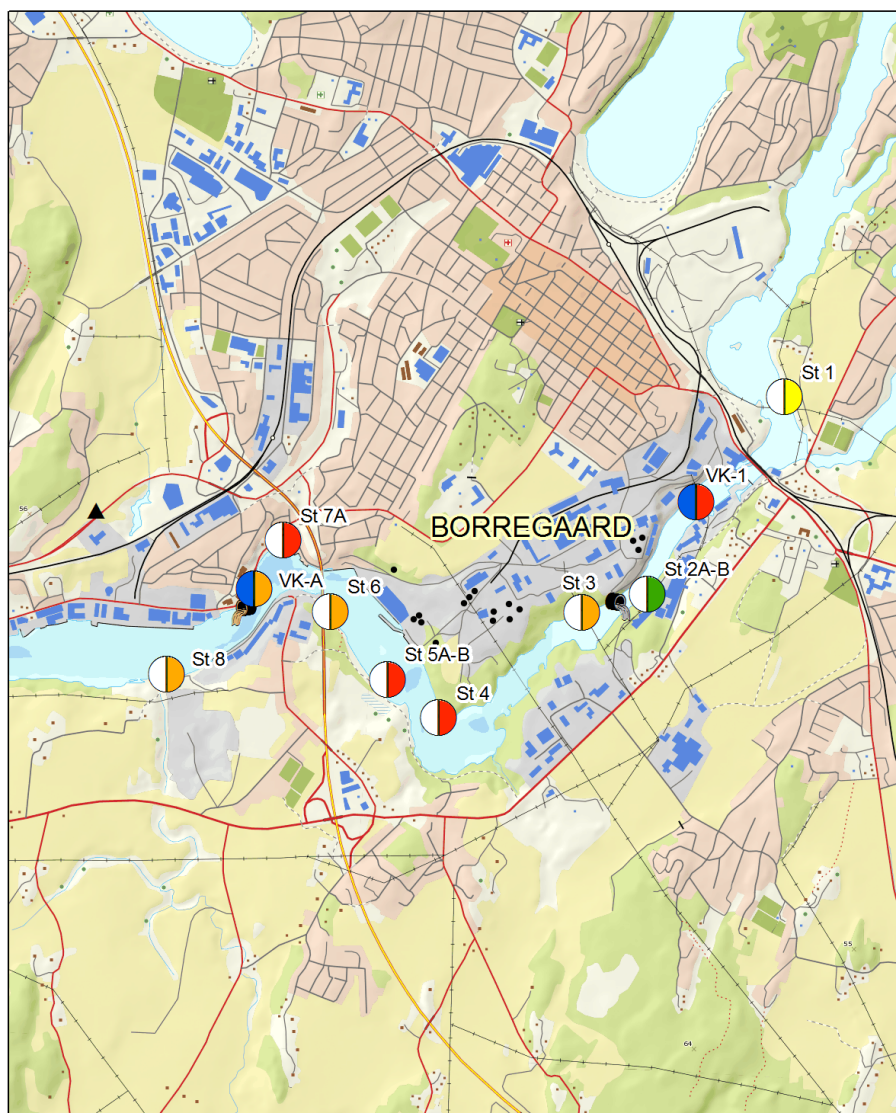


Tiltaksrettet overvåking i Glomma 2015

Utslipp fra Borregaard



Hovedkontor

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

NIVA Region Sør

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

NIVA Region Innlandet

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

NIVA Region Vest

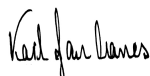
Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

Tittel Tiltaksrettet overvåking i Glomma 2015 Utslipp fra Borregaard	Løpenr. (for bestilling) 6941-2015	Dato 31.03.2016
	Prosjektnr. Undernr. 15156	Sider Pris 65
Forfatter(e) Karl Jan Aanes, Torleif Bækken, Maia Røst Kile, Espen Lund og Atle Rustadbakken.	Fagområde Tiltaksrettet overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Østfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Borregaard AS, Sarpsborg	Oppdragsreferanse Trond Sandaker og Kjersti Garseg Gyllensten
--	---

<p>Sammendrag</p> <p>Basert på Borregaards regulerte utslippskomponenter og tidligere erfaringer utformet og gjennomførte NIVA et program for tiltaksorientert overvåking av Glomma fra Sarpsfossen til samløp Visterflo i henhold til vannforskriften i 2015. Resultatene viser at den økologiske tilstanden basert på begroingsalger endres fra god oppstrøms bedriften til moderat nedstrøms bedriften. Tilsvarende viser dataene for heterotrof begroing at oppstrøms stasjoner var i god eller svært god tilstand, mens samtlige stasjoner nedstrøms utslippene fra bedriften var i dårlig eller svært dårlig tilstand. Bunndyr viste også at den økologiske tilstanden forverres nedover i elva fra god/moderat tilstand øverst til dårlig/svært dårlig nederst. Det var for flere av de biologiske indikatorene en negativ utvikling i 2015 sammenlignet med foregående år. Den samlede klassifiseringen av økologisk tilstand viser at det bare er referansestasjonen ved Glomma Papp som har god økologisk tilstand. El-fisket ga større fangster av laks i 2015 enn i 2013 og 2014. Resultatene fra el-fisket bekrefter at settefisk fra Glomma kultiveringsanlegg overlever etter utsetting og at de sprer seg til egnede oppvekstområder i nedre Glomma. For de relevante vannregionspesifikke stoffene (As, Cr, Cu, Zn) og EUs prioriterte miljøgifter (Hg, Cd, Ni, Pb) ble det ikke funnet overskridelser av grenseverdiene på noen av stasjonene. Den dårlige økologiske tilstanden for bunndyr og heterotrof begroing nedstrøms utslippene tilsier likevel at flere tiltak er nødvendig for å redusere utslippene av lett nedbrytbart organisk stoff til nedre del av Glomma. Borregaard er allerede i gang med slike tiltak, men det er foreløpig uklart hvor mange tonn organisk stoff og evt også fosfor som må reduseres for å oppnå god tilstand i vannforekomsten.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tiltaksorientert overvåking: Borregaard 2. Heterotrof begroing, lammehaler 3. Bunndyr (ASPT indeksen) 4. Begroingsalger (PIT indeksen) 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Operational monitoring: Borregaard 2. Filamentous bacteria (<i>Sphaerotilus natans</i>) 3. Macroinvertebrates (ASPT) 4. Benthic algae (PIT)
---	--



Karl Jan Aanes
Prosjektleder



Nikolai Friberg
Forskningsleder

Tiltaksrettet overvåking i Glomma 2015

Utslipp fra Borregaard

Forord

NIVA ble kontaktet av Borregaard AS for assistanse knyttet til utforming av et tiltaksrettet overvåkingsprogram for sine regulerte utslipps komponenter til Glomma. Tilbudet fra NIVA (Jnr. 0487/15) var utarbeidet i henhold til vannforskriften og ble oversendt bedriften den 13. mars 2015.

Undersøkelsene i 2015 viderefører opplegget som ble benyttet i en tilsvarende undersøkelse av Glomma for bedriften i 2014.

Avtale om undersøkelsen i vassdraget ble inngått med oppdragsgiver den 30. mars i 2015. Datamaterialet som ble hentet inn skal dekke både det behovet som miljømyndighetene har for overvåking av miljøtilstanden i de nedre delene av Glomma, og det bedriften trenger for sin egenkontroll. Resultatene gir oppdatert informasjon om effektene ute i vannforekomsten av de rensetekniske tiltakene som gjennomføres ved bedriften for å bedre forholdene i vannforekomstene nedstrøms.

Fra NIVA har følgende personell deltatt og hatt tilhørende ansvarsområde:

Maia Røst Kile: begroingsalger og heterotrof begroing
Torleif Bækken og Karl Jan Aanes: bunndyr
Espen Lund og Atle Rustadbakken: fisk.
Anne Lyche Solheim og Markus Lindholm: kvalitetssikring

Undertegnede har vært prosjektleder for NIVA, og har sammenstilt dataene fra undersøkelsene i 2015.

Det rettes en spesiell takk til Kjersti Garseg Gyllensten, og Gjert Olav Olsen ved Borregaard for aktiv deltagelse og godt samarbeid gjennom prosjektperioden.

Oslo, 30. 03. 2016

Karl Jan Aanes

Innhold

Sammendrag	6
Summary	8
1. Innledning	9
1.1 Generelle prinsipper for klassifisering og overvåking av miljøtilstand	9
1.2 Bakgrunnsinformasjon om virksomheten	12
1.2.1 Renseinstallasjoner	12
1.2.2 Utslippstillatelse	12
1.2.1 Vannforekomsten	14
2. Tiltaksrettet overvåking i 2015	15
2.1 Overvåkingsprogram	15
2.1.1 Regulerte utslippskomponenter fra Borregaard	15
2.1.2 Valg av biologiske kvalitetselementer	15
2.1.3 Parametre og frekvens for prøvetaking	16
2.2 Stasjonsoversikt	16
3. Materiale og metode	18
3.1 Bunndyr	18
3.2 Begroingsalger og heterotrof begroing	19
3.2.1 Begroingsalger	19
3.2.2 Heterotrof begroing	19
3.3 Vannkjemi	20
3.4 Fisk	20
3.4.1 El-fiske	20
3.4.2 Settefisk fra Glomma kultiveringsanlegg	21
4. Resultater	21
4.1 Bunndyr og organisk belastning	21
4.1.1 Økologisk tilstand	21
4.1.2 Biologisk mangfold	23
4.1.3 Oppsummering bunndyr	26
4.2 Begroingsalger – Eutrofiering	26
4.2.1 Begroingsalger – Eutrofiering	26
4.3 Heterotrof begroing - Organisk belastning	28
4.3.1 Oppsummering begroingsalger og heterotrof begroing	31
4.4 Fisk	33
4.4.1 Ungfisk av laks - vurderinger og videre arbeid	34
4.5 Vannkjemi	37

5. Samlet vurdering - vannkjemi og biologiske kvalitetselementer	40
6. Vurdering av behov for ytterligere tiltak for bedring av den økologiske tilstanden i nedre del av Glomma	44
7. Litteraturliste	46
Vedlegg A. Foto prøvetakingslokaliteter	49
Vedlegg B. Koordinater for stasjonene	53
Vedlegg C. Samlet oversikt: Parametere/variabler overvåket av NIVA i Glomma utenfor Borregaard AS fra 2009 og frem til i dag.	54
Vedlegg D. Vannkjemi	55
Vedlegg E. Bunndyr.	57
Vedlegg F. Begroingsselementer	61

Sammendrag

Høsten 2008 måtte Borregaard stenge sitt aerobe renseanlegg på grunn av fare for Legionella-smitte, og dette førte til økte utslipp av lettomsattelig organisk materiale til Glomma. Tidligere undersøkelser har vist at slike utslipp fra Borregaard har ført til økt vekst av lammehaler (Bakterien *Sphaerotilus natans*) i elvestrekningen nedstrøms. Belegget av lammehaler dekker bunnssubstratet, og fører til at utvekslingen av oksygen mellom de frie vannmassene og sedimentene reduseres. Dette har blant annet bidratt til lavere tettheter av fisk i sentrale gyte- og oppvekstområder, og en utforming av bunndyrsamfunnet som indikerer en markert organisk belastning i vannforekomsten.

I juni 2013 ble Borregaards nye anaerobe renseanlegg satt i full drift, for å redusere utslippene av organisk materiale til Glomma. Utslippene i 2014 var derfor på nivå med det de var i 2008, før det aerobe renseanlegget stengte. Fra 2013 til 2014 ble utslippene av organisk materiale (KOF) redusert med 10 % og utslippet av fosfor ble redusert med 35 %. Det har vært en ytterligere reduksjon for KOF på 4 % i 2015.

Basert på tidligere undersøkelser og Borregaards regulerte utslippskomponenter utformet NIVA et tiltaksrettet overvåkingsprogram for bedriften. Hovedhensikten med et slikt tiltaksrettet program er å få data om økologisk tilstand og vurdere mulige effekter av nye rensetekniske tiltak, og andre tiltak som gjøres for å bedre miljøtilstanden i nedre deler av Glomma. Programmet er utarbeidet i henhold til vannforskriften.

For å få frem økologisk tilstand er følgende biologiske kvalitetselementer benyttet: For eutrofipåvirkning: Begroingsalger (PIT-indeks). For å beskrive effekten av lett nedbrytbart organisk materiale: Dekningsgrad av heterotrofe organismer (HBI indeksen), og ved å undersøke bunndyrsamfunnene i strandsonen (ASPT-indeks). For å vurdere endringer i rekrutteringen av laks i denne delen av Glomma samt betydningen av fiskeutsetninger fra Glomma kultiveringsanlegg ble det i 2015 også foretatt el-fiske på et utvalg lokaliteter.

Prøvene av begroingsalger, lammehaler og bunndyr er hentet inn fra de samme stasjonene som tidligere, der stasjon 1 er oppstrøms utslippene fra Borregaard, stasjon 2 nedstrøms, men på motsatt bredd (ved Glomma Papp) mens stasjonene 3-8 er nedstrøms utslippene. Vannkjemiske prøver ble også tatt på to stasjoner (hhv oppstrøms og nedstrøms utslippene) på 5 tidspunkter fra mars-oktober 2015. Disse ble analysert for de fysisk-kjemiske støtteparametrene KOF, STS, Tot-P, Tot-N og de vannregionspesifikke stoffene AOX, As, Cr, Cu, Zn, som er relevante mht økologisk tilstand. Relevante tungmetaller som står på listen over EU prioriterte miljøgiftene: Hg, Cd, Ni, Pb, ble også målt for å klassifisere kjemisk tilstand.

Resultatene i 2015 for begroingsalger gir god økologisk tilstand ved referansestasjonene. Nedstrøms utslippene fra Borregaard, blir vannkvaliteten dårligere og økologisk tilstand skifter til moderat.

Tilsvarende viste HBI indeksen at referanse-stasjonene hadde henholdsvis svært god og god økologisk tilstand. De seks stasjonene nedstrøms utslippspunktene hadde dårlig eller svært dårlig økologisk tilstand. Dette er en tydelig respons på utslippet fra bedriften. Situasjonen bedrer seg noe på de nederste stasjonene, og kobles til vassdragets selvrensing. På den nederste stasjonen nedstrøms Sundløkka var tilstanden moderat.

ASPT indeksen viste også at den økologiske tilstanden forverres nedover i elva, fra god/moderat tilstand øverst til dårlig/svært dårlig nederst. For stasjonene nedstrøms utslippene viste bunnfaunaen en bedring fra 2013 til 2014, men for 2015 var det en tilbakegang.

Ved å kombinere resultatene fra de ulike biologiske kvalitetselementene, ble resultatet i 2015 at bare st. 2 oppnår god økologisk tilstand. Alle de seks stasjonene nedstrøms Borregaard har en miljøtilstand som klassifiseres som svært dårlig eller dårlig på grunn av omfattende heterotrof begroing og/eller lave ASPT verdier.

Den registrerte tettheten av laksunger i 2015 ser ut til å vise en økning fra tidligere undersøkelser. El-fisket på grusørene ga nå fangster av laks som var større enn årene før, hovedsakelig på grunn av økt fangst på den øvre grusøren. Totalt 68 laksunger ble fanget, og estimerte tettheter var nå 41,7 og 9,4 pr. 100 m² for henholdsvis øvre og nedre grusør.

Fargemerkede lakseunger fra klekkeriet utgjorde 24 % (17 % i 2014) av de undersøkte laksene i gruppen (0+) som ble fanget. Dette indikerer at det nå er en betydelig andel som er produsert på grusørene, i tillegg til bidraget fra Glomma kultiveringsanlegg.

De fysiske-kjemiske støtteparameterne gir dårlig eller svært dårlig økologisk tilstand for KOF og for fosfor på begge stasjonene som er overvåket i 2015, men resultatene er svært usikre grunnet uegnet analysemetodikk, og dels grunnet for få prøver. For vannregionspesifikke stoffer i vann var konsentrasjonene under aktuelle terskelverdier i 2015 for alle målinger på begge stasjonene Vk-1 og Vk-A. For AOX kunne tilstanden ikke klassifiseres pga manglende grenseverdi. For alle de målte tungmetallene (Hg, Cd, Ni, Pb) på listen over EUs prioriterte miljøgifter ble det heller ikke funnet overskridelser av grenseverdiene. Den kjemiske tilstanden for disse tungmetallene er dermed god ut fra disse målingene.

Den dårlige økologiske tilstanden nedstrøms utslippene viser at det er behov for flere tiltak for å begrense utslippene av lett nedbrytbart organisk stoff og fosfor. Borregaard prioriterer allerede en rekke tiltak som reduserer organisk belastning, inkludert mer resirkulering og gjenvinning, men det er foreløpig uklart hvor mange tonn KOF og fosfor som må fjernes for å nå miljømålet om god økologisk tilstand. En tiltaksplan basert på et detaljert forurensningsregnskap bør utarbeides i samarbeid med vannregionmyndigheten og andre påvirkere på samme vannforekomst, for å sikre at den totale utslippsreduksjonen er tilstrekkelig til å oppnå god økologisk tilstand i vannforekomsten.

Summary

Title: Operational monitoring of Glomma – emissions from Borregaard Ind. Ltd.

Year: 2015

Authors: Karl Jan Aanes, Torleif Bækken, Maia Røst Kile, Espen Lund and Atle Rustadbakken.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577- 6676-4

Previous studies have shown that the emissions of readily available organic matter from Borregaard have caused a proliferation of the filamentous bacterium *Sphaerotilus natans* in the lower part of Norway's largest river Glomma. The bacterium covers bottom sediments, and as a result, the exchange of oxygen between the open water and sediments decreases. Former reports have revealed declined densities of fish in key spawning and nursery areas and benthic fauna composition indicating organic enrichment. Studies that have been conducted in the area indicate that good ecological status will not be achieved unless further reductions of emissions of organic matter are implemented. In 2013, Borregaard installed an anaerobic treatment plant to reduce emissions of readily available organic matter to the River Glomma, and in June 2013 the plant was fully operative.

In spring 2015 the Norwegian Environment Agency required Borregaard and a number of other industries in Norway to design and implement an operational monitoring programme for assessing potential impacts of their emissions on the ecological and chemical status of the water bodies receiving the emissions. Borregaard asked NIVA to design this operational monitoring programme according to the specifications given by the Water Framework Directive and also to do the actual monitoring in 2015.

The following biological quality elements (indices) were included in the operational monitoring programme: Benthic macroinvertebrates (ASPT), Heterotrophic growth (coverage and density of colonial bacteria and fungi) and Benthic algae (PIT).

By combining the three biological quality elements to a final result for each station, it is clear that the ecological status drops from good or moderate at the two stations upstream the emissions to poor or bad ecological status at all the downstream stations due to high coverage of heterotrophic bacteria and / or low values of the ASPT index due to lack of taxa sensitive to organic pollution.

The density of salmon fry in 2015 seems to show a certain increase relative to earlier investigations.

Results of the monitoring of the river basin specific pollutants (As, Cr, Cu, Zn) showed no exceedance of the environmental quality standards (EQS) for any of the substances in river water at any of the stations. Similarly, the EU priority substances Hg, Cd, Ni, Pb did not exceed their EQS values in the river water, indicating good chemical status for these substances.

The poor or bad ecological status found downstream the emissions shows the clear need for further mitigation measures to reduce the organic emissions from Borregaard. More recycling and/or re-use of the organic matter are already planned and partly implemented. However, there is a need to quantify the reduction to achieve good status. A programme of measures should be elaborated based on a detailed pollution account in collaboration with the river basin district authority and other drivers responsible for organic pollution of the same water body in order to ensure that the total emission reduction will be sufficient to achieve good ecological status in the water body as a whole.

1. Innledning

1.1 Generelle prinsipper for klassifisering og overvåking av miljøtilstand

Ved implementeringen av vannforskriften har alle vannforekomster i Norge 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 at det foretas en karakterisering og klassifisering av vannforekomstene. Karakteriseringen inndeler vannforekomster i vanntyper, identifiserer belastninger og miljøvirkninger av belastningene, mens klassifiseringen definerer den faktiske tilstanden i en vannforekomst.

Kjemisk tilstand skal beregnes ut fra miljøgifter som står på EUs liste over prioriterte miljøgifter, der tilstanden angis som ikke god dersom ett eller flere av disse prioriterte miljøgiftene overskrider grenseverdier som er satt for hvert stoff (Environmental Quality Standards – EQS).

Økologisk tilstand for vannforekomsten beregnes ved kombinasjon av parametere/ indekser for de forskjellige kvalitetselementene det finnes data for. For beregning av økologisk tilstand inngår biologiske kvalitetselementer (f.eks. bunnfauna), generelle fysisk-kjemiske støtteparametere (f.eks. næringssalter), hydromorfologiske støtteparametere (f.eks. vannføring) og vannregionspesifikke stoffer (dvs. kjemiske forbindelser som potensielt kan skade vannmiljøet, men som ikke står på EUs liste over prioriterte miljøgifter).

Dersom kjemisk og/eller økologisk tilstand ikke er god er miljømålet ikke oppnådd og tiltak må gjennomføres. Disse prinsippene er illustrert i **Figur 1**.



Figur 1. Prinsippkisse for klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand. Se tekst for nærmere forklaring.

For å fastslå økologisk tilstand i en vannforekomst er det i vannforskriften lagt føringer for forvaltningen i forhold til overvåking, 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, eller 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».

Et tiltaksorientert overvåkingsprogram er karakterisert av at man har flere overvåkings-stasjoner som plasseres i henhold til utslippspunktens beliggenhet, hydromorfologiske egenskaper¹ og eventuelle endringer i vannforekomsten som følge av tiltak.

Parameterutvalg og frekvens skal være så hyppig at man kan fastsette miljøtilstanden. Minimumskravet i vannforskriften er at overvåkingen finne sted med intervaller som ikke overstiger dem som er angitt i **Tabell 1**, med mindre større intervaller er berettiget ut fra tekniske kunnskaper og ekspertvurderinger. Klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013) krever betydelig høyere frekvens for fysisk-kjemiske kvalitetselementer som brukes i tiltaksrettet overvåking. For elver krever veilederen månedlig prøvetaking gjennom hele året, for å få tilstrekkelig utsagnskraft til å måle effekter av tiltak eller til å planlegge tiltak. For innsjøer er det krav om månedlige prøver i vekstsesongen for planteplankton og fysisk-kjemiske kvalitetselementer.

Tabell 1. Oversikt over intervaller mellom prøvetaking i vannforskriften (Lovdata 2015).

Kvalitetsэлемент	Elver	Innsjøer	Brakkvann	Kystvann
<i>Biologisk</i>				
Planteplankton	6 måneder	6 måneder	6 måneder	6 måneder
Annen akvatisk flora	3 år	3 år	3 år	3 år
Makroinvertebrater	3 år	3 år	3 år	3 år
Fisk	3 år	3 år	3 år	
<i>Hydromorfologisk</i>				
Kontinuitet	6 år			
Hydrologi	Kontinuerlig	1 måned		
Morfologi	6 år	6 år	6 år	6 år
<i>Fysisk-kjemisk</i>				
Temperaturforhold	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Oksygenforhold	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Saltholdighet/ledningsevne	3 måneder	3 måneder	3 måneder	
Næringsstofftilstand	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Forsuringstilstand	3 måneder	3 måneder		
Vannregionspesifikke stoffer	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Prioriterte stoffer, farlige stoffer og andre EU-utvalgte stoffer i vannsøylen	1 måned	1 måned	1 måned	1 måned
Miljøgifter som fremgår av vedlegg VIII i sediment*	6 år	6 år	6 år	6 år
Miljøgifter som fremgår av vedlegg VIII i organismer	1 år	1 år	1 år	1 år

* Gjennomføres oftere i områder hvor sedimentasjonshastigheten tilsier hyppigere prøvetaking

Overvåkingsprogrammet kan endres i løpet av gyldighetstiden for en forvaltningsplan² for vannregionen. Dette gjøres på grunnlag av opplysninger innsamlet i forbindelse med kravene i vedlegg II, særlig for å muliggjøre en reduksjon i frekvensen dersom virkningen ikke er vesentlig eller den relevante belastningen er fjernet.

Som et minimumskrav skal det biologiske kvalitetselementet som er mest følsom for belastningen inngå i overvåkingsprogrammet, samt relevante fysisk-kjemiske støtteparametere. Alle EUs prioriterte³ miljøgifter

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

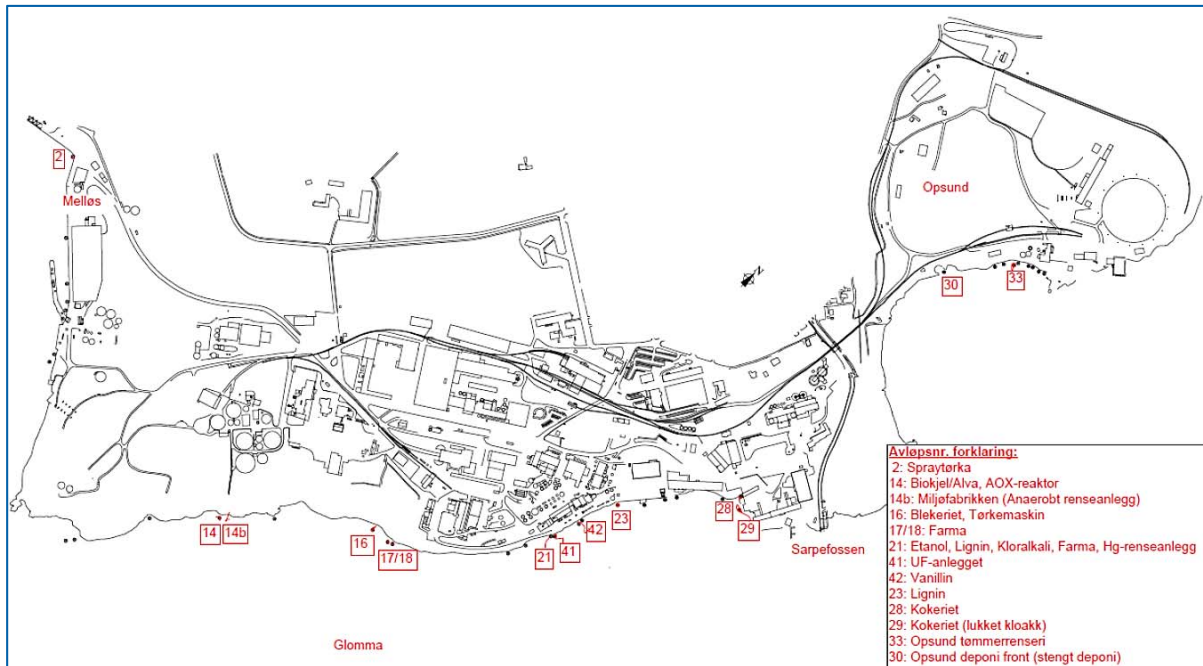
² *Vannforvaltningsplaner:* samlet plan for forvaltning av vannforekomster i en vannregion. Miljømålene i regionen og tiltaksplaner (plan for hvordan miljømålet skal nås eller opprettholdes) er beskrevet.

³ 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 (www.lovdata 2015).

som slippes ut i vannforekomsten skal overvåkes, samt andre forurensende stoffer som slippes ut i betydelige mengder, såkalt vannregionspesifikke stoffer (Arp m.fl. 2014).

NIVA har med bakgrunn i brev fra Miljødirektoratet til Borregaard AS i 2014 gitt innspill til bedriftens program for tiltaksorientert overvåking i henhold til vannforskriftens krav. Dette programmet ble så godkjent av Miljødirektoratet og har vært underlag for undersøkelsene som ble gjennomført i 2015.

Denne rapporten benytter vannforskriftens metodikk til å kvantifisere eventuelle effekter på økologisk tilstand fra utslipp av industrielt avløpsvann fra Borregaard AS. I **Figur 2** er det vist et forenklet oversiktskart over utslippspunkter til Glomma fra bedriften Borregaard AS i Sarpsborg.

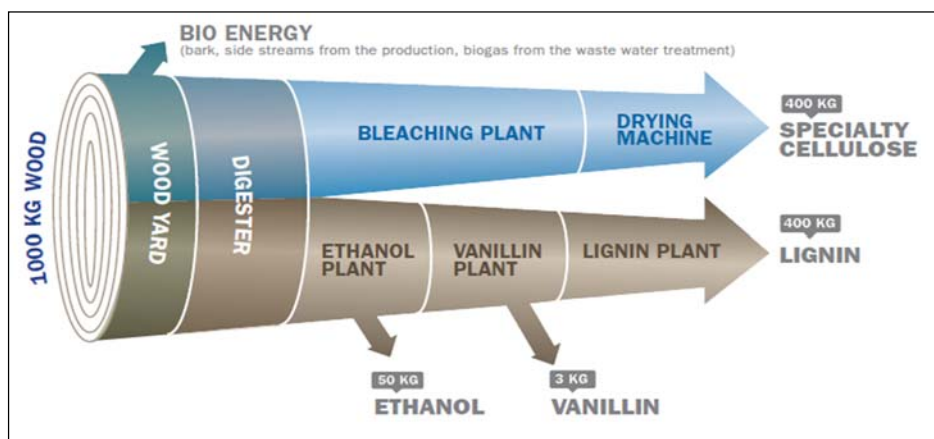


Figur 2. Oversiktskart med utslippspunkter fra Borregaard AS til Glomma

1.2 Bakgrunnsinformasjon om virksomheten

Borregaards fabrikkområde ligger i Sarpsborg, nær Sarpefossen og Glomma, og strekker seg fra tømmerrenseriet 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. Det er i alt 16 anlegg på bedriftsområdet med utslipp til Glomma.



Figur. 3. Borregaard AS. Tømmerstokken gir opphav til en rekke produkter.

1.2.1 Renseinstallasjoner

De viktigste rensinstallasjonene er:

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

Det er utslipp av lettomsattelig organisk materiale (KOF/BOF) som anses å ha størst påvirkning på økologisk tilstand i Glomma. Høsten 2008 måtte det aerobe rensanlegg ved Borregaard stenges pga. fare for legionellasmitte, og som et resultat av dette har det vært noen år med en markert økning i utslippet av lettomsattelig organisk materiale til Glomma. Et nytt anaerobt rensanlegg (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 rensanlegget måtte stenges.

1.2.2 Utslippstillatelse

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 2**. Det er utslippet av lettomsattelig organisk materiale (KOF/BOF) som anses å ha størst påvirkning på økologisk tilstand i Glomma. Fra 2013 til 2014 ble utslippene av KOF redusert med 10 % og utslippet av fosfor ble redusert med 35 %. I 2015 er KOF-utslippet ytterligere redusert med 4 %. **Tabell 3** viser en oversikt over Borregaards utslipp til vann i perioden 2012-2015. Bedriften jobber kontinuerlig med å redusere sine utslipp til vann, og vil i april 2016 sende sin redegjørelse i forhold til status på nye BAT konklusjoner for treforedling og kloralkali, som trer i kraft hhv 2017 og 2018, til Miljødirektoratet.

Tabell 2. Utslippskomponenter og utslippsgrenser for utslipp til vann fra Borregaard.

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

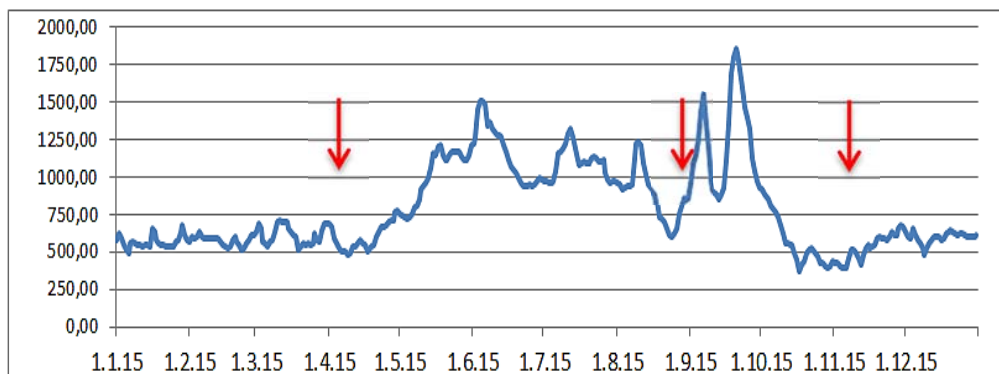
Tabell 3. Borregaards utslipp til vann. Data fra www.norskeutslipp.no supplert med oppdatert informasjon fra bedriften.

Utslippskomponent	tonn/år (2012)	tonn/år (2013)	tonn/år (2014)	tonn/år (2015)
Kjemisk oksygenforbruk (KOF)	28400	27724	25311	24329
Biologisk oksygenforbruk (BOF)	8784	6607	5621	5439
Suspendert stoff (S-TS)	1867	1789	1679	1497
AOX	104	122	105	129
Total fosfor (P-tot)	25	23	15	15
Total nitrogen (N-tot)	154	148	151	130
Kobber (Cu)	3,1	3,4	4,1	3,2
Toluen (innkjøpt mengde)	176	139	157	176
AUORG (lakeblødning)	1647	1628	1522	1533
Kvikksølv (Hg)	0,003	0,002	0,002	0,009
Arsen (As)	0,011	0,011	0,011	0,010
Kadmium (Cd)	0,004	0,004	0,006	0,005
Nikkel (Ni)	0,425	0,330	0,864	0,338
Bly (Pb)	0,096	0,184	0,469	0,244
Sink (Zn)	2,723	3,113	6,187	4,184

Glomma har ved Borregaard AS en midlere vannføring på ca. 575 m³/sek (**Figur 4**). Et utslipp av KOF som i 2015, på 24329 tonn vil gi ved en fullstendig innblanding i vannmassen en økning i vannforekomsten for KOF på 1,34 mg /liter. Dette utgjør ca. 10 % av konsentrasjonen av KOF i Glomma nedstrøms bedriften (**Tabell 11A**), men en stor andel av bidraget er lett oksiderbart organisk materiale som biologien raskt responderer på, bl.a. ved omfattende vekst av heterotrof begroing (3.3).

1.2.1 Vannforekomsten

Bedriftens utslipp ledes til vannforekomsten 002-3549-R "Glomma fra Sarpsfossen til samløp Visterflo ved Greåker". Den er i Vann-Nett karakterisert som en svært stor elv, moderat kalkrik, humøs og med en lengde på 7,6 km. Vannforekomsten er vurdert til å ha svært dårlig økologisk tilstand på grunn av omfanget av heterotrof begroing. Det er lite data for kjemisk tilstand i vannforekomsten, og kjemisk tilstand er derfor satt til udefinert (god). En oversikt over økologisk og kjemisk tilstand er gitt i Vann-Nett (<http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=002-3549-R>).



Figur 4. Midlere døgnvannføring i 2015 ved Sarpsfossen og tidspunkter for biologisk prøvetaking er vist. Årlige middelvannføringen er her 575 m³/sek.. Kilde: *Glommen og Laagens Brukseierforening*.

2. Tiltaksrettet overvåking i 2015

2.1 Overvåkingsprogram

Borregaard ble pålagt av Miljødirektoratet å utforme et overvåkingsprogram for effekter av sin virksomhet på vannmiljøet. Resultater fra tidligere undersøkelser i Glomma utenfor Borregaard har vist at området er belastet med utslipp av lettomsattelig organisk materiale (Bækken m.fl. 2015). I dag vil ikke dette vassdragsavsnittet oppnå god økologisk tilstand, pga. utbredelse av den trådformede bakterien lammehaler (*Sphaerotilus natans*) som dekker substratet, og som påvirker både bunndyrsamfunnet og gyte- og oppvekstområder for fisk. Borregaard arbeider kontinuerlig med tiltak for å redusere utslippene av organisk materiale, og overvåkingsprogrammet har derfor blitt utformet som en tiltaksrettet overvåking i henhold til vanddirektivet.

Hovedhensikten med overvåkingsprogrammet og undersøkelsene i 2015 var å skaffe til veie relevante data for å kunne vurdere endringer i økologisk tilstand i etterkant av miljøforbedrende tiltak. I vanddirektivet er det lagt føringer for hvordan utformingen av et tiltaksrettet overvåkingsprogram skal være (**Tabell 1**).

NIVA har hatt flere ulike prosjekter for Borregaard i Glomma etter at det aerobe renseanlegget ble stengt i 2008 (**Vedlegg C**). Resultatene fra disse er lagt til grunn for utformingen av det tiltaksrettede overvåkingsprogrammet som er gjennomført i 2015.

2.1.1 Regulerte utslippskomponenter fra Borregaard

I tillegg til organisk materiale har Borregaards industrianlegg også utslipp av N- og P-forbindelser som kan virke eutrofierende i vassdraget. Avløpsvannet kan også inneholde miljøgifter, som absorberbare halogenerte stoffer (AOX). Det tiltaksrettede overvåkingsprogrammet ble utformet for å dekke alle regulerte utslippskomponenter. En oversikt over Borregaards regulerte utslippskomponenter er som følger:

- Næringsalter (nitrogen- og fosforforbindelser)
- Utslipp av lett nedbrytbart organisk materiale (målt som Biologisk - BOF og kjemisk oksygenforbruk KOF)
- Suspendert tørrstoff (STS)
- Kobber (Cu) og kvikksølv (Hg)
- Absorberbare halogenerte stoffer (AOX)

For utformingen av et tiltaksrettet overvåkingsprogram er det viktig at mulige påvirkninger fra utslippskomponentene identifiseres i resipienten og at man velger egnede kvalitetselementer og matrikser.

2.1.2 Valg av biologiske kvalitetselementer

For elver er det utviklet flere biologiske kvalitetselementer. To av disse er særlig egnet til å vurdere utslipp fra Borregaard; begroingsindeksen PIT (periphyton index of trophic status) og bunndyrindeksen ASPT (Average Score Per Taxon). Disse indeksene angir hhv. næringsaltbelastning (eutrofi) og organisk belastning, og er begge interkalibrert. Indeksen ASPT anvendes til vurdering av økologisk tilstand ved hjelp av bunndyrsamfunnets utforming, mens PIT er basert på indikatorverdier for ulike bentiske alger. I tillegg benytter vi nå også dekningsgraden for heterotrof vekst (HBI-indeks, sopp og bakterier) som er tatt med i den nye klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013). For utfyllende informasjon om de ulike kvalitetselementene henvises det til klassifiseringsveilederen og andre veildere som er utarbeidet for vannforskriften.

2.1.3 Parametre og frekvens for prøvetaking

Frekvens og tidspunkt for prøvetaking er som avtalt i henhold til overvåkingsprogrammet. De biologiske kvalitetselementene må prøvetas på bestemte tidsperioder i løpet av året, avhengig av livssyklus og biologien til det aktuelle kvalitetselementet. Bunndyrsamfunnet overvåkes to ganger gjennom sesongen (vår og høst), begroingsalger en gang (aug./sep.), og heterotrof begroing 2 ganger (vår og høst).

Det ble i 2015 som i 2014 valgt å hente inn vannprøver for variabler som KOF, STS, AOX og næringssalter (Tot-P og Tot-N) samt tungmetaller (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, As, Hg). Borregaard var selv ansvarlig for vannkjemisk prøvetaking og levering av prøvene til analyselaboratoriet. Det ble tatt prøver 4 ganger til analyse av KOF og STS, 3 ganger til analyse av næringssalter og 5 ganger til analyse av vannregionspesifikke stoffer (f.eks. kobber) og EUs prioriterte miljøgifter (kun metallene Cd, Hg, Ni, Pb). Minstekravet i vannforskriften er 4 prøver pr. år (**Tabell 1**). For å kunne bruke vannkjemiske støtteparametere som KOF, nitrogen og fosfor til en tilstandsklassifisering anbefaler klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2:2013) at det tas månedlige prøver gjennom året. Men dersom tilstanden for biologien er moderat eller dårligere, så kan lavere frekvens forsvares, fordi de generelle fysisk-kjemiske kvalitetselementene i så fall ikke skal brukes for klassifiseringen.

Vannprøver for analyse av AOX ble utført etter pålegg fra Miljødirektoratet.

2.2 Stasjonsoversikt

Lokalisering av stasjonene i Glomma som er benyttet for overvåking av Borregaards utslipp i 2015 er vist i **figur 5**. Stasjonene er de samme som har vært benyttet ved overvåkingen de siste årene. Ved plasseringen er det tatt hensyn tidligere erfaringer, samt egnethet mht. prøvetaking og sikkerhet (HMS).

Tabell 4. Tiltaksrettet overvåking i Glomma ved Borregaard i 2015. Oversikt over aktiviteter pr. stasjonen.

Stasjon	Aktivitet
Vk - 1	Borregårds vanninntak (ny stasjon fra 2013), vannkjemisk
1	Bunndyr, begroingsalger og heterotrof begroing
2A	Begroingsalger og heterotrof begroing, el-fiske
2B	Bunndyr, el-fiske
3	Bunndyr, begroingsalger og heterotrof begroing, el-fiske
4	Bunndyr, begroingsalger og heterotrof begroing, el-fiske
5A	Bunndyr, el-fiske
5B	Begroingsalger og heterotrof begroing, el-fiske
6	Bunndyr, begroingsalger og heterotrof begroing
7A	Bunndyr, begroingsalger og heterotrof begroing
7B	Bunndyr
8	Bunndyr, begroingsalger og heterotrof begroing
Vk - A	Amtmannsgrunnen, vannkjemisk

Stasjon Vk-1 kan være påvirket av utslipp fra kokeriet, mens stasjon 1 er klart oppstrøms bedriftens utslippspunkter. Stasjon 3 kan ligge i innblandingssonen for hovedutslippet, mens stasjon 6, 7 og 8 kan være påvirket av både utslipp fra Borregaard og av kommunale kloakkoverløp ved Pæddekummen, dvs. stasjon 7. Kommunen jobber med å redusere kloakk-overløpene, men det har ikke hatt effekt på årets målinger.



Figur 5. Flyfoto med oversikt over stasjonenes plassering i Glomma. Vk 1 og Vk A er stasjoner for vannkjemisk. Bilder og koordinatene til de ulike stasjonene er sammenstilt i Vedlegg A og B. Aktiviteter på de ulike stasjonene er vist tabell 4.

Tabell 5. Informasjon om regulerte utslippskomponenter med tilhørende kvalitetselementer og indekser samt tidspunkt for prøvetaking med frekvens.

Regulerte utslippskomponent	Kvalitetselement	Indeks/parameter	Matriks	Antall St.	Antall prøver/år	Tidspunkt
N og P	Begroingsalger	PIT	Substrat/sed.	8	1	Aug./sep.
BOF og KOF	Heterotrof begroing	HBI	Substrat/sed.	8	2	Vår og høst
BOF, KOF og STS	Bunndyr	ASPT	Substrat/sed.	9	2	Vår og høst
KOF, STS	Fysisk-kjemiske støtteparametere: Organisk stoff og suspendert stoff	KOF, STS	Vann	2	4	Mars - Oktober
Tot-P og Tot-N	Fysisk- kjemiske Støtteparametere: Næringsalter	Tot-P og Tot-N			3	
As, Cu, Cr, Zn og AOX	Vannregion spesifikke stoffer	As, Cu, Cr, Zn og AOX			5	
Cd, Hg, Ni, Pb	EUs prioriterte miljøgifter	Cd, Hg, Ni, Pb			5	

3. Materiale og metode

3.1 Bunnedyr

Det ble i 2015 samlet inn et representativt materiale fra bunnedyrsamfunnene 8. april og 29. oktober. Resultater fra tidligere undersøkelser er tatt med der disse er relevante og når materialet er fra de samme stasjonene som ble prøvetatt i 2015 (Rustadbakken m.fl. 2011, Bækken m.fl. 2011, Bækken m.fl. 2010, 2011, 2012, 2014).

Ved stasjon 7 B (Pæddekummen) ble det tatt en prøve av bunnfaunaen fra dypområdet etter samme opplegg som tidligere år. Det var her tidligere et overløpsutslipp fra en kommunal pumpestasjon som nå var flyttet lengre ut til midten av Glomma. Prøvene herfra gir noe begrenset informasjon om miljøtilstanden i selve Glomma, men fungerer mer som en overvåking av kloakkpåvirkningen nevnt over. Materialet fra denne stasjonen ble derfor supplert med en bunnedyrprøve fra strandområdet ved Pæddekummen (Stasjon 7A) i samme område som prøvetaking for heterotrof begroing.

Innsamlingsmetoden for bunnedyr følger klassifiseringsveilederen (Direktoratgruppa 2013) der det ved innsamling anbefales bruk av en såkalt sparke-metode (kick method - NS-ISO 7828). Det anvendes en håndholdt håv med åpning 25 x 25 cm og maskevidde 0,25 mm. Håven holdes mot bunnen med åpningen mot strømmen. Bunnsubstratet oppstrøms håven sparkes/rotes opp med foten slik at opp-virvlet materiale føres inn i håven. Da en slik metode kan variere anbefaler veilederen følgende konkretisering: Det tas 9 delprøver fra stasjonen. Hver delprøve representerer 1 m lengde av elvebunnen og samles inn i løpet av 20 sekunder. Etter at 3 slike prøver er samlet inn (samlet prøvetakingstid ca. 1 minutt) tømmes håven for å hindre tetting av maskene og tilbake-spyling. Samlet blir det da 3 prøver á 1 minutt. Disse samles så i et glass og utgjør prøven fra stasjonen. Prøvene ble tatt i strykpartier når det var mulig, da klassegrensene i vurderingssystemet ikke er tilpasset sakteflytende elver.

Det er i tillegg tatt prøver fra et dypområde ved Pæddekummen (St. 7B). Disse prøvene ble tatt på ca. 13 m dyp og med en spesialprøvetaker for sediment (Van Veen grabb). Resultatene angis som tetthet pr. m². Det foreligger pr. i dag ikke nasjonale vurderingssystemer for denne type lokalitet/metode. Resultatene er derfor gitt ved en såkalt ekspertvurdering

Alle bunnedyrprøvene ble konserverte i felt med etanol og senere talt og bestemt i NIVAs lab etter standard prosedyrer. Det taksonomiske nivået mht. bearbeidelse varierer, men individer i de tre hovedgruppene døgnfluer (**E**phemeroptera), steinfluer (**P**lecoptera) og vårfluer (**T**richoptera), de såkalte EPT-taksa, blir så langt det er mulig identifisert til art/slekt.

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

Det biologiske mangfoldet på hver lokalitet er vurdert ut fra antall taksa (art/slekt/familie) innen de tre gruppene: Døgn- (E), stein- (P) og vårfluer (I). 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 roligflytende. Vi angir spesielt i rapporten dersom det blir registrert rødlistearter i materialet.

3.2 Begroingsalger og heterotrof begroing

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

Heterotrof begroing inkluderer sopp og bakterier, som bruker lett nedbrytbart organisk materiale som energikilde. Heterotrof begroing vokser på elvebunnen eller som epifytter på alger og andre vannplanter. Under gunstige forhold, som ved utslipp av store mengder lett nedbrytbart organisk materiale fra industri, avrenning fra gjødselkjellere eller ved kloakklekkasjer, kan de vokse raskt og på kort tid oppnå en høy biomasse og stor dekningsgrad. I Norge er det utviklet en heterotrof begroingsindeks (HBI) som brukes for å indikere grad av organisk belastning (Direktoratsgruppa, 2013).

3.2.1 Begroingsalger

Prøver av bentiske alger ble tatt 26. august, 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 konserverert for senere bearbeiding i laboratoriet vha. mikroskop. Tettheten av de mikroskopiske algene sammen med de makroskopiske elementene blir estimert enten som hyppig, vanlig eller sjelden på lokaliteten. Metodikken er i tråd med den europeiske normen som er utarbeidet for prøvetaking og analyse av begroingsalger (EN15708, 2009).

Ut fra resultatene fra hver stasjon blir eutrofieringsindeksen PIT (Periphyton Index of Trophic status) beregnet (Schneider & Lindstrøm, 2011). PIT er basert på indikatorverdier for 153 taksa av bentiske alger (ekskludert kiselalger). Indeksverdier strekker seg over en skala fra 1,87 til 68,91. Lave PIT verdier tilsvarende lave fosforverdier (oligotrofe forhold), mens høye PIT verdier indikerer høye konsentrasjoner (eutrofe forhold). For å kunne beregne en sikker indeksverdi, kreves minimum at 2 indikatorarter er registrert pr. stasjon.

I Vannforskriften er det fastsatt klassegrenser for PIT indeksen. Klassegrensene avhenger av elvetype der konsentrasjonen av kalsium er avgjørende (Direktoratsgruppa, 2013). For lettere å sammenligne økologisk tilstand med andre kvalitetselementer, omregnes de absolutte indeksverdiene til normalisert EQR (Ecological Quality Ratio), som går fra 0 til 1, der klassegrenser er like uansett elvetype eller kvalitetselement.

3.2.2 Heterotrof begroing

Heterotrof begroing ble prøvetatt 8. april, 26. august og 29. oktober, på de samme stasjonene som bunndyr og begroing.

På hver lokalitet undersøktes en ca. 10 meter lang elvestrekning ved bruk av vannkikkert. Det ble tatt prøver av synlig heterotrof begroing. Materialet ble lagret på små glass og konserverert for senere bearbeiding i laboratoriet. Dekningsgraden ble estimert i felt som "prosent dekning". Innsamlede prøver ble undersøkt i mikroskop, for å verifisere om det er heterotrof begroing, og for å identifisere artene.

Hver stasjon ble klassifisert mhp. organisk belastning ved bruk av HBI. Indeksen tar utgangspunkt i et årlig gjennomsnitt basert på dekningsgraden av heterotrof begroing på lokaliteten (Direktoratsgruppa, 2013). Systemet er skjønnsmessig og baserer seg på at tilstanden blir dårligere ved økt dekning av sopp og heterotrofe bakterier. Ved en dekningsgrad av heterotrof begroing på fra 1-10 %, blir lokaliteten satt i

moderat økologisk tilstand, og høyere dekning vil gi dårligere tilstand. Systemet overstyrer den klassifiseringen som blir gjort med utgangspunkt i PIT indeksen i de tilfellene hvor HBI fører til dårligere tilstandsklasse.

3.3 Vannkjemi

Borregaard tok selv vannprøvene og besørget videresending til Eurofins, som foretok analysene. Prøvene er fra perioden 30. mars til 29. oktober ($n = 5$). Referanseprøvene (stasjon Vk-1) er hentet inn nedstrøms Sarpsfossen fra råvanns-inntaket til Borregaard, og nedstrøms ved stasjon Vk-A, ved Amtmannsgrunnen. Datoer for prøvetaking er vist i **Tabell 11A**. Analysemetodene er gitt i **Vedlegg D.1**

3.4 Fisk

3.4.1 El-fiske

Fiskeundersøkelsen ble utført ved hjelp av el-fiske den 24. august 2015. Hovedoppgaven var å undersøke tetthet av atlantisk laks (*Salmo salar*) i antatte gyte- og oppvekstområder. Resultatene anvendes ikke som noe biologisk kvalitetselement *sensu* vannforskriften. Det ble fisket over seks stasjoner fra grusørene nær Melløs til områder nær Glomma Papp (**Figur 6**). Stasjonene som ble benyttet var de samme som i 2013 og 2014, med bare små endringer i arealer (Bækken m.fl. 2014). Vannføringen var ca. $650 \text{ m}^3/\text{s}$ men noe varierende. Lufttemperatur var ca. $20 \text{ }^\circ\text{C}$ og ved grusørene var vanntemperaturen $17,6 \text{ }^\circ\text{C}$ og ledningsevnen $48,7 \text{ } \mu\text{S}/\text{cm}$. Det var generelt god sikt i vannet, men noe vind skapte krusninger og forstyrret sikten i perioder. Vi ble også avbrutt av et kortvarig tordenvær.



Figur 6. Flyfoto av Glomma på strekningen mellom E6 og Sarpsfossen med NIVAs stasjoner for el-fiske i 2015. Kilde © Norge digitalt.

På grusørene ble det el-fisket over samme areal tre ganger for å kunne estimere tetthet av laks (antall pr. areal). På de andre stasjonene var fangstene for lave for slik estimering, og her ble det fisket kun én gang. Fanget laks ble talt opp, lengden ble målt og kontrollert for eventuell fettfinneklipping (settefisk) før de ble sluppet levende tilbake i vassdraget. Laks som senere skulle analyseres for fargemerking i otolittene (øresteinene) ble avlivet og konserveret på 96 % etanol. Fangst av andre fiskearter enn laks ble også registrert og antall samt lengder ble notert før de ble sluppet tilbake i elven. Det ble el-fisket med et apparat av merke GeOmega FA-4.

Avlivet laks ble sendt til Veterinærinstituttet i Trondheim for deteksjon av fargemerker i otolittene og for aldersbestemmelse. Fargemerkingen gjør det mulig å skille settefisk fra villfisk, fordi settefisk fra Glomma kultiveringsanlegg ble merket med Alizarin på øyrogenstadiet både i 2014 og 2015 (Lund m.fl. 2014).

3.4.2 Settefisk fra Glomma kultiveringsanlegg

Fra Glomma kultiveringsanlegg på Borregaard ble det våren 2013 satt ut i alt 150 000 stk. av årets yngel i områdene nedstrøms Sarpsfossen (NGOFA, 2013). Dette var den første utsettingen fra dette anlegget og yngelen var umerket. Våren 2014 ble det også satt ut 105 000 stk. yngel, men som nå var merket og hadde fargede otolitter. Disse ble også satt ut nedstrøms Sarpsfossen, på sju lokaliteter fra Glomma Papp og ned til grus-ørene, på begge sider av elva.

I 2014 ble det i tillegg til yngel satt ut 25 300 ettåringer av laks, hvorav 24 800 ble klassifiserte som smolt (Kjell Cato Strand, NGOFA, pers. med.). Alle disse var merket ved hjelp av fettfinneklipping. Ettåringene ble satt ut ved Glomma Papp og smolten ble satt ut på motsatt elvebredd av Borregaards-holmen (St. 10), ved Domberg. Våren 2015 ble det i de samme områdene også satt ut 150 000 av årets yngel og 21 300 ettåringer. I 2015 var både yngel og ettåringer fargemerket, og ettåringene var i tillegg fettfinneklippet.

4. Resultater

4.1 Bunndyr og organisk belastning

4.1.1 Økologisk tilstand

Stasjon 1 (oppstrøms Sarpsfossen) representerer referansesituasjonen i denne undersøkelsen. På denne stasjonen foreligger det årlige data siden 2007. Den økologiske tilstanden har ligget omkring grenseverdien mellom god og moderat tilstand. Etter en nedgang fra god til moderat tilstand i 2007 og 2008, har det vært en tendens til stadig bedre tilstand på denne stasjonen. De siste årene har tilstanden vært god, men i 2015 var miljøtilstanden tilbake til moderat igjen. Årsaken var blant annet at verdiene fra vårprøven trakk ned (**Tabell 6**). Høstprøvene hadde en nEQR like over grensen mellom moderat og god tilstand (**Figur 7**).

Fra stasjon 2B (ved Glomma Papp) har vi bunndyrdata fra tidligere undersøkelser for Borregaard i årene 2009 og 2010. Stasjonen ligger på motsatt side av Borregaard og den ble da anvendt som referanse i disse undersøkelsene. Den økologiske tilstanden i 2009 var dårlig. I 2010 hadde tilstanden bedret seg til moderat, mens tilstanden i 2013 var god. I 2014 var tilstand her på grensen mellom god og moderat (indeksverdi 0,595), mens tilsvarende verdi i 2015 var 0,70 både vår og høst, og bunnfauunaen indikerer en klart god økologisk tilstand.

Stasjon 3 (ved «Huset på prærrien») ligger nedstrøms utslipp fra Borregaard. Bunndyrsamfunnet har her vært tydelig påvirket. Den økologiske tilstanden i 2013 var moderat. I 2014 var tilstanden fremdeles moderat, men indeksverdien var vesentlig høyere og nærmet seg god tilstand. Også i 2015 klassifiseres miljøtilstanden til moderat, men indeksverdien hadde gått noe tilbake (**Figur 7**). Det var særlig om høsten at bunndyrsamfunnet ga en lav verdi, og den var da nær en dårlig tilstand (**Tabell 6**).

Stasjon 4 (Borrengaards-holmen) har også et bunndyrsmfunn som viser at det er påvirket av forurensninger. Den økologiske tilstanden i 2014 lå på grensen mellom god og moderat (indeksverdi 0,597). I 2015 var tilsvarende verdi 0,528 og lokaliteten hadde nå en klart moderat tilstand.

Fra stasjon 5B (på de nedre grusørene) har vi også bunndyrdata fra undersøkelser i 2009 og 2010. I begge disse to årene var økologisk tilstanden dårlig. Tilsvarende undersøkelser i 2013 ga også dårlig tilstand, men i 2014 var denne blitt vesentlig forbedret. Tilstanden var da moderat, men indeksverdien nærmet seg god økologisk tilstand. Bunndyrsmfunnet viser en videre bedring på denne stasjonen i 2015, og både vår- og høstprøven indikerer nå en god tilstand.

Stasjon 6 (under E6, sørbredden) hadde et sterkt påvirket bunndyrsmfunn i 2015, og den økologiske tilstanden var dårlig. Høstprøven alene indikerte en svært dårlig tilstand. Dårlig tilstand var det også i 2013 og i 2014 hadde den ikke endret seg vesentlig. På denne stasjonen er elva sakteflytende, men med et noe grovt steinsubstrat. Det innebærer i seg selv noe lavere indeksverdi enn den vi registrerer på partier med en noe større strømhastighet, men dette forklarer imidlertid ikke den dårlige tilstanden som i all hovedsak her kan tilskrives utslipp av organisk materiale.

Stasjon 7A (Pæddekummen indre). Prøven er fra steinsubstratet i strandsonen. Bunndyrsmfunnet er her sterkt påvirket. Den økologiske tilstanden var svært dårlig i 2015. Det er her observert lave indeksverdier både i 2013 og 2014. Dette ga en svært dårlig tilstand i disse årene, og indeksverdiene i 2015 var enda noe lavere enn tidligere. På denne stasjonen har det opp gjennom årene vært observert kloakktilførsler, og sannsynlig er det at dette har medvirket til den dårlige tilstanden. Også på denne stasjonen er elva sakteflytende, men med et egnet steinsubstrat. Den lave vannhastigheten innebærer her som på stasjon 6 at vi kan forvente en noe lavere indeksverdi enn den vi normalt vil forvente på vassdragsavsnitt med en høyere vannhastighet. Men dette forklarer imidlertid ikke den dårlige tilstanden som i all hovedsak kan tilskrives utslipp av organisk materiale.

Stasjon 7B ligger ute i Pæddekummen på ca. 13 m dyp. De vanligste gruppene i bunnfaunaen var larver av fjærmygg (chironomidae) og fåbørstemark (oligochaeta) (**Tabell 7**). Det var overraskende nå som tidligere å finne larver av ganske strømvhengige vårfluer i dette området. Området må nok regnes som ustabil fra naturens side ved at saltholdig vann kan komme hit opp langs bunnen under sterk flo. Det er imidlertid ikke funnet brakkvannarter i materialet så langt. I vanddirektivet er det ikke utviklet systemer for vurdering av denne type biotoper, men dominansen av fåbørstemark antyder påvirkning av organisk materiale. Det var i 2015 en reduksjon i tettheten av fjærmygglarver og fåbørstemark, noe som indikerer at belastningen mht. organisk materiale har avtatt. Dette nok sammenheng med at utslippet fra det kommunale overløpet til Pæddekummen nå er redusert/borte. Bruk av ASPT indeksen gir meget lave verdier, noe som også antyder en markert påvirkning av organisk materiale.

Tabell 6. Normaliserte verdier i 2015 for EQR av ASPT

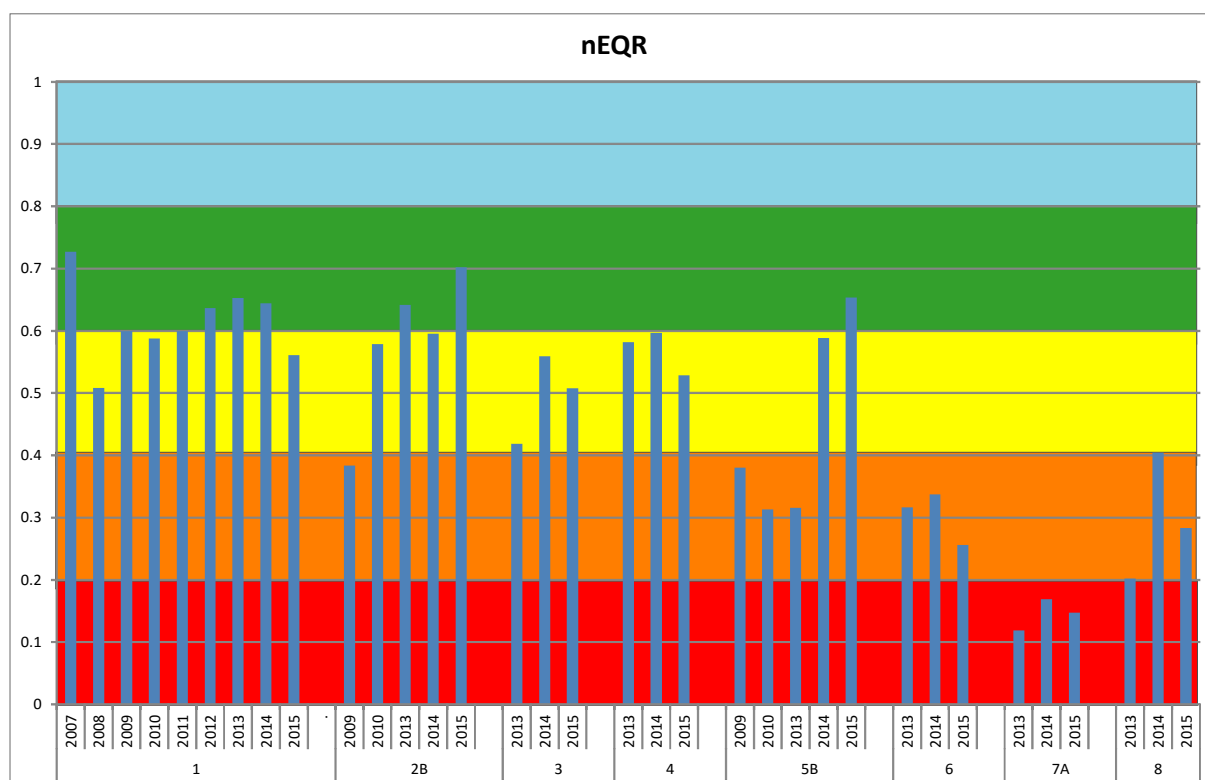
Stasjon	Dato	nEQR	Midl. nEQR
1	08.04/ 29.10	0,51 / 0,62	0,56
2B	08.04/ 29.10	0,70 / 0,70	0,70
3	08.04/ 29.10	0,58 / 0,44	0,51
4	08.04/ 29.10	0,51 / 0,55	0,53
5B	08.04/ 29.10	0,69 / 0,62	0,65
6	08.04/ 29.10	0,32 / 0,19	0,26
7A	08.04/ 29.10	0,15 / 0,14	0,15
7B	08.04/ 29.10	/ 0,13	
8	08.04/ 29.10	0,32 / 0,25	0,28

Stasjon 8, som er lokalisert nedstrøms Sundløkka, har en oppbygning av bunndyrsmfunnet som avspeiler dårlige miljøforhold og en betydelig påvirkning. Den økologiske tilstanden lå på grensen mellom svært dårlig og dårlig tilstand i 2013. Tilstanden var i 2014 vesentlig forbedret og var nå moderat, men nær

grensen mot dårlig tilstand. Resultatene fra 2015 viser en tilbakegang i den økologiske tilstanden, og den var nå svært dårlig. På dette avsnittet av Glomma er elven sakteflytende, men med egnet steinsubstrat. Det innebærer, som nevnt for stasjonene oppstrøms, en noe lavere forventet indeksverdi, men det forklarer her ikke den dårlige tilstanden som i all hovedsak kan tilskrives utslipp av organisk materiale.

Tabell 7. Tetthet (antall/m²) av bunndyr i Glomma på 13 m dyp ved Stasjon 7B i Pæddekummen.

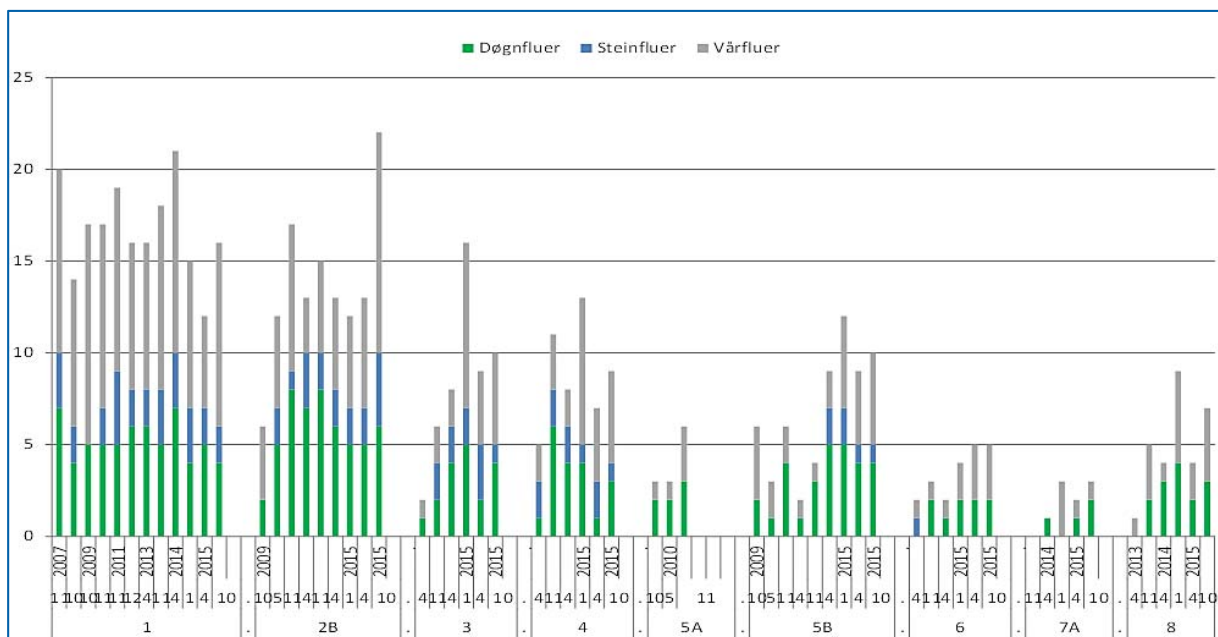
Hovedgruppe \ Dato	2013		2014	2015		
	11.04	21.11	3.4	6.1	8.04	29.10
Fjærmygglarver	1077	158	1026	204	82	16
Fåbørstemark	308	4210	154	769	136	118
Småmusling	154			13		
Vannmidd	154					
Krepsdyr: <i>Asellus aquaticus</i>			26	13		
Andre tovinger				13	3	2
Vårflue: <i>Hydropsyche nevae</i>				13		
Vårflue: <i>H. contubernalis</i>				26		
Vårflue: <i>Leptoceridae indet.</i>					1	



Figur 7. Økologisk tilstand basert på studier av bunndyrsamfunnets sammensetning på stasjoner i nedre deler av Glomma. Data vist for ulike perioder fra 2007 til og med 2015.

4.1.2 Biologisk mangfold

Det biologiske mangfoldet er vist ved å beregne EPT indeksen for stasjonene (indeksverdien baserer seg på summen av antall arter/taxa av døgn- (E), stein- (P) og vårfluer (I)). EPT verdiene har vært mellom 14 og 21 på Stasjon 1 i perioden 2007 til 2015 (**Figur 8**).



Figur 8. Biologisk mangfold i nedre deler av Glomma vist vha. EPT indeksen (sum av antall taksa innen dyregruppene; Døgn-, stein- og vårfluer) i perioden fra november 2007 til oktober 2015 (nest nederste tallrekke angir månedsnummer for prøvetakingen, nederste rekke angir stasjonsnummer).

EPT verdiene for 2014 var henholdsvis 21 og 15 for vår og høstprøven og tilsvarende verdier i 2015 var 12 og 16. Av disse var *Heptagenia sulphurea* den vanligste døgnfluen både vår og høst dernest *Baetis rhodani*. Denne arten er Norges vanligste døgnflue i elver. Steinfluene ble funnet i langt mindre antall og med færre arter. Den vanligste både vår og høst var individer av slekten *Isoperla*. Vårfluene var tallrike. De vanligste i denne dyregruppen både vår og høst var små ubestembare individer av den nettspinnende slekten *Hydropsyche*. Ellers kan det legges til at i denne gruppen av nettspinnende vårfluer ble det også registrert mange individer av en mere sjelden art nemlig *Hydropsyche nevae*. Gjennomsnittlig var mangfoldet for de to prøvene i 2015 omkring det samme som tidligere, men litt færre arter i vårprøven enn i 2014.

Ved st. 2 B var mangfoldet i bunndyrmaterialet generelt som på stasjon 1 i april, henholdsvis 12 og 13, mens tilsvarende EPT verdier i høstprøven var 22 og 16. Verdien høsten 2015 er den største som vi har registrert så langt på denne stasjonen. I 2014 var tilsvarende EPT verdier på stasjon 2B i vårprøven 13 og 12 i høstprøven. Døgnfluer var som tidligere vanlige på stasjonen og størst tetthet hadde arten *Ephemerella mucronata*, dernest kom artene *Baetis rhodani* og *Heptagenia sulphurea*. Det var få steinfluer i bunndyrsamfunnet på denne stasjonen, de vanligste var her individer fra slekten *Isoperla*. Blant vårfluene var individer av slekten *Hydropsyche* og rovformen *Rhyacophila nubila* de vanligste. *Hydropsyche nevae* ble også funnet her. Mangfoldet blant vårfluene var særlig stort i høstprøven.

Ved Stasjon 3 var i 2015 EPT verdien 9 i vårprøven og 10 i høstprøven. Tilsvarende verdier fra materialet som ble hentet inn i 2014 var 8 om våren og en god del større i høstprøven da EPT verdien var 16. Blant døgnfluene var *Ephemerella mucronata* og *Baetis rhodani* de to vanligste artene. Individer fra slekten *Isoperla* var de vanligste steinfluene. Blant vårfluene var nettspinnende arter fra slekten *Hydropsyche* ikke til stede i vår prøven, men var tilbake igjen i materiale som ble hentet inn i oktober *Hydropsyche nevae* var de vanligste vårfluene. Ellers var *Agapetus ochripes* og *Psychomyia pusilla* vanlige vårfluearter i høstprøven.

Ved stasjon 4 var EPT verdiene i 2015 (og i 2014) henholdsvis 7 (8) og 9 (13) i vår- og høstprøven. Kun en art (*Heptagenia sulphurea*) med ett individ var representert i vårprøven, mens *Baetis rhodani* var den vanligste døgnfluen i høstprøven. *Ephemerella mucronata* var også tilstede om høsten. Av steinfluer ble det på denne stasjonen bare funnet noen få individer fra slekten *Isoperla*. Blant vårfluene var *Psychomyia pusilla* vanligst på høsten, men tettheten var lav. Det ble registrert økt mangfold fra 2013 til 2014, men EPT verdiene for 2015 er lavere og for høstprøvene lavere enn for begge de to tidligere årene.

Ved stasjon 5 B var EPT verdiene i 2015 (og i 2014) henholdsvis 9 (9) og 10 (12) i vår og høstprøvene. Blant døgnfluene ble både *Baetis rhodani*, *Ephemerella mucronata* og *Heptagenia sulphurea* til stede i materialet. I 2014 ble det for første gang siden prøvetakingen startet i 2009 registrert steinfluer i bunndyrsmfunnet på denne stasjonen. Det var også tilfelle i 2015 og hele tiden har det vært individer fra slekten *Isoperla*. Den vanligste vårfluearten i vårprøven var *Neureclipsis bimaculata* og i høstprøven var det arten *Agapetus ochripes*, men tetthetene var lave. Det var en betydelig økning i mangfoldet fra 2013 til 2014 med flere arter i alle EPT gruppene, men i 2015 var EPT verdien i vårprøven som året før. Tilsvarende var mangfoldet for disse tre gruppene mindre enn i 2014, men samtidig langt høyere enn tidligere år.

Ved stasjon 6 var det svært lavt mangfold i 2015 (og i 2014) med EPT verdier på henholdsvis 5 (2) og 4 (4) i vår og høstprøvene. Vanligste døgnflue var *Heptagenia fuscogrisea* i vårprøven, men ellers var artene her stort sett representert ved enkeltindivider. Det ble heller ikke i 2015 funnet steinfluer på denne stasjonen. Vårfluer var dårlig representert i materialet og stort sett med enkelte individer fra hver art/slekt. Det var ikke vesentlige endringer i mangfoldet i perioden fra 2013 til 2015.

Ved stasjon 7A var det et svært lavt mangfold i 2015 (og i 2014) med EPT verdier på henholdsvis 2 (1) og 3 (3) arter i vår og høstprøvene. Døgnfluearten i vårprøven var *Heptagenia fuscogrisea*. Denne arten var også representert i høstprøven, og da sammen med arten *Caenis moesta* (ett individ). Steinfluer ble som tidligere ikke registrert på denne stasjonen. Blant vårfluene ble det i vårprøven funnet en art *Cymus trimaculatus* og i høstprøven var det et individ fra familien *Polycentropodidae*. Det ble ikke funnet døgn-, stein- og vårfluer på denne stasjonen i 2013, noe som viser at det her har vært en liten økning av mangfoldet.

Ved den nederste stasjonen, stasjon 8, var det også i 2015 (og i 2014) et lavt mangfold med EPT verdier på henholdsvis 4 (4) og 7 (9) i vår og høstprøvene. Interessant var at vi i 2015 fant larver av døgnfluen *Ephemera vulgata* i materialet som ble hentet i april fra denne stasjonen. Blant de tre andre døgnfluene som ble registrert på denne stasjonen var *Heptagenia fuscogrisea* vanligst. Begge de to nevnte artene er strømvake som foretrekker rolige strømførhold. Det ble ikke funnet steinfluer. De vanligste vårfluene var ubestemte individer fra familien *Polycentropodidae*. Det har vært et betydelig økt mangfold siden 2013 grunnet funn av flere døgnflue- og vårfluearter i materialet de to siste årene.

I tillegg ble det i undersøkelsene av bunndyrsmfunnene nedstrøms Borregaard i 2015 registrert arter fra andre dyregrupper som snegler (*Radix labiata*, *Ancylus fluviatilis*, *Lymnaeidae* og ubestemte skivesnegler *Planorbidae*), krepsdyr (*Asellus aquaticus*), igler (*Helobdella stagnalis*, *Erpobdella sp.*). Alle disse er arter /dyregrupper som gir innspill til forurensningsindeksen. Det ble ikke funnet rødlistede arter i materialet.

I alle prøvene og fra alle stasjonene var hovedgruppene fjærmygglarver (Chironomidae) og fåbørstemark (Oligochaeta) meget vanlige. Dominans av fjærmygglarver er vanlig i bunndyrprøver. Også fåbørstemark er vanlig å finne i bunndyrprøver, men stor tetthet har sammenheng med organisk belastning (se f.eks. stasjon 3 og 7A i resultat tabellene i vedlegget). På stasjonene 4 og 5B ble det som i 2014 funnet rognkorn fra fisk i bunndyrprøvene. Det viser at det på disse stasjonene har vært gyting i løpet av høsten.

Rådata fra undersøkelsene av bunndyrsmfunnene i nedre deler av Glomma er sammenstilt i **Vedlegg E**.

4.1.3 Oppsummering bunndyr

Den økologiske tilstanden i 2014 var god på referansestasjonen Stasjon 1 oppstrøms Sarpsfossen, mens den i 2015 nå var moderat. Tilsvarende var tilstanden i 2014 på stasjon 2 B ved Glomma Papp på grensen mellom god og moderat, mens den i 2015 hadde en klart god økologisk tilstand. Videre nedover i Glomma reduseres tilstanden til moderat ved Stasjon 3, og 4. Det var for begge disse en negativ utvikling i 2015. Derimot viste stasjon 5 B (nedre grusør) en positiv utvikling og hadde for første gang en god økologisk tilstand. Ved Stasjonene 6 (E6 bru) og 7A (Pæddekummen) var tilstanden henholdsvis dårlig og svært dårlig som tidligere, men det var en forverring i 2015 (i form av lavere nEQR verdier innen samme tilstandsklasse). På stasjon 8 lå tilstanden i 2014 på grensen mellom moderat og dårlig, mens den i 2015 var klart dårlig.

Det er ikke mulig å si noe entydig om trender på hver stasjon foreløpig, kanskje med unntak av stasjon 5B, som viste tydelig bedring i 2014 og 2015 sammenlignet med tidligere år. Det er likevel klart at den økologiske tilstanden forverres nedover i elva fra god/moderat tilstand øverst til dårlig/svært dårlig nederst.

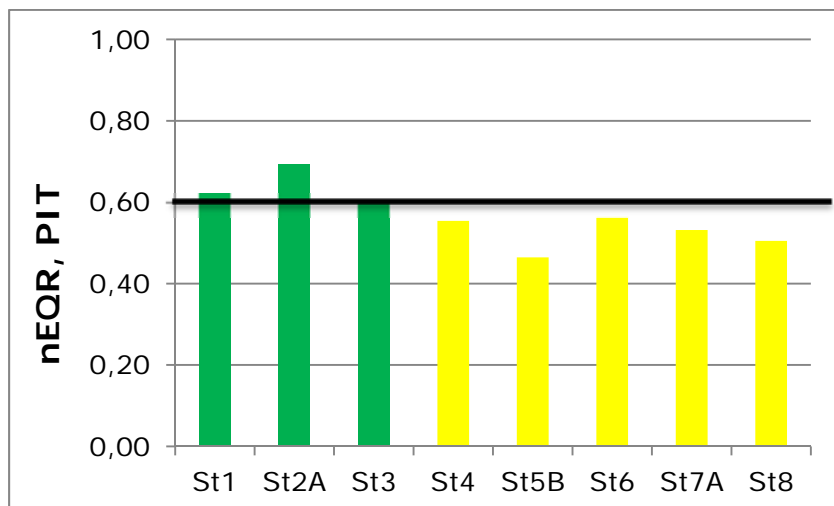
Det biologiske mangfoldet basert på EPT verdien på stasjonene (se vedlegg E3) følger stort sett samme mønster som den økologiske tilstanden, med forholdsvis mange EPT arter på referansestasjonen og færre arter på de nederste stasjonene. Sammenlignet med 2014 var artsantallet likt eller bedre om våren på seks av stasjonene. Tilsvarende sammenstilling for prøvene som ble tatt inn om høsten viste at det nå bare var fire stasjoner hvor artsantallet i bunndyrsamfunnet var likt eller bedre enn året før på samme tid. Med andre ord hadde halvparten av stasjonene i 2015 lavere artsantall om høsten enn året før, mens det om våren var to av de åtte stasjonene som lavere artsantall for bunnfaunaen. Forskjellene mellom vår og høstprøver i 2014 og 2015 gjenspeiler nok først og fremst naturlige variasjoner relatert til vannføring, som vil gi varierende grad av fortynning av belastningen.

4.2 Begroingsalger – Eutrofiering

4.2.1 Begroingsalger – Eutrofiering

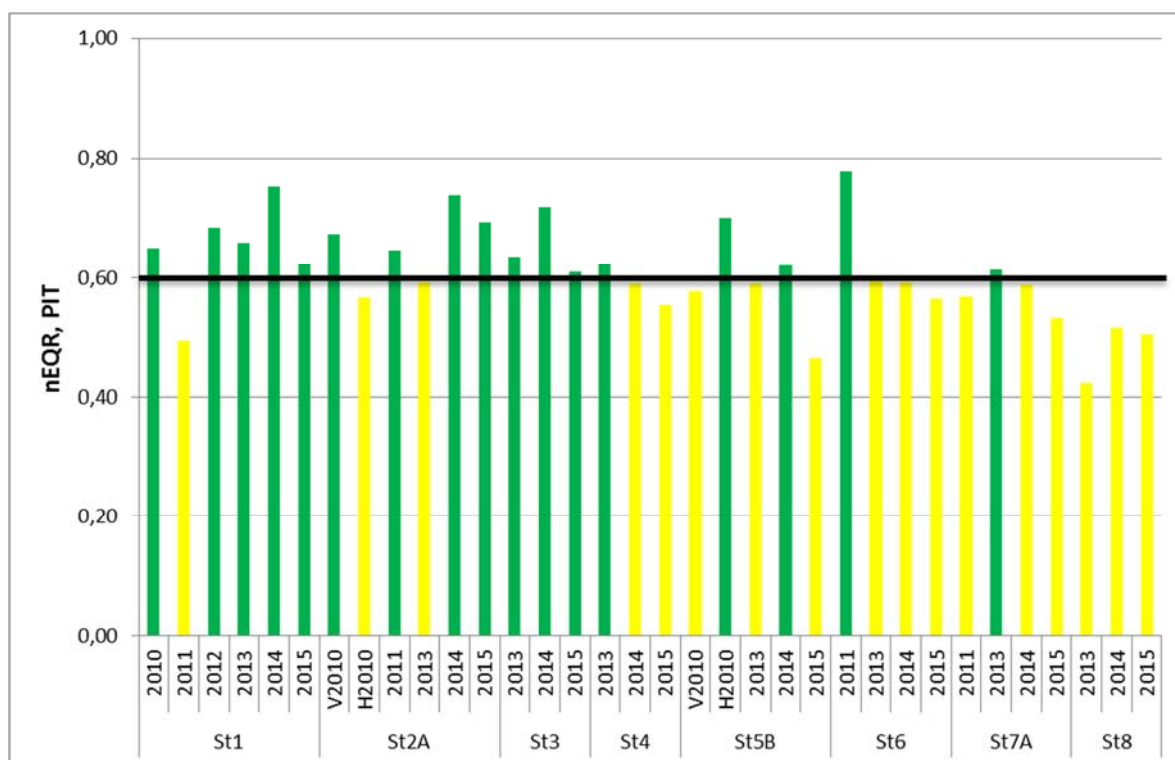
Resultatene fra 2015 viser en trend der de tre øverste stasjonene, er i en god økologisk tilstand, mens de nederste stasjonene har moderat økologisk tilstand (**Figur 9**). Både st. 1 og 3 hadde en god økologisk tilstand, men de er begge nær grenseverdien som skiller mellom god og moderat tilstand. De har en normalisert EQR verdi på henholdsvis 0,62 og 0,61, mens god-moderat grensen ligger på 0,60. Dataene antyder at Borregaards utslipp har en negativ effekt på begroingssamfunnet i 2015 (**Figur 9**).

Synlige forekomster av arter innen cyanobakterieslekten *Phormidium* ble observert på alle stasjoner med unntak av st. 6, der slekten kun ble observert mikroskopisk blant andre alger (**Vedlegg F**). Dette er en slekt der de fleste artene trives i næringsrikt vann. Den eutrofe grønnalgen *Spirogyra d* ble også registrert på alle stasjoner. På de nederste stasjonene ble i tillegg flere andre eutrofe arter registrert, som cyanobakterien *Oscillatoria limosa*. Mens det på de øverste tre stasjonene ble registrert både oligotrofe (f.eks. cyanobakterien *Chamaesiphon rostafinskii*) og eutrofe (e.g. rødalgen *Audouinella*) arter/slekter. Dette antyder at i tillegg til den belastning som kommer via Borregaards utslipp blir begroingssamfunnet også påvirket av utslippspunkter oppstrøms bedriften.



Figur 9 Normalisert EQR (nEQR) for eutrofieringsindeksen PIT (Periphyton Index of Trophic status) beregnet for 8 stasjoner ved Borregaard i 2015. Fargene grønn og gul angir hhv. god og moderat økologisk tilstand. Den svarte horisontale linjen markerer miljømålet.

Ved å sammenligne tidligere undersøkelser av begroingsamfunnet i denne vannforekomsten (**Vedlegg C**) med årets resultater får vi et bilde av hvordan tilstanden på lokalitetene varierer fra år til år (**Figur 10**). Resultatene fra tidligere begroingsundersøkelser viser stort sett samme bilde som årets undersøkelse: stort sett god tilstand på de øverste stasjonene og moderat tilstand på de nedre stasjonene.



Figur 10. Normalisert EQR (nEQR) for eutrofieringsindeksen PIT beregnet for åtte stasjoner ved Borregaard i årene fra 2010 - 2015. Verdiene angir økologisk tilstand. Grønn = god og gul = moderat tilstand. Den svarte horisontale linjen markerer miljømålet.

Stasjon 1 oppstrøms Sarpsfossen, fungerer som referansestasjon for stasjonene nedstrøms. Den er undersøkt årlig fra 2008 (Bækken m.fl., 2014). Vi har valgt å ha med dataene fra og med 2010, da NIVA startet med begroingsundersøkelser for Borregaard dette året. Undersøkelsene i perioden fra 2010 til 2015 (med unntak av 2011) viste alle en god økologisk tilstand, noe som indikerer at stasjonen stort sett oppfyller miljøkravet gitt i vannforskriften. I 2011 havnet stasjonen derimot i moderat økologisk tilstand. Årsaken kunne da kobles til en kloakkledning som var blitt ødelagt i juni og som da i lang tid hadde påvirket vannkvaliteten på stasjonsområdet når vi hentet inn våre prøver i begynnelsen av oktober samme år. Stasjonen var tydelig påvirket av kloakk.

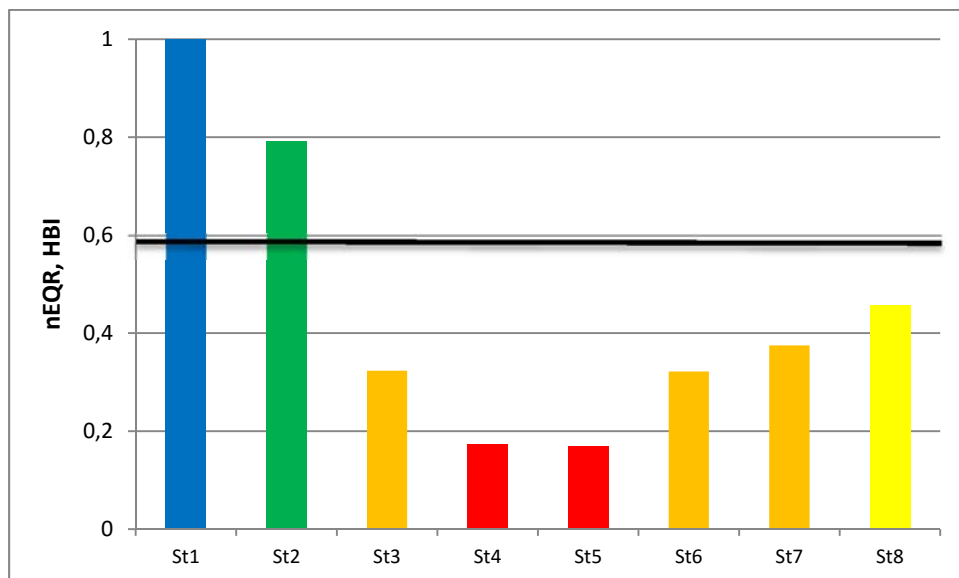
Ut fra årets resultater, og dataene fra tidligere års undersøkelser, blir konklusjonen at referansestasjonen oppstrøms Borregaard (st.1), har en god økologisk tilstand. Nedstrøms Sarpsfossen, innenfor Borregaards industriområde, ligger den økologiske tilstand i Glomma på grensen mellom god og moderat miljøtilstand.

Tilstanden er markert dårligere nedstrøms Borregaards utslipp. De organiske stoffene er nå i stor grad brutt ned og frigir trolig næringsstoffer for ny plante-vekst i vassdraget. Denne effekten markerer seg tydelig ved st. 8, som ut fra begroingen har en moderat økologisk tilstand.

4.3 Heterotrof begroing - Organisk belastning

Resultatene fra undersøkelsene i 2015 av heterotrof begroing i de nedre delene av Glomma viser tydelig at Borregaards utslipp har en negativ påvirkning på den økologiske tilstanden i denne vannforekomsten. De to øverste stasjonene, st. 1 og 2A, blir i liten eller ingen grad påvirket av utlippene. Dette synliggjøres ved at disse to stasjonene er klassifisert til henholdsvis svært god og god tilstand ut fra HBI indeksen (**Figur 11**). Stasjonen som ligger like nedstrøms utslippet fra kokeriet (st. 3), havnet i dårlig tilstand og er tydelig påvirket. Mellom st. 3 og 4 har Borregaard sine hoved utslipp i Glomma, noe som nok er årsaken til at st. 4 og 5B havnet i en svært dårlig økologisk tilstand.

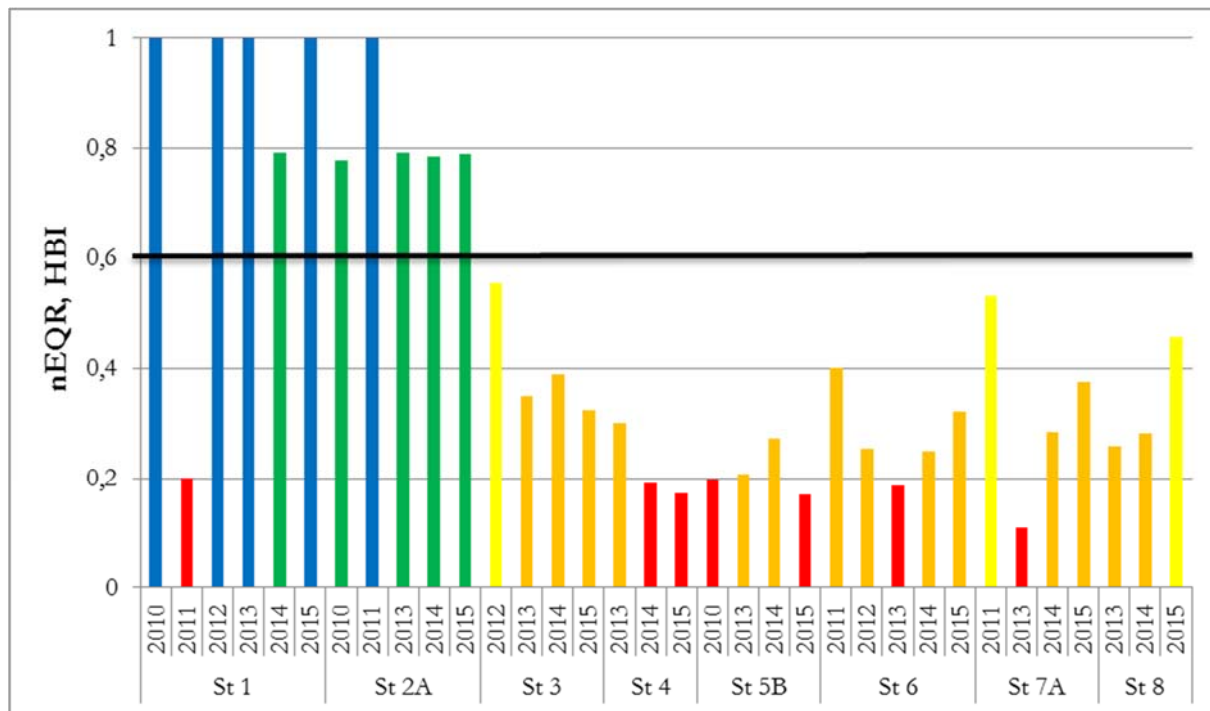
På strekningen fra st. 6 og ned til st. 8 er det ikke flere utslipp fra Borregaard, og det ser ut til at vassdraget henter seg noe igjen og at selvrensingen bedrer tilstanden mht. effekter av organisk belastning. Heterotrof begroing forventes å ha en rask respons like nedstrøms utslipp av lett nedbrytbart organisk materiale. Den vokser raskt og utnytter de lett tilgjengelige forbindelsene i materialet. Disse komponentene brytes etter hvert ned, slik at elven lenger nede gradvis får en en bedre tilstand mht. denne forurensingen. Resultatene fra 2015 viser at St. 6 og 7A ble klassifisert til å ha en dårlig tilstand, mens st. 8 hadde en moderat økologisk tilstand. Årets resultater samsvarer godt med tidligere registreringer fra denne vannforekomsten (Bækken m.fl. 2015).



Figur 11. Normaliserte EQR (nEQR) verdier i Glomma ved Borregaard beregnet vha. indeksen HBI. Fargene angir økologisk tilstand. Blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig miljøtilstand. Den horisontale linjen markerer miljømålet, dvs. grensen mellom god og moderat tilstand.

Sammenligning med tidligere års data (**Figur 12**) viser følgende: På referansestasjonen (St. 1), oppstrøms Sarpsfossen, ble det ikke registrert heterotrof begroing verken i 2010, 2012, 2013 og i 2015. Lokaliteten hadde dermed svært god økologisk tilstand mht. heterotrof begroing i 2015. I 2014 ble det registrert mikroskopiske funn av en uidentifisert sopp, noe som ga tilstandsklassen god, og i 2011 ble det registrert store mengder lammehaler pga. en lokal kloakklekkasje tidligere samme år. Dette antas å være et særtilfelle, og lokaliteten ble da klassifisert til å ha en svært dårlig miljøtilstand, men både før og etter er det ikke registrert makroskopiske forekomster av lammehaler. Samlet sett vil derfor stasjon 1 bli klassifisert til å ha en svært god til god økologisk tilstand. Stasjon 2A ved Glomma Papp ligger like nedstrøms utslippet fra kokeriet, men på den andre siden av elven. Stasjonen er i liten grad påvirket av dette utslippet, noe resultatene underbygger. Det er på det meste registrert < 1 % dekning av lammehaler og sopp på st. 2A. Stasjonen blir derfor klassifisert til å ha en god økologisk tilstand basert på heterotrof begroing.

De andre stasjonene som ble undersøkt i 2015 (st. 3 - 8) er alle lokalisert nedstrøms Borregaards utslippspunkter og er tydelig påvirket av dette. Det ble registrert store forekomster av den heterotrofe bakterien *Sphaerotilus natans*, med det norske navnet lammehaler, på samtlige stasjoner (figur 10 og 11). Det er primært lammehaler som er karakterarten på disse stasjonene, med unntak av st. 7A. På denne stasjonen ble det høsten 2013 registrert 5 % dekning av lammehaler, men hele 90 % dekning av soppen *Leptomitius lacteus*. Våren 2014 ble det her utelukkende registrert sopp (35 % dekning av *L. lacteus*). Stasjon 7A ligger innerst i Pæddekummen, hvor det fram til og med 2014 var et kjent utslipp fra et kommunalt overløp. Dette er det nå ryddet opp i. Ved flere tilfeller, bl.a. ved innsamling av prøver i september 2013, ble det observert utslipp av råkloakk i området. Det er sannsynlig at oppblomstringen av soppen *Leptomitius lacteus* skyldtes utslipp fra det kommunale overløpet og ikke hadde noen sammenheng med utslipp fra Borregaard. Denne antagelsen styrkes av årets undersøkelse, når dette overløpet nå er fjernet. Det ble nå primært registrert lammehaler på lokaliteten, samt mindre mikroskopiske funn av en uidentifisert sopp.



Figur 12. Normalisert EQR for den heterotrofe begroingsindeksen HBI, beregnet for 8 stasjoner i Glomma ved Borregaard i perioden fra 2010 – 2015. Fargene angir økologisk tilstand der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. Linjen markerer miljømålet, dvs. grensen mellom god og moderat tilstand.

Det skal legges til at resultatene fra årene 2013 til 2015 er basert på tre runder med prøver (unntak st. 7A i 2013, to prøverunder), mens tidligere undersøkelser i stor grad var basert på én prøverunde. En større prøvetakingsfrekvens fører til mer presise resultater. I tillegg kan studier tyde på at veksten av lammehaler blir hemmet på sommeren, fra mai til august, grunnet UV-lys (Mechsner, 1985). Ved å vurdere nærmere prøvetidspunktene ser vi at materialet i 2011 ble samlet inn i slutten av juli. Da var sannsynligvis veksten hemmet av det sterke UV-lyset, noe som trolig kan ha bidratt til at lokalitetene dette året hadde en lavere dekningsgrad enn i senere år. Endringer i utslippet knyttet til fellesferie mm. kan også ha bidratt. Årets sommer-undersøkelser (26. – 27. august) viser at samtlige påvirkede stasjoner hadde en reduksjon i dekningsgrad av lammehaler sammenlignet med vår- og høstprøvene. Samme trend kan vi også se for resultatene i 2013 og 2014, men her er ikke bildet like markant som ved årets undersøkelser. Dette kan ha sammenheng med at i 2013 og 2014 ble sommerprøvene samlet inn i september og at UV-lyset da var noe svekket, men her har også forhold som endringer i utslippsmengder og sammensetning, samt vannføring mm. betydning.

Vi kan se en forbedring de to siste årene på de tre nederste stasjonene, til tross for at st. nedstrøms utslippspunktene jevnt over er i dårlig tilstand. Miljøtilstanden på stasjon 6 og 7A er markant forbedret siden 2013. De har begge endret klasse fra en svært dårlig til en dårlig økologisk tilstand. Dekningsgraden av heterotrof begroing er redusert fra 53 % til 26 % på st. 6 og fra 73 % til 15 % på st. 7A. På st. 7A har dette nok sammenheng med at utslippet fra det kommunale overløpet til Pæddekummen nå er redusert/borte. På st. 8 har det også vært en tydelig forbedring siden 2013. Her har miljøtilstanden gått fra dårlig til moderat tilstand, og dekningsgraden av heterotrof begroing er redusert fra 38 % til 7 % (**Tabell 8**). Visuelt ga både st. 4 og 5 B et markant bedre inntrykk i januar 2015 enn ved tidligere undersøkelser. Selv om dekningsgraden var høy var det meste av den heterotrofe veksten til stede som et tynt belegg. Det samme ble observert på st. 5 B i oktober 2015. På begge disse stasjonene ble det i januar kun registrert 1 % dekning av store lammehaler, der det ved tidligere undersøkelser har vært en dekningsgrad på opp til 95

% . Men i tillegg ble det registrert et tynt lag av heterotrof begroing med dekningsgrad på 60 % på st. 4 og 40 % på st. 5 B.

I oktober var dette ikke like markant. Da ble det, på st. 5 B, registrert 70 % dekning av store lammehaler, mens det i tillegg ble observert et tynt belegg (10 % dekning) med heterotrof begroing. Da indeksen for heterotrof begroing (HBI) ble utviklet for Norge fantes det dessverre ikke nok data til at tykkelsen på begroingsbelegget kunne tas med som en avgjørende faktor for å beskrive økologisk tilstand. Tilsvarende klassifiseringssystemer som det norske systemet er bygget på, utviklet i Irland (McGarrigle & Lucey, 2009) og Storbritannia (Kelly, Phillips & Willby, 2011, UKTAG, 2012), benytter tykkelsen av den heterotrofe begroingen som tilleggsfaktor til dekningsgrad. Ettersom det etter hvert blir samlet inn mer data fra Norge og vi i større grad erfarer hvor stor betydning tykkelsen har, vil vi nok benytte dette som et supplerende kriterium i en revidert utgave av HBI indeksen. Da ville denne bedringen i tilstand (tynnere dekke) på stasjonene 4 og 5 B blitt fanget opp, i motsetning til dagens metode hvor tilstandsklassen faktisk forverres som følge av den økte dekningsgraden.

Som en generell trend kan man si at de to øverste stasjonene, overfor utslippspunktene basert på HBI indeksen, er og har vært i en god eller svært god tilstand. De seks nederste stasjonene, nedstrøms utslippspunktene, er i en moderat, dårlig eller svært dårlig økologisk tilstand, som følge av organisk belastning.

4.3.1 Oppsummering begroingsalger og heterotrof begroing

Ved bruk av både heterotrof begroing og begroingsalger som biologiske kvalitetselementer for å tilstandsklassifisere de ulike lokalitetene, fungerer systemet slik at en harmonisering av tilstandsklassene gjøres etter prinsippet: 'det verste styrer'. Dette gir et samlet og et riktigere resultat i og med at både næringsbelastning og organisk belastning inngår i beregningen av miljøtilstanden.

Referansestasjonen, st. 1, som er lokalisert like oppstrøms Sarpsfossen, har i alle år hatt god økologisk tilstand, med unntak av året 2011. Det var da en kloakklekkasje ved denne stasjonen. Hvis vi ser bort i fra 2011 er denne lokaliteten den eneste som hvert år har oppfylt miljømålet gitt i vannforskriften (**Tabell 8**) om å ha en god eller bedre økologisk tilstand. St. 2 B ved Glomma Papp, har fungert som referansestasjon i tidligere prosjekter (Rustadbakken m.fl., 2011, Ranneklev m.fl. 2012). Lokaliteten påvirkes kun i liten grad av utslipp fra Borregaard, og har de siste årene hatt en tilstand på grensen mellom en god og moderat økologisk tilstand. Nedstrøms Borregaard fabrikkens utslippspunkter kan man tydelig se at tilstanden i Glomma er dårlig. Fra og med st. 3 og ned til st. 8 er det gjennom hele undersøkelsesperioden registrert en moderat eller en dårligere økologisk tilstand.

Tabell 8. Økologisk tilstand basert på PIT-indeksen og årlig gjennomsnitt for nEQR og basert på HBI-indeksen, samt harmonisert tilstandsklasse med utgangspunkt i prinsippet: det verste styrer for åtte stasjoner i Glomma ved Borregaard i tidsperioden fra 2010 til 2015.

Stasjon	År	PIT			HBI			Total tilstandsklasse				
		PIT	nEQR	Økologisk tilstand	Årlig gj.snitt	nEQR	Økologisk tilstand					
St 1	2010	14,14	0,65	God	0	1,00	Svært god	God				
	2011	23,82	0,49	Moderat	50	0,20	Svært dårlig	Svært dårlig				
	2012	12,97	0,68	God	0	1,00	Svært god	God				
	2013	13,85	0,66	God	0	1,00	Svært god	God				
	2014	10,75	0,75	God	0,001	0,79	God	God				
	2015	15,02	0,62	God	0	1,00	Svært god	God				
St 2 A	V2010	13,35	0,67	God	0,1	0,78	God	God				
	H2010	18,28	0,57	Moderat			Moderat					
	2011	14,25	0,65	God			0	1,00	Svært god	God		
	2013	16,38	0,59	Moderat			0,01	0,79	God	Moderat		
	2014	11,21	0,74	God			0,1	0,79	God	God		
	2015	12,68	0,69	God			0,04	0,79	God	God		
St 3	2012				3	0,55	Moderat	Moderat				
	2013	14,57	0,64	God	20	0,35	Dårlig	Dårlig				
	2014	11,86	0,72	God	12,33	0,39	Dårlig	Dårlig				
	2015	15,44	0,61	God	25,33	0,32	Dårlig	Dårlig				
St 4	2013	14,99	0,62	God	30	0,30	Dårlig	Dårlig				
	2014	16,47	0,59	Moderat	52	0,19	Svært dårlig	Svært dårlig				
	2015	19,21	0,55	Moderat	57	0,17	Svært dårlig	Svært dårlig				
St 5 B	V2010	17,41	0,58	Moderat	50,5	0,20	Svært dårlig	Svært dårlig				
	H2010	12,47	0,70	God								
	2013	16,47	0,59	Moderat					48,33	0,21	Dårlig	Dårlig
	2014	15,06	0,62	God					35,33	0,27	Dårlig	Dårlig
	2015	25,99	0,46	Moderat					57,67	0,17	Svært dårlig	Svært dårlig
St 6	2011	9,92	0,78	God	10	0,40	Dårlig	Dårlig				
	2012				39	0,26	Dårlig	Dårlig				
	2013	15,80	0,599	Moderat	53,33	0,19	Svært dårlig	Svært dårlig				
	2014	16,36	0,59	Moderat	40	0,25	Dårlig	Dårlig				
	2015	18,49	0,56	Moderat	25,67	0,32	Dårlig	Dårlig				
St 7 A	2011	18,17	0,57	Moderat	4	0,53	Moderat	Moderat				
	2013	15,30	0,61	God	72,5	0,11	Svært dårlig	Svært dårlig				
	2014	16,62	0,59	Moderat	33,33	0,28	Dårlig	Dårlig				
	2015	20,90	0,53	Moderat	15,03	0,37	Dårlig	Dårlig				
St 8	2013	29,18	0,42	Moderat	38,33	0,26	Dårlig	Dårlig				
	2014	22,09	0,52	Moderat	33,67	0,28	Dårlig	Dårlig				
	2015	22,93	0,50	Moderat	7,4	0,46	Moderat	Moderat				

4.4 Fisk

Det ble under fiskeundersøkelsene i 2015 fanget totalt 75 laksunger, hvorav 68 ble fanget på grusørene (**Tabell 9**). På de fire stasjonene oppstrøms grusørene ble det fanget 7 laks. Den minste og største laksen hadde en lengde på henholdsvis 52 mm og 96 mm (**Figur 13**). Både lengdefordelingen og otolittanalysene tyder på at alle laksungene var av årets yngel (0+). Gjennomsnittslengden var 69,3 mm \pm 9,1 (SD). Ingen fisk var fettfinneklippet. Estimert tetthet av årsklassen 0+ for laks på grusørene var 41,7 og 9,4 individer per 100 m², for henholdsvis øvre og nedre grusør (**Tabell 10**). Den økologiske tilstanden med hensyn til bestandstetthet av laksefisk kan ikke vurderes, da klassifiseringssystemet for dette er utviklet for bekker og små elver og ikke for store elver som Glomma.

Av 33 undersøkte individer (0+ laks), hadde 8 individer fargemerket otolitt, dvs. at ca. 24 % var settefisk. De detekterte merkene var alle veldig tydelige og av god kvalitet, så det er mest sannsynlig at fisk hvor det ikke var funn av fargemerke er naturlig klekket villfisk. Merkede individer ble fanget på stasjonene Glomma Papp øvre (to av totalt to undersøkte), Borregaardsholmen (én av totalt fire undersøkte) og grusørene (fem av totalt 26 undersøkte). Merkede individer hadde lengder fra 69 til 96 mm (**Figur 14**).

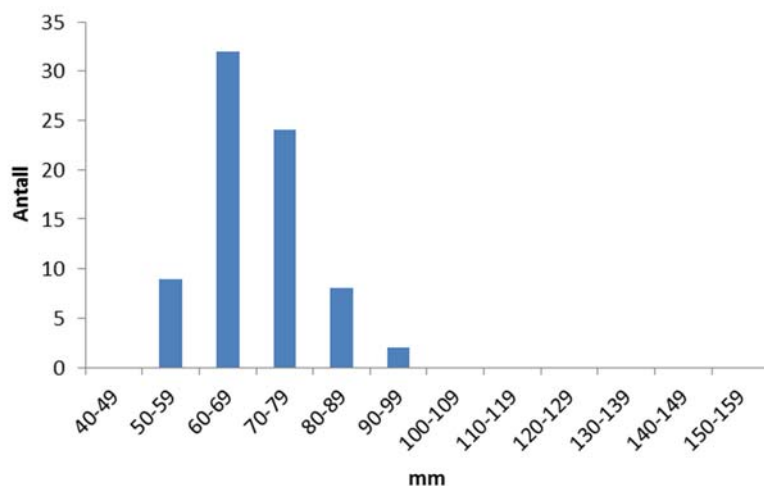
I tillegg til laks, ble det fanget ål på fire stasjoner og steinsmett på fem stasjoner (**Tabell 9**). Steinsmettene var i lengdeintervallet 3–10 cm og ålene var i lengdeintervallet 25–40 cm. Det ble også observert små stimer av ubestemt karpfisk i nærheten av stasjon Borregaardsholmen.

Tabell 9. Fiskefangster under el-fiske i Glomma ved Borregaard 24. august 2015.

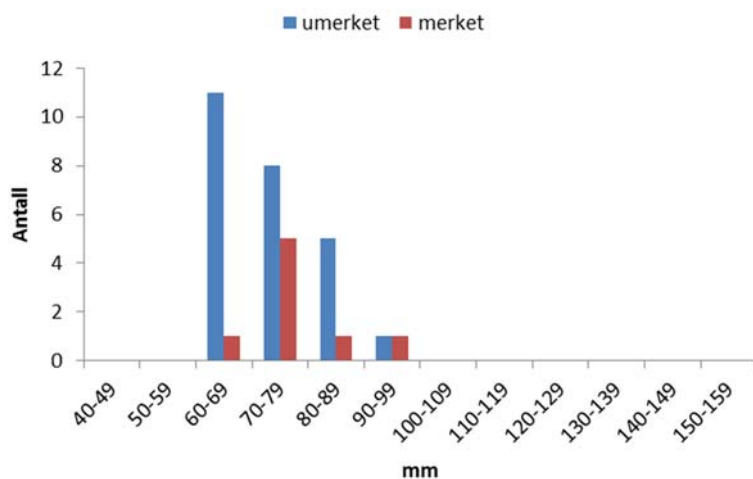
Stasjon	Kode	Areal (m ²)	Laks (0+)	Ål	Steinsmett
Grusører, nedre	5 B	210	19	1	6
Grusører, øvre	5 A	160	49		11
Borregaardsholmen	4	100	4		3
Huset på prærien	3	225	1	2	
Glomma Papp, nedre	2 B	30		1	2
Glomma Papp, øvre	2 A	100	2	1	3

Tabell 10. Estimert antall av aldersgruppen 0+ av laks og fangbarhet med standard feil (SE) basert på data fra el-fiske på grusørene i Glomma ved Borregaard den 24. august 2015 med data fra årene 2014 og 2013 (Bohlin m.fl. 1989).

Stasjon	Kode	Areal (m ²)	Estimert antall (y)	SE (y)	Est. antall pr. 100 m ²	Fangbarhet (p)	SE (p)
Grusører, nedre 2015	5 B	210	19.64	1.10	9.4	0.68	0.12
Grusører, øvre 2015	5 A	160	66.69	14.13	41.7	0.36	0.12
Grusører, nedre 2014	5 B	200	17.81	1.23	8.9	0.64	0.13
Grusører, øvre 2014	5 A	154	18.16	2.98	11.8	0.51	0.17
Grusører, nedre 2013	5 B	200	10.06	0,27	5.0	0.82	0.12
Grusører, øvre 2013	5 A	150	19.71	3.57	13.1	0.48	0.17



Figur 13. Lengdefordeling for 75 laks fanget under el-fiske i Glomma ved Borregaard den 24. august 2015.



Figur 14. Lengdefordeling for 33 laks som i 2015 ble undersøkt for om det var fargemerking i otolitter.

4.4.1 Ungfisk av laks - vurderinger og videre arbeid

Fangstene av laks som ble gjort på grusørene i 2015 var større enn i årene 2013 og 2014, og dette skyldes hovedsakelig en større fangst på den øvre grusøren. Det ble i 2015 fanget totalt 68 laksunger, og estimerte tettheter var nå 41,7 og 9,4 pr. 100 m² for henholdsvis øvre og nedre grusør (**Tabell 10**). Tetthetene i 2013 og 2014 var henholdsvis 13,1 og 5,0 pr. 100 m² (2013) og 11,8 og 8,9 stk. pr. 100 m² (2014) (Bækken m.fl. 2015). Mer detaljert informasjon om fisk finnes i Lund 2016.

Resultatene viser at fangstene i 2013 og 2014 var ganske like, og de var på nivå med tidligere undersøkelser i 1997, 2000 og 2008 (Karlsen, 1997, Aasestad, 2000, 2008). Ved el-fiske på grusørene i 2009 og 2010 ble det derimot ikke fanget noen laks (Rustadbakken m.fl. 2011). Den registrerte tettheten av laksunger i 2015 ser dermed ut til å vise en økning fra tidligere undersøkelser.

Den observerte tettheten av lakseyngel i denne vannforekomsten i Glomma er lavere enn tettheter som er registrert i den nærliggende Aagaardselva. Her ble det i 2014 på fire stasjoner estimert tettheter mellom 55 og 175 pr. 100 m² (Aasestad, 2014). Men det skal legges til at disse to elvene er ganske forskjellige og ikke direkte sammenlignbare, dessuten er det store områder i nedre Glomma som ikke lar seg undersøke med vanlig el-fiskeutstyr.

Det ble kun fanget laksunger av årets yngel (0+) og ikke ettåringer (1+). Glommalaksen har en rask vekst i elvestadiet og en påfølgende tidlig smoltifisering og utvandring. Dette skjer allerede i løpet av andre eller tredje leveår (Bremset m.fl. 2011). Fravær av årsklassen 1+ i våre fangster når vi fisket i slutten av august kan derfor ha en sammenheng med at mange i denne størrelsesgruppen da allerede hadde utvandret på våren 2015. I august 2014 fikk vi i våre fangster 7 laks av årsklassen 1+ på grusørene (Bækken m.fl. 2014).

Fargemerkede lakseunger fra årsklassen 0+ utgjorde i 2015 ca. 24 % av de undersøkte laksene i denne størrelsesgruppen. Dette indikerer at det dette året var en betydelig andel i fangstene våre som var laks som var naturlig produsert på grusørene, i tillegg til settefisk som kom fra Glomma kultiveringsanlegg. Dataene viser også at noe av settefisken fortsatt lever og befinner seg i vassdraget, én sommer etter utsetting. Videre viser resultatene at fargemerket fisk ser ut til å befinne seg på flere steder, fra øverste til nederste fiskestasjon (se kart **Figur 14**). Ellers var fargemerket fisk spredt på flere lengdegrupper, men de var lite representert blant de minste individene som ble undersøkt. Andel settefisk i den undersøkte fangsten var på et litt høyere nivå i 2015 enn i 2014, med en prosentandel på henholdsvis 24 % og 17 % (Bækken m.fl. 2015).

I alt ble det observert fire fiskearter ved el-fisket i 2015 i nedre deler av Glomma. Artene var laks, ål, steinsmett og karpfisk av ubestemt art. Resultatet er omtrent det samme som ble observert i 2013 og 2014, bortsett fra at vi ikke observerte gjedde og abbor i år. Under el-fiske i 2009 og 2010 ble det bare observert to arter: laks og steinsmett, mens det i 2008 ble observert fem arter. Det ser ut til at stasjonene som ble undersøkt har brukbare forhold for flere arter enn laks, særlig steinsmett og ål. Men i forhold til resultatene fra 2013 og 2014, fikk vi noe mindre fangst av ål i år enn tidligere. Arten er rødlistet i Norge (Norsk rødliste for arter 2015).

Resultatene fra el-fisket bekrefter at settefisk fra Glomma kultiveringsanlegg overlever etter utsetting og at de sprer seg til egnede oppvekstområder i nedre Glomma. Hvordan det totale bidraget fra settefisk bidrar til den totale smoltproduksjonen i elva er ikke forsøkt beregnet da undersøkelsene ikke er omfattende nok til det.

Settefisken vil etter smoltifisering tilbringe en periode på ett til tre-fire år i sjøen før kjønnsmodning og vandring tilbake til Glomma. Tilslaget av settefisk i den fangbare delen av bestanden av gytevandrende laks i nedre Glomma vil etter hvert si noe om resultatene av dette viktige tiltaket for å få laks tilbake til denne delen av Glomma.

Den første gruppen av yngel fra klekkeriet som ble satt ut våren 2013 var ikke merket og de er det derfor ikke mulig å finne igjen hverken som ungfisk i elv eller som voksenfisk på gytevandring. En del fisk av denne årgangen ble foret opp i anlegget i ett år før de ble fettfinneklippet og satt ut i Glomma som ettåringer våren 2014 (ikke fargemerket). Nedre Glomma og Omland Fiskeadministrasjon (NGOFA) har meldt at den første fettfinneklippede laksen ble fanget i Glomma den 23. juli i 2015. Dette er laks som mest sannsynlig stammer fra utsetting av ettåringer våren 2014. I løpet av denne fiskesesongen ble det i alt rapportert inn 41 laks (79,6 kg) uten fettfinne i fangstene (www.ngofa.no). Dette gir en gjennomsnittsvikt på ca. 2 kg etter opphold én vinter i sjøen og 1–2 sommersesonger i sjøen avhengig av tidspunkt for ut- og oppvandring. Det rapporteres også at disse laksene utelukkende har vært hannfisk (Kjell Cato Strand, NGOFA, pers. med.). Det forventes dermed et betydelig større innslag av laks i fangstene fra og med 2016, som kommer fra settefiskanlegget.

For å kunne dokumentere bidraget fra settefisk til produksjonen av voksen laks i nedre Glomma vil vi anbefale at overvåkingsprosjektet fra og med 2016 også inkluderer innsamling og analyse av otolitter fra voksenfisk. Disse kan hentes inn fra sportsfiskerne gjennom fiskesesongen eller fra NGOFA i forbindelse med stamfisket om høsten. For at vi skal kunne si noe om tilslaget av settefisk satt ut som yngel (f.o.m. 2014 farge-merket, men ikke fettfinneklippet) dvs. settefisk satt ut som ettåringer (f.o.m. 2015 er disse både fargemerket og fettfinneklippet), bør det samles inn prøver fra et utvalg fisk både med og uten fettfinne. Dersom det viser seg at utsatt yngel (fargemerket, men ikke fettfinneklippet) slår til i tilstrekkelig

grad sett i forhold til laks som er utsatt som ettåringer, og som da både er fargemerket og fettfinneklippet, vil det da være et naturlig råd å gi fremover nemlig å anbefale utsetting av startfôret yngel fremfor ettåringer. Om dette viser seg å være resultatet ville mye ressurser og arbeid bli spart om en kunne redusere oppforing og stell utover den tiden som går med i forbindelse med klekking og startforing i anlegget. Det anbefales derfor at kultiveringsstrategien revideres regelmessig i lys av de nye resultatene en får fra en oppdatert overvåking - og informasjon som hentes inn om fangsten av laks i Glomma.

Bilder fra prøvetaking av fisk:



Bilde 1. El-fisking på grusørene.



Bilde 2. Laksefangst fra grusørene.



Bilde 3. Laks



Bilde 4. Ål



Bilde 5. HMS mannskap fra Borregaard industrivern.



Bilde 6. Ved stasjon Glomma Papp.

4.5 Vannkjemi

Undersøkelser av de fysisk-kjemiske kvalitetselementene ble gjennomført av Borregaard i 2015. Det ble hentet inn vannprøver fra to stasjoner i Glomma, Vk-1 som er råvannet til Borregaards vannverk, som ligger nedstrøms kokeriet og som derfor er påvirket av utslipp fra kokeriet, og fra en stasjon lenger ned, ved Amtmannsgrunnen (Vk-A). Stasjonenes korrekte lokalisering (Vk-1 og Vk-A) er vist i figur 5. I 2015 ble det hentet inn vannprøver 3-5 ganger i perioden fra 30. mars til 29. oktober. Det ble analysert på generelle fysisk-kjemiske støtteparametere (KOF, STS, Tot- P og Tot- N), vannregionspesifikke stoffer (AOX, As, Cr, Cu og Zn), og EUs prioriterte miljøgifter i vann (Cd, Ni, Pb og Hg), som brukes til å angi "kjemisk tilstand" i henhold til vannforskriften. Metallanalysene er utført på ufiltrerte prøver, mens grenseverdiene gjelder for filtrerte prøver.

Resultatene er sammenstilt i tabell 11 A, B og C. For å kunne sammenligne med data som er upåvirket av utslipp fra Borregaard har vi lagt inn gjennomsnittsverdier fra en stasjon rett oppstrøms Sarpsfossen, der det tas hyppige prøver av mange av de samme parameterne som del av RID-prosjektet (Elvetilførselsprogrammet). Dataene fra 2015 er hentet fra NIVAs Aquamonitor database.

For de generelle fysisk-kjemiske støtteparametere er resultatene fra Vk-1 og Vk-A beheftet med stor usikkerhet, da disse er basert på kun 4 målinger for KOF og S-TS og kun 3 målinger for Tot-P og Tot-N. Klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 02:2013) anbefaler månedlige prøver i elver for klassifisering av fysisk-kjemiske støtteparametere, men når biologien er moderat eller dårligere så skal ikke slike kvalitetselementer brukes i klassifiseringen. For Tot-P er resultatene særlig usikre, da analysemetoden som er brukt av Borregaard har svært høy kvantifiseringsgrense (80 µg/l). Ved beregning av gjennomsnitt har vi benyttet halve kvantifiseringsgrensen som verdi for målinger som er under kvantifikasjonsgrensen. For Tot-P har vi derfor benyttet 40 µg/l for målingen fra 31.08.2015.

Tabell 11A. Økologisk tilstand for generelle fysisk-kjemiske støtteparametere, basert på middelverdier av alle målinger i 2015 (n=4 for KOF og S-TS, n= 3 for Tot-P og Tot-N), samt fra RID stasjonen oppstrøms Sarpsfossen ((n=14, flomprøver er utelatt). Rådata for Vk-1 og Vk-A finnes i vedlegg. For KOF og STS er klassegrenser i Andersen et al. 1997 benyttet, mens for fosfor og nitrogen er klassifiseringsveilederen benyttet (Direktoratsgruppa 02:2013). Tilstandsklassene er angitt med farger: Svært god = Blå, God = Grønn, Moderat = Gul, Dårlig = Oransje, Svært dårlig = Rød

Stasjon	KOF		S-TS		Total fosfor		Total Nitrogen	
	mg/l	nEQR	mg/l	nEQR	µg/l	nEQR	µg/l	nEQR
RID stasjon	n.a.		7,5	0,30	13,4	0,92	569	0,78
Vk-1 Inntak - råvann til Borregaard vannverk	17,3	0,18	5,1	0,398	113	0,18	547	0,802
Vk-A Glomma ved Amtmannsgrunnen	13,3	0,24	1,2	0,84	68	0,33	530	0,81

I Vann-Nett står vannforekomsten angitt med Moderat tilstand for KOF, og Svært god og god for henholdsvis tot-N og tot-P.

For KOF er den økologiske tilstanden svært dårlig på Vk1 og dårlig på Vka. Da denne parameteren ikke måles i RID programmet kan vi ikke sammenligne med forholdene oppstrøms Borregaards utslipp, men informasjonen i Vann-Nett tyder på at tilstanden på de to stasjonene er verre enn i vannforekomsten som helhet. Resultatene er svært usikre også fordi klassegrensene som er brukt gjelder permanganat-metoden, mens det er uklart om det er denne KOF metoden som er brukt eller om det er brukt dikromat metoden. Det finnes ingen klassegrenser for KOF målt med dikromat-metoden. For suspendert stoff er tilstanden dårlig både på RID stasjonen og på Vk-1, men svært god på Vk-A, trolig pga. sedimentering av partikler mellom Vk-1 og Vk-A.

For fosfor er tilstanden på RID stasjonen svært god, mens de to andre stasjonene viser hhv. svært dårlig og dårlig tilstand. Men fosfor-resultatene er altså svært usikre bl.a. pga. feil analysemetode. For nitrogen er tilstanden god på RID stasjonen og svært god på de to andre stasjonene, noe som også stemmer ganske bra med tilstanden oppgitt i Vann-Nett.

For suspendert stoff og total nitrogen ser det dermed ikke ut til at utslippene fra Borregaard har noen innvirkning på den fysisk-kjemiske vannkvaliteten i Glomma. For KOF og total fosfor derimot kan det være en betydelig påvirkning, men materialet er lite og usikkert. Ved en videreføring bør en gå gjennom prøvetakingsopplegget og bytte analysemetoden for Total fosfor. Metoden som ble benyttet i 2015 er uegnet til dette formålet, pga. altfor høy kvantifiseringsgrense og må byttes ut med rentvanns-metoden til neste år (NS-EN ISO 4725-3).

I Tabell 11 B er data sammenstilt og vurdert mht. vannregionspesifikke stoffer Det viser seg at alle resultatene ligger innenfor de respektive EQS kravene (Arp m fl. 2014). Metall-analysene ble utført på ufiltrerte prøver, mens de skulle vært utført på filtrerte prøver i henhold til tekniske spesifikasjoner for kjemiske analyser og overvåking av tilstand i vann i EU Direktiv 2009/90/EC. Dersom de hadde vært utført på filtrerte prøver ville verdiene vært ennå lavere og ingen av de aktuelle metallene ville overskredet EQS verdiene.

Tabell 11B. Middelverdier av konsentrasjoner av vannregionspesifikke stoffer ved Vk-1 og Vk-A (n=5) i Glomma ved Borregaard AS, samt fra RID-stasjonen oppstrøms Sarpsfossen (n=14, flomprøver er utelatt). Gjennomsnittsverdier for Vk-1 og Vk-A er basert på (n = 5) for hver parameter og stasjon, samt grenseverdi. EQS verdier er hentet fra Arp m.fl. 2014. Stoffer som overskrider EQS verdien angis med sort celle med hvit skrift. **Stoffer som ikke overskrider EQS verdien er angitt med hvit celle med sort skrift.** Data fra ufiltrerte prøver. Rådata finnes i vedlegg.

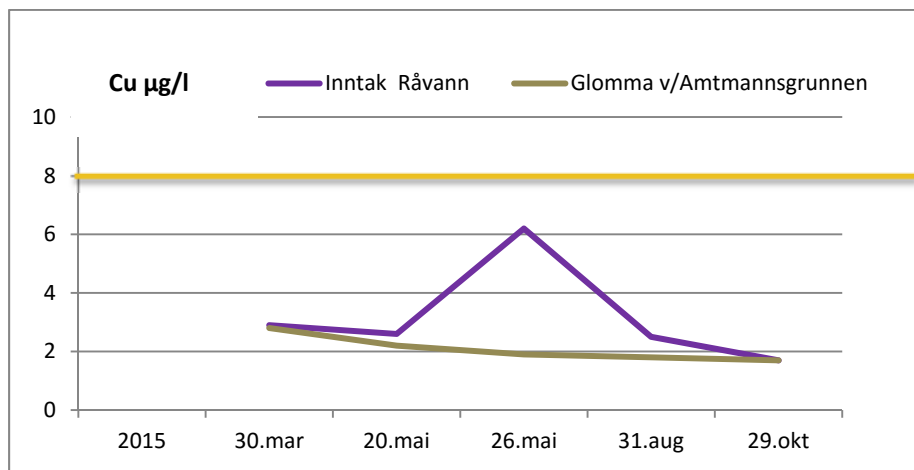
Stasjon	AOX	As	Cr	Cu	Zn
	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
<i>EQS verdi for vann (AA)</i>	<i>n.a.</i>	<i>0,5</i>	<i>3,4</i>	<i>7,8</i>	<i>11</i>
RID stasjon	n.a.	0,2	0,3	1,5	9,3
Vk-1 Inntak - råvann til Borregaard vannverk	0,27	0,2	1,0	3,2	4,7
Vk-A Glomma v/ Amtmanns-grunnen	0,03	0,2	0,5	2,1	4,2

* for enkeltverdier under kvantifiseringsgrensen er halve kvantifiseringsgrensen benyttet ved beregning av middelverdi.

Kobber har vært et av de vannregionspesifikke stoffene som er blitt overvåket ved tidligere undersøkelser og inngikk i den tiltaksrettede overvåkingen som bedriften ble pålagt. Den midlere konsentrasjonen av Cu i Glomma var i 2015 henholdsvis 3,2 µg Cu/l på stasjon Vk-1 og 2,1 µg Cu/l på Vk-A (**Tabell 11B**), mens den var noe lavere (1,5 µg/l) på RID stasjonen oppstrøms Sarpsfossen. Kobber konsentrasjonene på alle stasjonene lå langt under grense-verdien på 7,8 µg Cu/l også på alle enkeltmålingene på begge stasjonene (**Figur 15**). Denne gjeldende grenseverdien er vesentlig høyere enn tidligere grenseverdi, som var på 3,0 µg Cu/l, og som ville i 2015 ha gitt en liten overskridelse på stasjon Vk-1. Heller ikke tidligere undersøkelser ga noen overskridelse av grenseverdien for kobber i Glomma som følge av Borregaards utslipp, noe som ble forklart med resipientens størrelse, samt at innblandingen i utslippsområdet er god (Ranneklev m.fl. 2012).

For sink er konsentrasjonen på RID stasjonen dobbelt så høy som på de to Borregaard stasjonene, men alle er under grenseverdien.

AOX forbindelser kunne ikke klassifiseres pga manglende grenseverdi.



Figur 15. Kobberkonsentrasjon (Cu µg/l) i vannprøver samlet inn i 2015 ved råvannsinntaket til Borregaard vannverk og nedstrøms bedriften ved Amtmannsgrunnen. Horisontal linje angir EQS grenseverdien (7,8 µg Cu/l) som er satt for klassifisering av tilstand i ferskvann med hensyn på kobber. Inntak Råvann er stasjon Vk-1, mens Glomma v/Amtmannsgrunnen er stasjon Vk-A.

I Tabell 11 C er resultatene for Hg, Cd, Pb og Ni sammenstilt og vurdert i forhold til EQS verdier for disse metallene, som står på listen over EUs prioriterte miljøgifter i vann. Ingen av disse overskrider grenseverdien, som er satt for det respektive metall og alle får god kjemisk tilstand (blå farge). Konsentrasjonen av disse metallene på RID stasjonen er høyere for kadmium enn på de to Borregaard stasjonene, mens for de tre andre metallene er konsentrasjonen omtrent på samme nivå på alle tre stasjonene.

Tabell 11C. Klassifisering av kjemisk tilstand for EUs prioriterte miljøgifter i vann (kun metaller). Gjennomsnittsverdier ($n = 5$) for hver parameter er oppgitt for hver stasjon, samt grenseverdi. EQS verdier er hentet fra Arp m.fl. 2014. Stoffer som overskrider grenseverdien angis med rød celle (ikke god tilstand), stoffer som ikke overskrider grenseverdien er angitt med blått (god tilstand) (rådata i vedlegg).

Stasjon	Cd	Hg	Ni	Pb
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
EQS verdi for vann (AA)	0,08**	0,07	4	1,2
RID stasjon	0,012	0,0020	0,75	0,23
Vk-1 Inntak - råvann til Borregaard vannverk	0,006	0,0025	1,18	0,35
Vk-A Glomma v/ Amtmanns-grunnen	0,006	0,0025	0,82	0,26

* for enkeltverdier under kvantifiseringsgrensen er halve kvantifiseringsgrensen benyttet ved beregning av middelverdi.

**vurdert opp mot Hardhetsklasse 1, dvs. CaCO₃ < 40 mg/l

5. Samlet vurdering - vannkjemi og biologiske kvalitetselementer

Når man harmoniserer den økologiske tilstanden fra flere biologiske kvalitetselementer på en lokalitet til et felles resultat, gjelder prinsippet om at 'det verste styrer'. Det vil si at det kvalitetselementet som viser dårligst tilstand overstyrer de andre. I **Tabell 12** er resultatene fra 2015 for PIT-indeksen, ASPT-indeksen og HBI-indeksen stilt sammen og evaluert i henhold til dette. Vi har ikke tatt med vannkjemien i denne oppsummeringstabellen fordi både stasjonsvalg og analysemetoder må revurderes før man kan være sikker på resultatene. Dessuten skal ikke vannkjemiske parametere brukes i klassifiseringen dersom biologien er i moderat eller dårligere tilstand, noe som er tilfelle på alle stasjonene unntatt stasjon 2. Det er i så fall bare denne stasjonen som ville blitt nedgradert til moderat, dersom de vannkjemiske støtteparameterne har moderat eller dårligere tilstand i samme område. Det er imidlertid ikke målt vannkjemi på denne stasjonen.

Resultatene fra 2015 viser at stasjonene 3-8 har dårlig eller svært dårlig tilstand, mens stasjonene 1 og 2 har hhv. moderat og god økologisk tilstand. Stasjon 3 kan være i innblandingssonen for hovedutslippet, mens stasjonene 6, 7 og 8 også kan være påvirket av kommunal kloakk, pga. overløp ved Pæddekummen.

Tabell 12. Økologisk tilstand i nedre deler av Glomma i 2015 basert på normaliserte EQR-verdier (nEQR) for PIT, HBI og ASPT, og samlet i henhold til prinsippet: «det verste styrer».

Stasjon	År	Økologisk tilstand			
		PIT	HBI	ASPT	Samlet og harmonisert økologisk tilstand
St 1	2015	0,62	1,0	0,56	Moderat
St 2 A-B	2015	0,69	0,79	0,70	God
St 3	2015	0,61	0,32	0,51	Dårlig
St 4	2015	0,55	0,17	0,53	Svært dårlig
St 5 A-B	2015	0,46	0,17	0,65	Svært dårlig
St 6	2015	0,56	0,32	0,26	Dårlig
St 7A	2015	0,53	0,37	0,15	Svært dårlig
St 8	2015	0,50	0,46	0,28	Dårlig

Stasjon 2 B ved Glomma papp har fungert som referansestasjon i tidligere prosjekter. Denne stasjonen påvirkes kun i liten grad av utslipp fra Borregaard, og ser nå ut til å ha en god økologisk tilstand for alle de biologiske kvalitetselementene. For stasjonene nedstrøms gir en samlet vurdering av de ulike biologiske kvalitetselementene en dårlig eller svært dårlig økologisk tilstand (**Tabell 12**).

En sammenligning av årets data med tidligere år indikerer ingen forbedring i de belastede områdene for inneværende år (**Tabell 13**). For enkelte stasjoner var det også en forverring.

Tabell 13. Økologisk tilstand for perioden 2008 til 2015 basert på nEQR av indeksene: PIT, HBI, ASPT. Samlet klassifisering av økologisk tilstand er etter prinsippet: «det verste styrer».

Stasjon	År	Økologisk tilstand			
		PIT	HBI	ASPT	Samlet og harmonisert tilstandsklasse
St 1	2010	0,65	1,00	0,56	Moderat
	2011	0,49	0,20	0,6	Svært dårlig
	2012	0,68	1,00	0,64	God
	2013	0,66	1,00	0,6	God
	2014	0,75	0,79	0,65	God
	2015	0,62	1,00	0,56	Moderat
St 2	Vår2010	0,67	0,78	0,54	Moderat
	Høst2010	0,57		0,52	Moderat
	2011	0,65	1,00		God
	2013	0,59	0,79	0,63	Moderat
	2014	0,74	0,79	0,60	God
	2015	0,69	0,79	0,70	God
St 3	2012		0,55		Moderat
	2013	0,64	0,35	0,33	Dårlig
	2014	0,72	0,39	0,56	Dårlig
	2015	0,61	0,32	0,51	Dårlig
St 4	2013	0,62	0,30	0,52	Dårlig
	2014	0,59	0,19	0,59	Svært dårlig
	2015	0,55	0,17	0,53	Svært dårlig
St 5B	Vår2010	0,58	0,20	0,18	Svært dårlig
	Høst2010	0,70		0,38	Svært dårlig
	2013	0,59	0,21	0,25	Dårlig
	2014	0,62	0,27	0,59	Dårlig
	2015	0,46	0,17	0,65	Svært dårlig
St 6	2011	0,78	0,40		Dårlig
	2012		0,26		Dårlig
	2013	0,60	0,19	0,31	Svært dårlig
	2014	0,59	0,25	0,34	Dårlig
	2015	0,56	0,32	0,26	Dårlig
St 7A	2011	0,57	0,53		Moderat
	2013	0,61	0,11	0,12	Svært dårlig
	2014	0,59	0,28	0,17	Svært dårlig
	2015	0,53	0,37	0,15	Svært dårlig
St 8	2013	0,42	0,26	0,21	Dårlig
	2014	0,52	0,28	0,40	Dårlig
	2015	0,50	0,46	0,28	Dårlig

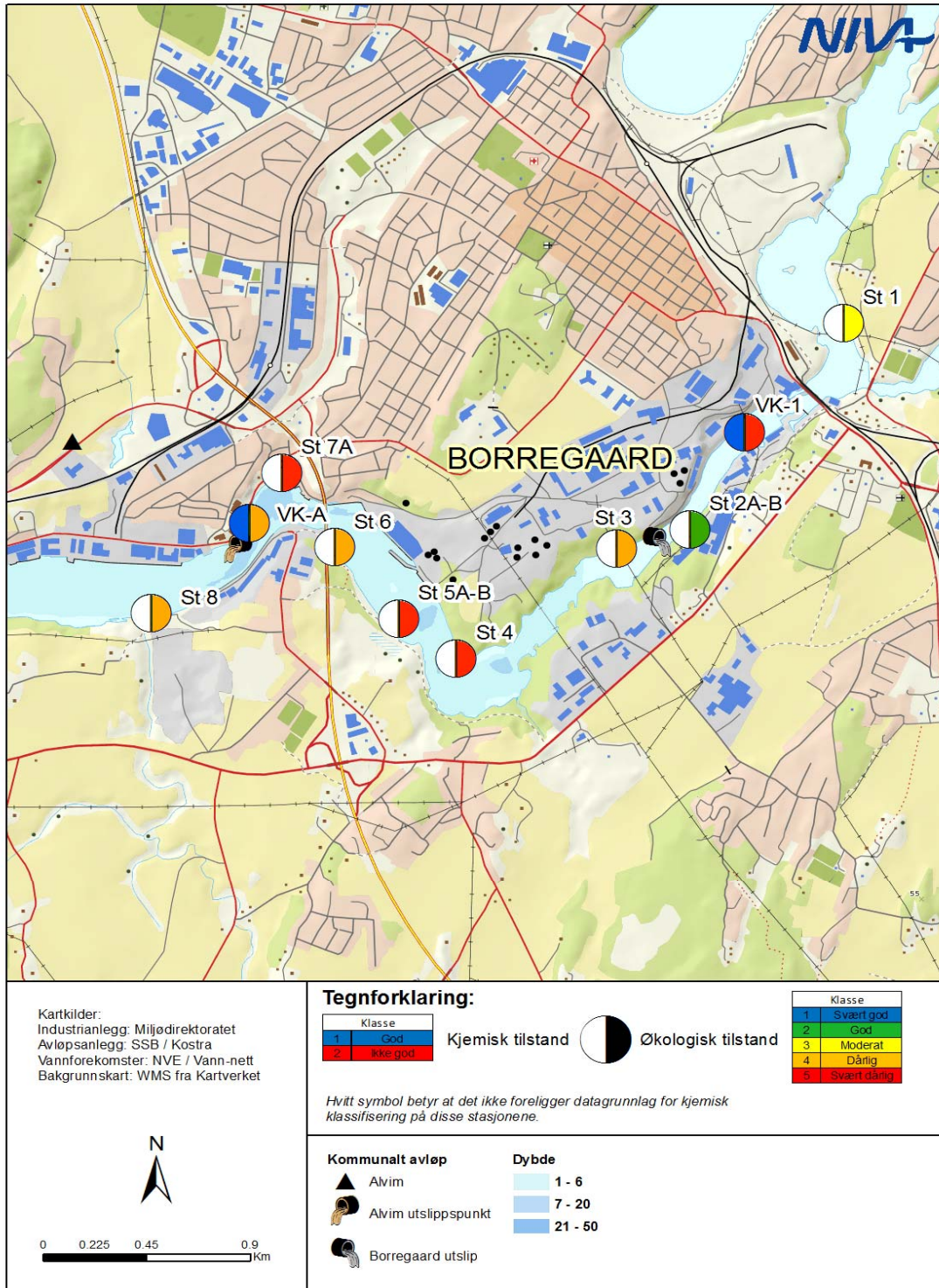
Svært god	God	Moderat	Dårlig/	Svært dårlig
0,81-1	0,61-0,80	0,41-0,60	0,21-0,40	0-0,20

De fysiske-kjemiske støtteparameterne har stort sett høyere konsentrasjoner Vk-1 enn ved Vk-A. Det er sjekket for om prøvene har vært byttet om, men det er ikke tilfelle. Vi hadde opprinnelig antatt at Vk-1 var plassert oppstrøms Sarpsfossen, men i ettertid er vi blitt kjent med at prøvene tas nedstrøms fossen. Årsaken kan da være at råvannsinntaket som vannprøvene tas fra er påvirket av utslippet fra kokeriet (**Figur 2**). Dette er to målestasjoner som bedriften har fulgt opp gjennom mange år, og dataene har blitt tolket til at det ikke er noen forskjell mellom de to stasjonene. Store vannmengder og stor fortykning bidrar også til at det er vanskelig å følge enkeltkomponenter i vannfasen i denne vannforekomsten. Videre bør analysemetodene endres da flere av metodene gir resultater som er under deteksjonsgrensen, noe som gir store usikkerheter, særlig for Total fosfor, der metoden som er brukt i 2015 har en kvantifikasjonsgrense på 80 µg/l. Målemetoden for KOF må også sjekkes, og evt. endres til permanganat metoden, da det er kun denne metoden det finnes klassegrenser for.

Det bør derfor vurderes om både stasjonsvalg og analysemetoder er egnet for fremtidig overvåking av vannkjemiske parametere knyttet til bedriftens utslipp. Videre bør en vurdere hvordan en fremtidig overvåking kan samkjøres med den pågående RID overvåkingen av Glomma ved Sarpsfossen, da denne stasjonen ligger oppstrøms utslippene fra Borregaard.

For både vannregionspesifikke stoffer i vann var konsentrasjonene under aktuelle terskelverdier i 2015 for alle målinger. Det samme gjelder for metallene i EUs prioriterte miljøgifter (Cd, Hg, Ni, Pb), som alle gir god kjemisk tilstand.

Resultatene for 2015 for både biologi og vannkjemi er oppsummert på kart i **Figur 16**, og illustrerer at kjemisk tilstand er god for de aktuelle metallene på begge stasjonene Vk-1 og Vk-A, mens økologisk tilstand er svært dårlig på Vk-1 og dårlig på Vk-A for både KOF og Total fosfor. Det gjentas at klassifiseringen av disse to parameterne er beheftet med stor usikkerhet. Vk-1 ligger i en bakevje som trolig påvirkes av utslipp fra kokeriet på Borregaard, så til tross for usikkerheten er det likevel sannsynlig at tilstanden ikke er god her. Økologisk tilstand mht biologien er moderat og god på hhv stasjon 1 oppstrøms Sarpsfossen og stasjon 2 oppstrøms Borregaards hovedutslipp, og dårlig eller svært dårlig på alle stasjonene nedstrøms utslippet. De tre nederste stasjonene (6-8) er trolig også påvirket av overløp av kommunalkloakk.



Figur 16. Økologisk og kjemiske tilstand på alle undersøkte stasjoner ved Borregaard i 2015. Høyre halvsirkel angir økologisk tilstand, mens venstre halvsirkel angir kjemisk tilstand. For Vk-1 og Vk-A er økologisk tilstand kun basert på KOF og Total fosfor, som er beheftet med stor usikkerhet. For de andre stasjonene er økologisk tilstand basert på det verste av de biologiske kvalitetselementene (ref. **Tabell 12**).

6. Vurdering av behov for ytterligere tiltak for bedring av den økologiske tilstanden i nedre del av Glomma

Resultatene viser at den økologiske tilstanden er markert dårligere nedstrøms Borregaards utslipp enn oppstrøms. Det er dermed helt klart behov for flere tiltak for å begrense utslippene av lett nedbrytbart organisk stoff fra Borregaard. Borregaard prioriterer allerede en rekke tiltak som reduserer organisk belastning, inkludert mer resirkulering og gjenvinning. I 2013 stod et nytt anaerobt renseanlegg ferdig, og et viktig tiltak vil være å optimalisere dette ytterligere. Kun halvparten av kapasiteten i dette renseanlegget er benyttet i dag, og bedriften arbeider kontinuerlig med å sende inn flere volumstrømmer inn til anlegget. Det er i dag utfordringer med å finne volumstrømmer som lar seg behandle i anlegget. Videre arbeider bedriften med noen forbehandlingsteknikker/renseteknikker av avløpsvannet før det sendes inn til dette anlegget, for at nedbrytningen i anlegget kan optimaliseres. Valg av renseteknologi er utfordrende pga. at den må være sikker i forhold til risiko for legionella vekst. Utslipet fra Borregaard er nå lavere enn det var da det aerobe renseanlegget ble stengt som følge av legionella utbruddet i 2008. Utslipet av fosfor er betydelig redusert med det nye renseanlegget i forhold til det gamle. Gassproduksjon etter rensing for svovel fra renseanlegget benyttes til tørking av lignin. I alle produksjonsavdelinger gjennomføres det mindre tiltak i forhold til resirkulering, optimalisering av vask og automatisering av prosesskontroll, som gradvis reduserer utslippene av KOF. Kondensater er strømmer som kan ha høyt BOF innhold og disse har spesielt høyt fokus i forhold til gjenvinning.

Alle industribedrifter som er omfattet av IED direktivet må sende inn en redegjørelse i forhold til status for BAT-konklusjoner (Beste tilgjengelige teknologi) for sin virksomhet til Miljødirektoratet, hver gang disse konklusjonene oppdateres. For treforedling ble BAT konklusjonene oppdatert i 2014 og Borregaard er nå i ferd med å sende status for sine anlegg til Miljødirektoratet. I dette dokumentet vil tiltaksplaner for utslippsreduksjoner og fremtidige utslippsnivåer bli beskrevet.

Borregaard prioriterer tiltak som reduserer organisk belastning, men det er foreløpig uklart hvor mange tonn KOF og fosfor som må fjernes for å nå miljømålet om god økologisk tilstand.

Vannforekomsten har utsatt miljømål til 2027. Dette vil gi mer tid til å planlegge og å gjennomføre ytterligere tiltak. For å kvantifisere hvor mange tonn organisk stoff og evt. fosfor som må bort for å nå miljømålet om god økologisk tilstand må biologien kobles til vannkjemien mht. KOF (BOF) og evt. total fosfor. Med dagens kunnskap om dose-respons forhold kan miljømålet for KOF (permanganat-metoden) settes til grenseverdien mellom god og moderat tilstand, som er på 3,5 mg/l (Andersen m.fl. 1997), men her er det viktig at det settes miljømål for BOF, som er den delen av KOF som er lett nedbrytbart og som gir sopp- og bakterievekst i vassdraget. Miljømålet for total fosfor kan settes til 29 µg P/l, som er god/moderat-grensen for den aktuelle vanntypen (type 8) (Direktoratsgruppa, 2013), men disse grenseverdiene er kun relevante i perioder med normal vannføring. I flomperioder vil disse verdiene raskt overskrides.

Konsentrasjonen av parameterne som her er omtalt må måles på relevante stasjoner oppstrøms (RID-stasjon) og nedstrøms utslippene med en frekvens og en metodikk som gir betydelig høyere grad av pålitelighet enn dagens målinger gir grunnlag for. Når dette er på plass kan avstanden til miljømålet beregnes og oversettes til antall tonn som samlet må fjernes fra Borregaards utslipp.

Betrakter vi hele denne vannforekomsten vil det være fornuftig å utarbeide et forurensningsregnskap med en kildefordeling for å få fordelt byrdene mht. rensebehov og derved nå kravet om en god økologisk tilstand. Dette vil gi oss informasjon som gjør det mulig å utarbeide en mer detaljert tiltaksplan, og må gjøres i samarbeid med vannregionmyndigheten og de ulike påvirkere langs samme vannforekomst. I en slik tiltaksanalyse vil det totale behovet for reduksjonen av utslipp bli fordelt proporsjonalt med størrelsen på utslippene fra de forskjellige påvirkere. Deretter prioriteres tiltakene ut fra kostnadseffektivitet.

På bakgrunn av den informasjon som nå er samlet inn om tilstanden i nedre Glomma bør en vurdere behovet for et felles overvåkingsprogram. Dette utarbeides i samråd med andre påvirkere, for å fange opp effekter av videre utslippsreduksjoner på den økologiske tilstanden i vannforekomsten som helhet.

7. Litteraturliste

- Andersen, J. R., J. L. Bratli, E. Fjeld, B. Faafeng, M. Grande, L. Hem, H. Holtan, T. Krogh, Vidar Lund, D. Rosseland, B. O. Rosseland og K. J. Aanes. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. - SFT rapport nr 1468/1997. 31 s.
- Arp, H.P, Ruus, A., Machen, A., Lillicrap, A. 2014. Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder. Miljødirektoratets rapportserie M-241/2014
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T. G., Rasmussen, G. & Saltveit, S. J. 1989. Electrofishing – Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- Bremset, G., Olstad, K., Berg, M. & Sandlund, O.T. 2011. Effekter på laksen i Glomma av Borregaard fabrikkers aktiviteter. Skrivebordsvurdering basert på litteraturstudium og feltmålinger utført i perioden 2007-2010. NINA Rapport 670, 41 sider.
- Bækken, T., Kile, M. R., Lund, E. og A. Rustadbakken 2015. Tiltaksrettet overvåking i Glomma 2014 - Utslipp fra Borregaard. NIVA-Rapport 6766-2014 51 s.
- Bækken, T., Maia Røst Kile, Birger Skjelbred og Tor Erik Eriksen 2011. Overvåking av Glomma, Vorma og Øyeren 2010. NIVA-Rapport 6142-2011 32s.
- Bækken, T., Maia Røst Kile, Pål Brettum og Tor Erik Eriksen 2012. Overvåking av Glomma, Vorma og Øyeren 2011. NIVA-Rapport 6315-2012 s. 32, 2012.
- Bækken, T., Kile, M.R., Edvardsen, H., Hagman, C. & Persson, J. 2013. Overvåking av Glomma, Vorma og Øyeren 2012. NIVA-rapport. ISBN 978-82-577-6232-2.
- Direktoratsgruppa 2013 Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver, Direktoratets gruppa for gjennomføring av vanndirektivet.
- Direktoratsgruppa for vanndirektivet, Veileder 02:2009, Overvåking av miljøtilstand i vann, s. 119. 2010.
- EN15708 (2009) European Committee for Standardization, 2009. Water quality - Guidance standard for the surveying, sampling and laboratory analysis of phytobenthos in shallow running water. EN 15708:2009.
- Grung, M., et al., Eksempelsamling: tiltaksrettet overvåking for industribedrifter. Rapport fra Miljødirektoratet, M74/2013, s. 45, 2013.
- Directive 2000/60/EC of the European parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. 2000.
- Karlsen, L. R. 1997. Rapport fra el-fiske i Glomma nedenfor Sarpsfossen den 26. 08. 1997. Fylkesmannen i Østfold, Fiskeforvalteren: 2 s.
- Kelly, M.G., Phillips, G. & Willby, N. (2011) Macrophytes and Phytobenthos: an ecological rationale for the combined quality element, part 2. Paper submitted to Freshwater task team, UKTAG.

- Lund, E. 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, E. & Rustadbakken, A. 2013. Overvåking i Glomma 2013: El-fiske ved Borregaard. NIVA-notat, 18 nov. 2013. J. nr. 1718/13.
- Lund, E., Rustadbakken, A & Hokseggen, T. 2014. Fargemerking av lakserogn i Glomma kultiveringsanlegg, Borregaard, 2014. NIVA-rapport 6763-2014.
- Lund, E., Schneider, S.C. & Ranneklev, S.B. (2012) Begroing i Glomma ved Borregaard, feltundersøkelse 9. mai 2012. NIVA prosjekt nr: O-12211.
- Mcgarrigle, M. & Lucey, J. (2009) Intercalibration of ecological status of rivers in Ireland for the purpose of the water framework directive. *Biology & environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, 237-246.
- Mechsner, K. (1985) The influence of seasonal light variations on the growth of *Sphaerotilus natans*. *Hydrobiologia*, 120, 193-197.
- NGOFA (Nedre Glomma og Omland Fiskeadministrasjon). 2013. <http://www.ngofa.no/index.asp?s=artikkel&id=129>
- Norsk rødliste for arter 2015. Artsdatabanken. <http://data.artsdatabanken.no/Rodliste>
- Ranneklev, S., Kile, M.R., Bækken, T. & Lund, E. (2013) Tiltaksrettet overvåking i Glomma – Utslipp fra Borregaard. p. 35 s. NIVA-rapport. L.Nr. 6579-2013.
- Ranneklev, S., Molvær, J., Lund, E., Edvardsen, H., Kile, M.R., Eriksen, T. & Rustadbakken, A. (2012) Undersøkelingsprogram for vurdering av nytt utslippspunkt og innblandingssone for avløpsvann til Glomma fra Borregaard. NIVA-rapport. L.Nr. 6437-2012.
- Ranneklev, S. and S. Øxnevad, Undersøkelse av miljøgifter i sedimenter fra Glomma ved Melløs kai. NIVA-notat O-12173, s. 19, 2012.
- Rustadbakken, A., Bækken, T., Kile, M.R. & Haugen, T. 2011. Økologisk tilstand i Glomma nedenfor Sarpsfossen 2009-2010- undersøkelser i forb. med Borregaards utslipp av organisk materiale. NIVA-rapport 6099-2010. 30 s.
- Rustadbakken, A., Bækken, T., Kile, M.R. & Haugen, T. (2011) Økologisk tilstand i Glomma nedenfor Sarpsfossen 2009-2010 – undersøkelser i forbindelse med Borregaards utslipp av organisk materiale. NIVA-rapport. L.Nr. 6099-2010.
- Schneider, S.C. & Lindstrøm, E.-A. (2011) The periphyton index of trophic status PIT: a new eutrophication metric based on non-diatomaceous benthic algae in Nordic rivers. *Hydrobiologia*, 665, 143-155.
- Schneider, S.C. & Ranneklev, S.B. (2012) Begroing i Glomma ved Borregaard, feltundersøkelse 3. september 2012. NIVA prosjekt nr: O-12211.
- UKTAG (2012) Proposed recommendations on biological standards. ANNEX 3 - RIVERS - Macrophytes & Phytobenthos (combination). UK Technical advisory group on the water framework directive. Draft for Consultation

Aanes, K. J. og Kile, M. R. 2016. Tiltaksrettet overvåking av potensielle effekter av utslipp fra Unger Fabrikker AS på økologisk tilstand i nedre del av Glomma i 2015 Rapport L. nr. 7001-2016. 33 s.

Aanes, K. J. og Kile, M. R. 2016. Tiltaksrettet overvåking av potensielle effekter av utslipp fra Nordic Paper AS på økologisk tilstand i nedre del av Glomma i 2015. NIVA Rapport L. nr. 7002-2016. 45 s.

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

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

Aasestad, I. 2014. Rapport fra el-fisket i Aagaardselva, 2014. Naturplan, 11 s.

Vedlegg A. Foto prøvetakingslokaliteter



Stasjon 1



Stasjon 2



Stasjon 3



Stasjon 4



Stasjon 5



Stasjon 6



Stasjon 7A



Stasjon 7B



Stasjon 8

(Foto: T. Bækken).

Fiskeundersøkelser i 2013.



Stasjon 2



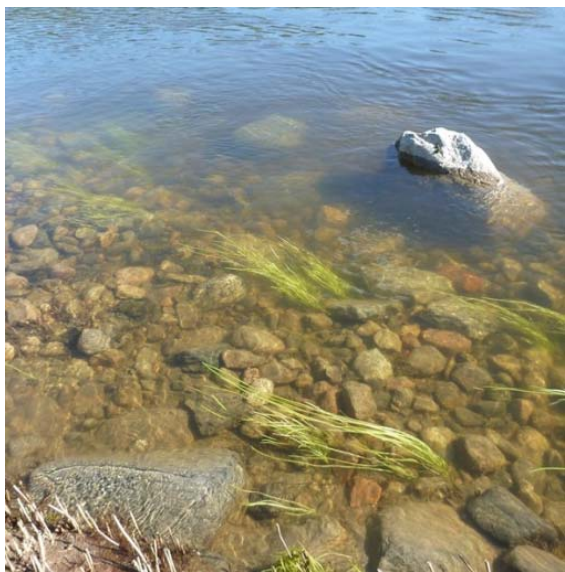
Stasjon2: Substrat (detaljilde)



Stasjon 3:



Stasjon 3: Utslipp



Stasjon 3: Substrat



Stasjon 4



Stasjon 4: Substrat



Stasjon 5: Elvemose og lammehaler



Stasjon 5

(Foto: T. Bækken).

Vedlegg B. Koordinater for stasjonene

Stasjonsnavn	Stasjonskode	Latitude	Longitude	X_UTM33	Y_UTM33
Sarpsfossen_oppstrøms_referanse	1	59,279806	11,134035	279776	6577600
Glomma_Papp_øvre	2A	59,270828	11,123287	279106	6576637
Glomma_Papp_nedre	2B	59,270451	11,122680	279069	6576597
Huset_på prærien	3	59,269864	11,117794	278787	6576548
Borregaardsholmen	4	59,264884	11,106087	278088	6576033
Grusører_øvre	5A	59,266027	11,101918	277858	6576174
Grusører_nedre	5B	59,266428	11,101503	277837	6576220
Under E6 sørbredden	6	59,269256	11,096297	277559	6576552
Pæddekummen_indre	7A	59,272252	11,091879	277327	6576900
Pæddekummen_ytre	7B	59,271485	11,091774	277316	6576815
Sundløkka_nedstrøms	8	59,266085	11,082612	276759	6576245
Borregaard vanninntak	Vk-1	59,276333	11,131549	279612	6577222
Amtmannsgrunnen_vannkjemi	Vk-A	59,270073	11,089653	277186	6576665

Vedlegg C. Samlet oversikt: Parametere/variabler overvåket av NIVA i Glomma utenfor Borregaard AS fra 2009 og frem til i dag.

Parameter	År	Status	Referanse
Fisk	2014	Fangstene av laks ved el-fiske var omtrent på nivå med 2013. 17 % settefisk i analysert utvalg.	Bækken et al. 2015
Bunnfauna	2014	ASPT-verdiene var lave (moderat til svært dårlig) tilstand og indikerer organisk belastning.	Bækken et al. 2015
Begroingsalger	2014	PIT-indeksen indikerer god og moderat tilstand i henhold til eutrofiering.	Bækken et al. 2015
Lammehaler	2014	Høy dekningsgrad nedstrøms utslipp, betydelig mindre på sommeren. Undersøkelser 3 g./år	Bækken et al. 2015
Metaller i vann	2014		Bækken et al. 2015
Begroingsalger	2013	PIT-indeksen indikerer god og moderat tilstand i henhold til eutrofiering.	Ranneklev et al 2013
Lammehaler	2013	Høy dekningsgrad i elva nedstrøms utslipp, men betydelig mindre på sommeren. Undersøkelser utført vår, sommer og høst.	Ranneklev et al 2013
Fisk	2013	Fangstene av laks ved el-fiske betydelig større enn i 2009-2010. Ukjent opphav (settefisk/villfisk)	Lund og Rustadbakken 2013
Metaller i vann	2011-12	Alle under EQS og i klasse I eller II. Cu i klasse IV (også oppstrøms Sarpsfossen).	Ranneklev et al. 2012
Oksygen i vann	2011-12	Ingen tegn til redusert O ₂ -innhold ved ulike dyp eller stasjoner i overflaten	Ranneklev et al. 2012
Tot-N, Tot-P (vannfase)	2011-12	Svært god tilstand for Tot-P, moderat tilstand Tot-N (målinger ved Sarpsfossen svinger mellom moderat og god tilstand).	Ranneklev et al. 2012
KOF/Cr	2011-12	Nær deteksjonsgrense, noen målinger over og i Klasse V. Høy deteksjonsgrense	Ranneklev et al. 2012
BOD5	2011-12	Målinger under deteksjonsgrense	Ranneklev et al. 2012
Bunnfauna	2011-12	ASPT-verdiene var lave og indikerer organisk belastning.	Ranneklev et al. 2012
Begroingsalger	2011-12	Miljømålet (god klasse) ble oppnådd. Ingen tegn til eutrofi, med unntak for Pæddekummen. *PIT-målinger oppstrøms Sarpsfossen hadde varierende verdier	Ranneklev et al. 2012 *Bækken et al. 2012
Lammehaler	2011-12	Dekningsgrad fra 1 til 40 % ble observert.	Ranneklev et al. 2012
Fisk	2011-12	Prøvefiske med garn ga lav fangst grunnet tildekking av garn med lammehaler.	Ranneklev et al. 2012
Vannplanter	2011-12	Få arter ble registrert. Mulig tilbakegang av hjertetjønnaks.	Ranneklev et al. 2012
Lammehaler	2012	Høy dekningsgrad i elva. Undersøkelser utført vår og sommer.	Schneider og Ranneklev 2012, Lund et al. 2012
Begroingsalger	2009-11	PIT-verdier varierte mellom god og moderat klasse.	Rustadbakken et al. 2011
Sedimenter	2012	Sedimenter ved Melløs kai, TBT, PAH16, PCB7 og metaller i Klasse I eller II.	Ranneklev og Øxnevad 2012
Lammehaler	2009-10	Dekningsgrad på opptil 100% noen steder.	Rustadbakken et al. 2011
Bunnfauna	2009-10	Svært dårlig, dårlig og moderat tilstand ble funnet.	Rustadbakken et al. 2011
Fisk	2009-10	Lav tetthet av ungfisk ble observert ved el-fiske.	Rustadbakken et al. 2011
Oksygen i substrat	2009-10	Muligens noe lavere O ₂ -metning ned i substratet.	Rustadbakken et al. 2011

Vedlegg D. Vannkjemi

Vedlegg D-1. Analysemetoder

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

Rådata vannkjemi 2015

Prøve-sted	Dato 2015	KOF	S-TS	Tot-P	Tot-N	AOX	As	Cr	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd	Hg
		mg/l				mg/l	µg/l				µg/l			
Vk-1 Inntak råvann Vann-verk	30.03	12	5	0,17	0,76	0,02	0,28	1,8	2,9	5,6	1,8	0,60	0,011	<0,005
	20.05	16	3			0,02	<0,20	<0,50	2,6	4,4	0,73	0,28	<0,010	<0,005
	26.05						<0,20	1,5	6,2	6,6	1,9	0,27	<0,010	<0,005
	31.08	34	2,4	<0,08	0,43	0,02	0,22	1,0	2,5	3,3	1,2	0,39	<0,010	<0,005
	29.10	7	9,8	0,13	0,45	1,00*	0,26	<0,50	1,7	3,6	<0,50	0,22	<0,010	<0,005
	Gj.snitt	17,25	5,05	0,113	0,55	0,27	0,19	0,96	3,18	4,7	1,18	0,35	0,0062	0,0025
Vk-A Glomma v/Amt- manns grunn	30.03	13	1,5	<0,08	0,76	0,02	0,31	1,6	2,8	7,5	1,7	0,61	0,011	<0,005
	20.05	17	1,2	0,15	0,47	0,02	<0,20	<0,50	2,2	4,7	0,72	0,28	<0,010	<0,005
	26.05						<0,20	<0,50	1,9	3,1	0,78	<0,20	<0,010	<0,005
	31.08	15	1,1	<0,08	0,43	0,03	<0,20	<0,50	1,8	3,0	0,64	<0,20	<0,010	<0,005
	29.10	8	1,1	<0,08	0,46	0,03	0,30	<0,50	1,7	2,7	<0,50	0,21	<0,010	<0,005
	Gj.snitt	13,25	1,23	0,068	0,53	0,025	0,182	0,52	2,08	4,2	0,82	0,26	0,0062	0,0025

Vedlegg D-2. Resultater fra vannprøver hentet inn fra stasjonen ved Amtmannsgrunnen (Vk A) fra perioden 2005 til og med 2014.

Dato stikkprøve	KOF mg/l	S-TS mg/l	AOX mg/l	totP mg/l	totN mg/l	Cu mg/l	Cd mg/l	Cr mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l	As mg/l	Hg µg/l	Fosfat µg/l
12/9-05						<0,003								
15.mai.06	25	1	< 0,1	0,02	0,4	<0,003	<0,001	0,007	0,011	0,004	<0,004	0,003	< 0,005	
20.nov.06	22	1	< 0,1	0,02	0,3	<0,003								
06.03.07	15	3	< 0,1	0,01	0,5	<0,003								
03.07.07	15	1	0,01	0,12	0,6	0,004								
28.12.07	17	2	0,02	0,14	1,0	0,01								
04.03.08	22	1	0,02	0,04	0,6	0,004								
17.06.08	15	2	< 0,01	< 0,003	0,7	0,003								
25.09.08	22	4	0,02	0,01	1,2	0,006								
06.03.09	12		<0,15	0,01	1,0	<0,003								
19.05.09	8	4	<0,05	0,01	0,4	0,005								
24.08.09	19	1	<0,05	<0,02	2,2	0,030								
30.11.09	18	4	<0,05	0,02	0,9	0,012								
08.02.10	11	0	<0,05	<0,02	0,6	0,001	<0,00001	<0,0005	<0,0005	<0,0002	<0,002	<0,0002	<0,005	4
10.05.10	16	1	<0,05	<0,04	0,6	0,002	<0,00001	<0,0005	<0,0005	<0,0002	0,005	<0,0002	<0,005	<1
09.08.10	20	2	0,07	<0,08	0,5	0,003	<0,00001	<0,0005	<0,0005	0,0005	0,004	<0,0002	<0,005	2
22.11.10	18	<1	<0,05	<0,08	0,6	<0,001	<0,00001	<0,0005	0,0007	<0,0002	0,003	<0,0002	<0,005	
28.02.11	20	<1	0,03	0,01	0,6	0,005	0,00001	<0,0005	0,0016	<0,0002	0,011	0,0006	<0,005	
09.05.11	20	3	<0,01	<0,08	0,5	0,006	0,00003	<0,0005	0,0069	0,0009	0,014	<0,0002	0,005	
08.08.11	13	99	<0,01	<0,08	0,4	0,003	0,00002	0,0006	0,0007	0,0002	0,039	<0,0002	0,07	
07.11.11	19	2	0,02	0,01	0,6	0,004	0,00002	0,0006	<0,0005	0,0004	0,005	<0,0002	0,03	
18.04.12	14	3	0,03	0,66	0,1	0,004	0,00001	0,0016	0,0008	0,0008	0,013	<0,0002	0,008	
11.06.12	24	3	0,02	0,22	0,4	<0,001	<0,00001	<0,0005	<0,0005	<0,0002	<0,002	<0,0002	<0,005	
05.11.12	52	3	0,03	0,32	0,6	0,0037	0,000019	0,0023	0,0024	0,00099	0,0089	0,00042	<0,005	
17.12.12	<30	6	0,04	0,17	0,6	0,041	0,000029	<0,0005	0,00079	0,0022	0,016	<0,0002	0,02	
25.03.13	20	11	0,03	0,33	0,5	0,003	<0,00001	<0,0005	0,00078	0,00055	0,0067	<0,0002	0,008	
18.06.13	<30	2	<0,01	0,30	0,4	0,003	<0,00001	<0,0005	0,00083	0,00025	0,0026	<0,0002	<0,005	
16.09.13	5	1	<0,010	<0,08	0,4	0,0029	<0,00001	<0,0005	0,00053	<0,0002	0,0022	<0,0002	<0,005	
16.12.13	21	1	0,03	0,12	0,8	0,0041	0,000020	0,0021	0,0020	0,0014	0,0073	0,00035	<0,005	
31.03.14	21	6	0,03	0,14	0,7	0,0034	0,000016	0,00063	0,0011	0,00035	0,0084	<0,00020	<0,005	
23.06.14	11	0	0,012	0,11	0,4	0,0016	<0,000010	<0,0005	<0,0005	0,00028	0,004	<0,00020	<0,005	
27.10.14	40	2	0,04	0,24	0,7	0,0029	0,000012	0,0014	0,0018	0,00064	0,0082	0,00036	<0,005	

Vedlegg E. Bunndyr.

Vedlegg E-1. Normaliserte EQR - og ASPT verdier basert på undersøkelser av bunndyrsamfunnet på 8 st. i nedre Glomma i april 2014 og januar 2015.

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

Vedlegg E-2. Normaliserte verdier i 2015 for EQR av ASPT

Stasjon	Dato	nEQR	ASPT	Midl. nEQR
1	08.04.2015	0,51		0,561
	29.10.2015	0,62		
2B	08.04.2015	0,70		0,702
	29.10.2015	0,70		
3	08.04.2015	0,58		0,508
	29.10.2015	0,44		
4	08.04.2015	0,51		0,528
	29.10.2015	0,55		
5B	08.04.2015	0,69		0,653
	29.10.2015	0,62		
6	08.04.2015	0,32		0,256
	29.10.2015	0,19		
7A	08.04.2015	0,15		0,147
	29.10.2015	0,14		
7B	08.04.2015	0,20		(0,132)
	29.10.2015	0,07		
8	08.04.2015	0,32		0,283
	29.10.2015	0,25		

Vedlegg E-3. Resultater fra undersøkelser av bunndyrsamfunnet i nedre Glomma for Borregaard i 2015

		Borregaard : 2015									
		Stasjon	1	2 B	3	4	5 B	6	7 A	8	7 B
Dyregruppe	Slekt / familie / art	Dato:									3 hugg
Bivalvia	Sphaeriidae	08. 04	3	1				1	48	12	
Coleoptera	Coleoptera indet larve	08. 04		1							
Coleoptera	Dytiscidae indet adult	08. 04						1	2		
Diptera	Ceratopogonidae	08. 04								12	
Diptera	Chaoborus sp	08. 04									
Diptera	Chironomidae	08. 04	1248	688	1792	432	1216	172	104	432	82
Diptera	Psychodidae indet.	08. 04		1							3
Diptera	Simuliidae	08. 04	1		6						
Diptera	Tipulidae indet	08. 04						3			
Ephemeroptera	Baetidae indet	08. 04	6								
Ephemeroptera	Alainites muticus	08. 04		1							
Ephemeroptera	Baetis rhodani	08. 04	40	62	12		8				
Ephemeroptera	Ephemera vulgata	08. 04								2	
Ephemeroptera	Ephemerella mucronata	08. 04	3	240	20		12				
Ephemeroptera	Heptagenia sulphurea	08. 04	32	16		1	12				
Ephemeroptera	Heptageniidae indet	08. 04					2				
Ephemeroptera	Heptagenia fuscogrisea	08. 04	6	8				14	6	24	
Ephemeroptera	Leptophlebiidae indet	08. 04						1			
Gastropoda	Ancylus fluviatilis	08. 04			2	10	12				
Gastropoda	Lymnaeidae indet	08. 04		1	3	3	2	3	6	4	
Gastropoda	Physa fontinalis	08. 04									
Gastropoda	Planorbidae indet.	08. 04							52		
Heteroptera	Corixidae indet	08. 04		1				6			
Hirudinea	Glossiphonia sp	08. 04								2	
Hirudinea	Helobdella stagnalis	08. 04							4	2	

Forts. Vedlegg E-3. Resultater våren 2015											
	Stasjon:		1	2 B	3	4	5 B	6	7 A	8	7 B
Dyregruppe	Slekt / familie / art	Dato:									3 hugg
Hirudinea	Hirudinea indet	08. 04						1			
Hirudinea	Piscicolidae indet	08. 04									
Hydrachnidia	Hydrachnidia	08. 04		6			4	1			
Isopoda	Asellus aquaticus	08. 04	10	12	2	1			64	2	
Oligochaeta	Oligochaeta spp	08. 04	24	20	152	128	24	200	328	592	136
Plecoptera	Isoperla obscura	08. 04	18	14	10	1	6				
Plecoptera	Isoperla sp	08. 04	6	18	12	1					
Plecoptera	Leuctra sp	08. 04			2						
Trichoptera	Agapetus ochripes	08. 04		1	2						
Trichoptera	Cyrnus trimaculatus	08. 04							4		
Trichoptera	Hydropsyche nevae	08. 04	8	12		1					
Trichoptera	Hydropsyche sp	08. 04	8			1	2				
Trichoptera	Hydroptila sp	08. 04	1					3			
Trichoptera	Lepidostoma hirtum	08. 04		1							
Trichoptera	Leptoceridae indet	08. 04		6						4	1
Trichoptera	Limnephilidae indet	08. 04									
Trichoptera	Neureclipsis bimaculata	08. 04	4	28	2		12				
Trichoptera	Polycentropodidae indet.	08. 04						2		2	
Trichoptera	Polycentropus flavomaculatus	08. 04						2			
Trichoptera	Psychomyia pusilla	08. 04				3	4				
Trichoptera	Rhyacophila nubila	08. 04	2	8	2		4				
Trichoptera	Rhyacophila sp	08. 04			2						
Trichoptera	Trichoptera indet	08. 04				2					
	E		5	5	2	1	4	2	1	2	0
	P		2	2	3	2	1	0	0	0	0
	T		5	6	4	4	4	3	1	2	1

Forts. Vedlegg E-3 Resultater høsten 2015		Stasjon:	1	2 B	3	4	5 B	6	7 A	8	7 B
Dyregruppe	Slekt / familie / art	Dato:									3 hugg
Bivalvia	Sphaeriidae	29. 10	2	2	4			7	1	14	
Coleoptera	Dytiscidae indet adult	29. 10								1	
Coleoptera	Gyrinidae indet larve	29. 10								1	
Diptera	Ceratopogonidae	29. 10								6	2
Diptera	Chironomidae	29. 10	368	256	1472	192	176	240	104	112	16
Diptera	Dicranota sp	29. 10		2							
Diptera	Diptera indet	29. 10								2	
Diptera	Simuliidae	29. 10	32	4	2	4	2			1	
Diptera	Tipulidae indet	29. 10				1		12		12	
Ephemeroptera	Baetidae indet	29. 10		48	24		4				
Ephemeroptera	Baetis rhodani	29. 10	18	144	48	26	30				
Ephemeroptera	Centroptilum luteolum	29. 10						1		2	
Ephemeroptera	Caenis moesta	29. 10							1		
Ephemeroptera	Ephemerella mucronata	29. 10	20	240	88	4	2				
Ephemeroptera	Heptagenia sp	29. 10	32	2							
Ephemeroptera	Heptagenia sulphurea	29. 10	22	48	20	2	2				
Ephemeroptera	Heptagenia fuscogrisea	29. 10						1	3	1	
Ephemeroptera	Leptophlebiidae indet	29. 10								3	
Ephemeroptera	Nigrobaetis niger	29. 10		2							
Gastropoda	Ancylus fluviatilis	29. 10	2	2	40	14	10			2	
Gastropoda	Physa fontinalis	29. 10			2			1	7	1	
Gastropoda	Planorbidae indet	29. 10							32	2	
Gastropoda	Radix labiata	29. 10			12	26	22	1	2	7	
Hirudinea	Glossiphonia sp	29. 10			2						
Hirudinea	Helobdella stagnalis	29. 10								8	
Hirudinea	Hirudinea indet	29. 10						3		4	

	St1					St2A					St3			St4			St5B					St6				St7A				St8			
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	V2010	H2010	2011	2013	2014	2015	2013	2014	2015	V2010	H2010	2013	2014	2015	2011	2013	2014	2015	2011	2013	2014	2015	2013	2014	2015		
Merismopedia glauca						x																											
M. spp.																																	
Nostoc spp.			<1						<1		xx																						
Oscillatoria limosa			xx												x																		
O. spp.																																	
Phormidium autumnale				<1			x				<1	5			5	10																	
P. corium									<1																								
P.favosum					15	5						20	1	1	40	70	75																
P. hetropolare			x																														
P. inundatum					5																												
P. retzii			15	<1							<1																						
P. sp. (5-6m, strek grønn, l/b<1)	40																																
Phormidium spp.		x																															
P. tinctorum																																	
Rivularia sp.																																	
Stigonema mamillosum														x																			
Tolypothrix distorta		x																															
T. penicillata	3		10	<1										5																			
Uident. coccale blågrønnalger																																	
Grønnalger																																	
Actinotaenium spp.																																	
Chaetophora elegans				<1																													
Chaetophorales ubestemt																																	
Closterium spp.		x				x																											
Cosmarium spp.		x	x		x	x																											

	St1					St2A					St3			St4			St5B					St6			St7A			St8				
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	V2010	H2010	2011	2013	2014	2015	2013	2014	2015	V2010	H2010	2013	2014	2015	2011	2013	2014	2015	2011	2013	2014	2015	2013	2014	2015	
Draparnaldia glomerata	<1			<1								<1		x								<1						5				
Gongrosira fluminensis											5																					
Microspora abbreviata	10	5						<1																								
M. amoena	xxx	<1	xxx	5	5	5	5	<1	<1	5	40	1	10	22	15	<1	<1	<1	10	5	15	1	x		<1	x					xx	
M. amoena var. gracilis										xxx	<1																					
M. pachyderma									x																							
M. palustris			5																													
M. palustris var minor			30										x																			
M. willeana																																
Mougeotia a (6-12u)					xx																	x										
M. c (21- ?)																												xx				
M. d (25-30u)					x																		xx									
M. e (30-40u)																												xxx				
Oedogonium a (5-11u)				x	<1	xx				x					x							x		x	xx							
O. a/b (19-21µ)		x																														
O. b (13-18u)	xxx				<1	5												x	x			x	x			xx	x	xxx	x		x	
O. c (23-28u)			x	x	xxx	5				x	x	x													xxx			xxx	x			
O. d (29-32u)	xx	x			x						x																	x			x	
Pleurotenium spp.										x																						x
Spirogyra a (20-42u,1K,L)	x				xx																	xx	x			xxx	xxx				x	
S.d (30-50u,2-3K,L)					60	<1					5	xxx			x	<1	5	xxx				70	30	5	40	5	55	25	80	60	70	
S. sp1(11-20u,1K,R)	x				x																									x	x	
S. sp2(30-38u,2K,R)	1							x																								
Staurostrum spp.																						x	x									

	St1					St2A					St3			St4			St5B					St6				St7A				St8				
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	V2010	H2010	2011	2013	2014	2015	2013	2014	2015	V2010	H2010	2013	2014	2015	2011	2013	2014	2015	2011	2013	2014	2015	2013	2014	2015			
Jern/mangan bakterier, trådformede		xx																																
Ophrydium versatile					<1																													
Sopp, hyfer uidentifiserte					xxx							xx						xxx												xxx	x		xxx	
Sphaerotilus natans		50					xxx	xxx		xxx	xxx	xx	10	1	7	40	45	11	6	95	50	25	1	10	25	60	2	4	50	5	5	<1	1	<1
Svamper																																		

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

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