

# Tiltaksrettet overvåking av Glomma ved Borregaard 2021



# RAPPORT

**Hovedkontor**

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

**NIVA Region Sør**

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

**NIVA Region Innlandet**

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

**NIVA Region Vest**

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

**NIVA Danmark**

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

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

## Tittel

Tiltaksrettet overvåking av Glomma ved Borregaard 2021

## Løpenummer

7711-2022

## Dato

22.02.2022

## Forfatter(e)

Maia Røst Kile, Joanna Lynn Kemp, Espen Lund, Jan-Erik Thrane og Sissel Brit Rannekleiv

## Fagområde

Overvåking

## Distribusjon

Åpen

## Geografisk område

Østfold

## Sider

39 + Vedlegg

## Oppdragsgiver(e)

Borregaard fabrikker, Sarpsborg

## Kontaktperson hos oppdragsgiver

Kjersti Garseg  
Gyllensten

Utgitt av NIVA

Prosjektnummer 210084

## Sammendrag

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 2015 til 2021, 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 varierer mellom god og moderat tilstand er samtlige stasjoner nedstrøms ett eller flere utslippspunkter i moderat eller dårlig økologisk tilstand. God kjemisk tilstand ble oppnådd på begge stasjoner som ble analysert for metaller. Estimert tetthet av laksunger (0+) på grusørene i 2021 var betydelig høyere enn tidligere år. Undersøkelse av fargemerking (settefisk) i et lite utvalg individer, antydnet at naturlig reproduksjon i betydelig grad bidro til ungfiskpopulasjonen i 2021.

## Fire emneord

1. Tiltaksrettet overvåking
2. Økologisk tilstand
3. Kjemisk tilstand
4. Vanddirektivet

## Four keywords

1. Operational monitoring
2. Ecological status
3. Chemical status
4. Water Framework Directive

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

*Maia Røst Kile*  
Prosjektleder

*Jan-Erik Thrane*  
Kvalitetssikrer

*Leonard Sandin*  
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7447-9

NIVA-rapport ISSN 1894-7948

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

**Tiltaksrettet overvåking av Glomma ved  
Borregaard 2021**

# 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 fra Borregaard Fabrikker etter pålegg fra Miljødirektoratet om tiltaksrettet overvåking i 2021. 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, Jan-Erik Thrane, Maia Røst Kile og Joanna Lynn Kemp
- Biologiske analyser: Espen Lund (fisk), Eivind Ekholt Andersen og Joanna Lynn Kemp (bunnfauna), Maia Røst Kile (begroing)
- Vannprøver er analysert på NIVAs laboratorium og data er bearbeidet av Sissel Brit Ranneklev
- Kartproduksjon: Maia Røst Kile
- Datahåndtering og overføring av data til Miljødirektoratets database Vannmiljø: Jens Vedal og Roar Brænden
- Faglig kvalitetssikring av rapporten er utført av Jan-Erik Thrane.

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

Oslo, 22.02.2021

*Maia Røst Kile*

---

# Innholdsfortegnelse

<b>Sammendrag</b> .....	<b>5</b>
<b>Summary</b> .....	<b>6</b>
<b>1 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 De berørte vannforekomstene.....	11
1.4 Utslippspunkter og andre kilder til forurensninger i vannforekomsten .....	11
1.5 Laksen i nedre Glomma.....	13
<b>2 Metode</b> .....	<b>15</b>
2.1 Bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram .....	15
2.2 Stasjonsoversikt .....	15
2.3 Prøvetakingsmetodikk og analysemetoder .....	16
2.3.1 Bunndyr .....	16
2.3.2 Begroingsalger .....	17
2.3.3 Heterotrof begroing.....	18
2.3.4 Fisk.....	18
2.3.5 Prioriterte og vannregionspesifikke stoffer .....	19
2.4 Klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand .....	19
<b>3 Resultater og diskusjon</b> .....	<b>22</b>
3.1 Biologiske kvalitetselementer og tilstandsvurdering .....	22
3.1.1 Bunndyr – Organisk belastning .....	22
3.1.2 Begroingsalger .....	24
3.1.3 Heterotrof begroing.....	25
3.1.4 Fisk.....	26
3.2 Vannkjemiske undersøkelser .....	30
3.2.1 Vannregionspesifikke stoffer .....	30
3.2.2 Prioriterte stoffer .....	31
3.3 Oversikt over økologisk og kjemisk tilstand for alle stasjoner .....	32
<b>4 Konklusjon</b> .....	<b>35</b>
<b>5 Referanser</b> .....	<b>37</b>
<b>6 Vedlegg</b> .....	<b>39</b>

## Sammendrag

Rapporten presenterer resultater fra undersøkelser av biologiske og vannkjemiske forhold i Glomma ved Borregaard Fabrikker i 2021. 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 Viken. 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 den utsatte fristen 2027-2033.

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

El-fisket i Glomma ved Borregaard ble utført 18. august 2021, med hovedhensikt å undersøke tetthet av laks i antatte gyte- og oppvekstområder for å overvåke rekruttering av laks. Det ble fisket på fem stasjoner fra grusørene nær Melløs til områder nær Glomma Papp. Estimert tetthet av laksunger (0+) på grusørene i 2021 var betydelig høyere enn tidligere år. Av de 30 individer som ble undersøkt for fargemerking i otolitter, var 1 stk. fargemerket settefisk, altså var en stor andel av den undersøkte fangsten naturlig produsert villfisk. Denne undersøkelsen baserer seg på et fåtall individer og gir bare en indikasjon på forholdet mellom villfisk og settefisk hos laksunger i nedre Glomma, men den antyder at naturlig reproduksjon bidro betydelig til ungfiskpopulasjonen i 2021. I tillegg til laks, ble fiskeartene steinsmett, ål og laue observert. Steinsmett og ål ble fanget på flere stasjoner, men de høyeste antallene ble observert på grusørene.

Basert på en totalvurdering av økologisk tilstand var vannforekomsten oppstrøms Borregaards utslippspunkter i god eller moderat økologisk tilstand i undersøkelsene fra 2015 til 2021, mens vannforekomstene i det påvirkede området var i moderat eller 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, 2016 og 2021 og moderat tilstand i 2018, mens de resterende stasjonene var i moderat eller dårlig tilstand. Vurderingen baserer seg på relevante data fra 2015 til 2021. 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. Heterotrof begroing er det kvalitetselementet som viser størst forskjell oppstrøms sammenlignet med nedstrøms Borregaards utslippspunkter: Fra svært god tilstand oppstrøms fabrikk til dårlig og moderat tilstand nedstrøms. At tilstanden med hensyn til organisk belastning (basert på heterotrof begroing) er moderat lenger ned i vassdraget, tyder på at Borregaards utslipp fortynnes med økende avstand fra utslippspunktet.

På st. 1 ble vannregionspesifikke og prioriterte stoffer målt i konsentrasjoner under grenseverdier (AA-EQS), og god kjemisk tilstand ble oppnådd. På st. 6 var det overskridelser av MAC-EQS for sink i en vannprøve. Tidligere målinger av sink har vært over MAC-EQS ved st. 1 og st. 6. Konsentrasjonen ble bestemt på ufiltrerte vannprøver, og dersom vannprøvene hadde blitt filtrert ville antagelig konsentrasjonen vært under MAC-EQS. Prioriterte stoffer var under AA-EQS og MAC-EQS ved st.6, og god kjemisk tilstand ble oppnådd.

## Summary

Title: Operational monitoring of Glomma at Borregaard 2021

Year: 2022

Author(s): Maia Røst Kile, Joanna Lynn Kemp, Espen Lund and Sissel Brit Ranneklev

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7447-9

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 trends, of the factory's effluents on the river over 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 Viken 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 2027-2033.

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 were examined at five sites, all downstream of one or more of Borregaard's effluents. Heterotrophic growth was examined at nine sites, one site upstream and eight downstream of 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.

Electrofishing was conducted in the river Glomma at Borregaard on the 18<sup>th</sup> of August 2021, mainly to investigate densities of Atlantic salmon in the assumed spawning and nursery areas and to monitor recruitment of salmon. Electrofishing was conducted at five stations from the gravel bars near Melløs to areas near Glomma Papp. The estimated density of juvenile salmon (0+) at the gravel bars (st. 5A+B) in 2021 was considerably higher than in the previous years. Of 30 investigated individuals, one was color marked stocked fish, hence a large share of the investigated fish was of natural origin. Since the total number of individuals was small, however, these results are somewhat uncertain. Nevertheless, our results suggest that natural reproduction contributed considerably to the juvenile salmon population in 2021. In addition to Atlantic salmon, we observed alpine bullhead (*Cottus poecilopus*), European eel (*Anguilla anguilla*) and common bleak (*Alburnus alburnus*).

In an overall assessment of ecological status, the upper water body (upstream of Borregaard) was classified as good or moderate ecological status from 2015 to 2021, while the downstream water bodies in the affected area were moderate to poor status and did 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 2021 and moderate status in 2018, while the remaining sites were moderate or poor status. The assessment is based on data from 2015 to 2021. 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. Heterotrophic growth is the quality element that shows the clearest differences along the surveyed parts of the river; with high status upstream and poor/moderate status downstream of Borregaard's discharge points. That the status based on HBI2 is moderate further down the river indicates that the effluents are mixed and diluted in the water of the river and

that the river's recovery mechanisms improve the status with increased distance from the discharge point regarding organic pollution.

Concentrations of river basin specific pollutants and priority substances did not exceed environmental quality standards (AA-EQS) at st. 1, and good chemical status was achieved. At st. 6 MAC-EQS for zinc was exceeded in one water sample. Previous measurements of zinc have been above MAC-EQS at st. 1 and st. 6. Priority substances were below AA-EQS and MAC-EQS in st. 6, and good chemical status was achieved.

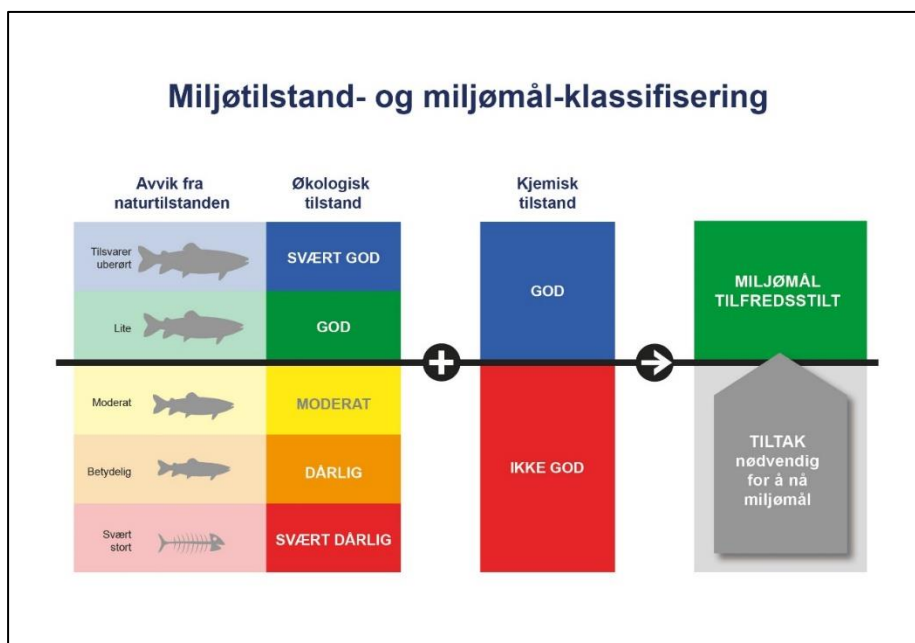


# 1 Introduksjon

## 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, men mindre unntak kan begrunnes ut fra paragraf 9-12 i vannforskriften. Figur hentet fra Klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2018).

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.

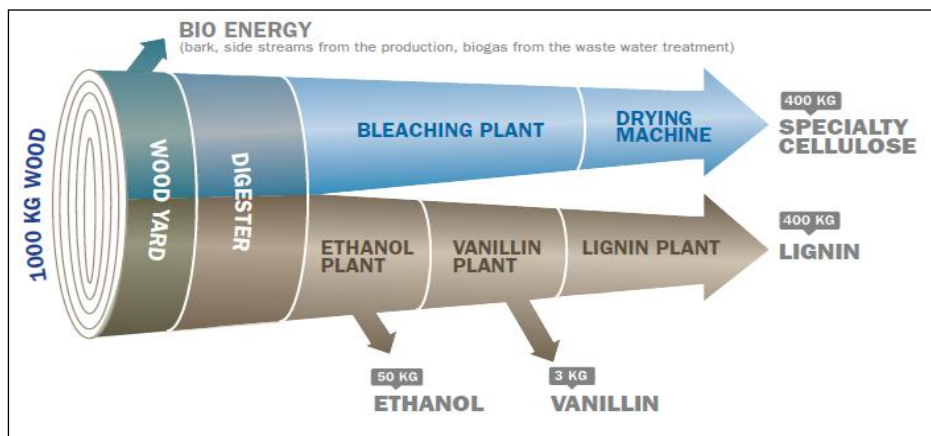
Prøvetakningsfrekvensen skal være så hyppig at man pålitelig kan fastsette miljøtilstanden i henhold til vannforskriften (Direktoratsgruppa, 2018).

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 12. mars 2021 om tiltaksrettet overvåking av Glomma ved Borregaard fabrikker i Sarpsborg, har NIVA gjennomført overvåking knyttet til bedriftens utslipp, fra april til desember 2021. 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 Sarpsfossen i 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 høyforedledede 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 (55,3 tonn/døgn i 2021). 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 2021 i gjennomsnitt 12,7 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	Benevning	Utslippsgrenser		Gjelder fra
			Korttids-grense, løpende måned	Langtids-grense (kalenderår)	
KOF	Hele fabrikken	tonn/døgn	77	59	01.01.2020
S-TS	Hele fabrikken	tonn/døgn	6,5	5	01.01.2020
AOX	Hele fabrikken	tonn/døgn	0,5	0,4	01.07.2019
P-tot	Hele fabrikken	kg/døgn	65	50	01.01.2020
N-tot	Hele fabrikken	kg/døgn	650	500	01.01.2020
Cu	Hele fabrikken	kg/døgn	15	11	01.01.2020
Toluen	Vanillin	tonn innkøpt/år		190	14.03.2005
AUORG (Sum av NaCl, NaOH, Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , NaClO <sub>3</sub> )	Saltlake-resirkulasjon Kloralkali	tonn/døgn	5,0	4,3	14.03.2005
Hg	Hele fabrikken	kg/år		3 kg/år	01.07.2019
BOF	Hele fabrikken	Grense ikke fastsatt			
Metaller (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)	Hele fabrikken	Grense ikke fastsatt			

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

Utslippskomponent	tonn/år (2018)	tonn/år (2019)	tonn/år (2020)	tonn/år (2021)
Kjemisk oksygenforbruk (KOF)	22192	20075	21008	20185
Biologisk oksygenforbruk (BOF)	4872	4307	4629	4629
Suspendert stoff (STS)	1478	1497	1608	1716
AOX	100	88	99	95
Total fosfor (tot P)	13	7	7	8
Total nitrogen (tot N)	136	143	118	104
Kobber (Cu)	3,5	4,2	3,6	2,6
AUORG (lakeblødning)	1376	1432	1242	1206
Kvikksølv (Hg)	0,003	0,0009	0,001	0,001
Arsen (As)	0,012	0,009	0,01	0,009
Kadmium (Cd)	0,007	0,006	0,006	0,006
Nikkel (Ni)	0,268	0,396	0,783	0,574
Bly (Pb)	0,176	0,054	0,061	0,054
Sink (Zn)	5,165	1,296	1,301	1,296

### 1.3 De berørte vannforekomstene

Utslipp til vann fra Borregaard fabrikk ledet 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 R108), med en lengde på 7,6 km. Etter undersøkelser av de biologiske kvalitetselementene bunndyr, begroingsalger, heterotrof begroing og anadrom fisk er vannforekomsten vurdert til å ha dårlig økologisk tilstand basert på HBI2 i 2018 og ASPT i 2013-2018. Den kjemiske tilstanden er vurdert til god basert på målinger av metaller (bly, kvikksølv, nikkel og kadmium i vann) i 2014-2018. Ytterligere informasjon over økologisk og kjemisk tilstand er gitt i Vann-Nett (<https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/002-3549-R>).

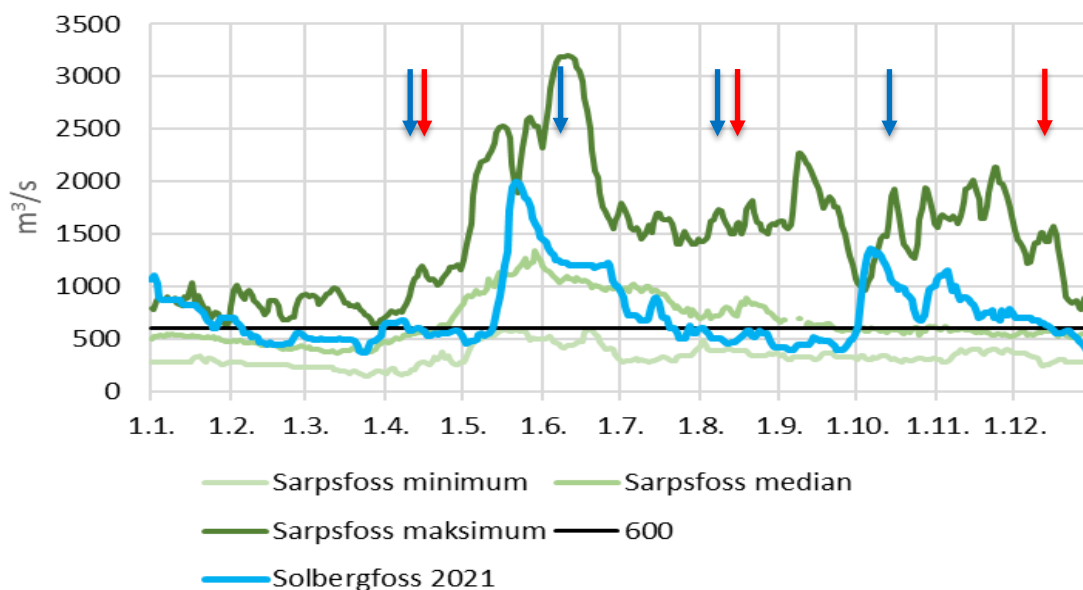
Utslipp til vann fra Borregaard påvirker også vannforekomsten nedstrøms (002-4230-R «Glomma fra Greåker til sjøen»). Vannforekomsten er på lik linje med vannforekomst 002-3549-R i elvetype R108 og klassifisert til dårlig økologisk tilstand basert på heterotrof begroing og bunndyr. Kjemisk tilstand er ikke definert. Ytterligere informasjon over økologisk og kjemisk tilstand er gitt i Vann-nett (<https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/002-4230-R>)

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

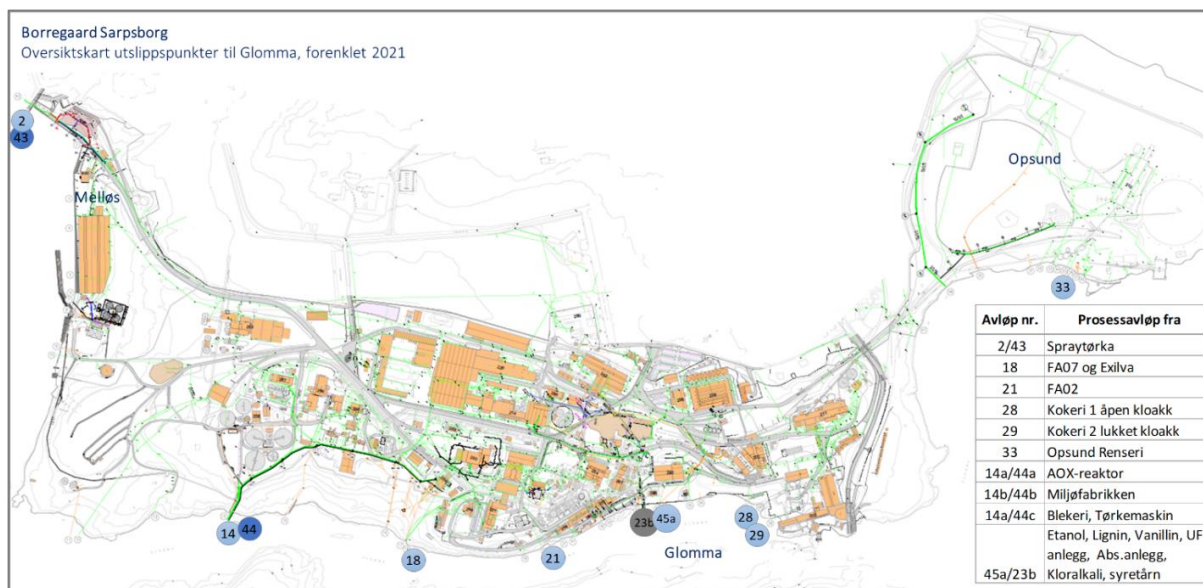
Vannføring i Glomma for overvåkingsperioden 2021, og med tidspunkter for prøvetaking markert, er vist i Figur 3. Utslippene fra Borregaard skjer fra punktutslipp over en strekning på om lag 3,8 km, fra Opsund oppstrøms Sarpefossen, til Melløs, nær brukaret for E6 over Glomma (Figur 4). Bidragene er ulikt 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. 21, 28/29, 44 og 44a. Posisjonen for disse er markert med røde sirkler på stasjonskartet for prøvetakingen (Figur 5).

Det finnes enkelte andre kilder til utslipp på den aktuelle strekningen. Ifølge [Norskeutslipp.no](http://Norskeutslipp.no) beløper årlige utslipp av BOF fra Glomma Papp til Glomma seg til 1,78 – 2,49 tonn årlig fra 2018 til 2020. Videre ledes avrenning fra Gatedalen miljødeponi til Glomma via en bekk. Her er årlige utslipp av BOF og KOF fra 2018-2020 på henholdsvis 0,76 – 10,07 tonn og 17,15 – 37,22 tonn

(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 ( $m^3/s$ ) i Solbergfoss i 2021 (blå linje). Solbergfoss tilsvarer omtrent vannføringen i Sarpsfoss. Grønne linjer gir statistikk for vannføring i Sarpsfoss i perioden 1989–2018. Svart, rett linje antyder ønsket vannføring ved biologisk prøvetaking ( $600 m^3/s$ ). Tidspunkter for biologisk (rød) og vannkjemisk (blå) prøvetaking er markert (Kilder: GLB, NVE Sildre).



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

Tabell 3. Utslippsvolum i kubikkmeter avløpsvann fra de ulike punktene til Glomma fra Borregaard.

Utslippspunkt-Nr. (Figur 4)	Utslippsvolum nivå, m <sup>3</sup> /døgn
33	150-1600
28	6000-12000
29	900-1600
45a	20000-45000
18/21	0-400
44a og c	15000-30000
44 b	8000-15000
2	500-1300

## 1.5 Laksen i nedre Glomma

Atlantisk laks (*Salmo salar*) har gyte- og oppvekstområder i nedre Glommas hovedløp opp til Sarpsfossen. Det antas at det beste område for gyting og oppvekst er de øverste 3 km, mellom Sandesundbrua (E6) og Sarpsfossen. I dette området har elva høy strømhastighet og stedvis gunstig substrat for gyting. Det antas videre at de såkalte grusørene er særlig viktige for laksens gyting og oppvekst. Ved lav vannføring er det mulig å gjøre biologiske undersøkelser på grusørene, og de høyeste tetthetene av lakseyngel er funnet der. Det kan imidlertid antas at flere, dypere områder er like gunstige som grusørene, men disse er vanskelige å undersøke.

Det er også laks i Glommas vestre sideløp Aagaardselva, men den er ikke undersøkt eller ytterligere omtalt her.

Borregaard AS i Sarpsborg har sine utslipp til Glomma i de midtre og øvre delene av strekningen mellom Sandesundsbrua og Sarpsfossen. Dermed kan utslippene påvirke laksens gyting og oppvekst, avhengig av utslippenes størrelse og innhold. På grunn av fare for spredning av sykdomsfremkallende legionellabakterier, ble deler av Borregaards renseanlegg stengt i 2008 og fabrikken fikk dispensasjon til å øke sine utslipp av organiske materiale til Glomma. Høsten 2013 ble et nytt renseanlegg startet og de organiske utslippene redusert. Ved fiskeundersøkelser i 2009–2010 ble det ikke funnet noen lakseyngel på grusørene (Rustadbakken mfl. 2011, Lund 2016).

Det er ikke kjent hva som er naturlig populasjonsstørrelse for laksen i nedre Glomma, men det kan antas at den i mange år har vært negativt påvirket av flere faktorer som urban avrenning, utslipp fra industri og regulert vannføring (vann-nett.no).

Biologiske indikatorer (bunndyr og heterotrof begroing) har indikert stor organisk belastning og dårlig økologisk tilstand nedstrøms Borregaards utslipp til Glomma (Kile mfl. 2019, Kile mfl. 2021). Heterotrof begroing vokser også i det antatt viktigste gyte- og oppvekstområdet for laks og kan dermed ha en negativ effekt på rekruttering til laksepopulasjonen i nedre Glomma (Rustadbakken & Lund 2013).

Nedre Glomma har forekomster av rømt oppdrettslaks, og siden 2017 også forekomster av pukkellaks (Norske lakseelver 2019).

For å styrke laksebestanden i Glomma ble et kultiveringsanlegg for laks etablert i 2012. Første utsetting fra Glomma kultiveringsanlegg på Borregaard ble gjort våren 2013, da det ble satt ut 150 000 av årets yngel i områdene nedstrøms Sarpsfossen. Yngelen var umerket. Videre utsettinger og merkemetoder i årene 2014–2021 er gitt i Tabell 4. Siden 2013 er det satt ut totalt 1 285 700 laks. I tillegg til vanlige utsettinger om våren, ble det i årene 2018–2021 satt ut ca. 10 000 startforet yngel i området ved Glomma Papp i 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 fettfinneklippede 1-åringer i 2014. Det ble fisket 41 av disse i 2015.

Tabell 4. Fiskeutsettinger i nedre Glomma 2013–2021 (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
2019	vår	130 000	Årsyngel	Fargemerket
2019	vår	20 000	1-åringer/smolt	Fargemerket + finneklipp
2019	august	10 000	Årsyngel (foret)	Fargemerket
2020	vår	130 000	Årsyngel	Fargemerket
2020	vår	20 000	1-åringer/smolt	Fargemerket + finneklipp
2020	august	10 000	Årsyngel (foret)	Fargemerket
2021	vår	130 000	Årsyngel	Fargemerket
2021	vår	20 000	1-åringer/smolt	Fargemerket + finneklipp
2021	august	10 000	Årsyngel (foret)	Fargemerket

## 2 Metode

### 2.1 Bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram

Årets tiltaksrettede overvåkingsprogram er oppsummert i Tabell 5. Feltarbeid og behandling av innsamlet data er utført i henhold til overvåkingsprogrammet.

*Tabell 5. Informasjon om regulerte utslippskomponenter med tilhørende kvalitetselementer og indekser samt tidspunkt for prøvetaking med frekvens. Prøvetakingstidspunkt for metaller fra st. 1 avviker fra st. 6 i april og juni, og er angitt i parentes. N = nitrogen; P = fosfor; BOF = biologisk oksygenforbruk; KOF = kjemisk oksygenforbruk; STS = suspendert stoff.*

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.	9	2	Vår og høst
BOF, KOF og STS	Bunndyr	ASPT	Substrat/sed.	4	2	Vår og høst
	Fisk	Tetthet	Vann	5	1	Sensommer
As, Cu, Cr, Zn	Vannregionspesifikke stoffer	As, Cu, Cr, Zn	Vann (ufiltrerte)	2	4	Apr.(feb), juni (mai), august og oktober
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 9 stasjoner, mens begroingsalger og bunndyr ble undersøkt på 4 stasjoner, og fisk på 5 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 bunnsedimentene, reduserer vannutskiftningen og oksygeninnholdet i bunnsedimentene, og kan påvirke bunnsfaunaen. Prøvetaking av metaller (prioriterte- og vannregionspesifikke stoffer) ble gjort fire ganger i 2021, ved st. 1 og st. 6. Konsentrasjoner av metaller fra st. 1 er hentet fra Miljødirektoratets Elveovervåkingsprogram fra 2021, rett oppstrøms Sarpsfossen (for data se [Vannmiljø \(miljodirektoratet.no\)](http://vannmiljo.miljodirektoratet.no)). Til sammen var dermed ni stasjoner prøvetatt for ulike biologiske eller vannkjemiske parametere i 2021 (Figur 5). Koordinater for alle stasjoner er gitt i Vedlegg 1.

### 2.2 Stasjonsoversikt

Lokalisering av stasjonene i Glomma som er benyttet for overvåking av Borregaards utslipp i 2021 er vist i Figur 5. Stasjonene er i stor grad de samme som ved tidligere overvåking, men det er lagt til to nye stasjoner lenger ned i Glomma, som tidligere har vært undersøkt i overvåking for Nordic Paper. Dette for lettere å fange opp en eventuell bedring av tilstand nedstrøms Borregaards utslipp. 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 2021. Alle stasjoner ble prøvetatt for heterotrof begroing, mens bunndyr og begroingsalger ble prøvetatt på st. 1, 4, 5B og 11, og el-fiske ble gjennomført på st. 2A, 2B, 4, 5A og 5B. Prioriterte og vannregionspesifikke stoffer ble prøvetatt på st. 1 og 6. Røde sirkler 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 2021 samlet inn et representativt materiale fra bunndyrsamfunnene 19.-20. april (vårprøver) og 13.-14. desember (høstprøver).

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 minutts prøver, som var et vanlig tidsforbruk i mange bunnfaunderundersøkelser tidligere. Materialet representerer bunndyrsamfunnet på om lag 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 tilbakespyling 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 døgnfluer (Ephemeroptera), steinfluer (Plecoptera) og vårfluer (Trichoptera) (såkalte EPT-taksa). Høye indeksverdier for EPT ligger over 25. Hva som er "normalt" (referansen) er imidlertid avhengig av både hvor i Norge en er og hvilke fysisk-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, forsurening og organisk belastning.

For bunnfauna i ferskvann benyttes indeksen ASPT (Average Score Per Taxon; Armitage et al. 1983) 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 nærings saltbelastning, 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 19. august 2021, 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 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=moderat/dårlig og 46 =dårlig/svært dårlig i henhold til retningslinjer gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2018). EQR verdien beregnes ved følgende formel:  $PIT-EQR = (PIT\ obs - 60,84) / (PIT\ ref - 60,84)$ , der «PIT obs» er den observerte PIT-verdien på stasjonen og «PIT ref» er referanseverdien. 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 kloaklekkasjer, 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 19. – 20. april og 13. – 14. desember 2021. På hver lokalitet undersøktes en ca. 10 meter lang elvestrekning ved bruk av vannkikkert. Det ble tatt prøver av synlig heterotrof begroing (soppen *Leptomitius 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 *Leptomitius 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:  $HBI2-EQR = (HBI2\ obs - maks) / (HBI2\ ref - maks)$ , der «HBI2 obs» er den observerte HBI2-verdien på stasjonen, «HBI2 ref» er referanseverdien=0 og «maks» er 400. 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 18. august 2021, hvor hovedhensikten var å undersøke tetthet av ungfisk av laks i antatte gyte- og oppvekstområder. Undersøkelsen er ikke del av en tilstandsklassifisering, men gjennomføres for å overvåke rekruttering av laks. Det ble fisket på fem stasjoner fra grusørene nær Melløs til områder nær Glomma Papp (Figur 5). Stasjonene var de samme som tidligere år (2013–2016 og 2018–2020; Lund & Håll 2020, Kile mfl. 2021).

Ved el-fisket i 2021 var vannføringen i Sarpsfossen ca. 539 m<sup>3</sup>/s. Det var relativt lav vannføring (<600 m<sup>3</sup>/s) fra begynnelsen av august (Figur 3). Tidevannet var lavt ca. kl. 08.00 og høyt ca. kl. 14.30.

Vanntemperaturen var ca. 18 °C og ledningsevnen varierte mellom 47 og 68  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Lufttemperaturen var ca. 19 °C. Sikten i vannet var god.

På stasjonene 5A og 5B (grusørene) ble det el-fisket over samme areal tre ganger for å kunne estimere tettheten av laks (antall individer pr. areal; Bohlin mfl. 1989). På øvrige stasjoner er fangsten vanligvis for lav til at en tetthetsestimering kan gjennomføres, og de blir derfor som regel el-fisket kun én gang. Fanget laks ble talt opp, lengdemålt og kontrollert for eventuell fettfinneklipping (settefisk).

Et lite utvalg laks som skulle analyseres for fargemerking i otolittene ble avlivet og konservert på 96 % etanol. Øvrig 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 endt fiske. 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).

### 2.3.5 Prioriterte og vannregionspesifikke stoffer

Vannprøvetakning ved 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. Ved st. 1 ble det benyttet data fra Miljødirektoratets elveovervåkingsstasjon, Sarpsfossen. En oversikt over analysemetoder og kvantifiseringsgrenser for de ulike metallene som ble målt ved begge stasjoner er vist i Tabell 5.

Tabell 5. Oversikt over kjemiske analyser av vannprøver som ble benyttet i overvåkingen.

Parameter	Enhet	Metode	Akkreditert metode	Rapporteringsgrense	Måleusikkerhet	Utførende lab
Kvikksølv (Hg)	$\mu\text{g}/\text{l}$	Intern NS-EN ISO 12846	Ja	0,001	Ca. 50 %	Eurofins
Arsen (As)		NS-EN ISO 17294-1:2007		0,025	Ca. 20 %	NIVA
Krom (Cr)				0,005		
Bly (Pb)		og		0,003		
Kadmium (Cd)		Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016		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"). Artssammensetningen uttrykkes gjerne i form av indekser som angir andel arter som er følsomme og andel arter som er tolerante for en bestemt påvirkning.

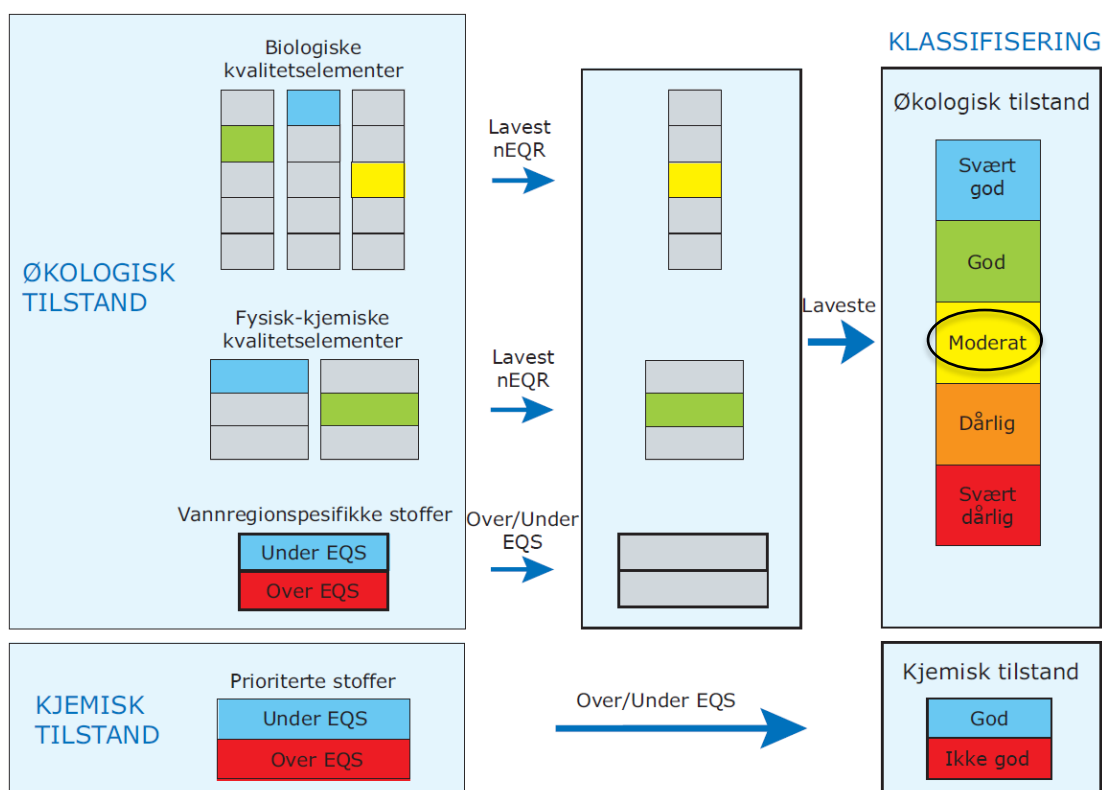
Det er definert tallverdier for referansetilstanden og verdier for de forskjellige tilstandsklassene som angir graden av avvik fra referansetilstanden for hver parameter eller indeks. Svært god tilstand angis med blått fargesymbol, god tilstand med grønt, moderat tilstand med gult, dårlig tilstand med 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 formel 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 fysisk-kjemiske kvalitetselementene, der nEQR verdiene midles for parametere som angir effekter av samme påvirkning (f.eks. total-fosfor og total-nitrogen for eutrofiering).



Figur 6. Prinsippskisse som viser klassifisering av miljøtilstand i en vannforekomst (se tekst under). Figur hentet fra Klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2018).

Piler påtegnet «Lavest», 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 tilstands-klassifiseringen. 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. at «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).

## 3 Resultater og diskusjon

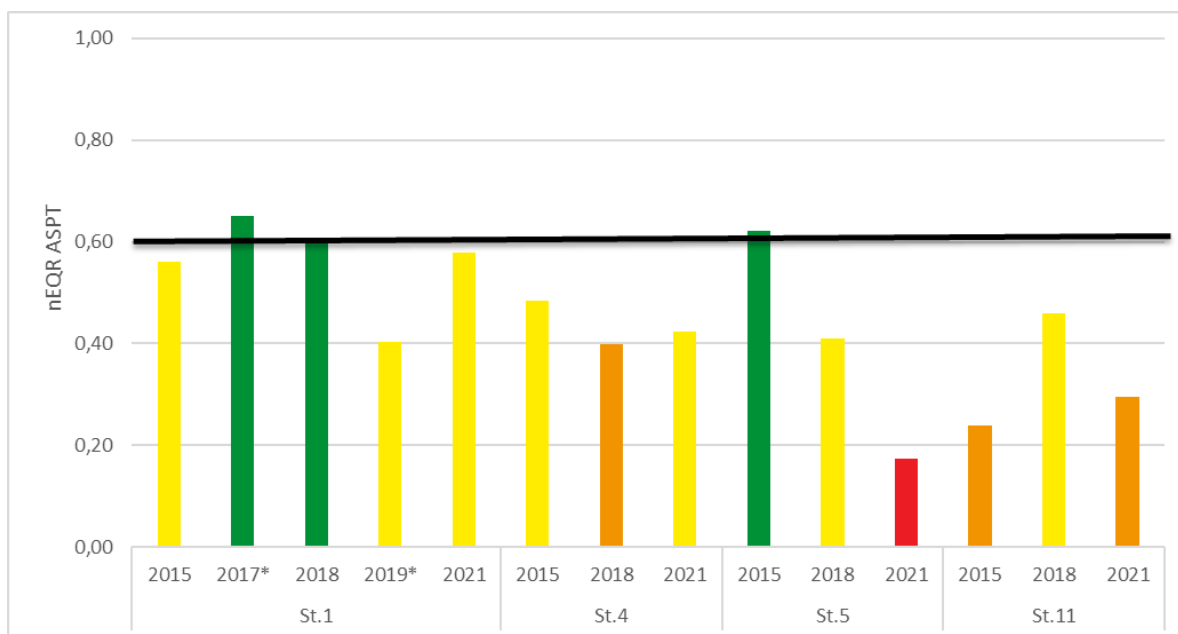
### 3.1 Biologiske kvalitetselementer og tilstandsvurdering

Nedenfor presenteres tilstandsklasser og nEQR-verdier for kvalitetselementene bunndyr, begroingsalger og heterotrof begroing fra overvåkingen i 2021, samt resultater og vurderinger etter el-fisket 2021. Resultater fra tidligere undersøkelser på samme stasjoner (Aanes og Kile, 2016; Lindholm m.fl. 2016; Kile m.fl. 2019; Kile m.fl. 2018; Kile m.fl. 2020; Kile m.fl. 2021) er også diskutert. Rådata for hver indeks/parameter finnes i vedlegg.

#### 3.1.1 Bunndyr – Organisk belastning

Det ble utført bunndyrsundersøkelser på fire stasjoner vår og høst 2021. I tillegg til årets undersøkelser vises også tilgjengelige bunndyrsdata fra de samme stasjonene i 2015 og 2018, og for st. 1 fra 2017 og 2019 (kun høstprøver). Figur 7 viser økologisk tilstandsklassifisering basert på ASPT disse årene, og er arrangert fra oppstrøms Borregaards utslipp (referanse), til nedstrøms alle bedriftens utslippspunkter.

St. 1, ved Sarpsfossen, var i moderat, nær grensen til god, tilstand i 2021. Dette samsvarer godt med tidligere resultater, med unntak av høsten 2019, da stasjonen ble klassifisert til moderat nær grensen til dårlig økologisk tilstand. St. 4, ved Borregaardsholmen, ble klassifisert til moderat, nær grensen til dårlig tilstand i 2021. Dette tilsvarer resultatene fra 2018, men er en forverring sammenlignet med tidligere undersøkelser. Stasjonen ble klassifisert til moderat, nær grensen til god tilstand i 2013 og 2014 (Kile m.fl. 2019). St. 5, ved Grusørene, var i betraktelig dårligere tilstand i 2021 (svært dårlig) sammenlignet med 2015 (god) og 2018 (moderat). I tidligere undersøkelser (2009, 2010 og 2013) ble stasjonen klassifisert til dårlig tilstand (Aanes m.fl. 2016). St. 11 har variert fra dårlig i 2015 til moderat i 2018 og tilbake til dårlig økologisk tilstand i 2021. På denne stasjonen begynte overvåkingen i 2015.



Figur 7. Normalisert EQR for ASPT (Average Score per Taxon) beregnet for 4 lokaliteter i nedre del av Glomma for årene 2015 til 2021. Verdiene angir økologisk tilstand i henhold til vannforskriften. Grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig, rød = svært dårlig tilstand. \* vil si at klassifiseringen kun er basert på høstprøver. Den svarte horisontale linjen markerer grensen mellom god og moderat tilstand.

Figur 8 viser sammensetningen og Tabell 6 diversiteten i bunndyrssamfunnet ved de undersøkte lokalitetene, inkludert de forurensningssensitive døgn-, stein- og vårflueartene (EPT-arter).

Referanselokaliteten, st. 1, viser helt klart høyeste diversitet av EPT-taksa. Alle lokalitetene nedstrøms Borregaards utlipp viste redusert diversitet, og st. 5 (Grusørene) var markant lavere enn de andre stasjonene. St. 11, lengst nedstrøms utlippspunktene, viste en økning i diversitet basert på gruppen vårfluer (Tabell 7; Vedlegg 3).

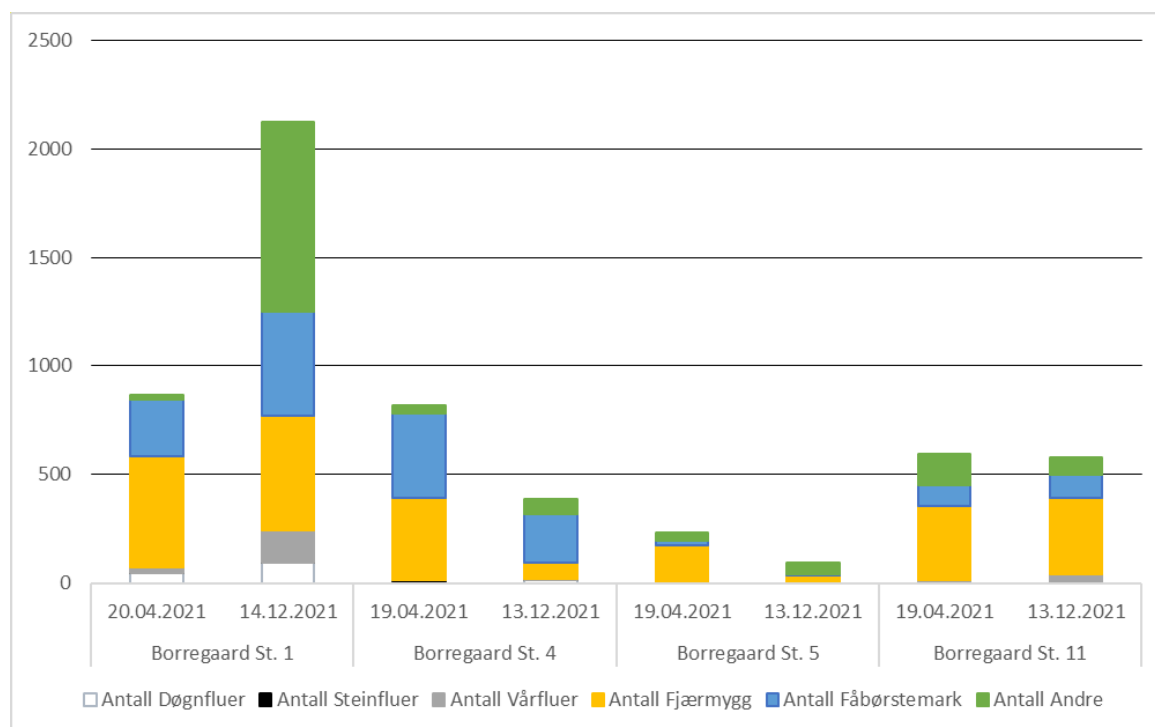
En annen bemerkelsesverdig observasjon knyttet til bunndyrssamfunnets sammensetning er antallet fåbørstemark (blått) og fjærmygg (gult) i enkelte prøver (Figur 8). Høye tettheter av disse ble registrert på st. 1 (referanse), noe som tyder på at elven allerede er betydelig påvirket av organisk belastning oppstrøms Borregaard. I en upåvirket elv av denne typen vil man forvente et mer balansert bunndyrssamfunn, med lavere tetthet av ASPT-taksa som indikerer høy grad belastning og høyere tetthet og diversitet av taksa som indikerer liten grad belastning.

Nedstrøms Borregaards utlipp var fortsatt fjærmygg og fåbørstemark vanlige, men det ble registrert reduserte forekomster ved st. 5 (grusørene). Forekomstene av forurensningsfølsomme taksa, spesielt EPT-taksa, falt kraftig. Steinfluer og døgnfluer var nesten fraværende på de to nederste stasjonene (st. 5 & 11), med unntak av tre registreringer av *Ephemerella mucronata* ved st. 5 og en enkelt *Baetidae* (en relativt forurensningstolerant familie) ved st. 11. Sammenlignet med st. 1 var også diversiteten av vårfluer sterkt redusert på st. 4 og helt fraværende fra st. 5. Ved st. 11 hadde diversiteten, men ikke tettheten, tatt seg noe opp.

St. 5 (grusørene) hadde både lav diversitet og tetthet av bunndyr i 2021. Tidligere bunndyrdata (Kile m.fl. 2019) viser at tilstanden på denne lokaliteten har variert mye fra år til år, kanskje på grunn av at den er svært eksponert i midten av elva med potensielt ustabile sedimenter. Det er derfor vanskelig å



si om tilstandsklassen svært dårlig fra 2021 faktisk gjenspeiler en markant dårligere tilstand sammenlignet med 2015 og 2018 eller om det skyldes tilfeldigheter knyttet til stasjonens plassering.



Figur 8. Bunndyrsamfunnets sammensetning på de undersøkte lokalitetene i 2021.

Tabell 6. Diversiteten av bunndyrtaksa fra vår og vinter 2021.

	St. 1		St. 4		St. 5		St. 11	
	vår	vinter	vår	vinter	vår	vinter	vår	vinter
EPT taksa	14	23	5	8	1	0	11	7
Antall familier	14	19	12	14	7	6	19	16
Antall taksa	23	32	14	18	9	7	30	23

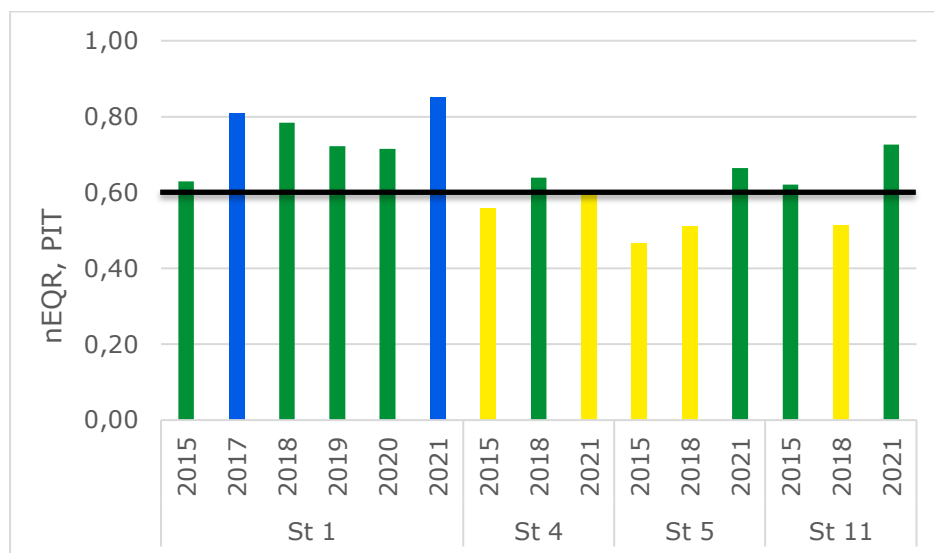
Alt i alt viser resultatene en tydelig effekt av utslippene fra Borregaard på denne strekningen av Glomma. I 2021 viste referansestasjonen (st.1) moderat tilstand for bunndyr (nær god) og stasjonene nedstrøms viste moderat til svært dårlig tilstand. St. 11 ble inkludert i prøvetakingsprogrammet i 2021 i håp om at den ville være langt nok nedstrøms Borregaards utslippspunkter til å kunne se en bedring i tilstand. Basert på ASPT-indeksen ved st. 11 ser vi derimot ingen klare tegn på dette. Det forventes at en bedring av tilstand først vil komme til syne lenger ned i vassdraget, etter at fortykning av utslippene og elvas gradvise selvrensing i større grad har gjort seg gjeldende..

### 3.1.2 Begroingsalger

Basert på eutrofieringsindeksen PIT var den øverste stasjonen (st. 1) i svært god økologisk tilstand, mens den nest øverste (st. 4) var i moderat tilstand og de to nederste stasjonene (st. 5 og 11) var i god tilstand i 2021 (Figur 9).

St. 4, 5 og 11 har variert mellom moderat og god tilstand siden 2015, noe som tyder på at Borregaards utslipp har en negativ effekt på begroingsamfunnet. Det at st. 5 og 11 ble klassifisert til god tilstand i 2021 kan skyldes at Borregaard har redusert sine utslipp av fosfor med mer enn 50 % siden 2015. Også st. 4 ligger på grensen mellom god og moderat tilstand i 2021.

St. 1 (oppstrøms Sarpsfossen) fungerer som referansestasjon og har siden 2015 blitt klassifisert til god eller svært god økologisk tilstand. Den oppfylder dermed miljømålet gitt i Vannforskriften.



Figur 9. Normalisert EQR for eutrofieringsindeksen PIT (Periphyton Index of Trophic status) beregnet for 4 lokaliteter i nedre del av Glomma for årene 2015 til 2021. 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

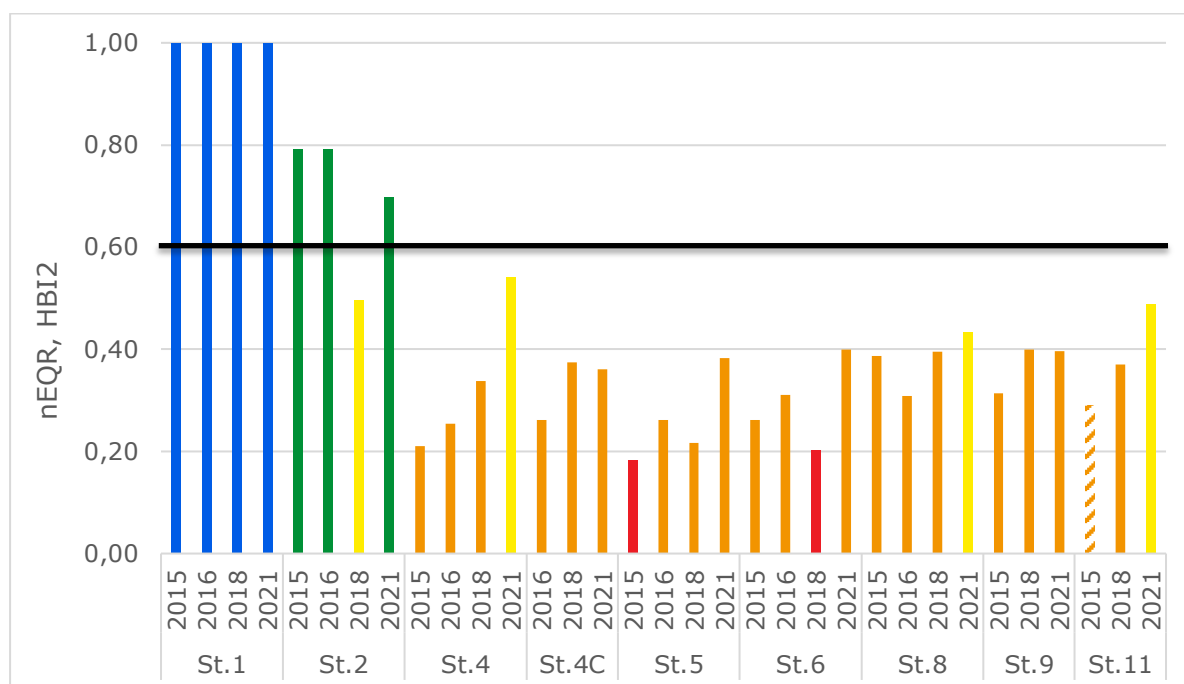
Resultatene fra årets undersøkelse av heterotrof begroing viser tydelig at Borregaards utslipp medfører økt organisk belastning og redusert økologisk tilstand for HB12 i nedre del av Glomma. Dette er på linje med resultater fra tidligere undersøkelser (Aanes og Kile, 2016; Lindholm m.fl., 2016; Kile m.fl. 2019). I sammenligningen med tidligere års resultater har vi valgt å se på data fra 2015, 2016 og 2018, da disse følger samme metodikk. Samtlige resultater er basert på to årlige prøver, én om våren og én seint på høsten.

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 i samtlige år (Figur 10). St. 2, nedstrøms Glomma Papp, ble klassifisert til god tilstand i 2015, 2016 og 2021, 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 for disse.

De resterende stasjonene (st. 4 – st. 11) er alle nedstrøms Borregaards utslippspunkter, og er tydelig påvirket av organisk forurensing herfra. Det er registrert store forekomster av den heterotrofe bakterien *Sphaerotilus natans*, lammehaler, på alle de nevnte stasjonene.

Borregaards hovedutslipp er mellom st. 2 og 4, som trolig er årsaken til at stasjonene fra st. 4 til st. 11 ble klassifisert til moderat eller dårlig tilstand (Figur 10). Heterotrof begroing forventes å vokse særlig tett like nedstrøms utslippet. Bakteriekoloniene vokser raskt og bruker dermed opp

tilgjengelige organiske stoffer. En gradvis bedring forventes med økende avstand fra utslippspunktet. Dette samsvarer med de nederste stasjonene i denne undersøkelsen. Både st. 8 og 11 er klassifisert til moderat tilstand i 2021, mens st. 9 ligger på grensen mellom moderat og dårlig tilstand, noe som tydeliggjør elvens evne til selvrensing. I tillegg har nevnte stasjoner gjennomgått en forbedring fra dårlig tilstand i 2015 og 2018 til moderat tilstand i 2021. Dette kan blant annet skyldes en reduksjon i utslipp av KOF på 17 % og BOF på 15 % hos Borregaard fra 2015 til 2021. At st. 4 ble klassifisert til moderat tilstand i 2021 sammenlignet med dårlig tilstand fra tidligere undersøkelser, kan ha en sammenheng med at utslippet fra blekeriet ble slått sammen med utslippet fra Miljøfabrikken i oktober 2021. Utslipp nr. 44 (Miljøfabrikken) er i tillegg flyttet ca. 40 meter oppover i elven for å treffe en sone med bedre innblanding, og utslippsrøret er nå permanent neddykket i strømførende elv. Et permanent neddykket utslipp fører til raskere innblanding og maksimal fortynning i elvevannet (se Ranneklev m.fl. 2021), og kan derfor være avgjørende for påvirkningen på stasjonen.



Figur 10. Normalisert EQR for indeksen for organisk belastning, HBI2 (Heterotrof begroingsindeks), beregnet for 9 lokaliteter i nedre del av Glomma for årene 2015, 2016, 2018 og 2021. Verdiene angir økologisk tilstand i henhold til vannforskriften. Blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. Skravert søyle vil si at klassifiseringen er usikker da tykkelseskategoriene er basert på feltnotater der tykkelsen ikke er målt nøyaktig Den svarte horisontale linjen markerer grensen mellom god og moderat tilstand.

### 3.1.4 Fisk

#### Resultater fisk

Det ble fanget totalt 146 stk. laksunger, hvorav 132 stk. ble fanget på grusørene (stasjon 5A+5B; Tabell 8). Minste og største laks var henholdsvis 39 mm og 91 mm lange (Figur 11). Gjennomsnittslengden var 55,3 mm  $\pm$  10,1 (SD). Både lengdefordelingen og otolittanalysene tyder på at laksungene hovedsakelig var av årets yngel (0+).

For nedre grusøre ble tetthet av 0+ laks estimert til 21,4 stk. pr. 100 m<sup>2</sup> og for øvre grusøre var estimatet 90,3 stk. pr. 100 m<sup>2</sup> (Tabell 9; Figur 12).

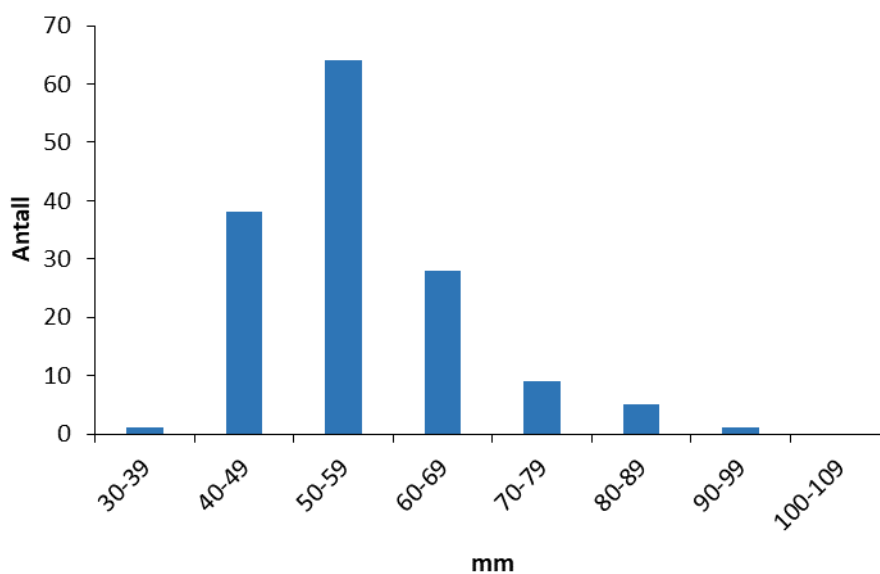
Av 30 undersøkte individer laks, hadde ett individ fargemerket otolitt. Det detekterte merket var av god fargekvalitet, og det er mest sannsynlig at fisk uten funn av fargemerke var villfisk.

I tillegg til laks ble det fanget ål (*Anguilla anguilla*) på tre stasjoner og steinsmett (*Cottus poecilopus*) på tre stasjoner, totalt 12 ål og 49 steinsmett (Tabell 8). Steinsmettene var i lengdeintervallet ca. 3.5–6.2 cm og ålene var i lengdeintervallet ca. 10–30 cm. Det ble også observert noen få, små laue (*Alburnus alburnus*) ved Glomma Papp.

I tillegg til våre resultater, tar vi også med fangst av voksen fisk under det ordinære stangfisket i Glomma 2021, hvor totalt antall var 54 laks. Av disse var 34 fettfinneklippet settefisk og 20 var fisk uten fettfinneklipp (Figur 13; Elveguiden, 2021).

Tabell 8. Fiskefangster under el-fiske i Glomma ved Borregaard 18. august 2021.

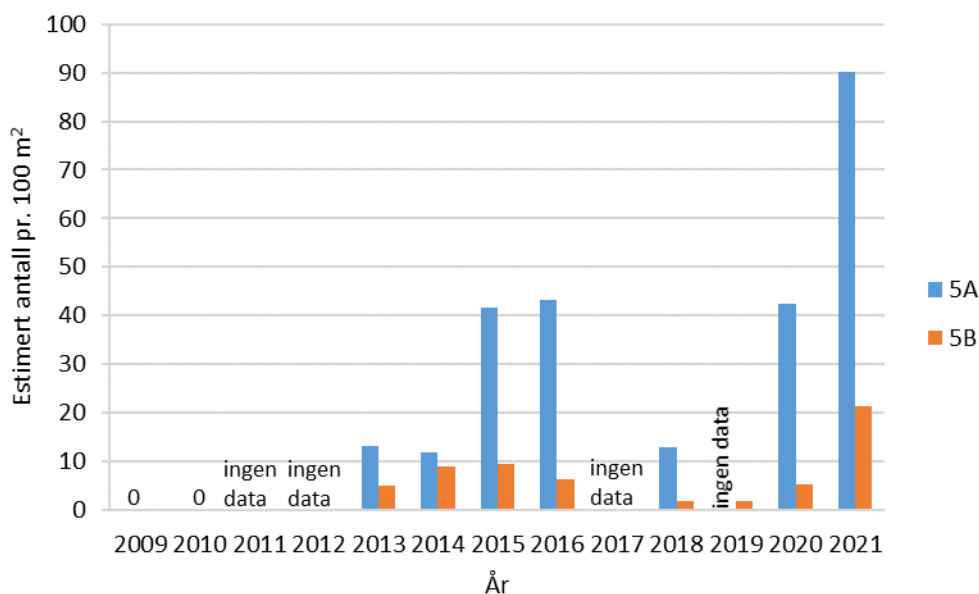
Stasjon	Kode	Areal (m <sup>2</sup> )	°C vann	Kond. (µS/cm)	Laks 0+	Ål	Steinsmett	Laue
Grusører, nedre	5B	195	17,7	55,7	25	3		
Grusører, øvre	5A	180	18,2	56,5	107	8	44	
Borregaards-holmen	4	140	17,7	68,5	1		4	
Glomma Papp, nedre	2B	51	17,6	47,0	7			
Glomma Papp, øvre	2A	125	17,6	46,6	6	1	1	3



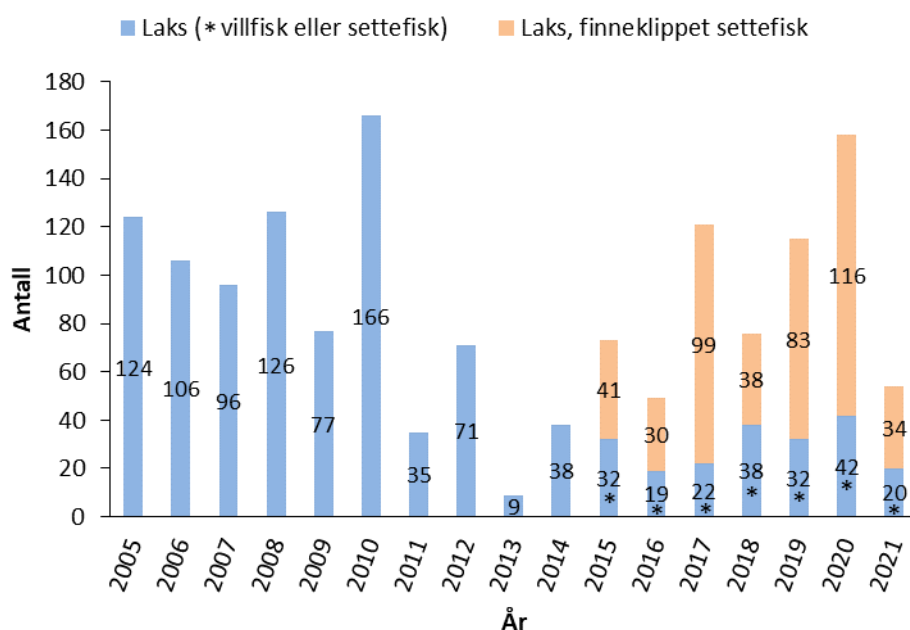
Figur 11. Lengdefordeling for samtlige 146 laksunger (0+) fanget under el-fiske i Glomma ved Borregaard 18. august 2021.

Tabell 9. Estimert antall 0+ laks og estimert fangbarhet med Standard Error (SE) under el-fiske på grusørene (st. 5A og 5B) i Glomma ved Borregaard 18. august 2021. Tilsvarende estimater for grusørene 2013–2016 og 2018–2020 er også angitt.

Stasjon	Kode	Areal (m <sup>2</sup> )	Estimert antall (y)	SE (y)	Est. antall pr. 100 m <sup>2</sup>	Est. fangbarhet (p)	SE (p)
Grusører, nedre, 2021	5B	195	41,73	21,66	21,4	0,26	0,18
Grusører, øvre, 2021	5A	180	162,55	32,27	90,3	0,30	0,09
Grusører, nedre, 2020	5B	220	11,36	0,82	5,2	0,68	0,06
Grusører, øvre, 2020	5A	170	72,02	10,79	42,4	0,41	0,10
Grusører, nedre, 2019	5B	220	4,04	0,24	1,8	0,78	0,21
Grusører, øvre, 2019	5A	225	-	-	-	-	-
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 2018–2021.



Figur 13. Fangst av voksen laks under det ordinære stangfisket i Glomma 2005–2021 (NGOFA/Elveguiden.no, 2021). Årlige variasjoner i fiskeinnsats er ikke tatt hensyn til.

### Vurderinger fisk

Estimert tetthet av laksunger (0+) på begge grusørene var betydelig høyere i 2021 enn tidligere år (Figur 12). Den øvre stasjonen (5A) hadde betraktelig høyere tetthet enn den nedre stasjonen (5B) i 2021, som de fleste årene før (Figur 12). Dette kan trolig forklares med forskjeller i substrat, hvor øvre grusøre antakelig har mer grus i gunstig størrelse.

Undersøkelse av fargemerking (settefisk) i et lite utvalg individer viste klart overtall av villfisk i 2021. Av 30 undersøkte individer laks, hadde kun ett individ fargemerket otolith. Andelen settefisk i undersøkt materiale var dermed omtrent det samme som i 2020 (ca. 3 %). Undersøkelsene baserer seg på et fåtall individer og gir bare en indikasjon på forholdet mellom villfisk og settefisk hos laksunger i nedre Glomma, men viser at naturlig reproduksjon bidro betydelig til ungfiskpopulasjonen i 2020 og 2021.

I en så stor elv som Glomma er tradisjonelt el-fiske ekstra utfordrende fordi vading kun er mulig i begrensede, grunne områder. Stasjonene på grusørene 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 med strømmen. Dette gjelder alle år, så resultatene bør være relativt sammenlignbare mellom år. Allikevel vil faktorene nevnt over medføre en del tilfeldig variasjon i estimert tetthet mellom år. Dessuten gir vannføringen utfordringer, ikke bare ved at det noen år er vanskelig å finne dager med gunstig vannføring, men også ved at vannføringen kan variere i løpet av dagen. Grusørene er også tidevannspåvirket, og dette påvirker vannstanden under el-fisket.

Ekstra utsetting av 10 000 yngel i området ved stasjon 2A i august 2021 ga ikke stort utslag på fangsten i dette området, men totalt 13 fisk ble fanget på de to Glomma Papp-stasjonene. På den nedre Glomma Papp-stasjonen (2B) er det uvanlig å få så mye som seks laks, og det er mulig at disse

var settefisk fra utsettingen i august. Dessuten var gjennomsnittlig lengde for individene fra Glomma Papp-stasjonene noe større (ca. 7.4 cm) enn for de individene som ble fanget på grusørene (ca. 5.3 cm), og det kan tyde på at de var settefisk. Selv om områdene ved de øvre stasjonene kan virke gunstig for små fisk, med gode skjulmuligheter og mindre utslipp, ser det ikke ut til at den utsatte fisken blir der lenge. Men vi kan bare fiske i grunne områder langs land, og får ikke fanget fisk som står litt lengre ut i strømmen.

I tillegg til laks, ble fiskeartene steinsmett, ål og laue observert (Tabell 8). Steinsmett og ål ble fanget på flere stasjoner, men høyest antall ble observert på grusørene.

Det ble fisket totalt 54 gytefisk under ordinært stangfiske i 2021, hvorav 34 stk. var fettfinneklippet og 20 stk. var ikke-fettfinneklippet gytefisk. Dette var et relativt lavt totalantall i forhold til tidligere år, hvor bare 2016 har vært lavere siden settefisken begynte komme inn i fangstene (Figur 13). Antall fettfinneklippet gytefisk (sikker settefisk) i fangstene har variert siden 2015, og andelen har i denne perioden i gjennomsnitt vært ca. 66 %. Dermed er andelen fettfinneklippet fisk i 2021 (63 %) omtrent som gjennomsnittet for de foregående årene. Det er imidlertid usikkert hvor mange av de ikke-fettfinneklippede individene som også er settefisk, siden det hvert år siden 2013 har blitt satt ut yngel som ikke er fettfinneklippet. Disse gjenkjennes dermed ikke som settefisk når fangsten skilles i fettfinneklippet og ikke-fettfinneklippet, og de analyseres ikke for fargemerking i otolitter siden det sjelden avlives gytefisk med fettfinne (catch-and-release). Settefisk ser uansett ut til å bidra betydelig til gytepopulasjonen i nedre Glomma, men totalt antall gytefisk fanget på stang var lavt i 2021.

## 3.2 Vannkjemiske undersøkelser

Målingene av metaller i Glomma omhandles i 3.2.1 og 3.2.2. Rådata fra analysene er gitt i Vedlegg 4.

### 3.2.1 Vannregionspesifikke stoffer

I Tabell 7 vises gjennomsnittskonsentrasjoner av vannregionspesifikke stoffer ved stasjon st. 1 og st. 6 i Glomma. Alle vannregionspesifikke stoffer ble i 2021 målt i konsentrasjoner over rapporteringsgrenser. Konsentrasjonene som ble målt oppstrøms og nedstrøms Borregaards utslipp var tilnærmet like. Konsentrasjonene av sink og kobber var noe høyere ved st. 6 enn st. 1, men innenfor variasjonene som er gjennom året i elva ved st. 1. I en vannprøve var konsentrasjonen av sink 12 µg/l ved st. 6, som er høyere enn MAC-EQS (AA-EQS og MAC-EQS har lik verdi), slik at grenseverdien ble overskredet. Konsentrasjonene av sink i Glomma oppstrøms Borregaard er i perioder høyere enn MAC-EQS. I 2017 (Tabell 7) ble det målt konsentrasjoner av sink over MAC-EQS. Alle vannregionspesifikke stoffer, med unntak av sink, ble målt i konsentrasjoner godt under grenseverdiene (AA-EQS).

Tabell 7. Gjennomsnittskonsentrasjoner av vannregionspesifikke stoffer ved st. 1 og st. 6 i Glomma fra 2015 til 2021. Beregnede gjennomsnittskonsentrasjoner for hvert metall er oppgitt for hver stasjon, samt grenseverdier. Stoffer som overskrider grenseverdien angis med sort celle med hvit. Samlet tilstand for hver stasjon er angitt i gul («Moderat») eller grønt («God»). Grenseverdier er gitt i Klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, 2018). Data fra 2015, 2016, 2017 og 2018 er henholdsvis hentet fra Aanes og Kile (2016), Lindholm m. fl. (2017) og Ranneklev og Lund (2017) og Kile m.fl. (2019).

Vannregionspesifikke stoffer (µg/l)											
Stoffer	Stasjoner	St. 1					St. 6				
		Grenseverdier	2015	2016	2017	2018	2021	2015	2016	2017	2018
As	AA-EQS = 0,5 MAC-EQS = 8,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	ID**	0,2	0,2	0,2	0,2
Cu	AA-EQS = 7,8 MAC-EQS = 7,8	1,5	1,5	1,3	1,4	1,6	ID	1,8	2,0	1,5	2,0
Cr	AA-EQS = 3,4 MAC-EQS = 3,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,5	ID	0,2	0,2	0,3	0,5
Zn	AA-EQS = 11 MAC-EQS = 11	9,3	8,3	11,9	3,8	3,7	ID	6,3	6,5	6,9	7,2
Økologisk tilstand*		God	God	Moderat	God	God	ID	God	God	God	Moderat

\*, 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

Gjennomsnittskonsentrasjoner av prioriterte stoffer som er målt i Glomma ved st. 1 og st. 6 er vist i Tabell 8. Alle metaller med unntak av kvikksølv ble målt i konsentrasjoner over rapporteringsgrensen. I en vannprøve ved st. 6 var konsentrasjonen av bly lik AA-EQS, 1,2 µg/l, men MAC-EQS ble ikke oversteget. Det var godt samsvar mellom gjennomsnittskonsentrasjonene målt oppstrøms og nedstrøms bedriftens utslipp. Da det tidligere ikke har vært målinger av bly i nærheten av AA-EQS, ble vannprøven reanalysert. Resultatet viste samme resultat, 1,2 µg/l. Vannprøvene er ikke filtrert og bly er et metall som binder seg godt til organisk materiale, og ved filtrering ville antagelig konsentrasjonen vært under AA-EQS.



Tabell 8. Konsentrasjoner av prioriterte stoffer ved st. 1 og st. 6 i Glomma fra 2015 til 2021. Beregnede gjennomsnittskonsentrasjoner for hvert metall er oppgitt for hver stasjon, samt grenseverdier. Alle målingene av kvikksølv var under rapporteringsgrensen i 2021. Konsentrasjoner og samlet tilstand er angitt i blått når grenseverdier ikke er overskredet, og rødt ved overskridelse. 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, Ranneklev og Lund, 2017 og Kile m.fl. 2019.

Prioriterte stoffer (µg/l)											
Stoffer	Stasjon	St. 1					St. 6				
		Grenseverdier	2015	2016	2017	2018	2021	2015	2016	2017	2018
Hg	AA-EQS = 0,07 MAC-EQS = 0,07	0,07	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	ID**	0,005	<0,001	0,002	<0,001
Cd	AA-EQS = 0,08* MAC-EQS = 0,45*	0,01	0,009	0,009	0,01	0,01	ID	0,01	0,01	0,04	0,02
Pb	AA-EQS = 1,2 MAC-EQS = 14	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	ID	0,2	0,2	0,2	0,47***
Ni	AA-EQS = 4 MAC-EQS = 34	0,8	0,7	0,7	0,7	1,1	ID	0,6	0,7	0,8	1,3
<b>Kjemisk tilstand</b>		God	God	God	God	God	ID	God	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.

\*\*\*, i en vannprøve var konsentrasjonen av Pb lik 1,2 µg/l, som tangerer AA-EQS.

### 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 9. Tilsvarende er vist på kartutsnitt i Figur 11, men her er også stasjonene som bare ble undersøkt for heterotrof begroing inkludert. På st. 1 og st. 6 ble god kjemisk tilstand oppnådd med hensyn til de prioriterte stoffene som ble analysert. For økologisk tilstand var bunndyr og heterotrof begroing avgjørende for klassifiseringen 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 for referansestasjonen oppstrøms Sarpsfossen (st. 1) i 2017 var de vannregionspesifikke stoffene avgjørende i klassifiseringen, der det ble målt konsentrasjoner av sink over MAC-EQS. St. 2 oppnådde miljømålet gitt i vannforskriften, men her var klassifiseringen kun basert på HBI2. St. 1, 4 og 8 var i moderat tilstand og de resterende stasjonene var alle i dårlig eller svært dårlig tilstand i 2021.



Figur 11. Oversikt over økologisk og kjemisk tilstand for alle stasjoner ved Borregaard i 2021. Høyre side av sirklene angir økologisk tilstand og venstre side angir kjemisk tilstand. Hvitt symbol betyr at det mangler data for klassifisering.

Tabell 9. Oversikt over samlet økologisk og kjemisk tilstand. Tabellen viser i tillegg Ca-klasse (Ca-klasse 3,  $\geq 4$  mg/L), PIT, HBI2, ASPT og vannregionspesifikke stoffer med tilhørende verdier av EQR, nEQR og økologisk tilstand, for 4 lokaliteter i nedre del av Glomma. Dataene er fra 2015 til 2021. Den samlede vurderingen av økologisk tilstand er basert på prinsippet «det verste styrer». SG = svært god (blå), G = god (grønn), M = moderat (gul), D = dårlig (oransje), SD = svært dårlig (rød), NA = mangler data. Klassegrensene for 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 11			
	2015	2017	2018	2019	2020	2021	2015	2018	2021	2015	2018	2021	2021	2015	2018	2021	
Ca-klasse	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
PIT	Antall indikatorarter	16	18	23	22	20	30	7	7	10	6	5	8	NA	12	12	13
	PIT	15,02	9,24	10,01	12,01	12,25	8,11	19,21	14,69	15,92	25,99	22,74	13,87	NA	15,31	22,53	11,86
	EQR	0,85	0,95	0,94	0,90	0,90	0,97	0,77	0,85	0,83	0,64	0,70	0,87	NA	0,84	0,71	0,90
	nEQR	0,63	0,81	0,78	0,72	0,71	0,85	0,56	0,64	0,60	0,47	0,51	0,66	NA	0,62	0,51	0,73
	Tilstand	G	SG	G	G	G	SG	M	G	M	M	M	G	NA	G	M	G
HBI2	HBI2	0	0,00	0,00	NA	NA	0	95,21	38,00	3,6	124,00	92,60	18,005	10,25	60	24	6,05
	EQR	1	1,00	1,00	NA	NA	1	0,76	0,91	0,99	0,69	0,77	0,95	0,97	0,85	0,94	0,98
	nEQR	1	1,00	1,00	NA	NA	1	0,21	0,34	0,54	0,18	0,22	0,38	0,4	0,29	0,37	0,49
	Tilstand	SG	SG	SG	NA	NA	SG	D	D	M	SD	D	D	D	D*	D	M
ASPT	ASPT	5,8	6,2	6	5,2	NA	5,9	5,5	5,2	5,3	6,1	5,2	3,8	NA	4,6	5,5	4,8
	EQR	0,85	0,9	0,87	0,76	NA	0,86	0,8	0,75	0,77	0,88	0,76	0,55	NA	0,66	0,79	0,69
	nEQR	0,56	0,65	0,61	0,40	NA	0,58	0,48	0,40	0,42	0,62	0,41	0,17	NA	0,24	0,46	0,3
	Tilstand	M	G**	G	D**	NA	M	M	D	M	G	M	SD	NA	D	M	D
Vannregionspesifikke stoffer	G	M	G	G	G	G	NA	NA	NA	NA	NA	NA	M	NA	NA	NA	
Samlet økologisk tilstand	M	M	G	M**	G	M	D	D	M	SD	D	SD	D	D	D	D	
Kjemisk tilstand	G	G	G	NA	NA	G	NA	NA	NA	NA	NA	NA	G	NA	NA	NA	

\*Klassifiseringen er usikker da tykkelseskategoriene er basert på feltnotater der tykkelsen ikke er målt nøyaktig.

\*\*Klassifiseringen er kun basert på høstprøve.

## 4 Konklusjon

Estimert tetthet av laksunger (0+) på grusørene i 2021 var betydelig høyere enn tidligere år. Av 30 undersøkte individer av laks fra grusørene, hadde kun ett individ fargemerket otolitt. Andelen settefisk i undersøkt materiale var dermed omtrent det samme som i 2020 (ca. 3 %). Disse undersøkelsene baserer seg kun på et fåtall individer og gir bare en indikasjon på forholdet mellom villfisk og settefisk hos laksunger i nedre Glomma, men antyder at naturlig reproduksjon bidro betydelig til ungfiskpopulasjonen i 2020 og 2021. I tillegg til laks, ble fiskeartene steinsmett, ål og laue observert. Steinsmett og ål ble fanget på flere stasjoner, men høyest antall ble observert på grusørene.

For bunndyr viser resultatene en tydelig effekt av påvirkningene fra Borregaard. Referansestasjonen (st. 1) viste moderat tilstand, nær grensen til god, mens stasjonene nedstrøms viste moderat til svært dårlig tilstand. Tilstanden på st. 5 var merkbart dårligere i 2021 sammenlignet med foregående år og var i svært dårlig tilstand. Påvirkning fra utslippene vises også tydelig i EPT-diversiteten for prøveåret 2021, der referanselokaliteten (st. 1) i gjennomsnitt hadde over dobbelt så mange taksa som lokalitetene nedstrøms. St. 5 hadde nesten ingen EPT-taksa.

For begroingsalger ble st. 1 klassifisert til svært god, mens st. 4 ble klassifisert til moderat og st. 5 og 11 ble klassifisert til god tilstand i 2021. Tidligere resultater viser stort sett det samme som årets: Alle lokalitetene var i klassen moderat, god eller svært 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 på grensen mellom god og moderat tilstand.

Basert på heterotrof begroing var referansestasjonen (st. 1) i svært god tilstand, mens st. 2 var i god, og de resterende stasjonene nedstrøms ulike utslipp var i moderat eller dårlig tilstand i 2021. Sammenlignet med tidligere års klassifisering har st. 4, ved Borregaardholmen, gjennomgått en betydelig forbedring i tilstand fra dårlig tilstand i 2015, 2016 og 2018 til moderat i 2021. Dette kan ha sammenheng med at utslippene fra Blekeriet og Miljøfabrikken er blitt slått sammen, at utslippsrøret er permanent neddykket og at utslippet er flyttet 40 meter oppover i elven der innblandingen i elvevannet er bedre. Ved st. 8 og 11 er også tilstanden bedre i 2021 sammenlignet med tidligere undersøkelser. 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, der utslippene er blandet inn og fortynnet i elvevannet og der elvas gradvise regenerering nedstrøms utslippene fra Borregaard fanges opp.

Ved st. 1 var alle målinger av metaller under AA-EQS. Konsentrasjonen av sink overskred MAC-EQS i en enkeltprøve fra st. 6. Konsentrasjoner av metaller var under AA-EQS og MAC-EQS for prioriterte stoffer ved begge stasjoner og god kjemisk tilstand ble da oppnådd. Alle vannprøvene var ufiltrerte, ved filtrering ville muligens konsentrasjonen av sink vært under MAC-EQS i den ene vannprøven.

Samlet sett viser undersøkelsene at vannforekomstene 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. Vannforekomsten oppstrøms Borregaards utslippspunkter står i fare for ikke å oppnå miljømålet siden tilstanden varierer mellom moderat og god. Heterotrof begroing er det kvalitetselementet som viser størst forskjell mellom stasjonene opp- og nedstrøms Borregaards utslippspunkter: Fra svært god tilstand oppstrøms fabrikken til dårlig og

moderat tilstand nedstrøms. At tilstanden basert på HBI2 er moderat lenger ned i vassdraget tyder på at fortynning og elvens selvrensing bedrer tilstanden med hensyn til organisk belastning med økende avstand til utslippspunktet.

## 5 Referanser

Armitage, P. D., et al. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research* 17(3): 333-347.

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.

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.

Elveguiden. 2021. <https://elveguiden.no/no/laksebors/202>

GLB. Glommens og Laagens Brukseierforening. <https://glb.no/>

Hawkes, H. A. 1998. Origin and development of the biological monitoring working party score system. *Water Research* 32(3): 964-968.

Kile, M.R., Kemp, J.L., Andersen, E.E., Lund, E., Ranneklev, S.B., Thaulow, J. 2019. Tiltaksrettet overvåking av Glomma ved Borregaard 2018. NIVA-rapport 7354-2019.

Kile, M.R., Kemp, J.L., Ranneklev, 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.

Kile, Maia Røst; Lund, Espen; Håll, Johnny Peter. 2021. Tiltaksrettet overvåking av Glomma ved Borregaard 2020 , Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport 7594-2021

Kile, M.R., Ranneklev, S.B., Persson, J., Myrvold, K.M. 2018. Klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand i norske elver i tråd med vannforskriften. Elveovervåkingsprogrammet 2017. Miljødirektoratet-rapport. L.Nr. 1167.

Kile, M.R., Ranneklev, S.B., Persson, J., Eriksen, T.E., Myrvold, K.M. 2020. Klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand i norske elver i tråd med vannforskriften. Elveovervåkingsprogrammet 2019. NIVA-rapport. L.Nr. 7567.

Kile, M.R., Ranneklev, S.B., Persson, J., Eriksen, T.E., Myrvold, K.M. 2021. Klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand i norske elver i tråd med vannforskriften. Elveovervåkingsprogrammet 2020. NIVA-rapport. L.Nr. 7676.

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.

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

Lund, E. 2016. Vurdering av endringer i oppvekstforhold for laks i Glomma ved Borregaard i perioden 2010–2015 og betydningen av fiskeutsettinger fra Glomma kultiveringsanlegg. NIVA-rapport 7018-2016.

Lund, Espen; Håll, Johnny Peter. 2020. Overvåkning av fisk i Glomma ved Borregaard 2019 , Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport 7465-2020

Norske lakseelver. 2019. <https://lakseelver.no/nb/news-2019/fangst-av-pukkellaks-i-gl-og-aa-i-2019>

NVE Sildre. <https://sildre.nve.no/>

Ranneklev, S.B., Staalstrøm, A., Lindholm, M. og Garmo, Ø. 2021. Miljøpåvirkning fra Borregaards prosessavløpsvann til Glomma. NIVA-rapport 7570-2021.

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

Rustadbakken, A. & Lund E. 2013. Forsøk med planting av lakserogn i nedre Glomma 2011-2012. NIVA-rapport 6488-2013.

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.

Vann-nett. <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/002-3549-R>

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

## 6 Vedlegg

Vedlegg 1 Oversikt over prøvetakingsstasjoner i Glomma ved Borregaard 2021.

Stasjonsnavn	Stasjonsnummer	Lat	Long
Glomma v/ Sarpsfossen	St. 1	59.279763	11.134110
Glomma v/Glomma Papp	St. 2A, B	59.270765	11.123104
Glomma v/ Borregaardsholmen	St. 4	59.264923	11.106159
Glomma v/Dombergodden	St. 4C	59.265143	11.103564
Glomma v/Grusørene	St. 5A, B	59.266411	11.101355
Glomma v/E6	St. 6	59.269444	11.095962
Glomma v/ Sundløkka	St. 8	59.266161	11.083969
Glomma v/Hannestad	St. 9	59.265804	11.052696
Glomma v/Torp	St. 11	59.248953	11.014678



Vedlegg 2 Taksaliste – begroingsalger. Liste over registrerte begroingselementer fra 4 stasjoner i nedre Glomma ved Borregaard, fra 2015 til 2021. Mengden er angitt som prosent dekning for makroskopiske begroingselementer observert i felt. Organismer som vokser på/blant disse og kun er observert i mikroskop er angitt ved: x=observert, xx=vanlig, xxx=hyppig.

Taksa	St. 1						St. 4			St. 5			St. 11		
	2015	2017	2018	2019	2020	2021	2015	2018	2021	2015	2018	2021	2015	2018	2021
<b>Bacillariophyta</b>															
<i>Didymosphenia geminata</i>	90.0	1.0		5.0	70.0	15									
<i>Tabellaria flocculosa</i> (agg.)	xx	xx	xxx	xxx		xxx			xx						
Uidentifiserte pennate	xxx	xxx	xxx	3.0	xxx	xxx	xx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
<b>Chlorophyta</b>															
<i>Bulbochaete</i> spp.			<1.0			5									
<i>Cladophora</i> spp.														x	
<i>Closterium</i> spp.	x		x	x	x	x						x			
<i>Coelastrum</i> spp.						x									
<i>Cosmarium</i> spp.	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x			x
<i>Draparnaldia glomerata</i>		<1.0	5.0												
<i>Euastrum</i> spp.						x									
<i>Hormidium rivulare</i>													x		
<i>Hyalotheca dissiliens</i>		xx				xxx									x
<i>Microspora amoena</i>	5.0			2.0	5.0	x	<1.0		x	15.0			xxx		
<i>Mougeotia</i> a (6 -12u)			x			xx								x	
<i>Mougeotia</i> b (15-21u, korte celler)															x
<i>Mougeotia</i> c (21- 24)			x			x							x	5.0	
<i>Mougeotia</i> d (25-30u)						x						x			1
<i>Mougeotia</i> a2 (3-7u)				x		xxx									x
<i>Netrium</i> spp.				x											
<i>Oedogonium</i> a (5-11u)	xx	xxx	5.0	2.0		40			x			x		x	
<i>Oedogonium</i> a/b (19-21μ)						<1									
<i>Oedogonium</i> a1 (3-4u)						xxx									
<i>Oedogonium</i> b (13-18u)	5.0	xxx	5.0	20.0	xxx	xxx	x	x				x			
<i>Oedogonium</i> c (23-28u)	5.0	10.0	5.0	2.0	x	xx			x			x			xx
<i>Oedogonium</i> d (29-32u)		xxx			25.0								x		
<i>Oedogonium</i> e (35-43u)		5.0	x	12.0	<1.0	xxx									
<i>Pleurotaenium</i> spp.		x	x		x	x			x		x				

Taksa	St. 1						St. 4			St. 5			St. 11		
	2015	2017	2018	2019	2020	2021	2015	2018	2021	2015	2018	2021	2015	2018	2021
Rhizoclonium spp.															2
Spirogyra a (20-42u,1K, L)						xxx							x		
Spirogyra d (30-50u,2-3K, L)	<1.0	10.0	30.0	5.0	xxx	xx	xxx	1.0	<1	<1.0	22.0	<1	1.0	10.0	30
Spirogyra sp1 (11-20u,1K, R)			x			xxx								x	x
Spondylosium planum			x	x											
Staurastrum spp.			x	x		x			x					x	
Stigeoclonium spp.								<1.0							
Stigeoclonium tenue														<1.0	
Teilingia granulata					x	xxx									
Uidentifiserte coccale grønnaelger			xxx												
Ulothrix tenerrima			x			xx							1.0		2
Xanthidium spp.											x				
Zygnema b (22-25u)													30.0		x
Zygnema c (30-40u)		x													
<b>Cyanobacteria</b>															
Chamaesiphon confervicola		x			xxx	xx	xxx								xxx
Chamaesiphon incrustans	x	xxx			x										
Chamaesiphon minutus				x											
Chamaesiphon rostafinskii	xx		x	x	xx	x									
Clastidium setigerum	x	x	xx			xx									
Coleodesmium sagarmathae					<1.0										
Cyanophanon mirabile	xx	x			x										
Geitlerinema splendidum									xxx						
Geitlerinema spp.						xx									
Heteroleibleinia kossinskajae			xx												
Heteroleibleinia spp.		x		x	x	xxx		xx					x		xxx
Homoeothrix janthina				x				xxx							
Homoeothrix juliana										xx					
Homoeothrix spp.									x			x			
Hydrococcus rivularis						xxx									
Leibleinia spp.		xxx	xxx	x	xx										
Leptolyngbya gloeophila			<1.0	xxx											
Merismopedia glauca	x														
Merismopedia punctata		x			x	x			x						

NIVA 7711-2022

Taksa	St. 1						St. 4			St. 5			St. 11		
	2015	2017	2018	2019	2020	2021	2015	2018	2021	2015	2018	2021	2015	2018	2021
Oscillatoria limosa							x			x	xx			<1.0	
Oscillatoria spp.			x												
Phormidium autumnale		10.0	10.0	xxx	<1.0	1		15.0	35		15.0	50	1.0		2
Phormidium favosum	5.0						75.0	12.0		<1.0	10.0		5.0		
Phormidium inundatum				1.0	5.0				10	50.0		1	xxx	<1.0	3
Phormidium retzii				<1.0											
Phormidium spp.						1								xx	
Phormidium tinctorium														5.0	
Schizothrix spp.				<1.0		xxx									
Tolypothrix distorta			<1.0												
Tolypothrix penicillata		<1.0													
Uidentifiserte trichale blågrønnalger				xxx		x									
<b>Rhodophyta</b>															
Audouinella chalybaea	<1.0														
Audouinella hermannii	5.0	1.0	x	<1.0	5.0	5									
Audouinella pygmaea	xxx		xx	xxx	xxx										
Batrachospermum confusum			1.0												
Batrachospermum gelatinosum					<1.0	2									
Lemanea fluviatilis	<1.0	<1.0			1.0	3									
Rhodophyceae										xx					
<b>Saprophyta</b>															
Ophrydium versatile			1.0	<1.0											
Sopp, hyfer uidentifiserte										x			xx		
Sphaerotilus natans							11.0	70.0	25	1.0	60.0	1	xxx	80.0	1

Vedlegg 3 Taksaliste – bunndyr. Liste over registrerte bunndyr fra 4 stasjoner i nedre Glomma ved Borregaard, fra vår og høst 2021.

	St. 1		St. 4		St. 5		St. 11	
	20.04	14.12	19.04	13.12	19.04	13.12	19.04	13.12
<b>Arachnida</b>								
Acari indet. Ad.				42	14			
Hydrachnidia indet. Ad.	2	1		3			10	
<b>Bivalvia</b>								
Sphaeriidae Indet.	7	84		1			46	3
<b>Coleoptera</b>								
Gyrinidae Indet. Lv.							2	
<b>Crustacea</b>								
Asellidae Indet.							10	
Asellus aquaticus	2							
Gammarus duebeni							12	
Proasellus meridianus							12	4
<b>Diptera</b>								
Ceratopogonidae Indet. Lv.		26	1				1	1
Chironomidae Indet. Lv.	512	528	376	74	172	38	344	352
Empididae Indet. Lv.	1						1	2
Simuliidae Indet. Lv.	3	752	10	12	3	50	2	1
<b>Ephemeroptera</b>								
Baetidae indet. Lv.		1					1	
Baetis rhodani Lv.	8	18						
Caenis luctuosa Lv.		2		1				
Centroptilum luteolum Lv.	4	56						
Ephemerella mucronata Lv.	16	8	8	2	3			
Heptagenia fuscogrisea Lv.	1	1						
Heptagenia sulphurea Lv.	12	5	2	10				
Heptageniidae indet. Lv.	3	2						
<b>Gastropoda</b>								
Ancylus fluviatilis		8	7		10	1	2	2
Bathyomphalus contortus						1		
Gastropoda Indet.					1	1	1	1
Gyraulus sp.			5	1			28	14
Lymnaeidae Indet.							4	28
Physa fontinalis			2	5	2	1	4	3
Radix labiata/balthica	1	2	8	3	8		1	8
Galba truncatula								8
<b>Heteroptera</b>								
Micronecta sp.	2	1						
<b>Hirudinea</b>								
Erpobdella sp.							3	3
Helobdella stagnalis								1

	St. 1		St. 4		St. 5		St. 11	
	20.04	14.12	19.04	13.12	19.04	13.12	19.04	13.12
<b>Oligochaeta</b>								
Oligochaeta Indet.	264	480	392	224	22	3	96	104
<b>Plecoptera</b>								
Isoperla obscura Lv.	1	1						
Isoperla sp. Lv.	2			1				
Nemoura cinerea Lv.			2					
Nemoura sp. Lv.		1						
Plecoptera indet. Lv.		1						
<b>Trichoptera</b>								
Ceraclea annulicornis Lv.							1	
Cynus trimaculatus Lv.								6
Goeridae indet. Lv.							1	
Halesus radiatus Lv.							1	1
Halesus sp. Lv.							1	
Hydropsyche contubernalis Lv.		2						
Hydropsyche newae Lv.	8	32	2	1				
Hydropsyche sp. Lv.	3	24						
Hydroptila sp. Lv.		1		1			1	2
Lepidostoma hirtum Lv.	1	1						
Leptoceridae indet. Lv.		1					1	
Limnephilidae indet. Lv.							1	
Mystacides azurea Lv.								1
Neureclipsis bimaculata Lv.	5	66					2	
Oecetis testacea Lv.		1						
Oxyethira sp. Lv.		1						
Polycentropodidae indet. Lv.	1	12						1
Polycentropus flavomaculatus Lv.	6	4					2	
Psychomyia pusilla Lv.		2		4			1	8
Psychomyiidae indet. Lv.				1				
Rhyacophila nubila Lv.			1					
Tinodes waeneri Lv.								24
<b>Turbellaria</b>								
Turbellaria Indet.			1	1			1	

## Vedlegg 4 Vannkjemiske data fra 2021.

For st. 1 se RID-stasjon Sarpsfossen



Gaustadalléen 21  
0549 Oslo  
Tel: 02348 / (+47) 22 18 51 00  
E-post: niva@niva.no



## ANALYSERAPPORT

RapportID: 15294

**Kunde:** Måia Rørt Kle  
**Prosjektnummer:** O 210084;OKO Borregaard2021 - Tiltaksrettet overvåking iht. vannforskriften for Borregaard i 2021

Analysoppdrag: 1124-10301  
Versjon: 1  
Dato: 27.05.2021

**Provnr.:** NR-2021-04066 **Provemerking:** CGL B50E  
**Provetype:** FERSKVANN  
**Provetakingsdato:** 13.04.2021  
**Prove mottatt dato:** 29.04.2021  
**Analysesperiode:** 04.05.2021 - 18.05.2021

## Kommentar:

Analysvariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
a) Kvikksolv	Intern metode	<0,001	µg/l			Eurofins
Arsen	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2016 (E8-4)	0,19	µg/l		0,025	
Bly	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2016 (E8-4)	0,352	µg/l		0,005	
Kadmium	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2016 (E8-4)	0,017	µg/l		0,0030	
Kobber	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2016 (E8-4)	1,68	µg/l		0,040	
Krom	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2016 (E8-4)	0,50	µg/l		0,025	
Nikkel	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2016 (E8-4)	1,14	µg/l		0,040	
Sink	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2: 2016 (E8-4)	5,7	µg/l		0,15	

## Utførende laboratorium / Underleverandør:

a) Eurofins Environment Testing Norway AS (Moa), NS/EN ISO/IEC 17025:2017 NA TEST 003

## Tegnforklaring

\* : Ikke utført av akkreditert, > : Større enn, < : Mindre enn, MU: Miljøenheter (lekkegjefaktor k=2), LOQ: Kvalifiseringsgrense  
Mod. Intern metode basert på angitt standard. Ytterligere informasjon om besyrt metode, MU, LOQ eller utførende laboratorie kan fås ved henvendelse til laboratoriet.

All informasjon angående prøvetaking, inkludert prøvebehandling, er oppgitt av oppdragsgjver.

Analysereportene må leses gjennom i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultater gjelder prøver slik den ble mottatt.

Side 1 av 2



Gaustadalléen 21  
0549 Oslo  
Tel: 02548 / (+47) 22 18 51 00  
E-post: niva@nivano



## ANALYSERAPPORT

RapportID: 15515

**Kunde:** Mås Røst Kle  
**Prosjektnummer:** O 210084, OKO Borgegard2021 - Tiltaksnett overvåking iht. vannforskriften for Borgegard i 2021

Analysoppdrag: 1124-10460  
Versjon: 1  
Dato: 04.08.2021

**Provenz:** NR-2021-07469 **Provemerking:** Glomsa  
**Provetype:** FERSKVANN  
**Provetakingsdato:** 07.06.2021 12:55:00  
**Prove momant dato:** 14.06.2021  
**Analysesperiode:** 16.06.2021 - 02.08.2021

## Kommentar:

Analysvariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enheter	LOQ	Underlev.
a) Kvikkjøl	Intern metode	<0,001	µg/l		Europifin
Arsen	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4)	0,12	µg/l	0,025	
Bly	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4)	0,167	µg/l	0,035	
Kobber	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4)	1,81	µg/l	0,040	
Krom	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4)	0,18	µg/l	0,025	
Nikkel	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4)	0,63	µg/l	0,040	
Sink	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (E8-4)	3,1	µg/l	0,15	

## Utførende laboratorium / Underleverandør:

a) Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), NS/EN ISO/IEC 17025:2017 NA TEST 003

## Tilføydokument:

#: Ikke utført av akkreditert laboratorie, >: Større enn, <: Mindre enn, MU: Måleusikkerhet (deklarasjonsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense. Mod. Intern metode basert på angitt standard. Ytterligere informasjon om brukte metode, MU, LOQ eller utførende laboratorie kan fås ved henvendelse til laboratoriet.

All informasjon angående prøvetaking, inkludert prøvemerking, er oppgitt av oppdragsgiver.

Analysereportene må leses gjennom i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 1 av 2



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

## ANALYSERAPPORT



RapportID: 16131

Kunde: Maia Rust Kle  
Prosjektnummer: O 210084,OKO Boregaard2021 - Tilbaksett overvåking iht. vannforskriften for Boregaard i 2021

Analysoppdrag: 1124-10689  
Versjon: 1  
Dato: 30.01.2022

30.01.2022 TRR: Proven ble kvalitetskontrollert 02.11.2021 men analysereport ble ikke sendt ut grunnet at det lå en ikke-mottatt prøve i analysoppdraget og blokkerte rapporten. Denne ikke-mottatte prøven var fullestjernet og ble så kansellert.

Prøveart: NR-2021-0946S      **Prøvemerking:** OGL BSOER Glomma - Sandloeka  
Prøvetype: FERSKVANN  
Prøvetakingsdato: 09.08.2021 11:20:00  
Prøve mottatt dato: 12.08.2021  
Analyseperiode: 15.08.2021 - 01.11.2021

### Kommentar:

Analysesubstans	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	LOQ	Underlev.
a) Kvikkjolv	Intern metode	<0,001	µg/l		Eurofins
Arsen	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (B8 -f)	0,18	µg/l	0,025	
Bly	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (B8 -f)	0,196	µg/l	0,005	
Kadmium	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (B8 -f)	0,018	µg/l	0,0030	
Kobber	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (B8 -f)	1,54	µg/l	0,040	
Krom	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (B8 -f)	0,19	µg/l	0,025	
Nikkel	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (B8 -f)	0,64	µg/l	0,040	
Sink	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (B8 -f)	7,8	µg/l	0,15	

### Tyngdefødsling

\* : Ikke utført av akkreditert, > : Store ssn, < : Mindre ssn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense, v.v.: tørvekt, v.v.: vårvekt

Mod. Intern metode basert på angitt standard. Ytterligere informasjon om benyttet metode, MU, LOQ eller utførte laboratorier kan fås ved henvendelse til laboratorier.

All informasjon angående prøvetaking, inkludert prøvetaking, er oppgitt av oppdragsgiver.

Analysereportene må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 1 av 2





Gaustadalléen 21  
0549 Oslo  
Tel: 02548 / (+47) 22 18 51 00  
E-post: niva@niva.no

## ANALYSERAPPORT



RapportID: 16107

**Kunde:** Maia Røst Kjøle  
**Prosjektnummer:** O 210084,OKO Borgegard2021 - Tiltaksrettet overvåking iht. varnerelementen for Borgegard i 2021

<b>Kommentar til analyseoppdraget</b>	<b>Analysesoppdrag:</b> 1124-10809
Denne versjonen erstatter tidligere versjon(er). Vennligst inkluder tidligere versjon(er).	<b>Versjon:</b> 2
13.01.2022 MAR: Beholder metallresultater fra første kjøring etter reklamasjon ID-17050, dvs. ingen endring i resultater.	<b>Date:</b> 17.01.2022

**Provevar:** NR-2021-10506      **Provemerking:** CGI, BSO/B, Glømma  
**Provetype:** FER/SKVANN  
**Provetakningsdato:** 13.10.2021  
**Prove mottatt dato:** 18.10.2021  
**Analyseperiode:** 21.10.2021 - 13.01.2022

Kommentar:

Analysesubstans	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	LOQ	Underlev.
a) Kvikksølv	Intern metode	<0,001	µg/l		Eurofinn
Arsen	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (B8 -4)	0,97	µg/l	0,025	
Bly	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (B8 -4)	1,18	µg/l	0,005	
Kadmium	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (B8 -4)	0,043	µg/l	0,0030	
Kobber	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (B8 -4)	2,98	µg/l	0,040	
Krom	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (B8 -4)	1,97	µg/l	0,025	
Nikkel	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (B8 -4)	2,99	µg/l	0,040	
Sink	Mod. NS EN ISO 17294-1:2007 og Mod. NS-EN ISO 17294-2:2016 (B8 -4)	12,1	µg/l	0,15	

Tegnforklaring

\* : Ikke utført av akkrediterings-, >: Store eos, <: Mindre eos, MU: Mulighetsdet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense, v.v.: usikkert, v.v.: utvirket

Mod. Intern metode basert på angitt standard. Ytterligere informasjon om brukte metode, MU, LOQ eller utførende laboratorie kan få ved henvendelse til laboratoriet.

All informasjon angående prøvetaking, tilhører prøvebestiller, er oppgitt av oppdragsgiver.

Analyseresultatet må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Side 1 av 2

## Reanalyse for bly

## TILTAK

Tiltaksnummer: 17050-1

Status: ● Fullført (13.01.2022) Effektmåling:  
Hendelse lukkefrist: 10.01.2022 Mål oppnådd: Udefinert  
Saksbehandler: Marit Villø  
Tiltakstype: Korrigerende tiltak

**Planlagt tiltak**

16.12.2021 SAA:

SRA skriver: "Konsentrasjonen av Pb (1,18 µg/l) i analyseoppdrag 1124-10809 er mye høyere enn den pleier å være (vi har veldig mye data herfra). Konsentrasjoner som måles nå gir vanforekomsten ikke god kjemisk tilstand i henhold til vannforskriften, og det har aldri skjedd før."

Jeg har opprettet replikat for alle metallene i prøve NR-2021-10506 slik at du kan sammenligne resultatene for alle de metallene som ble analysert samtidig med Pb. Jeg har også opprettet rekl.investigation.

Ta helst ut nytt uttak fra originalflasken, men da det kan se ut som den ikke finnes i storage location, kan du sjekke om du kan kjøre omgjen delprøven fra første kjøring?

**Tiltak utført**

21.12.2021 MAR: Sjekket kjøring . Prøven foran var lav, ingen overheng. Alle kontroller ok. Ble prøven tatt på egen ICP-MS flaske, eller helt av på prøvemottak ? Da det ikke finnes originalflaske, blir prøven reanalysert på ICP\_MS flasken.

13.01.2022 MAR: Reanalyse 12.01.2022 : 1,23 µg/l Pb. Beholder derfor første resultat i Labware. ICP-ms flasken hadde etikett med SRA påskrevet, så jeg antar at den har blitt prøvetatt i felt.

## NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

Økernveien 94 • 0579 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)