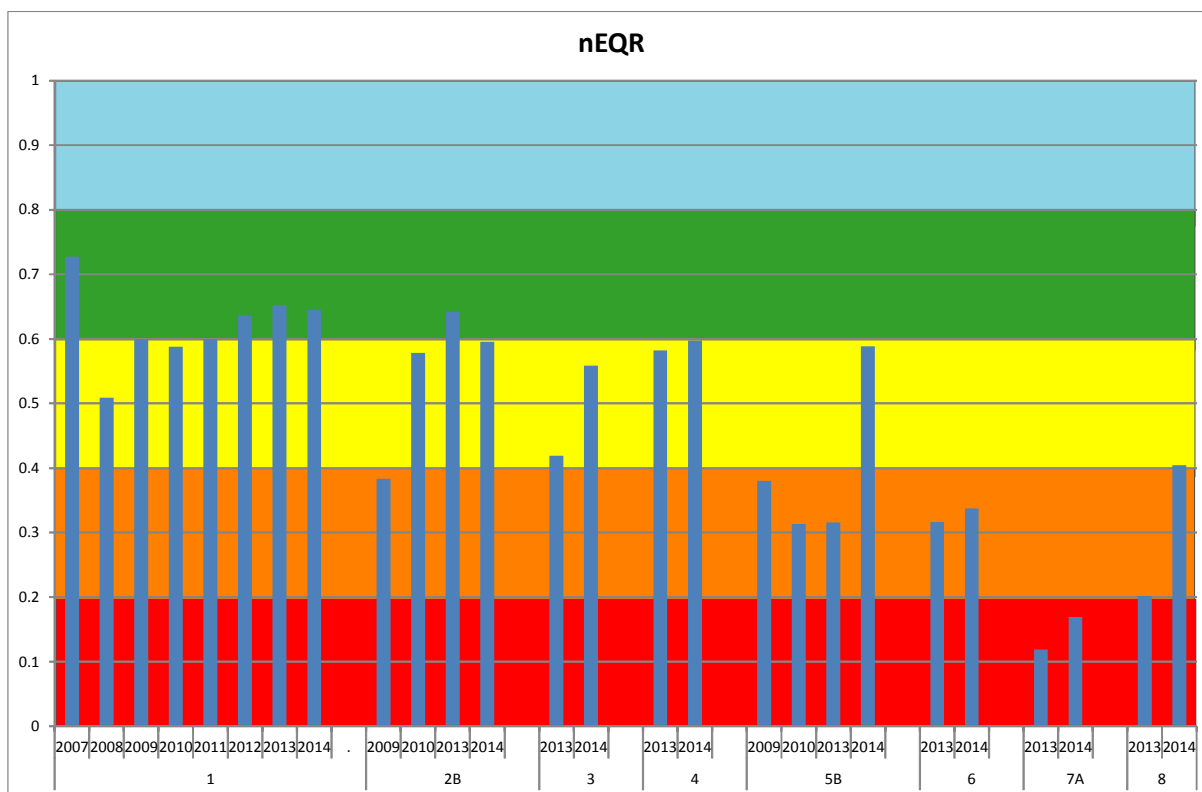
Stasjon 7A (Pæddekummen indre). Prøven er fra steinsubstratet i strandsonen. Bunndyrsamfunnet er sterkt påvirket. Den økologiske tilstanden var svært dårlig i 2013 med den laveste observerte indeksverdi i denne undersøkelsen. Tilstanden var fremdeles svært dårlig i 2014, men med noe høyere indeksverdi enn i 2013. 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 i 2014 enn i 2013. Dette skyldes innslag av flere grupper/arter i januarprøven. Det var overraskende å finne ganske strømvhengige vårfluer i dette området. 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 antyder påvirkning av organisk materiale. Bruk av ASPT indeksen (se metodekapittel ovenfor) gir meget lave verdier noe som også antyder en markert påvirkning av organisk materiale.

**Tabell 4.** Tetthet (n/m<sup>2</sup>) av bunndyr på 13 m dyp ved Stasjon 7B.

Hovedgruppe	7B (11.04.13)	7B (21.11.13)	7B (3.4.2014)	7B (6.1.2015)
Fjærmygglarver	1077	158	1026	204
Fåborstemark	308	4210	154	769
Småmusling	154			13
Vannmidd	154			
Krepsdyr: <i>Asellus aquaticus</i>			26	13
Ubestemte tovinger				13
Vårflue: <i>Hydropsyche nevae</i>				13
Vårflue: <i>Hydropsyche contubernalis</i>				26

Stasjon 8 (nedstrøms Sundløkka) viser også et betydelig påvirket bunndyrsamfunn. Den økologiske tilstanden lå på grensen mellom svært dårlig og dårlig tilstand i 2013. Tilstanden i 2014 var vesentlig forbedret og var nå moderat. Indeksverdien lå imidlertid i nær grensen mot 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.



**Figur 2.** Økologisk tilstand basert på studier av bunndyrsamfunnet for ulike perioder for hver stasjon fra 2007 til og med 2014. Data fra vår- og høstprøver er vist som gjennomsnittsverdi pr. år.

### 5.1.2 Biologisk mangfold

Det biologiske mangfoldet målt med EPT indeksen (antall arter av døgnfluer (E), steinfluer (P) og vårfluer (I)) viste verdier mellom 14 og 21 på Stasjon 1 i perioden 2007 til 2014 (**Figur 3**). EPT verdiene for 2014 var henholdsvis 21 og 15 for vår og høstprøven. Av disse var *Heptagenia sulphurea* den vanligste døgnfluen både vår og høst. Steinfluene ble funnet i langt mindre antall og med færre arter. Den vanligste både vår

og høst var individer av slekten *Isoperla*. Vårfluene var tallrike. De vanligste både vår og høst var små ubestembare individer av den nettspinnende slekten *Hydropsyche*. I denne nettspinnende gruppen av vårfluer ble det også registrert mange individer av den mindre vanlige arten *Hydropsyche nevae*. Gjennomsnittlig var mangfoldet for de to prøvene i 2014 omkring det samme som i 2013.

Ved Stasjon 2 var mangfoldet generelt lavere enn ved Stasjon 1. Verdiene i 2014 var 13 i vårprøven og 12 i høstprøven. Døgnfluer var vanlige med *Ephemera mucronata* som den vanligste arten. Det var få steinfluer. De vanligste var individer av slekten *Isoperla*. Blant vårfluene var individer av slekten *Hydropsyche* de vanligste. *Hydropsyche nevae* ble også funnet her. Mangfoldet var litt lavere enn i 2013.

Ved Stasjon 3 viste EPT verdiene 8 arter i vårprøven og 16 i høstprøven. Blant døgnfluene var *Ephemera mucronata* og *Baetis rhodani* (Norges vanligste døgnflue i elver) de to vanligste artene. Individer fra slekten *Isoperla* var de vanligste steinfluene. Rovformen *Rhyacophila nubila* og den nettspinnende arten *Hydropsyche nevae* var de vanligste vårfluene. Det var en betydelig økning i mangfoldet fra 2013 til 2014 først og fremst pga. langt flere vårfluearter i høstprøven.

Ved stasjon 4 var EPT verdiene henholdsvis 8 og 13 i vår og høstprøvene. *Baetis rhodani* var den vanligste døgnfluen, men *Ephemera mucronata* var også ganske vanlig her. Av steinfluer ble det også på denne stasjonen bare funnet individer fra slekten *Isoperla*. Blant vårfluene var *Psychomyia pusilla* vanligst. Det ble registrert økt mangfold fra 2013 til 2014 først og fremst pga. flere vårfluearter.

Ved Stasjon 5 var EPT verdiene henholdsvis 9 og 12 i vår og høstprøvene. Blant døgnfluene ble både *Baetis rhodani*, *Ephemera mucronata* og *Heptagenia sulphurea* funnet. For første gang siden prøvetakingen startet i 2009 ble det også funnet steinfluer på denne stasjonen, alle fra slekten *Isoperla*. Den vanligste vårfluearten var *Psychomyia pusilla*. Det var en betydelig økning i mangfoldet fra 2013 til 2014 med flere arter i alle EPT gruppene.

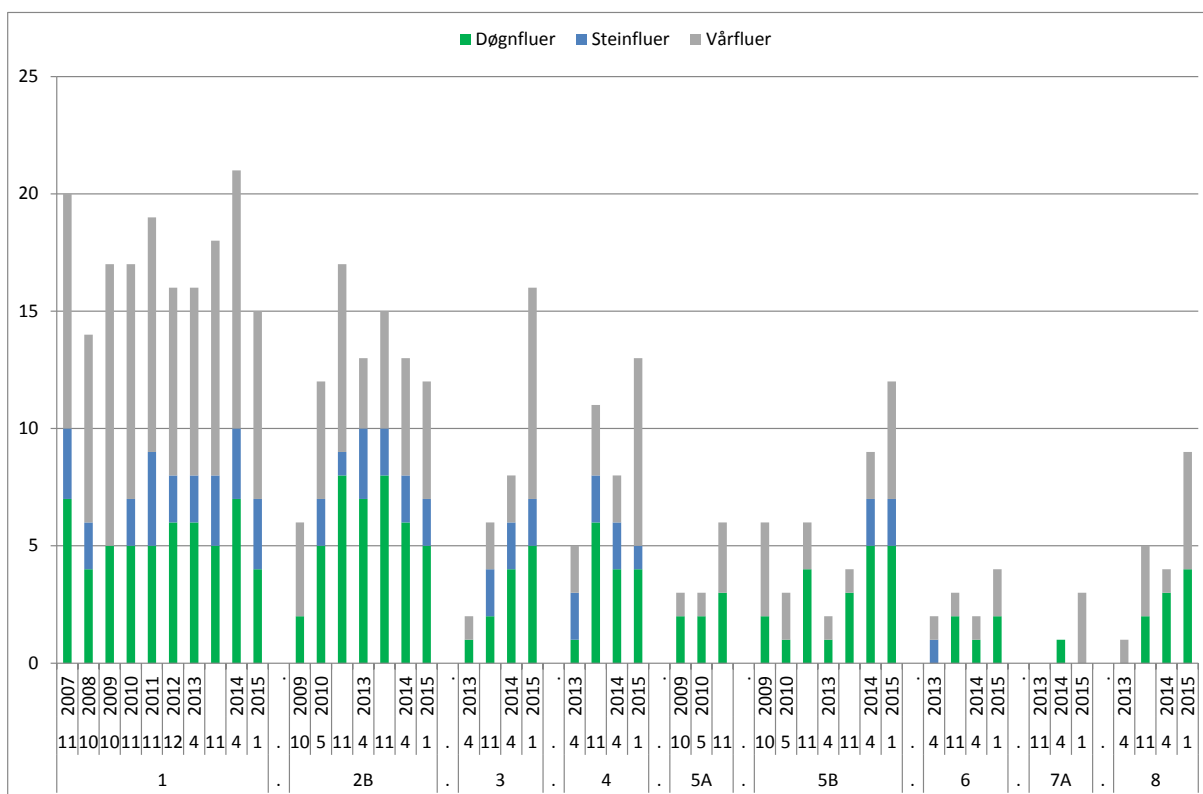
Ved stasjon 6 var det svært lavt mangfold med EPT verdier på henholdsvis 2 og 4 i vår og høstprøvene. Vanligste døgnflue var *Kageronia fuscogrisea*. Det ble ikke funnet steinfluer. Vanligste vårflueart var *Mystacides azurea*. Begge disse to artene foretrekker rolige strømforhold. Det var ikke vesentlige endringer i mangfoldet fra 2013 til 2014.

Ved stasjon 7A var det svært lavt mangfold med henholdsvis med kun 1 og 3 arter i vår og høstprøvene. Døgnfluearten i vårprøven var *Kageronia fuscogrisea*, mens de tre artene i høstprøven var vårfluene *Plectrocnemia conspersa*, *Psychomyia pusilla* samt ubestemte individer fra familien Polycentropodidae. Det ble ikke funnet steinfluer. I og med at det ikke ble funnet EPT arter på denne stasjonen i 2013, er det en liten økning av mangfoldet.

Ved stasjon 8 var det lavt mangfold med EPT verdier på henholdsvis 4 og 9 i vår og høstprøvene. Blant døgnfluene var *Centroptilum luteolum* og *Kageronia fuscogrisea* vanligst. Begge er strømsvake arter som foretrekker rolige strømforhold. Det ble ikke funnet steinfluer. De vanligste vårfluene var ubestemte individer fra familien Polycentropodidae. Det var et betydelig økt mangfold siden 2013 grunnet funn av flere døgnflue- og vårfluearter.

I tillegg ble det registrert 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.

I alle prøvene var hovedgruppene fjærmygglarver (Chironomidae) og fåbørstemark (Oligochaeta) meget vanlige. Dominans av fjærmygglarver er vanlig i bunndyrprøver. Også fåbørstemark er vanlig å finne i bunndyrprøver, men masseoppblomstring har sammenheng med organisk belastning (se f.eks. 7A). På stasjonene 4 og 5B ble det funnet mange rognkorn fra fisk i bunndyrprøvene. Det viser at det på disse stasjonene har vært gyting i løpet av høsten 2014. Det har ikke tidligere blitt funnet så mange rognkorn i bunndyrprøver herfra.



**Figur 3.** Biologisk mangfold som EPT indeks (antall arter av døgn-, stein- og vårfluer) for ulike perioder for hver stasjon mellom november 2007 og januar 2015. Vår og høstprøver er adskilt.

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

## 5.2 Oppsummering bunndyr

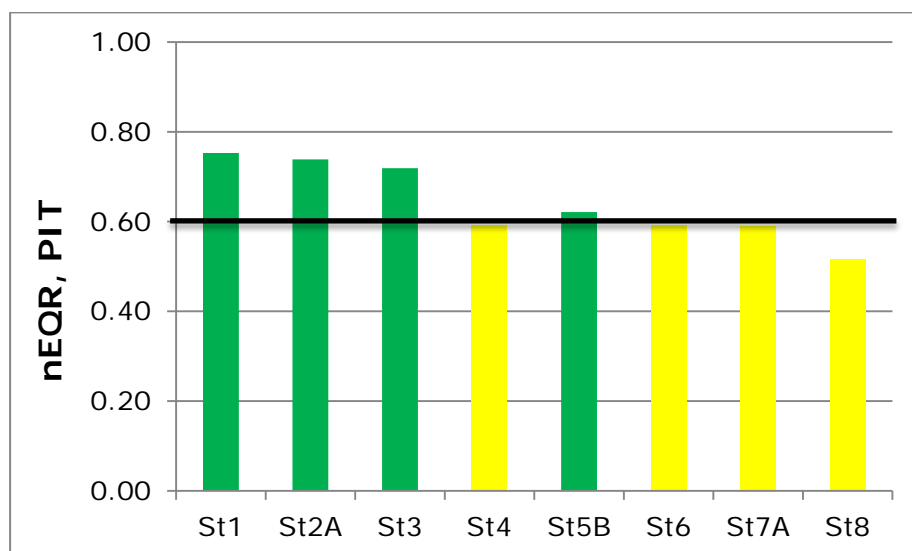
Den økologiske tilstanden i 2014 var god på referansestasjonen Stasjon 1 oppstrøms Sarpsfossen og på grensen mellom god og moderat ved Stasjon 2 ved Glomma Papp. På begge disse stasjonene er det observert en forbedret økologisk tilstand de siste årene. Videre nedover i Glomma reduseres tilstanden til moderat ved Stasjon 3, til overgang mellom god og moderat på Stasjon 4 og Stasjon 5B (hvh. huset på prærien, Borregaardsholmen, nedre grusøra). Ved Stasjonene 6 (E6 bru) og 7A (Pæddekummen) var tilstanden henholdsvis dårlig og svært dårlig. På Stasjon 8 lå tilstanden på grensen mellom moderat og dårlig. For stasjonene 3, 4, 5 og 8 var det en til dels betydelig bedring av den økologiske tilstanden vurdert ut fra 2013 prøvene i forhold til 2014 prøvene. Ved stasjonene 6 og 7 har det ikke skjedd noen endring i tilstand.

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

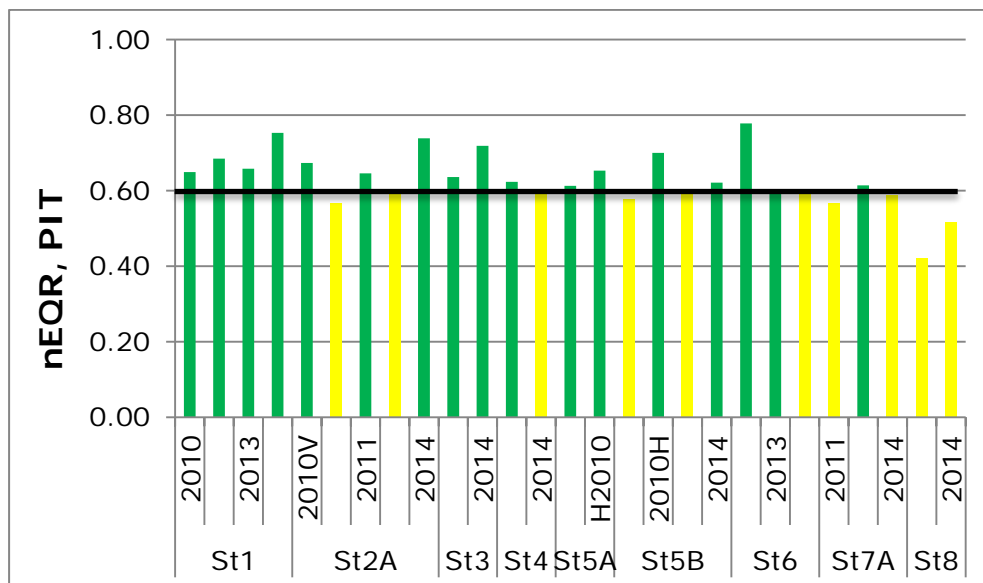
Årets resultater viser en trend der den øverste stasjonen, st. 1, som er oppstrøms alle Borregaards utslipp, er i best tilstand, mens den nederste stasjonen, st. 8, er i dårligst tilstand (**Figur 4**). St. 1, 2A og 3 er i god økologisk tilstand, mens st. 8 er i moderat økologisk tilstand. De resterende stasjonene ligger alle og vipper mellom god og moderat økologisk tilstand. St. 4, 6 og 7A, som alle havnet i moderat tilstand, har en normalisert EQR på 0,59, mens grensen til god tilstand ligger på 0,60. De ligger altså like under grensen til god tilstand. På lik linje ligger st. 5B like over grensen til god tilstand. Den har en normalisert EQR verdi på 0,62.

Makroskopiske forekomster av ulike arter innen cyanobakterieslekten *Phormidium* ble observert på samtlige stasjoner (Vedlegg A). Dette er en slekt der de fleste artene trives i næringsrikt vann. Det ble også registrert store mengder av den eutrofe grønnalgen *Spirogyra* d på alle stasjoner med unntak av st. 3. Videre ble det registrert makroskopiske funn av rødalgen *Audouinella bermanni* på de tre øverste stasjonene. Denne arten indikerer eutrofe forhold, og antyder dermed at Glomma er utsatt for belastninger også overfor Borregaards utslippspunkter. På de nederste stasjonene ble eutrofe arter, som cyanobakterien *Oscillatoria limosa*, registrert.



**Figur 4.** Normalisert EQR for eutrofieringsindeksen PIT (Periphyton Index of Trophic status) beregnet for 8 stasjoner prøvetatt ved Borregaard i 2014, der verdiene angir økologisk tilstand. Grønn = god og gul = moderat tilstand. Den svarte horisontale linjen markerer grensen mellom god og moderat tilstand.

Ved å sammenligne tidligere undersøkelser (Rustadbakken, Bækken *et al.*, 2011, Ranneklev, Molvær *et al.*, 2012, Bækken, Kile *et al.*, 2013, Ranneklev, Kile *et al.*, 2013) 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. Alle lokalitetene havner i klassen moderat eller god økologisk tilstand. I flere tilfeller vipper de mellom god og moderat tilstand fra det ene året til det andre. Dette gjelder f.eks. st. 2A, st. 5B og st. 7A. De eneste stasjonene som havnet i samme tilstandsklasse ved alle undersøkelser er den øverste og den nederste, st. 1 og 8. De ble klassifisert til henholdsvis god tilstand fra 2010-2014 og moderat tilstand i 2013-2014.



**Figur 5.** Normalisert EQR for eutrofieringsindeksen PIT (Periphyton Index of Trophic status) beregnet for 9 stasjoner ved Borregaard fra 2010 - 2014, der verdiene angir økologisk tilstand. Grønn = god og gul = moderat tilstand. Den svarte horisontale linjen markerer grensen mellom god og moderat tilstand.

St. 1 ved Sarpsfossen, som fungerer som referansestasjon for Borregaard, er undersøkt årlig fra 2008 (Bækken *et al.*, 2013). Vi har kun valgt å ha med dataene fra 2010 og framover da NIVA startet med begroingsundersøkelser for Borregaard. I tillegg har vi utelatt resultatene fra 2011 da disse er uegnede for en totalvurdering av stasjonen. Dette skyldes en kloakklekkasje sommer og høst 2011, som resulterte i at lokaliteten ble tydelig kloakkpåvirket og dermed havnet i dårligere tilstand enn normalt. Undersøkelsene i 2010 og 2012-2014 viste alle god økologisk tilstand, noe som indikerer at st. 1 vanligvis oppfyller miljøkravet gitt i Vannforskriften.

Ut fra årets, samt tidligere års undersøkelser, blir konklusjonen at oppstrøms Borregaard, ved referansestasjonen (st.1), ligger Glomma i god økologisk tilstand. Nedstrøms Sarpsfossen, innenfor Borregaards industriområde, ligger Glomma på grensen mellom god og moderat økologisk tilstand. Tilstanden er merkbart dårligere nedstrøms Borregaard, der alle utslippene har rukket å blande seg med elvevannet. Denne effekten trer tydelig fram ved st. 8, som ligger i moderat økologisk tilstand.



## 5.4 Heterotrof begroing - Organisk belastning

På referansestasjonen (st.1), oppstrøms Sarpsfossen, ble det ikke registrert noe heterotrof begroing i 2010 og 2012-2013. Dette tyder på svært god økologisk tilstand basert på heterotrof begroing. I årets undersøkelse ble det derimot registrert mikroskopiske funn av en uidentifisert sopp, noe som førte til tilstandsklassen god. Dette viser en viss variasjon mellom årene, men samtidig tyder alle resultatene på at lokaliteten ligger innenfor miljømålet gitt i vannforskriften. St. 2A ved Glomma papp er i liten grad påvirket av Borregaards utslipp, noe som kommer til uttrykk ved at det kun er registrert <1 % dekning av lammehaler og sopp. Stasjonen er dermed klassifisert til god økologisk tilstand med utgangspunkt i heterotrof begroing.

De resterende stasjonene (st.3-st.8) er alle nedstrøms Borregaards utslipp og tydelig påvirket av dette. Det er registrert store forekomster av den heterotrofe bakterien *Sphaerotilus natans*, med det norske navnet lammehaler, på samtlige stasjoner (**Tabell 5**). Dette samsvarer godt med tidligere registreringer gjort i området (Rustadbakken *et al.*, 2011, Lund, Schneider & Ranneklev, 2012, Ranneklev *et al.*, 2012, Schneider & Ranneklev, 2012, Bækken *et al.*, 2013, Ranneklev *et al.*, 2013). Som nevnt er det primært lammehaler de påvirkede stasjonene er karakterisert av, med unntak av st. 7A. Her ble det høsten 2013 registrert 5 % dekning av lammehaler og 90 % dekning av soppen *Leptomitius lacteus*, mens det utelukkende ble registrert sopp (35 % dekning av *Leptomitius lacteus*) våren 2014. St 7A er innerst i Pæddekummen, hvor det i dag er et kjent utslipp som kommer fra et kommunalt overløp. Ved flere tilfeller, bl.a. ved innsamling av prøver i september 2013, ble det observert utslipp av råkloakk i området. Det er dermed vanskelig å si med sikkerhet om oppblomstringen av soppen *Leptomitius lacteus* skyldes utslipp fra det kommunale overløpet eller fra Borregaard.

Det er verdt å merke seg at resultatene fra 2013 og 2014 er basert på tre runder med prøver (med unntak av st. 7A i 2013, som kun er basert på to prøverunder), mens tidligere undersøkelser i stor grad er basert på en prøverunde. Flere runder med prøvetaking fører naturlig nok til mer presise resultater. I tillegg har det seg slik at studier viser at lammehaler blir hemmet i veksten på sommeren, særlig fra mai til august, grunnet UV-lys fra sola (Mechsner, 1985). Ved å se på prøvetidspunktet ser vi at prøvene i 2011 ble samlet inn i slutten av juli. På dette tidspunktet ble sannsynligvis lammehalenes vekst hemmet av det sterke UV-lyset, noe som trolig er årsaken til at de undersøkte lokalitetene har lavere dekningsgrad i 2011 enn senere år. Ut fra årets undersøkelser kan vi på st. 3, 5B, 7A og 8 se en reduksjon i dekningsgrad av lammehaler ved innsamlingsrunden på sommeren sammenlignet med vår- og høstprøvene. Dette er ikke markant på alle stasjoner, men det kan skyldes at sommerprøvene ble samlet inn i september og at UV-lyset på dette tidspunktet er noe svekket. Samme trend kan vi se for resultatene i 2013 for stasjonene 3, 6 og 8.

Til tross for at st. 3-8 er i dårlig eller svært dårlig økologisk tilstand basert på årets resultater kan vi se en forbedring fra 2013 på alle lokaliteter med unntak av st. 4. St. 3, 5B og 8 som fortsatt er i dårlig tilstand, men dekningsgraden er redusert fra henholdsvis 20 % til 12,3 %, 48,3 % til 35,3 % og 38,3 % til 35,7 % (**Tabell 5**). St. 6 og 7A er markant forbedret fra 2013. De har begge endret tilstandsklasse fra svært dårlig til dårlig, og dekningsgraden av heterotrof begroing er redusert fra 53,3 % til 40 % på st. 6 og fra 72,5 % til 33,3 % på st. 7A. Stasjon 4 er den eneste lokaliteten som i 2014 havnet i en dårligere tilstandsklasse enn i 2013. Lokaliteten gikk fra å være i dårlig tilstand i 2013 til svært dårlig tilstand i årets undersøkelse.

**Tabell 5.** Oversikt over dekningsgrad, årlig gjennomsnitt og økologisk tilstand basert på HBI på 9 stasjoner ved Borregaard fra 2010 til 2014.

<b>Heterotrof begroingsindeks (HBI)</b>				
<b>Heterotrof begroing; Bakterier og sopp (Bl.a. <i>Sphaerotilus natans</i> - Lammehaler og <i>Leptomitius lacteus</i>)</b>				
Stasjon	År	Dekningsgrad	Årlig gjennomsnitt (%)	Økologisk tilstand
St 1	2010	-	-	Svært God
	2012	-	-	
	Vår2013	-	-	Svært God
	Sommer2013	-	-	
	Høst2013	-	-	God
	Vår2014	-	-	
Sommer2014	xxx	x	God	
St 2A	jan.15	-	-	God
	Vår2010	xxx	xxx	
	Høst2010	xxx	xxx	Svært God
	2011	-	-	
	Vår2013	x	-	God
	Sommer2013	xxx	xx	
	Høst2013	x	-	God
	Vår2014	-	-	
Sommer2014	xxx	xxx	God	
jan.15	<1 %	-	-	-
St 3	Vår2012	1 %*	3 %	Moderat
	Sommer2012	5 %*		
	Vår2013	30 %	20 %	Dårlig
	Sommer2013	10 %		
	Høst2013	20 %	12,33 %	Dårlig
	Vår2014	35 %		
Sommer2014	1 %	-	-	-
jan.15	1 %	-	-	-
St 4	Vår2013	40 %	30 %	Dårlig
	Sommer2013	40 %		
	Høst2013	10 %	52 %	Svært dårlig
	Vår2014	50 %		
	Sommer2014	45 %	-	-
jan.15	61 %	-	-	-
St 5A	Vår2010	20 %	57,50 %	Svært dårlig
	Høst2010	95 %		
St 5B	Vår2010	6 %	50,50 %	Svært dårlig
	Høst2010	95 %		
	Vår2013	60 %	48,33 %	Dårlig
	Sommer2013	50 %		
	Høst2013	35 %	35,33 %	Dårlig
	Vår2014	40 %		
Sommer2014	25 %	-	-	-
jan.15	41 %	-	-	-
St 6	2011	10 %	10 %	Dårlig
	Vår2012	75 %*		
	Sommer2012	3 %*	39 %	Dårlig
	Vår2013	40 %		
	Sommer2013	25 %	53,33 %	Svært dårlig
	Høst2013	95 %		
	Vår2014	50 %	40 %	Dårlig
Sommer2014	60 %			
jan.15	10 %	-	-	-
St 7A	2011	4 %	4 %	Moderat
	Sommer2013	50 %		
	Høst2013	95 %	72,50 %	Svært dårlig
	Vår2014	35 %		
	Sommer2014	5 %	33,33 %	Dårlig
jan.15	60 %			
St 8	Vår2013	50 %	38,33 %	Dårlig
	Sommer2013	<1 %		
	Høst2013	65 %	33,67 %	Dårlig
	Vår2014	70 %		
	Sommer2014	1 %	-	-
jan.15	30 %	-	-	-

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

På st. 4 og 5B ble det gjort en viktig observasjon i løpet av feltarbeidet i januar 2015. Visuelt så begge stasjonene markant bedre ut enn ved tidligere undersøkelser. På begge stasjoner ble det kun registrert 1 % dekning av de typiske store lammehalene som ved tidligere undersøkelser har hatt dekningsgrad på opp til 95 %. Men i tillegg ble det registrert et tynt lag heterotrof begroing med dekningsgrad på 60 % på st. 4 og 40 % på st. 5B. Da indeksen for heterotrof begroing (HBI) ble utviklet for Norge fantes det dessverre ikke nok data til at tykkelsen på begroingsdekket kunne tas med som en avgjørende faktor for økologisk tilstand. Tilsvarende klassifiseringssystemer utviklet i Irland (McGarrigle & Lucey, 2009) og Storbritannia (Kelly, Phillips & Willby, 2011, UKTAG, 2012), som det norske systemet er bygget på, benytter tykkelsen av heterotrof begroing som en tilleggsfaktor til dekningsgrad. Ettersom det blir samlet inn mer data i Norge, og vi i større grad erfarer hvor stor betydning tykkelsen av heterotrof begroing har, vil vi med all sannsynlighet benytte dette som et tilleggs-kriterium i en revidert utgave av HBI. Med en slik metodikk ville den tilsynelatende bedringen i tilstand (mye tynnere dekke) på stasjonene 4 og 5B fra 2013 til 2014 blitt fanget opp, i motsetning til hva som skjer med dagens metode hvor tilstandsklassen faktisk forverres (på grunn av økt dekningsgrad).

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 eller svært dårlig økologisk tilstand, med utgangspunkt i organisk belastning.

## 5.5 Oppsummering begroingsalger og heterotrof begroing

Ved bruk av både heterotrof begroing og begroingsalger som biologiske kvalitetselementer for å tilstandsklassifisere ulike lokaliteter, fungerer en sammenslåing av tilstandsklassene etter prinsippet: 'det verste styrer'. Dette gir et mer korrekt totalt resultat i og med at både næringsbelastning og organisk belastning blir tatt med i beregning.

Referansestasjonen, st. 1 like oppstrøms Sarpsfoss som er inkludert i undersøkelsen (2010 og 2012-2014), har i alle årene havnet i god økologisk tilstand. Denne lokaliteten er dermed den eneste som oppfyller miljømålet gitt i vannforskriften. St. 2B ved Glomma papp, har fungert som referansestasjon i tidligere prosjekter (Rustadbakken *et al.*, 2011, Rannekleiv *et al.*, 2012). Lokaliteten påvirkes kun i liten grad av utslipp fra Borregaard, og ser ut til å ligge på grensen mellom god og moderat økologisk tilstand.

Nedstrøms Borregaard fabrikkens 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, men i år har alle lokalitetene fra stasjon 3 til 8 blitt klassifisert til dårlig eller svært dårlig tilstand ved å benytte heterotrof begroing og begroingsalger som vurderingsgrunnlag.

**Tabell 6.** Oversikt over PIT, normalisert EQR og økologisk tilstand basert på PIT-indeksen, årlig gjennomsnitt og økologisk tilstand basert på HBI, samt total tilstandsklasse med utgangspunkt i prinsippet: det verste styrer. Resultater fra 9 stasjoner ved Borregaard fra 2010 til 2014. X, xx og xxx er mikroskopiske funn registrert blant andre prøver.

Stasjon	År	PIT			HBI		Total tilstandsklasse
		PIT	nEQR	Økologisk tilstand	Årlig gjennomsnitt	Økologisk tilstand	
St 1	2010	14,14	0,66	God	-	Svært god	God
	2012	12,97	0,69	God	-	Svært god	God
	2013	13,85	0,67	God	-	Svært god	God
	2014	10,75	0,75	God	x	God	God
St 2A	Vår2010	13,35	0,68	God	xxx	God	God
	Høst2010	18,28	0,57	Moderat		Moderat	
	2011	14,25	0,65	God	-	Svært god	God
	2013	16,38	0,59	Moderat	xx	God	Moderat
	2014	11,21	0,74	God	xxx	God	God
St 3	2012				3 %	Moderat	Moderat
	2013	14,57	0,64	God	20 %	Dårlig	Dårlig
	2014	11,86	0,72	God	12,3 %	Dårlig	Dårlig
St 4	2013	14,99	0,63	God	30 %	Dårlig	Dårlig
	2014	16,47	0,59	Moderat	52 %	Svært dårlig	Svært dårlig
St 5A	Vår2010	15,34	0,62	God	57,50 %	Svært dårlig	Svært dårlig
	Høst2010	14,02	0,66	God			
St 5B	Vår2010	17,41	0,58	Moderat	50,50 %	Svært dårlig	Svært dårlig
	Høst2010	12,47	0,71	God			
	2013	16,47	0,59	Moderat	48,33 %	Dårlig	Dårlig
	2014	15,06	0,62	God	35,33 %	Dårlig	Dårlig
St 6	2011	9,92	0,79	God	10 %	Dårlig	Dårlig
	2012			39 %	Dårlig	Dårlig	
	2013	15,80	0,61	God	53,33 %	Svært dårlig	Svært dårlig
	2014	16,36	0,59	Moderat	40 %	Dårlig	Dårlig
St 7A	2011	18,17	0,57	Moderat	4 %	Moderat	Moderat
	2013	15,30	0,62	God	72,50 %	Svært dårlig	Svært dårlig
	2014	16,62	0,59	Moderat	33,33 %	Dårlig	Dårlig
St 8	2013	29,18	0,42	Moderat	38,33 %	Dårlig	Dårlig
	2014	22,09	0,52	Moderat	33,67 %	Dårlig	Dårlig

## 5.6 Fisk

### 5.6.1 El-fiske

Under el-fisket ble det fanget totalt 44 lakseunger, hvorav 40 ble fanget på grusørene (**Tabell 7**). I de fire stasjonene oppstrøms grusørene ble det bare fanget 4 laks. Minste og største laks var henholdsvis 67 mm og 158 mm (**Figur 6**). Lengdefordelingen tyder på at laks med lengder under 120 mm var årets yngel (0+) og laks med lengder 140–160 mm var fjorårets (1+). Dette ble også bekreftet ved analyse av alder vha. otolitter. Gjennomsnitt lengde for 0+ var 87,5 mm  $\pm$  10,3 (SD). Gjennomsnitt lengde for 1+ var 152,7 mm  $\pm$  4,2 (SD). Ingen fisk var fettfinneklippet. Gjennomsnittlig estimert tetthet av 0+ laks på grusørene var 10 stk. per 100 m<sup>2</sup> (**Tabell 8**).

Av 29 individer 0+ laks, hadde 5 individer fargemerket otolitt, dvs. at 17 % av de undersøkte laksene var fargemerket settefisk. De detekterte merkene var alle av veldig god kvalitet, så det er mest sannsynlig at fisk uten funn av fargemerke er naturlig klekket villfisk.

Det ble også fanget andre fiskearter, se **Tabell 7**. Ål ble fanget på tre stasjoner, men flest på den nedre grusøren. Ålene ble anslått til lengdeintervallet 20–50 cm. Steinsmett ble fanget på fire stasjoner, og disse ble anslått til lengdeintervallet 3,5–10 cm. Stimer av små (0+) karpfisk av ubestemt art ble observert på stasjonen «Huset på prærien».

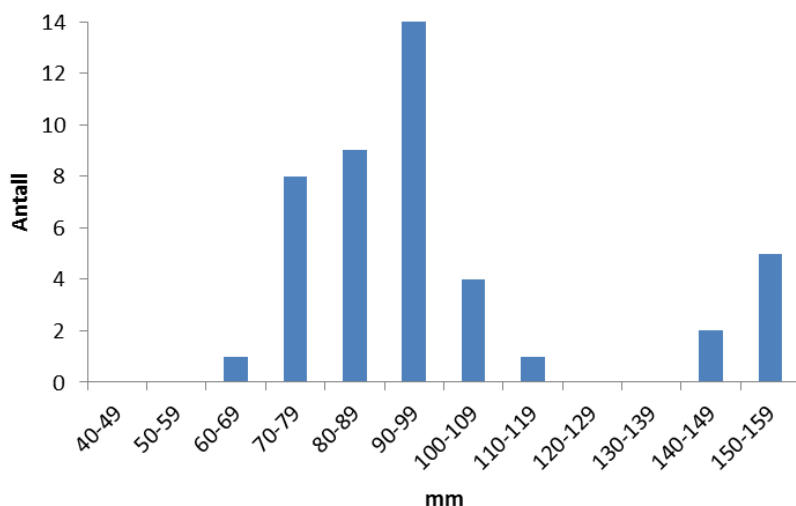
I tillegg til fangstene på stasjonene, ble det observert stimer av ubestemt karpfisk i et rolig område innenfor Borregaardsholmen. I samme område fanget vi også små individer av gjedde (17 cm) og abbor (7 cm).

**Tabell 7.** Fiskefangster under el-fiske i Glomma ved Borregaard 11. september 2014.

Stasjon	Kode	Areal (m <sup>2</sup> )	Laks 0+	Laks 1+	Ål	Steinsmett	Karpfisk
Grusører, nedre	5B	200	17	7	15	8	
Grusører, øvre	5A	154	16		2	5	
Borregaardsholmen	4	100	2			11	1
Huset på prærien	3	225	2				mange
Glomma Papp, nedre	2B	24				1	
Glomma Papp, øvre	2A	150			2		

**Tabell 8.** Estimert antall 0+ laks og fangbarhet med standard error (SE) under el-fiske på grusørene i Glomma ved Borregaard den 11. september 2014 (Bohlin *et al.*, 1989). Tilsvarende estimater for 2013 er også angitt.

Stasjon	Kode	Areal (m <sup>2</sup> )	Estimert antall (y)	SE (y)	Est. antall pr. 100 m <sup>2</sup>	Fangbarhet (p)	SE (p)
Grusører, nedre, 2014	5B	200	17.81	1.23	8.9	0,64	0.13
Grusører, øvre, 2014	5A	154	18.16	2.98	11.8	0.51	0.17
<i>gjennomsnitt 2014</i>					<i>10.3</i>		
Grusører, nedre, 2013	5B	200	10.06	0.27	5.0	0.82	0.12
Grusører, øvre, 2013	5A	150	19.71	3.57	13.1	0.48	0.17
<i>gjennomsnitt 2013</i>					<i>9.1</i>		



**Figur 6.** Lengdefordeling for 44 laks fanget under el-fiske i Glomma ved Borregaard 11. september 2014.

### 5.6.2 Vurderinger

Laks ble hovedsakelig fanget på grusørene, og fangstene på grusørene under dette el-fisket var litt større enn fangstene i 2013. Estimert tetthet av 0+ laks på grusørene var relativt lav, og den var ganske lik i 2013 og 2014 (9–10 stk 0+ pr. 100 m<sup>2</sup>), men i 2014 var det i tillegg fangst av 1+ laks.

I 2014 ble det fanget 40 laks på grusørene, mot 27 laks på de samme områdene i 2013 (Lund & Rustadbakken, 2013, se Vedlegg). Under tilsvarende el-fiske på grusørene i 2009 og 2010 ble det ikke fanget laks i det hele tatt (Rustadbakken *et al.*, 2011). Under et el-fiske i 2008 ble det fanget 21 laks på grusørene og 32 laks totalt på fem stasjoner (Aasestad, 2008), og et el-fiske i år 2000 på de samme stasjonene ga 29 laks på grusørene og 35 laks totalt (Aasestad, 2000). I 1997 ble det på to stasjoner estimert tettheter av laks på 5–9 laks pr. 100 m<sup>2</sup> (Karlsen, 1997). Fangstene av lakseunger i 2014 ser dermed ut til å være på nivå med fangstene i 1997, 2000, 2008 og 2013.

Sammenlignet med den nærliggende Aagaardselva, er den observerte tettheten av lakseyngel på grusørene lav. I Aagaardselva ble det i 2014 på fire stasjoner estimert tettheter mellom 55 og 175 stk. pr. 100 m<sup>2</sup> (Aasestad, 2014). Men disse to elvene er ikke direkte sammenlignbare og det er dessuten store områder i nedre Glomma som ikke lar seg undersøke med vanlig el-fiskeutstyr.

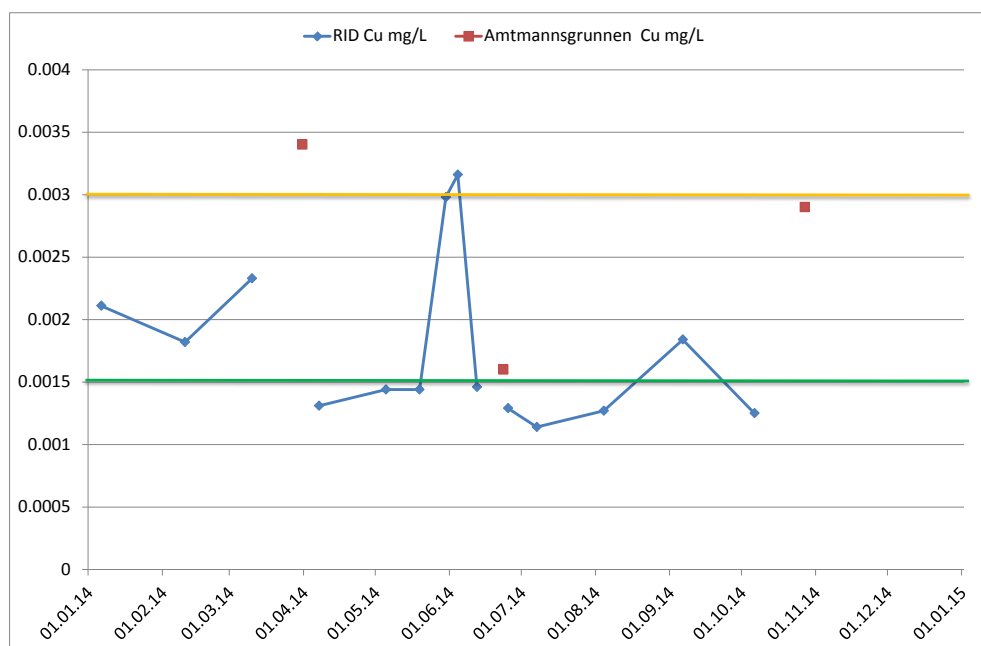
Fangst av 1+ laks (klekket våren 2013) tyder på at flere av fjorårets laksunger har overlevd, og ikke utvandret ennå. Glommalaksen har typisk rask elvevekst og påfølgende tidlig smoltifisering og utvandring allerede i løpet av første eller andre leveår (Bremset *et al.*, 2011). Fangstene av 1+ var ikke fettfinneklippet, så de er ikke satt ut i 2014. Men vi kan ikke fastslå om de er villfisk eller settefisk, da det ble satt ut umerket yngel i 2013.

De fargemerkede 0+ laksene utgjorde 17 % av de undersøkte 0+ laks (årets laksunger). Det indikerer at det i 2014 var en betydelig andel naturlig produsert laks på grusørene, i tillegg til settefisk fra Glomma kultiveringsanlegg. Det indikerer også at noe av settefisken fortatt lever og befinner seg i elva, én sommer etter utsetting.

Det ble observert minst seks fiskearter i 2014: laks, ål, steinsmett, gjedde, abbor og karpfisk av ubestemt art. Dette er omtrent det samme som ble observert i 2013. Under el-fiske i 2009 og 2010 ble det bare observert to arter: laks og steinsmett, mens det i 2008 ble observert fem arter. Det ser ut til at de undersøkte stasjonene har brukbare forhold for flere arter. Og den truede ålen finnes der, i tilsynelatende stabile antall og i flere størrelsesklasser (Norsk rødliste for arter 2010).

## 5.7 Vannkjemi

Resultater fra målingene av Cu i vannsøyla er gitt i **Figur 7**.



**Figur 7.** Konsentrasjoner av Cu i Glomma ved Baterød (referanse, hentet fra MDs elveovervåkingsprogram RID i 2014) og Amtmannsgrunnen (n = 3). Miljødirektoratets grenseverdier i klassifiseringssystem for ferskvann er tegnet inn med orange og grønn linje, hvor orange linje tilsvarer klasse III (Markert forurenset), mens grønn linje indikerer klasse II (Moderat forurenset).

Konsentrasjonene av kobber oppstrøms og nedstrøms Borregaards utslippspunkt lå i samme konsentrasjonsområde. Det må imidlertid bemerkes at antall prøver fra Amtmannsgrunnen er lite. I 2014 var gjennomsnittlige konsentrasjoner av Cu i Glomma ved Baterød (referansestasjon) og Amtmannsgrunnen (nedstrøms alle Borregaards utslipp), henholdsvis 1,77 µg/l. og 2,63 µg/l. Tidligere undersøkelser klarte ikke å påvise Borregaards utslipp av Cu til Glomma, noe som skyldes at vannmassene i Glomma er store og innblandingen god (Ranneklev et al. 2012).

## 5.8 Oppsummering vannkjemi

Gjennomsnittlige konsentrasjoner av Cu i 2014 nedstrøms Borregaards utslipp (Amtmannsgrunnen) var innenfor standardavviket til målte konsentrasjoner ved referansestasjonen. Målte konsentrasjoner ved begge stasjonene tilsvarte Klasse III i henhold Miljødirektoratets klassifiseringssystem og da over EQS-verdier.

## 6. Oppsummering av vannkjemi og biologiske kvalitetselementer

Gjennomsnittlige målte konsentrasjoner av Cu nedstrøms Borregaards utslipp var innenfor målte konsentrasjoner ved referansestasjonen. I 2014 var gjennomsnittlige konsentrasjonene av Cu ved Amtmannsgrunnen (nedstrøms Borregaard, n= 3) og Baterød (referansestasjon, n=15) henholdsvis 1,78 µg/l. og 2,63 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. I **Tabell 9** er derfor resultatene for PIT-indeksen, ASPT-indeksen og indeksen for heterotrof begroing slått sammen for 2014 og tilsvarende er vist for tidligere resultater.

Fra og med Stasjon 2 og videre ned til Stasjon 8 er det utelukkende registrert moderat eller dårligere økologisk tilstand. For Stasjon 2 er å bemerke at indeksverdien for ASPT/nEQR ligger tett opptil grenseverdien for God Tilstand

Stasjon 2B ved Glomma papp, har fungert som referansestasjon i tidligere prosjekter Rustadbakken et al. 2011 og Ranneklev et al. 2012. 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 på Stasjon 7 og 8 vil i tillegg være berørt av et stort kommunalt kloakkutslipp. Stasjonene rundt Pæddekummen var generelt det mest belastede vassdragsavsnittet, noe som antagelig skyldes at det her tilføres ekstra næringssalter og organisk materiale fra det kommunale kloakkutslippet. samt at Glomma danner en bakevje ved dette området.

Ved sammenligning av data fra 2013 og tidligere med data fra 2014, indikerer tilstandsklassene ingen forbedring i de belastede områdene i 2014. Selve indeksverdiene på flere stasjoner viser likevel at den økologiske tilstanden er forbedret.



**Tabell 9.** Oversikt over økologisk tilstand basert på PIT-indeksen, heterotrof begroing, ASPT-indeksen, samt total tilstandsklasse med utgangspunkt i prinsippet: «det verste styrer». Markeringene \* og () angir for ASPT verdier som ligger svært nær en grenseverdi og() angir mot hvilken klasse.

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
	2014	God	God	God	God
St 2A	Vår2010	God	God	Moderat	Moderat
	Høst2010	Moderat	God		Moderat
	2011	God	Svært god		God
	2013	Moderat	God	God	Moderat
	2014	God	God	Moderat*(G)	Moderat
St 3	2012		Moderat		Moderat
	2013	God	Dårlig	Moderat	Dårlig
	2014	God	Dårlig	Moderat	Dårlig
St 4	2013	God	Dårlig	Moderat	Dårlig
	2014	Moderat	Svært dårlig	Moderat*(G)	Svært dårlig
St 5A	Vår2010	God	Svært dårlig	Dårlig	Svært dårlig
	Høst2010	God	Svært dårlig	Dårlig	Svært dårlig
St 5B	Vår2010	Moderat	Svært dårlig	Moderat	Svært dårlig
	Høst2010	God	Svært dårlig	Moderat	Svært dårlig
	2013	Moderat	Dårlig	Dårlig	Dårlig
	2014	God	Dårlig	Moderat	Dårlig
St 6	2011	God	Dårlig		Dårlig
	2012		Dårlig		Dårlig
	2013	God	Svært dårlig	Dårlig	Svært dårlig
	2014	Moderat	Dårlig	Dårlig	Dårlig
St 7A	2011	Moderat	Moderat		Moderat
	2013	God	Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig
	2014	Moderat	Dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig
St 8	2013	Moderat	Dårlig	Dårlig	Dårlig
	2014	Moderat	Dårlig	Moderat*(D)	Dårlig

## 7. Litteraturliste

- Andersen, J. R., J. L. Bratli, E. Fjeld, B. Faafeng, M. Grande, L. Hem, H. Holtan, T. Krogh, Vidar Lund, D. Rosseland, B. O. Rosseland og K. J. Aanes. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. - Classification of environmental quality in freshwater. SFT rapport nr 1468/1997. 31 s. Oppdragsgiver: Statens forurensingstilsyn (SFT).
- Aasestad, I. 2000. Rapport fra el-fisket nedstrøms Sarpefossen. Naturplan: 6 s.
- Aasestad, I. 2008. Rapport fra el-fisket nedstrøms Sarpsfossen og Aagaardselva, 2008. Naturplan, 11 s.
- Aasestad, I. 2014. Rapport fra el-fisket i Aagaardselva, 2014. Naturplan, 11 s.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T. G., Rasmussen, G. & Saltveit, S. J. 1989. Electrofishing – Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- Bremset, G., Olstad, K., Berg, M. & Sandlund, O.T. 2011. Effekter på laksen i Glomma av Borregaard fabrikkers aktiviteter. Skrivebordsvurdering basert på litteraturstudium og feltmålinger utført i perioden 2007-2010. NINA Rapport 670, 41 sider.
- Bækken, T., Maia Røst Kile, Birger Skjelbred og Tor Erik Eriksen 2011. Overvåkning av Glomma, Vorma og Øyeren 2010. NIVA-Rapport 6142-2011 s. 32 2011.
- Bækken, T.,  
Maia Røst Kile, Pål Brettum og Tor Erik Eriksen 2012. Overvåkning av Glomma, Vorma og Øyeren 2011. NIVA-Rapport 6315-2012 s. 32, 2012.
- Bækken, T., Kile, M.R., Edvardsen, H., Hagman, C. & Persson, J. (2013) Overvåkning av Glomma, Vorma og Øyeren 2012. NIVA-rapport. ISBN 978-82-577-6232-2.
- Direktoratsgruppa (2014) Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver, Direktoratets gruppa for gjennomføring av vanddirektivet.
- Direktoratsgruppa for vanddirektivet, Veileder 02:2009, Overvåking av miljøtilstand i vann, s. 119. 2010. Grung, M., et al., Eksempelsamling: tiltaksrettet overvåking for industribedrifter. Rapport fra Miljødirektoratet, M74/2013, s. 45, 2013.
- 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.
- En15708 (2009) European Committee for Standardization, 2009. Water quality - Guidance standard for the surveying, sampling and laboratory analysis of phytobenthos in shallow running water. EN 15708:2009.
- Karlsen, L. R. 1997. Rapport fra el-fiske i Glomma nedenfor Sarpsfossen den 26. 08. 1997. Fylkesmannen i Østfold, Fiskeforvalteren: 2 s.
- Kelly, M.G., Phillips, G. & Willby, N. (2011) Macrophytes and Phytobenthos: an ecological rationale for the combined quality element, part 2. Paper submitted to Freshwater task team, UKTAG.
- Lund, E. & Rustadbakken, A. 2013. Overvåkning i Glomma 2013: El-fiske ved Borregaard. NIVA-notat, J.nr. 1718/13.

Lund, E., Rustadbakken, A & Hokseggen, T. 2014. Fargemerking av lakserogn i Glomma kultiveringsanlegg, Borregaard, 2014. NIVA-rapport 6763-2014.

Lund, E., Schneider, S.C. & Ranneklev, S.B. (2012) Begroing i Glomma ved Borregaard, feltundersøkelse 9. mai 2012. NIVA prosjekt nr: O-12211.

Mcgarrigle, M. & Lucey, J. (2009) Intercalibration of ecological status of rivers in Ireland for the purpose of the water framework directive. *Biology & environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, 237-246.

Mechsner, K. (1985) The influence of seasonal light variations on the growth of *Sphaerotilus natans*. *Hydrobiologia*, 120, 193-197.

NGOFA (Nedre Glomma og Omland Fiskeadministrasjon). 2013.  
<http://www.ngofa.no/index.asp?s=artikkel&id=129>

Norsk rødliste for arter 2010. Artsdatabanken.  
<http://www.artsportalen.artsdatabanken.no/#/Rodliste2010/Vurdering/Anguilla+anguilla/24978>

Ranneklev, S., Kile, M.R., Bækken, T. & Lund, E. (2013) Tiltaksrettet overvåking i Glomma – Utslipp fra Borregaard. p. 35 s. NIVA-rapport. L.Nr. 6579-2013.

Rustadbakken, A., Bækken, T., Kile, M.R. & Haugen, T. 2011. Økologisk tilstand i Glomma nedenfor Sarpsfossen 2009-2010 - undersøkelser i forbindelse med Borregaards utslipp av organisk materiale. NIVA-rapport 6099-2010. 30 s.

Ranneklev, S., Molvær, J., Lund, E., Edvardsen, H., Kile, M.R., Eriksen, T. & Rustadbakken, A. (2012) Undersøkelsesprogram for vurdering av nytt utslippspunkt og innblandingssone for avløpsvann til Glomma fra Borregaard. NIVA-rapport. L.Nr. 6437-2012.

Ranneklev, S. and S. Øxnevad, Undersøkelse av miljøgifter i sedimenter fra Glomma ved Melløs kai. NIVA-notat O-12173, s. 19, 2012.

Rustadbakken, A., Bækken, T., Kile, M.R. & Haugen, T. (2011) Økologisk tilstand i Glomma nedenfor Sarpsfossen 2009-2010 – undersøkelser i forbindelse med Borregaards utslipp av organisk materiale. NIVA-rapport. L.Nr. 6099-2010.

Schneider, S.C. & Lindstrøm, E.-A. (2011) The periphyton index of trophic status PIT: a new eutrophication metric based on non-diatomaceous benthic algae in Nordic rivers. *Hydrobiologia*, 665, 143-155.

Schneider, S.C. & Ranneklev, S.B. (2012) Begroing i Glomma ved Borregaard, feltundersøkelse 3. september 2012. NIVA prosjekt nr: O-12211.

Uktag (2012) Proposed recommendations on biological standards. ANNEX 3 - RIVERS - Macrophytes & Phytobenthos (combination). UK Technical advisory group on the water framework directive. Draft for Consultation.

## 8. Vedlegg

### 8.1 Foto fra stasjonene

(Foto: T. Bækken).



Stasjon 1



Stasjon 2



Stasjon 3



Stasjon 4



Stasjon 5



Stasjon 6



Stasjon 7A



Stasjon 7A



Stasjon 8

## 8.2 Koordinater for stasjonene.

Stasjonsnavn	Stasjonskode	Latitude	Longitude	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

## 8.3 Vannkjemi

## Metoder

Nr	Analyse -parametre	Utførelse av analyse		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

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								
15.mai.06	25	1	< 0,1	0,02	0,4	<0,003	<0,001	0,007	0,011	0,004	<0,004	0,003	< 0,005	
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	0,0037	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	0,00055	0,0067	<0,0002	0,008	
18.06.13	<30	2	<0,01	0,30	0,4	0,003	<0,00001	<0,0005	0,00083	0,00025	0,0026	<0,0002	<0,005	
16.09.13	5	1	<0,010	<0,08	0,4	0,0029	<0,00001	<0,0005	0,00053	<0,0002	0,0022	<0,0002	<0,005	
16.12.13	21	1	0,03	0,12	0,8	0,0041	0,000020	0,0021	0,0020	0,0014	0,0073	0,00035	<0,005	
31.03.14	21	6	0,03	0,14	0,7	0,0034	0,000016	0,00063	0,0011	0,00035	0,0084	<0,00020	<0,005	
23.06.14	11	0	0,012	0,11	0,4	0,0016	<0,000010	<0,0005	<0,0005	0,00028	0,004	<0,00020	<0,005	
27.10.14	40	2	0,04	0,24	0,7	0,0029	0,000012	0,0014	0,0018	0,00064	0,0082	0,00036	<0,005	

## 8.4 Bunndyr.

TaxaGroup	TaksonNavn	1 : 03_04_2014	1 : 08_01_2015	2B : 03_04_2014	2B : 08_01_2015	3 : 03_04_2014	3 : 07_01_2015	4 : 03_04_2014	4 : 07_01_2015
Bivalvia	Sphaeriidae indet.		3	2		4	2		
Coleoptera	Dytiscidae indet. Lv.								
Crustacea	Asellus aquaticus	6	68	6	6		6		1
Diptera	Ceratopogonidae indet.	2		2		4			
Diptera	Chironomidae indet.	1760	208	688	160	3360	464	1440	80
Diptera	Diptera indet.							4	
Diptera	Simuliidae indet.		1			4	4		2
Diptera	Tipulidae indet.								
Ephemeroptera	Baetis digitatus			4					
Ephemeroptera	Baetis rhodani	80	23	136	149	40	64	26	3
Ephemeroptera	Baetis sp.	36		64			4	2	
Ephemeroptera	Caenis horaria								
Ephemeroptera	Centroptilum luteolum	96	14						
Ephemeroptera	Ephemerella mucronata	40	6	352	280	288	62	16	2
Ephemeroptera	Heptagenia sp.	6		32	20	4			
Ephemeroptera	Heptagenia sulphurea	108	96	88	72	16	8		1
Ephemeroptera	Kageronia fuscogrisea							4	1
Ephemeroptera	Leptophlebia sp.						2		
Ephemeroptera	Nigrobaetis niger	2			2				
Gastropoda	Ancylus fluviatilis	4		2		20	18	2	8
Gastropoda	Bathymphalus contortus								
Gastropoda	Gyraulus acronicus								
Gastropoda	Physa fontinalis								2
Gastropoda	Radix labiata	2		2		16	10	2	9
Gastropoda	Valvata cristata								1
Heteroptera	Corixidae indet.								
Hirudinea	Erpobdella octoculata								
Hirudinea	Helobdella stagnalis								
Hydrachnidia	Hydrachnidia indet.			10	6		2		
Oligochaeta	Oligochaeta indet.	56	28	32	56	160	160	52	64
Plecoptera	Amphinemura sp. Lv.	2							
Plecoptera	Brachyptera risi		2						
Plecoptera	Isoperla difformis		18		32		12		3
Plecoptera	Isoperla obscura	14		28		8		26	
Plecoptera	Isoperla sp.	22	14	24	16	12	6	4	
Trichoptera	Agapetus ochripes	4	1			4	12		
Trichoptera	Arctopsyche ladogensis	8							
Trichoptera	Athripsodes sp.	2					4		2
Trichoptera	Hydropsyche contubernalis		5				2		1
Trichoptera	Hydropsyche nevae	28	60	2	8		10		2
Trichoptera	Hydropsyche sp.	28	84	2	10		4		3
Trichoptera	Hydroptila sp.								1
Trichoptera	Lepidostoma hirtum	10		10	4				
Trichoptera	Leptoceridae indet.	2							
Trichoptera	Limnephilidae indet.	2	2						
Trichoptera	Mystacides azurea								
Trichoptera	Mystacides sp.								
Trichoptera	Neureclipsis bimaculata	6	16						
Trichoptera	Oxyethira sp.				2				
Trichoptera	Plectrocnemia conspersa								
Trichoptera	Polycentropodidae indet.	22	44	4			4		2
Trichoptera	Polycentropus flavomaculatus						4		
Trichoptera	Psychomyia pusilla						6	34	
Trichoptera	Psychomyiidae indet.								7
Trichoptera	Rhyacophila nubila	4	6	14	2	16	4	6	1

TaxaGroup	TaksonNavn	5B : 03.04.2014	5B : 07.01.2015	6 : 03.04.2014	6 : 07.01.2015	7A : 03.04.2014	7A : 07.01.2015	7B : 03.04.2014	7B : 07.01.2015	8 : 03.04.2014	8 : 07.01.2015
Bivalva	Sphaeriidae indet.			4	2		32		1	36	40
Coleoptera	Dytiscidae indet. Lv.										2
Crustacea	Asellus aquaticus					32	64	2	1		2
Diptera	Ceratopogonidae indet.			4	4					4	4
Diptera	Chironomidae indet.	1824	176	160	112	144	208	80	16	336	176
Diptera	Diptera indet.								1	4	
Diptera	Simuliidae indet.										
Diptera	Tipulidae indet.			4	10						4
Ephemeroptera	Baetis digitatus										
Ephemeroptera	Baetis rhodani	24	4								
Ephemeroptera	Baetis sp.	4									
Ephemeroptera	Caenis horaria		2								
Ephemeroptera	Centroptilum luteolum		2							20	12
Ephemeroptera	Ephemerella mucronata	16	10								2
Ephemeroptera	Heptagenia sp.	4									
Ephemeroptera	Heptagenia sulphurea	8	10								
Ephemeroptera	Kageronia fuscognisea			36	6	40				16	4
Ephemeroptera	Leptophlebia sp.									4	2
Ephemeroptera	Nigrobaetis niger										
Gastropoda	Ancylus fluxuatis		4								
Gastropoda	Bathymphalus contortus						2				
Gastropoda	Gyraulus acronicus	4				192					
Gastropoda	Physa fontinalis				8		4				
Gastropoda	Radix labiata	8		8		16					
Gastropoda	Valvata cristata						8				
Heteroptera	Corixidae indet.			4							
Hirudinea	Erpobdella octoculata	4				16	4			4	
Hirudinea	Helobdella stagnalis									4	16
Hydrachnidia	Hydrachnidia indet.	4								4	
Oligochaeta	Oligochaeta indet.	48	104	176	64	544	848	12	60	352	56
Plecoptera	Amphinemura sp. Lv.										
Plecoptera	Brachyptera risi										
Plecoptera	Isoperla difformis		10								
Plecoptera	Isoperla obscura	16									
Plecoptera	Isoperla sp.	4	2								
Trichoptera	Agapetus ochripes		2								
Trichoptera	Arctopsyche ladogensis										
Trichoptera	Athripsodes sp.										
Trichoptera	Hydropsyche contubernalis								1		
Trichoptera	Hydropsyche nevae		2						2		
Trichoptera	Hydropsyche sp.		2								
Trichoptera	Hydroptila sp.				2						6
Trichoptera	Lepidostoma hirtum										
Trichoptera	Leptocenciidae indet.										2
Trichoptera	Limnephilidae indet.										
Trichoptera	Mystacides azurea			12	2						6
Trichoptera	Mystacides sp.										2
Trichoptera	Neureclipsis bimaculata										
Trichoptera	Oxyethira sp.										
Trichoptera	Plectrocnemia conspersa						2				
Trichoptera	Polycentropodidae indet.	4	4				6			4	12
Trichoptera	Polycentropus flavomaculatus										
Trichoptera	Psychomyia pusilla	16	2				2				
Trichoptera	Psychomyiidae indet.										
Trichoptera	Rhyacophila nubila										

Stasjon	Dato	nEQR	ASPT
1	03.04.2014	0.690	6.38
1	08.01.2015	0.599	6.00
3	03.04.2014	0.489	5.55
3	07.01.2015	0.628	6.12
4	03.04.2014	0.623	6.10
4	07.01.2015	0.571	5.88
6	03.04.2014	0.321	4.88
6	07.01.2015	0.354	5.00
8	03.04.2014	0.295	4.78
8	07.01.2015	0.513	5.64
2B	03.04.2014	0.548	5.79
2B	08.01.2015	0.643	6.18
5B	03.04.2014	0.489	5.55
5B	07.01.2015	0.687	6.36
7A	03.04.2014	0.162	3.57
7A	07.01.2015	0.176	3.89



## 8.5 NOTAT: Overvåkning i Glomma 2013: El-fiske ved Borregaard

### NOTAT

18. november 2013

Til: Borregaard v/Kjersti Garseg

Fra: NIVA v/Espen Lund

### Overvåkning i Glomma 2013: El-fiske ved Borregaard

Espen Lund og Atle Rustadbakken

O-13153 J.nr. 1718/13

NIVA utførte el-fiske etter norsk og europeisk standard (CEN, 2003) i Glomma ved Borregaard 4. september 2013. Arbeidet ble gjort av Atle Rustadbakken og Espen Lund. Hovedoppgaven var å undersøke tetthet av atlantisk laks (*Salmo salar*) i antatte gyte- og oppvekstområder. Det ble fisket i seks stasjoner fra grusørene nær Melløs til områder nær Glomma Papp (fig. 1). Vannføringen var 629 m<sup>3</sup>/s og vanntemperaturen på grusørene var 16.9 °C. Temperaturen i luft var ca. 20 °C. Det var god sikt. Fanget laks ble talt opp, lengdemålt og sluppet fri etter endt fiske. På grusørene ble det fisket tre ganger for å estimere tetthet (antall pr. areal). I de andre stasjonene var fangstene for lave for slik estimering. Det ble også registrert antall og lengder for andre fiskearter enn laks, og disse ble også sluppet fri etter fisket.



**Figur 1.** Glomma mellom E6 og Sarpefossen. NIVAs stasjoner for el-fiske er markert. Kilde © Norge digitalt.

## Resultater

Det ble fanget 32 laks totalt, hvorav 27 ble fanget på grusørene (tab. 1). Gjennomsnittlig estimert tetthet av laks på grusørene var 9.1/100 m<sup>2</sup> (tab. 2). I de fire stasjonene oppstrøms grusørene ble det bare fanget 5 laks. Antall laks i hver lengdekategori er vist i **figur 2**. Minste og største laks var henholdsvis 50 mm og 106 mm. Gjennomsnitt lengde var 73 mm ± 13.4 (SD). Lengdefordelingen tyder på at all fanget laks er årets yngel.

Det ble fanget flere laks på øvre grusøre enn på nedre grusøre (17 mot 10). På øvre grusøre ble det dessuten observert mange laks i områder ut mot dypere vann og sterkere vannstrøm, dvs. i områder hvor vi ikke kunne fiske effektivt. Vi mistet flere laks der, og tettheten kan ha vært høyere i områder like utenfor stasjonen.

Det ble også fanget andre fiskearter (tab. 1). Ål ble fanget i fire stasjoner, men flest på nedre grusøre. Ålene ble anslått til lengdeintervallet 20–45 cm. Fangster av steinsmett ble anslått til lengdeintervallet 35–70 mm. Små (0+) karpefisk av ubestemt art ble særlig fanget på stasjonene ved Glomma Papp, hvor også en abbor på 15.5 cm ble fanget.

I tillegg til fangstene i stasjonene ble det fanget/observert store stimer av ubestemt karpefisk i et rolig område innenfor Borregaardsholmen. I samme område fanget vi små individer av gjedde og abborfisk (abbor/gjørs).

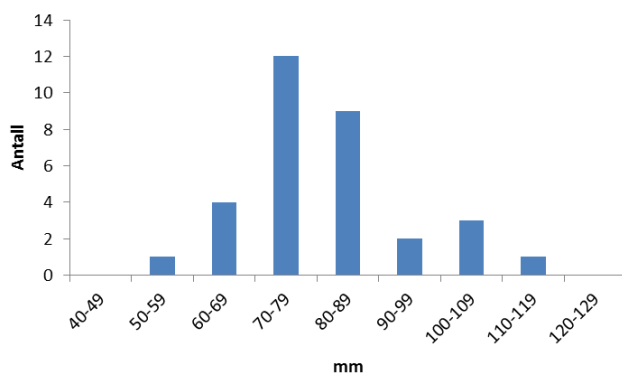
Forøvrig ble det observert mye elvemose, særlig ved Glomma Papp. Det ble også observert lammehaler.

**Tabell 1.** Fiskefangster under el-fiske i Glomma ved Borregaard 4. september 2013

Stasjon	Kode	Areal (m <sup>2</sup> )	Laks	Ål	Steinsmett	Karpefisk	Abbor
Grusører, nedre	5B	200	10	10		1	
Grusører, øvre	5A	150	17	1	12		
Borregaardsholmen	4	100	1		5		
Huset på prærien	3	225	2	2			
Glomma Papp, nedre	2B	24			noen	noen	
Glomma Papp, øvre	2A	150	2	2		mange	1

**Tabell 2.** Estimert antall laks og fangbarhet med standard error (SE) under el-fiske på grusørene i Glomma ved Borregaard 4. september 2013 (Bohlin *et al.*, 1989)

Stasjon	Kode	Areal (m <sup>2</sup> )	Estimert antall (y)	SE (y)	Est. antall pr. 100 m <sup>2</sup>	Fangbarhet (p)	SE (p)
Grusører, nedre	5B	200	10.06	0.27	5.0	0.82	0.12
Grusører, øvre	5A	150	19.71	3.57	13.1	0.48	0.17



**Figur 2.** Lengdefordeling for 32 laks fanget under el-fiske i Glomma ved Borregaard 4. september 2013

### Vurderinger

Fangstene av laks var betydelig større under dette el-fisket (2013) enn ved forrige el-fiske i 2009–2010, da det ble fanget to laks (Rustadbakken *et al.*, 2011). I 2013 ble det fanget 27 laks på grusørene, mens samme område ga null fangster i 2009–2010. Under et el-fiske i 2008 ble det fanget 21 laks på grusørene og 32 laks totalt i fem stasjoner (Aasestad, 2008), og et el-fiske i år 2000 i de samme stasjonene ga 29 laks på grusørene og 35 laks totalt (Aasestad, 2000). I 1997 ble det i to stasjoner estimert tettheter av laks på 5–9 laks pr. 100 m<sup>2</sup> (Karlsen, 1997). Fangstene av laks ved el-fisket i 2013 ser ut til å være på nivå med resultatene fra 1997, 2000 og 2008.

Det ble i år fanget laks i lengdeintervallet 50–106 mm. Dette ligner på lengdefordelingen i 2008, hvor intervallet var 60–110 mm. Vi antar at alle fangster i 2013 er årets yngel (0+). Fangstene støtter dermed antakelsen om at de utvalgte stasjonene er oppvekstområder for laksen.

Våren 2013 ble det i samme områder satt ut ca. 150 000 umerket lakseyngel fra NGOFA's klekkeri (NGOFA, 2013). Under el-fisket i september 2013 ble det vurdert som ikke mulig å skille settefisk fra villfisk. All laks registrert ble vurdert å være årets yngel og kan således alle være settefisk. Det anbefales derfor på det sterkeste at framtidig settefisk merkes, f.eks. med otolittfarging av øyerogn og/eller finneklipping av eldre settefisk. Dette vil gjøre at framtidig overvåkning kan anslå andel naturlig rekruttert laks i nedre Glomma.

Det ble fanget/observert minst seks arter fisk under årets registrering. Laks, ål, steinsmett, abbor og gjedde ble påvist og i tillegg ble det fanget/observert mange karpefisk som ikke ble artsbestemt. Det er sannsynlig at det var flere arter blant disse. Det kan også ha vært gjørs blant de små abborfiskene som ble observert. Antall fiskearter i 2013 er dermed betydelig høyere enn i 2009–2010 (to arter) og litt høyere enn i 2008 (fem arter).

### Kilder

Aasestad, I. 2000. Rapport fra el-fisket nedstrøms Sarpefossen. Naturplan: 6 s.

Aasestad, I. 2008. Rapport fra el-fisket nedstrøms Sarpsfossen og Aagaardselva, 2008. Naturplan, 11 s.

Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T. G., Rasmussen, G. & Saltveit, S. J. 1989. Electrofishing – Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9-43.

CEN. 2003. Water quality - Sampling of fish with electricity. European Committee for Standardization: EN 14011:2003.

Karlsen, L. R. 1997. Rapport fra el-fiske i Glomma nedenfor Sarpsfossen den 26.08.1997. Fylkesmannen i Østfold, Fiskeforvalteren: 2 s.

Nedre Glomma og Omland Fiskeadministrasjon (NGOFA). 2013.  
<http://www.ngofa.no/index.asp?s=artikkel&id=129>

Rustadbakken, A., Bækken, T., Kile, M.R. & Haugen, T. 2011. Økologisk tilstand i Glomma nedenfor Sarpsfossen 2009-2010 - undersøkelser i forbindelse med Borregaards utslipp av organisk materiale. NIVA-rapport 6099-2010. 30 s.

### Foto



St. 5



St. 5: Laks



St. 5: Elvemose og lammehaler.



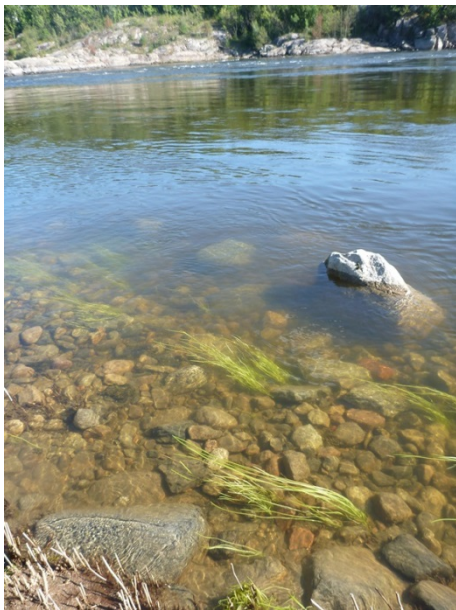
St. 4



St. 4: Substrat



St. 3



St. 3: Substrat



St. 3: Utslipp



St. 2



St. 2: Substrat

### 8.6 Begroingsselementer.

Liste over registrerte begroingsselementer fra 9 lokaliteter ved Borregaard fra 2010 til 2014. Hyppigheten er angitt som prosent dekning. Organismer som vokser på/blant disse er angitt ved: x=observert, xx=vanlig, xxx=hyppig.

	St1				St2				St3				St4				St5B				St6				St7A				St8			
	2010	2012	2013	2014	2010V	2010H	2011	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2010V	2010H	2013	2014	2011	2013	2014	2011	2013	2014	2011	2013	2014	2013	2014		
<b>Cyanobakterier</b>																																
Calothrix spp.									x																							
Chamaesiphon amethystinum											x																					
Chamaesiphon confervicola	x	xxx		xxx			xx												x													
Chamaesiphon rostafinski (c.v.elongata)		x	xxx	xxx	x		x	xxx	xxx				x																			
Clastidium setigerum				x																												
Cyanophanon mirabile	xxx	xxx						xxx					xx						x													
Dichothrix spp.																																
Heteroleibleinia spp.				x									x					xx											x			
Homoeothrix batrachospermorum									xx																							
Homoeothrix janthina																x																
Homoeothrix spp.									x				xxx						x													
Homoeothrix varians																		xxx														
Hydrococcus rivularis																																
Leptolyngbya spp.				xxx															xx													
Lyngbya spp.				xxx																									x			
Merismopedia spp.																														x		

	St1				St2				St3				St4				St5B				St6				St7A				St8			
	2010	2012	2013	2014	2010V	2010H	2011	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2010V	2010H	2013	2014	2011	2013	2014	2011	2013	2014	2011	2013	2014	2011	2013	2014	
Nostoc spp.		<1						xx																								
Oscillatoria limosa		xx																														
Oscillatoria spp.																																
Phormidium autumnale		<1		x			5		5	10	7	20	20																			
Phormidium corium																																
Phormidium favosum			15				20	1	40	70		20	65																			
Phormidium hetropolare		x																														
Phormidium interruptum																																
Phormidium inundatum			5																													
Phormidium retzii		15	<1																													
Phormidium sp. (5-6m, strek grønn, l/b<1)	40																															
Phormidium spp.																																
Phormidium tinctorum																																
Pseudoanabaena catenata																																
Rivularia sp.																																
Stigonema mammosum																																
Tolypothrix distorta																																
Tolypothrix penicillata	3	10	<1																													
Tolypothrix tenuis																																
Uidentifiserte coccale blågrønnalger																																

	St1			St2			St3			St4			St5B			St6			St7A			St8				
	2010	2012	2013	2014	2010V	2010H	2011	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2010V	2010H	2013	2014	2011	2013	2014	2013	2014	2013	2014		
<b>Grønvalger</b>																										
Actinotaenium spp.																										
Chaetophora elegans			<1																							
Chaetophorales ubestent														x												
Closterium spp.																										
Cosmarium spp.																										
Draparnaldia glomerata																										
Microspora abbreviata																										
Microspora amoena																										
Microspora amoena var. gracilis																										
Microspora pachyderma																										
Microspora palustris																										
Microspora palustris var minor																										
Microspora spp.																										
Microspora willeana																										
Mougeotia a (6-12u)																										
Mougeotia c (21-?)																										
Mougeotia d (25-30u)																										
Mougeotia e (30-40u)																										
Oedogonium a (5-11u)																										



	St1				St2				St3		St4		St5B			St6			St7A			St8				
	2010	2012	2013	2014	2010V	2010H	2011	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2010V	2010H	2013	2014	2011	2013	2014	2011	2013	2014	2013	2014	
Oedogonium a/b (19-21u)																										
Oedogonium b (13-18u)	xxx		<1								x															
Oedogonium c (23-28u)		x	xxx				x														xxx					
Oedogonium d (29-32u)	xx		x					x																		
Pleurotenium spp.																										
Spirogyra a (20-42u,1K,L)	x		xx																							
Spirogyra c1 (34-49u,3?K,L, /b>3,s vart)																										
Spirogyra d (30-50u,2-3K,L)			60				5				<1	5														
Spirogyra sp1 (11-20u,1K,R)	x		x								x															
Spirogyra sp2 (30-38u,2K,R)	1																									
Staurastrum spp.																										
Stigeochlonium spp.														x												
Stigeochlonium tenue																										
Ulothrix tenerrima														xxx												
Ulothrix zonata	x	<1									x			5	xx											
<b>Gulgrønnalger</b>																										
Tribonema spp.																										
<b>Kiselalger</b>																										
Ceratoneis arcus																										
Cocconeis placentula																										
Cymbella spp.																										
Diatoma vulgare																										

	St1				St2				St3				St4				St5B				St6				St7A				St8				
	2010	2012	2013	2014	2010V	2010H	2011	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2010V	2010H	2013	2014	2011	2013	2014	2011	2013	2014	2011	2013	2014	2011	2013	2014
<i>Didymosphenia geminata</i>	10	x	10	5		x		<1		<1	1																						
<i>Fragilaria ulna</i>																																	
<i>Gomphonema</i> spp.																																	
<i>Tabellaria flocculosa</i> (agg.)	xxx	xx	x	x	5		x	xx	xx	x	xx		xx									x		xx		x							
Uidentifiserte pennate		xxx		<1			xxx	xxx	<1		xxx		xxx									10		xxx		xxx				xxx			
<b>Rødalger</b>																																	
<i>Audouinella chalybaea</i>	1	5	10				x	1																xx									
<i>Audouinella hermannii</i>	20		20	<1		<1		30	5	x	1		x											xx		x							
<i>Audouinella pygmaea</i>																																	
<i>Audouinella</i> spp.																																	
<i>Batrachospermum confusum</i>	<1												10																				
<i>Batrachospermum gelatinosum</i>			1	<1					<1																								
<i>Batrachospermum</i> spp.						<1		x																		x							
Uidentifiserte Rhodophyceer																																	
<b>Moser</b>																																	
Uidentifiserte bladmoser									<1																								
<b>Nedbrytere</b>																																	
Ciliater, uidentifiserte																																	
Jern/mangan bakterier, aggregater													xx																				
Jern/mangan bakterier, trådformede																																	

NIVA 6766-2014

	St1			St2			St3			St4			St5B			St6			St7A			St8				
	2010	2012	2013	2014	2010V	2010H	2011	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2010V	2010H	2013	2014	2011	2013	2014	2011	2013	2014	2013	2014	
Ophrydium versatile				<1																						
Sopp, hyfer uidentifiserte				xxx					xx		xxx														x	
Sphaerotilus natans					xxx	xxx		xxx	10	1	40	45	6	95	50	25	60	4	50	5	4	50	5	<1	<1	1
Svamp																	5									

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