

## Vurdering av flaskehalser for røyebestanden i Øyangen, Hurdal/Gran kommuner

Stein Ivar Johnsen, Kjetil Olstad, Oddgeir Andersen, Erik Friele Lie og Øyvind Garmo



# NINAs publikasjoner

## **NINA Rapport**

Dette er en elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

## **NINA Kortrapport**

Dette er en enklere og ofte kortere rapportform til oppdragsgiver, gjerne for prosjekt med mindre arbeidsomfang enn det som ligger til grunn for NINA Rapport. Det er ikke krav om sammendrag på engelsk. Rapportserien kan også benyttes til framdriftsrapporter eller foreløpige meldinger til oppdragsgiver.

## **NINA Temahefte**

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

## **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

## **Annen publisering**

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

**1296** Vurdering av flaskehalser for røyebestanden i  
Øyangen, Hurdal/Gran kommuner

Stein Ivar Johnsen  
Kjetil Olstad  
Oddgeir Andersen  
Erik Friele Lie  
Øyvind A. Garmo

Johnsen, S.I., Olstad, K., Andersen, O., Lie, E. F., Garmo, Ø. A.  
2016. Vurdering av flaskehalser for røyebestanden i Øyangen,  
Hurdal/Gran kommuner - NINA Rapport 1296. 25 s. + vedlegg

Lillehammer, november 2016

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2971-5

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Stein I. Johnsen og Kjetil Olstad

KVALITETSSIKRET AV

Kim Magnus Bærum

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Jon Museth (sign)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Vannområdet Hurdalsvassdraget/Vorma (Huvo)

OPPDRAKSGIVERS REFERANSE

[xx]

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Helge B. Pedersen

FORSIDEBILDE

Helge B. Pedersen

NØKKELOORD

- Norge, Akershus, Hurdal/Gran, Øyangen
- Røye, ørret, abbor
- Utredning
- Kalking, forsuring, pH, aluminium, humus

KEY WORDS

[se nøkkelord]

#### KONTAKTOPPLYSNINGER

##### **NINA hovedkontor**

Postboks 5685 Sluppen  
7485 Trondheim  
Telefon: 73 80 14 00

##### **NINA Oslo**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon: 73 80 14 00

##### **NINA Tromsø**

Framsenteret  
9296 Tromsø  
Telefon: 77 75 04 00

##### **NINA Lillehammer**

Fakkelgården  
2624 Lillehammer  
Telefon: 73 80 14 00

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

## Sammendrag

Johnsen, S.I., Olstad, K., Andersen, O., Lie, E. F., Garmo, Ø. A. 2016. Vurdering av flaskehalser for røyebestanden i Øyangen, Hurdal/Gran kommuner - NINA Rapport 1296. 25 s + vedlegg.

Med bakgrunn i reduserte fangster av røye hos lokale fiskere i innsjøen Øyangen, bekymring fra grunneier, prøvefiske gjennomført av Fylkesmannen i Oppland og oppfølging i regi av Vannområdet Hurdalsvassdraget/Vorma, ble Norsk institutt for naturforskning (NINA) engasjert for å gjøre en vurdering av hva tilbakegangen av røye kunne skyldes. Det ble blant annet antatt at nedgangen kunne skyldes redusert rekruttering som følge av episodiske surstøt om våren, uheldig nedtapping av innsjøen, sedimentering av gyteplasser eller endrede konkurranse og/eller predasjonsforhold fra abbor og ørret.

Feltarbeidet ble gjennomført i 2014 og 2015, og det ble tatt vannprøver og lagt ut DGT-membraner for å vurdere eventuelle giftige surstøt. Det ble gjennomført dykkeundersøkelser høst og vår for å identifisere og stedfeste gyteområder for røye. Det ble også lagt ut sedimentasjonskasser for å få et inntrykk av sedimentering i inkubasjonstiden for røyerogna. For å få et oppdatert bilde av fiskesamfunnet generelt, og røyebestanden spesielt, ble det også gjennomført et relativt omfattende prøvefiske i 2014.

Basert på tilgjengelige data fra fiskeundersøkelser synes det som sannsynlig at røyebestanden har gått tilbake sammenlignet med midten av 1990-tallet. Ørretbestanden og abborbestanden synes imidlertid å være på tilsvarende nivå som tidligere. Det er derfor lite trolig at endringer i fiskesamfunnet for øvrig har ført til de observerte endringene i røyebestanden. Det er da trolig at abiotiske faktorer kan være årsaken til tilbakegang.

De vannkjemiske forholdene generelt synes ikke å kunne forklare nedgangen, og det var heller ikke noe som tydet på en «giftig» surstøtperiode i 2015. Imidlertid kan Øyangen være utsatt for surstøtperioder i enkelte år fordi kapasiteten til å nøytralisere syre er lav.

Øyangen er regulert, og vannstanden synker årlig fra tidlig vinter og frem til våravsmeltingen. Fra 2010 har vannstanden vært relativt lite nedtappet (under en meter), men i tiåret før dette kunne reguleringshøyden være opp mot to meter. Dette innebærer at flere av gyteområdene som ble registrert i 2015 ville blitt tørrlagt. Dette kan være en sterkt medvirkende forklaring på røyas tilbakegang.

Det er en generell trend med økte konsentrasjoner av organisk materiale og sedimentering i norske innsjøer. Sedimentering av røyas gyteplasser kan være en av de største utfordringene, og grunnen til at røye synes å gå tilbake i mange skogsvann.

Som sagt er det vanskelig å trekke frem en enkeltårsak til at røya har gått tilbake. Tapperegimet er «snillere» nå enn i perioden før 2010, og det kan hende at dette er nok til at røyebestanden vil ta seg opp over tid. Da Øyangen i enkelte år kan være utsatt for surstøt, foreslåes det imidlertid å legge ut kalkholdig grus på røyas gyteområder. Dette ble gjort i Fjorda i Oppland, og de første resultatene etter utlegging var positive. For å se om dette har en effekt, foreslåes det å velge ut to områder hvor det legges ut grus, mens to områder velges som referanseområder. I alle disse områdene bør det settes ut klekkedekker med rogn som undersøkes i perioden for klekking/etter klekking for å gi et mål på klekkesuksess. Områdene med utlagt grus bør også sjekkes i forhold til nedslamming og fremtidig egnethet for gyting.

Stein I. Johnsen, NINA, Fakkeldgården, 2626 Lillehammer, [stein.ivar.johnsen@nina.no](mailto:stein.ivar.johnsen@nina.no)

# Innhold

<b>Sammendrag .....</b>	<b>3</b>
<b>Innhold .....</b>	<b>4</b>
<b>Forord .....</b>	<b>5</b>
<b>1 Innledning .....</b>	<b>6</b>
<b>2 Områdebeskrivelse .....</b>	<b>7</b>
2.1 Generelt .....	7
2.2 Vannkjemi .....	7
2.3 Fiskesamfunnet .....	8
<b>3 Materiale og metoder .....</b>	<b>9</b>
3.1 Vannkjemi .....	9
3.2 Dykkeundersøkelser og sedimentasjonskasser .....	9
3.3 Prøvefiske .....	9
<b>4 Resultater .....</b>	<b>12</b>
4.1 Vannkjemi .....	12
4.1.1 Vannprøver og DGT .....	12
4.2 Dykkeundersøkelser .....	13
4.3 Sedimentfeller .....	16
4.4 Prøvefiske .....	17
<b>5 Diskusjon .....</b>	<b>19</b>
5.1 Utviklingen av røyebestanden .....	19
5.2 Vannkemiske forhold og temperatur .....	19
5.3 Sedimentering, vannstandsvariasjon og gyteplasser for røye .....	20
5.4 Oppsummering og foreslåtte tiltak .....	21
<b>6 Referanser .....</b>	<b>23</b>

## Forord

I innsjøen Øyangen på grensen mellom kommunene Gran (Oppland fylke) og Hurdal (Akershus fylke) har det blant lokale fiskere over en periode vært registrert reduserte fangster av røye. Gjennom tidligere undersøkelser, ble det blant annet antatt at nedgangen kunne skyldes redusert rekruttering som følge av episodiske surstøt om våren, uheldig nedtapping av innsjøen, sedimentering av gyteplasser eller endrede konkurranse og/eller predasjonsforhold fra abbor og ørret. For å undersøke årsakssammenhengen nærmere, engasjerte Vannområdet Hurdalsvassdraget/Vorma (Huvo), Norsk institutt for naturforskning (NINA) for en problemkartlegging av røye i innsjøen. Oppdraget er et ledd i oppfølgingen av vannforskriften. Prosjektet er finansiert av det interkommunale samarbeidsorganet Vannområdet Hurdalsvassdraget/Vorma, med økonomisk støtte fra Fylkesmannen i Oppland, Fylkesmannen i Oslo og Akershus, Akershus fylkeskommune og Vannregionmyndigheten for Glomma.

I dette oppdraget har vi gjort undersøkelser av vannkjemi og fiskesamfunnet i tillegg til å ha gjennomført dykking for registrering av gyteaktivitet hos røye.

Vi vil takke Helge B. Pedersen (Huvo), Ola Hegge (FMOP) og lokal ressursperson Fredrik Rølsåsen for konstruktive innspill og tilbakemeldinger under arbeidet. Takk også til grunneieren Mathiesen Eidsvoll Verk for utlån av hytte, båter, mannskap og all praktisk tilrettelegging.

Dykkingen ble gjennomført av Oddgeir Andersen (NINA) og Håkon Gregersen (Norconsult) med bistand fra Buskerud Dykkerservice for oppfølging av HMS-rutiner.

Lillehammer, 22.11.2016

Stein I. Johnsen



# 1 Innledning

Hovedårsaken til sur nedbør og forsuring er nedfall av sure svovel- og nitrogenforbindelser i områder uten tilstrekkelig evne til å nøytralisere syren. Når den sure nedbøren trenger ned i jordsmonnet og kommer i kontakt med berggrunnen, vil dette medføre at en del metaller vaskes ut av jorden og blir med avrenningsvannet. Utvasking av aluminium kan være giftig for fisk og invertebrater. Det nasjonale overvåkingsprogrammet for sur nedbør viser at det har vært en markert nedgang i konsentrasjon av sulfat og nitrat i norske elver og innsjøer fra 1980 og frem til i dag, og forsuringssituasjonen er klart bedret (Klif 2011). Episodisk forsuring av innsjøer og vassdrag med dårlig bufferevne mot forsuring, er imidlertid fortsatt et potensielt problem. I sin rapport til programmet «Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør» påpeker Garmo mfl. (2016) at den reduserte tilførselen av svovel gjennom luft og nedbør har gitt økning i pH, syrenøytraliserende kapasitet (ANC) og alkalitet, og nedgang i labilt aluminium i alle deler av landet. Videre bemerkes det at økningen i ANC ikke lenger er like markant som den var på 90-tallet, noe som delvis skyldes nedgangen i ikke-marine basekationer. Gjennomsnittskon-sentrasjonen av TOC (totalt organisk karbon) har økt betydelig i takt med at forsuringen har av-tatt, særlig i de regionene som har vært mest forsuret. Når det gjelder gjennomsnittlig nitratkon-sentrasjon så falt denne betydelig i perioden 1995-2005, men deretter har det ikke vært noen klar trend for hele landet sett under ett (Garmo mfl. 2016).

Sur nedbør har vært ansett som en av de største truslene mot ferskvannsfisk i Norge (Overrein mfl. 1980), og det har vært betydelige skader på bestander av innlandsfisk (Hesthagen mfl. 1994). Videre har studier vist at røye (*Salvelinus alpinus*) er en av de mest forsuringfølsomme artene av ferskvannsfisk. Et studie av Hesthagen og Sandlund (1995), viste at over 200 be-stander av røye var ansett som tapt, mens nær 300 bestander hadde gått tilbake på grunn av forsuring. De fant også at pH og konsentrasjonen av labilt aluminium var de kjemiske parame-terne som best forklarte status til røyebestandene. I tillegg til den generelle vannkjemien, kan vannkvaliteten i kortere perioder være såpass dårlig at den kan være skadelig for fisk. F. eks i forbindelse med snøsmeltingen om våren (surstøtepisoder), kan det dannes et surt vannlag like under isen (f.eks. Hasselrot mfl. 1987). Denne perioden er ofte sammenfallende med den forsuringfølsomme øyerogn- og klekkefasen til røye yngelen (Peterson mfl. 1980, og Gunn & Noakes 1987).

De siste årene har det også vært en økende oppmerksomhet rundt økte nivåer av humus og organisk materiale i innsjøer (f.eks. Finstad mfl. 2016). Dette kan føre til tilslamming av gyte-områder for røye, og kan redusere overlevelsen til røyna gjennom redusert oksygentilførsel og redusert transport av avfallsstoffer (Cooper 1965). Generelt vil laksefisk unngå å gyte i substrat med mye finsedimenter (Burner 1951, Crisp & Carling 1989).

Innsjøen Øyangen ligger på grensen mellom kommunene Gran (Oppland fylke) og Hurdal (Akershus fylke). Det har over en periode vært reduserte fangster av røye hos lokale fiskere i innsjøen. Gjennom tidligere undersøkelser, ble det blant annet antatt at nedgangen kunne skyl-des redusert rekruttering som følge av episodiske surstøt om våren, uheldig nedtapping av inn-sjøen, sedimentering av gyteplasser eller endrede konkurranse og/eller predasjonsforhold fra abbor og ørret. For å undersøke årsakssammenhengen nærmere, engasjerte Hurdalsvassdra-get / Vormå (Huvo), Norsk institutt for naturforskning (NINA) for en problemkartlegging av røye i innsjøen.



## 2 Områdebeskrivelse

### 2.1 Generelt

Øyangen er en 4 km<sup>2</sup> stor innsjø som ligger 442 meter over havet i kommunene Gran og Hurdal (Figur 1). Nedbørfeltet på 55 km<sup>2</sup> er i all hovedsak dekket av barskog og innsjøen drenerer til Hurdalssjøen via elva Hegga. Størstedelen av nedbørfeltet ligger i Gran kommune, med berggrunn bestående i all hovedsak av granitt og gneiser (Sigmond et al. 1984). Denne typen berggrunn forvitrer langsomt og gir lav bufferevne. Generelt domineres nedslagsfeltet rundt Øyangen av naturlig surt vann drenert fra myrområder, noe som gjenspeiles på korte siktedyp og vannets farge i innsjøene.

Ved utløpet er det en gammel fløtningsdam som muliggjør en viss regulering av innsjøen. Største dybde er omkring 30 meter. Øyangen ble sammen med flere andre vann og bekker i nedbørfeltet kalket i årene 1988-1994. Enkelte lokaliteter oppstrøms Øyangen ble kalket også etter 1994.

Øyangen er regulert, men tappemønsteret har vært veldig varierende de siste tiårene. Dette skyldes at tappingen delvis har vært styrt av lokale personer (i avtale med regulanten) eller regulanten selv. I perioden rundt 2000-2010 var det regulanten som sto for dette, og innsjøen ble gradvis tappet ned ca. 2 meter fra tidlig vinter og frem mot våren (F. Rølsåsen pers. med.). Etter 2010 har lokale personer, i enighet med regulanten, styrt nedtappingen og vannstanden har i denne perioden ikke sunket mer enn 1 meter (F. Rølsåsen pers. med.).

### 2.2 Vannkjemi

Norum mfl. (2012) viser i grafs form utviklingen av pH i Øyangen for perioden 1996 – 2011. I følge dette materialet synes effekten i Øyangen av oppstrømskalkingen å være begrenset. I perioden 1994 – 2009 har pH gradvis sunket fra ca 6,5 til 5,8. I materiale hentet fra Vannmiljø (**tabell 1**) kommer det frem at pH har ligget i området 5,8 til 6,2 for perioden 2011 og frem til i dag (blanding av høst- og vårprøver). pH i utløpet ble målt til 5,4 før kalking (18.08.1988) og 6,68 like etter utført kalking første gang (15.09.1988). Øyangen ble kalket med 350 tonn kalksteinsmel i 1988. Siste kalking av Øyangen var i 1994. Modelleringer av effekter etter avsluttet kalking viser en «kalkhale» som vil kunne ha positive effekter i minst 2-4 år etter avsluttet kalking (Hindar 2011).

NIVA gjorde i 2012 en vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Oppland (Austnes 2012). I denne rapporten klassifiseres Øyangen som en kalkfattig innsjø (Ca 1-4 mg/l) og det konkluderes med at Øyangen havner i kategorien «kalking stanses». Bunndyrsamfunnet i en del av innløpselvene og ovenforliggende innsjøer ble i 2014 imidlertid klassifisert i forsuringssindekskategoriene «svært dårlig» til «moderat» (Karlson & Lie 2015).

**Tabell 1.** Historiske vannkjemidata for utløpet av Øyangen. Materiale hentet fra Vannmiljø. Vårprøver er uthevet med kursivert skrift.

Dato	Oppdragsgiver	pH	Alk	Ca	TOC	LAI	ANC
30.10.1986	SFT	5,58	32	1,32	3,88	57	10,236
05.09.1988	Fylkesmannen i Oppland	6,08	55	2,57		28	
01.11.2010	Fylkesmannen i Oslo og Akershus	6,1	25	1,12	6,8		
09.11.2011	DN	6,08	56	1,36	6,3	10	74,25
23.05.2012	<i>Fylkesmannen i Oppland</i>	<i>5,86</i>	<i>17</i>	<i>0,99</i>			
25.10.2012	Fylkesmannen i Oslo og Akershus	5,9	30	1,2	6,5		
21.05.2013	<i>Fylkesmannen i Oppland</i>	<i>5,8</i>	<i>30</i>	<i>1,1</i>			
03.11.2014	Fylkesmannen i Oslo og Akershus	6,1	30	1,1	5,6		
06.11.2014	Mathiesen-Eidsvoll verk	6,2	47	1,04			
05.11.2015	Fylkesmannen i Oslo og Akershus	5,8	30	0,99	6,6		52

Målinger fra før kalkingene ble foretatt viser pH-verdier i oppstrøms tjern og bekker ned til 4,2 (05.09.1988; Pedersen mfl. 1990): Herunder kan nevnes eksemplene Helmenputten 4,2, Langselva 4,63, Merratjern 4,67, Kverntjenn 4,67 og Handkleputten 4,77. De fleste tjern og bekker ble kalket fra 1988 og framover til midten av 1990-tallet. Deretter er det kun kalkingen av Huldertjernet som er videreført og fortsatt pågår.

## 2.3 Fiskesamfunnet

Av fiskearter i innsjøen finnes abbor (*Perca fluviatilis*), ørret (*Salmo trutta*), røye (*Salvelinus alpinus*), ørekyt (*Phoxinus phoxinus*) og steinsmett (*Cottus poecilopus*). Det er gjennomført enkelte fiskeundersøkelser i Øyangen de siste tiårene (Lunder 1988, Øxnevad 1996, Wilberg 1998, Norum mfl. 2012). Som en del av dette prosjektet ble det også gjennomført et prøvefiske i 2014 (resultatene presenteres i denne rapporten). Undersøkelsene er ikke utført med samme innsats og garnsammensetning, og er ikke direkte sammenlignbare. De gir imidlertid en viss pekepinn på utvikling og endringer i fiskesamfunnet. Særlig er sammenligningen mellom prøvefisket i 1996 (Øxnevad 1996) og prøvefisket gjort i forbindelse med denne undersøkelsene relevant. Dette fordi garninnsats, garnsammensetning og både bruk av flytegarn og bunngarn er relativt lik.

Undersøkelsen fra 1986 (Lunder 1988) ble gjort før kalking. Det ble kun brukt bunngarn (Jensen-serie). Det ble kun fanget 2 røye under denne undersøkelsen, og fangsten av ørret og abbor var relativ lik, med henholdsvis 22 og 26 individer. Med minste maskevidde på 21 mm er høyst sannsynlig abbor kraftig underestimert i den undersøkelsen.

Undersøkelsen til Norum mfl. (2012) var spesifikt rettet mot fangst av røye på antatte gyteplasser for røye. Her var også garnsammensetningen veldig snever (26-35 mm) da den var rettet mot gytefisk og deres antatte størrelse.

Undersøkelsen 2014, var gjennomført på samme måte som i 1996 (Øxnevad 1996), med unntak av at antall bunngarnserier var redusert fra syv til fem i 2014. Prøvefisket i 1996 representerer en tilstand kort tid etter kalking, da innsjøen ble kalket i perioden 1989-1994. Fem av innløpsbekkene ble også kalket i den perioden, men fortsatte også etter 1994. Funnene fra 1996, viste en innsjø som var kraftig dominert av abbor, og det ble hevdet at abborbestanden trolig påvirket rekrutteringen av både røye og ørret (predasjon på rogn og ungfisk).

## 3 Materiale og metoder

### 3.1 Vannkjemi

Et av spørsmålene som ønskes belyst i dette arbeidet er hvorvidt periodevis forsurening i forbindelse med snøsmelting på våren kan bidra til å redusere rekruttering av røye. Den 11. april ble det derfor tatt vannprøver ved to lokaliteter i selve Øyangen: Pølsesund (ved 0,5 og 1,5 m dyp) og Andtjennsvika (ved 0,5 og 1,5 m dyp). I tillegg ble det tatt en vannprøve fra 0,5 m dyp i Svartbekken som er innløp til innsjøen via Langselva. Alle vannkjemiske prøver ble levert til NIVAs laboratorium for analyse. De analytiske metodene som ble brukt er listet i **vedlegg 1**.

Som et supplement til vannprøvene, for å kunne vurdere konsentrasjoner av labilt aluminium over en periode i forbindelse med snøsmelting, ble det plassert ut totalt 4 DGT-membraner i perioden 5. – 11. april. DGTene ble plassert ved de samme stasjonene hvor det ble hentet vannprøver i innsjøen: Pølsesund (ved 0,5 og 1,5 m dyp) og Andtjennsvika (ved 0,5 og 1,5 m dyp). DGTene bestod av tre membraner og en plastikkholder som gjør at bare den ytterste membranen (et polyetersulfonfilter med tykkelse 0,14 mm) er i kontakt med vannet. Aluminium diffunderer gjennom filteret og en polyakrylamidmembran på 0,8 mm før det bindes opp i Chelex-100 resinet i den innerste membranen. Aluminium ble ekstrahert og gjennomsnittskonsentrasjonen beregnet som beskrevet av Garmo m.fl. (2003). For lokalisering og fysisk beskrivelse av plassering av DGT membraner, se **vedlegg 2**.

### 3.2 Dykkeundersøkelser og sedimentasjonskasser

Det eksisterer ikke noen grundig kartlegging av røyas gyteområder i Øyangen fra tidligere. For å kartlegge gyteaktivitet og gi grunnlag for en nærmere forståelse av de fysiske og kjemiske forholdene på gyteområdene ble det derfor gjennomført dykkerundersøkelser på antatte gyteområder.

Den 23.-25. november 2015, ble det gjennomført dykkeundersøkelser i 3 områder for å dokumentere gyteaktivitet fra røye i Øyangen; i Andtjennsvika, ved Pølsesund og ved utløpet. Dykkene ble gjennomført som kontinuerlige søk over større områder etter spor av gyteaktivitet og tilstedeværelse av fisk. Ved påvisning av gyteaktivitet (tydelig graving og funn av rogn) ble den spesifikke lokaliteten registrert med UTM koordinater og dybde. I tillegg ble det målt oksygenkonsentrasjon og oksygenmetning ved bunnivå i nærheten av rogn/grop. For å få et bilde av sedimenteringshastigheten ved gyteområdene ble det i forbindelse med disse dykkene lagt ut seks sedimenteringsfeller på ulike dyp (se **figur 4** og **tabell 5**).

Den 19. mai, ble det gjennomført kontrolldykk med måling av oksygenkonsentrasjon og oksygenmetning ved fire av gyteplassene som ble registrert under høstdykket. I forbindelse med vårdykket ble også sedimentfellene hentet inn etter måling av sedimenttykkelsen. Målingene ble gjort 10 ganger per kasse, og fremstilles i resultatene som gjennomsnitt av disse målingene (**tabell 5**).

### 3.3 Prøvefiske

For å kunne sammenligne fiskesamfunnet med tidligere undersøkelser, ble Øyangen prøvefisket med samme garnsammensetning og omtrent samme innsats som i 1996 (Øxnevad 1996). Det ble fisket med garn over én natt, fra 15.-16. september 2014. Alle garnene ble satt tilfeldig i den sørlige delen av innsjøen. Omtrentlig plassering av garna er vist i **figur 1**.

Det ble satt 7 lenker med bunngarn, hver lenke bestod av 5 garn med like maskevidder og garnareal på 25 x 1,5 meter. Følgende maskevidder (mm) ble benyttet: 16,5 – 19,5 – 22,5 – 26 – 29 – 35 – 39.

Det ble satt to serier med flytegarn, hver serie bestod av 8 garn med ulike maskevidder og garnareal på 25 x 6 meter. Maskeviddene var de samme som for bunngarna, pluss ett garn med maskevidde 45 mm.

Abbor og ørret ble lengdemålt til nærmeste halve centimeter. Ørret ble i tillegg veid til nærmeste gram. Røyene ble tatt med til laboratorium hvor de ble målt til nærmeste millimeter og veid til nærmeste gram. Her ble det i tillegg registrert kjønn, modningsstadium og kjøttfarge. Røyene ble aldersbestemt ved hjelp av otolitter (ørestein).



**Figur 1.** Kart over Øyangen med omtrentlig plassering av garnlenkene. Bunn garna står fra land og ut. FG 0-6: Flyte garn ble satt på 0-6 og 6-12 meters dyp.

## 4 Resultater

### 4.1 Vannkjemi

#### 4.1.1 Vannprøver og DGT

Ved Andtjennsvik var det forskjell på prøvene fra 0,5 og 1,5 meters dyp (**tabell 2**). Prøven fra 0,5 meters dyp viste lavere konsentrasjoner av ioner og humus, lavere pH og pH-bufferevne og høyere DGT-labilt aluminium enn prøven fra 1,5 meters dyp. Ved Pølsesund, var det liten eller ingen forskjell på prøvene fra forskjellige dyp (**tabell 2**). Prøven fra Svartbekken var noe surere og hadde høyere aluminiumskonsentrasjon enn prøvene fra innsjøen (**tabell 2**).

**Tabell 2.** Målt pH alkalitet (alk), konsentrasjon av kalsium (Ca) og totalkonsentrasjon av organisk karbon (TOC). Beregnet konsentrasjon av labilt aluminium (LAI), gjennomsnittskonsentrasjon av DGT-labilt aluminium (DGT-LAI) i periode 5. - 11. april, syrenøytraliserende kapasitet (ANC) og syrenøytraliserende kapasitet justert for sterke organiske syrer (ANCoaa).

Stasjon	Dyp m	Dato	pH	Alk µekv/l	Ca mg/L	TOC mg/l	LAI µg/l	DGT LAI µg/l	ANC µekv/l	ANCoaa µekv/l
Andtjennsvik	0.5	11.04.2016	5.81	27	0.57	4.5	13	25	28	13
Andtjennsvik	1.5	11.04.2016	5.91	39	1.08	7.2	11	13	64	40
Pølsesund	0.5	11.04.2016	5.85	35	0.92	7.6	10	24	60	34
Pølsesund	1.5	11.04.2016	5.79	34	1.02	8.1	11	17	66	38
Svartbekken	0.5	11.04.2016	5.28	18	0.78	9.8	22		54	21

Oksygenmålingene fra bunnære områder (ved 3 meters dyp) viste konsentrasjoner i spennet 8,22 – 8,48 på våren og 9,97 – 10,33 på høsten (**tabell 3**). Vanntemperaturene ved 3 meters dyp var om lag 7 - 9 °C under høstdykket og om lag 2 °C under vårddykket.

**Tabell 3.** Konsentrasjon og metning av oksygen på fem ulike lokaliteter (se **tabell 4**) høsten 2014 og våren 2015.

Lokalitet	Høst		Vår	
	Oksygen mg/l	Oksygenmetn %	Oksygen mg/l	Oksygenmetn %
1	9,97	73,9	8,48	72,0
2	9,99	74,1	8,3	70,0
3	-	-	-	-
4	10,33	75,5	8,22	69,1
5	10,12	73,8	8,38	68,9

## 4.2 Dykkeundersøkelser

I forbindelse med dykkeundersøkelsene ble det påvist gyteaktivitet og spor etter forsøk på gyteaktivitet ved fem lokaliteter. Det ble observert flere gytegroper med rogn i forbindelse med høstdykket. Gropene hadde en diameter på 30 – 40 cm og lå på dyp fra 1,6 – 3 m. Gytegroperne ble hovedsakelig funnet i områder med substrat bestående av stein på 5-30 cm, iblandet grus (se figur 1). Muddergrensen i de områdene som ble dykket ble registrert til å ligge mellom 3 og 3,5 meters dyp.

**Tabell 4.** Oversikt over observert aktivitet lokalisering og dyp for fem gytelokaliteter for røye. En nærmere beskrivelse av de enkelte lokalitetene er gitt under. Se også plassering i figur 3.

	Område	Lokalitet	UTM	Gyteaktivitet	Dyp, m
1	Andtjennsvik	Røyeskjær	32V 606358 6693025	To groper med rogn og 2 – 3 graveforsøk	
2*	Andtjennsvik	Odde, sør	32V 606285 6693025	Flere groper med rogn	1,8 – 3
3	Pølsesund	Skjær, sør	32V 605470 6693007	Spor etter graving	
4*	Pølsesund	Odde, nord	32V 605650 6692852	To groper med rogn	1,6 – 1,8
5	Utløp	Ved demning	32V 606301 6692250	En gytegrop	1,6

\*På disse lokalitetene ble det satt ut sedimenteringsfeller over vinteren

### Lokalitet 1 (Andtjennsvika, røyeskjær)

På vestsida av skjæret ble det under høstdykket funnet to groper, en på omlag 30 cm i diameter på 2 meters dyp og en av tilsvarende størrelse på 3 meters dyp. På utsiden av skjæret var det godt egnet substrat, men mindre egnet sør for og på innsiden av skjæret. Oksygenmålinger ble tatt på den dypest beliggende gyteplassen. Det ble også funnet en del graveforsøk i området utenfor skjæret. Muddergrensa lå i dette området på ca. 3-3,5 meter.

### Lokalitet 2 (utenfor odden sør for Andtjennsvika)

Under høstdykket ble det ved denne lokaliteten funnet flere gytegroper, og mye av substratet ble vurdert som godt egnet for gyting. Flere graveforsøk ble også registrert her. Gyting ble registrert ved en steinrygg på dybder fra 1,8- ca. 3 meters dyp. Substratet var stein 5-30 cm størrelse iblandet grus, men rogn ble også observert i områder med grovere stein, men med grus innimellom disse. Oksygen ble målt på 3 meters dyp. Muddergrensa i dette området lå på ca. 3-3,5 meter. Ved kontrolldykk 19. mai ble det observert en del rognkorn, ca. 44 per m<sup>2</sup> ved en anledning, men det er usikkert om de var umodne eller døde.

### Lokalitet 3 (Skjæret ved Pølsesund)

Et område rundt hele skjæret ble undersøkt i forbindelse med dykking på høsten. Her var det mest svaberg, blokker og grov stein og noen små områder (anslagsvis 3 x 7 meter) som ble vurdert som godt egnet for gyting. Det var spor etter fisk (graveforsøk) i området nord for skjæret, men ingen rogn ble observert. Det ble ikke dykket ved denne lokaliteten våren 2016.

### Lokalitet 4 (Odde nord for Pølsesund)

Under høstdykket ble det funnet to groper med rogn i området ved odden nord for Pølsesund. Gropene lå om lag to meter fra hverandre på henholdsvis 1,6 og 1,8 meters dyp. Hver grop var om lag 30 cm i diameter og inneholdt rogn. I dette området lå muddergrensa på omtrent 3 meters dyp.

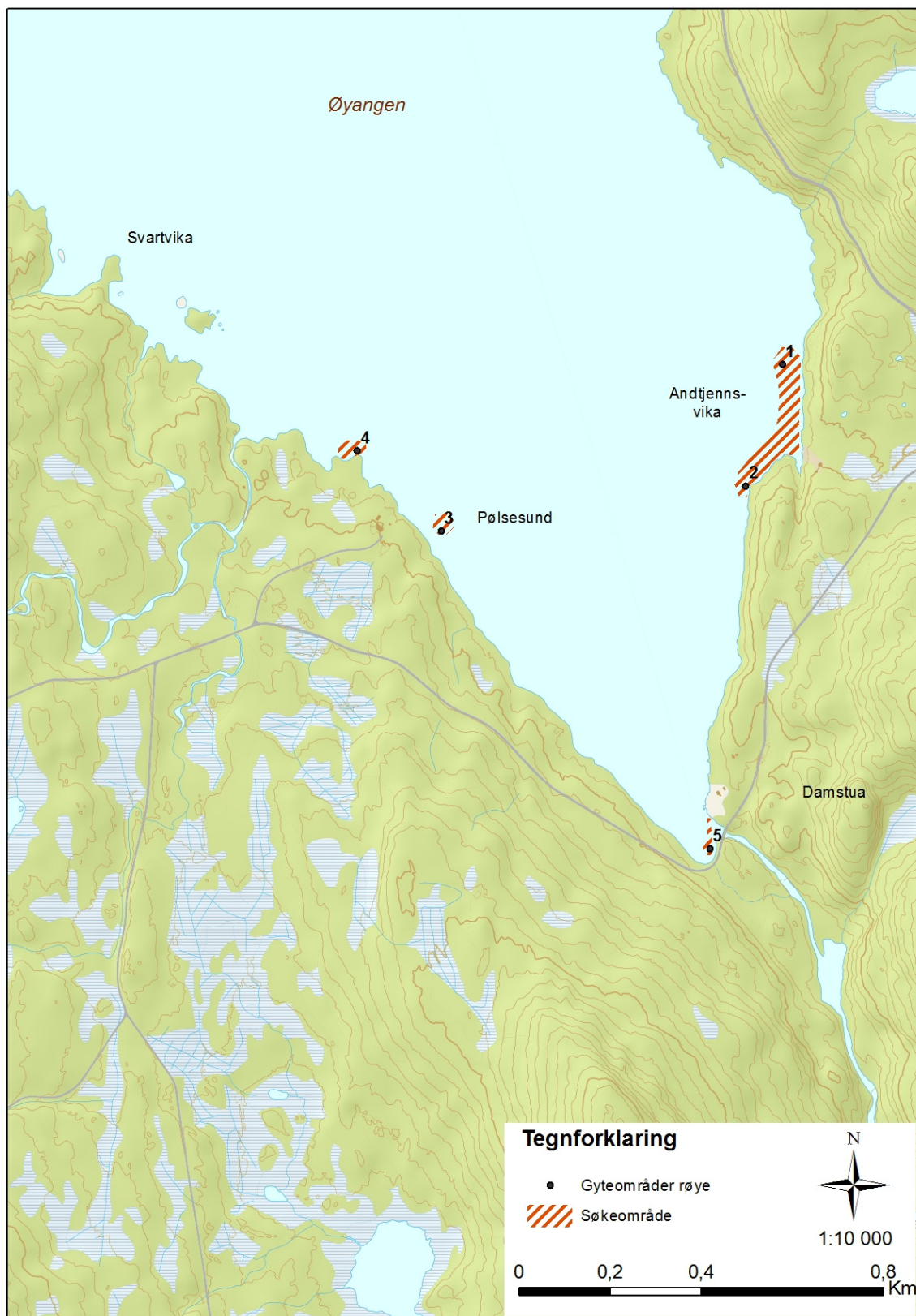


**Lokalitet 5 (Utløp ved demning) 25.11.2015**

Høsten 2015 foregikk dykkingen ved utløpet mot demningen under is og uten skikkelig fungerende to-veis kommunikasjon. Innsatsen i dette området ble derfor noe begrenset. Det ble funnet en gytegrøp med diameter på om lag 30-40 cm ved 1,6 meters dyp. I dette området ble det ved kontrolldykk 19. mai observert to rognkorn på gyteplass og to fiskelarver (anslått å være litt under 10 mm lange) på ca. 0,8 m dyp.



**Figur 2.** Dykkeundersøkelser i Øyangen senhøsten 2015 og våren 2016.



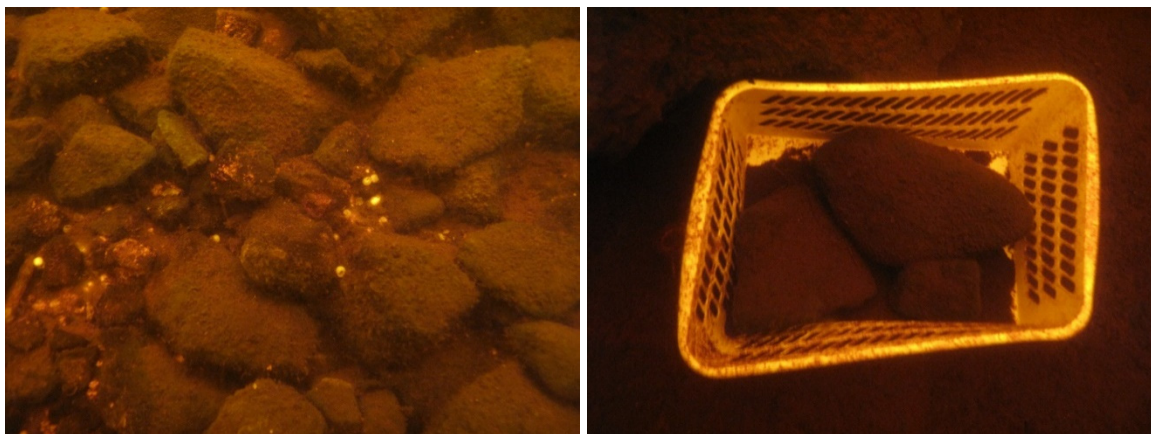
**Figur 3.** Kart over gjennom søkte og faktiske funnområder for gyteplasser til røye i Øyangen.

### 4.3 Sedimentfeller

Sedimentfellene (**figur 4, tabell 5**) lå ute i 147 dager, fra november til mai. Etter denne tiden var det 100 % sedimentdekke på bunnen i 4 av 6 kasser. De to øvrige hadde henholdsvis 40 og 50 % dekke. Ved lokaliteten i Pølsesund var det en økning i tykkelse på sedimentlaget i kassene med økende dyp. Dette var ikke tilfelle i Andtjennsvika, hvor den største sedimentasjonen fant sted i den grunneste kassa. Tre av målingene (nr 1 og 2 i Andtjennsvika og nr 1 ved Pølsesund) ble gjort innenfor dybdeintervallet hvor det ble påvist gyteaktivitet. Her var sedimenttykkelsen på henholdsvis 3,2, 0,7 og 1,0 mm.

**Tabell 5.** Dybde for plassering, dekningsgrad og gjennomsnittlig sedimentstykkelse for sedimentkasser satt ut i Øyangen.

	Dyp	Dekningsgrad, %	Snitt, sediment, mm
Andtjennsvik			
1	2,2	100	3,2
2	3,8	40	0,7
3	4,0	100	2,2
Pølsesund			
1	1,8	50	1,0
2	2,2	100	1,8
3	4,0	100	3,8



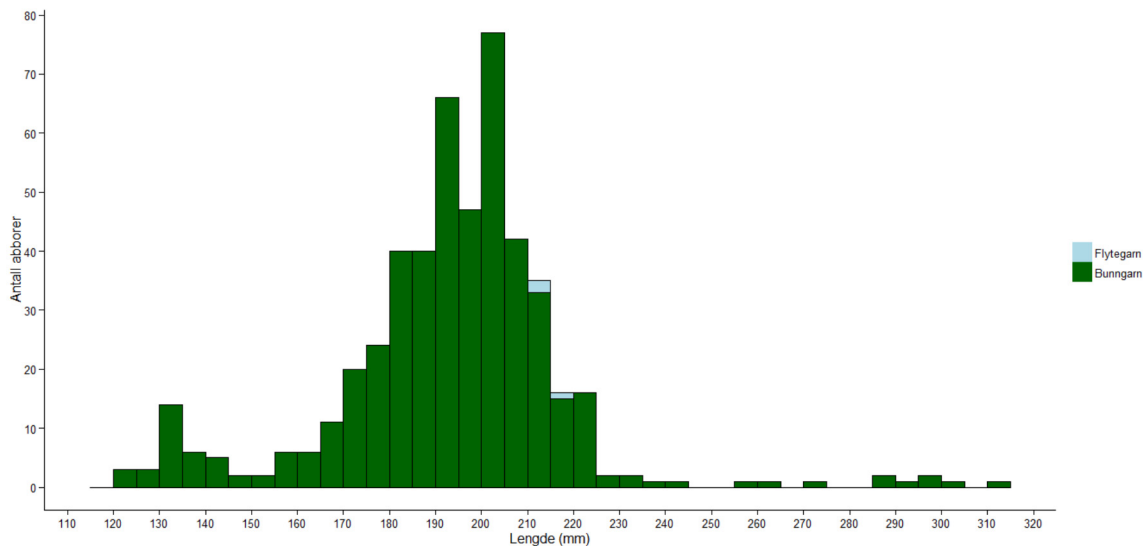
**Figur 4.** Rogn fra røye (venstre bilde) funnet i ett av gyteområdene den 19. mai 2016. Høyre bilde viser en av sedimentasjonskassene som ble tatt opp den 19. mai 2016, etter 147 dager i Øyangen. Fotograf: Håkon Gregersen.

## 4.4 Prøvefiske

Under prøvefisket i Øyangen høsten 2014 ble det totalt fanget 522 fisk. Fangsten fordelte seg på 497 abbor, 14 ørret og 11 røyer.

### Abbor

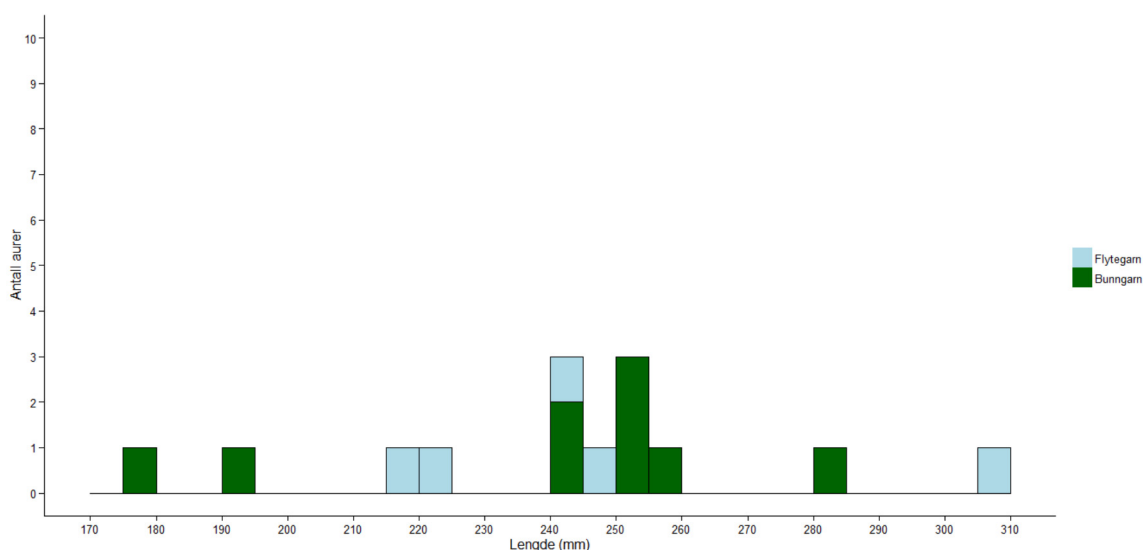
Det ble fanget abbor i lengdeintervallet 12 – 31 cm (**figur 5**). Alle, unntatt 3 ble fanget i bunn-garna.



**Figur 5.** Lengdefordeling av abbor fanget i bunn-garn og flyte-garn i Øyangen.

### Ørret

Det ble fanget 14 ørret i lengdeintervallet 17,5 – 30,5 cm (**figur 6**). Disse varierte i vekt fra 47 til 220 gram og hadde en gjennomsnittlig kondisjonsfaktor på 0,87. Det ble fanget ørret både i strandsonen og i de frie vannmasser (**figur 6**).

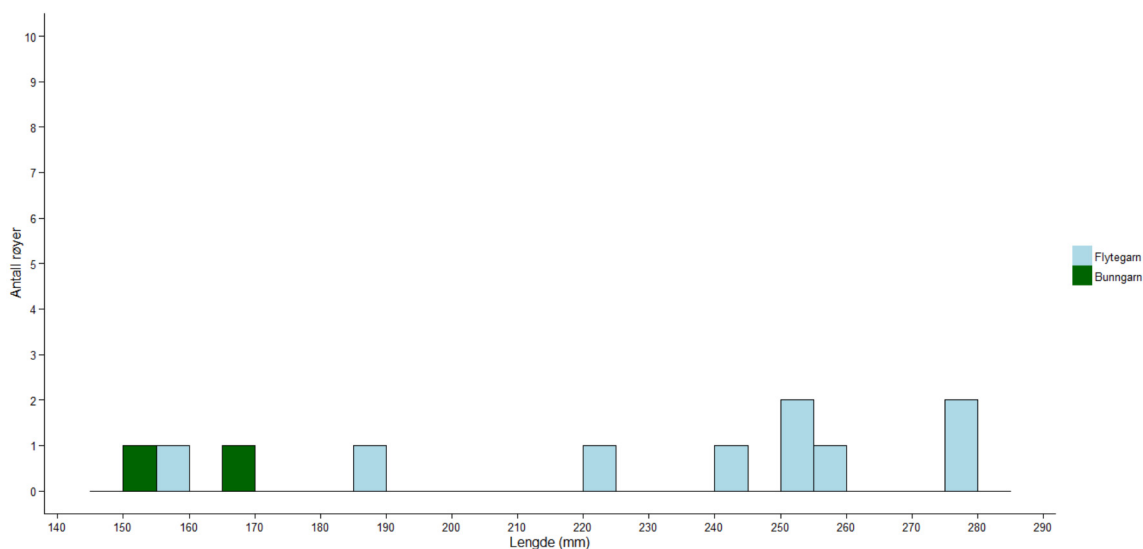


**Figur 6.** Lengdefordeling av ørret fanget i bunn-garn og flyte-garn i Øyangen.



### Røye

Det ble fanget røye i lengdeintervallet 15,2 – 27,6 cm (**figur 7**). Disse varierte i vekt fra 33 til 245 gram og hadde en gjennomsnittlig kondisjonsfaktor på 0,98 (**tabell 6**). Yngste kjønnsmodne hunn var fire år og 250 mm lang. Det ble ikke funnet kjønnsmoden røye yngre enn fire år. Veksten til røye i Øyangen må sies å være relativt god, og etter seks vekstsesonger (5 år gammel røye) var røya i gjennomsnitt ca 270 mm. Dette tilsvarer en gjennomsnittlig tilvekst på ca 45 mm i året de seks første vekstsesongene (**tabell 6**).



**Figur 7.** Lengdefordeling av røye fanget i bunngarn og flytegarn i Øyangen.

**Tabell 6.** Fangstredskap (BG=Bunngarn, FG 0-6=Flytegarn på 0-6 meters dyp, FG 6-12=Flytegarn på 6-12 meters dyp), lengde, vekt, kondisjonsfaktor, kjønn, modningsstadium og alder for alle røyene fanget under prøvefisket i Øyangen.

Art	Redskap	Lengde (mm)	Vekt (g)	k-faktor	Kjønn	Modning	Kjøttfarge	Alder
Røye	BG	152	34	0,97	Ubestemt	Umoden	Hvit	2
Røye	FG 6-12	158	33	0,84	Ubestemt	Umoden	Hvit	2
Røye	BG	165	43	0,96	Ubestemt	Umoden	Hvit	2
Røye	FG 0-6	185	60	0,95	Ubestemt	Umoden	Hvit	3
Røye	FG 6-12	220	98	0,92	Ubestemt	Umoden	Hvit	4
Røye	FG 0-6	240	137	0,99	Hunn	Umoden	Hvit	4
Røye	FG 6-12	250	160	1,02	Hunn	Moden	Hvit	4
Røye	FG 6-12	250	150	0,96	Hann	Umoden	Hvit	4
Røye	FG 6-12	255	171	1,03	Hunn	Umoden	Hvit	5
Røye	FG 0-6	275	245	1,18	Hunn	Moden	Hvit	5
Røye	FG 0-6	276	197	0,94	Hann	Moden	Hvit	5

## 5 Diskusjon

### 5.1 Utviklingen av røyebestanden

Det har vært hevdet at røyebestanden i Øyangen har gått tilbake de siste årene. Det har vært satt frem flere hypoteser for å forklare denne tilbakegangen, blant annet at dette kan skyldes episodisk forsurening og/eller økt mengde humus og sedimentering på gyteplassene, temperaturforhold, tappemønster eller økt konkurranse med abbor og ørret. Det er gjennomført noen fiskeundersøkelser de siste tiårene. Disse er av ulik karakter, både når det gjelder formål og innsats. Et enkelt prøvefiske gjennomført før kalkingsstart i 1989, viste at røyebestanden var tynn (Lunder 1988). Det ble imidlertid ikke fisket med flytegarn, og den pelagiske delen av bestanden ble ikke undersøkt.

To av undersøkelsene, i 1996 (Øxnevad 1996) og i 2014 (denne undersøkelsen), er imidlertid relativt sammenlignbare. Undersøkelsen i 1996 viser et fiskesamfunn som har blitt påvirket av kalking i rundt åtte år (med kalkhaleeffekt), mens undersøkelsen i 2014 viser et fiskesamfunn i et vann som ikke har blitt påvirket av kalking i vesentlig grad på 20 år. I 1996 ble det fanget 75 røye, hvorav 21 ble fanget i bunngarn (3 røye per garnserie) og 54 i flytegarn (27 per garnserie). I 2014 ble det kun fanget to røye på bunngarn (0,4 per garnserie) og 10 på flytegarn (5 røye per garnserie). Fangstene på bunngarn og flytegarn var henholdsvis 7,5 og 5,4 ganger høyere i 1996 sammenlignet med i 2014.

I de litorale fangsten var forskjellen mellom 1996 og 2014 minimal for abbor med henholdsvis 94 og 99 abbor per garnserie. Det ble imidlertid fanget langt mer abbor i flytegarnene i 1996. Med tanke på at innsatsen i de grunneste områdene var noe større i 1996 enn i 2014, er det imidlertid lite som tyder på at abborbestanden har endret seg mye. Snittstørrelsen er imidlertid noe større i 2014 (nær 20 cm) sammenlignet med 1996 (ca 18 cm), noe som tyder på at tynningsfiske fra lokale fiskere har hatt en viss effekt på bestanden. Data fra lokale fiskere som gjennomførte tynningsfiske etter abbor over mange år (data fra 2001 til 2013) med både garn og ruser viser at snittstørrelsen og forekomst av enkelte storvokste abbor har økt. Uansett synes abborbestanden i Øyangen fortsatt å være tett.

Ørretfangstene synes også å være relativt like mellom disse to årene. I 1996 ble det fanget 2,3 ørret per garnserie, mens det i 2014 ble fanget 1,8 per garnserie i bunngarn, mens fangstene var identisk med 2,5 ørret per flytegarngarnserie. Man skal alltid være forsiktig med å tolke relative tettheter ut fra prøvefiske gjennomført over en kortere tidsperiode da både abiotiske (f. eks temperatur) og biotiske (f. eks næringstilgang) kan påvirke aktiviteten til fisken, noe som igjen påvirker fangbarheten og fangstene. Det overordnede bilde fra de omfattende prøvefiskene i 1996 og 2014 er imidlertid at røyebestanden har gått tilbake mens abbor og ørretbestandene er relativt stabile. Abborbestanden er høyst sannsynlig en kraftig begrensende faktor for røyebestanden gjennom predasjon på rogn og yngel. Da abbor- og ørretbestandene, som nevnt ovenfor, ikke synes å være tettere nå enn i 1996, er årsaken til røyebestandens tilbakegang lite trolig knyttet til større endringer i bestandstetthet og påvirkning fra det øvrige fiskesamfunnet. Det er da nærliggende å tenke seg at nedgangen i røyebestanden kan være knyttet opp mot endringer i vannkjemiske forhold og/eller økt grad av sedimentering.

### 5.2 Vannkjemiske forhold og temperatur

I Vann-nett og i Austnes (2012) er Øyangen typifisert som en kalkfattig (1-4 mg/l) og humøs (TOC > 5 mg/l) innsjø. I vannforskriften (Direktoratsgruppa for gjennomføringen av vanndirektivet, 2013) er grensen mellom god og moderat tilstand for denne typen satt til hhv. 30 µekv/l, 4,9 og 30 µg/l for de såkalte fysisk-kjemiske støtteparameterne ANC, pH og LAI (årsmiddelerverdier). Noen av de målte kalsiumkonsentrasjonene er lavere enn 1 mg/l, noe som kan skyldes snøs-

melting. Til sammenligning er tilsvarende grenser for en humøs innsjø med kalsiumkonsentrasjon 0,75 – 1 mg/l hhv. 30, 5,0 og 20 for ANC, pH og LAI. De målte/beregnete verdiene for pH og ANC indikerer at tilstanden er innenfor kravene til god tilstand i vannforskriften, spesielt siden dette er prøver tatt om våren. Det samme gjelder konsentrasjonen av LAI.

Konsentrasjonen av DGT-LAI var gjennomgående høyere enn LAI, noe som er forventet ved konstante vannkjemiske forhold (forskjellen mellom DGT-LAI og LAI har i tidligere undersøkelser tilsvart 15-30% av konsentrasjonen av ikke-labilt aluminium, Al II) (Downard et al., 2003; Røyset et al., 2005). Forskjellene mellom LAI og DGT-Al i denne undersøkelsen er ikke store nok til at man kan konkludere med at LAI-konsentrasjonen den 11. april var lavere enn gjennomsnittskonsentrasjonen i perioden 5. – 11. april. Det er dermed ingen indikasjon på at det har vært noen surstøtepisode i løpet av 6-dagersperioden DGT'ene lå ute. Det var heller ingen forskjell mellom prøvene fra øst og vest. Det var antatt at surstøt kunne i større grad kunne forekomme på vestsiden, siden de store tilløpselvene kommer inn her. Med unntak av ved utløpet av Svartbekken, hvor det kan ha vært «problematisk surt» er det lite som tyder på at det har vært en giftig episode, basert på vannprøvene og DGT-perioden. Alle prøver tatt på våren er innenfor oppgitte grenseverdier for høstprøver. Lavt kalsiumnivå viser at vannet er følsomt for forsurening, selv om sulfat og nitratkonsentrasjonene var lave (ca. 1 og 0,1 mg/l hhv). Surstøt i enkelte år eller utenfor årets DGT-periode kan likevel ikke utelukkes helt. Smeltingen våren 2015 var veldig stabil, uten perioder med kraftig avsmelting. Norum mfl. (2011) mente det ikke var grunn til å tro at de vannkjemiske forholdene i Øyangen hadde en negativ påvirkning på røyebestanden. De mente imidlertid også at det kunne forekomme surstøt i enkelte år. Dette kan således påvirke røyebestanden da det er vist at fisk er følsom for surt vann, før og under øyerognstadiet, samt under klekkestadiet (Peterson mfl. 1980, og Gunn & Noakes 1987).

I henhold til anbefalinger om O<sub>2</sub> nivåer for at laksefisk skal utnytte vekstpotensialet sitt i oppdrett, anbefaler Rosseland (1999) at oksygenkonsentrasjonen bør ligge over 6-7 mg/l. Nivåene fra denne undersøkelsen ligger alle mellom 8,2 og 10,3 mg/l og det er lite som tyder på at oksygensvikt er et problem i Øyangen.

Det er antatt at røye vil ha konkurransemessige fortrinn ved lave temperaturer og ved lengre perioder med isdekke sammenlignet med f.eks. ørret og abbor (Shuter mfl. 2012). Dette skyldes blant annet at røye er langt mer effektiv til å utnytte og omsette næring under slike forhold. Selv om mønsteret varierer noe geografisk og med høyde over havet, ser det ut som at innsjøer på Østlandet generelt får kortere perioder med isdekke. F. eks. har isdekket periode i Femunden blitt redusert med 4,5 dager per tiår de siste 50-60 årene (Sandlund mfl. 2012). Dette er en trend som sannsynlig virker i disfavør av røye sammenlignet med ørret og abbor (Shuter mfl. 2012). Fra lokalt hold, er inntrykket at isdekt periode har blitt kortere også i Øyangen (F. Rølsåsen pers. med.). Det er imidlertid vanskelig å si i hvor stor grad dette eventuelt har påvirket røyebestanden i Øyangen, og det hevdes at røyebestanden i nærliggende lokaliteter (f.eks. Store Svartungen, Store Snellingen og Grøa/Våja) ikke er påvirket av rekrutteringssvikt (H. B. Pedersen pers. med.). Effekten på røyebestanden som følge av endringer i temperatur og isdekt periode avhenger imidlertid av flere forhold (abiotiske og biotiske).

### 5.3 Sedimentering, vannstandsvariasjon og gyteplasser for røye

En generell trend de siste tiårene har vært en økning i DOC (dissolved organic carbon). Det har vært flere teorier om hvorfor dette har skjedd, men mindre sur nedbør, økt vegetasjonsdekke og økte nedbørsmengder er de mest aktuelle årsakene (Finstad mfl. 2016, Garmo mfl. 2014, De Wit mfl. 2007). Det kan være både positive og negative sider ved en økt konsentrasjon av organiske stoffer, men ved høye konsentrasjoner vil f. eks. kunne påvirke primærproduksjonen i innsjøene gjennom lysbegrensninger (Finstad mfl. 2014). I tillegg vil trolig økt konsentrasjon av organiske stoffer føre til økt sedimentering. Sedimentering og tilslamming av gyteplasser vil føre til redusert vanngjennomstrømming av substratet. Dette kan medføre økt rognedødelighet, da transporten av oksygen til og avfallsstoffer fra rognen blir redusert (Cooper 1965). En redusert bestand av gytefisk vil også kunne føre til en reduksjon i arealer som holdes «rene» på grunn av



redusert graveaktivitet. Generelt vil laksefisk unngå å legge rogn i substrat med mye slam (Burner 1951, Crisp & Carling 1989). Under dykkeundersøkelsene våre ble gyteplassene for røye funnet i dybdeintervallet 1,6-3,0 meter. I disse områdene ble muddergrensa (området hvor bunnsubstratet i hovedsak består av finsediment) funnet på 3-3,5 meter. Gyteområdene til røye lå som forventet over denne grensen, men forsøk med sedimentasjonskasser viste imidlertid at nedslamming kan være et problem også over denne grensen. Sedimentasjonstykkelsen i dybdeintervallet for gyting varierte mellom 0,7-3,2 mm. Det er imidlertid vanskelig å si hva dette vil bety i form av økt dødelighet på rogn.

Som nevnt innledningsvis er Øyangen regulert. Tappemønster og vannstandsvariasjoner har imidlertid variert en god del de siste 20-30 årene. I perioden rundt år 2000-2010 var det regulanten selv som styrte dette, og innsjøen ble gradvis tappet ned ca. 2 meter fra tidlig vinter og frem mot våren (F. Rølsåsen pers. med.). Med andre ord kan flere av de registrerte gyteområdene for røye ha blitt tørrlagt i denne perioden. Etter 2010, har ikke vannstanden sunket mer enn én meter, og de registrerte gyteområdene har hatt vanndekke i hele inkubasjonsperioden til rogn (F. Rølsåsen pers. med.). Det er noe usikkert om hvordan tappemønsteret var før år 2000, men den potensielle tørrleggingen i perioden fra ca. 2000-2010 kan ha ført til en relativt kraftig reduksjon i røyebestanden. Undersøkelser fra Fjorda i Oppland, viste også at røya kan ha flere gyteplasser veldig grunt (Saksgård mfl. 1999), og det kan ikke utelukkes at andre gyteområder i Øyangen kan være enda mer utsatt for tørrlegging enn de vi registrerte. I tillegg til den direkte dødeligheten som følge av tørrlegging, vil en nedtapping av innsjøen indirekte kunne føre til økt dødelighet på rogn, da det sure overflatevannet i forbindelse med surstøtepisoder i større grad vil komme i kontakt med rogn som ble lagt noe dypere i utgangspunktet. Det rapporteres også fra lokale fiskere at ørekytbestanden synes å ha økt de siste årene. Dette kan også ha sammenheng med endret tappemønster, da en redusert tapping vil føre til at det er mer steinsubstrat og skjul tilgjengelig gjennom vinteren.

## 5.4 Oppsummering og foreslåtte tiltak

Basert på tilgjengelige fiskeundersøkelser synes det som om at røyebestanden har gått tilbake sammenlignet med midten av 1990-tallet. Ørretbestanden og abborbestanden synes imidlertid å være på tilsvarende nivå som tidligere. Det er derfor lite trolig at endringer i fiskesamfunnet for øvrig har ført til de observerte endringene i røyebestanden. Det er da trolig at abiotiske faktorer kan være årsaken til tilbakegangen.

De vannkjemiske forholdene generelt synes ikke å kunne forklare nedgangen, og det var heller ikke noe som tydet på en «giftig» surstøtperiode i 2015. Imidlertid kan Øyangen være utsatt for surstøtperioder i enkelte år på grunn av lavt kalsiumnivå.

Øyangen er regulert, og vannstanden synker årlig fra tidlig vinter og frem til våravsmeltingen. Fra 2010, har vannstanden vært relativt lite nedtappet (under en meter), men i tiåret før dette kunne reguleringshøyden være ned mot to meter. Dette innebærer at flere av gyteområdene som ble registrert i 2015 ville blitt tørrlagt. Dette kan være en sterkt medvirkende forklaring på røyas tilbakegang.

Det er en generell trend med økte konsentrasjoner av organisk materiale og sedimentering i norske innsjøer. Sedimentering av røyas gyteplasser kan være en av de største utfordringene, og grunnen til at røye synes å gå tilbake i mange skogsvann.

Som sagt er det vanskelig å trekke frem en enkeltårsak til at røya har gått tilbake. Tapperegimet er «snillere» nå enn i perioden før 2010, og det kan hende at dette er nok til at røyebestanden vil ta seg opp over tid. Da Øyangen i enkelte år kan være utsatt for surstøt, foreslås det imidlertid å legge ut kalkholdig grus på røyas gyteområder. Dette ble gjort i Fjorda i Oppland, og de første resultatene etter utlegging var positive (Hegge mfl. 2004). For å se om dette har en effekt, fore-

slåes det å velge ut to områder hvor det legges ut grus, mens to områder velges som referanseområder. I alle disse områdene settes det ut klekkedasser med rogn som undersøkes i perioden for klekking/etter klekking for å gi et mål på klekkesuksess. Områdene med utlagt grus bør også sjekkes i forhold til nedslamming og fremtidig egnethet som gyteområder.

## 6 Referanser

- Austnes, K. 2012. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Oppland. NIVA Rapport nr. 6296-2012, 32 s. ISBN 978-82-577-6031-1.
- Burner, C. J. 1951. Characteristics of spawning nests of Columbia river salmon. U.S. Fish. Wildl. Serv. Fish. Bull. 52, 97-110.
- Cooper, A. 1965. The effect of transported stream sediment on the survival of sockeye and pink salmon eggs and alevins. Int. Pac. Salmon Fish. Comm. Bull. 18, 1-71.
- Crisp, D. T. & Carling, P. A. 1989. Observations on siting, dimensions and structure of salmonid redds. J. Fish. Biol. 34, 119-134.
- Direktoratsgruppa for gjennomføringen av vanndirektivet, 2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2013.
- Downard, A.J., Panther, J., Kim, Y.-C., Powell, K.J., 2003. Lability of metal ion-fulvic acid complexes as probed by FIA and DGT: a comparative study. Anal. Chim. Acta 499, 17-28. doi:10.1016/S0003-2670(03)00947-4
- Eklöv, A. & Andersson, B. O. 1996. Rödningen i Ören. Undersökning av lekmiljö och lekområde – Meddel. Länsstyrelsen i Jönköpingslän 8, 1-21.
- Eklöv, A. & Cronberg, G. 1993. Mycklaflon, limnologisk undersökning 1991-1992. –Meddel. Länsstyrelsen i Jönköpingslän 9, 1-53.
- Fabricius, E. & Gustavson, K. J. 1954. Further aquarium observation on the spawning behavior of the char, *Salmo alpinus* L. – Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm 35, 58-104.
- Finstad, A.G., Andersen, T., Larsen, S., Tominaga, K., Blumentrath, S., de Wit, H.A., Tømmervik, H. & Hessen, D.O. 2016. From greening to browning: Catchment vegetation development and reduced S-deposition promote organic carbon load on decadal time scales in Nordic lakes. Sci. Rep. 6, 31944. doi: 10.1038/srep31944.
- Finstad, A.G., Helland, I.P., Ugedal, O., Hesthagen, T. & Hessen, D.O. 2014. Unimodal response of fish yield to dissolved organic carbon. Ecol. Lett. 17. 36-43. doi: 10.1111/ele.12201.
- Fudge, R. J. P. & Bodaly, R. A. 1984. Postimpoundment winter sedimentation and survival of lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) eggs in Southern Indian Lake, Manitoba. – Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41, 701-705.
- Garmo, Ø.A., Røyset, O., Steinnes, E., Flaten, T.P., 2003. Performance study of diffusive gradients in thin films for 55 elements. Analytical Chemistry 75, 3573-3580. doi:10.1021/ac026374n
- Garmo, Ø.A., Skancke, L.B. & Høgåsen, T. 2015. Overvåking av langtransportert forurensset luft og nedbør. Årsrapport – vannkjemiske effekter 2014. Miljødirektoratet rapport M414.
- Garmo, Ø. Skancke, L.B. & Høgåsen, T. 2016. Overvåking av langtransportert forurensset luft og nedbør. Årsrapport – Vannkjemiske effekter 2015. NIVA Rapport 7078-2016. ISBN 978-82-577-6813-3. 33 s + vedlegg.
- Gunn, J. M. & Noakes, D. L. G. 1987. Latent effects of pulse exposure to aluminum and low pH on size, ionic composition, and feeding efficiency of lake trout (*Salvelinus namaycush*) alevins. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44, 1418-1424.
- Hasselrot, B., Andersson, I. B., Alenäs, I. & Hultberg, H. 1987. Response of limed lakes to episodic acid events in southwestern Sweden. Water air Soil Polut. 32, 341-362.
- Hegge, O., Saksgård, R. og Rustadbakken, A. 2004. Utlekking av kalkholdig grus på gyteplasser for røye i Fjorda, Gran kommune. Undersøkelse av gyting og klekking. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen, Rapp. nr. 4/04, 12 s.
- Hesthagen, T. & Saksgård, L. 2000. Effekt av kalking på fiskebestander i innsjøer med vekt på røye. – NINA Oppdragsmelding 643, 1-18.

- Hesthagen, T. & Sandlund, O.T. 1995. Current Status and Distribution of Arctic Char *Salvelinus alpinus* (L.) in Norway: The effects of Acidification and Introductions. *Nordic J. Freshw. Res.* 71, 275-295.
- Hesthagen, T., Sevaldrud, I.H. & Berger, H.M. 1994. Changes in area with damage to fish stocks in Southern Norway due to acidification. NINA Rapport 50, 1-16.
- Hindar, A. 2011. Vannkjemisk utvikling i innsjøer i Buskerud, Telemark og Aust-Agder de 5-8 årene etter avsluttet kalking. NIVA, rapport I.nr. 6260-2011, 34 s.
- Karlson, R. & Lie, E. F. 2015. Bunndyrundersøkelser i forsurede områder i Sør-Aurdal og Gran kommuner i 2014. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernnavdelingen. Rapp. Nr. 1/15, 22 s + vedlegg.
- Kirchweis, F. W. 1976. Reproductive biology and early life history of the Sunapee trout of flood ponds Maine USA. *Trans. Am. Fish. Soc.* 105, 615-619.
- Klif 2012. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter, 2011 (Statlig program for forurensningsovervåking (SPFO)-rapport 1122/2012; Klif-rapport TA-2934/2012 No. SPFO-rapport 1122/2012; Klif-rapport TA-2934/2012). Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif), Oslo.
- Lahti, E. Oksman, H. & Shemeikka, P. 1979. On the survival of vendace (*Coregonus albula*) eggs in different lake types. *Aqua Fenn.* 9, 62-67.
- Lunder K. 1988. Resultater av fiskeribiologiske undersøkelser i Øyangen, Hurdal og Gran kommuner, Akershus og Oppland fylker, september 1986. Notat fra Fylkesmannen i Oslo og Akershus. 4 s.
- Määr, A. 1949. Fertility of char (*Salmo alpinus*) in the Faxälven water system, Sweden. - *Rep. Inst. Freshwat. Res., Drottningholm* 29, 57-70.
- Määr, A. 1950. A supplement to the fertility of char (*Salmo alpinus*) in the Faxälven water system. Sweden. - *Rep. Inst. Freshwat. Res., Drottningholm* 30, 127-130.
- Maitland, P. S. 1995. World status and conservation of the arctic charr *Salvelinus alpinus* L. - *Nordic J. Freshwat. Res.* 71, 113-127.
- Mardsen, J. E. & Krueger, C. C. 1991. Spawning by hatchery-origin lake trout, *Salvelinus namaycush*, in Lake Ontario. Data from egg collections, substrate analysis and diver observations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48, 2377-2384.
- Mills, C. A., Heaney, S. I., Butterwick, C., Corry, J. E. & Elliott, J. M. 1990. Lake enrichment and the status of Windermere charr, *Salvelinus alpinus* (L.) - *J. Fish Biol. (Suppl. A)*, 167-174.
- Norum, I.C.J., Wærvågen, S.B. & Ebne, I. 2012. Biologi og bufferhistorikk I 8 kalkede innsjøer I Jurdalsvassdraget I Gran kommune, med spesiell vekt på fiskeundersøkelser I Øyangen 2011. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernnavdelingen. Rapport nr 11/12, 33 s.
- Overrein, L.N., Seip, H.M. & Tollan, A. 1980. Acid precipitation - effects on forest and fish. Final report on the SNSF-project 1972-1980. SNSF-project FR 19/80. 175 s.
- Pedersen H. B., Oppegård B. og Huseklepp J. W. 1990. Aksjon 88 - forurensningssituasjonen i Akershus. Rapport fra Akershus JFF og Fylkesmannen i Oslo og Akershus. 84 sider + vedlegg.
- Peterson, R.H., Daye, P.G. & Metcalfe, J.L. 1980. Inhibition of Atlantic salmon (*Salmo salar*) hatching at low pH. - *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37, 770-774.
- Rosseland, B. O. 1999. Vannkvalitetens betydning for fiskehelsen. I: Poppe, T. (red.) Fiskehelse og sykdommer. Universitetsforlaget, Oslo. 411 s.
- Røyset, O., Rosseland, B.O., Kristensen, T., Kroglund, F., Garmo, Ø.A., Steinnes, E., 2005. Diffusive gradients in thin films sampler predicts stress in brown trout (*Salmo trutta* L.) exposed to aluminum in acid fresh waters. *Environ. Sci. Technol.* 39, 1167-1174. doi:10.1021/es049538l
- Saksgård, R., Hesthagen, T. & Sollibråten, T. 1999. Klekkforsøk med røyerogn, og bestandsforhold hos fisk i Fjorda. NINA Oppdragsmelding 591: 1-20.
- Sandlund, O.T., Museth, J., Næsje, T.F., Qvenild, T., Saksgård, R. & Ugedal, O. 2012. Storauren i Femund og Isteren. Utvikling i bestandene over de siste 30 år. - NINA Rapport 853. 54 s. + vedlegg.

- Shuter, B.J., Finstad, A.G., Helland, I.P., Zweimüller, I. & Hölker, F. 2012. The role of winter phenology in shaping the ecology of freshwater fish and their sensitivities to climate change. *Aquatic Sciences* 74:637-657.
- Sigmond, E. M. O., Gustavson, M. og Roberts, D. 1984. Bergrunnskart over Norge. M. 1:1 million-Norges geologiske undersøkelser.
- Wilberg, J.H. 1998. Fiskeribiologiske undersøkelser i Øyangen høsten 1998. Rapport fra Akershus Jeger - og Fiskerforbund.
- de Wit, H.A., Mulder, J., Hindar, A. & Hole, L. 2007. Long-Term Increase in Dissolved Organic Carbon in Streamwaters in Norway is Response to Reduced Acid Deposition. *Environ. Sci. & Technol.* 41, 7706-7713. doi: 10.1021/es070557f.
- Wolf, K. 1957. Blue-sac disease investigations: microbiology and laboratory induction. *Prog. Fish. Cult.* 17, 14-18.
- Øxnevad, S. A. 1996. Prøvefiske i Øyangen, Gran-Hurdal, 1996. Notat fra Fylkesmannen i Oppland. 7 s.

**Vedlegg 1. Analysemetoder - vannkjemi**

Kode	Variabelnavn	Enhet	Analysemetode	Analyseinstrument	Kvantifiseringsgrense
pH	pH		Potensiometri	Metrohm Titrino GPT799 og ManTech analyserobot	-
Kond	Konduktivitet	mS m <sup>-1</sup> v/25C	Elektrometri	Metrohm Conductivity meter 712 og ManTech analyserobot	0,2
Alk	Alkalitet	mmol L <sup>-1</sup>	Potensiometrisk titre- ring til pH = 4,5	Metrohm Titrino GPT799 Sm og ManTech analyserobot	0,01
Ca	Kalsium	mg L <sup>-1</sup>	Ionokromatografi	Dionex ICS2000	0,002
Mg	Magnesium	mg L <sup>-1</sup>	"	"	0,002
Na	Natrium	mg L <sup>-1</sup>	"	"	0,002
K	Kalium	mg L <sup>-1</sup>	"	"	0,003
Cl	Klorid	mg L <sup>-1</sup>	"	"	0,005
SO <sub>4</sub>	Sulfat	mg L <sup>-1</sup>	"	"	0,005
Al/R, Al/Il	Reaktiv og ikke labilt aluminium	µg L <sup>-1</sup>	Automatisert fotometri	Skalar SAN Plus Autoanalysator	5
LAl	Labil aluminium	µg L <sup>-1</sup>		Beregnes ved differansen mellom Al/R og Al/Il	
TOC	Total organisk karbon	mg C L <sup>-1</sup>	Oksidasjon til CO <sub>2</sub> med UV/persulfat og måling med IR-detektor	Phoenix 8000	0,10
NO <sub>3</sub> -N	Nitrat	µg N L <sup>-1</sup>	"	"	1
NH <sub>4</sub> -N	Ammonium	µg N L <sup>-1</sup>	"	"	5

**Vedlegg 2. Lokasjon og fysisk beskrivelse av område for utplassering av DGT****Andtjennsvika**

UTM: 32V 606373 6693308  
 Dyp ved lokalitet: 2,92 m

	Dato	Klokkeslett	Istykkelse, cm	Temperatur ved 1 m	Snødyp, cm
Utsetting av DGT'er	05.04.2016	09:54	46,5	1,0	41
Innhenting av DGT'er	11.04.2016	08:54	48	1	33

Vannprøver hentet fra 0,5 og 1,5 meters dyp, 11.04.2016

**Pølsesund**

UTM: 32V 605471 6693007  
 Dyp ved lokalitet: 2,71 m

	Dato	Klokkeslett	Istykkelse, cm	Temperatur ved 1 m	Snødyp, cm
Utsetting DGT'er	05.04.2016	11:24	50,5	1,0	40
Innhenting DGT'er	11.04.2016	09:45	36	1	32

Vannprøver hentet fra 0,5 og 1,5 meters dyp, 11.04.2016

Snødyp ble målt i nedbørsfeltet som et gjennomsnitt fra 10 representative målepunkter fra hver av lokalitetene den enkelte dag.









*Norsk institutt for naturforskning (NINA) er et nasjonalt og internasjonalt kompetansesenter innen naturforskning. Vår kompetanse utøves gjennom forskning, utredningsarbeid, overvåking og konsekvensutredninger.*

*NINAs primære aktivitet er å drive anvendt forskning. Stikkord for forskningen er kvalitet og relevans, samarbeid med andre institusjoner, tverrfaglighet og økosystemtilnærming. Offentlig forvaltning, næringsliv og industri samt Norges forskningsråd og EU er blant NINAs oppdragsgivere og finansieringskilder.*

*Virksomheten er hovedsakelig rettet mot forskning på natur og samfunn, og NINA leverer et bredt spekter av tjenester gjennom forskningsprosjekter, miljøovervåking, utredninger og rådgiving.*

ISSN:1504-3312  
ISBN: 978-82-426-2971-5

## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: [firmapost@nina.no](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger