

Vurdering av endringer i oppvekstforhold  
for laks i Glomma ved Borregaard i  
perioden 2010–2015 og betydningen av  
fiskeutsettinger fra  
Glomma kultiveringsanlegg



**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

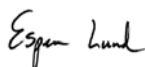
Tittel Vurdering av endringer i oppvekstforhold for laks i Glomma ved Borregaard i perioden 2010–2015 og betydningen av fiskeutsettinger fra Glomma kultiveringsanlegg.	Løpenr. (for bestilling) 7018-2016	Dato 14.3.2016
	Prosjektnr. Undernr. 15156 01	Sider Pris 20
Forfatter(e) Espen Lund	Fagområde Fisk	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Østfold	Trykket

Oppdragsgiver(e) Borregaard AS	Oppdragsreferanse Kjersti Garseg Gyllensten
-----------------------------------	---

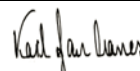
## Sammendrag

Atlantisk laks (*Salmo salar*) har gyte- og oppvekstområder i nedre Glommas hovedløp opp til Sarpsfossen. Det antas at det beste område for gyting og oppvekst er de øverste 3 km, mellom Sandesundbrua og Sarpsfossen. Borregaard AS i Sarpsborg har sine utslipp til Glomma i de midtre og øvre delene av strekningen mellom Sandesundbrua og Sarpsfossen. Fiskeundersøkelsene på grusørene tyder på at det har vært en bedring i gyte- og oppvekstforholdene for laks der etter 2010. El-fisket på grusørene i årene 2013–2015 har gitt fangster av lakseyngel hver gang. Det har i samme periode blitt satt ut yngel, og noe av fangstene er settefisk. Bunndyrundersøkelsene på grusørene viser også en forbedring siden 2010. Selv om resultatene fra fisk- og bunndyrundersøkelsene tyder på at forholdene har bedret seg, er det fortsatt en betydelig heterotrof begroing (lammehaler) i elva. Dette indikerer utslipp av lett nedbrytbart, organisk materiale. Den heterotrofe begroingen skjer i det antatt viktigste område for gyting og oppvekst av laks og har dermed trolig en negativ effekt på rekruttering til laksepopulasjonen i nedre Glomma. Fiskeutsettingene fra Glomma kultiveringsanlegg ser ut til å bidra til bestanden av årsunger av laks i elva om høsten. I 2015 begynte settefisken også å bidra til gytebestanden i Glomma. Dette var hovedsakelig hannfisk. Det kan derfor antas at flere settefisk vil komme tilbake på gytevandring i 2016 og senere, og da også hunnfisk. Det er derfor litt tidlig å si hva effekten av utsettingene er på antall gytefisk i nedre Glomma, men det er tydelig at noe av settefisken overlever og vokser til gytefisk.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Laks ( <i>Salmo salar</i> )	1. Salmon ( <i>Salmo salar</i> )
2. Ferskvannsbiologi	2. Freshwater biology
3. Organisk utslipp	3. Organic discharge
4. Fiskeutsetting	4. Fish stocking



Espen Lund  
Prosjektleder



Karl Jan Aanes  
Forskningsleder

**Vurdering av endringer i oppvekstforhold for laks i  
Glomma ved Borregaard i perioden 2010–2015 og  
betydningen av fiskeutsettinger fra Glomma  
kultiveringsanlegg**

## Forord

Denne rapporten undersøker endringer i oppvekstforhold for laks i Glomma ved Borregaard i perioden 2010–2015 og betydningen av fiskeutsettinger fra Glomma kultiveringsanlegg. Undersøkelsene er utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) på oppdrag fra Borregaard AS, i forlengelsen av bedriftens overvåkingsundersøkelser i vannforekomsten nedstrøms Sarpsfossen. Rapporten er kvalitetssikret på NIVA av M. Lindholm.

Vi takker Kjersti Garseg Gyllensten hos Borregaard for god kommunikasjon gjennom arbeidet.

Oslo, mars 2016

*Espen Lund*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Bakgrunn</b>	<b>6</b>
<b>2. Metoder</b>	<b>7</b>
2.1 Stasjonene	7
2.2 Data	7
2.2.1 Fisk	7
2.2.2 Heterotrof begroing (lammehaler)	8
2.2.3 Begroingsalger	8
2.2.4 Bunndyr	8
2.2.5 Vannkjemi	9
<b>3. Resultater</b>	<b>9</b>
3.1 Fisk	9
3.1.1 Laks	9
3.1.2 Utsettinger fra Glomma kultiveringsanlegg	10
3.1.3 Gytebestandsmål	11
3.1.4 Andre fiskearter	13
3.2 Heterotrof begroing (lammehaler)	13
3.3 Begroingsalger	15
3.4 Bunndyr	15
3.4.1 Økologisk tilstand (bunndyr)	15
3.4.2 Biologisk mangfold (bunndyr)	17
3.4.3 Vannkjemi	17
<b>4. Vurderinger</b>	<b>18</b>
4.1 Oppvekstforhold for laks	18
4.2 Utsettinger fra Glomma kultiveringsanlegg	18
<b>5. Referanser</b>	<b>19</b>

---

## Sammen drag

Atlantisk laks (*Salmo salar*) har gyte- og oppvekstområder i nedre Glommas hovedløp opp til Sarpsfossen. Det antas at det beste område for gyting og oppvekst er de øverste 3 km, mellom Sandesundbrua (E6) og Sarpsfossen. I dette området har elva høy strømhastighet og stedvis gunstig substrat for gyting. Det antas videre at de såkalte grusørene er særlig viktige for laksens gyting og oppvekst.

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

For å styrke laksebestanden i Glomma ble et kultiveringsanlegg for laks etablert i 2012. Settefisk fra anlegget ble satt ut første gang våren 2013.

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har gjort kjemiske og biologisk undersøkelser i nedre Glomma ved Borregaard siden 2009, med tiltaksrettet overvåkning i 2013, 2014 og 2015. Denne rapporten er en sammenstilling og analyse av eksisterende, biologiske data. Oppgaven har vært å vurdere endringer i oppvekstforhold for laks i Glomma ved Borregaard i perioden 2010–2015, samt betydningen av fiskeutsettinger fra Glomma kultiveringsanlegg.

Fiskeundersøkelsene på grusørene tyder på at det har vært en bedring i gyte- og oppvekstforholdene for laks der etter 2010. El-fisket på grusørene i årene 2013–2015 har gitt fangster av lakseyngel hver gang. Det har i samme periode blitt satt ut yngel, og noe av fangstene er settefisk. Tettheten av lakseyngel er lav, men fangstene viser tydelig forbedring siden årene 2009–2010, da det ikke ble fanget noen laks på grusørene. At det fanges flere fiskearter i 2013–2015 enn i 2009–2010 er et tegn på bedring i forhold for fisk generelt.

Bunndyrundersøkelsene på grusørene viser også en forbedring siden 2010. Både den økologiske tilstanden (basert på ASPT-indeksen) og det biologiske mangfoldet har en tydelig forbedring i 2014–2015.

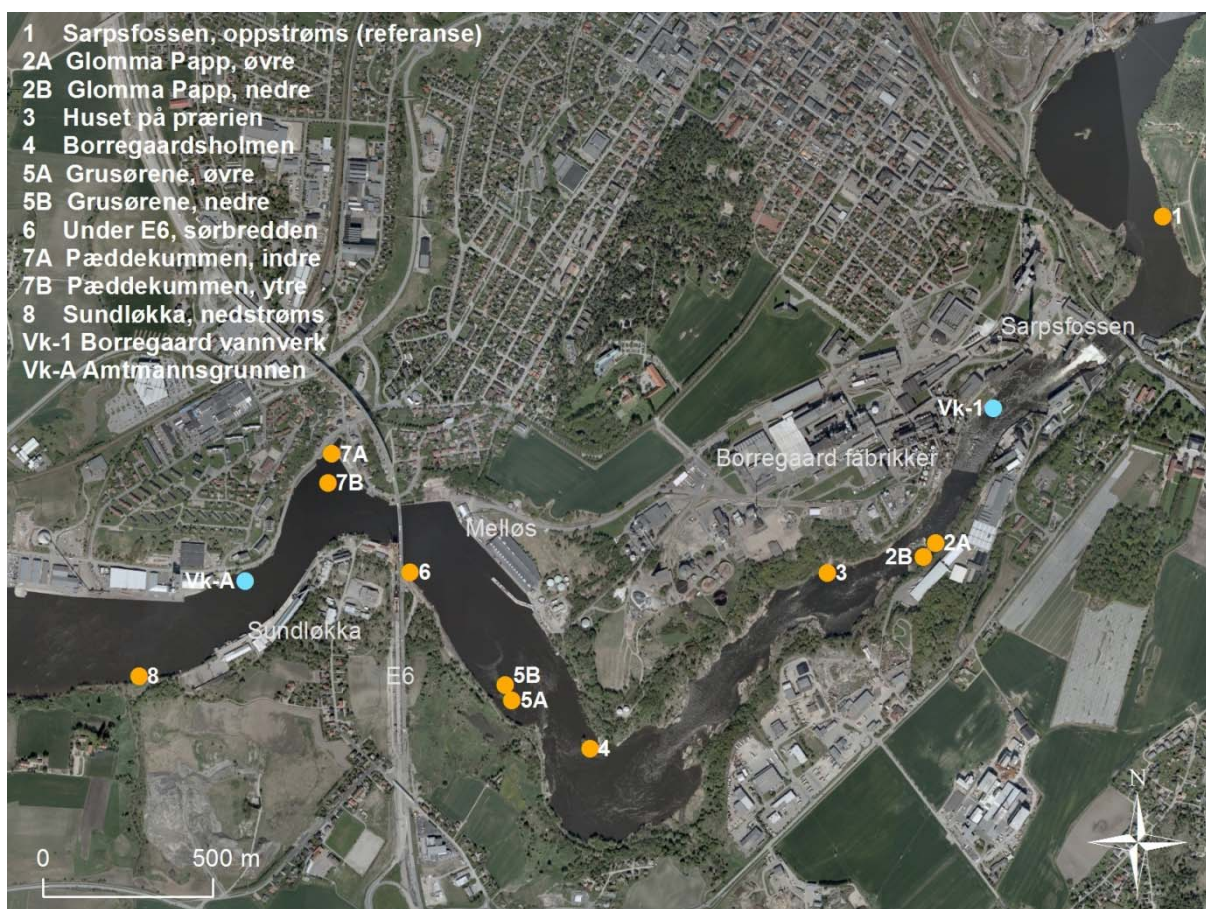
Selv om resultatene fra fisk- og bunndyrundersøkelsene tyder på at forholdene har bedret seg, er det fortsatt en betydelig heterotrof begroing (lammehaler) i elva. Dette indikerer utslipp av lett nedbrytbart, organisk materiale. Den heterotrofe begroingen skjer i det antatt viktigste område for gyting og oppvekst av laks og har dermed trolig en negativ effekt på rekruttering til laksepopulasjonen i nedre Glomma. Veksten av lammehaler varierer gjennom året, og det vil antakelig ha betydning om veksten skjer når laksen har sine mest sårbare stadier.

Fiskeutsettingene fra Glomma kultiveringsanlegg ser ut til å bidra til bestanden av årsunger av laks i elva om høsten. Av de undersøkte fiskene fra september 2014 og august 2015, var henholdsvis 17 % og 24 % settefisk. I 2015 begynte settefisken også å bidra til gytebestanden i Glomma. De første utsettingene av finneklippede ettåringer ble gjort i 2014, og de første individene av denne settefisken kom tilbake som gytefisk i smålaksstørrelse i Glomma i 2015. Dette var hovedsakelig hannfisk. Det kan derfor antas at flere settefisk vil komme tilbake på gytevandring i 2016 og senere, og da også hunnfisk. Det er derfor litt tidlig å si hva effekten av utsettingene er på antall gytefisk i nedre Glomma, men det er tydelig at noe av settefisken overlever og vokser til gytefisk, selv om dette foreløpig kun er observert for hannfisk. Hvis det samme gjelder for hunnfisk, vil settefisken bidra til gytebestanden i Glomma.

# 1. Bakgrunn

Atlantisk laks (*Salmo salar*) har gyte- og oppvekstområder i nedre Glommas hovedløp opp til Sarpsfossen (**Figur 1**). Det antas at det beste område for gyting og oppvekst er de øverste 3 km, mellom Sandesundbrua (E6) og Sarpsfossen. I dette området har elva høy strømhastighet og stedvis gunstig substrat for gyting. Det antas videre at de såkalte *grusørene* er særlig viktige for laksens gyting og oppvekst. Ved lav vannføring er det mulig å gjøre biologiske undersøkelser på grusørene, og de høyeste tetthetene av lakseyngel er funnet der. Det kan imidlertid antas at flere, dypere områder er like gunstige som grusørene, men disse er vanskelige å undersøke.

Glomma er Norges lengste elv (600 km) og den har et nedbørfelt som dekker store deler av Østlandet. Middelvannføringen i nedre Glomma (Solbergfoss) er 700 m<sup>3</sup>/s, med variasjoner mellom 150 og 3500 m<sup>3</sup>/s (GLB).



**Figur 1.** NIVAs stasjoner for biologisk undersøkelser (oransje) og vannprøver (blå).

Borregaard AS i Sarpsborg har sine utslipp til Glomma i de midtre og øvre delene av strekningen mellom Sandesundsbrua og Sarpsfossen. Dermed kan utslippene påvirke laksens gyting og oppvekst, avhengig av utslippenes størrelse og innhold. På grunn av fare for spredning av sykdomsfremkallende legionella-bakterier, ble deler av Borregaards renseanlegg stengt i 2008 og fabrikken fikk dispensasjon til å øke sine utslipp av organiske materiale til Glomma. Høsten 2013 ble et nytt renseanlegg startet og de organiske utslippene redusert. Fra 2015 har årlige gjennomsnitt av organiske utslipp (KOF) vært lavere enn da renseanlegget ble stengt i 2008. Ved fiskeundersøkelser i 2009–2010 ble det ikke funnet noen lakseyngel på grusørene. Samtidig ga andre biologiske indikatorer tegn på stor organisk belastning nedstrøms Borregaards utslipp til Glomma.

For å styrke laksebestanden i Glomma ble et kultiveringsanlegg for laks etablert i 2012 (NGOFA 2012). Settefisk fra anlegget ble satt ut første gang våren 2013.

Det er ikke kjent hva som er naturlig populasjonsstørrelse for laksen i nedre Glomma, men det kan antas at den i mange år har vært negativt påvirket av flere faktorer: regulert vannføring, utslipp fra industri, urban avrenning og rømt oppdrettsfisk (vann-nett.no). Regulert vannføring har medført en risiko for driftsstans i vannkraftverket, hvor påfølgende rask senkning av vannstanden i elva kan føre til stranding av laksunger eller tørrelegging av egg.

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har gjort kjemiske og biologisk undersøkelser i nedre Glomma ved Borregaard siden 2009, med tiltaksrettet overvåkning i 2013, 2014 og 2015 (Rannekleiv et al. 2013, Bækken et al. 2014, Aanes et al. 2016). Denne rapporten er en sammestilling og analyse av eksisterende, biologiske data. Oppgaven har vært å vurdere endringer i oppvekstforhold for laks i Glomma ved Borregaard i perioden 2010–2015, samt vurdere betydningen av fiskeutsettinger fra Glomma kultiveringsanlegg.

## 2. Metoder

### 2.1 Stasjonene

Dataene som brukes i denne undersøkelsen er hentet fra totalt 13 stasjoner i nedre Glomma (**Figur 1**). Stasjon 1 er en referansestasjon som ligger oppstrøms Sarpsfossen og oppstrøms Borregaards utslipp. Stasjonene 2A og 2B ligger på motsatt bredd av Borregaard og er lite påvirket av eventuelle utslipp fra øvre deler av Borregaards anlegg. Fra stasjon 3 og nedover er stasjonene påvirket av utslipp. Borregaards hovedutslipp ligger mellom stasjon 3 og 4. De nedre stasjonene, særlig 7A og 7B, har også vært påvirket av kommunale utslipp.

De mest aktuelle stasjonene for laks antas å være 2A, 2B, 3, 4, 5A og 5B, hvor 5A+B er de såkalte *grusørene*. Stasjonene på grusørene har gunstig habitat for lakseunger, og det antas at resultatene fra disse stasjonene også representerer nærliggende områder av samme kvalitet. Det er kun begrensede arealer på grusørene som lar seg undersøke når vannstanden er gunstig. Stasjonene 2A+B er lite påvirket av utslipp fra Borregaard og kan derfor betraktes som referansestasjoner, men samtidig har fiskefangstene i disse stasjonene vært lave, så disse stasjonene fungerer best som referanse for de andre biologiske undersøkelsene.

### 2.2 Data

Data som her er presentert er hentet fra tidligere undersøkelser, særlig fra Aanes et al. 2016. Enkelte data er direkte gjengitt med originale figurer. Noen data er også fremstilt i nye figurer eller plot laget i Excel (Microsoft) eller JMP (SAS), hvor det også er brukt kurveglattingsfunksjoner (smoothing splines i JMP) for å tegne grafer og visualisere trender. I det følgende gis en kort gjennomgang av metoder brukt ved innsamling av ulike biologiske data. Disse avsnittene er hentet fra Aanes et al. 2016. Organismegruppene begroingsalger, heterotrof begroing og bunndyr ble der anvendt for å klassifisere økologisk tilstand i den aktuelle vannforekomsten etter vannforskriften. De samme organismene har også stor betydning ved vurdering av forholdene for fisk, og de samme dataene anvendes derfor her som verktøy for å analysere hvordan det akvatiske økosystemet fungerer for laks.

#### 2.2.1 Fisk

På grusørene (stasjon 5A og 5B) 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 skulle analyseres for fargemerking i otolittene (øresteiner) ble avlivet og konservert 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.

### **2.2.2 Heterotrof begroing (lammehaler)**

Heterotrof begroing inkluderer sopp og bakterier som bruker lett nedbrytbart organisk materiale som energikilde. Heterotrof begroing vokser på elvebunnen, som såkalte «lammehaler», 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. Bakterier og sopp er svært sensitive overfor denne type organiske utslipp. I Norge er det utviklet en heterotrof begroingsindeks (HBI) som brukes for å indikere grad av organisk belastning (Direktoratsgruppa, 2013).

På hver lokalitet undersøktes en ca. 10 meter lang elvestrekning ved bruk av vannkikkert. Det blir tatt prøver av synlig heterotrof begroing. Materialet blir lagret på små glass og konservert for senere bearbeiding i laboratoriet. Dekningsgraden blir estimert i felt som ”prosent dekning”. Innsamlede prøver blir undersøkt i mikroskop, for å verifisere om det er heterotrof begroing, og for å identifisere artene. Hver stasjon blir 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 skjønsmessig 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 %, vil lokaliteten havne 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.

### **2.2.3 Begroingsalger**

Begroingsalger er sensitive overfor næringssaltbelastning og blir ofte brukt i overvåkings-prosjekter for å klassifisere tilstand mht. eutrofi. De forflytter seg ikke og reagerer derfor også på kortsiktige forurensingsepisoder. 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).

### **2.2.4 Bunndyr**

Ved innsamling av bunndyr benyttes en såkalt sparkemetode (kick method - NS-ISO 7828). Det anvendes en håndholdt håv med åpning 25cm x 25cm og maskevidde 0,25 mm. Håven holdes ned mot bunnen med åpningen mot strømmen. Bunnssubstratet oppstrøms håven sparkes/rotes opp med foten slik at oppvirvlet materiale føres inn i håven. Da en slik metode kan variere anbefaler veilederen at 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.

Prøvene ble konservert i felt med etanol, og senere ble materialet talt og bestemt i laboratoriet etter standard prosedyrer. Det taksonomiske nivået mht. bearbeidelse varier, men individer i de tre hovedgruppene døgn- (Ephemeroptera), stein- (Plecoptera) og vårfluer (Trichoptera), de såkalte EPT-taksa, blir så langt det er mulig identifisert til art/slekt.

Vurderingen av forurensningsbelastning og økologisk tilstand baseres på ASPT indeksen (Average Score Per Taxon). Denne indeksen gir gjennomsnittlig forurensningstoleranse for familiene i bunndyrsamfunnet. ASPT verdiene for hver stasjon vurderes opp mot den generelle referanseverdien for vanntypen.

Forholdet mellom målt verdi og referanseverdi kalles EQR (Ecological Quality Ratio). For å få indeksene for alle biologiske kvalitetselementer på samme skala er det beregnet en «normalisert» EQR (nEQR). Klassegrenser for økologisk tilstand er i henhold til Vanddirektivet. Der det foreligger to prøver pr. år er tilstanden for hvert år angitt som middelveiden av disse.

I tillegg er det biologiske mangfoldet på hver lokalitet vurdert ut fra antall taksa (art/slekt/familie) innen de tre gruppene: døgn-, stein- og vårfluer. Høye indeksverdier for EPT ligger over 25. Hva som er ”normalt” (referansen) er imidlertid avhengig av både hvor i Norge en er og hvilke fysiske-kjemiske miljøparametere som 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.

## 2.2.5 Vannkjemi

Vannprøver er hentet inn ved Borregaard vannverk (Vk-1, **Figur 1**) og ved Amtmannsgrunnen (Vk-A). Prøvene er analysert ved Eurofins laboratorier.

# 3. Resultater

## 3.1 Fisk

### 3.1.1 Laks

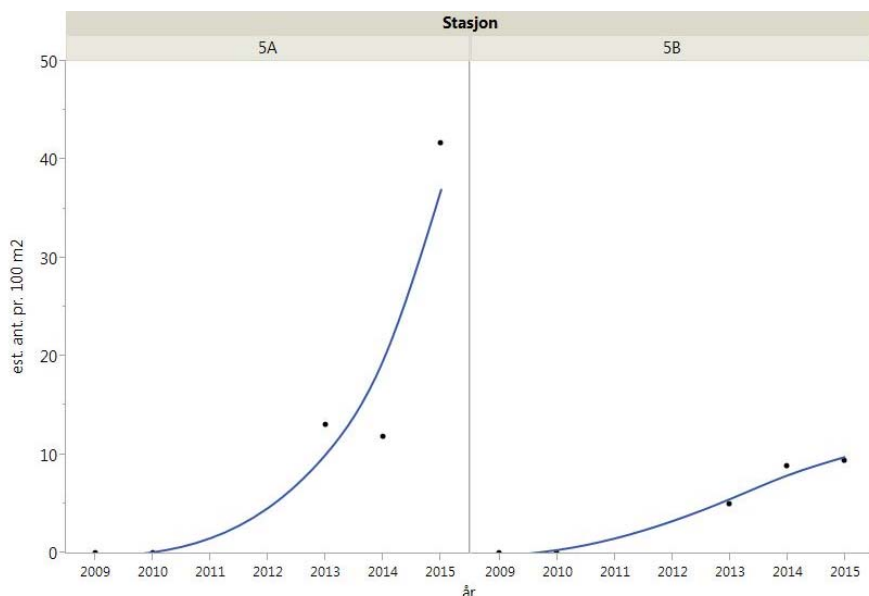
Det ble gjort fiskeundersøkelser med bærbart el-fiskeapparat i 2009, 2010, 2013, 2014 og 2015. I årene 2009–2010 ble det fisket på stasjonene 2A, 2B, 3, 5A og 5B. I årene 2013–2015 ble det i tillegg fisket på stasjon 4. Våren 2012 ble det også gjort et prøvefiske med garn i områdene ved stasjonene 6 og 7 (Rustadbakken et al. 2011; Ranneklev et al. 2012; Aanes et al. 2016)

I 2009 og 2010 ble det ikke fanget laks på grusørene. I 2013, 2014 og 2015, derimot, ble det fanget henholdsvis 27 stk, 40 stk og 68 stk laks på grusørene (**Tabell 1**). I de andre stasjonene (2A, 2B, 3 og 4) har fangstene av laks vært lave hvert år, med fangster på 0–4 laksunger. Estimert antall årsyngel (0+) pr. 100 m<sup>2</sup> lå mellom 5.0 og 9.4 på nedre grusøre (5B) i perioden 2013–2015. På øvre grusøre (5A) var tettheten 13.1 og 11.8 i 2013–2014, men økte til 41.7 i 2015 (**Figur 2**).

Garnfisket i 2012 ga liten fangst. Garnene ble dekket av lammehaler og fiskeundersøkelsen var dermed ganske mislykket. Det ble fanget 3 mort, 2 lake, 1 stam og 1 hork.

**Tabell 1.** Fangster av laks (antall 0+ og 1+) under el-fiske i Glomma ved Borregaard 2009–2015. Arealene er fra undersøkelsen i 2015.

Stasjon	Kode	Areal (m <sup>2</sup> )	2009	2010	2013	2014	2015
Grusører, nedre	5B	210			10	24	19
Grusører, øvre	5A	160			17	16	49
Borregaardsholmen	4	100			1	2	4
Huset på prærien	3	225	2		2	2	1
Glomma Papp, nedre	2B	30					
Glomma Papp, øvre	2A	100			2		2



**Figur 2.** Estimert tetthet (antall pr. 100 m<sup>2</sup>) av årsyngel (0+) av laks på stasjonene 5A+B (grusørene) i Glomma ved Borregaard for årene 2009, 2010, 2013, 2014 og 2015. Estimatenes er basert på totalfangster, inkludert eventuelle settefisk.

### 3.1.2 Utsettinger fra Glomma kultiveringsanlegg

Første utsetting fra klekkeriet ble utført våren 2013 (NGOFA 2013). Da ble det satt ut 150 000 umerket årsyngel (0+). Våren 2014 ble det satt ut 105 000 årsyngel og 25 300 ettåringer. I 2014 var årsyngelen merket med fargede otolitter og ettåringene var merket med fettfinneklipping (Lund et al. 2014). Våren 2015 ble det satt ut 150 000 årsyngel og 21 300 ettåringer, hvor årsyngel var fargemerket og ettåringer var både fargemerket og fettfinneklippet. Fisken ble satt ut på flere punkter mellom Sarpsfossen og grusørene.

Ved el-fisken i 2014 og 2015 ble et tilfeldig utvalg laks (ca. 30 stk.) avlivet og analysert for fargemerking i otolittene. I 2014 var 17 % av analysert laks fargemerket og i 2015 var 24 % av analysert laks fargemerket.

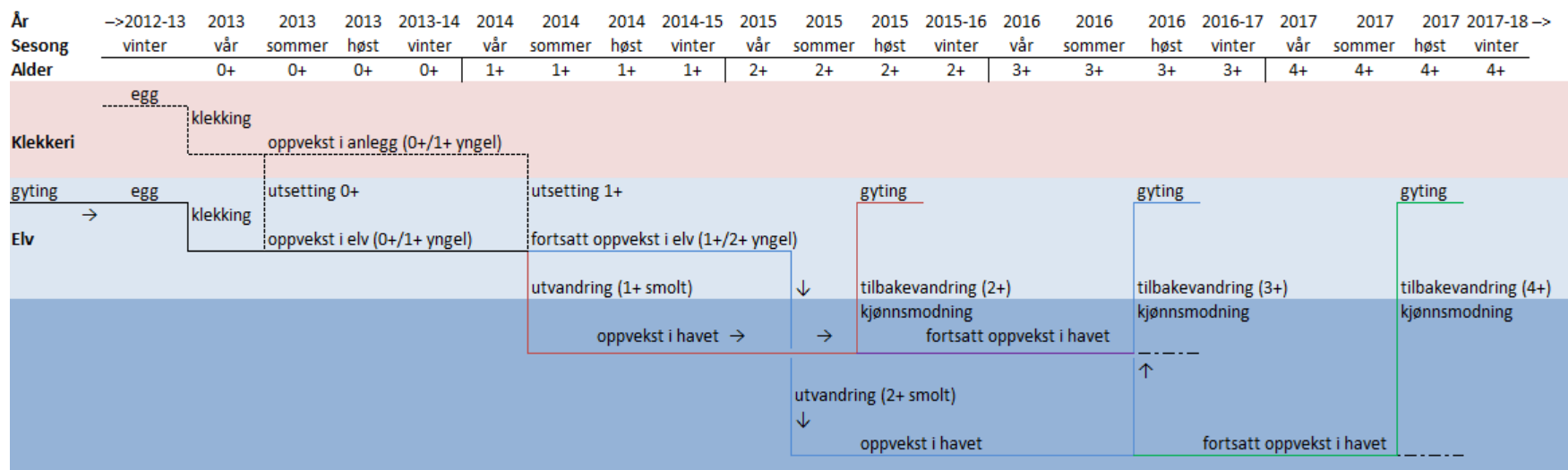
I juli 2015 ble den første fettfinneklippede laksen fanget på stang i Glomma. Denne laksen ble antakelig klekket i 2013 og satt ut i Glomma som fettfinneklippet ettåringer i 2014. Deretter vandret den ut i havet og var der vinteren 2014–2015, før den vandret tilbake til Glomma og ble fisket med sluk (**Figur 3**). Det ble fisket 41 slike fettfinneklippede laks ved ordinært stangfiske i Glomma i 2015 (**Figur 4**). Fiskerne vurderte alle disse til å være hannfisk. Under stamfiske samme år ble det fanget ytterligere 176 fettfinneklippede laks. Dermed var det 217 laks som sannsynligvis stammer fra utsetting av ettåringer i 2014 som tilbakevandret som gytefisk i 2015. Det ble anslått at nesten alle disse (95 %) var hannfisk (NGOFA 2015).

Det ble fanget totalt 73 laks ved ordinært stangfiske i 2015, hvorav altså 41 var fettfinneklippede settefisk i aldersklassen 2+. Uten settefisken ville det dermed vært 32 laks i fangststatistikken dette året. Siden 2011 har fangstene på stang hovedsakelig ligget lavere enn de foregående seks årene (**Figur 4**). Bunnpunktet var 2013, med 9 laks fisket. Siden laksebestanden befinner seg både i elva og i havet, hvor utvandring og tilbakevandring kan variere i relativt kompliserte mønstre, er det ikke åpenbart hvilke(t) årskull som førte til svikt i fangstene i 2013. Hvis man antar at de raskest voksende laksene bruker 3–4 år fra egg til gytefisk, vil en rekrutteringssvikt i årene 2009–2010 kunne bidra til å forklare svikten i fiskefangstene i 2013. Dette stemmer bra med de biologiske undersøkelsene i 2009–2010 (Rustadbakken et al. 2011).

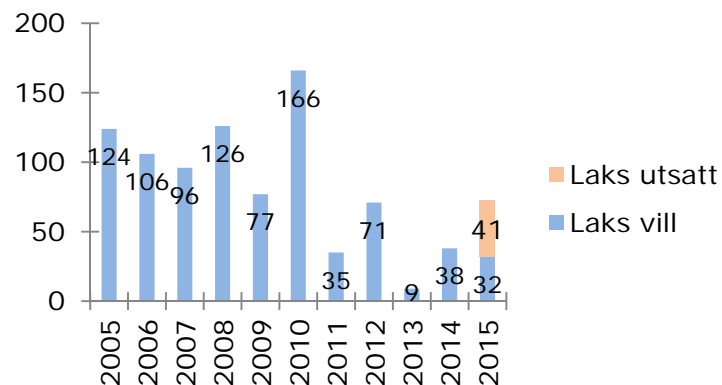
### 3.1.3 Gytebestandsmål

Gytebestandsmålet forteller oss hvor mye rogn eller gytefisk det bør være for at vassdraget skal produsere mest mulig laks, og dermed legge grunnlag for en levedyktig bestand på lang sikt. Det er et grunnleggende forvaltningsmål at bestandene skal nå gytebestandsmålene (Miljødirektoratet 2013).

Det er laget et gytebestandsmål for Glomma, og måloppnåelsen vurderes å være 100 % (Anon. 2015, Anon. 2016). Gytebestandsmålet og måloppnåelsen er imidlertid beregnet for Glomma og Aagaardselva samlet, hvor det antakelig er laksen i Aagaardselva som gjør at målet nås, mens det er uklart hva status er for gytebestanden i Glommas hovedløp separat. Basert på fangststatistikken, ser det ut til at gytebestanden i Glomma har vært redusert siden 2011 (**Figur 4**), og det er uvisst hvor lenge denne reduksjonen vil vare.



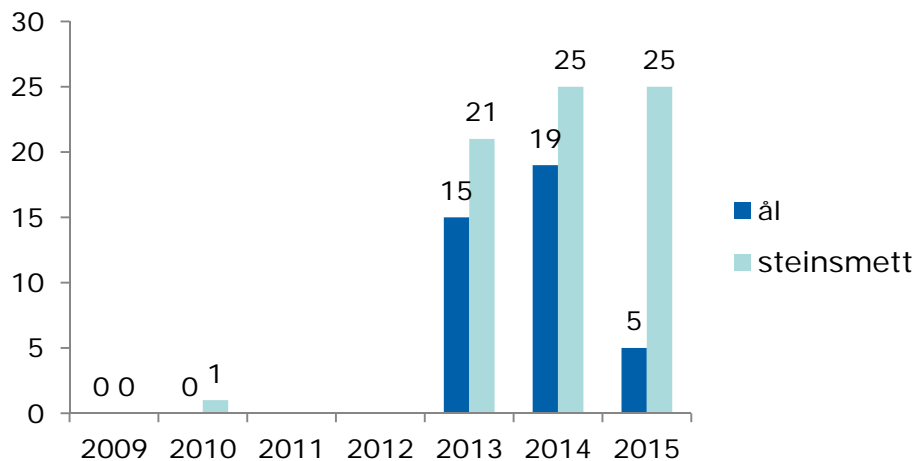
**Figur 3.** Skisse over variasjoner i oppvekst- og gytemønster hos laks i Glomma. Utsetting av kultivert yngel er markert med prikket linje. Glommalaksen har rask vekst i elvestadiet og en tidlig smoltifisering og utvandring: For mange individer skjer dette allerede i løpet av andre eller tredje leveår (Bremset et al., 2011). I kultiveringsanlegget er vekstsesongen ytterligere forlenget og optimalisert, noe som medfører svært høy tilvekst første året. Noen individer har også god vekst gjennom et kort opphold i havet (ca. 1 år) før tilbakevandring som kjønnsmoden gytefisk ved alder 2+, mens andre individer vokser flere år i havet før tilbakevandring.



**Figur 4.** Antall laks fanget ved ordinært stangfiske i Glomma 2005–2015 (www.ngofa.no).

### 3.1.4 Andre fiskearter

Siden 2010 er det fanget 6 fiskearter under el-fiske: laks, ål, steinsmett, gjedde, abbor og ubestemt karpefisk. I 2009 og 2010 ble det kun fanget laks og steinsmett. I perioden 2013–2015 ble det totalt årlig fanget 5–19 ål og 21–25 steinsmett (**Figur 5**).



**Figur 5.** Samlet fangst av ål og steinsmett på alle stasjoner som ble el-fisket i årene 2009, 2010, 2013, 2014 og 2015.

### 3.2 Heterotrof begroing (lammehaler)

I 2015 ble den økologiske tilstanden på stasjonene 3, 4 og 5 klassifisert til *Dårlig* eller *Svært dårlig* (Aanes et al. 2016). Klassifiseringen var basert på begroingsalger (PIT), heterotrof begroing (HBI) og bunndyr (ASPT), og det var tilstanden i heterotrof begroing (HBI) som gjorde at den samlede økologiske tilstanden ble så dårlig i disse stasjonene (**Figur 6**).

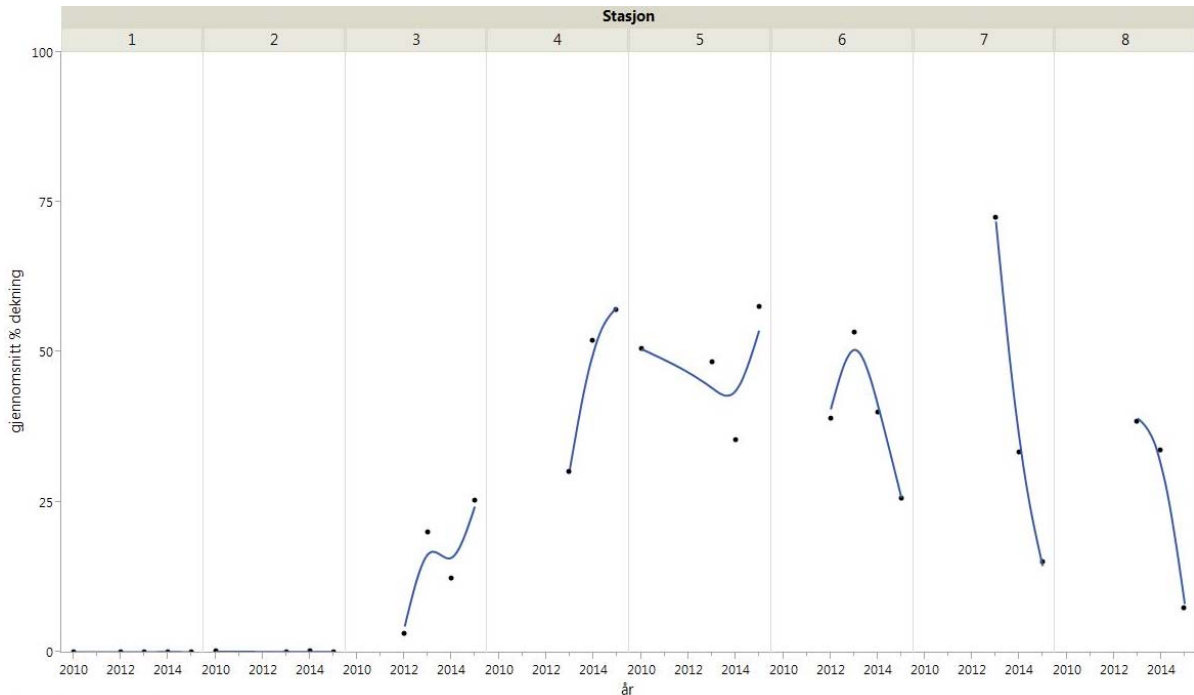
Glomma ved Borregaard		Økologisk tilstand			
Stasjon	År	PIT	HBI	ASPT	Samlet og Harmonisert Økologisk Tilstand
St 1	2015	0,62	1,0	0,56	Moderat
St 2 A-B	2015	0,69	0,79	0,70	God
St 3	2015	0,61	0,32	0,51	Dårlig
St 4	2015	0,55	0,17	0,53	Svært dårlig
St 5 A-B	2015	0,46	0,17	0,65	Svært dårlig
St 6	2015	0,56	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

**Figur 6.** Økologisk tilstand i nedre deler av Glomma i 2015 basert på normerte indeksverdier (nEQR) for: PIT, HBI og ASPT. Tilstanden er vist samordnet og harmonisert etter prinsippet: «det verste styrer». (fra Aanes et al. 2016).

De årlige gjennomsnittene for dekningsgrad av heterotrof begroing i stasjon 5B (stasjon 5A undersøkes ikke for heterotrof begroing) viser en varierende dekning mellom 35 % og 57 % (**Figur 7**). Omtrent samme verdier finner vi i årsgjennomsnittene for stasjon 4, mens stasjon 3 ligger lavere. I stasjon 1 og 2 er det stabilt lite eller ingen heterotrof begroing. Derfor er det sannsynlig at Borregaards utslipp forårsaker heterotrof begroing fra stasjon 3 og nedover. På stasjonene 6, 7 og 8 har det vært nedgang i heterotrof

begroing i 2014 og 2015. Dette skyldes sannsynligvis fortykning og omsetting av det organiske utslippet når det kommer til de nederste stasjonene. Det kan også skyldes at disse stasjonene i tillegg påvirkes av kommunale utslipp, og at reduksjoner i disse utslippene har bidratt til mindre heterotrof vekst.

På stasjonene 4 og 5B ble det ved noen prøvetakninger i 2015 observert tynnere lag av heterotrof begroing. Selv om dekningsgraden var høy (**Figur 7**), var det altså betydelig mindre volum av begroing.



**Figur 7.** Årlig gjennomsnitt av dekningsgrad (%) for heterotrof begroing pr. stasjon i Glomma 2010–2015. Data for 2011 utelatt da vi bare har sommerprøve det året.

Lammehaler har antakelig negativ effekt på laks ved at de tildekker substratet og gir redusert oksygenkonsentrasjon i gyttegrusen (Rustadbakken et al. 2011). Lakseegg- og yngel kan dermed få redusert overlevelse ved stor tetthet av lammehaler. Vinteren 2011–2012 ble det satt ut rognkasser i nedre Glomma. Rogna i kassene ble dekket med heterotrof begroing og rognoverlevelsen var lav (**Figur 8**). Våren 2012 ble det det prøvofisket med garn i områdene ved stasjon 6 og 7. Etter en natt i vannet var garnene fulle av lammehaler (**Figur 9**). Dersom tildekking/tilslamming av substrat skjer på et sårbart stadium i laksens livssyklus, vil det ha betydelig negative konsekvenser for laksebestanden. Særlig egg og tidlige larvestadier vil kunne hemmes ved at habitatet deres tildekkes.



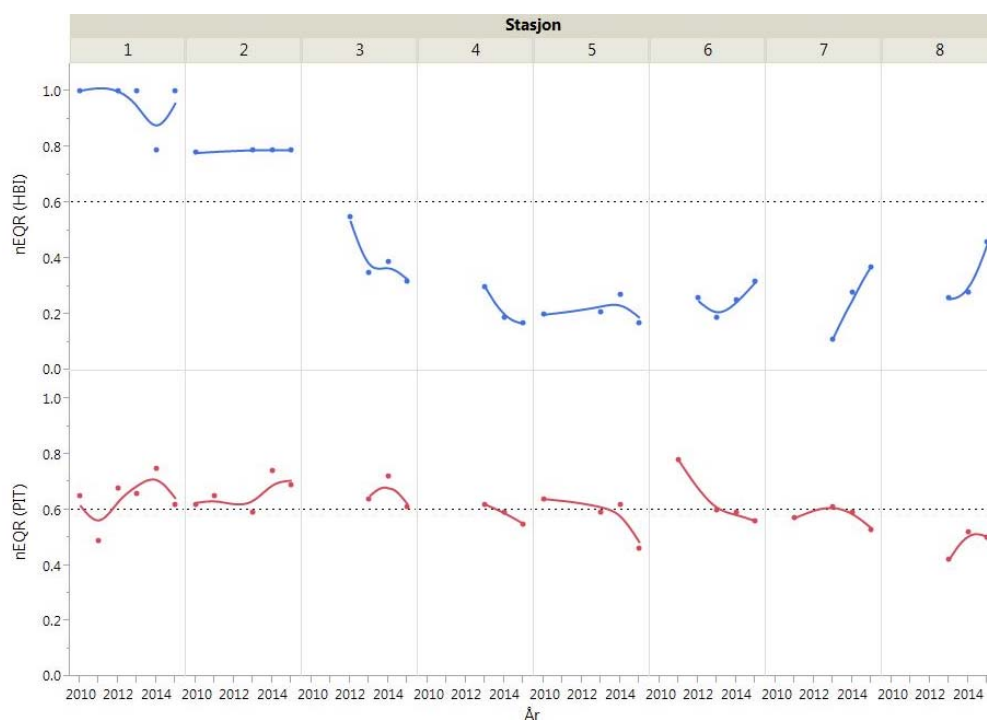
**Figur 8.** Lakserogn tildekket med lammehaler.



**Figur 9.** Fiskegarn med lammehaler.

### 3.3 Begroingsalger

Begroingsalger på bunnen utgjør viktige mikrohabitater for bunndyrfaunaen, og er også energikilder for mange arter, som senere blir fiskeføde. Begroingsalgene har derfor også en viss betydning for fiskeproduksjonen. Normaliserte EQR (nEQR) for PIT-indeksen tilsier en avtagende økologisk tilstand nedover elva, fra verdier rundt 0,6 på stasjonene 1–3 til verdier rundt 0,5 på stasjonene 4–8. Det er antydning til redusert tilstand i flere av de aktuelle fiskestasjonene de seneste årene, men verdiene varierer relativt lite. PIT indeksen viste imidlertid mindre avvik mellom referansestasjon og påvirkede stasjoner enn HBI indeksen (**Figur 10**). Sistnevnte er mer sensitiv for organisk belastning, og det noe ulike mønsteret mellom de to indeksene styrker indikasjonen på at organisk belastning er hovedproblemet på det aktuelle vassdragsavsnittet.



**Figur 10.** Normaliserte EQR (nEQR) for eutrofieringsindeksen PIT og den heterotrofe begroingsindeksen HBI for 8 stasjoner i årene 2010–2015 (Prikket linje angir grensen mellom *moderat* og *god* økologisk tilstand).

### 3.4 Bunndyr

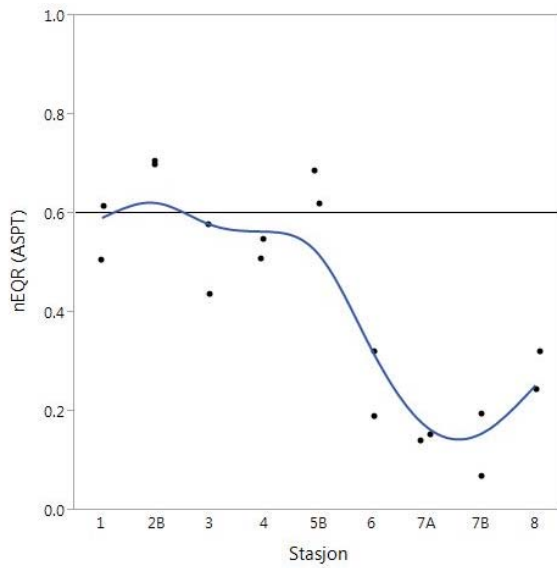
#### 3.4.1 Økologisk tilstand (bunndyr)

Bunndyrene indikerer økologisk tilstand, men er også viktige som næring for lakseungene, hvor både antall bunndyr og artssammensetningen har betydning. De normaliserte EQR-verdiene (nEQR) for ASPT-indeksen for bunndyr i 2015 tyder på at det er en forskjell i økologisk tilstand mellom stasjonene 1–5 og stasjonene 6–8 (**Figur 11**). De øvre stasjonene (1–5) har høyere nEQR-nivå enn de nedre stasjonene (6–8). De øvre, påvirkede stasjonene 2–5 har dessuten omtrent samme nEQR som den upåvirkede referansen (st. 1) i 2015. Når stasjonene klassifiseres for 2015, ser man det samme mønsteret: stasjonene 1–5 settes i klasse *god* eller *moderat*, mens stasjonene 6–8 settes i klasse *dårlig* eller *svært dårlig*.

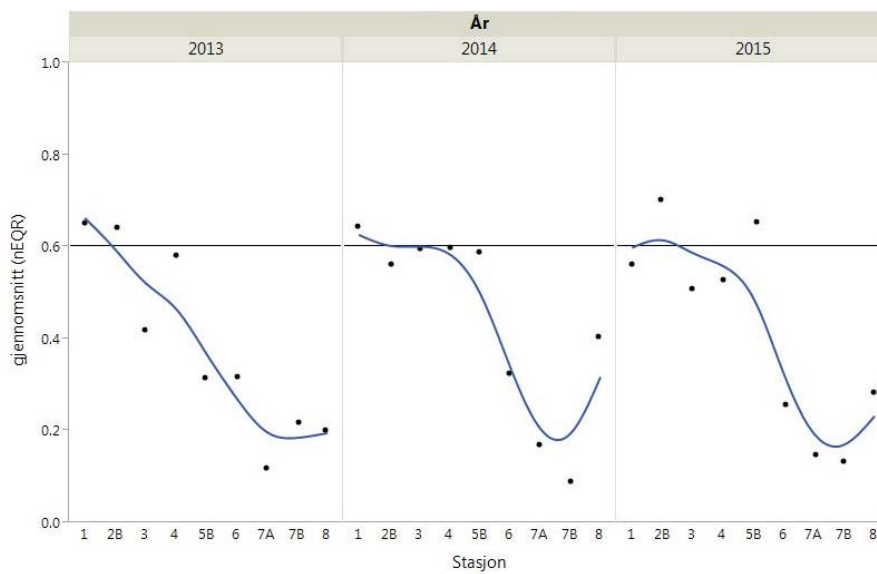
Data for 2013–2015 viser at dette mønsteret ikke var like tydelig i 2013, da var nEQR lavere både på stasjon 3 og stasjon 5 (**Figur 12**). For fiskestasjonene ser det ut til at økologisk tilstand basert på bunndyr (nEQR/ASPT) bedret seg i 2014. Stasjon 5B forbedret seg ytterligere i 2015, og ser vi på data for



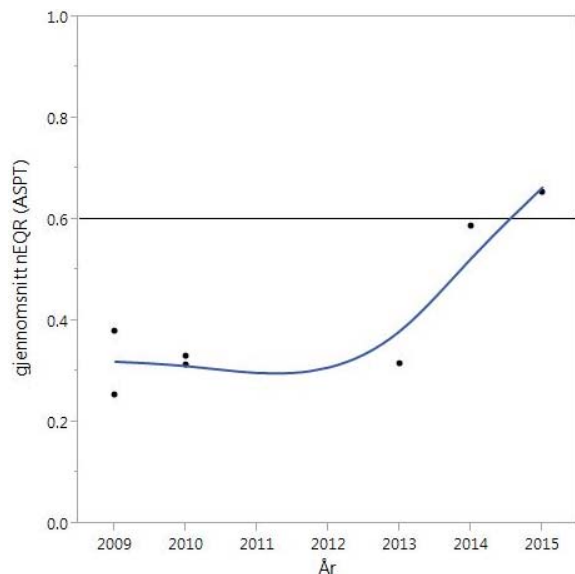
stasjon 5A og 5B, ser vi en bedring fra nEQR = ca. 0,3 i årene 2009, 2010 og 2013 til nEQR = ca. 0,6 i 2014–2015 (**Figur 13**).



**Figur 11.** Normaliserte EQR (nEQR) for bunndyrindeksen ASPT i 2015. Horisontal linje angir grensen mellom *moderat* og *god* økologisk tilstand (0.6).



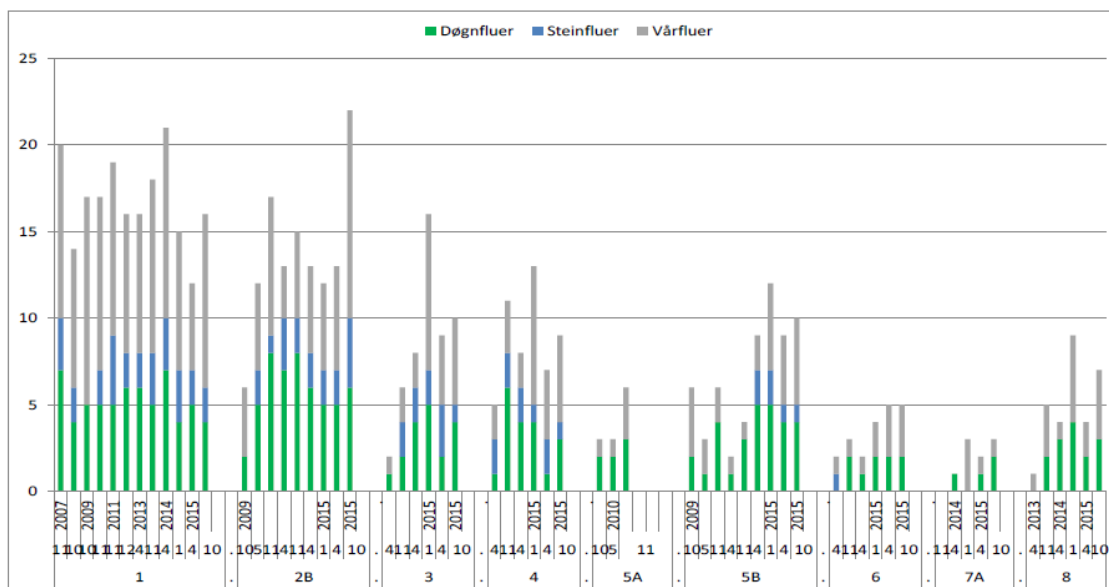
**Figur 12.** Gjennomsnitt nEQR(ASPT) pr. stasjon 2013–2015



**Figur 13.** Gjennomsnitt nEQR (ASPT) pr. år for stasjon 5A+B.

### 3.4.2 Biologisk mangfold (bunndyr)

Det biologiske mangfoldet hos bunndyr i nedre Glomma (EPT-indeksen) viser at Stasjonene 1 og 2 generelt har hatt høyere biologisk mangfold enn stasjonene 3–8 (**Figur 14**). Imidlertid ser det ut til at de påvirkede stasjonene har hatt en økning i biologisk mangfold i perioden 2014–2015, hvor spesielt stasjon 5B (grusørene) hadde en positiv endring i 2014.



**Figur 14.** Biologisk mangfold i nedre Glomma vist vha. EPT-indeksen (sum av antall taxa innen dyregruppene: døgn-, stein- og vårfluer) i perioden 2007–2015, hvor vår- og høstprøver er adskilt (fra Aanes et al. 2016).

### 3.4.3 Vannkjemi

Det er liten forskjell på resultatene fra vannprøvene fra Borregaard vannverk og Amtmannsgrunnen, både i 2015 og tidligere år, se Ranneklev et al. 2012 og Aanes et al 2016 for mer informasjon om vannprøver.

## 4. Vurderinger

### 4.1 Oppvekstforhold for laks

Fiskeundersøkelsene på grusørene tyder på at det har vært en bedring i gyte- og oppvekstforholdene for laks der etter 2010. El-fisket på grusørene i årene 2013–2015 har gitt fangster av lakseyngel hver gang, på begge stasjonene (5A+B). Det har i samme periode blitt satt ut yngel, og noe av fangstene er settefisk. Tettheten av lakseyngel er lav, men fangstene viser tydelig forbedring siden årene 2009–2010, da det ikke ble fanget noen laks på grusørene. I 2015 var det dessuten en ytterligere forbedring på stasjon 5A, hvor tettheten av lakseyngel var høyere enn i 2013–2014. At det fanges flere fiskearter i 2013–2015 enn i 2009–2010 er også et tegn på bedring i forhold for fisk generelt. Det er uklart hva som er årsaken til at de andre fiskestasjonene ikke viser samme bedring som grusørene.

Bunndyrundersøkelsene på grusørene viser også en forbedring siden 2010. Både den økologiske tilstanden (basert på ASPT-indeksen) og det biologiske mangfoldet (basert på EPT-indeksen) har en tydelig forbedring i 2014–2015.

Selv om resultatene fra fisk- og bunndyrundersøkelsene tyder på at forholdene har bedret seg, er det fortsatt en betydelig heterotrof begroing (lammehaler) i elva. Dette indikerer utslipp av lett nedbrytbart, organisk materiale. Den heterotrofe begroingen skjer i det antatt viktigste område for gyting og oppvekst av laks og har dermed trolig en negativ effekt på rekruttering til laksepopulasjonen i nedre Glomma. Veksten av lammehaler varierer gjennom året, og det vil antakelig ha betydning om veksten skjer når laksen har sine mest sårbare stadier (egg/yngel).

### 4.2 Utsettinger fra Glomma kultiveringsanlegg

Fiskeutsettingene fra Glomma kultiveringsanlegg ser ut til å bidra til bestanden av årsunger av laks i elva om høsten. Av de otolitt-undersøkte fiskene fra september 2014 og august 2015, var henholdsvis 17 % og 24 % settefisk. I 2015 begynte settefisken også å bidra til gytebestanden i Glomma. De første utsettingene av finneklippede ettåringer ble gjort i 2014, og de første individene av denne settefisken kom tilbake som gytefisk i Glomma i 2015. Dette var antakelig hovedsakelig hannfisk. Det kan derfor antas at flere settefisk vil komme tilbake på gytevandring i 2016 og senere, og da også hunnfisk. Det er derfor litt tidlig å si hva effekten av utsettingene er på antall gytefisk i nedre Glomma, men det er tydelig at noe av settefisken overlever og vokser til gytefisk, selv om dette foreløpig kun er observert for hannfisk. Hvis det samme gjelder for hunnfisk, vil settefisken bidra til gytebestanden i Glomma.

Det er usikkert hvilken betydning økt antall gytefisk (fra kultiveringen) vil ha på ungfisktettheten. Hvis det har vært lav overlevelse hos egg og yngel (pga. organisk belastning) og denne overlevelsen øker igjen, vil ungfisktettheten trolig øke uansett om det settes ut fisk eller ikke. Men siden antall gytefisk har vært lavt i flere år, vil fiskeutsettinger antakelig gjøre at bestandsøkningen går raskere. Hvis overlevelsen hos egg og yngel derimot ikke øker igjen, vil fiskeutsettinger være viktig for å sikre bestanden.

## 5. Referanser

- Aanes, Karl Jan; Bækken, Torleif; Kile, Maia Røst; Lund, Espen; Rustadbakken, Atle. 2016. Tiltaksrettet overvåkning i Glomma 2015 – Utslipp fra Borregaard. NIVA-rapport 6941-2015.
- Anon. 2015. Vedleggsrapport med vurdering av måloppnåelse for de enkelte bestandene. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 8b, 785 s.
- Anon. 2016. Klassifisering av 104 laksebestander etter kvalitetsnorm for villaks. Temarapport nr 4, 85 s.
- 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, Torleif; Kile, Maia Røst; Lund, Espen; Rustadbakken, Atle. 2015. Tiltaksrettet overvåkning i Glomma 2014 – Utslipp fra Borregaard. NIVA-rapport 6766-2014.
- 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 vanddirektivet.
- GLB, Glommens og Laagens Brukseierforening.  
<http://www.glb.no/Venstremeny/Naturgrunnlaget/tabid/1804/Default.aspx>
- Lund, E., Rustadbakken, A & Hokseggen, T. 2014. Fargemerking av lakserogn i Glomma kultiveringsanlegg, Borregaard, 2014. NIVA-rapport 6763-2014.
- Miljødirektoratet 2013. <http://www.miljodirektoratet.no/no/Tema/Arter-og-naturtyper/Villaksportalen/Bestandstilstanden-for-laks-sjorret-og-sjoroye/Gytebestandsmal/Hvordan-fastsetter-vi-gytebestandsmal/>
- NGOFA (Nedre Glomma og Omland Fiskeadministrasjon). 2012. Klekkeriet står ferdig!  
<http://www.ngofa.no/index.asp?s=artikkel&id=120&fraarkiv=true>
- NGOFA (Nedre Glomma og Omland Fiskeadministrasjon). 2013. Farvel – og på gjensyn!  
<http://www.ngofa.no/index.asp?s=artikkel&id=129>
- NGOFA (Nedre Glomma og Omland Fiskeadministrasjon). 2015. NGOFA-info – desember 2015.  
<http://www.ngofa.no/index.asp?s=artikkel&id=178>
- Ranneklev, S., Molvær, J., Lund, E., Edvardsen, H., Kile, M.R., Eriksen, T. & Rustadbakken, A. 2012. Undersøkelserprogram for vurdering av nytt utslippspunkt og innblandingssone for avløpsvann til Glomma fra Borregaard. NIVA-rapport 6437-2012.
- Ranneklev, S., Kile, M.R., Bækken, T. & Lund, E. (2013) Tiltaksrettet overvåking i Glomma – Utslipp fra Borregaard. p. 35 s. NIVA-rapport. L.Nr. 6579-2013.
- Rustadbakken, A., Bækken, T., Kile, M.R. & Haugen, T. 2011. Økologisk tilstand i Glomma nedenfor Sarpsfossen 2009-2010 - undersøkelser i forbindelse med Borregaards utslipp av organisk materiale. NIVA-rapport 6099-2010.

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

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

<http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=002-3549-R>

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

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