

# Tiltaksrettet overvåking av Glomma ved Borregaard 2018



## CORRIGENDUM

Endringer for *Tiltaksrettet overvåking av Glomma ved Borregaard 2018*, NIVA løpenr. 7340-2019, 13.02.2019:

Side 29: «Målte konsentrasjoner av metaller ved St.1 fra 2015 og 2018 var tilnærmet like, med unntak av sink, som var noe høyere i 2015.» endret til «Målte konsentrasjoner av metaller ved St.1 og St. 6 fra 2015, 2016, 2017 og 2018 var tilnærmet like, med unntak av sink, som var noe høyere i 2015 og 2017 ved St. 1».

Side 30: «Konsentrasjoner av metaller som ble målt i St. 1 i 2015 og 2018 var tilnærmet like.» endret til «Konsentrasjoner av metaller som ble målt på St. 1 og St. 6 i 2015, 2016, 2017 og 2018 var tilnærmet like».

Side 30: I tabellene 10 og 11 er det lagt til måldata (konsentrasjoner av metaller) fra undersøkelser som er gjennomført i 2016 og 2017.

Side 32: I tabell 12 er måldata (konsentrasjoner av metaller) fra 2016 og 2017 lagt til.

Oslo, 26.02.2019  
Maia Røst Kile

---

# RAPPORT

**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00

**NIVA Region Sør**

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

**NIVA Region Innlandet**

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

**NIVA Region Vest**

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

**NIVA Danmark**

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

Internett: [www.niva.no](http://www.niva.no)

Tittel Tiltaksrettet overvåking av Glomma ved Borregaard 2018	Løpenummer 7354-2019 Revidert versjon av rapport 7340-2019	Dato 26.02.2019
Forfatter(e) Maia Røst Kile, Joanna Lynn Kemp, Eivind Ekholt Andersen, Espen Lund, Sissel Brit Ranneklev og Jens Thaulow	Fagområde Overvåking	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Østfold	Sider 48

Oppdragsgiver(e) Borregaard Fabrikker, Sarpsborg	Oppdragsreferanse Kjersti Garseg Gyllensten
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 180078

<p>Sammendrag</p> <p>Denne rapporten presenterer årets resultater fra undersøkelser av biologiske og kjemiske forhold i Glomma ved Borregaard Fabrikker. Hensikten har vært å vurdere effekter av bedriftens utslipp på økologiske og kjemiske forhold i vassdraget fra 2013 til 2018, identifisere mulige tidstrender og undersøke rekruttering av laks. Prøver av bunnfauna, alger og heterotrof begroing tyder på at bedriftens utslipp påvirker nedre Glomma. Mens referansestasjonen oppstrøms Sarpsfossen er i <i>god</i> tilstand er samtlige stasjoner nedstrøms ett eller flere utslippspunkter i <i>moderat</i> eller <i>dårlig</i> økologisk tilstand. Kjemisk tilstand er derimot <i>god</i> med utgangspunkt i undersøkte prioriterte stoffer både oppstrøms og nedstrøms utslipp. Observerte tetthet av laksunger på grusørene (nedstrøms utslipp) i august 2018 var lavere enn det som ble observert i årene 2015–2016. På grusørene var ca. 5 % av de undersøkte individene fargemerket (settefisk), altså var en stor andel av den undersøkte fangsten der naturlig produsert. Rapporten konkluderer med at det er behov for etablering av to nye stasjoner for biologisk prøvetaking enda lenger nedstrøms bedriftens utslipp, for å få et mer presist bilde av vassdragets selvrensingsevne på den aktuelle strekningen.</p>
---

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tiltaksrettet overvåking</li> <li>2. Økologisk tilstand</li> <li>3. Kjemisk tilstand</li> <li>4. Vanddirektivet</li> </ol>	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Operational monitoring</li> <li>2. Ecological status</li> <li>3. Chemical status</li> <li>4. Water Framework Directive</li> </ol>
--	--

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

Maia Røst Kile

Prosjektleder

Therese Fosholt Moe &  
Markus Lindholm

Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7089-1  
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

**Tiltaksrettet overvåking av Glomma ved  
Borregaard 2018**

# Forord

Denne rapporten presenterer resultater fra undersøkelser av biologiske og kjemiske forhold i Glomma ved Borregaard Fabrikker, for å vurdere effekter fra bedriftens utslipp på vannmiljøet.

Undersøkelsene er utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) på oppdrag av Borregaard Fabrikker etter pålegg fra Miljødirektoratet om tiltaksrettet overvåking i 2018. Maia Røst Kile har vært prosjektleder på NIVA og har hatt kontakten mot oppdragsgiver. Kontaktperson hos bedriften har vært Kjersti Garseg Gyllensten.

Niels Haakensen har vært ansvarlig for vannprøvetakingen fire ganger i løpet av året.

Ved NIVA har følgende bidratt til gjennomføringen av prosjektet:

- Feltarbeid: Espen Lund, Jens Thaulow, Maia Røst Kile og Joanna Lynn Kemp
- Biologiske analyser: Espen Lund (fisk), Joanna Lynn Kemp (bunnfauna), Maia Røst Kile (begroing)
- Vannprøver er analysert på NIVAs laboratorium og data er bearbeidet av Sissel Brit Ranneklev
- Kartproduksjon: John Rune Selvik
- Datahåndtering og overføring av data til Miljødirektoratets database Vannmiljø: Jens Vedal
- Faglig kvalitetssikring av rapporten er utført av Markus Lindholm.

En stor takk rettes til alle medarbeidere og involverte for et godt samarbeid.

Oslo, 13.02.2019

*Maia Røst Kile*

---

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Introduksjon.....</b>	<b>8</b>
1.1	Generelle prinsipper for klassifisering og overvåking av miljøtilstand.....	8
1.2	Bakgrunnsinformasjon om virksomheten.....	9
1.2.1	Renseinstallasjoner.....	10
1.2.2	Utslippstillatelser og utslippshistorikk .....	10
1.3	Vannforekomsten .....	11
1.4	Utslippspunkter og andre kilder til forurensninger i vannforekomsten.....	11
<b>2</b>	<b>Materiale og metoder .....</b>	<b>14</b>
2.1	Bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram.....	14
2.2	Stasjonsoversikt .....	14
2.3	Prøvetakingsmetodikk og analysemetoder .....	15
2.3.1	Bunndyr .....	15
2.3.2	Begroingsalger .....	16
2.3.3	Heterotrof begroing .....	17
2.3.4	Fisk.....	17
2.3.5	Prioriterte og vannregionspesifikke stoffer.....	18
2.4	Klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand.....	19
<b>3</b>	<b>Resultater og diskusjon .....</b>	<b>21</b>
3.1	Biologiske kvalitetselementer og tilstandsvurdering.....	21
3.1.1	Bunndyr – Organisk belastning.....	21
3.1.2	Begroingsalger .....	23
3.1.3	Heterotrof begroing .....	24
3.1.4	Fisk.....	25
3.2	Vannkjemiske undersøkelser.....	29
3.2.1	Vannregionspesifikke stoffer.....	29
3.2.2	Prioriterte stoffer .....	30
3.3	Oversikt over økologisk og kjemisk tilstand for alle stasjoner.....	31
<b>4</b>	<b>Konklusjon og anbefalinger .....</b>	<b>34</b>
<b>5</b>	<b>Referanser.....</b>	<b>36</b>

## Sammendrag

Rapporten presenterer resultater fra undersøkelser av biologiske og vannkjemiske forhold i Glomma ved Borregaard Fabrikker i 2018. Hensikten har vært å vurdere effekter av, og spore eventuelle endringer knyttet til, bedriftens utslipp til elva de siste årene. Bedriften tilhører sektoren landbasert industri og bransjen "Produksjon av papirmasse", og er lokalisert i nedre del av Glomma i Sarpsborg kommune i Østfold. Avløpsvannet blir etter rensing ledet til vannforekomst 002-3549-R (Glomma fra Sarpsfossen til samløp Visterflo ved Greåker), som er antatt å være i svært dårlig økologisk tilstand, med risiko for at miljømålet ikke nås innen 2021.

De biologiske kvalitetselementene bunndyr og begroingsalger ble undersøkt på fire stasjoner, én oppstrøms og tre nedstrøms Borregaards utslippspunkter. Fisk ble undersøkt på seks stasjoner, alle nedstrøms én eller flere av fabrikkens utslippspunkter, og heterotrof begroing ble undersøkt på ti stasjoner, én stasjon oppstrøms fabrikkens utslipp og ni nedstrøms én eller flere av bedriftens utslipp. Prioriterte- og regionspesifikke stoffer ble prøvetatt på to stasjoner, én oppstrøms og én nedstrøms bedriftens utslipp.

Observert tetthet av laksunger på grusørene i august 2018 var lavere enn det som ble observert i årene 2015–2016. På øvre grusøre var tettheten på nivå med årene 2013–2014, mens den på nedre grusøre var litt lavere enn disse årene. På grusørene var ca. 5 % av de undersøkte individene fargemerket (settefisk), altså var en stor andel av den undersøkte fangsten der naturlig produsert. Det var uvanlig høye tettheter av laksunger på stasjonene 3 og 2A. Dette skyldes sannsynligvis utsetting av 10 000 yngel i området ved stasjon 2A den 15. august. Det ble observert fire fiskearter i nedre Glomma: laks, ål, steinsmett og laue.

I en totalvurdering av økologisk tilstand oppnår vannforekomsten oppstrøms Borregaards utslippspunkter miljømålet om *god* økologisk tilstand, mens vannforekomsten i det påvirkede området er i *dårlig* tilstand og oppnår derfor ikke miljømålet gitt i vannforskriften. Langs den påvirkede strekningen fra Glomma Papp til Sundsløkka var St.2 i *god* tilstand i 2015 og 2016 og *moderat* tilstand i 2018, mens de resterende stasjonene jevnt over var i *dårlig* tilstand, men varierte mellom årene fra *moderat* til *svært dårlig* tilstand. Vurderingen baserer seg på relevante data fra 2013 til 2018. Det er bunndyr og heterotrof begroing som har vært avgjørende for klassifiseringen, noe som tyder på at Borregaards utslipp av organisk stoff er hovedårsaken til at tilstanden er så dårlig.

I løpet av de siste årene har Borregaard redusert sitt utslipp av stoffer som blant annet påvirker KOF og BOF til Glomma, men dette har foreløpig ikke gitt noen bedring av tilstand i den undersøkte delen av elva. Heterotrof begroing er det kvalitetselementet som viser den mest stabile trenden, med *god* tilstand oppstrøms sammenlignet med *dårlig* tilstand nedstrøms Borregaards utslippspunkter alle undersøkte år. Tilstanden lenger ned i vassdraget var i 2018 *moderat* basert på HBI2 (Kile m.fl., 2019). Det ser altså ut til at elvas selvrensing bedrer tilstanden i elva med økt avstand til utslippspunktet med hensyn på organisk belastning. Resultatene tyder derfor på at utslippene fra Borregaard fortsatt er høye til tross for en reduksjon de siste årene, og at en eventuell bedring av økologisk tilstand først kommer til syne lenger ned i vassdraget. Vi anbefaler derfor at ytterligere stasjoner legges til lenger nedstrøms ved senere utredninger.

Vannregionspesifikke og prioriterte stoffer ble målt i konsentrasjoner under grenseverdier (AA-EQS). Dette tilsier *god* kjemisk tilstand ved både St.1 (oppstrøms) og St.6 (nedstrøms utslipp).

## Summary

Title: Operational monitoring of Glomma at Borregaard 2018

Year: 2019

Authors: Maia Røst Kile, Joanna Lynn Kemp, Eivind Ekholt Andersen, Espen Lund, Sissel Brit Ranneklev and Jens Thaulow

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7089-1

This report presents results from the monitoring of biological and chemical status in the lower part of the river Glomma, in the vicinity of Borregaard Fabrikker. The objective of the survey was to assess the effects, and possibly any positive trends, of the factory's effluents on the river the last few years. The factory belongs to the "land-based industry" and "production of paper" sectors and is in the lower part of the river Glomma in Sarpsborg municipality in Østfold county. After treatment, the wastewater is discharged to the water body 002-3549-R (Glomma fra Sarpsfossen til samløp Visterflo ved Greåker), which is classified as having bad ecological status, with the risk of not meeting the environmental goal of good ecological status by 2021.

The biological quality elements benthic macroinvertebrates and benthic algae were examined at four sites, one site upstream of Borregaard and three downstream of Borregaard's effluents. Fish was examined at six sites, all downstream of one or more of Borregaard's effluents. Heterotrophic growth was examined at ten sites, one site upstream and nine downstream one or more of the factory's effluents. Priority substances and river-basin specific pollutants were sampled at two sites, one upstream and one downstream of the factory's effluents.

The observed density of juvenile salmon on the two gravel bars ("grusørene") was lower in August 2018 compared to 2015–2016. Compared to 2013–2014, the density on the upper gravel bar was about the same in 2018, while the density on the lower gravel bar was a bit lower. Ca. 5 % of the analyzed individuals on the gravel bars were color-marked (stocked fish), hence most of the analyzed fish were naturally produced. We observed unusually high densities of juvenile salmon on sites 3 and 2A. This was probably caused by a stocking of 10 000 juveniles in the area of site 2A on the 15<sup>th</sup> of August. A total of four species of fish were observed: Atlantic salmon, European eel, alpine bullhead and common bleak.

In an overall assessment of ecological status, the upper water body (upstream of Borregaard) met the environmental goal of *good* ecological status, while the downstream water body in the affected area is *poor* status and does not meet the environmental goal of good ecological status according to the guidelines in "vannforskriften" (the Norwegian implementation of the Water Framework Directive). Along the affected reach from Glomma Papp to Sundsløkka, site two was *good* status in 2015–2016 and *moderate* status in 2018, while the remaining sites generally were *poor* status, but variable over the years. The assessment is based on data from 2013 to 2018. Macroinvertebrates and heterotrophic growth were the decisive parameters for the classification, which indicates that the main cause of the poor ecological status was organic pollution from Borregaard's effluents.

In recent years, Borregaard has reduced their discharge of effluents that cause an increase in biological- and chemical oxygen demand in the river Glomma. This has not yet led to significant improvements in the ecological status of the surveyed parts of the river. Generally, for all examined years, heterotrophic growth is the quality element that shows the most stable trend along this reach;



with *good* status upstream and *poor* status downstream of Borregaard's discharge points. According to Kile et al. (2019), the status based on HBI2 is *moderate* further down the river. Thus, it appears that the river's recovery mechanisms improve the status with increased distance from the discharge point regarding organic pollution. The results therefore indicate that effluents from Borregaard are still high, despite a reduction in recent years, and that any improvement in ecological status will first appear further down the river. Based on this we recommend including additional sites further downstream in future projects.

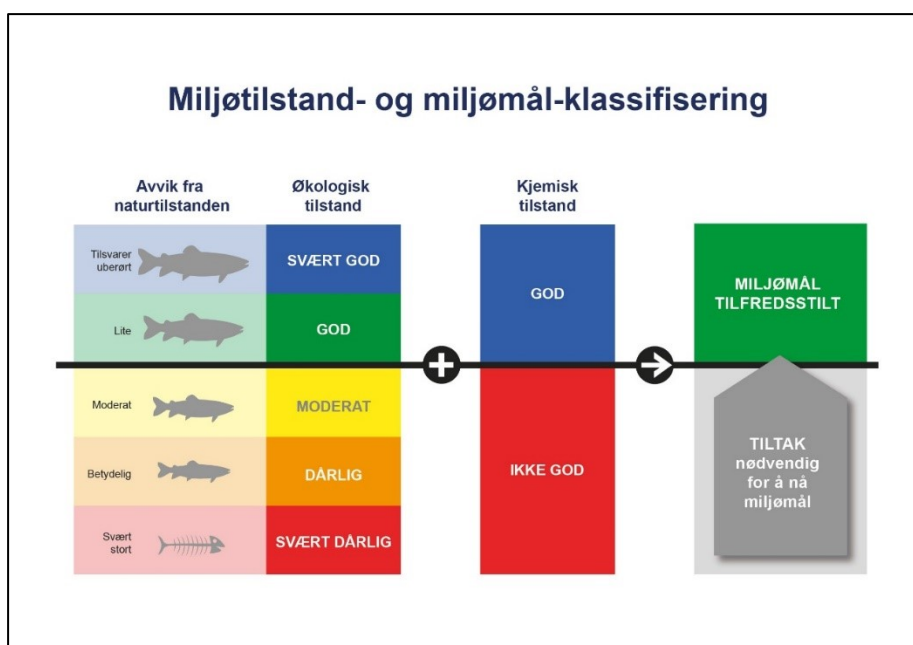
For river-basin specific pollutants and priority substances, the concentrations measured were below the AA-EQS. The chemical status is thus *good* for both site one (upstream) and site six (downstream effluent).

# 1 Introduksjon

## 1.1 Generelle prinsipper for klassifisering og overvåking av miljøtilstand

Ved implementeringen av vannforskriften har alle vannforekomster fått konkrete og målbare miljømål, ved at minimum «god tilstand» skal oppnås. Vannforskriften har som mål å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet, og om nødvendig iverksette tiltak for at miljømålene nås.

Fundamentalt i vannforskriften er karakteriseringen og klassifiseringen av vannforekomster. Karakteriseringen inndeler vannforekomster i vanntyper, identifiserer belastninger og miljøvirkninger av belastningene, mens klassifiseringen ved hjelp av systematisk overvåking definerer den faktiske tilstanden i en vannforekomst. Figur 1 viser en oversikt over klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand i en vannforekomst.



Figur 1. Skisse som viser standard miljømål i vannforskriften, med miljømål om svært god eller god tilstand. Forringelse skal ikke forekomme. For vannforekomster hvor miljømålet ikke er nådd, skal miljøtiltak iverksettes med mindre unntak kan begrunnes ut fra paragraf 9-12 i vannforskriften.

For å fastslå tilstanden til en vannforekomst er det i vannforskriften lagt føringer for forvaltningen i forhold til overvåkingen, og det opereres med tre ulike overvåkingsstrategier: basisovervåking, tiltaksorientert overvåking og problemkartlegging. Tiltaksorientert overvåking iverksettes i vannforekomster som anses å stå i fare for ikke å nå miljømålene, eventuelt for å vurdere endringer i tilstanden som følge av iverksatte tiltak. Overvåkingen iverksettes av Miljødirektoratet eller annen forurensningsmyndighet og bekostes av forurenser, etter prinsippet om at «påvirker betaler».

Utformingen av et tiltaksorientert overvåkingsprogram er karakterisert av at man har flere overvåkingsstasjoner som plasseres for eksempel etter utslippspunktene beliggenheter, hydromorfologiske egenskaper<sup>1</sup> og eventuelle endringer i vannforekomsten som følge av tiltak.

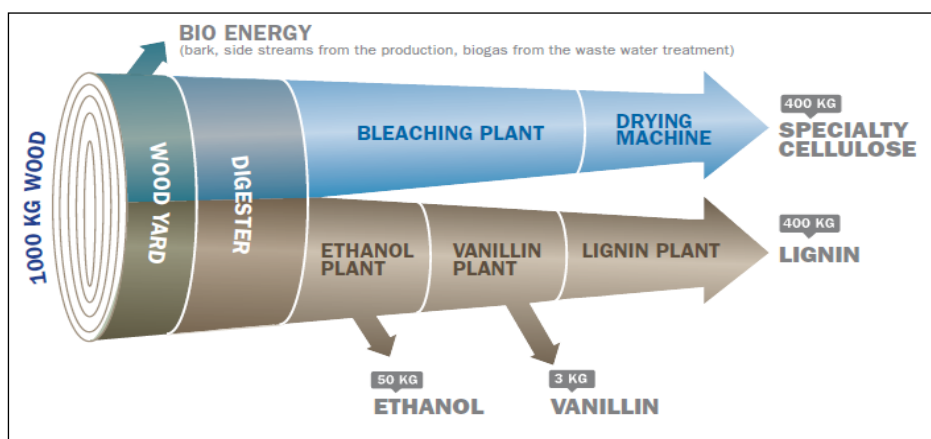
Prøvetakningsfrekvensen skal være så hyppig at man pålitelig kan fastsette miljøtilstanden i henhold til vannforskriften (Direktoratsgruppa, 2018).

Som et minimumskrav skal det biologiske kvalitetselementet som er mest følsom for belastningen inngå i overvåkingsprogrammet. Alle prioriterte<sup>2</sup> stoffer som slippes ut i vannforekomsten skal overvåkes, samt andre forurensende stoffer som slippes ut i betydelige mengder (Vannforskriften 2015; Direktoratgruppen 2010).

Med bakgrunn i bestilling av 29. januar 2018 om tiltaksrettet overvåking av Glomma ved Borregaard fabrikk i Sarpsborg, har NIVA gjennomført overvåking knyttet til bedriftens utslipp, fra februar til desember 2018. Overvåkingen er en fortsettelse av tidligere års oppdrag, men er noe justert for bedre å fange opp mulige effekter av bedriftens utslipp.

## 1.2 Bakgrunnsinformasjon om virksomheten

Borregaards fabrikkområde ligger i Sarpsborg, nær Sarpefossen og Glomma, og strekker seg fra tømmer-renseriet på Opsund i nord til biologisk rensanlegg og Melløs kai i syd - en strekning på 3 km. Borregaards trekjemikonsept har utviklet seg gradvis over 100 år og baseres på stadig mer høyforedte og spesialiserte produkter. Hele tømmerstokken utnyttes i dag til fremstilling av mange ulike produkter (Figur 2). Det er i alt 16 anlegg på bedriftsområdet med utslipp til Glomma.



Figur 2. Borregaard AS. Tømmerstokken gir opphav til en rekke produkter (Kilde: Borregaard).

<sup>1</sup> *Hydromorfologiske egenskaper*: Vannmengde og variasjon i vannføring og vannstand, samt bunnforhold og vannforekomstens fysiske beskaffenhet.

<sup>2</sup> Redusert overvåkingsfrekvens for allestedsnærværende stoffer (stoff nr. 5, 21, 28, 30, 35, 37, 43 og 44 i vedlegg VIII del A tillates, så lenge overvåkingen er representativ og overvåkingsdataene har høy oppløsning og viser stabile nivåer over tid (Vannforskriften, 2015).

### 1.2.1 Renseinstallasjoner

De viktigste renseinstallasjonene er:

- Anaerobt renseanlegg. KOF-rensing av avløpsstrømmer som går via dette anlegget.
- Renseanlegg for Hg. Rensing av grunnvann ved kloralkalifabrikken.
- AOX-reaktor. Reduksjon av AOX-innhold i avløpsstrømmer som går via dette anlegget.
- Gjenvinningsystem for kobber.

Det er utslipp av lettomsettelig organisk materiale (KOF/BOF) som anses å ha størst påvirkning på økologisk tilstand i nedre del av Glomma. Høsten 2008 måtte det aerobe renseanlegget ved Borregaard stenges, og som et resultat av dette har det vært noen år med en markert økning i utslippet av lettomsettelig organisk materiale. Et nytt anaerobt renseanlegg (miljøfabrikken) ble satt i drift i mars 2013 for å redusere utslippene av organisk materiale til Glomma. I 2014 var utslippene av organisk materiale på nivå med det de var i 2008, før det aerobe renseanlegget måtte stenges.

### 1.2.2 Utslippstillatelser og utslippshistorikk

I utslippstillatelsen fra Miljødirektoratet er det krav om utslippsbegrensning og at det etableres et måleprogram for flere komponenter som har utslipp til vann, se Tabell 1. Data over utslippene av KOF foreligger gjennom mange år, og lå i perioden 1993 til 2008 stabilt på 80 tonn/døgn. Etter stengning av aerobt renseanlegg økte utslippene hurtig til 100 tonn/døgn i årene etter, før de gradvis falt til 70 tonn/døgn (61 tonn/døgn i 2018). Etter stengning av renseanlegget i 2008 ble først utslippene av BOF mer enn doblet (fra 10 tonn/døgn i 2008 til 24 tonn/døgn året etter). Utslippene falt deretter gradvis igjen, og var i 2018 i middel 13 tonn/døgn. Totale utslipp for de siste årene er gitt i Tabell 2.

Tabell 1. Utslippskomponenter og utslippsgrenser for utslipp til vann fra Borregaard.

Utslippskomponent	Utslippskilde	Utslippsgrenser				Gjelder fra
		Månedsmiddel	Årsmiddel	Spesifikt utslipp		
				Månedsmiddel	Årsmiddel	
KOF	Totalt fra fabrikkområdet	90 tonn/d	69 tonn/d			01.01.2014
KOF	Treforedling				165 kg/TAD	01.01.2014
S-TS	Totalt fra fabrikkområdet	8,5 tonn/d	6,8 tonn/d			01.01.2010
S-TS	Treforedling				15 kg/TAD	01.01.2010
AOX	Treforedling			1,1 kg/TAD	0,9kg/TAD	30.06.2011
P-tot	Totalt fra fabrikkområdet	85 kg/d	70 kg/d			14.03.2005
N-tot	Totalt fra fabrikkområdet	900 kg/d	750 kg/d			14.03.2005
Cu	Etanol, Lignin, Vanillin, og biologisk renseanlegg	20 kg/d	13 kg/d			15.07.2010
Na-salter	Alva/Biokjel		50 tonn/d			19.08.2009
Toluen	Vanillin		190 tonn innkjøpt/år			14.03.2005
AUORG (Sum av NaCl, NaOH, Na2SO4, NaClO3)	Saltlakeresirkulasjon Kloralkali	5,0 tonn/d	4,3 tonn/d			14.03.2005
Hg	Hg-reseanlegg Kloralkali		1,2 kg/år			14.03.2005
BOF	Totalt fra fabrikkområdet	Grense ikke fastsatt				13.05.2011
Metaller (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)	Totalt fra fabrikkområdet	Grense ikke fastsatt				14.03.2005

Tabell 2. Borregaards utslipp til vann. Data fra [www.norskeutslipp.no](http://www.norskeutslipp.no) supplert med oppdatert informasjon fra bedriften.

Utslippskomponent	tonn/år (2015)	tonn/år (2016)	tonn/år (2017)	tonn/år (2018)
Kjemisk oksygenforbruk (KOF)	24329	23204	24229	22192
Biologisk oksygenforbruk (BOF)	5439	5380	5402	4782
Suspendert stoff (STS)	1497	1464	1208	1478
AOX	129	101	109	100
Total fosfor (tot P)	15	13	14	13
Total nitrogen (tot N)	130	150	160	136
Kobber (Cu)	3,2	4,2	3,5	3,5
Toluen (innkjøpt mengde)	176	n.a.	n.a.	111
AUORG (lakeblødning)	1537	1534	1422	1372
Kvikksølv (Hg)	0,009	0,003	0,003	0,003
Arsen (As)	0,010	0,012	0,009	0,011
Kadmium (Cd)	0,005	0,005	0,005	0,007
Nikkel (Ni)	0,338	0,385	0,289	0,268
Bly (Pb)	0,244	0,206	0,181	0,176
Sink (Zn)	4,184	4,017	3,799	5,164

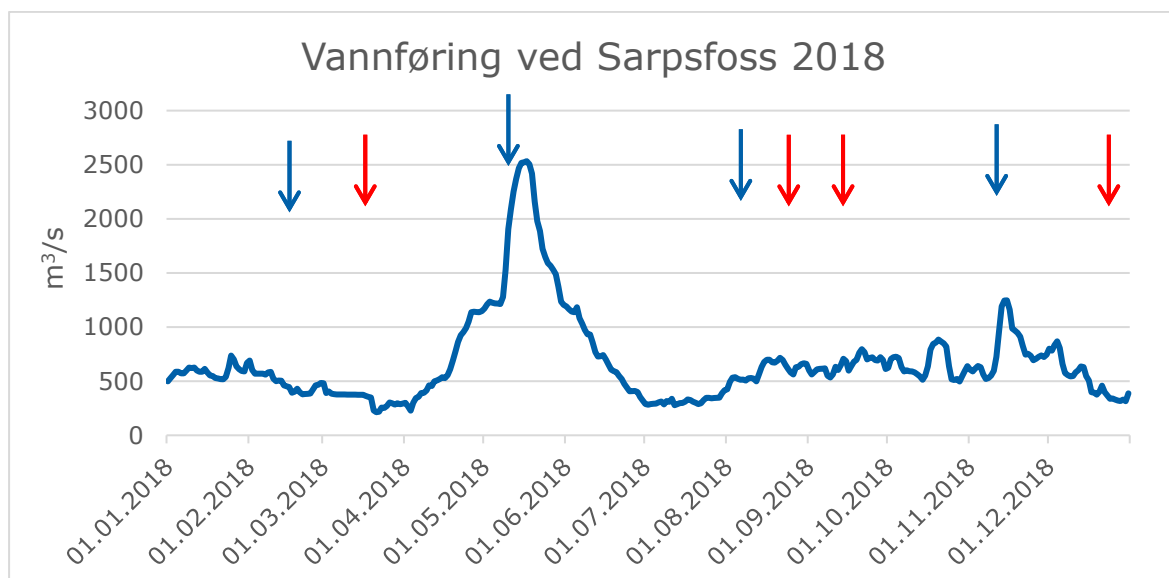
### 1.3 Vannforekomsten

Utslipp til vann fra Borregaard fabrikk ledes til vannforekomsten 002-3549-R "Glomma fra Sarpsfossen til samløp Visterflo ved Greåker". Den er i Vann-Nett typifisert som en svært stor, moderat kalkrik, humøs elv (elvetype 8), med en lengde på 7,6 km. Med bunndyr, begroingsalger, heterotrof begroing og anadrom fisk som biologiske kvalitetselementer er vannforekomsten vurdert til å ha svært dårlig økologisk tilstand basert på HBI i 2013 og anadrom fisk i 2012. Det er lite data for kjemisk tilstand i vannforekomsten, og kjemisk tilstand er derfor satt til udefinert. Ytterligere informasjon over økologisk og kjemisk tilstand er gitt i Vann-Nett (<https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/002-3549-R>).

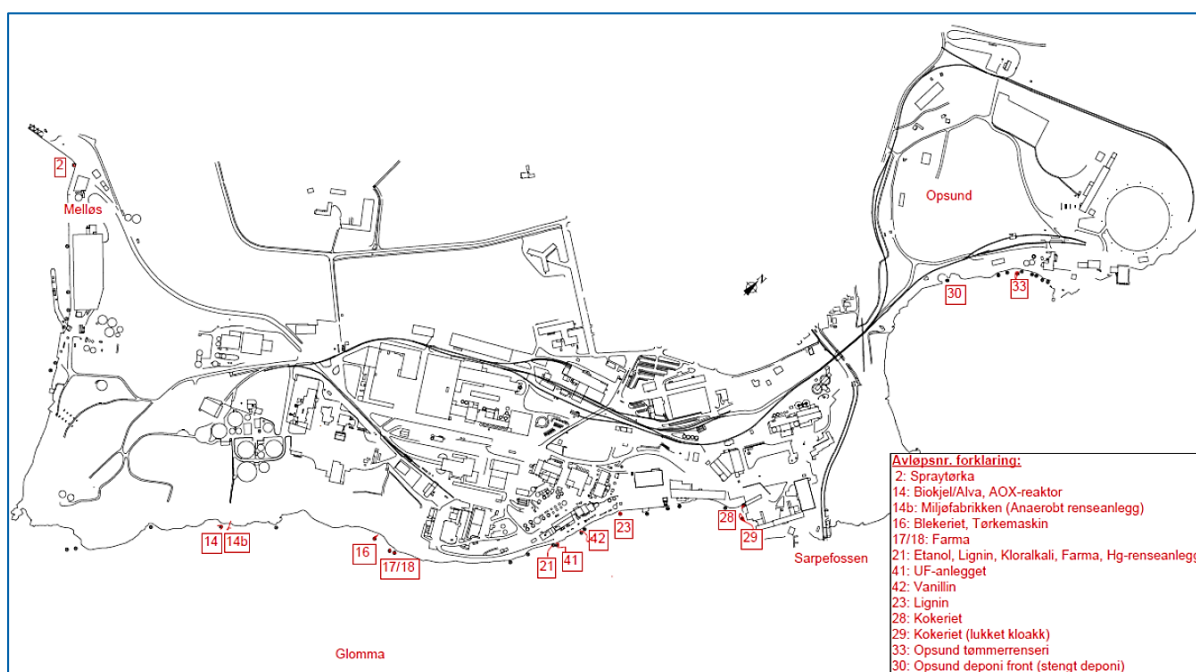
### 1.4 Utslippspunkter og andre kilder til forurensninger i vannforekomsten

Vannføring i Glomma for overvåkingsperioden 2018, og med tidspunkter for prøvetaking markert, er vist i Figur 3. Utslippene fra Borregaard skjer fra punktutslipp over en strekning på om lag 3,8 km, fra Opsund oppstrøms Sarpefossen, til Melløs, nær brukaret for E6 over Glomma (Figur 4). Bidragene er ulikt fordelt både romlig og gjennom året (Tabell 3). Målt etter både volum og tilførsler av utslipp (særlig KOF og BOF) er de fire viktigste utslippspunktene nr 14, 16, 21 og 28, og posisjonen for disse er markert med gule piler på stasjonskartet for prøvetakingen (Figur 5).

Det finnes enkelte andre kilder til utslipp på den aktuelle strekningen. Ifølge [Norskeutslipp.no](http://www.norskeutslipp.no) beløper årlige utslipp av BOF fra Glomma Papp til Glomma seg til 1,38-1,78 tonn årlig fra 2015 til 2018. Utslippspunktet er lokalisert snaut 300 meter oppstrøms stasjon 2, rett ut for nordenden av den store lagerbygningen. Videre ledes avrenning fra Gatedalen miljødeponi til Glomma via en bekk. Her er årlige utslipp av BOF og KOF fra 2015-2017 på henholdsvis 0,9-2,6 tonn og 16,8-10,4 tonn ([norskeutslipp.no](http://www.norskeutslipp.no)). I tillegg har Sarpsborg kommune en overløpsstasjon ved Pæddekummen, hvor utløpet er flyttet lenger ut mot midten av elveløpet. Her har vi ingen tallfestede data på utslippene.



Figur 3. Vannføring i Glomma ved Sarpsfossen for sesongen 2018. Tidspunkter for biologisk (rød) og vannkjemisk (blå) prøvetaking er markert (datakilde GLB).



Figur 4. Utslippspunkter fra bedriften Borregaard til Glomma. Punktspesifikke data for ulike utslippene er oppgitt i Tabell 3.

Tabell 3. Utslippsvolum fra de ulike punktene til Glomma fra Borregaard.

Utslippspunkt-Nr. (Figur 4)	Utslippsvolum nivå, m <sup>3</sup> /døgn
33	150-400
28	6000-10000
29	900-1200
16	6000-17000
14	0-800
14b	9000-16000
14a	9000-12000
21	6000-10000
23	800-1400
23	100-400
2	300-1000
21	5000-11000
41	300-1400
42	500-2000
17/18	0-100
21	0-400
16	0-100
21	200-400
21	19
21	10000-14000

## 2 Materiale og metoder

### 2.1 Bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram

Årets tiltaksrettede overvåkingsprogram er oppsummert i Tabell 4. Feltarbeid og behandling av innsamlet data er utført i henhold til overvåkingsprogrammet. I tillegg til overvåkingsprogrammet presentert her hadde Borregaard flere overvåkingsprosjekter i 2018; ett i samarbeid med Kronos Titan AS (Green, in prep.) og ett i samarbeid med Fagråd Ytre Oslofjord (Borgersen m.fl. in prep.). Begge undersøkte områdene fra Glommas munning til Hvalerestuaret for blant annet å kartlegge effekter av Borregaards utslipp.

Tabell 4. Informasjon om regulerte utslippskomponenter med tilhørende kvalitetselementer og indekser samt tidspunkt for prøvetaking med frekvens.

Regulerte utslippskomponent	Kvalitetselement	Indeks/parameter	Matriks	Antall St.	Antall prøver/år	Tidspunkt
N og P	Begroingsalger	PIT	Substrat/sed.	4	1	Aug./sep.
BOF og KOF	Heterotrof begroing	HBI2	Substrat/sed.	10	2	Vår og høst
BOF, KOF og STS	Bunndyr	ASPT	Substrat/sed.	4	2	Vår og høst
	Fisk	Tetthet	Vann	6	1	Sensommer
As, Cu, Cr, Zn	Vannregionspesifikke stoffer	As, Cu, Cr, Zn	Vann	2	4	Februar, mai, august og november
Cd, Hg, Ni, Pb	Prioriterte stoffer	Cd, Hg, Ni, Pb			4	

I årets overvåkingsprogram i Glomma har de biologiske kvalitetselementene heterotrof begroing, begroingsalger, bunndyr og fisk blitt undersøkt. Heterotrof begroing ble undersøkt på 10 stasjoner, mens begroingsalger og bunndyr ble undersøkt på 4 stasjoner, og fisk på 6 stasjoner. Heterotrof begroing har vært et tilbakevendende problem i området og har derfor fått mest oppmerksomhet i denne undersøkelsen. Den har også økologisk betydning fordi masseoppblomstringer forandrer bunnssubstratet, reduserer vannutskiftningen i bunnsedimentene og kan påvirke bunnfaunaen. Prøvetaking av metaller (prioriterte- og vannregionspesifikke stoffer) ble gjort ved St. 1 og St. 6. Referansestasjonen oppstrøms Sarpsfossen, St. 1, ble prøvetatt 4 ganger i 2018 i regi av elveovervåkingsprogrammet. St. 6, ved E6 broa, ble prøvetatt hvert kvartal. Til sammen var dermed ti stasjoner brukt til prøvetaking av ulike biologiske eller vannkjemiske parametere i 2018 (Figur 5). Koordinater for alle stasjoner er gitt i Vedlegg D.

### 2.2 Stasjonsoversikt

Lokalisering av stasjonene i Glomma som er benyttet for overvåking av Borregaards utslipp i 2018 er vist i Figur 5. Stasjonene er de samme som ble benyttet ved overvåkingen i 2016, da det ble opprettet 3 nye stasjoner, for bedre å kunne fange opp mulige effekter fra de ulike utslippspunktene langs den aktuelle strekningen. Ved plasseringen er det tatt hensyn til tidligere erfaringer, samt egnethet mht. prøvetaking og sikkerhet (HMS).





Figur 5. Stasjoner for prøvetaking i Glomma ved Borregaard i 2018. Alle stasjoner ble prøvetatt for heterotrof begroing, mens bunndyr og begroingsalger ble prøvetatt på st.1, 4, 5B og 8, og El-fiske ble gjennomført på st. 2A, 2B, 3, 4, 5A og 5B. Prioriterte og vannregionsspesifikke stoffer ble prøvetatt på st.1 og 6. Gule piler angir viktigste utslippspunkter for KOF og BOF fra Borregaard, der tallene viser til utslippspunkt-nummer på Figur 4.

## 2.3 Prøvetakingsmetodikk og analysemetoder

Under følger en beskrivelse av prøvetakingen som ble gjennomført i forbindelse med det tiltaksorienterte overvåkingsprogrammet.

### 2.3.1 Bunndyr

Det ble i 2018 samlet inn et representativt materiale fra bunndyrsamfunnene 13.-14. mars og 17.-19. desember.

Innsamlingsmetoden som ble benyttet er den såkalte sparkemetoden og er gjennomført i henhold til retningslinjer gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2018) og den europeiske normen for prøvetaking av bunndyr (NS-EN ISO 10870: 2012). Metoden består av flere enkeltprøver og er bundet opp til et bestemt areal og tidsbruk. Dette gjør metoden stringent og lett etterprøvbart. Hver prøve tas over en strekning på 1 meter. Det anvendes 20 sekund pr. 1 m prøve. I alt tas det 3 slike pr. minutt. Dette gjentas 3 ganger og materialet representerer da samlet 9 én-meters prøver. Denne metoden tilsvarer 3 x 1 minutters prøver, som var et vanlig tidsforbruk i mange bunnfaunderundersøkelser tidligere. Materialet representerer bunndyrsamfunnet på omlag 2,25 m<sup>2</sup> av elvebunnen. Det benyttes en bunndyrhåv med 0,250 mm maskevidde under prøvetakingen. For å unngå tetting av håven og tilbake-spyling av materiale, tømmes håven etter 1 minutt, eller oftere hvis substratet er svært finpartikulært. Alle de 9 delprøvene på stasjonen samles til en blandprøve. Materialet fikseres med etanol i felt for senere å bli talt opp og bestemt til lavest mulige taksonomiske nivå ved hjelp av stereolupe og mikroskop.

Det biologiske mangfoldet på hver lokalitet er vurdert ut fra antall taksa (art/slekt/familie) innen de tre gruppene: Døgn- (E), stein- (P) og vårfluer (T). 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 er bestemmende for "normal-faunaen". F.eks. har Østlandet rikere fauna og flere arter enn Vestlandet, ione-rike vannkvaliteter har flere arter enn ionefattige, og stryk/rislepartier i elver har høyere verdier enn partier som er stilleflytende. EPT verdien forventes å avta med økende grad av belastninger, som gruvepåvirkning, avrenning fra fyllinger, forsuring og organisk belastning.

For bunnfauna i ferskvann benyttes indeksen ASPT som beregner en gjennomsnittlig poengverdi av indikatorverdiene for hvert takson som er funnet i prøven. Dette gjøres i henhold til Biological Monitoring Working Party scoring system (BMWP) (Hawkes 1998). Indeksen opererer på de taksonomiske nivåene klasse, familie eller underfamilie. Indeksverdiene indikerer følsomhet for organisk belastning, der minste følsomhet er 1 og største følsomhet er 10. Referanseverdien for ASPT er satt ved 6,9, og klassegrensene ved 6,8=svært god/god, 6,0=god/moderat, 5,2=moderate/dårlig og 4,4 =dårlig/svært dårlig i henhold til retningslinjer gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2018). Klassegrensene gjelder foreløpig for alle elvetyper (unntatt isbrepåvirkede elver). Beregning av EQR verdier gjøres ved å dele observert verdi med referanseverdien (6,9). Deretter normaliseres EQR verdien som angitt i avsnitt 3.3.2, slik at tilstanden for bunnfauna kan sammenlignes og kombineres med tilstanden for andre kvalitetselementer.

### 2.3.2 Begroingsalger

Begroingsalger er sensitive overfor næringssaltbelastning, og blir ofte brukt i overvåkingsprosjekter for å klassifisere tilstand mht. eutrofi. De er bentiske primærprodusenter, og driver således sin fotosyntese fastsittende på elvebunnen. De forflytter seg ikke og reagerer derfor også på episodisk forurensing. Vi har i Norge utviklet en sensitiv og effektiv metode for å overvåke eutrofiering ved hjelp av begroingsalger: Indeksen PIT (periphyton index of trophic status; Schneider & Lindstrøm, 2011).

Prøver av bentiske alger ble tatt 7. september 2018, etter samme opplegg som tidligere år. 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, som ble lagret i separate beholdere. Forekomsten 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 og det avbørstede materialet ble så blandet med ca. 1 liter vann. Fra blandingen ble det tatt en delprøve som ble konserveret for senere bearbeiding i laboratoriet vha. mikroskop. Tettheten av de mikroskopiske algene sammen med de makroskopiske elementene blir estimert enten som hyppig, vanlig eller sjelden på lokaliteten. Metodikken er i tråd med den europeiske normen som er utarbeidet for prøvetaking og analyse av begroingsalger (EN15708, 2009).

Ut fra resultatene fra hver stasjon blir eutrofieringsindeksen PIT (Periphyton Index of Trophic status) beregnet (Schneider & Lindstrøm, 2011). PIT indeksen er basert på forekomsten av 153 taksa av begroingsalger (ekskludert kiselalger). For hvert takson er det beregnet en indikatorverdi, og disse indikatorverdiene danner grunnlag for beregningen av PIT (krever minst to indikatorarter på lokaliteten for en sikker klassifisering). Indikatorverdiene spenner fra 1,87 – 68,91, hvor lave verdier indikerer lav fosforkonsentrasjon (oligotrofe forhold) mens høye verdier indikerer høy fosforkonsentrasjon (eutrofe forhold; Schneider og Lindstrøm 2011). Både referanseverdien for tilnærmet upåvirkede vannforekomster og klassegrensene er forskjellige for svært kalkfattige elver (kalsium < 1 mg/l) og andre elver (kalsium > 1 mg/l). Vannforekomstene i denne undersøkelsen har

begge kalsium over 1 mg/l. Referanseverdien for PIT er satt ved 6,71 og klassegrensene ved 9,5=svært god/god, 16=god/moderat, 31=moderate/dårlig og 46 =dårlig/svært dårlig i henhold til retningslinjer gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2018). EQR verdien beregnes ved følgende formel:  $PIT-EQR = (PIT\ obs - 60,84) / (PIT\ ref - 60,84)$ . Deretter normaliseres EQR verdien, slik at tilstanden for begroingsalger kan sammenlignes og kombineres med tilstanden for andre kvalitetselementer.

### 2.3.3 Heterotrof begroing

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 andre vannplanter. Under gunstige forhold, som ved utslipp av store mengder lett nedbrytbart organisk materiale fra industri, avrenning fra gjødselkjellere eller ved kloakklekkasjer, kan de vokse raskt og på kort tid oppnå en høy biomasse og stor dekningsgrad. I Norge er det utviklet en heterotrof begroingsindeks (HBI2) som brukes for å indikere grad av organisk belastning (Direktoratsgruppa, 2018).

Heterotrof begroing ble prøvetatt 13.-14. mars og 17.-19. desember 2018. På hver lokalitet undersøktes en ca. 10 meter lang elvestrekning ved bruk av vannkikkert. Det ble tatt prøver av synlig heterotrof begroing (soppen *Leptomit* *lacteus* og bakterien *Sphaerotilus natans* (lammehaler)). Materialet ble lagret på små glass og konservert for senere bearbeiding i laboratoriet. I felt ble dekningsgraden estimert som "prosent dekning" (< 1-100 %) og tykkelsen ble målt i cm.

Heterotrof begroingsindeks, HBI2, beregnes med utgangspunkt i en kombinasjon av et årlig gjennomsnitt av dekningsgrad (prosent dekning) og tykkelse (cm.) av heterotrof begroing. Dette er et skjønsmessig system som baserer seg på at tilstanden blir dårligere ved økt dekning og økt tykkelse av soppen *Leptomit* *lacteus* og bakterien *Sphaerotilus natans* (lammehaler). Utregnede indeksverdier strekker seg fra 0 til 400 der lave verdier indikerer lite heterotrof begroing, dvs. lite organisk belastning, mens høye verdier indikerer mye heterotrof begroing og stor grad av organisk belastning. Referanseverdien ved tilnærmet upåvirkede forhold er null og klassegrensene ved >0=svært god/god, 1=god/moderat, 10=moderate/dårlig og 100 =dårlig/svært dårlig i henhold til retningslinjer gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2018).

EQR verdien beregnes ved følgende formel:  $HBI2-EQR = (HBI2\ obs - maks) / (HBI2\ ref - maks)$ . Deretter normaliseres EQR verdien, slik at tilstanden for heterotrof begroing kan sammenlignes og kombineres med tilstanden for andre kvalitetselementer.

### 2.3.4 Fisk

#### El-fiske

Det ble gjort el-fiske i Glomma ved Borregaard 24. august 2018, hvor hensikten var å undersøke tetthet av atlantisk laks (*Salmo salar*) i antatte gyte- og oppvekstområder. Undersøkelsen var ikke del av en tilstandsklassifisering, men gjennomføres for å overvåke rekruttering av laks. Det ble fisket på seks stasjoner fra grusørene nær Melløs til områder nær Glomma Papp (Figur 5). Stasjonene var de samme som tidligere år (2013–2016), med bare små endringer i arealer (Aanes mfl., 2016). I 2017 ble det ikke el-fisket pga. av for stor vannføring.

Vannføringen i Sarpsfossen var ca. 637 m<sup>3</sup>/s og noe økende utover dagen. Lufttemperatur var ca. 16 °C. På øvre grusøre var vanntemperaturen 15,1 °C og ledningsevnen 52,1 μS/cm. Sikten i vannet var relativt god, men noe redusert i perioder på grunn av vind.

På stasjonene 2A, 3, 5A og 5B ble det el-fisket over samme areal tre ganger for å kunne estimere tetthet av laks (antall pr. areal) (Bohlin mfl., 1989). På de andre stasjonene ble det fisket kun én gang. Fanget laks ble talt opp, lengdemålt og kontrollert for fettfinneklipping (settefisk). Et utvalg 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 (Terik Technology AS).

Avlivet laks ble sendt til Veterinærinstituttet i Trondheim for deteksjon av fargemerker i otolitter (øresteiner) og aldersbestemmelse. Fargemerkingen skiller settefisk fra villfisk, da settefisk fra Glomma kultiveringsanlegg blir merket med Alizarin på øyerognstadiet (Lund mfl., 2014).

### Settefisk fra Glomma kultiveringsanlegg

Fra Glomma kultiveringsanlegg på Borregaard ble det våren 2013 satt ut 150 000 av årets yngel i områdene nedstrøms Sarpsfossen (NGOFA, 2013). Dette var første utsetting fra dette anlegget og yngelen var umerket. Videre utsettinger i årene 2014–2018 er gitt i Tabell 5. I tillegg til vanlige utsettinger om våren, ble det i 2018 satt ut ca. 10 000 foret yngel i området ved Glomma Papp den 15. august.

I 2015 ble de første voksne settefiskene fisket under det ordinære stangfisket i Glomma. Dette var fisk som ble satt ut i Glomma som fettfinneklippete 1-åringer i 2014. Det ble fisket 41 av disse i 2015 (NGOFA, 2015).

Tabell 5. Fiskeutsettinger i nedre Glomma 2013–2018 (Kjell Cato Strand, NGOFA, pers. med.).

År	Tidspunkt	Antall	Alder	Merking
2013	vår	150 000	Årsyngel	Ingen
2014	vår	105 000	Årsyngel	Fargemerket
2014	vår	25 300	1-åringer/smolt	Finneklipp
2015	vår	150 000	Årsyngel	Fargemerket
2015	vår	21 300	1-åringer/smolt	Fargemerket + finneklipp
2016	vår	56 000	Årsyngel	Fargemerket
2016	vår	17 800	1-åringer/smolt	Fargemerket + finneklipp
2017	vår	130 000	Årsyngel	Fargemerket
2017	vår	20 000	1-åringer/smolt	Fargemerket + finneklipp
2018	vår	100 000	Årsyngel	Fargemerket
2018	vår	20 300	1-åringer/smolt	Fargemerket + finneklipp
2018	august	10 000	Årsyngel (foret)	Fargemerket

### 2.3.5 Prioriterte og vannregionspesifikke stoffer

Vannprøvetakning ved st. 1 og st. 6 ble gjennomført av lokal prøvetaker som NIVA har benyttet i mange år. Umiddelbart etter prøvetakning ble vannprøvene sendt til NIVAs og Eurofins laboratorium for kjemiske analyser. En oversikt over analysemetoder og kvantifiseringsgrenser for de ulike metallene er vist i Tabell 6.

Tabell 6. Oversikt over kjemiske analyser av vannprøver som ble benyttet i overvåkingen.

Parameter	Enhet	Metode	Akkreditert metode	Kvantifiseringsgrense	Måleusikkerhet	Utførende lab
Kvikksølv (Hg)	µg / l	NS-EN ISO 12846:2012	Ja	0,001	50 %	Eurofins
Arsen (As)		NS-EN ISO 17294-1:2007		0,025	20 %	NIVA
Krom (Cr)				0,005		
Bly (Pb)		og		0,003		
Kadmium (Cd)		NS-EN ISO 17294-2:2005		0,04		
Kobber (Cu)				0,15		
Nikkel (Ni)						
Sink (Zn)						

## 2.4 Klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand

Den generelle metodikken for å klassifisere økologisk tilstand er angitt i kapittel 3.5 i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, 2018), og er oppsummert i Figur 6. Klassifiseringen begynner med å kartlegge tilstanden til de biologiske kvalitetselementene (for eksempel bunnfauna, begroingsalger, heterotrof begroing, se øvre venstre boks), der sammensetningen av arter og evt. biomassen sammenlignes med hva man ville forventet dersom vannforekomsten var upåvirket av menneskelige aktiviteter (også kalt "naturtilstand" eller "referansetilstand"; og angis da som "svært god økologisk tilstand", med blått fargesymbol). Artssammensetningen uttrykkes gjerne i form av indekser som angir andel arter som er følsomme og andel arter som er tolerante for en bestemt påvirkning.

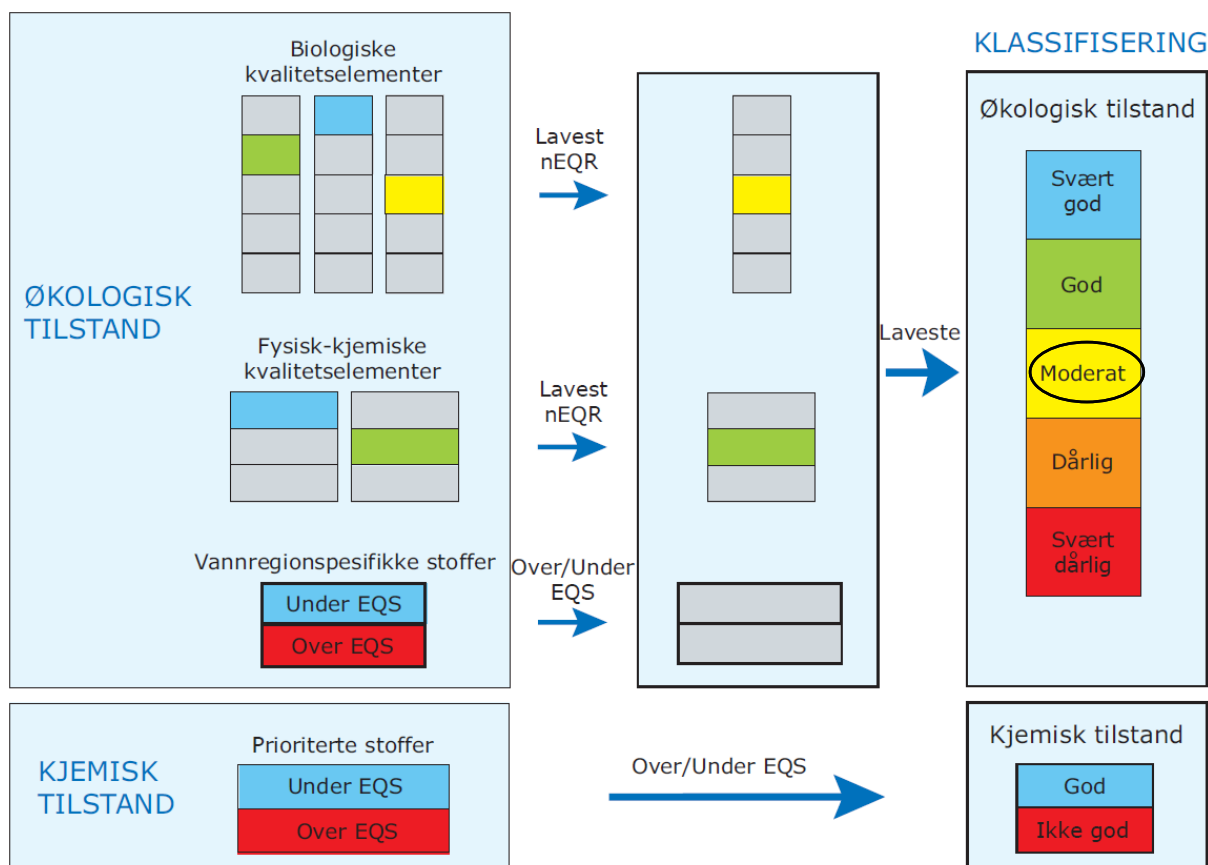
Det er definert tallverdier for «naturtilstand» og verdier for de forskjellige tilstandsklassene som angir graden av avvik fra «naturtilstand» for hver parameter eller indeks for hvert kvalitetselement, der god tilstand angis med grønt fargesymbol, moderat tilstand med gult, dårlig tilstand med oransje og svært dårlig tilstand med rødt. Avstanden fra naturtilstanden uttrykkes som EQR- verdier (Ecological Quality ratio) for hver parameter eller indeks for hvert enkelt kvalitetselement i henhold til formler gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, 2018).

Neste skritt er å normalisere EQR-verdiene for hver parameter eller indeks, slik at de kan sammenlignes og kombineres. Grenseverdiene for de normaliserte EQR verdiene (nEQR) er like for alle parametere og indekser, der grenseverdiene mellom tilstandsklassene er 0,8 for svært god/god, 0,6 for god/moderat, 0,4 for moderat/dårlig og 0,2 for dårlig/svært dårlig.

Formelen for beregning av normaliserte EQR (nEQR) verdier er:

$$nEQR = (\text{Observert EQR} - \text{Klassens nedre EQR verdi}) / (\text{Klassens øvre EQR verdi} - \text{Klassens nedre EQR verdi}) * 0.2 + \text{nedre nEQR klassegrense}$$

Dersom man har flere parametere eller indekser innen ett kvalitetselement, beregnes som regel en middelvei av nEQR for hver parameter eller indeks til et endelig resultat for det aktuelle kvalitetselementet. Deretter gjøres tilsvarende beregninger for hver parameter for de fysiske-kjemiske kvalitetselementene, der nEQR verdiene midles for parametere som angir effekter av samme påvirkning, f.eks. eutrofiering: total-fosfor og total nitrogen.



Figur 6. Prinsippskisse som viser klassifisering av miljøtilstand i en vannforekomst (se tekst under).

Piler påtegnet «Laveste», betyr at det kvalitetselementet som får dårligste tilstand styrer. Prinsippet omtales ofte som «Det verste styrer». Dette er eksemplifisert i figuren ved at det kvalitetselementet som gir lavest tilstand, her Moderat (farget gult), er avgjørende for den økologiske tilstanden.

For økologisk tilstand er det de biologiske kvalitetselementene som er avgjørende for tilstandsklassifiseringen. Dersom de biologiske kvalitetselementene indikerer «svært god» eller «god» tilstand kan de fysisk-kjemiske kvalitetselementene nedgradere økologisk tilstand til henholdsvis «god» eller «moderat» dersom de overskrides. De vannregionspesifikke stoffene kan kun nedgradere økologisk tilstand til «moderat» ved overskridelser av grenseverdier. Dersom de biologiske kvalitetselementene indikerer «moderat», «dårlig» eller «svært dårlig» tilstand vil disse alene være styrende for klassifiseringen.

Kjemisk tilstand klassifiseres etter prinsipp som vist nederst i Figur 6, dvs. «Ikke god kjemisk tilstand» blir resultatet dersom målte konsentrasjoner av prioriterte stoffer er høyere enn de oppgitte grenseverdier som er gitt for disse stoffene i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, 2018).

Den økologiske og kjemiske tilstanden på hver stasjon ble bestemt i henhold til prinsippene som er vist i Figur 6.

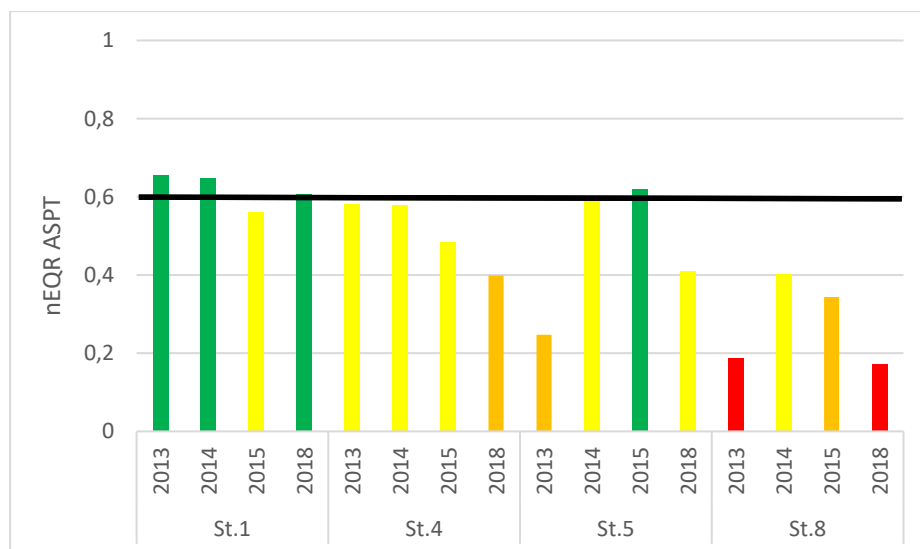
## 3 Resultater og diskusjon

### 3.1 Biologiske kvalitetselementer og tilstandsvurdering

Nedenfor presenteres tilstandsklasser og nEQR-verdier for kvalitetselementene bunndyr, begroingsalger og heterotrof begroing fra overvåkingen i 2018, samt resultater og vurderinger etter el-fisket 2018. Resultater fra tidligere undersøkelser, tilbake til 2015 for heterotrof begroing, 2013 for bunndyr og begroingsalger og 2009 for fisk, er tatt med der disse er relevante og når materialet er fra de samme stasjonene som ble prøvetatt i 2018 (Rustadbakken m.fl. 2011; Bækken m.fl. 2013, 2015; Ranneklev m.fl. 2012, 2013; Aanes og Kile, 2016; Lindholm m.fl. 2016). Rådata for hver indeks/parameter finnes i vedlegg.

#### 3.1.1 Bunndyr – Organisk belastning

Det ble utført bunndyrsundersøkelser på fire stasjoner, våren og senhøstes/vinter 2018. I tillegg til årets undersøkelser er det også tilgjengelige bunndyrsdata fra de samme stasjonene årene 2013, 2014 og 2015. Figur 7 viser de ulike tilstandsklassene (nEQR av ASPT) fra de undersøkte lokalitetene disse årene, og er arrangert fra oppstrøms Borregaards utslipp (referanse), til nedstrøms alle bedriftens utslippspunkter. St.1 ved Sarpsfossen var i *god* tilstand i 2018, men nær grensen til *moderat*. Dette samsvarer med tidligere års prøveresultater. St.4 ved Borregaardsholmen var i *dårlig* tilstand i 2018, i motsetning til tidligere år hvor den kom ut i *moderat*, og i 2013/2014 til og med nær grensen til *god* tilstand. Dette kan tyde på en reel nedgang i tilstand. St.5 ved Grusørene har variert mye disse årene og i 2018 ble den klassifisert til *moderat* tilstand nær grensen til *dårlig*. Denne stasjonen ble også undersøkt i 2009 og 2010 (Rustadbakken m.fl., 2010) og viste da *dårlig* tilstand, som igjen kan tyde på at de høyere verdiene i 2014-15 var noe utenom det normale. St.8 ved Sundsløkka har også variert mye, men ble i 2018 klassifisert til *svært dårlig* tilstand og kommer klart dårligst ut av lokalitetene i løpet av disse fire årene.

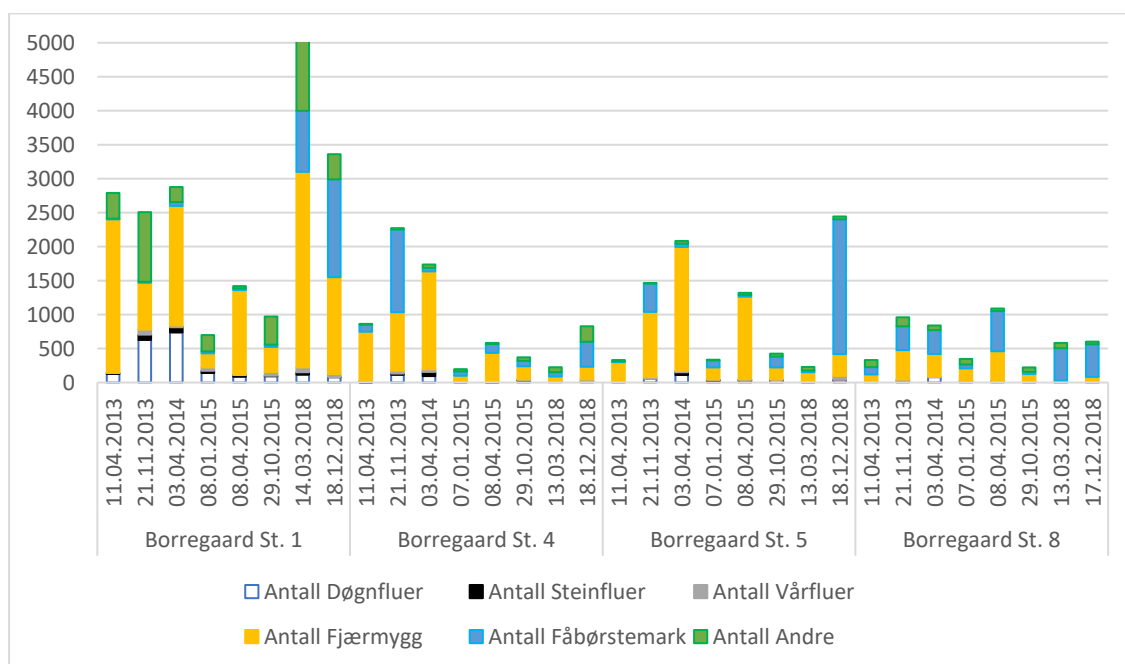


Figur 7. Normalisert EQR for bunndyr ASPT (Average Score per Taxon) beregnet for 4 lokaliteter i nedre del av Glomma for årene 2013 til 2018. Verdiene angir økologisk tilstand i henhold til vannforskriften. Grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig, rød = svært dårlig tilstand. Den svarte horisontale linjen markerer grensen mellom god og moderat tilstand.

Figur 8 viser sammensetningen og Tabell 7 diversiteten i bunndyrssamfunnet ved de undersøkte lokalitetene, inkludert de forurensningssensitive døgn-, stein- og vårflueartene (EPT-arter). Referanselokaliteten, St.1, viser helt klart høyest diversitet av EPT-arter. I 2018 viser lokalitetene nedstrøms Borregaards utslippspunkter mindre enn halvparten så mange EPT-arter sammenlignet med referanselokaliteten, St.1 (Tabell 7).

En annen bemerkelsesverdig observasjon knyttet til bunndyrssamfunnets sammensetning er antallet fåbørstemark (blått) og fjærmygg (gult) i enkelte prøver (Figur 8). Svært høye tettheter av disse ble registrert på St.1 (referanse), noe som antyder at elven allerede er betydelig påvirket av organisk belastning oppstrøms Borregaard. Selv om lokaliteten viser *god* tilstand for bunndyr, viser sammensetningen i bunndyrssamfunnet at den allerede er påvirket. Dette er reflektert ved både den generelle sammensetningen og diversiteten av bunndyr, som man forventer at er høyere i en upåvirket elv av denne typen. Nedstrøms Borregaards utslipp blir antallet fåbørstemark og fjærmygg mer variabelt i prøvene. Gitt den høye graden av organisk belastning i denne delen av elva er det litt overraskende at antallet fåbørstemark og fjærmygg i de fleste prøvene er lavere enn i referansestasjonen. Det er mulig den høye dekningsgraden av bakterien *Sphaerotilus natans*, som lokalt genererer lave oksygenkonsentrasjoner i bunnsubstratet, kan bidra til at selv disse «hardføre» bunndyrgruppene påvirkes negativt.

St. 8 er klart den lokaliteten der bunndyrssamfunnet var i dårligst forfatning, både med henblikk på ASPT, EPT og diversitet generelt. Dette kan imidlertid også ha med lokaliteten å gjøre, som ikke helt ut samsvarer med det metodikken krever. Ideelle prøvelokaliteter for bruk av ASPT-indeksen er raskt-flytende elver med stryk/rislepartier og småstein/grus som substrat. St.1 (referansen) har merkbar strøm i vannet, men er noe saktere-flytende og har større/grovere bunnsubstrat enn det som anses som ideelt. St.4 og St.5 har svært gunstige habitat, mens St.8 imidlertid er karakterisert av mer innsjø-preg med lite strøm i vannet. Et slikt habitat vil være særlig sensitivt for reduserte oksygennivåer i vannet. En upåvirket lokalitet av denne typen (St.8) vil allikevel gi god tilstand, men en påvirket lokalitet av denne typen vil trolig alltid gi en dårligere tilstand enn påvirkede lokaliteter med ideelt habitat.



Figur 8. Bunndyrssamfunnets sammensetning i de undersøkte lokaliteter, 2013-2018.



Tabell 7. Diversiteten av bunndyrtaksa 2018.

	Borregaard St. 1		Borregaard St. 4		Borregaard St. 5		Borregaard St. 8	
	vår	vinter	vår	vinter	vår	vinter	vår	vinter
EPT taksa	22	24	5	9	7	10	3	6
Antall familier	18	18	9	18	13	16	6	10
Antall taksa	27	30	9	18	14	19	10	14

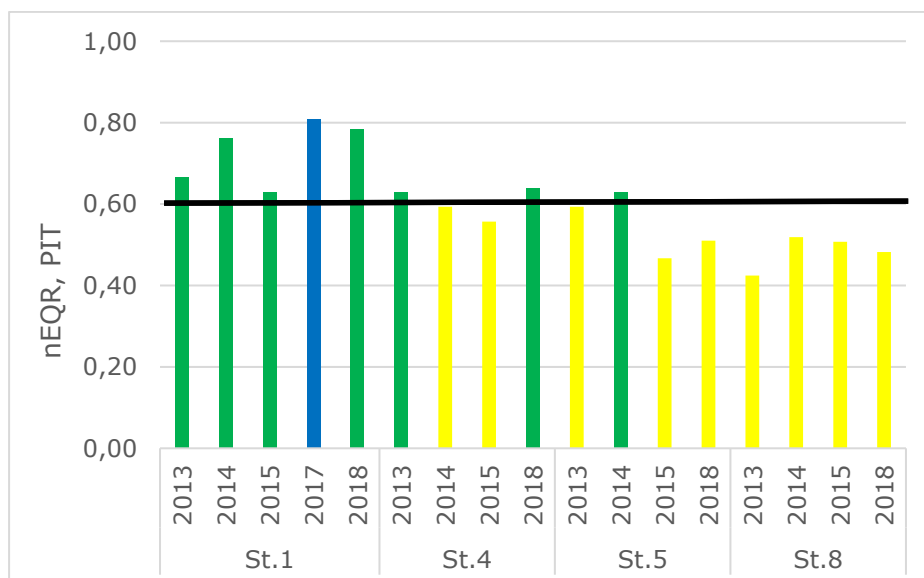
Alt I alt viser resultatene en tydelig effekt av utslippene fra Borregaard på denne strekningen av Glomma. I 2018 viste kun referansestasjonen (St.1) *god* tilstand for bunndyrssamfunnet, mens stasjonene nedstrøms viste *moderat* til *svært dårlig* tilstand. Tilstanden for St.4 var merkbart lavere i 2018 enn foregående år. Påvirkninger fra Borregaards utslipp vises også tydelig i EPT-diversiteten for 2018, hvor referanselokaliteten (St.1) hadde over dobbelt så mange taksa som lokalitetene nedstrøms.

### 3.1.2 Begroingsalger

Basert på eutrofieringsindeksen PIT er de to øverste stasjonene, st. 1 og 4, i *god* økologisk tilstand, mens de to nederste stasjonene, st. 5 og 8, er i *moderat* tilstand i 2018 (Figur 9). Ved å sammenligne tidligere undersøkelser med årets resultater ser man at tilstanden på de undersøkte stasjonene varierer noe fra år til år, men at den overordnede konklusjonen allikevel stort sett er den samme i alle år (Figur 9).

St. 1, oppstrøms Sarpsfossen, som fungerer som referansestasjon i denne utredningen, har siden 2013 blitt klassifisert til *god* eller *svært god* økologisk tilstand, og oppfyller dermed miljømålet gitt i Vannforskriften. St. 4 og 5 er blitt klassifisert til *moderat* og *god* tilstand gjennom årenes løp, noe som tyder på at Borregaards utslipp har en negativ effekt på begroingssamfunnet. Det at st. 4 ble klassifisert til *god* tilstand i 2018 kan skyldes at Borregaard har redusert sine utslipp av fosfor med 40 % siden 2013. Den nederste stasjonen, st. 8, er klassifisert til *moderat* tilstand alle undersøkte år. Stasjonen ligger nedstrøms Borregaard, der alle utslippene har rukket å blande seg med elvevannet, og der mye organisk stoff er brutt ned og dermed har frigitt næringsstoffene. At den nederste stasjonen er i dårligst tilstand er derfor som forventet.

Resultatene viser altså en generell trend, der tilstanden er *god* på referansestasjonen (st. 1) og *moderat* nedstrøms Borregaards utslippspunkter (st. 8).



Figur 9. Normalisert EQR for eutrofieringsindeksen PIT (Periphyton Index of Trophic status) beregnet for 4 lokaliteter i nedre del av Glomma for årene 2013 til 2018. Verdiene angir økologisk tilstand i henhold til vannforskriften. Blå = svært god, grønn = god og gul = moderat tilstand. Den svarte horisontale linjen markerer grensen mellom god og moderat tilstand.

### 3.1.3 Heterotrof begroing

Resultatene fra årets undersøkelse viser tydelig at Borregaards utslipp påvirker økologisk tilstand for HBI2 i nedre del av Glomma. Dette er på linje med resultater fra tidligere undersøkelser (Aanes og Kile, 2016; Lindholm m.fl., 2016). I sammenligningen med tidligere års resultater har vi valgt å se på data fra 2015 og 2016, da disse er følger samme metodikk. Samtlige resultater er basert på to årlige prøver, én om våren og én seint på høsten (med unntak av st. 3B i 2016, som kun er basert på én prøverunde, og som derfor anses som usikker).

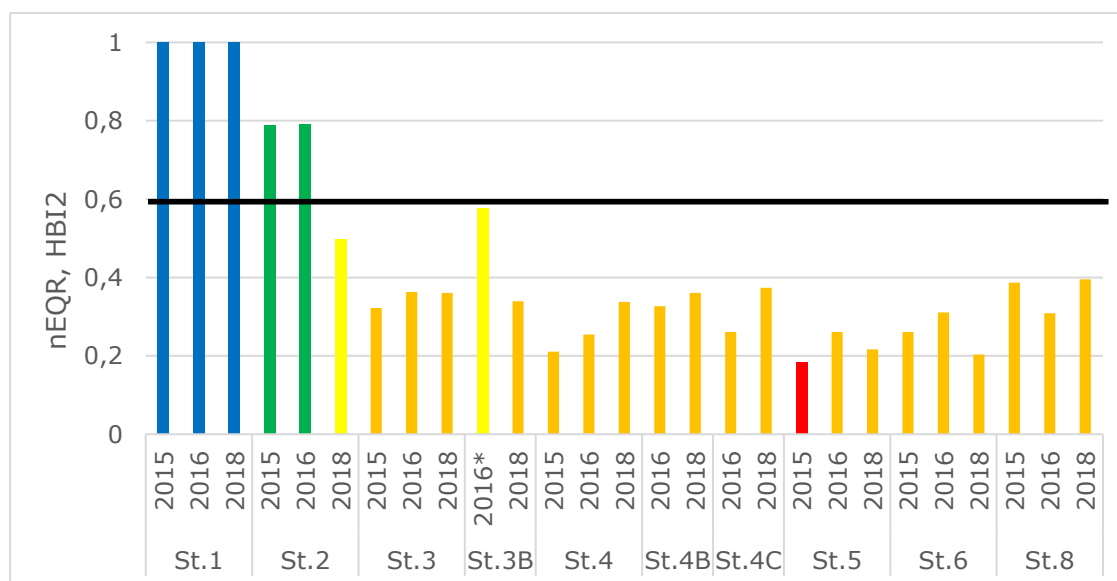
St. 1 ligger oppstrøms Sarpsfossen og er dermed ikke påvirket av utslippspunktene ved Borregaard. Dette gjenspeiles i resultatene da stasjonen er klassifisert til *svært god* tilstand samtlige år (Figur 10). St. 2, nedstrøms Glomma Papp, ble klassifisert til *god* tilstand i 2015 og 2016, og *moderat* tilstand i 2018. Stasjonen blir i liten grad påvirket av Borregaards utslipp ettersom den ligger på andre siden av elva og tilnærmet utenfor rekkevidde av disse. At lokaliteten i årets undersøkelse ble klassifisert til *moderat* tilstand tyder på økt påvirkning fra andre kilder enn de som ligger til grunn for våre undersøkelser.

De resterende stasjonene (St.3-St.8) er alle nedstrøms Borregaards utslippspunkter, og er tydelig påvirket av dette. Det er registrert store forekomster av den heterotrofe bakterien *Sphaerotilus natans*, lammehaler, på alle de nevnte stasjonene.

St. 3, som er like nedstrøms utslippet fra kokeriet, ble klassifisert til *dårlig* tilstand alle undersøkte år. St. 3B var i *moderat* tilstand i 2016 og *dårlig* i 2018. At St. 3B var såpass bra i 2016 kan skyldes at klassifiseringen dette året kun baserte seg på en prøverunde (høst), i motsetning til de resterende stasjonene, som er basert på to prøverunder (vår og høst). Klassifiseringen må derfor anses som usikker.

Borregaards hovedutslipp er mellom St.3 og 4, som trolig er årsaken til at stasjonene fra St.4 til St.8 ble klassifisert til *dårlig* tilstand (Figur 10). Heterotrof begroing forventes å vokse særlig tett like

nedstrøms utslippet. Bakteriekoloniene vokser raskt og bruker dermed opp tilgjengelige organiske stoffer. Den nederste stasjonen i denne undersøkelsen, St.8, er trolig ikke langt nok ned til å fange opp den gradvise bedringen som må forventes med økende avstand fra utslippspunktet. Det er imidlertid gjort tiltaksrettet overvåking i Glomma nedstrøms Borregaard Fabrikker i 2018 (Kile m.fl., 2019). Resultatene herfra tydeliggjør elvens evne til selvrensing, da to av de undersøkte stasjonene ble klassifisert til *moderat* tilstand, altså betydelig bedre enn den dårlige tilstanden på St. 3 til 8 i denne undersøkelsen. I tillegg har nevnte stasjoner gjennomgått en forbedring fra *dårlig* tilstand i 2015 til *moderat* tilstand i 2018 (Kile m.fl., 2019). Dette kan blant annet skyldes en reduksjon i utslipp hos Borregaard fra 2015 til 2018, av KOF på 8 % og BOF på 13 %.



Figur 10. Normalisert EQR for indeksen for organisk belastning, HBI2 (Heterotrof begroingsindeks) beregnet for 10 lokaliteter i nedre del av Glomma for årene 2015, 2016 og 2018. Verdiene angir økologisk tilstand i henhold til vannforskriften. Blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. Den svarte horisontale linjen markerer grensen mellom god og moderat tilstand.

### 3.1.4 Fisk

#### Resultater fisk

Det ble fanget totalt 139 laksunger, hvorav 24 på grusørene (stasjon 5A+5B), 24 på stasjon 3 og 76 på stasjon 2A (Tabell 8). Minste og største laks var henholdsvis 46 mm og 106 mm lange (Figur 11). Gjennomsnittslengden var  $69,0 \text{ mm} \pm 12,0 \text{ (SD)}$ . Både lengdefordelingen og otolittanalysene tyder på at laksungene hovedsakelig var av årets yngel (0+), med unntak av ett individ som trolig var 1+. Ingen fisk var fettfinneklippet. Estimert tetthet av 0+ laks på grusørene var 12,9 og 1,9 per  $100 \text{ m}^2$ , for henholdsvis øvre og nedre grusøre (Tabell 9; Figur 12). På stasjonene 3 og 2A var estimert tetthet henholdsvis 17,3 og 108,6 per  $100 \text{ m}^2$ .

Av 30 undersøkte individer laks, hadde 10 individer fargemerket otolitt, dvs. at de var settefisk. De detekterte merkene var av veldig god kvalitet, og det er mest sannsynlig at fisk uten funn av fargemerke var villfisk. Av de undersøkte individene fra stasjonene 2A, 3 og 4 var ca. 82 % settefisk, mens av undersøkte fisk fra 5A og 5B (grusørene) var bare ca. 5 % settefisk.

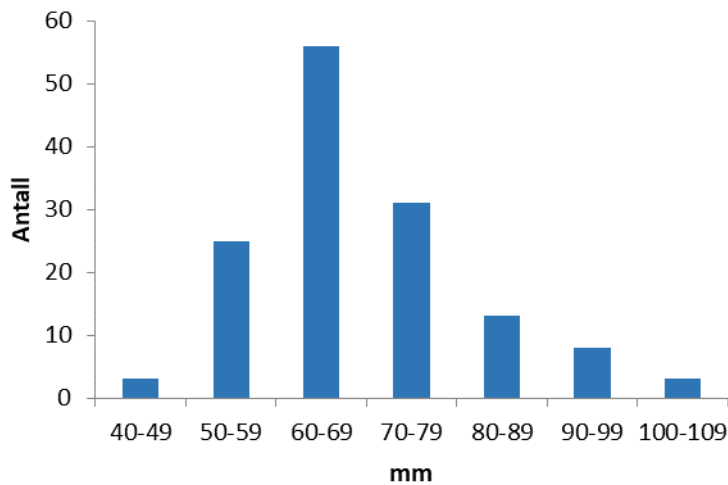
I tillegg til laks ble det fanget ål og steinsmett på fire stasjoner, totalt 20 ål og 40 steinsmett (Tabell 8). Steinsmettene var i lengdeintervallet ca. 3–9 cm og ålene var i lengdeintervallet ca. 10–30 cm. Det

ble også fanget laue med lengde ca. 4–6 cm ved alle stasjoner unntatt Glomma Papp, nedre. Det ble også observert stimer av små laue ved grusørene og Borregaardsholmen.

I tillegg til våre resultater, tar vi også med fangster fra det ordinære stangfisket i Glomma i 2017 og 2018 (Figur 13; NGOFA, 2018)

Tabell 8. Fiskefangster under el-fiske i Glomma ved Borregaard 24. august 2018.

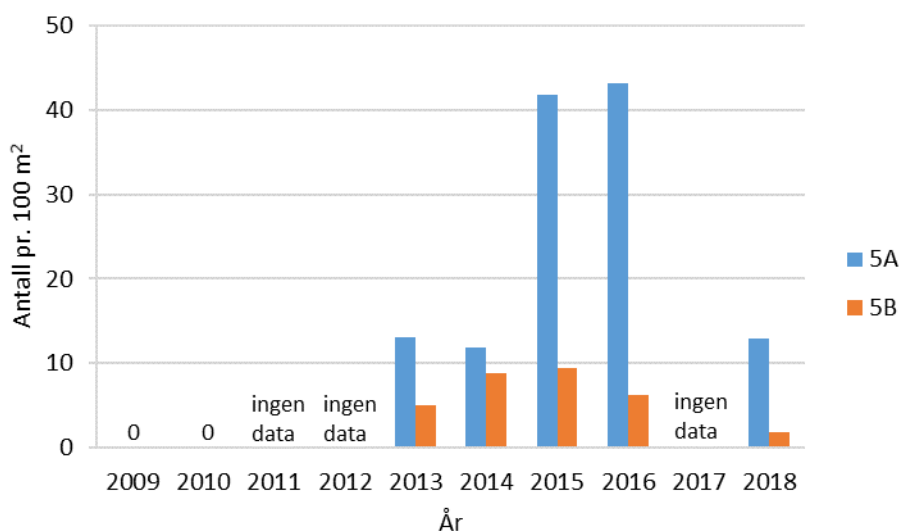
Stasjon	Kode	Areal (m <sup>2</sup> )	°C	Kond. (μS/cm)	Laks 0+	Laks 1+	Ål	Steinsmett	Laue
Grusører, nedre	5B	210	15.3	54.9	4		4	4	2
Grusører, øvre	5A	170	15.1	52.1	19	1	7	27	1
Borregaardsholmen	4	100	14.8	62.1	5		2	5	mange
Huset på prærien	3	203	14.5	51.3	24		7	4	mange
Glomma Papp, nedre	2B	30	14.1	49.6	10				
Glomma Papp, øvre	2A	86	14.2	48.5	76				mange



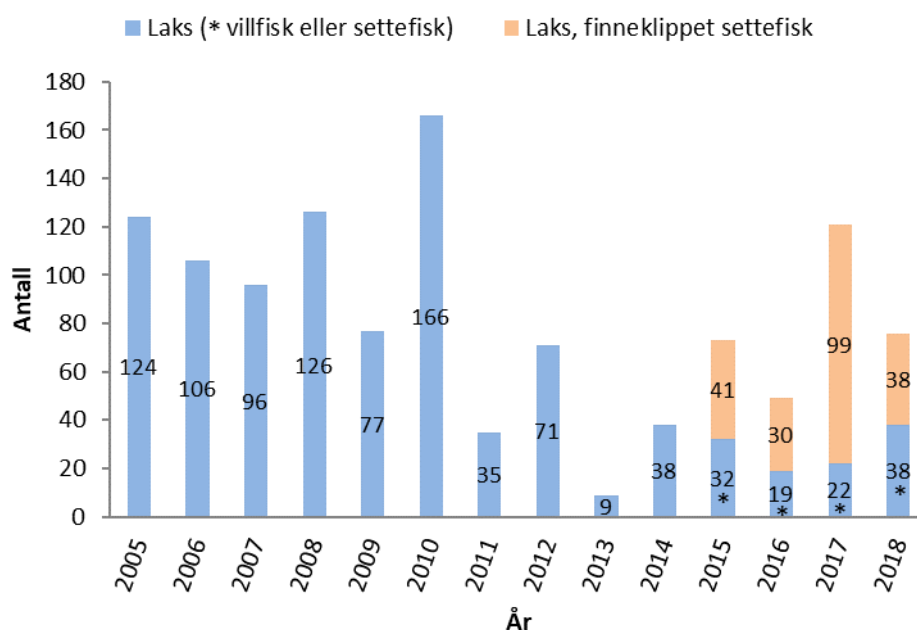
Figur 11. Lengdefordeling for 139 laks fanget under el-fiske i Glomma ved Borregaard 24. august 2018.

Tabell 9. Estimert antall 0+ laks og fangbarhet med standard error (SE) under el-fiske i Glomma ved Borregaard 24. august 2018. Tilsvarende estimater for grusørene 2013–2016 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, 2018	5B	210	4,04	0,24	1,9	0,78	0,21
Grusører, øvre, 2018	5A	170	21,85	3,57	12,9	0,49	0,16
Huset på prærien, 2018	3	203	35,08	13,22	17,3	0,32	0,18
Glomma Papp øvre, 2018	2A	86	93,39	10,76	108,6	0,43	0,09
Grusører, nedre, 2016	5B	224	14,08	10,41	6,3	0,29	0,30
Grusører, øvre, 2016	5A	170	73,40	51,39	43,2	0,19	0,17
Grusører, nedre, 2015	5B	210	19,64	1,10	9,4	0,68	0,12
Grusører, øvre, 2015	5A	160	66,69	14,13	41,7	0,36	0,12
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
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



Figur 12. Estimert tetthet av årsyngel (0+) av laks på stasjonene 5A og 5B (grusørene) i Glomma ved Borregaard for årene 2009–2010, 2013–2016 og 2018.



Figur 13. Fangster av laks under det ordinære stangfisket i Glomma 2005–2018 (NGOFA, 2018). Årlige variasjoner i fiskeinnsats er ikke tatt hensyn til. I 2017–2018 er rømt oppdrettsfisk utelatt.

### Vurderinger fisk

Observert tetthet av laksunger på grusørene i august 2018 var lavere enn det som ble observert i årene 2015–2016. På øvre grusøre var tettheten på nivå med i årene 2013–2014, mens den på nedre grusøre var litt lavere enn disse årene.

Det var uvanlig høye tettheter av laksunger på stasjonene 3 og 2A. Dette skyldes trolig utsetting av 10 000 yngel i området ved stasjon 2A den 15. august, altså kun ni dager før vi el-fisket. På stasjonene 3 og 2A pleier fangsten å være kun et fåtall individer, og årets fangst var sannsynligvis hovedsakelig nylig utsatt fisk. Undersøkelse av fargemerking i et lite utvalg otolitter tyder også på at dette var settefisk. Fangstene på stasjon 3 og 2A tyder på at mye av settefisken har overlevd i ni dager etter utsetting og at mange oppholder seg i utsettingsområdet, mens noen ser ut til å ha krysset elva og beveget seg nedstrøms til stasjon 3.

På grusørene var ca. 5 % av de undersøkte individene fargemerket (settefisk), altså var en stor andel av den undersøkte fangsten der naturlig produsert. Av undersøkte individer fra de øvre stasjoner var det ca. 82 % settefisk, sannsynligvis pga. den ekstra fiskeutsettingen 15. august.

Med unntak av ett individ, som trolig var ettåring, ble det kun fanget laksunger av årets yngel (0+). Glommalaksen har rask elvevekst og påfølgende tidlig smoltifisering og utvandring allerede i løpet av første eller andre leveår (Bremset mfl., 2011). Fravær av 1+ i våre fangster i august kan skyldes at mange 1+ utvandret allerede våren 2018 eller at de oppholder seg i dypere områder som er utilgjengelige for vanlig el-fiske.

El-fisket i Glomma er vanskelig fordi man bare kan fiske grunne områder som er tilgjengelig for vading, og ikke hele elvas bredde. Stasjonene er åpne mot resten av elva, dvs. at fisk som blir bare delvis sjokket/skremt kan svømme ut av stasjonen oppstrøms, nedstrøms eller ut mot

hovedstrømmen, og det er tilfeldigheter som avgjør når dette skjer. I tillegg har stasjonene relativt sterk vannstrøm, slik at det er vanskelig å fange all sjokket fisk før de forsvinner nedstrøms. Dette gjelder alle år, så resultatene bør være relativt sammenlignbare mellom år, men tilfeldigheter kan gjøre noen resultater mer usikre.

Det ble observert fire fiskearter: laks, ål, steinsmett og laue. Dette er omtrent samme resultat som under el-fiske årene 2013–2016 (Ranneklev mfl., 2013; Bækken mfl., 2015; Aanes mfl., 2016; Lindholm mfl. 2016). Det ser ut til at de undersøkte områdene har brukbare forhold for flere arter, inkludert den rødlistede ålen (Henriksen og Hilmo, 2015).

Det ordinære stangfisket i Glomma i 2018 ga 77 laks, hvorav 38 individer var fettfinneklippet, dvs. at de var settefisk, og ett individ var rømt oppdrettsfisk. De resterende 38 individene som ikke var finneklippet, har ukjent opprinnelse. De kan være settefisk som ikke ble finneklippet (yngelutsettinger) eller naturlig produsert villfisk. Uansett tyder fangsten av finneklippet gytefisk på at settefisk overlever og bidro betydelig til gytepopulasjonen i 2018. I 2017 var dette enda tydeligere, da minst 99 av 123 fisk var settefisk. Tallene fra stangfisket antyder at tilbakevandring av gytelaks var større i 2017 enn de foregående årene, men likevel er den observerte tettheten av yngel på grusørene i 2018 altså lavere enn i 2015–2016.

## **3.2 Vannkjemiske undersøkelser**

De vannkjemiske målingene av metaller i Glomma omhandles i 3.2.1 og 3.2.2 . Rådata fra analysene er gitt i Vedlegg A .

### **3.2.1 Vannregionspesifikke stoffer**

I Tabell 10 vises målte gjennomsnittskonsentrasjoner av vannregionspesifikke stoffer ved stasjon St. 1 og St. 6 i Glomma. Alle vannregionspesifikke stoffer ble i 2018 målt i konsentrasjoner over kvantifiseringsgrenser. Konsentrasjonene som ble målt oppstrøms og nedstrøms Borregaard utslipp var tilnærmet like, med unntak av sink som var noe høyere nedstrøms. Alle vannregionspesifikke stoffer ble målt i konsentrasjoner godt under grenseverdiene (AA-EQS og MAC-EQS). Det er ingen data fra St. 6 i Glomma fra 2015, da stasjonen er nyopprettet. Målte konsentrasjoner av metaller ved St.1 og St. 6 fra 2015, 2016, 2017 og 2018 var tilnærmet like, med unntak av sink, som var noe høyere i 2015 og 2017 ved St. 1.

Tabell 10. Konsentrasjoner av vannregionspesifikke stoffer ved St. 1 og St. 6 i Glomma fra 2015 til 2018. Beregnede gjennomsnittsverdier (n = 4) for hvert metall er oppgitt for hver stasjon, samt grenseverdier. Stoffer som overskrider grenseverdien angis med sort celle med hvit tekst, ellers grått, hvis målte konsentrasjoner er under grenseverdier. Samlet tilstand for hver stasjon er angitt i gul («Moderat») eller grønt («God»). Grenseverdier er gitt i Klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, 2018). Data fra 2015, 2016 og 2017 er henholdsvis hentet fra Aanes og Kile, 2016, Lindholm m. fl. 2017 og Ranneklev og Lund, 2017.

Stoffer	Stasjoner	Vannregionspesifikke stoffer (µg/l)							
		St. 1				St. 6			
		Grenseverdier	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017
As	AA-EQS = 0,5 MAC-EQS = 8,5	0,2	0,2	0,2	0,2	ID**	0,2	0,2	0,2
Cu	AA-EQS = 7,8 MAC-EQS = 7,8	1,5	1,5	1,3	1,4	ID	1,8	2,0	1,5
Cr	AA-EQS = 3,4 MAC-EQS = 3,4	0,3	0,3	0,2	0,2	ID	0,2	0,2	0,3
Zn	AA-EQS = 11 MAC-EQS = 11	9,3	8,3	11,9	3,8	ID	6,3	6,5	6,9
<b>Økologisk tilstand*</b>		God	God	Moderat	God	ID	God	God	God

\*, basert på målte vannregionspesifikke stoffer som skal vurderes under økologisk tilstand.

\*\* , ingen data, St. 6 ble ikke benyttet i 2015.

### 3.2.2 Prioriterte stoffer

Konsentrasjoner av prioriterte stoffer som er målt i Glomma ved stasjonene St. 1 og St. 6 er vist i Tabell 11. Alle metaller med unntak av kvikksølv ble målt i konsentrasjoner over kvantifiseringsgrensen. Ingen metaller oversteg grenseverdiene (AA-EQS eller MAC-EQS), og det var godt samsvar mellom konsentrasjonene målt oppstrøms og nedstrøms bedriftens utslipp. Konsentrasjoner av metaller som ble målt på St. 1 og St. 6 i 2015, 2016, 2017 og 2018 var tilnærmet like.

Tabell 11. Konsentrasjoner av prioriterte stoffer ved St. 1 og St. 6 i Glomma fra 2015 til 2018. Beregnede gjennomsnittsverdier (n = 4) for hvert metall er oppgitt for hver stasjon, samt grenseverdier. To målinger av kvikksølv ble målt i konsentrasjoner under kvantifiseringsgrensen, de er da ikke tatt med i beregningen av gjennomsnittene. Konsentrasjoner og samlet tilstand er angitt i blått når grenseverdier ikke er overskredet. Grenseverdier er gitt i Klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, 2018). Data fra 2015, 2016 og 2017 er henholdsvis hentet fra Aanes og Kile, 2016, Lindholm m. fl. 2017 og Ranneklev og Lund, 2017.

Stoffer	Stasjon	Prioriterte stoffer (µg/l)							
		St. 1				St. 6			
		Grenseverdier	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017
Hg	AA-EQS = 0,07 MAC-EQS = 0,07	0,07	<0,001	<0,001	<0,001	ID**	0,005	<0,001	0,002
Cd	AA-EQS = 0,08* MAC-EQS = 0,45*	0,01	0,009	0,009	0,01	ID	0,01	0,01	0,04
Pb	AA-EQS = 1,28 MAC-EQS = 14	0,2	0,2	0,2	0,2	ID	0,2	0,2	0,2
Ni	AA-EQS = 4 MAC-EQS = 34	0,8	0,7	0,7	0,7	ID	0,6	0,7	0,8
<b>Kjemisk tilstand</b>		God	God	God	God	ID	God	God	God

\*vurdert opp mot klasse 1: Hardhet < 40 mg CaCO<sub>3</sub> og Cd ≤ 0,08 (klasse 1).



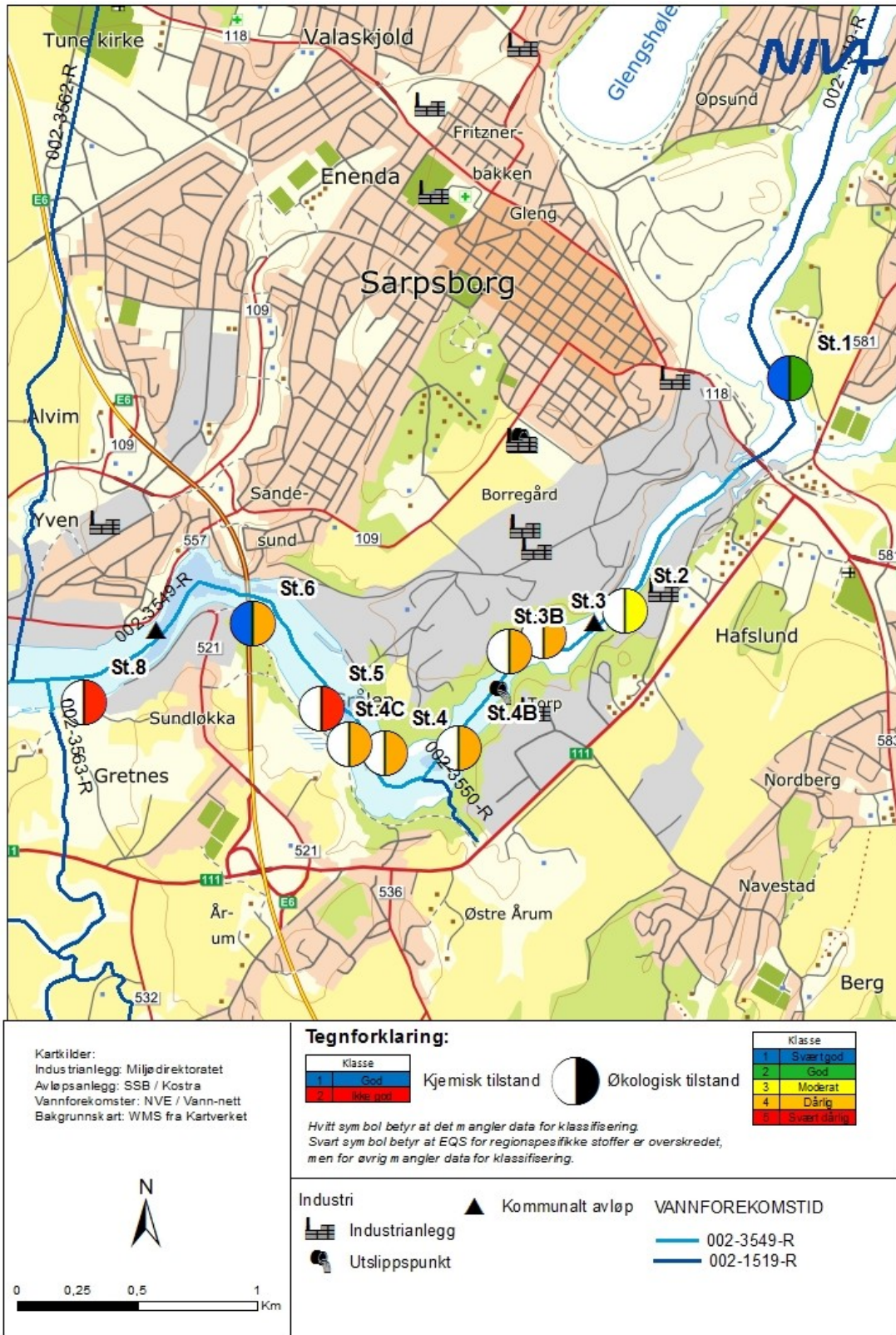
\*\* , ingen data, St. 6 ble ikke benyttet i 2015.

### 3.3 Oversikt over økologisk og kjemisk tilstand for alle stasjoner

En oversikt over samlet økologisk og kjemisk tilstand per stasjon er vist i Tabell 12. Tilsvarende er vist på kartutsnitt i Figur 14, men her er også stasjonene som bare ble undersøkt for lammehaler inkludert. På St.1 og St.6 ble *god* kjemisk tilstand oppnådd med hensyn til de prioriterte stoffene som ble analysert. For økologisk tilstand er det bunndyr og heterotrof begroing som er avgjørende i klassifiseringen for samtlige år, noe som tyder på at det er organisk belastning og ikke eutrofiering fra næringsstoffer som er hovedproblemet i nedre deler av Glomma. Bare referansestasjonen, oppstrøms Sarpsfossen (St.1) oppnådde miljømålet gitt i vannforskriften. St.2 var i *moderat* tilstand og de resterende stasjonene (St.3-St.8) var alle i *dårlig* eller *svært dårlig* tilstand i 2018.

Tabell 12. Oversikt over samlet økologisk tilstand og kjemisk tilstand. Tabellen viser i tillegg Ca-klasse (Ca-klasse 3 = >4 mg/L), PIT, HBI, HBI2 og ASPT med tilhørende verdier av EQR, nEQR og økologisk tilstand, for 4 lokaliteter i nedre del av Glomma. Dataene er fra 2013 til 2018. Den samlede vurderingen av økologisk tilstand er basert på prinsippet «det verste styrer», og den definerende indeksen er oppført. G = god (grønn), M = moderat (gul), D = dårlig (oransje), SD = svært dårlig (rød), n.a = mangler data. Klassegrensene for HBI og HBI2 er ikke interkalibrert og er dermed ikke bindende. For kjemisk tilstand er G = god (blå).

	St.1					St.4				St.5				St.6	St.8			
	2013	2014	2015	2017	2018	2013	2014	2015	2018	2013	2014	2015	2018	2018	2013	2014	2015	2018
Ca-klasse	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
# indikatorer	12	21	16	18	23	7	5	7	7	12	8	6	5	n.a.	9	6	9	8
PIT	13,85	10,75	15,02	9,24	10,01	14,99	16,47	19,21	14,69	16,47	15,06	25,99	22,74	n.a.	29,18	22,09	22,93	24,84
EQR	0,87	0,93	0,85	0,95	0,94	0,85	0,82	0,77	0,85	0,82	0,85	0,64	0,70	n.a.	0,58	0,72	0,70	0,67
nEQR	0,67	0,76	0,63	0,81	0,78	0,63	0,59	0,56	0,64	0,59	0,63	0,47	0,51	n.a.	0,42	0,52	0,51	0,48
Tilstand	G	G	G	SG	G	G	M	M	G	M	G	M	M	n.a.	M	M	M	M
HBI2	n.a.	n.a.	0	0	0	n.a.	n.a.	95,21	38,00	n.a.	n.a.	124,00	92,60	98,50	n.a.	n.a.	16,00	12,15
EQR	n.a.	n.a.	1	1	1	n.a.	n.a.	0,76	0,91	n.a.	n.a.	0,69	0,77	0,75	n.a.	n.a.	0,96	0,97
nEQR	n.a.	n.a.	1	1	1	n.a.	n.a.	0,21	0,34	n.a.	n.a.	0,18	0,22	0,20	n.a.	n.a.	0,39	0,40
Tilstand	n.a.	n.a.	SG	SG	SG	n.a.	n.a.	D	D	n.a.	n.a.	SD	D	D	n.a.	n.a.	D	D
ASPT	6,22	6,19	5,84	n.a.	6,03	5,93	5,91	5,53	5,19	4,59	5,95	6,08	5,24	n.a.	4,14	5,21	4,98	3,77
EQR	0,90	0,90	0,85	n.a.	0,87	0,86	0,86	0,80	0,75	0,67	0,86	0,88	0,76	n.a.	0,60	0,76	0,72	0,55
nEQR	0,66	0,65	0,56	n.a.	0,61	0,58	0,58	0,48	0,40	0,25	0,59	0,62	0,41	n.a.	0,19	0,40	0,34	0,17
Tilstand	G	G	M	n.a.	G	M	M	M	D	D	M	G	M	n.a.	SD	M	D	SD
Vannregionspesifikke stoffer	n.a.	n.a.	G	M	G	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	G	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Samlet økologisk tilstand	G	G	M	M	G	M	M	D	D	D	M	SD	D	D	SD	M	D	SD
Kjemisk tilstand	n.a.	n.a.	G	G	G	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	G	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.



Figur 14. Oversikt over økologisk og kjemisk tilstand for alle stasjoner ved Borregaard i 2018.

## 4 Konklusjon og anbefalinger

De viktigste funnene og konklusjonene etter den tiltaksrettede overvåkingen av Glomma ved Borregaard i 2018 kan sammenfattes slik:

Observerte tetthet av laksunger på grusørene i august 2018 var lavere enn det som ble observert i årene 2015–2016. På øvre grusøre var tettheten på nivå med årene 2013–2014, mens den på nedre grusøre var litt lavere enn disse årene. På grusørene var ca. 5 % av de undersøkte individene fargemerket (settefisk), altså var en stor andel av den undersøkte fangsten der naturlig produsert. Det var uvanlig høye tettheter av laksunger på stasjonene 3 og 2A. Dette skyldes sannsynligvis utsetting av 10 000 yngel i området ved stasjon 2A den 15. august. Det ble observert fire fiskearter i nedre Glomma: laks, ål, steinsmett og laue.

For bunndyr viser resultatene en tydelig effekt av påvirkningene fra Borregaard. Kun referansestasjonen (St.1) viste *god* tilstand, mens stasjonene nedstrøms viste *moderat* til *svært dårlig* tilstand. Tilstanden på St.4 var merkbart lavere i 2018 enn foregående år. Påvirkninger fra utslipp vises også tydelig i EPT diversiteten for prøveåret 2018, hvor referanselokaliteten (St.1) hadde over dobbelt så mange taksa som lokalitetene nedstrøms.

For begroingsalger ble St.1 og St.4 klassifisert til *god*, mens St.6 og St.8 ble klassifisert til *moderat* tilstand i 2018. Tidligere resultater viser stort sett det samme som årets: Alle lokalitetene var i klassen *moderat* eller *god* økologisk tilstand, med generelt noe bedre tilstand på de øverste lokalitetene. Bare St.1 var i *god* eller *svært god* tilstand samtlige år og oppnådde miljømålet gitt i vannforskriften. De resterende lokalitetene ligger i de fleste tilfellene på grensen mellom *god* og *moderat* tilstand, og den eneste stasjonen som havnet i samme tilstandsklasse ved alle undersøkelser var St.8. Den ble klassifisert til *moderat* tilstand i 2013-2018.

Med heterotrof begroing som kvalitetselement var referansestasjonen, St.1, i *svært god* tilstand, mens St. 2 var i *moderat*, og de resterende stasjonene nedstrøms ulike utslipp var i *dårlig* tilstand i 2018. Sammenlignet med tidligere års klassifisering har kun St. 2, ved Glomma Papp, gjennomgått en betydelig endring i tilstand. Fra *god* tilstand i 2015 og 2016 har den falt til *moderat* i 2018. Stasjonen blir i liten grad påvirket av Borregaards utslipp ettersom den ligger tilnærmet utenfor rekkevidde av disse, og det tyder derfor på økt påvirkning fra andre kilder. Det er imidlertid store vannmasser i bevegelse langs den påvirkede strekningen, og vanskelig å være sikker på om alle stasjonene befinner seg utenfor *innblandingssonene* til et av de mange utslippene fra bedriften (Tabell 3). Trenden langs elvestrekningen er imidlertid for tydelig til å forklare tilstandsklassifiseringen ved dette.

Vannregionspesifikke og prioriterte stoffer ble målt i konsentrasjoner under grenseverdier (AA-EQS). God kjemisk tilstand ved stasjonene St.1 og St.6 ble da oppnådd.

Samlet sett viser dette at vannforekomsten oppstrøms Borregaards utslippspunkter oppnår miljømålet om *god* økologisk tilstand, mens vannforekomsten i det påvirkede området er i *dårlig* tilstand og ikke oppnår miljømålet gitt i vannforskriften. Borregaards utslipp av organisk stoff må antas å være hovedårsaken til at den økologiske tilstanden er så dårlig. Heterotrof begroing er det kvalitetselementet som viser den tydeligste trenden oppstrøms sammenlignet med nedstrøms Borregaards utslippspunkter: Fra *god* tilstand oppstrøms fabrikken til stabilt *dårlig* tilstand nedstrøms. I følge Kile m.fl., 2019, er tilstanden basert på HBI2 *moderat* lenger ned i vassdraget. Det

ser altså ut til at elvens selvrensing bedrer tilstanden med økende avstand til utslippspunktet med hensyn til organisk belastning.

For lettere å kunne fastslå hvorvidt redusert utslipp av KOF og BOF fører til bedring i HBI2 anbefaler vi derfor at man ved fremtidig overvåking vurderer å inkludere et par stasjoner lenger ned i Glomma. Dette vil gjøre det lettere å fange opp elvas gradvise regenerering nedstrøms utslippene fra Borregaard. Den nederste stasjonen i denne undersøkelsen, St.8, er etter det vi kan se ikke langt nok nedstrøms utslippene til å fange opp dette. De to stasjonene som i 2018 var i *moderat* tilstand lenger ned i Glomma, var i *dårlig* tilstand tre år tidligere (Kile m.fl. 2019). Denne forbedringen kan tenkes å reflektere at Borregaard har redusert sine utslipp av KOF og BOF de siste årene, men at det først kommer til syne lenger ned i vassdraget.

## 5 Referanser

- 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.
- Borgersen, G., Staalstrøm, A. & Walday, M.G. In prep. Overvåking av Ytre Oslofjord - Marine undersøkelser for Borregaard AS i Hvalerestuaret i 2018. NIVA-notat.
- 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., Kile, M.R., Edvardsen, H., Hagman, C. & Persson, J. 2013. Overvåking av Glomma, Vorma og Øyeren 2012. NIVA-rapport. ISBN 978-82-577-6232-2.
- Bækken, T., Kile, M.R., Lund, E. & Rustadbakken, A. 2015. Tiltaksrettet overvåking i Glomma 2014 – Utslipp fra Borregaard. NIVA-rapport. L.Nr. 6766-2014.
- Direktoratsgruppa. 2010. Veileder 02:2009. Overvåking av miljøtilstand i vann. Veileder for vannovervåking ikt. kravene i Vannforskriften.
- Direktoratsgruppa. 2018. Veileder 02:2018: Klassifisering av miljøtilstand i vann: Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.
- Green, N.W. In prep. Tiltaksorientert overvåking av Glommas munningsområde og Hvalerområde for Kronos Titan AS og Borregaard AS - undersøkelse av miljøgifter, 2018. NIVA-rapport.
- Henriksen S. og Hilmo O. (red.) 2015. Norsk rødliste for arter 2015. Artsdatabanken, Norge
- Kile, M.R., Kemp, J.L., Rannekleiv, S.B., Andersen, E.E. 2019. Tiltaksrettet overvåking av potensielle effekter av utslipp fra Nordic Paper AS på økologisk og kjemisk tilstand i nedre del av Glomma i 2018. NIVA-rapport L. nr. 7339-2019.
- Lindholm, M., Kile, M. R., Lund, E., Thaulow, J., Myren, M. H. 2016. Tiltaksrettet overvåking av Glomma ved Borregaard 2016. NIVA-rapport L. nr. 7100-2016. 50 s.
- Lund, E., Rustadbakken, A & Hokseggen, T. 2014. Fargemerking av lakserogn i Glomma kultiveringsanlegg, Borregaard, 2014. NIVA-rapport L. nr. 6763-2014.
- NGOFA (Nedre Glomma og Omland Fiskeadministrasjon). 2013. Farvel – og på gjensyn!  
<http://www.ngofa.no/index.asp?s=artikkel&id=129>
- NGOFA (Nedre Glomma og Omland Fiskeadministrasjon). 2015. Første laks fra klekkeriet er kommet hjem. <http://www.ngofa.no/index.asp?s=artikkel&id=173&fraarkiv=true>
- NS-EN ISO 10870:2012. Vannundersøkelse - Veiledning i valg av prøvetakingsmetoder og utstyr til bentiske makroinvertebrater i ferskvann. Standard Norge.

Ranneklev, S., Kile, M.R., Bækken, T. & Lund, E. 2013. Tiltaksrettet overvåking i Glomma – Utslipp fra Borregaard. NIVA-rapport 6579-2013.

Ranneklev, S. & Lund, E. 2017. Overvåkning av vannkjemi i Glomma ved Borregaard 2017. NIVA-notat 1450/17.

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

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 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.

Vannforskriften 2015. FOR-2006-12-15-1446, Forskrift om rammer for vannforvaltningen, [www.lovdato.no](http://www.lovdato.no)

Veileder M-608. <http://www.vannportalen.no/globalassets/nasjonalt/dokumenter/veiledere-direktoratsgruppa/grenseverdier-for-klassifisering-av-vann-sedimenter-og-biota-m608.pdf>

Aanes, Karl Jan, Bækken, Torleif, Kile, Maia Røst, Lund, Espen & Rustadbakken, Atle. 2016. Tiltaksrettet overvåking i Glomma 2015 – Utslipp fra Borregaard. NIVA-rapport 6941-2015.

## **Vedlegg A. Vannkjemisk data fra 2018**





Gaustadalleen 21  
0349 Oslo  
Tel: 02348 / (+47) 22 18 51 00  
E-post: niva@niva.no

## ANALYSERAPPORT



RapportID: 9259

**Kunde:** Maia Røst Kile  
**Prosjektnummer:** O 180078 Borregård 2018

Analyseoppdrag:	752-5552
Versjon:	1
Dato:	05.03.2018

**Provenr.:** NR-2018-01895  
**Prøvetype:** FERSKVANN  
**Prøvetakningsdato:** 12.02.2018 13.40.00  
**Prøve mottatt dato:** 13.02.2018  
**Analyseperiode:** 14.02.2018 - 28.02.2018

**Provemerking:** Alger1 Glomma, Borregård, Sorbredden, øst for E6 Alger1  
Stasjon: Alger1 Glomma, Borregård, Sorbredden, øst for E6 Alger1  
Dyp : 0,00-0,00

## Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Kvikksolv	NS-EN ISO 12846	<0,001	µg/l		0,001	Eurofins
Arsen	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	0,11	µg/l	20%	0,025	
Bly	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	0,146	µg/l	20%	0,005	
Kadmium	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	0,0084	µg/l	20%	0,0030	
Kobber	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	1,35	µg/l	20%	0,040	
Krom	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	0,20	µg/l	20%	0,025	
Nikkel	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	0,60	µg/l	20%	0,040	
Sink	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	9,4	µg/l	20%	0,15	



Norsk institutt for vannforskning

Tomas Adler Blakseth

Forsker

Rapporten er elektronisk signert

## Tegnforklaring:

\* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Miljørisikofaktor (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereportene må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vårvækt.

Side 1 av 1



Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Tel: 02348 / (+47) 22 18 51 00  
E-post: niva@niva.no



## ANALYSERAPPORT

RapportID: 9681

**Kunde:** Maia Røst Kile  
**Prosjektnummer:** O 180078 Borregård 2018

Analyseoppdrag:	752-5553
Versjon:	1
Dato:	22.06.2018

<b>Provenr.:</b>	NR-2018-01896	<b>Prøvemerkning:</b>	Alger1 Glomma, Borregård, Sorbredden, øst for E6 Alger1
<b>Provetype:</b>	FERSKVANN	<b>Stasjon:</b>	Alger1 Glomma, Borregård, Sorbredden, øst for E6 Alger1
<b>Prøvetakningsdato:</b>	07.05.2018 12.30.00	<b>Dyp :</b>	0,00-0,00
<b>Prove mottatt dato:</b>	11.05.2018		
<b>Analyseperiode:</b>	22.05.2018 - 31.05.2018		

## Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Kvikksølv	NS-EN ISO 12846	0,001	µg/l	50%	0,001	Eurofins
Arsen	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	0,21	µg/l	20%	0,025	
Bly	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	0,417	µg/l	20%	0,005	
Kadmium	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	0,016	µg/l	20%	0,0030	
Kobber	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	2,12	µg/l	20%	0,040	
Krom	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	0,44	µg/l	20%	0,025	
Nikkel	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	1,08	µg/l	20%	0,040	
Sink	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	8,7	µg/l	20%	0,15	



Norsk institutt for vannforskning

Trine Olsen

Kvalitetsleder

Rapporten er elektronisk signert

## Tegnforklaring

\* : Ikke omfattet av akkrediteringen

&lt;: Mindre enn, &gt;: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vårvækt.



Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Tel: 02348 / (+47) 22 18 51 00  
E-post: niva@niva.no



## ANALYSERAPPORT

RapportID: 10052

**Kunde:** Maia Røst Kile  
**Prosjektnummer:** O 180078 Borregaard 2018

Analyseoppdrag:	752-5554
Versjon:	1
Dato:	12.09.2018

**Provenr.:** NR-2018-01897  
**Provetype:** FERSKVANN  
**Provetakningsdato:** 06.08.2018 11.45.00  
**Prove mottatt dato:** 07.08.2018  
**Analyseperiode:** 08.08.2018 - 04.09.2018

**Provemerkning:** Alger1 Glomma, Borregaard, Sorbredden, øst for E6 Alger1  
**Stasjon:** Alger1 Glomma, Borregaard, Sorbredden, øst for E6 Alger1  
**Dyp:** : 0,00-0,00

## Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Kvikksolv	NS-EN ISO 12846	0,002	µg/l	50%	0,001	Eurofins
Arsen	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	0,17	µg/l	20%	0,025	
Bly	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	0,247	µg/l	20%	0,005	
Kadmium	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	0,012	µg/l	20%	0,0030	
Kobber	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	1,60	µg/l	20%	0,040	
Krom	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	0,12	µg/l	20%	0,025	
Nikkel	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	0,58	µg/l	20%	0,040	
Sink	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	4,0	µg/l	20%	0,15	



Norsk institutt for vannforskning  
Trine Olsen  
Kvalitetsleder

Rapporten er elektronisk signert

## Tegnforklaring:

\* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som våtvekt.

Side 1 av 1



Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Tel: 02348 / (+47) 22 18 51 00  
E-post: niva@niva.no



## ANALYSERAPPORT

RapportID: 10451

**Kunde:** Maia Røst Kile  
**Prosjektnummer:** O 180078 Borregaard 2018

Analyseoppdrag:	752-5555
Versjon:	1
Dato:	22.11.2018

**Provenr.:** NR-2018-01898  
**Provetype:** PERSKVVANN  
**Provetakningsdato:** 06.11.2018 15.05.00  
**Prøve mottatt dato:** 08.11.2018  
**Analyseperiode:** 13.11.2018 - 20.11.2018

**Provermerking:** Alger1 Glomma, Borregaard, Sorbredden, øst for E6 Alger1  
Stasjon: Alger1 Glomma, Borregaard, Sorbredden, øst for E6 Alger1  
Dyp : 0,00-0,00

### Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Kvikksølv	NS-EN ISO 12846	<0,001	µg/l		0,001	Eurofins
Arsen	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	<0,50	µg/l		0,5	
Bly	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	0,1	µg/l	30%	0,1	
Kadmium	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	0,12	µg/l	20%	0,06	
Kobber	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	1,1	µg/l	22%	0,8	
Krom	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	<0,50	µg/l		0,5	
Nikkel	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	<0,80	µg/l		0,8	
Sink	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2005 (E8-4)	5,5	µg/l	20%	3,0	



Norsk institutt for vannforskning  
Trine Olsen  
Kvalitetsleder

Rapporten er elektronisk signert

### Følgende forklaring:

\* : Ikke omfattet av akkrediteringen

< : Mindre enn, > : Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vårvekt.

## Vedlegg B. Taksaliste - bunndyr

	Borregaard St. 1 2018		Borregaard St. 4 2018		Borregaard St. 5 2018		Borregaard St. 8 2018	
	14.03	18.12	13.03	18.12	13.03	18.12	13.03	17.12
<b>Bivalvia</b>								
Sphaeriidae	20	20		1			12	10
<b>Coleoptera</b>								
Gyrinidae	10	9						
<b>Crustacea</b>								
Asellus aquaticus	10			4	1	1		1
<b>Diptera</b>								
Ceratopogonidae		10					26	4
Chironomidae	2880	1424	60	184	144	320	24	80
Empididae							28	2
Simuliidae	62	44	5	10	3	20		
Tipulidae				2				
<b>Ephemeroptera</b>								
Baetidae							1	2
Baetis rhodani	38	10			1	3		
Baetis sp.	7	1						
Caenis horaria		1				1		
Caenis luctuosa		18		2		1		
Centroptilum luteolum		20						
Ephemera vulgata		1						
Ephemerella mucronata	42	10		6	1	30		
Heptagenia fuscogrisea						2		
Heptagenia sulphurea	30	16		2				
Heptageniidae		3						
<b>Gastropoda</b>								
Ancylus fluviatilis			24	8	44	6		
Physa fontinalis			6	8	1	3		
Radix labiata/balthica	1	6	36	184	2	6		10
Valvata cristata				8				
<b>Hirudinea</b>								
Erpobdella octoculata	1					1		
Helobdella stagnalis							1	6
<b>Hydrachnidia</b>								
Hydrachnidia	8	1			1	1	1	
<b>Oligochaeta</b>								
Oligochaeta	896	1440	64	368	24	1984	480	480
<b>Plecoptera</b>								
Isoperla obscura	24	1		1		1		
Isoperla sp.	12	1						

	Borregaard St. 1 2018		Borregaard St. 4 2018		Borregaard St. 5 2018		Borregaard St. 8 2018	
	14.03	18.12	13.03	18.12	13.03	18.12	13.03	17.12
<b>Trichoptera</b>								
Agapetus sp.	1							
Athripsodes sp.		1		1				
Cyrnus trimaculatus							8	1
Goera pilosa			1					
Hydropsyche contubernalis	1				1			
Hydropsyche newae	496	22	1	1				
Hydropsyche sp.	192							
Hydropsychidae		2						
Hydroptila sp.	1	72						2
Hydroptilidae	16	3						
Lepidostoma hirtum	1	1						
Mystacides sp.								1
Neureclipsis bimaculata	232	176		1		4		
Oxyethira sp.		2						
Polycentropodidae	56	30			1	1	1	1
Polycentropus flavomaculatus	1	14						
Polycentropus irroratus								1
Psychomyia pusilla	2		28	36	5	52		
Rhyacophila nubila	10					6		
Rhyacophila sp.		1			1			

## Vedlegg C. Taksaliste – begroingsalger

Liste over registrerte begroingselementer fra 4 stasjoner i nedre Glomma ved Borregaard, fra 2013 til 2018. Mengden er angitt som prosent dekning for begroingselementer observert med det blotte øye i felt. Organismer som vokser på/blant disse og kun er observert i mikroskop er angitt ved:

x=observert, xx=vanlig, xxx=hyppig.

	St.1					St.4				St.5				St.8			
	2013	2014	2015	2017	2018	2013	2014	2015	2018	2013	2014	2015	2018	2013	2014	2015	2018
<b>Cyanobakterier</b>																	
Calothrix spp.											x						
Chamaesiphon amethystinus							x										
Chamaesiphon confervicola		xxx		x				xxx									
Chamaesiphon incrustans			x	xxx													
Chamaesiphon rostafinskii	xxx	xxx	xx		x												
Clastidium setigerum		x	x	x	xx												
Cyanophanon mirabile			xx	x													
Geitlerinema splendidum																	xxx
Heteroleibleinia kossinskajae					xx												
Heteroleibleinia spp.		x		x					xx								
Homoeothrix janthina									xxx								
Homoeothrix juliana												xx					
Homoeothrix spp.										x							
Hydrococcus rivularis										xx							
Leibleinia spp.				xxx	xxx												
Leptolyngbya gloeophila					<1												
Leptolyngbya spp.		xxx															
Merismopedia glauca			x														
Merismopedia punctata				x													
Oscillatoria limosa								x				x	xx	<1	1	x	xx
Oscillatoria proboscidea																	xx
Oscillatoria spp.					x											30	
Phormidium autumnale	<1			10	10	5	10		15	20			15				xxx
Phormidium favosum		15	5			40	70	75	12	20	65	<1	10				
Phormidium inundatum		5										50		xx	<1	<1	
Phormidium retzii	<1																
Phormidium spp.														x	xx		x
Phormidium tinctorium														2		<1	3

	St.1					St.4				St.5				St.8				
	2013	2014	2015	2017	2018	2013	2014	2015	2018	2013	2014	2015	2018	2013	2014	2015	2018	
Tolypothrix distorta					<1	xxx												x
Tolypothrix penicillata	<1			<1														
Uidentifiserte coccale blågrønnalger						<1												x
<b>Grønnalger</b>																		
Bulbochaete spp.					<1													
Chaetophora elegans	<1																	
Closterium spp.			x		x					x								
Cosmarium spp.		x	x	x	x		x		x	x			x					
Draparnaldia glomerata	<1			<1	5													
Hyalotheca dissiliens				xx														
Microspora amoena	5	5	5			<1		<1		10	5	15					xx	
Mougeotia a (6-12u)		xx			x						x							
Mougeotia c (21-24)					x													
Mougeotia d (25-30u)		x																
Oedogonium a (5-11u)	x	<1	xx	xxx	5													xx
Oedogonium b (13-18u)		<1	5	xxx	5		x	x	x		x			x			x	
Oedogonium c (23-28u)	x	xxx	5	10	5									x				
Oedogonium d (29-32u)		x		xxx														x
Oedogonium e (35-43u)				5	x													
Pleurotaenium spp.				x	x								x					x
Spirogyra a (20-42u,1K,L)		xx								x					x			x
Spirogyra d (30-50u,2-3K,L)		60	<1	10	30	<1	5	xxx	1	1	50	<1	22	80	60	70	70	
Spirogyra sp1 (11-20u,1K,R)		x			x	x				x				x	x			
Spondylosium planum					x													
Staurastrum spp.					x													
Stigeoclonium spp.							xx		<1									
Uidentifiserte coccale grønnalger					xxx													
Ulothrix tenerrima					x													
Ulothrix zonata	<1					x				x								
Xanthidium spp.													x					
Zygnema c (30-40u)				x														
<b>Kiselalger</b>																		
Didymosphenia geminata	10	5	90	1														



	St.1					St.4				St.5				St.8			
	2013	2014	2015	2017	2018	2013	2014	2015	2018	2013	2014	2015	2018	2013	2014	2015	2018
Tabellaria flocculosa (agg.)	x	x	xx	xx	xxx	x					xx			x	x		
Uidentifiserte pennate		<1	xxx	xxx	xxx		xxx	xx	xxx		xxx	xxx	xxx			xx	
<b>Rødalger</b>																	
Audouinella chalybaea	10		<1							xx							
Audouinella hermannii	20	<1	5	1	x					xx	x						
Audouinella pygmaea			xxx		xx												
Batrachospermum confusum					1					1							
Batrachospermum gelatinosum	1	<1														<1	
Lemanea fluviatilis			<1	<1													
Rhodophyceae												xx					
<b>Gulgrønnalger</b>																	
Tribonema spp.														x			
<b>Nedbrytere</b>																	
Ophrydium versatile		<1			1												
Sopp, hyfer uidentifiserte		xxx				xxx				xxx		x		x		xxx	
Sphaerotilus natans						40	45	11	70	50	25	1	60	<1	1	<1	10

## Vedlegg D. Stasjonsoversikt - koordinater

Stasjonskode	Stasjonsnavn AquaMonitor	KoordinatX	KoordinatY	Koordinatsystem
St.1	Glomma, Sarpsfossen	11,1341105	59,279763	WGS84
St.2	Glomma Papp nedre	11,123104	59,270765	WGS84
St.3	Glomma, Borregård Ref1	11,11726	59,269639	WGS84
St.3B		11,114837	59,268972	WGS85
St.4	Borregaardsholmen	11,106159	59,264923	WGS87
St.4B		11,111495	59,265237	WGS86
St.4C		11,103564	59,265143	WGS88
St.5	Glomma, Borregård St1	11,101355	59,266411	WGS84
St.6	Glomma, Borregård 68	11,095962	59,269444	WGS84
St.8	Sundløkka nedstrøms	11,083969	59,266161	WGS84

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)