

# Fiskebiologiske undersøkelser i Sima reguleringsområde i Ulvik og Eidfjord kommuner 2017



Ulla Ledje og Sina Thu Randulff

# **Fiskebiologiske undersøkelser i Sima reguleringsområde i Ulvik og Eidfjord kommuner 2017**

**Ecofact rapport: 614**

**[www.ecofact.no](http://www.ecofact.no)**

<b>Referanse til rapporten:</b>	Ledje, U. P. og Randulff, S. T. 2018. Fiskebiologiske undersøkelser Sima reguleringsområde i Ulvik og Eidfjord kommuner 2017. Ecofact rapport 614.
<b>Nøkkelord:</b>	Reguleringseffekter, bestandsstatus, utsettingspålegg, kompensasjonstiltak
<b>ISSN:</b>	ISSN 1891-5450
<b>ISBN:</b>	978-82-8262-612-5
<b>Oppdragsgiver:</b>	Statkraft Energi AS
<b>Prosjektleder hos Ecofact AS:</b>	Ulla P. Ledje
<b>Prosjektmedarbeidere:</b>	Sina Thu Randulff
<b>Kvalitetssikret av:</b>	Ole Kristian Larsen
<b>Forside:</b>	Grasbotntjørn. Foto: Sina Thu Randulff.

[www.ecofact.no](http://www.ecofact.no)

**INNHold**

<b>FORORD</b> .....	<b>3</b>
<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>4</b>
<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>4</b>
<b>2 OMRÅDEBESKRIVELSE</b> .....	<b>4</b>
2.1 SIMAREGULERINGEN .....	4
2.2 LANGVATNET OG GRASBOTNTJØRNI .....	6
2.3 BJOREIO .....	7
2.4 UTSETTINGER .....	9
<b>3 MATERIALE OG METODER</b> .....	<b>11</b>
3.1 FISKEUNDERSØKELSER .....	11
3.1.1 <i>Prøvefiske med garn</i> .....	11
3.1.2 <i>Vurdering av gyte og oppvekstforhold</i> .....	11
3.1.3 <i>Analyse og vurdering av innsamlet materiale</i> .....	12
3.2 SIKTEDYP OG DYREPLANKTON .....	14
3.3 VANNKJEMI .....	14
<b>4 RESULTATER</b> .....	<b>15</b>
4.1 LANGVATNET .....	15
4.1.1 <i>Resultater</i> .....	15
4.1.2 <i>Sammenligning med tidligere undersøkelser</i> .....	19
4.1.3 <i>Bestandsvurdering og vurdering av kompensasjonstiltak</i> .....	20
4.2 GRASBOTNTJØRNI .....	21
4.2.1 <i>Resultater</i> .....	21
4.2.2 <i>Sammenligning med tidligere undersøkelser</i> .....	25
4.2.3 <i>Bestandsvurdering og vurdering av kompensasjonstiltak</i> .....	25
4.3 BJOREIO .....	26
4.3.1 <i>Resultater</i> .....	26
4.3.2 <i>Sammenligning med tidligere undersøkelser</i> .....	30
4.3.3 <i>Bestandsvurdering og vurdering av kompensasjonstiltak</i> .....	30
<b>5 KLASSIFISERING AV ØKOLOGISK TILSTAND – VURDERING I FORHOLD TIL EU'S VANNDIREKTIV</b> .....	<b>31</b>
5.1 EU'S VANNDIREKTIV OG VANNFORSKRIFTEN .....	31
5.2 REGIONAL PLAN FOR VANNREGION HORDALAND – GJELDENDE KATEGORISERING .....	31
5.3 KLASSIFISERING AV ØKOLOGISK TILSTAND .....	32
<b>6 OPPSUMMERING</b> .....	<b>35</b>
<b>7 REFERANSER</b> .....	<b>37</b>

## FORORD

Som en oppfølging av pålegg av utsetting av fisk i de regulerte vannforekomstene har Fylkesmannen i Hordaland pålagt Statkraft å gjennomføre naturfaglige undersøkelser i tre vannforekomster i Sima reguleringsområde. Hensikten med undersøkelsene var å:

- oppdatere bestandsstatus for fiskebestandene og vurdere reguleringseffekter
- evaluere tilslaget på årlig pålagt utsetting av fisk i Langvatnet og Grasbotntjørne
- evaluere opphør av tidligere utsettingspålegg i Bjoreio
- tilrå aktuelle kompensasjonstiltak for fisk, herunder vurdere tiltak som kan øke naturlig rekruttering av aure.

Ecofact Sørvest AS ble tildelt arbeidet med gjennomføring av undersøkelsene. Vi vil takke Statkraft Energi for oppdraget, og rette en spesiell takk til Knut Hovland for lån av båt ved Langvatn og hytte på Osa.

Sandnes  
25.04.18



Ulla P. Ledje

## SAMMENDRAG

### Beskrivelse av oppdraget

---

På oppdrag av Statkraft Energi AS har Ecofact gjennomført naturfaglige undersøkelser i innsjøene Langvatn og Grasbotntjørni i Ulvik kommune og i elva Bjoreio i Eidfjord kommune. Disse vannforekomstene inngår i Sima reguleringsområde. Hensikten med undersøkelsene var å oppdatere bestandsstatus for fiskebestandene, evaluere tilslaget på årlige utsettinger av fisk i Langvatnet og Grasbotntjørni samt å vurdere aktuelle kompensasjonstiltak.

### Datagrunnlag

---

Undersøkelsene inkluderte prøvefiske med bunn- og flytegarn, kartlegging av rekrutteringsmuligheter og gyteforhold i de viktigste tilløpsbekkene samt enkle undersøkelser av dyreplankton og vannkvalitet.

### Resultat

---

Langvatnet har en tett bestand av aure dominert av småvokst fisk. Det ble ikke påvist naturlig rekruttering. Selv om det år om annet kan skje noe naturlig rekruttering vil ikke dette være av et slikt omfang at det kan bidra til å opprettholde en høstbar fiskebestand. For å få en bestand som er noe bedre tilpasset næringsgrunnlaget i magasinet, og som samtidig vil være mer attraktiv for fritidsfiske anbefales at de årlige utsetningsmengdene reduseres med 20%. Utlegging av gytegrus i den største tilløpsbekken kan bedre gyteforholdene, men på grunn av beliggenhet på over 1100 moh. vil klimaet trolig være en begrensende faktor for rekrutteringen de fleste år.

Grasbotntjørni har en middels tett bestand av aure. En liten naturlig rekruttering forekommer enkelte år med gode klimatiske forutsetninger, men tilgangen til gode gyte- og oppvekstområder er liten. Uttaket av fisk i Grasbotntjørni er begrenset, og på sikt er det en viss risiko for at bestanden blir for tett. Også her anbefales at de årlige utsetningsmengdene reduseres med 20 %.

Den undersøkte delen av Bjoreio ligger oppstrøms anadrom strekning. Det er bygget flere terskler for å opprettholde et vanddekket areal langs den undersøkte strekningen. Utsetting av fisk opphørte i 2011. Prøvefisket viste at elva har en tett bestand av naturlig rekruttert aure i god kondisjon. Det er ikke behov for å gjenoppta utsettingene.

## 1 INNLEDNING

Fylkesmannen i Hordaland har pålagt Statkraft Energi AS å gjennomføre naturfaglige undersøkelser i innsjøene Langvatn og Grasbotntjørni i Ulvik kommune og i elva Bjoreio i Eidfjord kommune. Disse vannforekomstene inngår i Sima reguleringsområde. På grunn av reguleringene er regulanten pålagt å sette ut aure i Langvatn og Grasbotntjørni. Fram til 2011 var Statkraft også pålagt å sette ut aure i Bjoreio. Hensikten med undersøkelsene var å:

- oppdatere bestandsstatus for fiskebestandene og vurdere reguleringseffekter.
- evaluere tilslaget på årlig pålagt utsetting av fisk, henholdsvis 2 000 1-somrig aure i Langvatnet og 100 1-somrig aure i Grasbotntjørni.
- evaluere opphør i 2011 av tidligere utsettingspålegg på 2000 1-somrig aure i Bjoreio.
- tilrå aktuelle kompensasjonstiltak for fisk, herunder vurdere tiltak som kan øke naturlig rekruttering av aure.

Undersøkelsene inkluderte prøvefiske med bunn- og flytegarn, kartlegging av rekrutteringsmuligheter og gyteforhold i de viktigste tilløpsbekkene samt enkle undersøkelser av dyreplankton og vannkvalitet.

## 2 OMRÅDEBESKRIVELSE

### 2.1 Simareguleringen

Sima kraftverk ble satt i drift i 1980, og er det nest største kraftverket i Norge målt i samlet effekt. De største vannmagasinene er Langvatn, Rundavatn, Rembesdalsvatn og Sysenvatnet. Kraftverket regulerer fossene Vøringsfossen, Skykkjedalsfossen og Rembesdalsfossen.

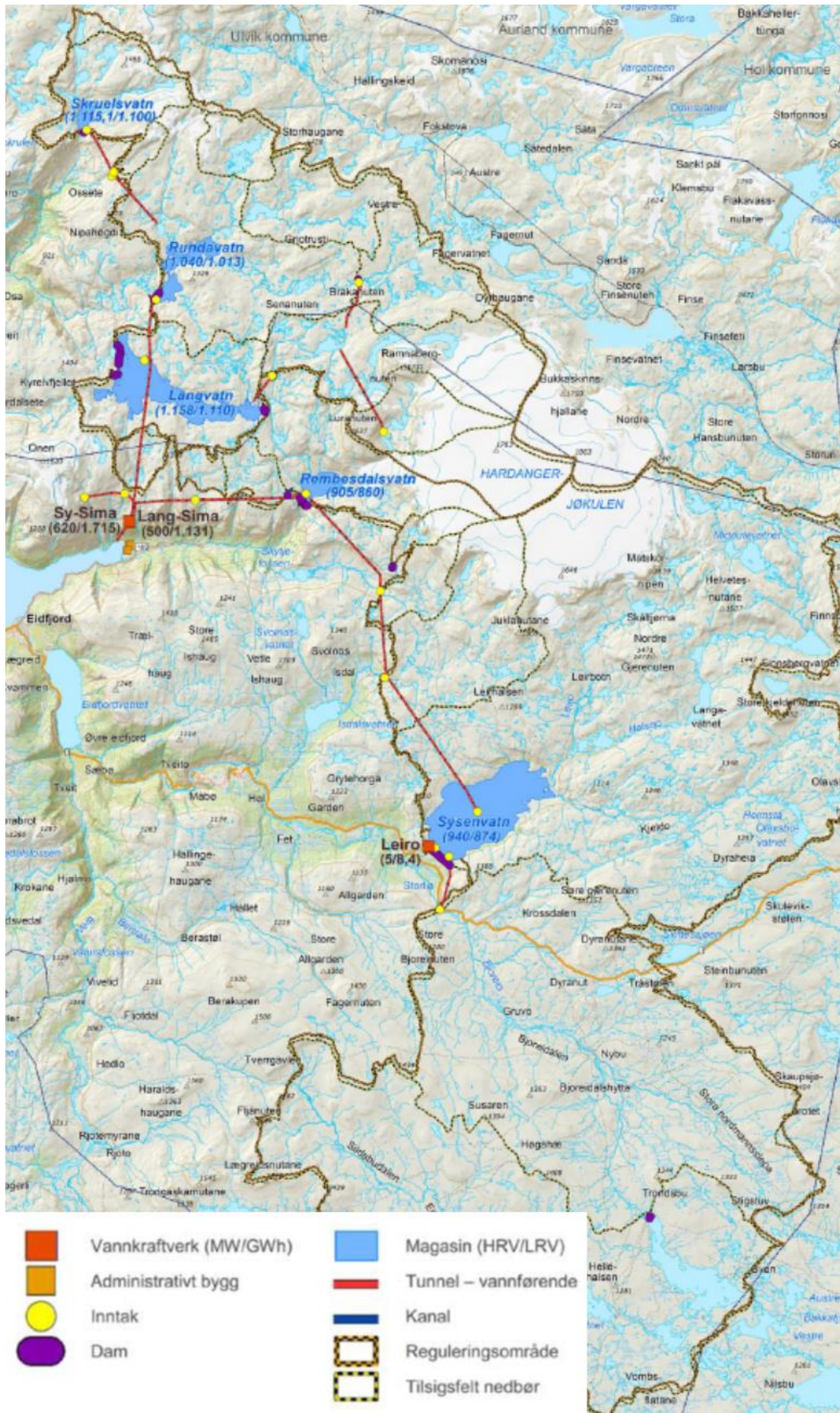
Lang-Sima kraftstasjon utnytter nedbørsfelt over om lag 1100 meter over havet sør og vest for Hardangerjøkulen, det vil si fallstrekninger ned til Osafjorden i elvene Norddøla og Austdøla, foruten felt over om lag 1170 meter over havet som renner ut gjennom elven Sima. Fallhøyden er 1065 meter, og installert effekt i to aggregater er 500 MW.

Sy-Sima kraftstasjon utnytter nedbørsfelt fra Sima og øvre deler av Bjoreia med sideelvene Leiro og Isdøla. Fallhøyden er 905 meter, og installert effekt i to aggregater er 620 MW.

Et oversiktskart over reguleringsområdet er vist i figur 2.1.

I 2016 åpnet Grasbotntjørni pumpestasjon, som pumper vann fra Grasbotntjørni til Langvatn. Grasbotntjørni ligger rett vest for Langvatnet.





Figur 2.1. Oversiktskart over Simareguleringen. Kilde: Statkraft Energi AS



## 2.2 Langvatnet og Grasbotntjørni

Langvatn og Grasbotntjørni ligger på Osafjellet, mellom Osafjorden og Hardangerjøkulen. Et oversiktskart er vist i fig. 2.2. Et mer detaljert kart finnes i fig. 2.3.



Figur 2.2. Oversiktskart over Langvatnet.

### Langvatn

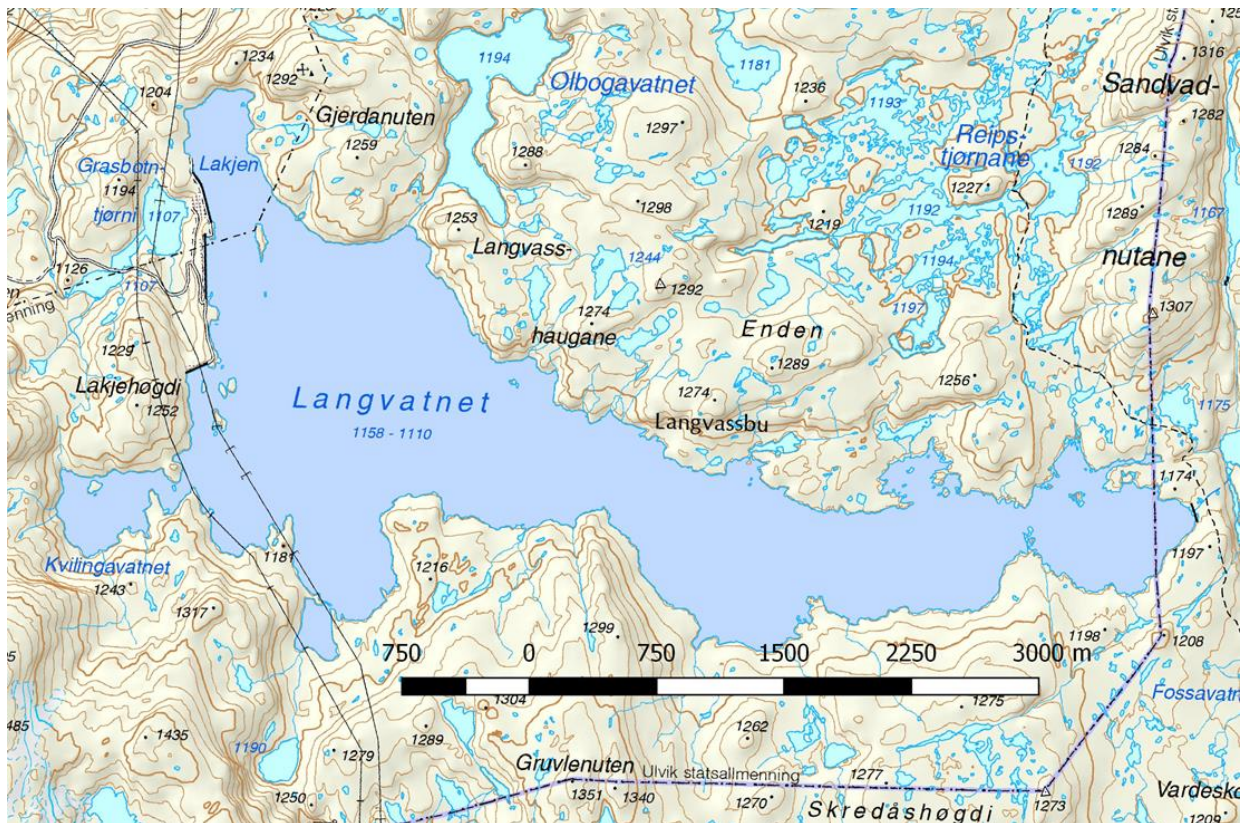
Langvatn er ett av inntaksmagasinene til Sima kraftverk. Reguleringshøyden er på 48 m (1158-1110 moh.). Innsjøen har et areal på ca. 6,6 km<sup>2</sup>. Utløpet mot Austdølo ved Osa via Grasbotntjørni er stengt med dam. Det opprinnelige nedbørfeltet til Langvatnet hadde et areal på 26,7 km<sup>2</sup>. Regulering har ført til at ytterligere tre nedbørfelt vest for Langvatn er overført til magasinet (se fig. 2.1), som nå har et nedbørfelt på 56,3 km<sup>2</sup>. Samlet tilsig har økt med 314 %, fra 65,1 mill. m<sup>3</sup>/år til 204,36 mill. m<sup>3</sup>/år (Hellen m.fl. 2012). Store deler av det tilførte feltet kommer fra Hardangerjøkulen. Før overføringene var det ikke bretilsig til Langvatn.

Langvatn er mye brukt som fiskevann, både med garn og stang.

### Grasbotntjørni

Grasbotntjørni ligger på kote 1107 (fig. 2.3). Innsjøen har et areal på ca. 0,12 km<sup>2</sup>. Det opprinnelige nedbørfeltet til Grasbotntjørni var 28,3 km<sup>2</sup>. Største oppmålte dyp er 33 m (Hellen m.fl. 2012). Reguleringen av Langvatnet har ført til at nedbørfeltet nå er redusert til 1,58 km<sup>2</sup>. Årlig tilsig er redusert med 95%, fra 76,55 mill. m<sup>3</sup>/år til 3,89 mill. m<sup>3</sup>/år (Hellen m.fl. 2012). Grasbotntjørni pumpe, som pumper vann opp til Langvatnet, ble startet opp i 2016. I forbindelse med dette er Grasbotntjørni regulert med 0,2 m.

Det foregår relativt lite fiske i Grasbotntjørni.



Figur 2.3. Langvatnet og Grasbotntjønni

## 2.3 Bjoreio

Bjoreio renner fra Tinnhylen (1213 moh.) på Hardangervidda (på grensen til Telemark) til Eidfjordvatnet (17 moh.). Ved Storlia (se fig. 2.4) er Bjoreio overført til Sysenvatnet via tunnel. Vannføringen i Bjoreio er sterkt redusert nedstrøms Storlia og Sysendammen. Statkraft er pålagt å slippe en minstevannføring fra Sysendammen som sikrer en vannføring på minimum  $11 \text{ m}^3/\text{s}$  i Vøringfossen i perioden 1. juni til 15. september. I perioden 15. november til 14. april skal det slippes  $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tidligere gjaldt kun krav til slipp av minstevannføring i sommerperioden ( $12 \text{ m}^3/\text{s}$ ), men en om-disponering av denne vannføringen for å gi økt vannføring om vinteren er innført for å forebygge uttørking/innfrysing av gytegroper, og dermed bidra til bedre reproduksjonsforhold for fisk i vassdraget - spesielt i den nedre, anadrome delen.

I etterkant av overføringen av vann fra Bjoreio til Sysenvatnet ble det bygget en rekke terskler i Bjoreio langs strekningen fra Sjursløken nær inntaket til Sysendammen ned til Høl, straks oppstrøms Vøringfossen (fig. 2.5). Begrunnelsen for dette var at det ikke ble sluppet minstevannføring om vinteren, og auren ville da være avhengig av å kunne overvintre i terskeldammene (Lehmann & Wiers 2011).



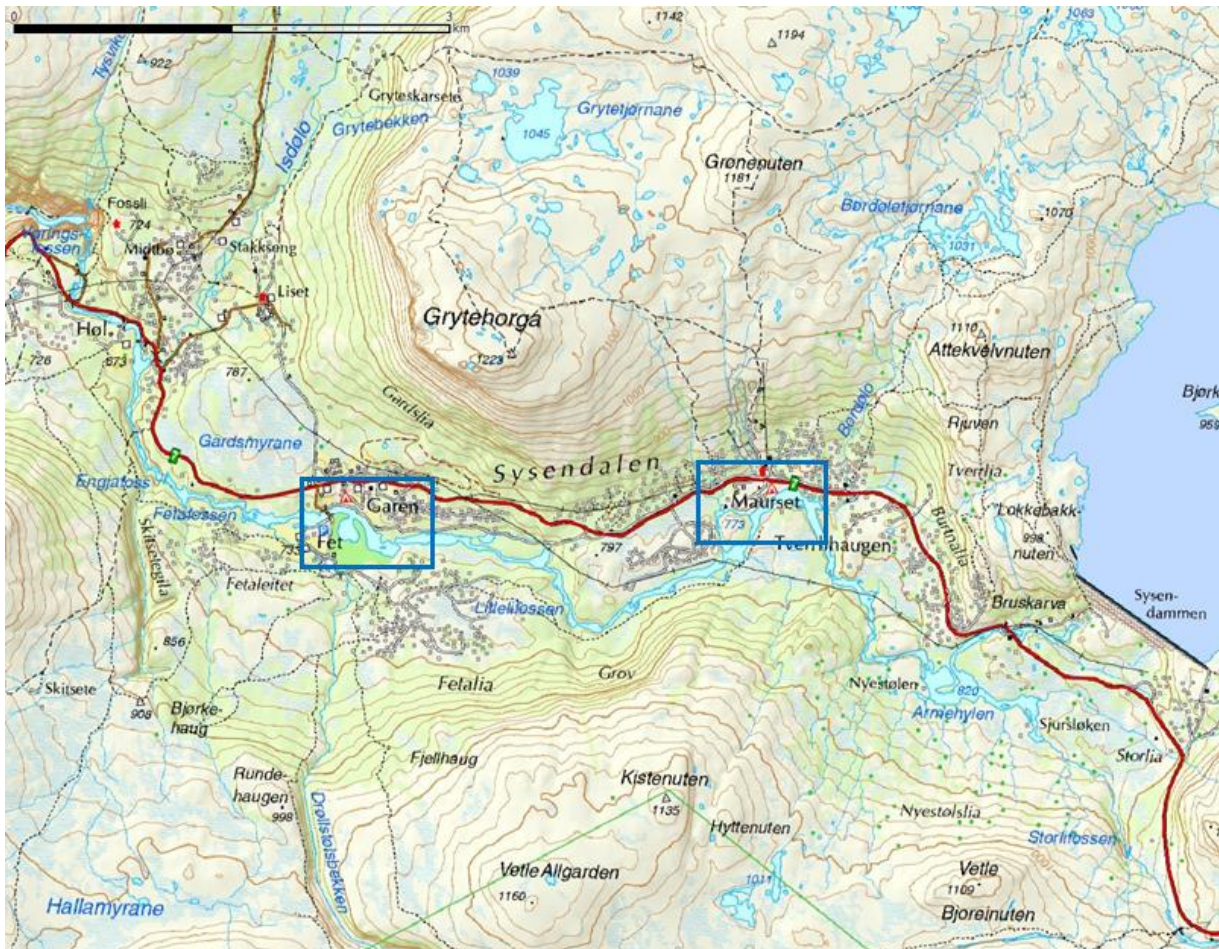


Figur 2.4. Oversiktskart over Bjoreio som renner fra Tinnhylen til Eidfjordvatnet

Denne delen av vassdraget er nå preget av tersklene med tilhørende terskelbassenger, som er fra et par hundre til noen hundre meter lange. Mellom terskelbassenge er det likevel flere grunnere og rasktflytende strykpartier.

De ligger mange hytter i området, og i sommerhalvåret selges det en god del fiskekort for fiske i Bjoreio.





Figur 2.5. Bjoreio mellom Sysendammen og Vøringfossen. De undersøkte områdene ved Garen og Maurset er vist med blå rektangel.

## 2.4 Utsettinger

I alle de undersøkte områdene er det, eller har vært, pålegg om utsetting av fisk. Auren som settes ut produseres i Statkrafts settefiskanlegg i Sima. Det er 1-somring aure som settes ut. Denne fisken veier mellom 5-10 gram. All fisk som settes ut er fettfinneklippet.

### Langvatnet

Fra 2012 gjelder et pålegg om utsetting av 2000 stk. 1-somrig settefisk, eller 1000 villfisk, i Langvatnet. Tidligere pålegg gjaldt utsetting av 2800 stk. 1-somrig aure (eller 1400 villfisk) pr. år. Fram til og med 2006 ble det satt ut mellom 1000 og 1500 1-somrig aure årlig (Hellen m.fl. 2012).

### Grasbotntjørne

Fra 2012 gjelder et pålegg om utsetting av 100 stk. 1-somrig settefisk, eller 50 villfisk, i Grasbotntjørne årlig. Tidligere pålegg tilsa at det skulle settes ut 200 stk. 1-somrig settefisk eller 100 villfisk, hvert annet år. I 2010 og 2011 ble det satt ut 200 stk. 1-somrig aure. Før det skal det ikke ha vært satt ut fisk (Hellen m.fl. 2012).

**Bjoreio**

I 1975 fikk Statkraft et pålegg om utsetting av 2000 stk. en-somrig aure i Bjoreio langs strekning fra inntaket til Sysendammen ned til Høl, straks oppstrøms Vøringfossen. På grunn av god naturlig rekruttering ble dette pålegget sløyfet i 2011. Det er ikke lenger krav til utsetting av aure.



### 3 MATERIALE OG METODER

#### 3.1 Fiskeundersøkelser

Det ble satt 6 bunngarn i Bjoreio fordelt mellom elvesterkninger ved Maurset og Muren natt mellom den 5. og 6. september 2017. I Langvatnet ble det satt 16 bunngarn og 1 flytegarn natt mellom 6. og 7. september. I tillegg ble 3 innløpsbekker undersøkt med tanke på oppvekst- og gyteforhold. I Grasbotntjørni ble det satt 8 bunngarn natt mellom 7. og 8. september. En innløpsbekk og utløpsbekken ble undersøkt med elektrisk fiskeapparat. Kart som viser garnplassering finnes i kapittel 4.

##### 3.1.1 Prøvefiske med garn

Prøvefiske med garn ble det gjennomført prøvefiske med garn av typen oversiktsgarn (også kalt "Nordisk serie"). Bunngarna er 30 m lange, 1,5 m dype og sammensatt av 12 seksjoner à 2,5 m. Alle seksjonene har ulik maskevidde, slik at fangsten skal gi et representativt bilde av fiskebestanden i vannet (tab. 3.1). Flytegarna er av tilsvarende type, 45 m lange og 5 m dype, men inkluderer ikke maskeviddene 5,0, 6,25 og 55,0 mm, dvs. at hver av de 9 seksjonene er 5 m lange.

Tabell 3.1. Sammensetning av seksjoner (2,5 m) i prøvefiskegarn i "Nordisk serie". Maskeviddene (mm) er målt langs tråden fra knute til knute.

Sammensetning og maskevidde (mm) av prøvefiskegarn i "Nordisk serie"											
43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29

Følgende data ble registrert for fangsten:

- Lengde (mm) fra snutespiss til ytterst på halefinnen
- Vekt (gram)
- Kjøttfarge (rød, lyserød, hvit)
- Kjønn og kjønnsmodning (gytefisk, gjeldfisk)
- Mageinnhold (grov vurdering i felt av fyllingsgrad og innhold)
- Skjellprøver ble innsamlet for aldersbestemmelse og tilvekstanalyser av aure, otolitter ble tatt fra enkelte, større fisk
- Makroparasitter

##### 3.1.2 Vurdering av gyte og oppvekstforhold

Potensielle gytebekker i tilknytning innsjøene ble befart og undersøkt med elektrisk fiskeapparat. All fanget fisk ble artsbestemt, lengdemålt og sluppet ut igjen. Bunn- og strømforhold ble vurdert.

### 3.1.3 Analyse og vurdering av innsamlet materiale

#### Analyse av kondisjon, alder og vekst

For å beskrive forholdet mellom lengde og vekt av fisken, benyttes Fultons kondisjonsfaktor (K-faktor) (Borgstrøm 1995):

Normal kondisjon for aure vil ligge rundt  $1,0 \pm 0,1$ . Fisk med k-faktor  $< 0,9$  er slank, mens k-faktor  $> 1,05$  indikerer fet fisk. Fiskens kondisjon kan variere relativt mye fra år til år og gjennom sesongen, og er derfor ikke noe godt mål alene på tilstanden i bestanden med mindre kondisjonsfaktoren avviker vesentlig fra det normale.

Fisken ble aldersbestemt på grunnlag av skjellanalyser. Gjennomsnittlig årlig tilvekst ble tilbakeregnet basert på følgende beregning:

$$L_d = \frac{L_f}{S_r} \times S_d$$

L<sub>d</sub>: lengden på fisken ved x år

L<sub>f</sub>: lengden på fisken ved fangsttidspunkt

S<sub>r</sub>: skjellradius

S<sub>d</sub>: avstanden fra sentrum av skjellet til vintersone x år

Det er normalt bedre vekst hos fisk før kjønnsmodning i lavlandet enn i høyfjellet. Dette kan ha sammenheng med mer næringsrike vatn og større forekomst av bunndyr. Normal tilvekst i lavlandet vil være ca. 5 cm per år, mens det i fjellet er bra med omtrent 4 cm/år. På eldre fisk vil en kunne se vekststagnasjon ved skjellanalyser for de enkelte individene. Det ble derfor tatt otolitter (ørestein) på enkelte, større fisk med tanke på å kvalitetssikre aldersbestemmelse fra skjellanalysene. Otolittene ble varmet opp og delt. Tverrsnittet ble studert under stereolupe, og de mørkere, konsentriske ringene som viser vintervekst ble telt opp.

#### Kjøttfarge og parasitter

Kjøttfargen gir en indikasjon på dietten. Aure som spiser planktonkreps får et høyere inntak av stoffet astaxanthin, og dette fører til mer rød kjøttfarge. Generelt er ofte auren mindre rød i kjøttet i tette bestander. Hunnfisk som har gytt er ofte mindre rød, siden rogn tar en del av rødfargen fra kjøttet.

De fleste parasitter på fisk har flere livsstadier, der de parasitterer på ulike verter. Mange parasitter som auremakk (*Eubothrium crassum*) og rundmarken *Eustrongylides* sp. benytter krepsdyr som mellomverter (Heum & Johansen 2005). Fisk som eter krepsdyr kan bli infisert. I tette bestander er det ikke uvanlig at en stor del av fisken er infisert av parasitter. Infeksjon av parasitter øker med tetthet av fisk, da det blir konkurranse om bunndyr som er den prefererte næringen. Dette gjør at en del fisk må beite mye dyreplankton.

## Modell for beregning av tetthet og vekstforhold

### Tetthet uttrykt som CPUE (*Catch per unit effort*)

Vurdering av bestandstetthet og vekstforhold for aure er gjort etter en metode som er beskrevet av Ugedal mfl. (2005). Denne metoden tar bare hensyn til den delen av fangsten som  $\geq 15$  cm. Antall fisk under 15 cm er noe usikkert, siden en god del av fisk på denne størrelsen kan stå i elver og bekker. Ved tetthetsberegningene blir derfor bare garnareal med de maskevidder som har til hensikt å fange fisk større enn 15 cm inkludert, dvs. maskevidde større enn 15,5 mm. Dette kalles relevant garnflate og er 26,25 m<sup>2</sup> for prøvefiskegarn i ”Nordisk serie”. For denne serien skal i tillegg kun fangst i garn fra dybdeintervallene 0-3 og 3-6 m tas med i beregningen av tetthet (Ugedal mfl. 2005).

Fangst pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate per natt (CPUE) regnes ut etter følgende formel:

$$CPUE = \frac{\text{Antall fisk} \geq 15 \text{ cm}}{\text{Antall garn}} \times \text{Omregningsfaktor for nordisk garn (3,81)}$$

Bestandstettheten anslås videre ut fra følgende inndeling:

- Tynn bestand: fangst på mindre enn 5 aure pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate pr. natt
- Middels tett bestand: fangst på fra 5 til 15 aure pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate pr. natt
- Tett bestand: fangst på mer enn 15 aure pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate pr. natt.

### Vekstforhold

Vekstforholdene for aure blir klassifisert på grunnlag av gjennomsnittsstørrelsen for kjønnsmodne hunnfisk i fangstene. Gjennomsnittsstørrelsen for kjønnsmodne hunnfisk varierer mye i ulike bestander, fra ca. 17 cm i svært småvokste bestander og opp til 70 cm i bestander med svært god vekst. Ifølge Ugedal mfl. (2005) vurderes vekstforholdene etter en tredelt skala etter en skjønsmessig vurdering av gjennomsnittsstørrelsen for kjønnsmodne hunnfisk. Dette gir følgende inndeling:

- Småvokst bestand: gjennomsnittsstørrelse for kjønnsmodne hunnfisk er mindre enn 25 cm
- Bestand med fisk av middels størrelse: gjennomsnittsstørrelse for kjønnsmodne hunnfisk ligger mellom 25-35 cm
- Storvokst bestand: gjennomsnittsstørrelse for kjønnsmodne hunnfisk er større enn 35 cm

### **Bestandsstatus**

Bestandens status er vurdert ut fra fangst og vekstmønster til fisken. Innsjøenes bæreevne varierer mye i forhold til naturgitte forhold som næringsgrunnlag og konkurranse. I innsjøer der aure er eneste fiskeslag er det i høy grad bestandens tetthet som er avgjørende for vekstforhold og størrelse på fisken, men lik fisketetthet kan gi ulike vekstmønstre avhengig av næringsgrunnlaget i innsjøene. Bestandens tetthet avhenger også av rekrutteringsforhold og beskatning. Hos aure foregår det meste av rekrutteringen i rennende vann, og gyting og

ungelvekst er avhengig av tilgjengelige bekker og elver med gode gyte- og oppvekstforhold. For lite gyteareal vil gi tynne bestander som er rekrutteringsbegrenset, men hvis det foregår innsjøgyting er ikke gytebekkene like viktige for rekrutteringen. Stort gyteareal i forhold til i innsjøens areal vil ofte gi tette bestander som er begrenset av næringstilgangen, og fisken vil ha liten størrelse og vise stagnasjon i veksten.

Bestandsstatus vurdert ut fra fangst per garn er en tilnærming som det knytter seg betydelige usikkerheter til. Fiskens fangbarhet er relatert til fiskens aktivitet og størrelse, og vil være avhengig av temperaturen i vannmassene, hvilke byttedyr som er tilgjengelig og hvordan byttedyrene fordeler seg i vannmassene. Plassering av garna vil ha innvirkning på hvor høye fangstene blir. I tette bestander kan fisken ofte ha mindre aktivitetsområde per fisk enn i bestander med lav tetthet, og fiskens fangbarhet kan derfor være lavere i tette bestander enn i tynne bestander (Borgstrøm 1995). En bestand som er tett trenger ikke nødvendigvis være overtallig, dette avhenger av alderssammensetning, størrelse og av næringstilgangen for fisken i innsjøen. Det kan også tenkes at en tynn bestand kan være overtallig i år med svært dårlig næringstilgang, mens den ikke trenger være det i år med god næringstilgang.

### 3.2 Siktedyp og dyreplankton

Siktedypet ble målt ved hjelp av en såkalt Secchiskive, en hvit skive som senkes ned i vannet til den ikke lenger er synlig. Så trekkes den sakte opp igjen. Dypet der skiven blir synlig noteres.

Dyreplanktonprøvene ble tatt med planktonhåv med maskevidde på 100 µm og diameter på 30 cm. Det ble tatt tre vertikale hovtrekk fra et dyp som tilsvarte 2 x siktedypet.

De innsamlede prøvene ble konserverert med Lugols løsning i felt, for senere bestemmelse under lupe.

Vannlopper ble bestemt etter slekt eller art, mens hoppekreps bare ble skilt ut i gruppene ”calanoida” og ”cyclopoida”. Hjuldyr ble bestemt så langt som mulig under lupe.

### 3.3 Vannkjemi

Det ble tatt vannprøver for analyse av pH, alkalitet og turbiditet. I innsjøene ble prøvene tatt som en samleprøve i dybdeintervallet 2 x siktedyp ved hjelp av en Ruttnerhenter. I Bjoreio ble prøvene tatt i overflaten.

Alkalitet og pH ble analysert av Eurofins Environmental Testing. Turbiditet ble målt av Ecofact ved hjelp av en Hach 2100Q *Portable Turbidimeter*.

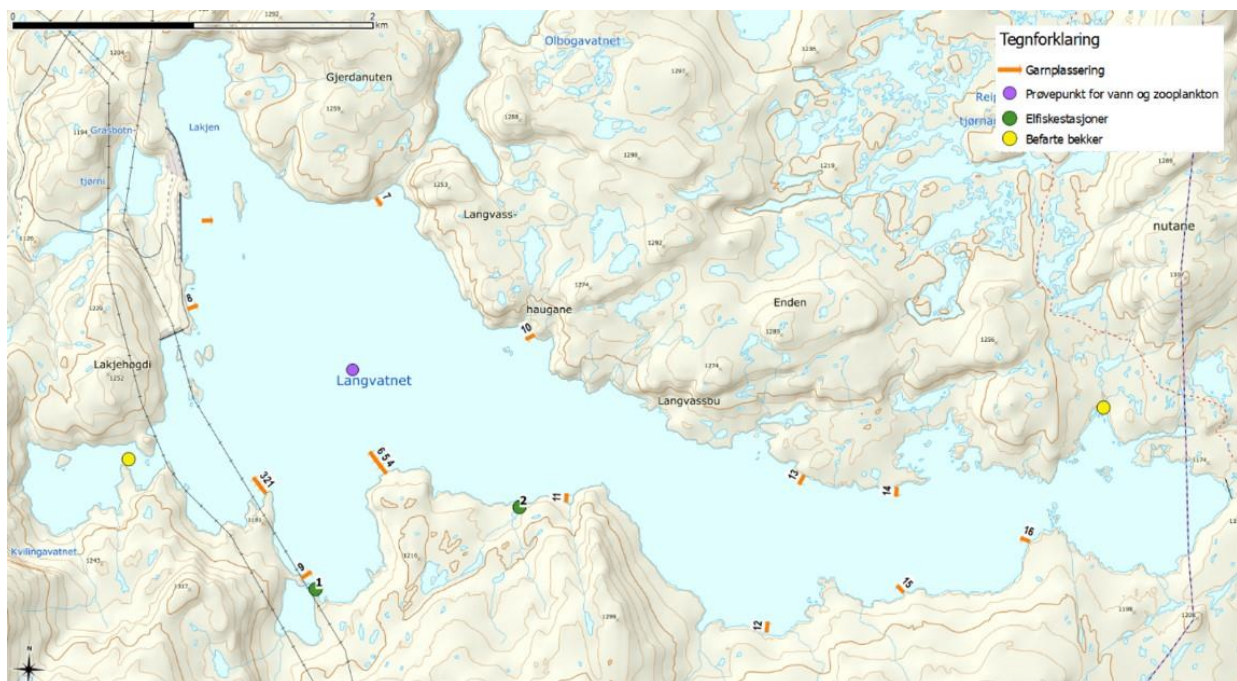
## 4 RESULTATER

### 4.1 Langvatnet

Det ble satt 16 bunngarn og 1 flytegarn i Langvatnet natt til 7. september 2017. Ti av bunngarna ble satt som enkeltgarn, mens 6 av garna ble satt i to lenker á 3 garn (fig. 4.1). Vannstanden ved prøvefisket var ca. 2 m under HRV.

Det var lagt opp til elektrofiske i fire av tilløpsbekkene. I en av disse (bekk 4 lengst i øst, se fig. 4.1) var det for stor vannføring for elektrofiske. Bekkestrekningen ble imidlertid befart til fots. Bekken lengst i vest (bekk 1) lå under vann pga. høy vannstand, og her var det ikke mulig å foreta undersøkelser. Det finnes en rekke flere innløpsbekker til Langvatnet, men bortsett fra de fire som er merket av på kart i figur 4.1, er disse ikke egnet som gyte- eller oppvekstlokaliteter.

Vannprøve, siktedyp og dyreplanktonprøve ble tatt sentralt i det vestre bassenget (fig. 4.1).



Figur 4.1. Garnplassering, undersøkte innløpsbekker og prøvetakingsstasjon for vann- og dyreplanktonprøver

#### 4.1.1 Resultater

##### Garnfiske

Total fangst på 16 bunngarn var 69 aure. Det ble ikke tatt fisk på flytegarntet, men det ble fanget fisk på alle bunngarn. På de fire garna som utgjorde den ytterste delen av de to garnlenkene ble det totalt tatt 7 aure.



All fisk som ble fanget var utsatt fisk. På enkelte eksemplarer hadde fettfinnen hatt en betydelig regenerering.

Gjennomsnittlig vekt på fisken var 102 g, og gjennomsnittlig k-faktor lå på 0,89. Gjennomsnittlig lengde var 21,6 cm. Den største auren som ble fanget veide 350 g og var 33,2 cm lang. Data for fangsten er sammenstilt i tabell 4.1.

Tabell 4.1. Fangstdata for aure tatt på bunngarn i Langvatnet 07.09.17.

<b>Antall garn</b>	16
<b>Total fangst av aure (antall)</b>	69
<b>Antall aure pr. garn</b>	4,3
<b>Kg aure pr. garn</b>	0,44
<b>Gjennomsnittsvikt (g)</b>	102
<b>Gjennomsnittlig lengde (cm)</b>	21,6
<b>Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor)</b>	0,89

En vurdering av bestandstettheten basert på fangst pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate (se kap. 3.1.3) er vist i tabell 4.2.

Tabell 4.2. Resultat av fiske for vurdering av bestandstetthet for aure i Langvatnet. Bare fangst fra bunngarn i strandsonen og fisk  $\geq 15$  cm er tatt med i disse beregningene.

<b>Garn-netter</b>	<b>Antall aure <math>\geq 15</math> cm</b>	<b>Antall aure pr. garn</b>	<b>Antall aure pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate (CPUE)</b>	<b>Bestandstetthet</b>
12	62	5,2	19,7	Tett bestand

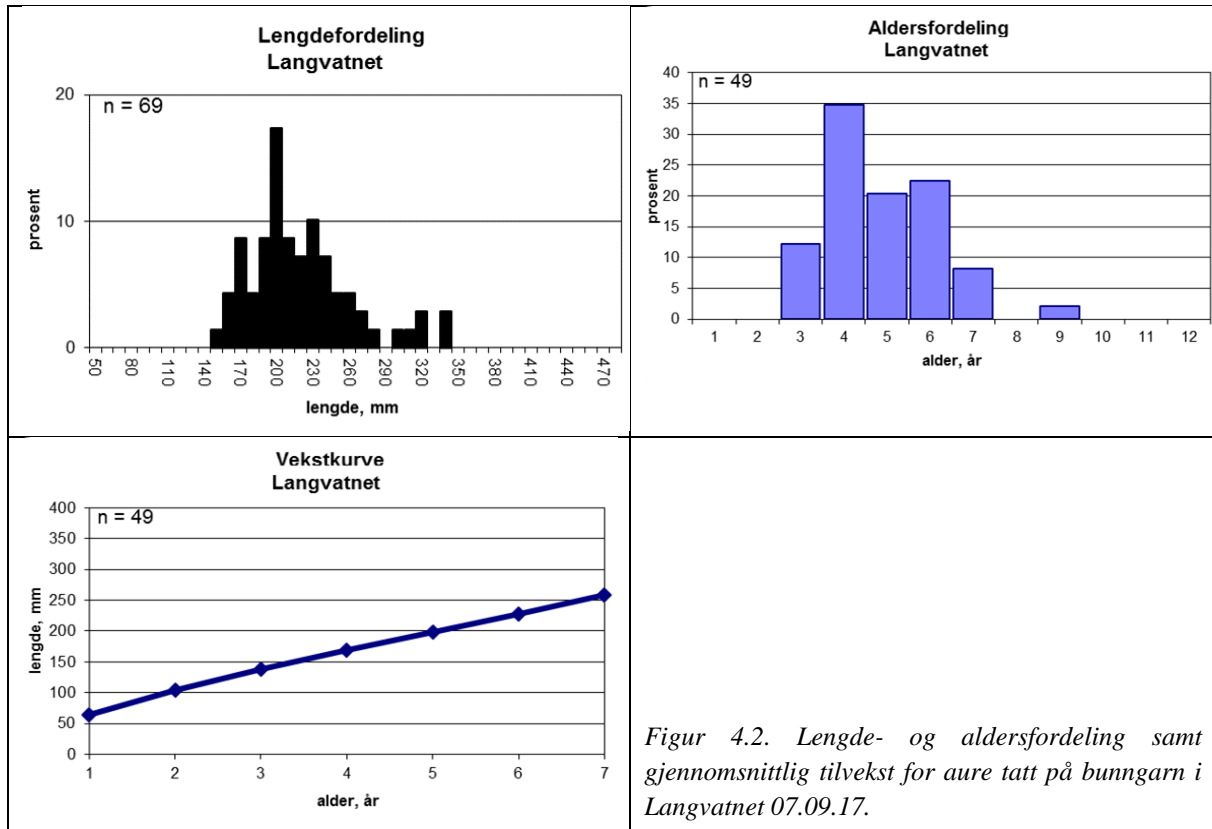
Av fangsten på 69 aurer ble det tatt skjellprøver, vurdert kjønn og mageinnhold på et utvalg på 50 stk. Andelen hann- og hunnfisk som ble fanget var jevnt fordelt (tab. 4.3). Kun to av hunnfiskene ble vurdert som kjønnsmodne gytefisk, og disse var 22,5 og 24,0 cm lange. Alderen på disse hunnfiskene var 5 og 6 år. Lengden på kjønnsmodne hunnfisk benyttes som et mål på størrelsen av fisken i innsjøer (vekstforhold). I dette tilfellet er datagrunnlaget svakt (kun 2 gytemodne hunnfisk), men vurderingen er like fullt ført opp i tabell 4.3.

Totalt hadde 60 % av fisken lyserød og rød kjøttfarge, mens resterende 40 % hadde hvit kjøttfarge. Det ble ikke funnet synlige innvollparasitter i fisken.

Tabell 4.3. Prosentvis fordeling av kjøttfarge og kjønn, prosent kjønnsmoden aure, gjennomsnittlig størrelse på kjønnsmodne hunner og prosent parasitert fisk i Langvatnet.

<b>Kjøttfarge %</b>	<b>Rød</b>	23 %
	<b>Lyserød</b>	37 %
	<b>Hvit</b>	40 %
<b>Kjønn %</b>	<b>Hann ♂</b>	50 %
	<b>Hunn ♀</b>	50 %
<b>Prosent kjønnsmoden fisk (gytefisk)</b>		8 % (2 hannfisk og 2 hunnfisk)
<b>Gjennomsnittlig lengde på kjønnsmodne hunner</b>		23 cm (basert på kun to eks.)
<b>Prosent parasitert fisk</b>		0 %
<b>Vekstforhold</b>		Småvokst bestand

Figur 4.2 viser lengde- og aldersfordeling samt gjennomsnittlig tilvekst. Mesteparten av fangsten lå i lengdeintervallet 17-23 cm. Aldersfordelingen viser at det ble funnet fisk i årsklasser fra 3-9 år. Veksthastigheten viste at fisken var 6,5 cm etter første vekstsesongen. De følgende 6 årene var den i gjennomsnitt 3,2 cm/år. Tilvekstkurven viser ingen tegn til stagnerende tilvekst med økende alder, noe som ofte er et tegn på tette bestander. Dietten var dominert av bunndyr.



Figur 4.2. Lengde- og aldersfordeling samt gjennomsnittlig tilvekst for aure tatt på bunngarn i Langvatnet 07.09.17.

## Gyte- og oppvekstområder

Det ble gjort undersøkelser i innløpsbekk 1 og 2 (fig. 4.1) med elektrisk fiskeapparat. De øvrige to bekkene ble befart i felt.

### Innløpsbekk 1

Innløpsbekken kommer fra et lite tjern (fig. 4.2), og er mellom 20-70 m lang, avhengig av vannhøyde. Substratet er grovt med berg, stein og lite gytegrus. En liten ur oppstrøms en mindre høl vanskeliggjør vandring opp til tjernet. Gyteforholdene er generelt sett dårlige. Hele bekketekningen ble elektrofisket uten at det ble fanget eller registrert fisk.

### Innløpsbekk 2

Dette er en grunn og bred bekk, med mye stein i løpet. Utløpet består av sva, men var under befaringen dekket av vann. Dybden i bekkene var mellom 0-40 cm. Gyteforholdene er dårlige. 110 m<sup>2</sup> ble elektrofisket, uten at noen fisk ble fanget eller observert.

### Innløpsbekk fra vest

Denne bekken kommer fra et tjern i vest, men står flere meter under vann når Langvatnet er fullt oppdemmet. I september 2017 var bekken helt under vann, men ifølge Hellen m. fl. (2012) er den grov og steinete, med dårlige gyteforhold.



Figur 4.2. Innløpsbekk 1 (t.v.) kommer fra et lite tjern. Innløpsbekk 2 (t.h.) munner ut i et sva.

### Innløpsbekk østre del

Hovedinnløpet i øst fremsto som en noe stri bekk med ugunstige gyteforhold. Bunnssubstratet var i stor del sva, avbrutt av enkelte holer med grov stein. Det er dårlige gyteforhold, men varierte forhold og bra dybdeforhold tilsier at det er gode oppvekstforhold. Det ble ikke gjennomført elektrofiske som følge av for høy vannføring.

### **Siktedyp**

Siktedypet ble målt til 10 m.

### **Dyreplankton**

*Bosmina longispina* var den mest tallrike arten av vannlopper i planktonprøven. Hoppekreps av typen *cyclopoide copepoder* dominerte prøven. En sammenstilling av tettheten av dyreplankton er vist i tabell 4.4. I motsetning til i 2010 (Hellen m.fl. 2011) ble den forsuringfølsomme vannloppen *Daphnia umbra* ikke påvist, men de svakt forsuringfølsomme hjuldyrene *Keratella cochlearis* og *Keratella hiemalis* ble påvist i lave konsentrasjoner.

Tabell 4.4. Tetthet av dyreplankton (antall dyr/m<sup>3</sup>) i Langvatnet 06.09.17

Dyregruppe	Art/gruppe	Antall dyr/m <sup>3</sup>
Vannlopper (Cladocera)	<i>Bosmina longispina</i>	93
	<i>Holopedium gibberum</i>	8
Hoppekreps (Copepoda)	<i>Cyclopoide copepoder</i>	343
	<i>Calanoide copepoder</i>	50
	<i>Nauplius</i>	20
Hjuldyr (Rotatoria)	<i>Kellikottia longispina</i>	83
	<i>Keratella cochlearis</i>	1
	<i>Keratella hiemalis</i>	3
	<i>Polyarthra sp.</i>	1
	<i>Collotheca sp. / Conchilus sp.</i>	218

## Vannkjemi

Resultatene fra vannanalysene (tab. 4.5) viste at Langvatnet er noe preget av partikkeltilførsel fra brefeltet. Turbiditeten lå på 1,6 FTU, som tilsvarer mindre god vannkvalitet med tanke på partikkeltilførsel (Andersen m.fl. 1997), og var betydelig høyere enn i Grasbotntjørn (se kap. 4.2).

Med tanke på forsurening var vannkvalitet god, og oppmålt pH-verdi var 6,3. Alkaliteten var, som forventet i et område dominert av kalkfattige bergarter og lite løsmasser, relativt lav.

Tabell 4.5. Resultater fra vannanalyser, Langvatn 06.09.17

Parameter	Analyseresultat
Turbiditet	1,6 FTU
pH	6,3
Alkalitet	0,026 mmol/l

### 4.1.2 Sammenligning med tidligere undersøkelser

Tabell 4.6 gir en sammenstilling av resultatene fra undersøkelser i Langvatnet i 2004 (Lehmann & Wiers 2005), 2011 (Hellen m. fl. 2012) og 2017. For å kunne gjøre en sammenlignende bestandsvurdering er data fra tidligere undersøkelser brukt for å beregne fangst pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate slik som beskrevet i kap. 3.1.3. Denne metoden for bestandsvurdering er ikke brukt ved tidligere undersøkelser, og bestandsvurderingene vist i tabell 4.6 kan derfor avvike fra de tidligere bestandsvurderingene. For eksempel ble bestanden vurdert som middels ved undersøkelsene i 2010 (Hellen m.fl. 2012).

Tabell 4.6. Sammenstilling av resultater fra fiskeundersøkelser i Langvatnet 2004, 2011 og 2017

År	Antall garn	Fangst (antall aure)	k-faktor	Vekt (gjennomsnitt)	Fangst pr. 100 m <sup>2</sup> relevant garnflate (CPUE)	Bestandsvurdering
2017	16 bunn garn 1 flyte garn	69 0	0,89	102 g	19,7	Tett
2011	16 bunn garn 1 flyte garn	68 3	1,08	179 g	18,7	Tett
2004	15 bunn garn 2 flyte garn	13 0	1,21	-	3,3	Tynn

Verken i 2010 eller 2017 ble det fanget naturlig rekruttert fisk. Det ble heller ikke registrert naturlig rekruttert yngel i de undersøkte tilløpsbekken. I 2004 ble det registrert yngel på bekken lengst i øst, og noen av disse ble vurdert å være naturlig rekruttert. Dette antyder at det kan foregå noe naturlig rekruttering i denne bekken. Det ble ikke tatt naturlig rekruttert aure på garn i 2004.

Sammenlignet med tidligere undersøkelser viser resultatene i 2017 en vesentlig lavere gjennomsnittlig kondisjonsfaktor og gjennomsnittsvekt, noe som er en indikasjon på at aurebestanden er større enn tidligere, og kanskje vel stor i forhold til næringsgrunnlaget.

I 2010 ble det registrert like stor mengder av vannloppene *Daphnia umbra* og *Bosmina longispina* i dyreplanktonprøven. I 2017 er *Daphnia umbra* ikke registrert. Dette er en beitevennlig art for aure, og stort beitepress pga. en tett aurebestand kan muligens være en forklaring til at den arten ikke ble registrert.

#### 4.1.3 Bestandsvurdering og vurdering av kompensasjonstiltak

Langvatnet har en tett bestand av aure. Det ble ikke fanget fisk som var naturlig rekruttert, og selv om det år om annet kan skje noe naturlig rekruttering i innsjøen vil ikke dette være av en slikt omfang at det kan bidra til å opprettholde en fiskbar bestand.

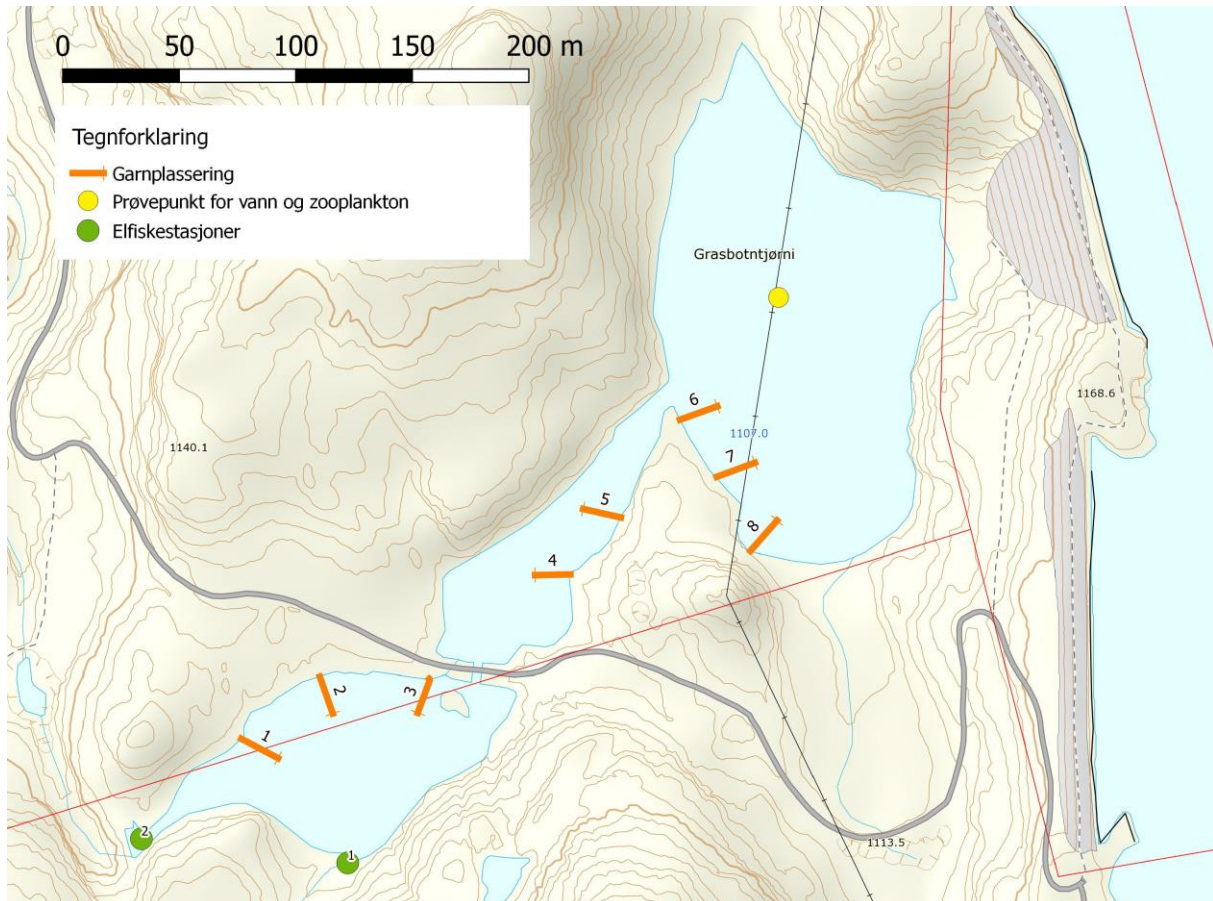
Den gjennomsnittlige kondisjonsfaktoren var lavere enn ved tidligere undersøkelser. For å få en bestand som er bedre tilpasset næringsgrunnlaget i magasinet, og som samtidig vil være mer attraktiv for fritidsfiske, anbefales at det årlige utsettingsmengdene reduseres til 1600 aure/år.

Hellen m. fl. (2012) nevnte utlegging av gytegrus i den største tilløpsbekken som et tiltak som kan bedre gyteforholdene, men pekte samtidig på at klimaet på denne høyden over havet vil trolig være en begrensende faktor for rekrutteringen de fleste år.



## 4.2 Grasbotntjøрни

Det ble satt 8 enkle bunngarn i strandsonen i Grasbotntjøрни natt til 8. september 2017. Utløpsbekken og innløpet til det sørlig bassenget ble undersøkt med elektrisk fiskeapparat. Vannprøve, siktedyp og dyreplanktonprøve ble tatt over det dypeste punktet i innsjøen. Garnplassering og lokalisering av undersøkte bekker er vist i figur 4.3.



Figur 4.3. Garnplassering, undersøkte innløpsbekker og prøvetakingsstasjon for vann- og dyreplanktonprøver

### 4.2.1 Resultater

#### Garnfiske

Total fangst på 8 bunngarn var 31 aure. Det ble fanget fisk på alle garn.

Fire av de 31 aurene var sannsynligvis naturlig rekruttert. To av disse var 4 år, de to øvrige 5 og 6 år. På enkelte utsatte eksemplarer hadde fettfinnen hatt en betydelig regenerering.

Gjennomsnittlig vekt på fisken var 164 g, og gjennomsnittlig k-faktor lå på 0,89. Gjennomsnittlig lengde var 25,9 cm. Den største auren som ble fanget veide 425 g og var 41,7 cm lang. Data for fangsten er sammenstilt i tabell 4.6.

Tabell 4.6. Fangstdata for aure tatt på bunngarn i Grasbotntjørni 08.09.17.

<b>Antall garn</b>	8
<b>Total fangst av aure (antall)</b>	31
<b>Antall aure pr. garn</b>	3,1
<b>Kg aure pr. garn</b>	0,63
<b>Gjennomsnittsvikt (g)</b>	164
<b>Gjennomsnittlig lengde (cm)</b>	25,9
<b>Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor)</b>	0,89

En vurdering av bestandstettheten basert på fangst pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate (se kap. 3.1.3) er vist i tabell 4.7.

Tabell 4.7. Resultat av fiske for vurdering av bestandstetthet for aure i Grasbotntjørni. Bare fisk  $\geq 15$  cm er tatt med i disse beregningene.

<b>Garn-netter</b>	<b>Antall aure <math>\geq 15</math> cm</b>	<b>Antall aure pr. garn</b>	<b>Antall aure pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate (CPUE)</b>	<b>Bestandstetthet</b>
8	30	3,8	14,2	Middels tett bestand

Av fanget fisk var 58 % hannfisk og 42 % hunnfisk (tab. 4.8). Kun én av hunnfiskene ble vurdert som kjønnsmoden gytefisk, og dette var en 7 år gammel aure som målte 31,1 cm. Lengden på kjønnsmodne hunnfisk benyttes som et mål på størrelsen av fisken i innsjøer (vekstforhold). I dette tilfellet er datagrunnlaget svakt, men en indikativ vurdering til middels størrelse er like fullt ført opp i tabell 4.8 ettersom dette stemmer god overens med lengdefordelingen (se fig. 4.4).

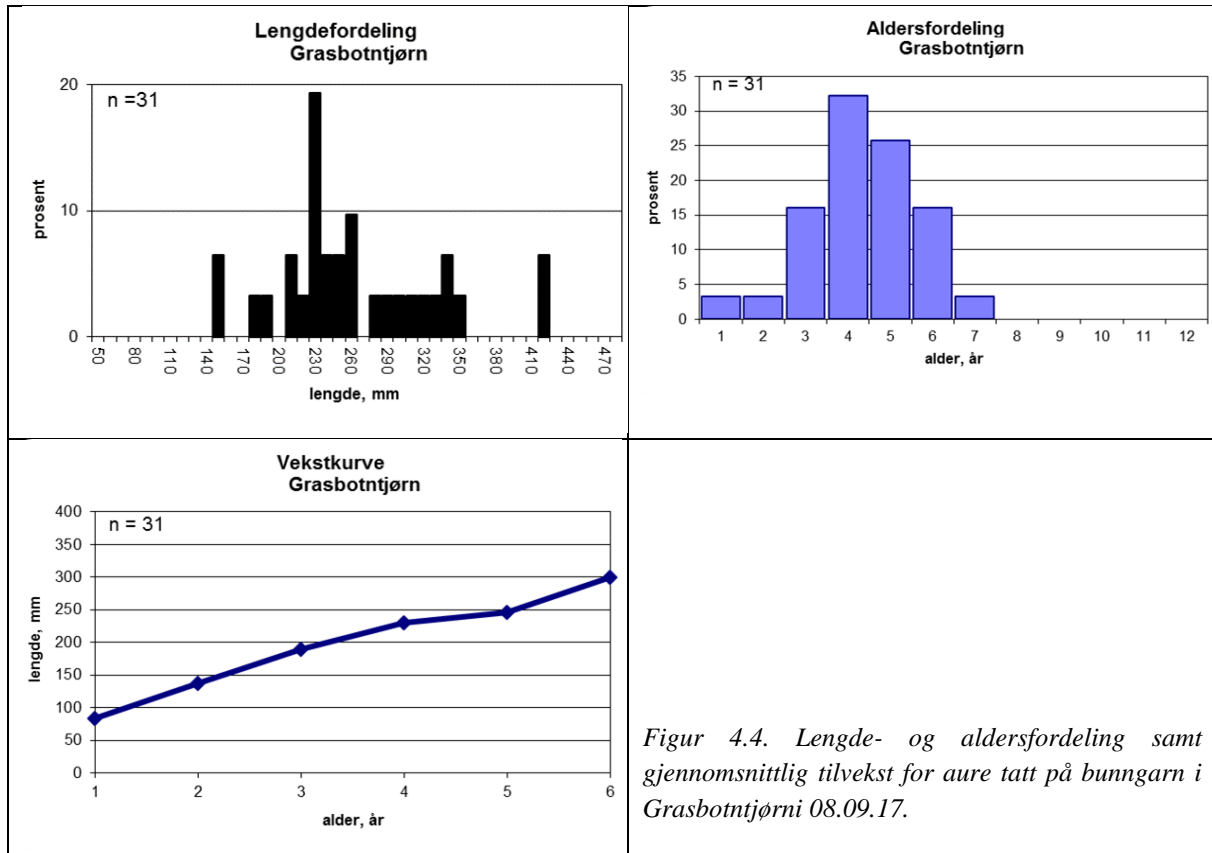
Totalt hadde 78 % av fisken lyserød og rød kjøttfarge, mens resterende 22 % hadde hvit kjøttfarge. Det ble ikke funnet synlige innvollparasitter i fisken.

Tabell 4.8. Prosentvis fordeling av kjøttfarge og kjønn, prosent kjønnsmoden aure, gjennomsnittlig størrelse på kjønnsmodne hunner og prosent parasitert fisk i Grasbotntjørni.

<b>Kjøttfarge %</b>	<b>Rød</b>	52 %
	<b>Lyserød</b>	26 %
	<b>Hvit</b>	22 %
<b>Kjønn %</b>	<b>Hann ♂</b>	58 %
	<b>Hunn ♀</b>	42 %
<b>Prosent kjønnsmoden fisk (gytefisk)</b>		13 % (3 hannfisk og 1 hunnfisk)
<b>Lengde på kjønnsmoden hunnfisk</b>		31,1 cm
<b>Prosent parasitert fisk</b>		0 %
<b>Vekstforhold</b>		(middels størrelse)

Figur 4.4 viser lengde- og aldersfordeling samt gjennomsnittlig tilvekst. Aldersfordelingen viser at det ble funnet fisk i alle årsklasser fra 1-7 år. Veksthastigheten viste at fisken var 8,4 cm etter første vekstsesongen. God vekst første året er som forventet for utsatt fisk. De følgende 5 årene var den i gjennomsnitt 4,5 cm/år. Tilvekstkurven viser ingen tydelig tendens til

stagnerende tilvekst med økende alder, noe som ofte er et tegn på tette bestander. Dietten var dominert av bunndyr.



Figur 4.4. Lengde- og aldersfordeling samt gjennomsnittlig tilvekst for aure tatt på bunn garn i Grasbotntjønni 08.09.17.

### Gyte- og oppvekstområder

Det ble gjort undersøkelser med elektrisk fiskeapparat i utløpsbekken og innløpsbekk til det sørlige bassenget (fig. 4.3 og 4.5).

#### Innløpsbekk

Hovedinnløpet i sørøst var en middels stri bekk med et bratt og grovt preg i øvre del, uten særlige gyteforhold. Midtre del består av en dypere høl (1 m) med vekslende substrat, som munner ut i en 10 m lang utløpsone. Utløpet har fine gyteforhold, både ifht. strømstyrke og substrat (finere grus og sand enkelte steder). Det ble fisket fra utløpet, langs kanten av hølen og opp til det brattere partiet (60 m<sup>2</sup>). Ingen fisk ble fanget eller observert.

#### Utløpsbekk

Utløpet i sørvest går over en støpt terskel som tidvis danner et vandrinhinder for fisk. Utløpet preges av lite til ingen strøm, har sva eller blokk som bunns substrat og ingen mose (< 10 %). Gyteforholdene er dårlige. Det ble elektrofisket i hølen nedstrøms terskelen (70 m<sup>2</sup>), uten at noen fisk ble fanget eller observert.



Figur 4.5. Innløpsbekken til det sørlige bassenget(t.v.) og terskelen ved utløpsbekken (t.h.).

### Siktedyp

Siktedypet ble målt til 10 m.

### Dyreplankton

En sammenstilling av tettheten av dyreplankton er vist i tabell 4.9. *Bosmina longispina* var den mest tallrike arten av vannlopper i planktonprøven. Forekomst av det forsuringfølsomme vannloppeslektet *Daphnia* ble påvist, og de svakt forsuringfølsomme hjuldyrene *Keratella cochlearis* og *Keratella hiemalis* ble også registrert. Av hoppekreps var det typen *cyclopoide copopoder* som var mest vanlig. *Kellikottia longispina* var det vanligste hjuldyret.

Tabell 4.9. Tetthet av dyreplankton (antall dyr/m<sup>3</sup>) i Grasbotntjørn 07.09.17

Dyregruppe	Art/gruppe	Antall dyr/m <sup>3</sup>
Vannlopper (Cladocera)	<i>Bosmina longispina</i>	163
	<i>Holopedium gibberum</i>	45
	<i>Daphnia</i> sp.	0,2
Hoppekreps (Copepoda)	<i>Cyclopoide copepoder</i>	46
	<i>Calanoide copepoder</i>	27
	<i>Nauplius</i>	63
Hjuldyr (Rotatoria)	<i>Kellikottia longispina</i>	393
	<i>Keratella cochlearis</i>	15
	<i>Keratella hiemalis</i>	49
	<i>Polyarthra</i> sp.	68
	<i>Collotheca</i> sp. / <i>Conchilus</i> sp.	209

### Vannkjemi

Resultatene fra vannanalysene (tab. 4.10) viste at Grasbotntjørn hadde god vannkvalitet med tanke på turbiditet (Andersen m.fl. 1997). Også med tanke på forsuring var vannkvaliteten god, og oppmålt pH-verdi var 6,3. Alkaliteten var, som forventet i et område dominert av kalkfattige bergarter og lite løsmasser, relativt lav.

Tabell 4.10. Resultater fra vannanalyser, Grasbotntjørne 07.09.17

Parameter	Analyseresultat
Turbiditet	0,5 FTU
pH	6,3
Alkalitet	0,027 mmol/l

#### 4.2.2 Sammenligning med tidligere undersøkelser

Tabell 4.11 gir en sammenstilling av resultatene fra undersøkelser i Grasbotntjørne i 2011 (Hellen m. fl. 2012) og 2017. For å kunne gjøre en sammenlignende bestandsvurdering er data fra tidligere undersøkelser brukt for å beregne fangst pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate slik som beskrevet i kap. 3.1.3. Denne metoden for bestandsvurdering er ikke brukt ved tidligere undersøkelser, og bestandsvurderingene vist i tabell 4.11 kan derfor avvike fra de tidligere bestandsvurderingene. Bestanden ble vurdert som relativt tynn ved undersøkelsene i 2011 (Hellen m.fl. 2012).

Tabell 4.11. Sammenstilling av resultater fra fiskeundersøkelser i Grasbotntjørne 2011 og 2017

År	Antall garn	Fangst (antall aure)	k-faktor	Vekt (gjennomsnitt)	Fangst pr. 100 m <sup>2</sup> relevant garnflate (CPUE)	Bestandsvurdering
2017	8 bunngarn	31	0,89	164 g	14,2	Middels
2011	10 bunngarn	19	1,14	124 g	7,6	Middels

I 2011 var fiskebestanden dominert av fisk som var satt ut i 2010 og 2011. Eldre fisk var et resultat av naturlig rekruttering.

I 2017 har bestanden økt som følge av ytterligere utsetninger, og dette gjenspeiles framfor alt i fangst pr. garn. En sammenligning av kondisjonsfaktor og gjennomsnittlig vekt vil ikke være relevant ettersom det i 2011 framfor alt ble fanget fisk i aldersklassen 2 år.

#### 4.2.3 Bestandsvurdering og vurdering av kompensasjonstiltak

Grasbotntjørne har en middels tett bestand av aure. En liten naturlig rekruttering forekommer, men utfra resultatene fra 2010 og 2017 hvor kun enkelte årsklasser av naturlig rekruttert aure ble registrert, er klimaet trolig begrensende de fleste år.

Uttaket av fisk i Grasbotntjørn er begrenset, og på sikt er det en viss risiko for at bestanden kan bli for tett. Det anbefales at utsettingsmengdene reduseres noe, fra 100 aure/år til 80.



### 4.3 Bjoreio

Terskelområdene ved det tidligere utsettingsområdet i Bjoreio ved Garden og Maurset er relativt dype og stilleflytende, og er garnfiske er derfor en mer egnet undersøkelsesmetode enn fiske med elektrisk fiskeapparat. Det ble satt 7 enkle bunngarn i strandsonen i Bjoreio, 4 ved Garen og 2 ved Maurset (fig. 4.6) natt til 5. september 2017. (For oversiktskart, se fig. 2.5.) Ved Maurset ble begge garna satt i elveløpet. Ved Garen ble to garn satt i en stillestående poll på sørsiden av Bjoreio og to garn ble satt i elveløpet.

Det ble tatt en vannprøve i Bjoreio ved Maurset.

#### 4.3.1 Resultater

##### Garnfiske

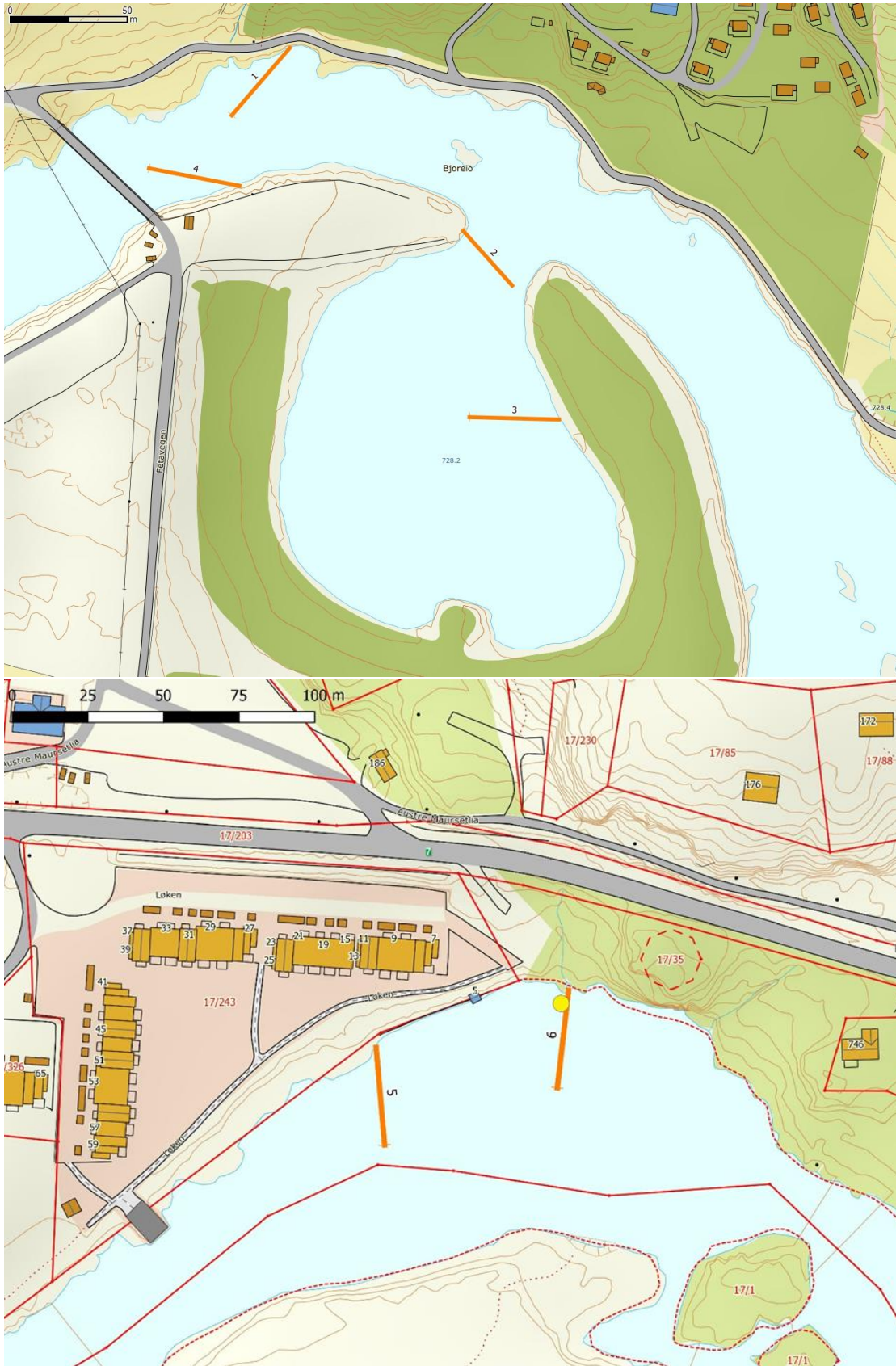
Total fangst på 7 bunngarn var 44 aure. Det ble fanget fisk på alle garn. All fisk ble vurdert å være naturlig rekruttert.

Ved beregning av gjennomsnittlig kondisjonsfaktor ble det klart at den elektroniske vekten ikke hadde fungert på rett måte. Dette ga størst utslag på den minste fisken. Det visuelle inntrykket av fangsten var at det var fisk i god kondisjon. I beregningene av gjennomsnittlig vekt og kondisjonsfaktor er derfor aure med åpenbart for lav vekt i forhold til lengde tatt ut (totalt er 14 mindre aure tatt ut av beregningene). Dette resulterte i en gjennomsnittlig kondisjonsfaktor 0,95 og en gjennomsnittlig vekt på 132 g. Den gjennomsnittlige vekten blir dermed trolig noe høyere enn hva som var tilfelle (stor fisk blir overrepresentert i materialet), men beregnet kondisjonsfaktor stemmer bra overens med helhetsinntrykket av fangsten. Gjennomsnittlig lengde var 20,1 cm. Den største auren som ble fanget veide 476 g og var 36,8 cm lang. Data for fangsten er sammenstilt i tabell 4.12.

Tabell 4.12. Fangstdata for aure tatt på bunngarn i Bjoreio 05.09.17.

<b>Antall garn</b>	7
<b>Total fangst av aure (antall)</b>	44
<b>Antall aure pr. garn</b>	6,3
<b>Kg aure pr. garn</b>	0,59
<b>Gjennomsnittsvekt (g)</b>	132
<b>Gjennomsnittlig lengde (cm)</b>	20,1
<b>Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor)</b>	0,95

Ettersom forholdene i Bjoreio ikke kan sammenlignes med forholdene i en innsjø er det ikke gjort beregninger av fangst pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate (CPUE).



Figur 4.6. Garnplassering ved Garen (øverst) og Maurset (nederst). Gul prikk på nederste kart viser hvor vannprøven ble tatt.

Av fanget fisk var 55 % hannfisk og 45 % hunnfisk (tab. 4.13). Fire av hunnfiskene ble vurdert som kjønnsmodne gytefisk, og disse hadde en gjennomsnittlig lengde på 32,8 cm, noe som tilsier en bestand av middels størrelse. All stor gytefisk ble fanget i pollen ved Garden.

Totalt hadde 43 % av fisken lyserød og rød kjøttfarge, mens resterende 57 % hadde hvit kjøttfarge. En aure var synlig angrepet av rundmarken *Eustrongylides sp.*

Tabell 4.13. Prosentvis fordeling av kjøttfarge og kjønn, prosent kjønnsmoden aure, gjennomsnittlig størrelse på kjønnsmodne hunner og prosent parasitert fisk i Bjoreio

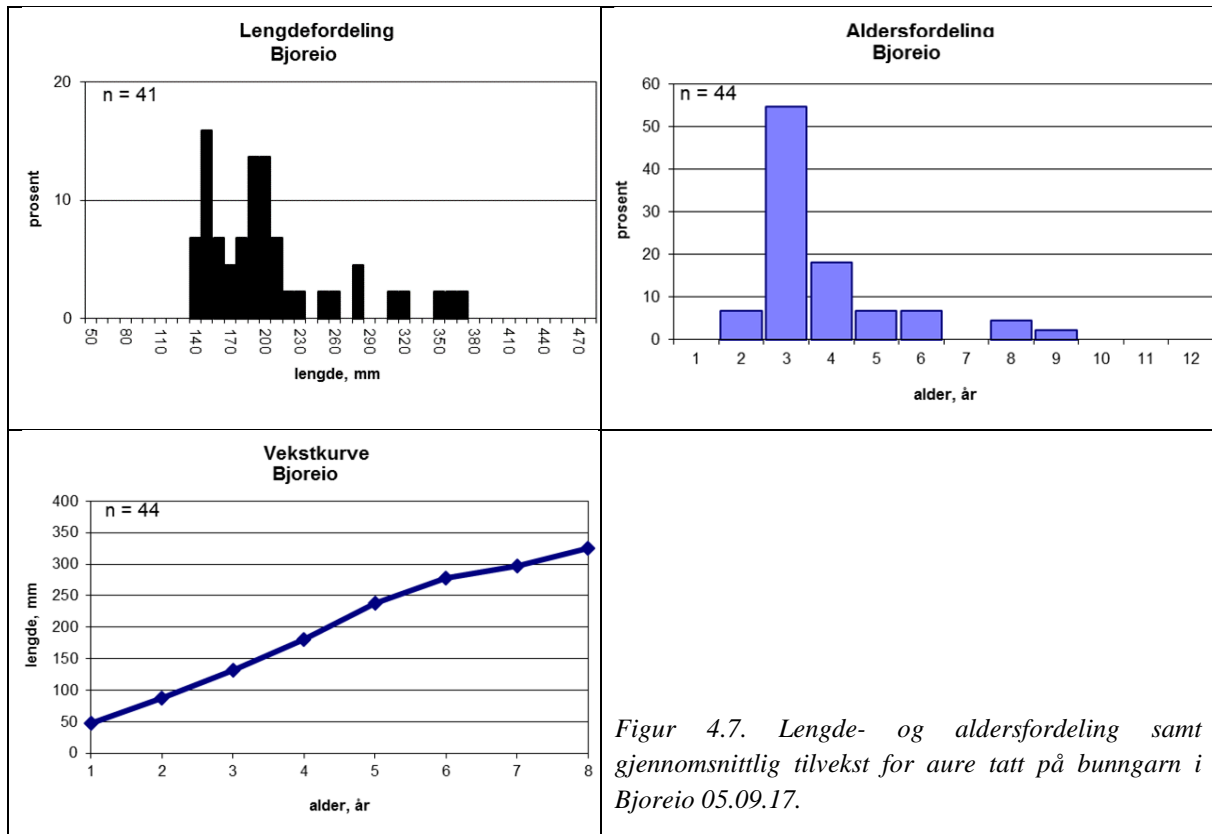
<b>Kjøttfarge %</b>	<b>Rød</b>	7 %
	<b>Lyserød</b>	36 %
	<b>Hvit</b>	57 %
<b>Kjønn %</b>	<b>Hann ♂</b>	55 %
	<b>Hunn ♀</b>	45 %
<b>Prosent kjønnsmoden fisk (gytefisk)</b>		22 % (8 hannfisk og 4 hunnfisk)
<b>Lengde på kjønnsmoden hunnfisk</b>		32,8 cm
<b>Prosent parasitert fisk</b>		2 %
<b>Vekstforhold</b>		Middels størrelse

Figur 4.7 viser lengde- og aldersfordeling samt gjennomsnittlig tilvekst. Mesteparten av fisken lå i lengde intervallene 15-22 cm, og det var disse størrelsesklassene som dominerte i elven. Den større fisken ble fanget i pollen ved Garen.

Aldersfordelingen viser at det ble funnet fisk i årsklasser 2-6 og 8-9 år, med en dominans av 3. årsklassen.

Veksthastigheten viste at fisken var 4,8 cm etter første vekstsesongen. De følgende 5 årene var den i gjennomsnitt 4,2 cm/år. Tilvekstkurven viser ikke tegn til stagnerende tilvekst med økende alder, selv om tilveksthastigheten går ned når fisken blir mer enn 6 år.

Dietten var, som forventet i et elvehabitat, dominert av bunndyr.



### Gyte- og oppvekstområder

Det er ikke satt ut fisk siden 2010. Resultatet fra prøv fisket viser at unge årsklasser dominerer fangsten, noe som indikerer gode forhold for gyting og oppvekst i området.

### Vannkjemi

Resultatene fra vannanalysene (tab. 4.14) relativt høy turbiditet, 1,2 FTU, noe som tilsvarer mindre god vannkvalitet med tanke på partikkelforurensning (Andersen m.fl. 1997). Forholdene med tanke på forsuring var gode, med både høyt pH og god alkalitet.

Tabell 4.14. Resultater fra vannanalyser, Bjoreio 04.09.17

Parameter	Analyseresultat
Turbiditet	1,2 FTU
pH	6,5
Alkalitet	0,063 mmol/l



### 4.3.2 Sammenligning med tidligere undersøkelser

Tabell 4.16 gir en sammenstilling av resultatene fra undersøkelser i Bjoreio 2010 (Lehmann & Wiers 2011) og 2017.

Tabell 4.16. Sammenstilling av resultater fra fiskeundersøkelser i Bjoreio 2010 og 2017

År	Antall garn	Fangst (antall aure)	k-faktor	Vekt (gjennomsnitt)	Bestandsvurdering
2017	7 bunngarn	44	0,95*	132 g*	Tett
2010	7 bunngarn	97	1,06	95 g	Svært tett

\* det er knyttet usikkerhet til beregning av gjennomsnittlig kondisjonsfaktor og vekt, se kap. 4.3.1

I 2010 ble bestanden karakterisert som svært tett. Litt i overkant av 10 % av fangsten var utsatt fisk. Etter denne undersøkelsen har det ikke vært satt ut aure i Bjoreio.

I 2017 ble fangst pr. garn vesentlig lavere. Bestanden må likevel karakteriseres som tett. All fisk ble vurdert å være naturlig rekruttert.

### 4.3.3 Bestandsvurdering og vurdering av kompensasjonstiltak

Bjoreio har en tett bestand av naturlig rekruttert aure i god kondisjon. Kombinasjonen av terskelbassenger og områder med stryk danner en variasjon som fører til at ulike de ulike størrelsesklassene kan bruke ulike habitater (Lehmann & Wiers 2011). Terskelbassengene bidrar dessuten til bedre forhold om vinteren, noe som igjen kan føre til økt vinteroverlevelse.

Det er ikke behov for å gjenoppta utsetting av aure.

## 5 KLASSIFISERING AV ØKOLOGISK TILSTAND – VURDERING I FORHOLD TIL EU'S VANNDIREKTIV

### 5.1 EU's Vanddirektiv og Vannforskriften

Vanddirektivet er et av EUs viktigste og mest omfattende og ambisiøse miljødirektiv. Hovedformålet med vanddirektivet er å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet, og om nødvendig iverksette forebyggende eller forbedrende miljøtiltak for å sikre miljøtilstanden i ferskvann, grunnvann og kystvann. Vannforskriften (Forskrift om rammer for vannforvaltningen, FOR- 2006-12-15-1446) gjennomfører Vanddirektivet i norsk rett.

Vannforskriften legger opp til at det settes miljømål for vannforekomster. Miljømålene skal nås i løpet av 6 år etter at den første forvaltningsplanen har trådt i kraft.

Det generelle målet er at alle vannforekomster minst skal opprettholde eller oppnå god økologisk og god kjemisk tilstand i tråd med nærmere angitte kriterier. Når det gjelder innsjøene i Sima reguleringsområde er det god økologisk status for fiskesamfunn og god kjemisk tilstand med tanke på forsuring som vil være aktuelle målparametere.

For enkelte "sterkt modifiserte vannforekomster" kan ikke det generelle målet om god tilstand oppnås uten at det går betydelig ut over samfunnsnyttene ved inngrepet. Dette kan for eksempel dreie seg om vassdrag som er utbygd for vannkraftformål. For slike vannforekomster er miljømålet minst godt økologisk potensial og god kjemisk tilstand. Med godt økologisk potensial avses at sentrale økologiske funksjoner for artenes livssyklus må opprettholdes, det bør for eksempel finnes et minimum av muligheter for naturlig rekruttering og oppvekst.

Dersom arbeidet skulle vise at det vil være umulig eller uforholdsmessig kostnadskrevenende å nå målet om god tilstand eller godt potensial i løpet av 6 år, gir forskriften anledning til å utsette måloppnåelsen i ytterligere 6 eller 12 år, altså fra 2021 til 2027 eller 2033.

### 5.2 Regional plan for vannregion Hordaland – gjeldende kategorisering

Regional plan for vannregion Hordaland med tilhørende tiltaksprogram ble vedtatt i 2016, og fastsetter miljømål for vannforekomstene i fylket (Hordaland fylkeskommune 2016 og 2015).

Ettersom den nasjonale veilederen for utpeking, fastsetting av miljømål og bruk av unntak for sterkt modifiserte vannforekomster (Veileder 01:2014, [www.vannportalen.no](http://www.vannportalen.no)) ikke var tilgjengelig før sent i planprosessen, inneholder den regionale planen for vannregion Hordaland ikke en gjennomgang av alle sterkt modifiserte vannforekomster. I gjeldende plan inngår imidlertid Langvatnet og den regulerte delen av Bjoreio.

Alle sterkt modifiserte vannforekomster vil derfor få en ny gjennomgang i neste plan. Det antas at Grasbotntjørni kan bli vurdert i denne planprosessen. De vedtatte miljømålene for Langvatnet og den regulerte delen av Bjoreio er gjengitt i tabell 5.1. Vannforekomstene er klassifisert som sterk modifiserte vannforekomster (SMVF), og måloppnåelsen er utsatt fra 2021 til 2027. I

disse sterkt modifiserte vannforekomstene er ikke god økologisk tilstand (GØT) mulig å oppnå, og de har derfor fått godt økologisk potensial (GØP) som miljømål. Konkretisering av miljømålet er knyttet til fisk.

Tabell 5.1. Tilstandsklassifisering og miljømål for Langvatnet og nedre del av Bjoreio (Hordaland fylkeskommune 2106).

<b>Id.nr. Vannforekomst</b>	<b>Navn</b>	<b>Tilstands- vurdering</b>	<b>Forslag til standard miljømål</b>	<b>Konkretisert miljømål</b>
051-1921-L	Langvatnet	Dårlig	Godt økologisk potensial, 2027	Høstbar fiskebestand som er avhengig av vedlikeholdstiltak
050-81-R	Bjoreio, nedre del	Dårlig*	Godt økologisk potensial, 2027	Høstbar fiskebestand som er avhengig av vedlikeholdstiltak

\* klassifisering av økologisk tiltak er basert på tetthet av laks i nedre, anadrom del.

### 5.3 Klassifisering av økologisk tilstand

Basert på resultatene fra undersøkelsene 2017 er det gjort en indikativ klassifisering av økologisk tilstand for påvirkningsfaktorene bestandsnedgang og forsurening slik som beskrevet i Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppen 2013).

Ifølge Veileder 02:2013 bør effekten av utsatt fisk trekkes fra i beregningene av bestandsstørrelse og struktur før tilstanden fastsettes. Dette gjelder ikke i sterkt modifiserte vannforekomster og beregning av økologisk potensial. I vurderingene som følger er den aktuelle delen av Bjoreio (som ligger oppstrøms anadrom del) ikke vurdert som sterkt modifiserte vannforekomster ettersom det antas at god økologisk status kan oppnås til tross for reguleringspåvirkningen (se Veileder 01:2014, [www.vannportalen.no](http://www.vannportalen.no)). I tillegg er det gjort en vurdering av økologisk status fra Grasbotntjørni ettersom det foreløpig ikke er gjort noen vurdering av om dette er en sterkt modifisert vannforekomst.

#### Klassifisering basert på bestandsnedgang

Utgangspunktet for klassifisering basert på bestandsnedgang er at en kan registrere et avvik fra den såkalte referansetilstanden. Ettersom norske fiskebestander er blitt mer eller mindre manipulert av mennesker i lang tid tilbake, regnes referansetilstanden av praktiske hensyn som den tilstand som var før ca. 1900 (Direktoratsgruppen 2013). Ettersom det ikke er innsamlet data om fiskebestandene på de aktuelle lokalitetene før reguleringene er referansetilstanden basert på en skjønnsmessig vurdering ut fra beliggenhet og stedsspesifikke forhold.

Klassegrenser for økologisk tilstand ved bruk av prosentvis bestandsnedgang for fiskebestander er vist i tabell 5.2.

Tabell 5.2. Klassegrenser for økologisk tilstand ved bruk av prosentvis bestandsnedgang for fiskebestander (Direktoratsgruppen 2013). Det opereres med en fleksibel klassifisering for god/moderat tilstand.

<b>Artssamfunn</b>	<b>Økologisk tilstand</b>				
	<b>Svært god</b>	<b>God</b>	<b>Moderat</b>	<b>Dårlig</b>	<b>Svært dårlig</b>
<b>Bestandsnedgang</b>	0-10%	10-25/40%	25/40-60%	60-90%	90-100%

Det regnes som sannsynlig at aure har vært innført både til Grasbotntjørne og Bjoreio oppstrøms anadrom strekning før 1900.

Grasbotntjørne ligger 1107 moh., og forventes derfor å være relativt lite produktiv. Det er antatt at innsjøen har hatt en tynn bestand før reguleringene, og at det strenge klimaet på denne høyden over havet har hatt en begrensende påvirkning på rekrutteringen. Det er trolig at bekken mellom Langvatnet og Grasbotntjørne har utgjort et viktig gyte- og oppvekstområde for aure i Grasbotntjørne før reguleringen, og at rekrutteringen i dag er redusert pga. av dette inngrepet. Redusert næringstilgang på grunn av vannstandsregulering antas å være neglisjerbar, ettersom alle de viktigste næringsdyrene for aure har større tålegrense for regulering enn 3,5 m (Direktoratsgruppen 2013). Ettersom den nedre delen av det område hvor bekken fra Langvatnet tidligere rant inn i Grasbotntjørne utgjøres av en slette, antas det at dette tidligere var det beste og største gyteområdet i vannforekomsten. Det har trolig også vært sikker vannføring i denne bekken. Det er ellers svært begrenset med gyteområder i Grasbotntjørne. Det estimeres at regulering kan ha ført til en bestandsnedgang på over 60%, noe som plasserer den naturlige fiskebestanden i Grasbotntjørne i tilstandsklasse dårlig.

I Bjoreio har det vært gjennomført en rekke kompenserende tiltak for å sikre at elven har et stort vanndekket areal selv etter reguleringene. Det er i dag en tett bestand av naturlig rekruttert aure langs den undersøkte elvestrekningen. Reguleringene vurderes ikke å ha hatt en negativ påvirkning på bestanden, som dermed plasseres i tilstandsklasse svært god.

### **Klassifisering basert på data for aure fra prøvefiskegarn i innsjøer**

Klassifisering basert på prøvefiskedata forutsetter at det finnes data fra minst tre år med prøvefiskeundersøkelser, men det er likevel inkludert en vurdering basert på resultatene fra undersøkelsene i Grasbotntjørne i 2011 og 2017.

Klassifiseringen baseres på fangstutbytte (CPUE = fangst pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate og natt, se kap. 3.1.3.) og forholdet mellom tilgjengelig gyte- og oppvekstareal i forhold til innsjøareal.

Naturtilstanden hos aurebestander varierer betydelig, og mange innsjølevende aurebestander er naturlig tynne pga. begrenset tilgang til gode gyte- og oppvekstområder. Tilgjengelig gyte- og oppvekstareal har derfor betydning for forventet størrelse på aurebestander i innsjøer. Dette må en ta hensyn til ved klassifisering av aurebestander. Det blir gjort ved å gruppere innsjøer på basis av såkalt oppvekstratio (OR), som er forholdet mellom tilgjengelig gyte- og oppvekstareal i rennende vann målt i m<sup>2</sup> og innsjøens overflateareal målt i hektar. Metoden tar ikke hensyn til evt. innsjøgyting.

Data fra undersøkelsene i 2011 og 2017 er brukt for å beregne gjennomsnittlig CPUE. Kun naturlig rekruttert fisk er inkludert i beregningene. Videre er oppvekstratioen beregnet basert med estimert gyte- og oppvekstareal. Tallene er sammenstilt i tabell 5.3.



Tabell 5.3. Fangstdata for naturlig rekruttert fisk (CPUE) for årene 2011 og 2017 samt forhold mellom innsjøareal og tilgjengelig gyte- og oppvekstareal (OR) for Grasbotntjørni

CPUE	Innsjøareal (haa)	Gyte-og oppvekstareal (m <sup>2</sup> )	OR
2017: 1,9 2011: 0,9 Snitt: 1,4	12	~60	3,3

Tabell 5.4 viser klassegrenser for økologisk tilstand for aure. Kriteriene er framfor alt utarbeidet for å vurdere påvirkning av forsurening.

Tabell 5.4. Klassegrenser for økologisk tilstand for aure i forsurrede innsjøer på basis av utbytte på Nordisk oversiktsgarnserie i innsjøer med forskjellig oppvekstratio (OR). CPUE = antall fisk pr. 100 m<sup>2</sup> garnflate pr. natt. (Direktoratsgruppen 2013).

Oppvekstratio (OR)	CPUE, antall fisk				
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
≥50	>20	20-15	15-10	<10	<5
25-50	>15	15-10	10-5	5-2	<2
≤25	>10	10-5	5-2	<2	0

Med en gjennomsnittlig CPUE på 1,4 og en oppvekstratio <25 plasseres Grasbotntjørni i tilstandsklasse dårlig for naturlig rekruttert fisk.

### Samlet vurdering

Endelig økologisk tilstanden bestemmes av det kvalitetselementet som gir den dårligste klassen.

Tabell 5.5. Økologisk tilstand for fisk vurdert i Grasbotntjørni og Bjoreio vurdert etter parameterne bestandsnedgang og data fra prøvegarnfiske

Vannforekomst	Bestandsnedgang	CPUE
Grasbotntjørni	Dårlig	Dårlig
Bjoreio	Svært god	-

Den økologiske tilstanden for aure i Grasbotntjørni er dårlig. I Bjoreio er den svært god.

### Konklusjon

Vanndirektivets målsetning er at alle vannforekomster skal ha minst god økologisk status. Hvis ikke bør det gjennomføres tiltak for å forbedre forholdene. Resultatene fra fiskeundersøkelsene samt vurdering av kriterier for klassifisering av økologisk tilstand viser at det er dårlig økologisk tilstand for fisk i Grasbotntjørni og svært god tilstand i Bjoreio. I den regionale planen for vannregion Hordaland er Langvatnet definert som en sterkt modifisert vannforekomst med dårlig tilstand for aure og mål om godt økologisk potensial. Resultatene fra prøvefisket i 2017, hvor det ikke ble fanget naturlig rekruttert fisk, støtter denne tilstandsklassifiseringen.

Basert på klassifiseringen til svært god tilstand for aure i Bjoreio vurderes det ikke være behov for tiltak. I Grasbotntjørn og Langvatnet må det gjennomføres tiltak for å oppnå god økologisk tilstand/godt økologisk potensial.

## 6 OPPSUMMERING

### Fisk

Fra 2012 gjelder et pålegg om utsetting av 2000 1-somring settefisk eller 1000 villfisk av aure/år i Langvatnet. Tidligere pålegg var 2800 aure/år (fra 2007-2012) og før det ble det satt ut mellom 1000 og 1500 aure/år. I Grasbotntjørni er det satt ut aure fra 2010, i snitt 100 stk./år. I Bjoreio opphørte pålegget om utsetting av 2000 aure/år i 2011.

Både i Langvatnet og Grasbotntjørni er det svært begrenset tilgang til god gyte- og oppvekstområder. De klimatiske forutsetningene på høyfjellet fører også til vanskelige forhold for naturlig rekruttering.

Langvatnet har en tett bestand av aure. Det ble ikke fanget fisk som var naturlig rekruttert, og selv om det år om annet kan skje noe naturlig rekruttering i innsjøen vil ikke dette være av en slikt omfang at det kan bidra til å opprettholde en fiskbar bestand. Den gjennomsnittlige kondisjonsfaktoren var lavere enn ved tidligere undersøkelser.

Grasbotntjørni har en middels tett bestand av aure. En liten naturlig rekruttering forekommer, men utfra resultatene fra 2010 og 2017 hvor kun enkelte årsklasser av naturlig rekruttert aure ble registrert, er klimaet trolig begrensende de fleste år.

Bjoreio har en tett bestand av naturlig rekruttert aure i god kondisjon.

Resultater og bestandsvurderinger fra garnfisket er sammenstilt i tabell 6.1.

Tabell 6.1. Sammenstilling av resultater og bestandsvurderinger fra undersøkelsene i Sima, 2017 (CPUE= fangst pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate)

Innsjø	Fangst/ bunn garn	Andel utsatt	CPUE	Bestandsvurdering	Økologisk status for aure
Langvatnet	4,3	100 %	19,7	Tett bestand	Dårlig
Grasbotntjørni	3,1	87 %	14,2	Middels tett bestand	Dårlig
Bjoreio	6,3	0 %		Tett bestand	Svært god

### Vannkjemi og dyreplankton

Oppmålte pH-verdier og forekomster av svakt forsuringsfølsomme og forusuringsfølsomme dyreplanktonarter tilsier at det er tilfredsstillende vannkvalitet for aure.

### Vurdering av kompensasjonstiltak

For å få en bestand som er bedre tilpasset næringsgrunnlaget i Langvatnet, og som samtidig vil være mer attraktiv for fritidsfiske, anbefales at det årlige utsettingsmengdene reduseres til 1600 aure/år. Utlegging av gytegrus i den største tilløpsbekken er et tiltak som kan bedre gyteforholdene, men klimaet på denne høyden over havet trolig være en begrensende faktor for rekrutteringen de fleste år.

Uttaket av fisk i Grasbotntjørn er begrenset, og på sikt er det en viss risiko for at bestanden kan bli for tett. Det anbefales at utsettingsmengdene reduseres noe, fra 100 aure/år til 80.

Det er ikke behov for å gjenoppta utsetting av aure i Bjoreio.

## 7 REFERANSER

- Andersen, J. R., Bratli, L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B. O. & K. J. Aanes. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT, Veiledning 97:04. 31s.
- Borgstrøm, R. 1995. Dynamiske endringer i aurebestander side 57-70 i: Borgstrøm, R., B. Jonsson & J. H. L'Abée-Lund 1995. Ferskvannsfisk, Økologi kultivering og utnytting. Sluttrapport for forskningsprosjektet "Fiskeforsterkningstiltak i norske vassdrag", FFT. Norges Forskningsråd.
- Direktoratsgruppen. 2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2013, revidert 2015. [www.vannportalen.no](http://www.vannportalen.no). 229 s.
- Hellen, B. A., Urdal, K., Brekke, E. & S. Kålås. 2012. Fiskeundersøkelser i Langvatn og Grasbotntjørn i Ulvik kommune 2011. Rådgivende Biologer, rapp. nr.: 1548. 20 s.
- Heum, I. & R. Johansen. 2005. Sportsfiskeleksikon. Oslo, Vega forlag
- Hordaland fylkeskommune. 2015, Tiltaksprogram for vassregion Hordaland 2016-20121. Etter vassforskrifta og plan- og bygningslova. 99 s.
- Hordaland fylkeskommune. 2016. Regional plan for vassregion Hordaland, 2016-20121. Etter vassforskrifta og plan- og bygningslova. 150 s.
- Lehmann, G. B. & T. Wiers. 2011. Prøvefiske 4-5.08.2010 I Bjoreio ved Garden og Maurset. Laboratorium for ferskvannsökologi og innlandsfiske, LFI UNI Miljø. 7 s.
- Lehmann, G. B. & T. Wiers. 2005. Fiskeundersøkelser i regulerte innsjøer og vassdrag i Hordaland 2004. Fylkesmannen i Hordaland. Rapport nr.: 8/2005. 44 s.
- Ugedal, O., Forseth, T & T. Hesthagen. 2005. Garnfangst og størrelse på gytefisk som hjelpemiddel i karakterisering av aurebestander. NINA rapport 73. 52 s.

### Kilder på internett

[www.vannportalen.no](http://www.vannportalen.no): Sterkt modifiserte vannforekomster: utpeking, fastsetting av miljømål og bruk av unntak. Veileder 01:2014