

# Vannkjemisk utvikling og biologisk tilstand etter kalkslutt i innsjøer i Hedmark





<b>Hovedkontor</b> Gautadalléen 21 0349 Oslo Telefon (47) 22 18 51 00	<b>NIVA Region Sør</b> Jon Lilletuns vei 3 4879 Grimstad Telefon (47) 22 18 51 00	<b>NIVA Region Innlandet</b> Sandvikaveien 59 2312 Ottestad Telefon (47) 22 18 51 00	<b>NIVA Region Vest</b> Thormøhlensgate 53 D 5006 Bergen Telefon (47) 22 18 51 00	<b>NIVA Danmark</b> Njalsgade 76, 4. sal 2300 København S, Danmark Telefon (45) 39 17 97 33
--	--	---	--	--

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

Tittel Vannkjemisk utvikling og biologisk tilstand etter kalkslutt i innsjøer i Hedmark. Rapport fra overvåking i perioden 2015-2018.	Løpenummer 7400-2019	Dato 26. mai 2019
Forfatter(e) Øyvind Garmo, Stein Ivar Johnsen (NINA), John Gunnar Dokk (NINA), Tobias Holter (NINA) Johnny Håll, Jarl Eivind Løvik og Kjetil Olstad (NINA)	Fagområde Kalking og forsuring	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Hedmark	Sider 119

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Hedmark	Oppdragsreferanse Ragnhild Skogsrud
Oppdragsgivers utgivelse:	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 15328

<p>Sammendrag</p> <p>Kalkingsprogrammet i Hedmark ble avsluttet i 2013. I etterkant ble det iverksatt overvåking av vannkjemi, bunndyr, fisk og kreps i tidligere kalkede vannforekomster. Kalsiumnivået er redusert siden kalkingen ble avsluttet, men var i perioden 2015-2018 fortsatt høyere enn antatt ukalket nivå i sørlige deler av fylket. pH har blitt redusert, men ikke til nivåer som tilsvarer «moderat» eller dårligere tilstand i følge vannforskriften. Det samme gjelder syrenøytraliserende kapasitet (ANC). Konsentrasjonen av labilt aluminium (LAI) var lav i de fleste innsjøer. Bunndyrfaunaen indikerte «god» tilstand i 34 av 52 lokaliteter. De klareste indikasjonene på reforsuring ble påvist i Nord-Odal/Åsnes-området. Det gjaldt også for fiskebestandene som i tillegg viste negativ trend i øvre deler av Flagstadelva. I tre av fire undersøkte lokaliteter med edelkreps har bestandene ikke klart å bygge seg opp igjen etter å ha vært skadet av forsuring.</p>
--

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Overvåking</li> <li>2. Forsuring</li> <li>3. Kalking</li> <li>4. Vann og vassdrag</li> </ol>	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Monitoring</li> <li>2. Acidification</li> <li>3. Liming</li> <li>4. Lakes and rivers</li> </ol>
--	--

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

*Øyvind Garmo*  
Prosjektleder

*Atle Hindar*  
Kvalitetssikrer

*Malcolm Reid*  
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7135-5  
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

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



**Vannkjemisk utvikling og biologisk tilstand  
etter kalkslutt i innsjøer i Hedmark  
Rapport fra overvåking i perioden 2015-2018**



## Forord

I april 2015 lyste Fylkesmannen i Hedmark ut en anbudskonkurranse om overvåking av kalkede vassdrag i Hedmark fylke. Fylkesmannen ønsket å følge den vannkjemiske utviklingen etter at det i 2013 ble besluttet å avslutte all vassdragskalking i fylket, samt undersøke tilstanden til fisk, bunndyr og kreps. Undersøkelsene ble utført som et samarbeidsprosjekt mellom NIVA og NINA med Øyvind Garmo og Stein Ivar Johnsen som prosjektledere ved henholdsvis NIVA og NINA. Fylkesmannen har, med assistanse fra Mette Gun Nordheim (NIVA), sørget for å organisere vannprøvetaking. De fleste vannprøvene ble tatt av representanter for organisasjoner (lag og foreninger, kommuner, fjellstyrer) som søkte om tiltak, og som også stod for prøvetakingen da innsjøene ble kalket. Vannprøvene ble analysert ved NIVAs akkrediterte laboratorium. Bunndyrprøvene ble tatt av Jarl Eivind Løvik og analysert av Tor Erik Eriksen, Eivind Ekholt Andersen og Johnny Håll, alle NIVA. Fiske og analyse av fiskemateriale ble utført av Kjetil Olstad, John Gunnar Dokk, Kim Magnus Bærum, Tobias Holter, Jan Teigen og Stein Ivar Johnsen fra NINA med assistanse fra Frode Næstad (HiH). Krepseundersøkelsene ble gjennomført av Stein Ivar Johnsen og Oddgeir Andersen (begge NINA). Espen Lund fra NIVA har laget kartene i kapittel 2.5. Atle Hindar og Jon Museth har kvalitetssikret rapporten. Takk til alle involverte.

Ottestad/Lillehammer, mai 2019

*Øyvind Garmo og Stein Ivar Johnsen*

---





# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Metode .....</b>	<b>8</b>
2.1	Vannkjemi .....	8
2.2	Bunndyr .....	8
2.3	Fisk .....	9
2.3.1	Innsjøundersøkelser .....	9
2.3.2	Undersøkelser i elver/bekker .....	9
2.4	Kreps .....	10
2.5	Om innsjøene, typifisering og klassifisering etter vannforskriften .....	11
2.5.1	Om innsjøene og deres nedbørfelt .....	11
2.5.2	Typifisering og klassifisering etter vannforskriften .....	12
2.5.3	Vurdering av reforsuringseffekter .....	16
<b>3</b>	<b>Resultater .....</b>	<b>20</b>
3.1	Tidsutvikling vannkjemi .....	20
3.1.1	Eidskog .....	21
3.1.2	Kongsvinger .....	23
3.1.3	Sør-Odal .....	25
3.1.4	Grue .....	26
3.1.5	Nord-Odal og Åsnes .....	27
3.1.6	Stange og Løten .....	28
3.1.7	Ringsaker og Stor-Elvdal .....	28
3.1.8	Trysil .....	28
3.1.9	Engerdal .....	28
3.1.10	Rendalen .....	35
3.1.11	Os .....	35
3.2	Fisk .....	38
3.2.1	Eidskog .....	39
3.2.2	Kongsvinger .....	42
3.2.3	Sør-Odal .....	45
3.2.4	Grue .....	46
3.2.5	Nord-Odal og Åsnes .....	49
3.2.6	Stange og Løten .....	54
3.2.7	Ringsaker og Stor-Elvdal .....	56
3.2.8	Trysil .....	65
3.2.9	Engerdal .....	74
3.2.10	Rendalen .....	79
3.2.11	Os .....	85
3.3	Kreps .....	90
3.3.1	Søndre Bellingen .....	90
3.3.2	Nordre Bellingen .....	92
3.3.3	Bæreia .....	93
3.3.4	Skårillen .....	93



3.4	Flagstadelva .....	94
3.5	Vurdering av tilstand og reforsuringseffekter .....	100
3.5.1	Eidskog.....	100
3.5.2	Kongsvinger .....	101
3.5.3	Sør-Odal.....	101
3.5.4	Grue.....	102
3.5.5	Nord-Odal og Åsnes.....	102
3.5.6	Stange og Løten .....	103
3.5.7	Ringsaker og Stor-Elvdal .....	103
3.5.8	Trysil .....	104
3.5.9	Engerdal.....	104
3.5.10	Rendalen.....	105
3.5.11	Os.....	105
3.6	Oppsummering og regionale forskjeller .....	112
<b>4</b>	<b>Anbefalinger om tiltak.....</b>	<b>116</b>
<b>5</b>	<b>Litteratur.....</b>	<b>117</b>



## Sammendrag

Kalkingsprogrammet i Hedmark omfattet på 1990-tallet over 200 innsjøer, i tillegg til dosereralking av Flagstadelva. I 2001 begynte nedtrappingen da kalkingen av den store innsjøen Røgden ble avsluttet. I 2013 ble all statlig finansiert innsjøkalking i Hedmark stoppet. Bakgrunnen for denne avgjørelsen var betydelig reduksjon i nedfallet av svovel og nitrogen, og usikkerhet rundt behovet for fortsatt kalking. I denne undersøkelsen har målet vært å dokumentere hva som har skjedd med vannkjemien og tilstanden til bunndyrfauna, krepsebestander og fiskesamfunn etter stopp i kalkingen.

Konsentrasjonen av sulfat og nitrat i de undersøkte innsjøene var lav og nær antatt bakgrunnsnivå. Kalsiumnivået er redusert siden kalkingen ble avsluttet, men var fortsatt høyere enn antatt ukalket nivå i sørlige deler av fylket. Det skyldes trolig en langtidseffekt av sedimentert kalk, men det kan også være at ukalket nivå i Eidskog, Kongsvinger og Sør-Odal er noe høyere enn antatt. pH er redusert, men ikke til nivåer som tilsvarer «moderat» eller dårligere tilstand i henhold til vannforskriften. Det samme gjelder syrenøytraliserende kapasitet (ANC) der denne ble bestemt, og konsentrasjonene av labilt aluminium (LAI) var med få unntak lave.

Tilstanden til bunndyrfaunaen vurdert på bakgrunn av en kvalitativ bestemmelse av artssamfunnet og beregning av Forsuringsindeks 1, indikerte «god» tilstand i 34 av 52 undersøkte lokaliteter og «moderat» eller dårligere tilstand i 13. Dårligst var tilstanden i sørlige deler av fylket, spesielt i området Nord-Odal og Åsnes. I de resterende fem lokalitetene var stasjonene lite egnet til bunndyrprøvetaking.

For ørret, som var en målart for kalkingen, var det relativt store geografiske forskjeller i fangstutbyttet. I flere av de undersøkte sørlige og østlige skogsvannene i Hedmark har relativt tette abborbestander. I tillegg har flere av disse innsjøene relativt små gyte- og oppvekstarealer, noe som gir lave tettheter av ørret. Likevel var tettheten av ungfisk på utløpselvene stedvis relativt god. Lenger nord i fylket var det innsjøer der ørret som eneste fiskeart, viste høyere tettheter. Med unntak av noen lokaliteter i Nord-Odal og Åsnes (med svært lave ungfisktettheter og relativt lav pH og noe forhøyde LAI-verdier) var det ingen åpenbare tegn til reforsuring på fiskebestandene. I øvre deler av Flagstadelva har tettheten av ørret gått ned i perioden 2014-2018, noe som kan skyldes endringer i vannkjemien etter avsluttet kalking. Vannkjemien i enkelte lokaliteter, som f.eks Raudtjønna i Os (forhøyet LAI og avtagende pH) kan føre til bestandsreduksjoner selv om det ikke var synlige tegn på det i denne undersøkelsesperioden.

Edelkrepsbestanden ble undersøkt i fire lokaliteter der bestanden har vært påvirket av forsurening. For tre av bestandene foreligger historiske data, og det ser ikke ut til at disse bestandene har klart å bygge seg opp igjen. I Bæreia var det også en kraftig nedgang i CPUE fra 2015-2017, noe som kan skyldes endret vannkjemien, og tidvis lave kalsiumnivåer.

Kalsiumkonsentrasjonen var redusert til nær forventet ukalket nivå i 12 av de 14 innsjøene hvor det ble funnet biologiske indikasjoner på reforsuringseffekter. Alkalitet, ANC og pH forventes her også å være nær ukalket nivå. I flere av disse er det først nylig at kalkhaleeffekten har blitt tilnærmet borte. Det er derfor noe usikkert om den negative trenden for de forsuringsfølsomme artene vil fortsette, eller om situasjonen vil stabilisere seg. Videre er det usikkert om samme trend i framtiden også vil gjøre seg gjeldende i innsjøer hvor det fremdeles er en viss kalkhaleeffekt.

# 1 Innledning

Sur nedbør som følge av forbrenning av store mengder fossilt brennstoff, har påvirket akvatiske og terrestriske økosystemer i et halvt århundre eller mer. Forbrenningen gir utslipp av nitrogen- og svovelforbindelser som i atmosfæren kan transporteres over lange avstander før de avsettes som potensielle surgjørere. I vassdragene faller mesteparten ned på landjorda, siden den utgjør større del av nedbørfeltet enn vannet, og effekten på kjemien i bekker og innsjøer er derfor avhengig av jordsmonnets egenskaper. Forsuringsfølsomme vann (lav syrenøytraliserende kapasitet) finnes særlig i nedbørfelt med tynt jordsmonn preget av forvittringsbestandige silikater og lite karbonater (Reuss og Johnson, 1986). Det som skjer når syrene ikke blir nøytralisert i jordsmonnet er at pH i avrenningen reduseres og at aluminium, som er det tredje vanligste grunnstoffet i jordskorpen, øker. Lav pH kombinert med aluminium er giftig for fisk (Gensemer og Playle, 1999). Den giftigste fraksjonen av aluminium forsøkes kvantifisert som labilt aluminium (LAI), en fraksjon som hovedsakelig består av positivt ladete former. En annen sentral forsuringsparameter er vannets ANC (syrenøytraliserende kapasitet, se definisjon i Vedlegg A), som i innsjøer gir en god indikasjon på om pH kan falle så lavt at forholdene blir giftige (se f.eks. Bulger et al., 1993; Hesthagen et al., 2008; Lien et al., 1996). I Europa har Fennoskandia vært spesielt utsatt med sine mange forsuringsfølsomme vannforekomster. I Norge har forsuring forårsaket utryddelse av lokale laksestammer i 7 større elver og tap av ørrepopulasjoner i tusenvis av innsjøer (Hesthagen et al., 1999; Jensen og Snekvik, 1972). Ryensjøen i Osdalen (med i denne undersøkelsen) ble angivelig fisketom pga. av forsuring allerede tidlig på 1950-tallet<sup>1</sup>. Dette er det første kjente vannet i Hedmark som ble fisketomt som følge av forsuring. Bunndyr, påvekstalger, dyre- og planteplankton er eksempler på andre akvatiske samfunn som blir påvirket på den måten at det blir færre individer av forsuringsfølsomme arter mens det blir flere av de tolerante. I belastede områder kan visse arter forsvinne helt (AMAP, 2006).

Gledelig er det at utslippene av svovel og nitrogen har falt med hhv. ca. 80 og 50% siden 1980 (Aas et al., 2018). Dette som følge av overgang til renere energikilder og rensetiltak for utslipp, presset fram av bl.a. kunnskap om sammenhengen med fiskedød i Norge. FNs konvensjon om langtransportert, grenseoverskridende luftforurensning fra 1979 ble viktig for å få gjennomført de nødvendige kuttene (Maas et al., 2016). Den viktigste andre muligheten forvaltningen har hatt til å motvirke effekter av sur nedbør er bruk av syrenøytraliserende midler i nedbørfeltet eller direkte i vannet. Kalk (kalsiumkarbonat) i forskjellige størrelsesfraksjoner har vært det mest brukte middelet (Clair og Hindar, 2005). I Norge ble den første millionen til kalking bevilget i 1983. Enkelte prosjekter i Hedmark var med allerede fra starten, og siden har 248 lokaliteter i fylket blitt kalket gjentatte ganger. Toppåret for kalking i Hedmark var 1997 da 212 innsjøer ble kalket. Størst mengde kalk ble spredd i 1995 med 4215 tonn<sup>1</sup>. I 2002 begynte nedtrappingen i takt med redusert svovelbelastning, med avslutning av direkte kalking av Røgden, og i 2014 ble statlig kalking i Hedmark helt avsluttet.

Kalkingen ble avsluttet bl.a. fordi det ikke lenger kunne dokumenteres at fortsatt innsjøkalking var nødvendig for å sikre overlevelsen av ørret (Garmo og Austnes, 2012). Vurderingen den gang var basert på modeller som ble brukt til å estimere hva kalsium og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) ville vært uten kalking. Områder i Hedmark hvor tålegrenser for forsuring er overskredet utgjør nå en svært liten del av fylket<sup>2</sup> (Austnes og Lund, 2014). I dette prosjektet har vi undersøkt hvordan det har gått med vannkjemien etter at kalkingen ble avsluttet og hvordan det har gått med fisk, bunndyr og

---

<sup>1</sup> <https://fylkesmannenhedmark.wordpress.com/2014/05/08/sur-nedb-or-vassdragene-i-hedmark-friskmeldes/>

<sup>2</sup> Tålegrenser refererer i denne sammenhengen til den største depositionsjonen av syre som nedbørfeltet tåler uten at vannet blir surere enn en kritisk grense. Gjenhentingsperioden kan gå over flere år, og et vann kan derfor være forsuret selv om tålegrensen ikke lenger er overskredet.

kreps. En rapport fra overvåkingen i perioden 2014-2016 ble utgitt i 2017 (Garmo et al., 2017), og det henvises til denne for rådata fra første halvdel av overvåkingsperioden.

## 2 Metode

### 2.1 Vannkjemi

Vannkjemi ble undersøkt i 82 innsjøer (Vedlegg B). Prøvene ble hovedsakelig tatt av representanter for organisasjoner (lag og foreninger, kommuner, fjellstyrer) som søkte om tiltak, og som også stod for prøvetakingen da innsjøene ble kalket. Prøvetakerne fikk tilsendt flaske og instruks fra NIVAs laboratorium. De fleste prøvene ble tatt på senhøsten i utløpsbekken nær utløpet av innsjøen. Hensikten var å få tatt prøven under eller etter høstomrøringen, da vannkjemien antas å være forholdsvis lik i hele vannvolumet. Fire av de mest avsidesliggende innsjøene (Os og Engerdal) ble prøvetatt på senvinteren ved å borre seg gjennom isen. I seks av innsjøene med kreps ble det tatt prøve både vår og høst. Prøvene ble returnert med posten til NIVAs laboratorium for analyse. Analyseprogrammet bestod enten av magnesium, natrium, kalium, klorid, sulfat, nitrat, totalkonsentrasjon av nitrogen, aluminiumsfraksjoner, pH, alkalitet, totalkonsentrasjon av organisk karbon og kalsium («full forsuringsspakke») eller et redusert program kun bestående av de fire sistnevnte parameterne. Nærmere beskrivelse av analysemetodene er gitt i Vedlegg A. Data fra kalkingsperioden ble framskaffet av Fylkesmannen.

### 2.2 Bunndyr

Det ble tatt prøver fra 52 elvelokaliteter i Hedmark i perioden 2015-2018. Det ble fortrinnsvis samlet inn to prøver fra lokalitetene i perioden for å se om i) det var variasjoner i forsuringspåvirkning i høstprøver mellom år (prøvetaking høst + høst), og ii) sesongvariasjoner i forhold til perioden rett etter snøsmelting og høst (vår + høst). Vårprøver ble samlet inn i mai og juni og høstprøver i oktober. Det ble samlet to høstprøver fra 29 lokaliteter, en høstprøve og en vårprøve fra 17 lokaliteter, mens det ble tatt kun en høstprøve fra 6 lokaliteter.

Prøvene ble tatt ved å benytte en standardisert sparkemetode (NS-EN ISO 10870:2012) og er i henhold til retningslinjer gitt i klassifiseringsveileder for vannforskriften (Veileder 02:2018). Metoden består av flere enkeltprøver og er i sterk grad bundet opp til et bestemt areal. Dette gjør metoden stringent og lett etterprøvbare. Hver prøve tas over en strekning på én meter. Det anvendes 20 sekunder pr. én meters prøve. I alt tas det tre slike pr. minutt. Dette gjentas tre ganger og i alt representerer materialet ni én meters prøver. Dette tilsvarer 3 x 1 minutters prøver, som var et vanlig tidsforbruk i mange slike undersøkelser før implementeringen av Vannforskriften, og representerer bunndyrsamfunnet på omlag 2,25 m<sup>2</sup> av elvebunnen. Det ble benyttet sparkehåv med åpning 25 x 25 cm og 250 µm maskevidde under prøvetakingen. For å unngå tetting av håven og tilbakespyling, tømmes håven etter tre enkeltprøver (ett minutt), eller oftere hvis substratet er finpartikulært. Alle ni delprøver fra hver lokalitet ble samlet til en blandprøve og fiksert med etanol i felt. Materialet ble tatt med til NIVAs laboratorium og identifisert til lavest mulige taksonomiske nivå ved hjelp av stereolupe.

## 2.3 Fisk

I dette prosjektet ble det gjennomført fiskeundersøkelser i både innsjøer og i mindre elver/bekker. Med unntak av en bekk ble det gjort undersøkelser i utløpsbekker fra tidligere kalkede innsjøer. Dette for å vurdere tilstanden til fiskebestanden på den elvestrekningen som var påvirket av den tidligere kalkingen. Utløpselver er generelt mindre viktig for rekruttering av fisk til innsjøer enn innløpsbekker. De innsamlede dataene fra bekkene vil derfor i mindre grad gi kunnskap om rekrutteringsgrunnlaget til den nærliggende innsjøen, og må i stor grad vurderes som selvstendige vannobjekter.

### 2.3.1 Innsjøundersøkelser

Garnfangst. Metodikken for garninnsats er til dels bestemt av tilbudet, men er i stor grad endret etter samtaler med oppdragsgiver og i noen tilfeller fordi grunneiere ønsket et noe «forsiktig» uttak av fisk. Da ørret (til dels sammen med røye) har vært en målart for kalkingen, ble garninnsatsen konsentrert til strandsonen (0-6 meters dyp) i 2016. Med unntak av ett vann var røyelokalitetene så små eller så grunne at det ikke var aktuelt å sette flytegarn. I 2018 ble garnsettingen gjennomført i henhold til gjeldende standard NS 9455:2015 «Vannundersøkelse – Retningslinjer for ferskvannsbiologiske undersøkelser», med videre henvisning til NS-EN 14757 og tilpasning til norske forhold (Schartau mfl. 2016). Denne standarden benyttes i dag i svært mange større overvåkingsprosjekter for norsk miljøforvaltning, og benytter seg av nordiske oversiktsgarn. Sammenligning av CPUE verdier mellom år ble gjort for dybdeintervallet 0-6 meter (anbefalt etter Ugedal mfl. 2005).

**Prøvetaking.** Det ble registrert lengde, vekt, kjønn, kjønnsmodning, kjøttfarge (ørret og røye) og magefyllingsgrad (på en skala fra 0-5). Det ble også tatt ut mageprøver hvor de ulike næringsdyrene ble sortert i ulike taksonomiske grupper og resultatene blir presentert i volumprosent for hver art/gruppe. For alle arter (ikke ørekyte) ble det tatt ut otolitter for aldersberegninger. For ørret ble det i tillegg tatt skjellprøver for tilbakeberegning av lengde. For øvrige arter (ikke ørekyte, som kun ble talt opp) ble veksten framstilt ved å plote lengde mot alder ved fangst (empirisk vekstkurve). Det er i hovedsak tatt prøver av all ørret og røye (et utvalg hvis stor fangst), mens det er tatt et utvalg (maks 20 stk) prøver til alder/vekst og diettanalyser for de øvrige artene (ikke ørekyte).

### 2.3.2 Undersøkelser i elver/bekker

For alle lokalitetene ble det gjort en tilnærming for å beregne den faktiske tettheten av ørret (antall per arealenhet). I enkelte lokaliteter var tetthetene såpass gode at stasjonene ble avfisket ved tre gangers overfiske, mens i andre lokaliteter var tettheten av ørret så lav at det ble prioritert å fiske over et større areal en gang. I enkelte lokaliteter ble det også kombinert en-, to- og tre gangers overfiske. Antall stasjoner per lokalitet og stasjonenes areal avhenger av elvas utforming og varierer innad og mellom elver/bekker.

Tettheten av fisk er beregnet ut fra avtak i fangst ved tre gangers overfisking, "successive removal" (Bohlin et al., 1989; Zippin, 1958). For stasjoner med én gangs overfiske ble tettheten av fisk beregnet ved å sette fangbarheten (p) lik 0,5. All fisk blir artsbestemt og lengdemålt i felt til nærmeste mm.



## 2.4 Kreps

Det ble gjennomført krepseundersøkelser i fire innsjøer (Søndre Bellingen, Nordre Bellingen, Bæreia og Skårillen). I tillegg ble det som en del av elveundersøkelsene (se kap. 2.3.2) fanget kreps med håndholdt elektrisk fiskeapparat.

Undersøkelsene baserte seg på samme metodikk som beskrevet av Johnsen (2013), og det ble innhentet relative estimater på bestandstetthet ved bruk av teiner og dykking ( $K/TN$ =ant. kreps per teinenatt;  $K/TD$ = ant. kreps fanget per time dykk). All kreps ble lengdemålt fra pannespiss (rostrum) til ytterst på midtre haleflik (telson) og kjønnsbestemt før de ble sluppet tilbake til innsjøen. I hver lokalitet ble det fisket med rundt 50 teiner agnet med kyllingklubber/vinger.

Det ble benyttet sammenleggbare, sylindrerformede teiner (diameter 24 cm, lengde 48 cm) med to åpninger (5x5 cm) og maskevidde 12 mm. Det er en stor fordel at det brukes 12 mm maskevidde på teinene, da disse fanger langt mer effektivt på kreps under 95 mm (Johnsen et al., 2014) og fordi klassifiseringssystemet (beskrivelse av bestandstetthet) som brukes i det nasjonale overvåkingsprogrammet baserer seg på 12 mm maskevidde. Krepsens aktivitet og næringsopptak er også svært temperaturavhengig, og ved temperaturer under 8-10 °C er krepsen lite fangbar med teiner. For å minimalisere effekten av skallskifter og lav temperatur ble prøvefisket gjennomført i perioden fra rundt midten av august til midten av september.

I tillegg til fangst med teiner ble det fanget kreps ved dykking i 2015. Denne fangstmetoden er, i forhold til teinefangst, mindre påvirket av skallskifter og temperatur. Videre vil en ved dykking fange kreps av mindre størrelse enn ved teinefangst. Dykkefangst og teinefangst vil derfor utfylle hverandre. På større skala, er imidlertid den generelle trenden at fangst per time dykk og fangst per teinenatt er godt korrelert (Johnsen 2013). Dykkeundersøkelsene ble gjennomført samtidig, eller i samme tidsrommet som teinefisket. Det ble brukt samme dykker som i det nasjonale overvåkingsprogrammet, da dykkerens erfaring har stor betydning for resultatet. Det ble dykket på en stasjon per lokalitet i 2015. I 2017 utgikk dykking da det av sikkerhetsmessige krav ble for kostbart å gjennomføre dette. Dykking er også utelatt fra det nasjonale overvåkingsprogrammet for edelkreps av samme grunn. NINA sitter også på eldre krepsedata S. Bellingen, N. Bellingen og Bæreia som vil innlemmes i vurderingen av krepsebestandenes utvikling.

Det er vanskelig å gi noen klare kriterier for å bedømme en krepsebestand ut fra antall kreps pr. teinenatt ( $K/TN$ ), eller antall kreps pr. time dykk ( $K/TD$ ). I denne rapporten brukes allikevel beskrivelsen fra Taugbøl (2002), noe som samsvarer med metodikken i den nasjonale overvåkingen av edelkreps (Johnsen 2013):

$K/TN$ :

$K/TN < 0.5$ : Svært tynn bestand

$0.5 < K/TN < 2.5$ : Tynn til middels bestand

$2.5 < K/TN < 5$ : God bestand

$K/TN > 5$ : Svært god bestand

$K/TD$ :

$K/TD < 10$ : Svært tynn bestand

$10 < K/TD < 50$ : Tynn til middels bestand

$50 < K/TD < 100$ : God bestand

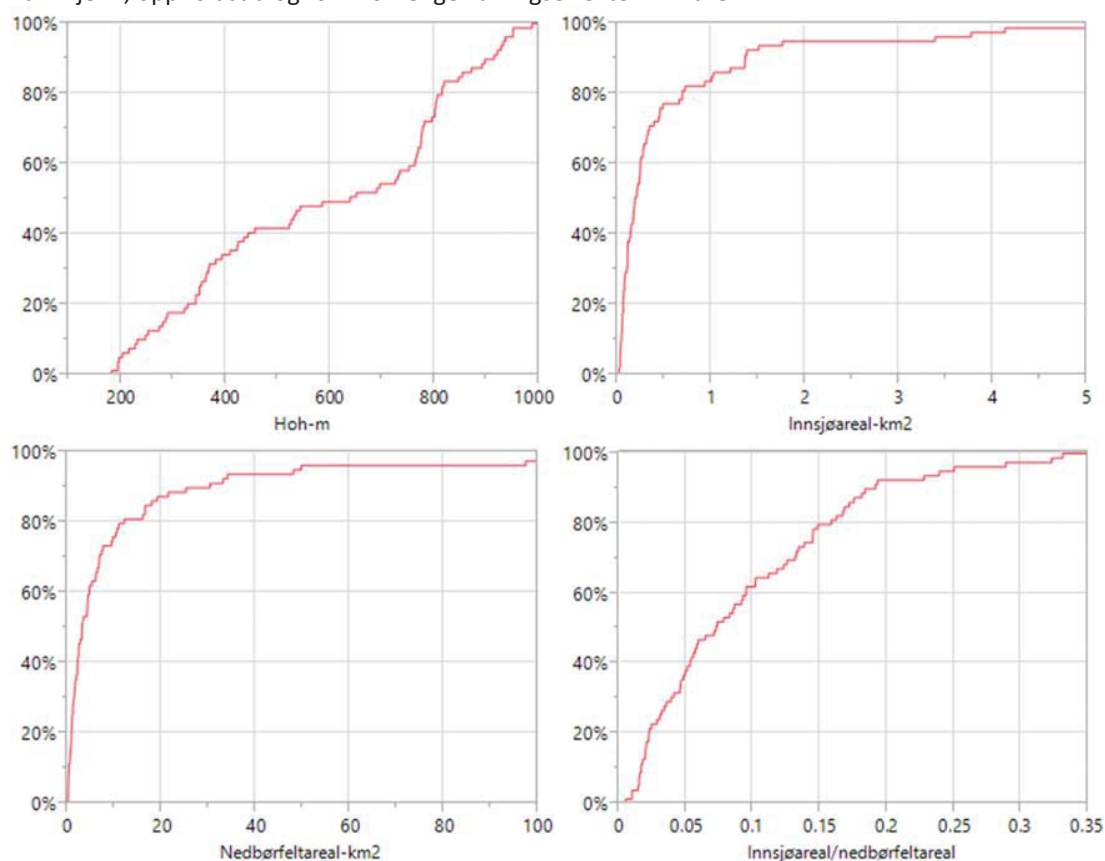
$K/TD > 100$ : Svært god bestand

Det presiseres at annen bakgrunnsinformasjon om lokaliteten og generelt god kunnskap om krepsens biologi er nødvendig som bakgrunn for vurderingen av krepsebestandene.

## 2.5 Om innsjøene, typifisering og klassifisering etter vannforskriften

### 2.5.1 Om innsjøene og deres nedbørfelt

Innsjøene som er med i overvåkingen ligger mellom 182 og 986 meter over havet (Figur 1). Innsjøene i sør ligger lavere enn innsjøene i nord. Alle unntatt referansesjøene 33436-Valsjøen, 35891-Bjørntjørna og 35279 -Fjellsjøen ble tidligere kalket. Mållart for kalkingen var primært ørret, men for Bellingen-sjøene og Bæreia var også krepsebestandene med i vurderingen. De aller fleste er små; 78 % har innsjøoverflate mindre enn 500 dekar. Med sine 15,7 km<sup>2</sup> er Røgden over tre ganger større enn den neststørste (Mangen). De fleste nedbørfeltene er også små. De fleste innsjøene ligger i grunnfjellsområdet sør i fylket eller på sandsteinsområdet i nord med bergarter som forvitrer relativt sakte (Figur 2). Jordsmonnet i nedbørfeltene er relativt tynt og evnen til å nøytralisere syre liten. Dessuten er mange av nedbørfeltene fra Trysil og sørover myrlendte, noe som gjør vassdragene humøse og naturlig sure. Det kan derfor være vanskelig å skille mellom naturlig surhet og menneskeskapt forurensning ved bare å måle pH. Det er noe høyere avrenning nord i fylket, men variasjonen mellom innsjøer er relativt liten (Figur 3). Avrenningsforholdene har betydning for vannkjemi, oppholdstid og for hvor lenge kalkingseffekten vil vare.



Figur 1. Kumulative frekvensfordelinger av innsjødata.

## 2.5.2 Typifisering og klassifisering etter vannforskriften

**Fysisk-kjemiske parametere.** For å kunne klassifisere økologisk tilstand etter vannforskriften må innsjøene først kategoriseres (typifiseres) mht. hvor humøse og kalkrike de er. Det kan være krevende i kalkede vannforekomster fordi kalsium kan være forhøyet lenge etter at kalking ble avsluttet. For de fysisk-kjemiske støtteparameterne pH og ANC er det også 12 underkategorier av den «svært kalkfattige» typen. Typifiseringen ble gjort på følgende måte: Målt gjennomsnittskonsentrasjon av TOC i perioden 2015-2018 ble brukt til å bestemme hvor humøs den enkelte innsjøen var. Estimert bakgrunnskonsentrasjon av kalsium, dvs. det vi tror den ville vært dersom den ikke var påvirket av kalking, ble brukt til å bestemme hvor kalkrik den enkelte innsjøen var. Metoden for å estimere «ukalket» konsentrasjon av kalsium er beskrevet av Garmo og Austnes (2012). Ligningene som ble brukt er (1) og (2) for hhv. område nord og sør (alle konsentrasjoner i µekv/l):

$$[\text{Kalsium}] = 1.58 * [\text{Magnesium}] - 3.94 * [\text{Kalium}] + 0.67 * [\text{Sulfat}] + 14.59 + (2011 - 1995) * 1.25 \quad (1)$$

$$[\text{Kalsium}] = 1.49E-4 * \text{UTM N32} + 0.51 * [\text{Magnesium}] + 2.50 * [\text{Kalium}] + 0.68 * [\text{Sulfat}] - 2.06 * [\text{Nitrat}] - 1016 + (2011 - 1992) * 1.84 \quad (2)$$

Som man kan se, er kalsiumkonsentrasjonen kontrollert av blant annet sulfat, som har hatt en markant reduksjon over tid. Det forventes derfor en generell reduksjon i kalsiumkonsentrasjon i undersøkelsesperioden. Om det også kan ha endret vanntypen er ikke undersøkt her.

For innsjøene som kun ble analysert for konduktivitet, pH, alkalitet, TOC, ble resultater fra høsten 2011 brukt til å estimere «ukalket» konsentrasjon av kalsium. Gjennomsnittsverdier for pH, labilt Al og ANC for prøvene fra 2015 til 2018 ble deretter brukt til klassifisering. Samlet tilstand basert på de fysisk-kjemiske støtteparameterne ble satt ut fra gjennomsnittet av normaliserte «Environmental Quality Ratios» (nEQR), beregnet som beskrevet i (Veileder 02:2018). For vannforekomster med redusert analyseprogram, ble tilstanden basert på nEQR for pH. Videre ble det undersøkt om tilstandsklassen ville ha endret seg om vanntypen hadde blitt bestemt ut fra målte i stedet for estimerte kalsiumverdier.

**Bunnfauna.** Forsuringsindeks 1 er her benyttet som vurderingssystem fordi indeksen gir en enkel vurdering av forsuringstilstand, i tillegg til at den er egnet til å sammenligne nye data med data fra tidligere undersøkelser i dette området. Forsuringsindeks 1 anbefales ikke til bruk i klassifisering i henhold til Veilederen 02:2018, men har blitt vurdert som tilstrekkelig i denne sammenhengen siden dette ikke er en ren tilstandsvurdering i henhold til vannforskriften, men en vurdering av hvilken effekt «kalkstopp» har hatt på tidligere kalkede vannforekomster i Hedmark.

Forsuringsindeks 1 er basert på forekomst/fravær av forsuringfølsomme bunndyrstaksa (arter og slekter), hvor det beregnes en forsuringsindeks for hver stasjon. Indeksen er delt inn i fire grupper med tildelt indeksverdi fra 1 til 0; i) arter som dør ut ved pH < 5,5 (indeksverdi 1), ii) arter som dør ut ved pH < 5,0 (indeksverdi 0,5), iii) arter som dør ut ved pH < 4,7 (indeksverdi 0,25) og iv) arter som kan leve ved pH < 4,7 (indeksverdi 0). Midlere indeksverdier har blitt kalkulert for stasjoner som har blitt prøvetatt ved mer enn et tilfelle, og resultatene har blitt gjengitt som en indikasjon på forsuringstilstanden i henhold til tabell 5.7a i kp. 5.3.2 i Veilederen 02:2018 (se Tabell 1). Det finnes per Veileder 02:2018 ingen interkalibrert indeks som måler økologisk tilstand på bakgrunn av bunndyrssamfunn og forsuring i humøse elver. Grunnen er at indeksene ikke er egnet for å skille mellom antropogen og naturlig forsuring, blant annet forårsaket av humussyrer. Vurdering av

økologisk tilstand basert på Forsuringsindeks 1 i humøse vassdrag bør derfor tas med forbehold og anses som usikre.

Tabell 1. Et utdrag fra tabell 5.7a, kp. 5.3.2 i Veilederen 02:2018. Tabellen viser klassegrensene for Forsuringsindeks 1.

Tilstandsklasse	Forsuringsindeks 1
	Alle klare elver
referanseverdi	Ikke definert
svært god	1*
God	> 0,77 - 1
Moderat	> 0,5 - 0,77
Dårlig	> 0,25 - 0,5
svært dårlig	≤ 0,25

\*Det er ikke tilstrekkelig at enkeltprøver oppnår denne verdien (vil ikke kunne skille mellom svært god, god og moderat tilstand). Grenseverdiene baserer seg på gjennomsnittsverdi av minimum 2 prøver samt at det fins data på mengden av de mest forsuringfølsomme bunndyrene.

Døgnfluefamilien Baetidae er en svært viktig forsuringsindikator i vurderingssystemer for bunndyr tilpasset elver og bekker i Norge (Veileder 02:2018). Grunnen til det er at det er den vanligst forekommende døgnfluefamilien i rennende vann, og den finnes i stort sett over hele landet (Artsdatabanken.no). Forsuringsindeks 1 måler endringer i artssammensetningen i form av tilstedeværelse av indikatortaksa, men tar ikke hensyn til deres mengdeforhold. I denne undersøkelsen vil det likevel bemerkes dersom det forekommer merkbare forskjeller i mengder av indikatortaksa, med spesiell vekt på Baetidae, mellom år eller årstider. En mulig forklaring til større periodiske forandringer i samfunnssammensetningen av bunndyr kan være at lokaliteten har vært utsatt for episodisk forsuring, såkalte «surstøt», for eksempel i sammenheng med snøsmelting eller perioder med mye nedbør hvor indikatortaksa har blitt helt eller delvis slått ut, for så å ha reetablert seg igjen når forholdene har blitt gunstige. Andre forklaringer kan være forskjeller i døgnlys, vanntemperatur og vannføring ved prøvetakingstidspunktene.

**Fisk.** Klassifisering av fisk er gjort i henhold til klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018). Det er utviklet ulike klassifiseringssystemer for kvalitetselement fisk, avhengig av fiskesamfunn, kvalitet på data, tilfang av historiske data og innsamlingsmetodikk. For å kunne vurdere økologisk tilstand på grunnlag av fiskebestanden under vannforskriften, kreves kunnskap om artssammensetning, bestandsstørrelse og bestandsstruktur. Vurdering av bestandsstruktur krever kunnskap om størrelses- og aldersfordeling, samt kjønn og modningsstadium. Ikke alle disse parameterne er anvendelige i det foreløpige klassifiseringsverktøyet, men dette er under utvikling. Dette er nødvendige parametere dersom endringer i bestandenes tilstand skal kunne registreres over tid i overvåkingssammenheng. Valget av bestandsparametere for fisk er dessuten i henhold til kontrakt med oppdragsgiver.

Sikkerheten ved bruk av indeksene for fisk avhenger av at det er mulig å fastsette en referansetilstand for innsjøer som tilstandsvurderes. Informasjon om referansetilstanden (opprinnelig fiskesamfunn og bestandsstørrelse) i de innsjøene som beskrives her er hentet fra NINAs database, data fra tidligere prøvefiske, informasjon fra Fylkesmannen, og/eller intervjuer med lokale grunneiere/lokalkunnskap. Informasjon om referansetilstand er imidlertid generelt svært dårlig, og fiskefaglig skjønn tillegges stor vekt.

Sjeldne eller lite fangbare arter som fanges bare unntaksvis ved prøvefiske bør ikke tillegges vekt i klassifiseringen. I klassifiseringen er det dessuten mest fokus på de artene som er mest følsomme ovenfor den eller de påvirkningsfaktorene som er aktuelle for den enkelte innsjø (jf. vedlegg 6 i Veileder 02:2018). I praksis betyr dette at for dette prosjektet vil tilstandsvurderingen for kvalitetselement fisk gjøres for ørret og røye. Dette er de mest forsurningsfølsomme artene i overvåkingsprogrammet og var også mållartene for den tidligere kalkingshistorikken.

Tilstandsklassifiseringen basert på fisk avhenger av en rekke forhold, slik som datagrunnlaget (se tabell 6.3 i Veileder 02:2018) og artssammensetningen i fiskesamfunnet. Basert på en slik vurdering er ulike parametere/metoder benyttet i tilstandsklassifiseringen i denne rapporten. Da det i all hovedsak eksisterer svært lite historiske data om fiskebestandene som er undersøkt i denne undersøkelsen vil usikkerheten i tilstandsvurderingen bli stor. Tilstandsvurderingene vil måtte betraktes som foreløpige, og vil bli sikrere etter hvert som datatilfanget øker i fremtiden. For flere av metodene i veileder 02:2018 ofte er krav om minst tre år eller mer med undersøkelser.

For å beregne økologisk tilstand for kvalitetselement fisk i innsjøer er følgende tilnærminger brukt:

1. Relativ tetthet hos ørret (CPUE) er benyttet der ørret er eneste art eller dominerer fangstene i strandsonen. I slike tilfeller er fangsten av ørret brukt som indikator på tilstand (jf. tabell 6.8 i Veileder 02:2018). Relativ tetthet er beregnet både som antall ørret per 100 m<sup>2</sup> garnflate for hele serien, eller som antall ørret > 15 cm fanget pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal pr. natt i maskevidder > 15 mm. For den siste tilnærmingen skal det brukes klassegrenser tilsvarende Jensen-serien i veilederens tabell 6.8. Bruker man hele garnarealet og hele fangsten skal denne sees i sammenheng med oppvekstratioen. Dette gjøres fordi tettheten av ørret i en innsjø bl.a. vil avhenge av rekrutteringspotensialet, som begrenses av tilgjengelig gyte- og oppvekstareal i forhold til størrelsen på innsjøen. Dette er normalt konstante størrelser for en innsjø og kan angis som oppvekstratio (OR) som er forholdet mellom gyte- og oppvekstareal målt i m<sup>2</sup> og innsjøarealet målt i hektar. Beregningen av tilgjengelig gyte- og oppvekstareal er gjort ved befaringer og ved en gjennomgang av kart med høydekoter og foto ([norgebilder.no](http://norgebilder.no)).

Denne tilnærmingen krever i utgangspunktet minst tre års data fra prøvefiske, men er til gjengjeld utviklet for forsuring som påvirkningsfaktor. Vi har beregnet CPUE og oppvekstratio i alle lokaliteter med ørret (Se vedlegg D5), selv om ørret ikke dominerer i strandsonen. Dette fordi vi får et bilde av variasjonen på tvers av ulike fiskesamfunn.

2. Prosentvis bestandsnedgang i fiskebestander er benyttet der vi har én til to fiskearter som fanges jevnlig ved prøvefiske (jf. tabell 6.10 i Veileder 02:2018). Denne metodikken er i liten grad benyttet i denne rapporten, da det er svært lite data om innsjøene fra tidligere, eller at samplingmetodikken gjør det umulig å sammenligne bestanden mellom to perioder. Det er derimot gjort en tilnærming i ett tilfelle (Rysjøen i Trysil), hvor det gjennom et intervju muliggjorde en klassifisering av økologisk tilstand.

3. Endringsindeks for fisk (NEFI) kan benyttets når fiskesamfunnet består av minst 3 arter og usikkerheten knyttet til referansetilstanden er moderat eller liten. De artene som inngår i vurderingen bør være fullt ut fangbare på garn. Denne metodikken er i liten grad benyttet i denne rapporten, da det er svært lite data om innsjøene fra tidligere, eller at samplingmetodikken gjør det umulig å sammenligne dominansforhold mellom to perioder. Dette er en metodikk som i større grad kunne vært benytte etter to runder med prøvefiske, da vi kan se på eventuelle endringer i dominansforhold mellom to perioder. I de undersøkte lokalitetene er det imidlertid få vann som har mer enn to arter (ørekyte er ekskludert da den ikke er fullt ut fangbar på garn, og da stimatferden

kan føre til voldsomme tilfeldige svingninger i fangst fra et prøvefiske til et annet). I to av vannne hvor det kunne vært aktuelt å bruke NEFI, kom imidlertid røye inn igjen i fangstene i runde to med prøvefiske.

4. For å klassifisere økologisk tilstand for kvalitetselement fisk i elver er det brukt tilnærminger som er beskrevet i kapittel 6.3.4 og tabell 6.15 i klassifiseringsveilederen. I dette kapittelet beskrives forutsetninger og bruk av tabell 6.15, hvor man vurderer økologisk tilstand basert på ørretfangster (elfiske) per 100 m<sup>2</sup> elveareal. Det skal blant annet gjøres vurderinger i forhold til om ørretbestanden lever i allopatri (alene), eller sammen med andre fiskearter (sympatri). I denne klassifiseringen har vi satt som forutsetning at hvis det er opplysninger om at det finnes en annen fiskeart, eller fanges en fiskeart i tillegg til ørret (f.eks ørekyte), så vurderes alle stasjonene i elva som sympatrisk etter tabell 6.15 i veilederen. For bestemmelse etter tabell 6.15, har vi valgt å klassifisere habitatklasse 2. Dette er fordi skille mellom habitatklasse 2 (egnet) og 3 (velegnet) avhenger av forekomsten av gytesubstrat, noe som er svært vanskelig å bedømme. I tillegg har habitatklasse 3 (for allopatriske bestander), svært strenge klassegrenser og vil ramme lokaliteter som ikke ligger i nærheten av et gyteområde veldig hardt. I lokaliteter med flere arter (sympatrisk) er det forventet lave tettheter av ørret, og her er det også fornuftig å bruke habitatklasse 2, da denne kun skiller mellom «god» og «moderat» (tabell 6.15).

En vurdering av kvalitetselement fisk er gjort separat for innsjøer og deres utløpselver, men informasjonen fra de ulike miljøene utfyller hverandre. For indekser som brukes i dette arbeidet kan det ikke beregnes EQR-verdier. Vi har allikevel angitt en normalisert EQR verdi (nEQR) ut fra midtpunktet i den aktuelle tilstandsklassen. Dette er i tråd med metodikken angitt i klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018, kap 3.5.5. fotnote s. 37).

Fiskeindekser – utfyllende informasjon (jmf. Veileder 02:2018):

Introduserte fiskearter defineres som de som er innført og etablert etter 1900 (jf. Veileder 02:2018), eldre forekomster betraktes som en naturlig del av faunaen. I tilstandsklassifiseringen vil en introdusert fiskeart bli definert som en påvirkningsfaktor, dvs. at dens virkning på de øvrige artene har betydning for klassifiseringen. I tilstandsvurderingen skal det videre tas hensyn til om det er gjennomført tiltak for å fremme fiskebestandene i innsjøen. Ulike tiltak vurderes på ulike måter:

Klekkeriprodusert og utsatt fisk i fangstene skal ikke inkluderes ved beregning av fiskeparameterne, da dette er et tiltak uten varig virkning. Bare naturlig produsert fisk skal følgelig regnes med når tilstanden skal fastsettes. En er avhengig av at utsatt fisken er merket for å skille mellom disse og naturlig produsert fisk.

Kalkingstiltak gir vanligvis en positiv effekt på fiskebestander, og klassifiseringen gjøres på grunnlag av prøvefiskefangsten. Men dersom gjenhenting ikke er fullført eller at det er nødvendig å videreføre kalkingen for å opprettholde bestanden, settes vannforekomsten til å være i risiko ved karakteriseringen. Biotoptiltak anses som engangstiltak som setter fiskebestanden i stand til å fungere på en naturlig måte, og fiskebestanden vurderes ut fra den registrerte fangsten når tilstanden skal fastsettes.

Beskatning av fiskebestander og effekten av slik beskatning skal også vurderes, men skal vanligvis ikke føre til nedsatt tilstandsklasse med mindre beskatningen er klart skadelig over tid.

For fiskebestandene ellers og fiskesamfunnet som helhet (kvalitetselement fisk) er tilstanden klassifisert så langt det lar seg gjøre ut fra gjeldende klassifiseringsveileder. I flere tilfeller er det gjort

en skjønnsmessig vurdering av økologisk tilstand basert på informasjon i veilederen (f.eks. Tabell 6.1) og generelle fiskefaglige vurderinger.

**Samlet tilstandsvurdering og vurdering av usikkerhet.** Ifølge vannforskriften skal samlet tilstandsvurdering baseres på det kvalitetselementet (i dette tilfellet er det tre av dem: vannkjemi, bunnfauna og fisk) som indikerer dårligst tilstand. Dette omtales ofte som prinsippet om at «det verste styrer». Samtidig er det mulig å se bort fra kvalitetselementer hvis de anses som særlig usikre. I denne undersøkelsen har dette blitt gjort i tilfeller der bunndyrstasjonen har blitt vurdert som lite egnet. I denne undersøkelsen vurderes den relative graden av usikkerhet i den samlede tilstandsvurderingen som følger:

Liten usikkerhet: I klarvannsforekomster der vannkjemi, bunnfauna og fisk indikerer lik eller lignende tilstandsklasse, eller der det er åpenbare årsaker til at tilstanden må nedvurderes (eksempel introdusert art). Middels usikkerhet: I humøse vannforekomster der vannkjemi, bunnfauna og fisk indikerer lik eller lignende tilstandsklasse, eller i vannforekomster der det kun er undersøkt to kvalitetselementer. Høy usikkerhet: I vannforekomster, spesielt humøse, der vannkjemi, bunnfauna og fisk indikerer forskjellig tilstandsklasse. I den samlede vurderingen har vi valgt å ikke skille på «god» og «svært god» siden sistnevnte klasse ikke kan brukes for indeks 1 med mindre det foreligger data fra flere år på rad.

### 2.5.3 Vurdering av reforsuringseffekter

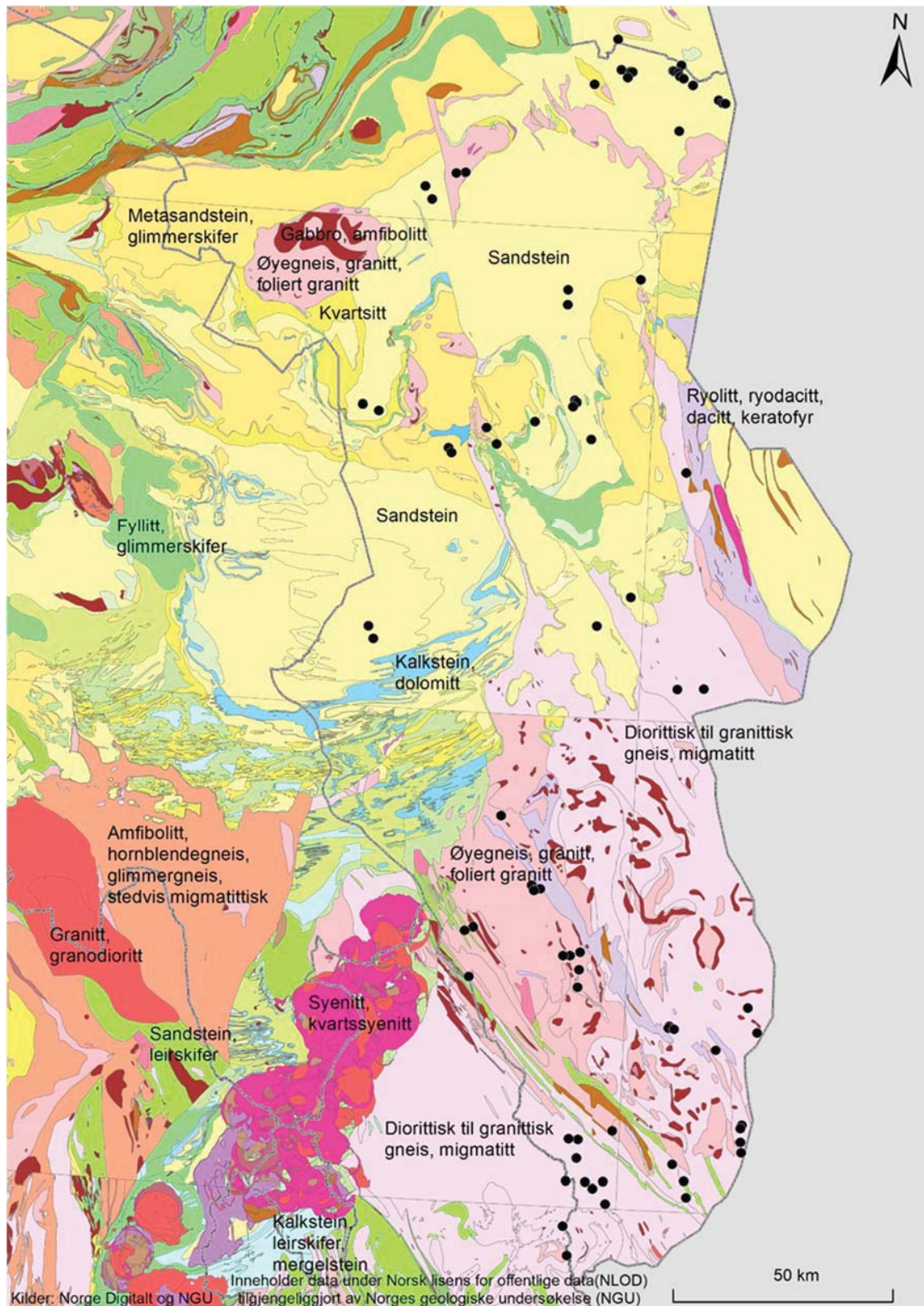
Den økologiske tilstanden kan være påvirket av andre faktorer enn forsurening. Siden hensikten med kalking er å motvirke forsureningseffekter har vi valgt å legge spesiell vekt på hvorvidt det er indikasjoner på reforsuringseffekter, dvs. tilfeller der forsureningsfølsomme fisk- og bunndyrarter (inkl. kreps) har blitt satt tilbake som følge av vannkjemiske endringer etter avsluttet kalking (eller at det er svært sannsynlig at dette har skjedd). Dette kan for noen vann typer inntreffe ved høyere pH og ANC enn vannforskriftens grense mellom «god» og «moderat» tilstand (se f.eks. Andrén, 2012; Malcolm et al., 2014; Schindler et al., 1985; Serrano et al., 2008).

For ferskvannskreps vil pH under 6 kunne føre til forsureningsskader (Appelberg, 1992; Appelberg og Odelström, 1990). Det har tidligere vært antatt at rogn- og yngelstadiene er de mest utsatte stadiene for negativ effekt av forsurening. Den utlagte rogn løses i større grad fra morens haleføtter, samt at nyklekket yngel får problemer med første skallskifte ved redusert pH (Appelberg, 1984; Appelberg and Odelström, 1990). Lav pH er dermed mest problematisk for rognutlegging i oktober og klekkingen i juni/juli. I tillegg tyder undersøkelser fra forsurrede lokaliteter i Norge på at større individer kan ha større dødelighet ved forsurening enn mindre individer (Taugbøl, 2005). Dette kan ha en sammenheng med at problemene med skalldannelse øker med krepsestørrelsen. Etter skallskifte har både yngel og voksen kreps et sterkt behov for raskt å kalsifisere skallet, dvs. gjøre skallet hardt. Dette er viktig for raskere å komme i gang med næringsopptak samt for å få bedre beskyttelse mot fisk og andre fiender som spiser kreps. Kalsifiseringsprosessen krever opptak av kalsium fra vannet. Denne prosessen er svært pH-følsom ved at surt vann blokkerer opptaksmekanismen. Forsøk med en amerikansk krepseart viste at kalsium-opptaket ble betydelig hemmet ved pH lavere enn 5.75 (Malley, 1980). For krepseyngel er det påvist at ved pH 5.6 var opptakshastigheten av kalsium halvert i forhold til ved nøytralt vann (Appelberg og Odelström, 1990). Hvis kalsiuminnholdet i vannet er lavt, f.eks. 2-3 mg Ca/l som er vanlig i svært mange norske edelkrepse lokaliteter, vil effekten av forsureningen forsterkes.

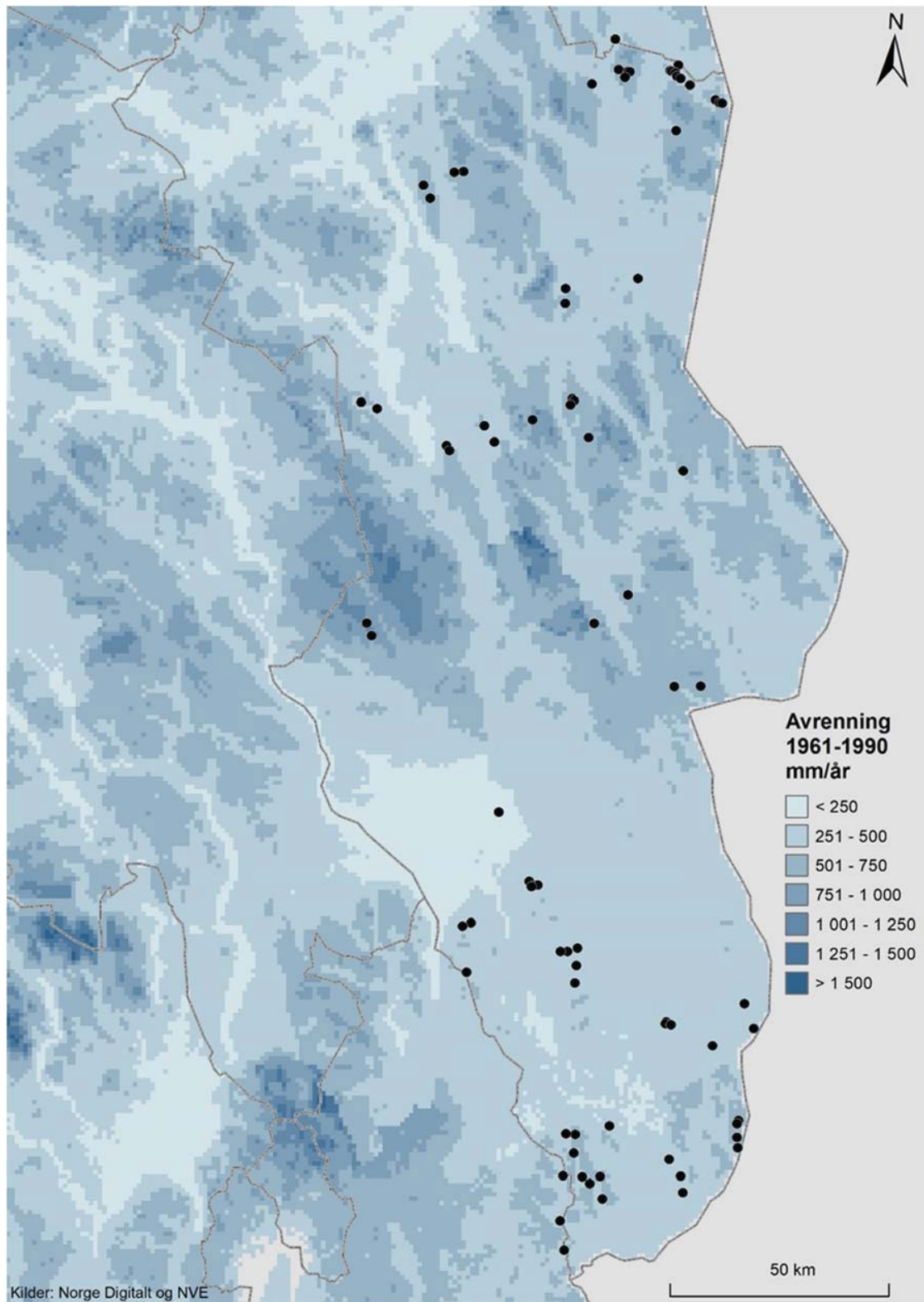
Aluminium kan påvirke kreps. Laboratoriestudier over kort tid har vist at reaktive Al-konsentrasjoner på mer enn 250 µg/l resulterte i økt dødelighet (Appelberg 1985). Fjeld et al. (1988) påviste stor dødelighet hos edelkreps som under oppdrettsforhold gikk i vann med reaktive Al-konsentrasjoner på 180 µg/l, med en labil komponent på 20 µg/l. Ved forsuring kan predasjon være en samvirkende faktor. Abbor, som er en av de største predatorer på kreps, vil ofte øke i antall i forbindelse med forsuring p.g.a. mindre konkurranse fra mer forsuringfølsomme fiskearter som reduseres i antall (Appelberg, 1992; Nyberg et al., 1986). I tillegg vil, som tidligere nevnt, krepsen kunne være mykere i skallet og dermed mer utsatt for predasjon. Ved vurdering av vannkjemiske forhold for edelkreps i denne rapporten tar vi utgangspunkt i at pH < 6,0, kalsiumnivåer < 2,0 mg Ca/l og labilt aluminium > 20 µg/l er verdier som er ugunstige for edelkreps.

I et studie av Lund et al. (2018) var det indikasjoner på at terskelverdier for reproduksjon hos ørret lå så lavt som pH=5,1, LAI=26µ/l og ANC<sub>0aa</sub>=10 µekv/l. Dette er imidlertid en nedre grense for reproduksjon og ikke en optimal vannkemi for ørret. I et studie av Nyberg et al. (1986) fant man at tettheten av ungfisk av ørret økte etter at pH verdiene økte til over 5,5 som følge av kalking. For røye er det studier som viser at bestanden kan klare seg bra ved pH verdier mellom 5,7 og 6,0 (Hesthagen og Saksgård, 2018). Det er imidlertid flere faktorer som påvirker effekten av forsuring, f.eks vil arter som abbor kunne få økt tetthet (se ovenfor), noe som vil endre predasjon- og konkurranseforhold. For fisk, da særlig ørret og røye, tar vi, som for edelkreps, også som utgangspunkt at pH bør ligge over 6,0 og labilt aluminium under 20 µg/l når vi vurderer reforsuring etter kalkslutt som forklaring på endringer i populasjoner





Figur 2. Innsjøene markert på bergartskart.



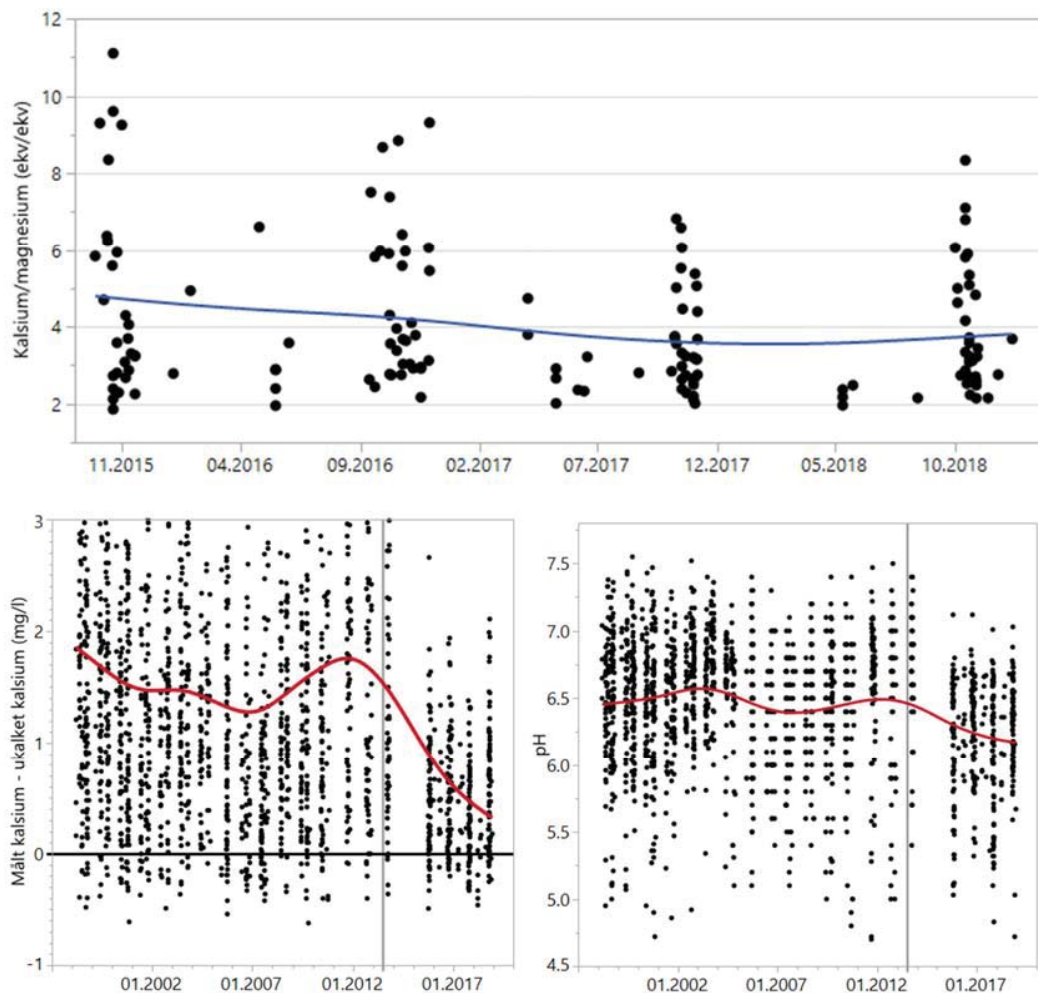
Figur 3. Innsjøene markert på kart som viser midlere avrenning for perioden 1961-1990.

## 3 Resultater

### 3.1 Tidsutvikling vannkjemi

Deposisjonen av svovel har som nevnt blitt redusert med cirka 80 % siden 1980. Dette har gitt betydelig lavere avrenning av sulfat til vassdragene. Midlere konsentrasjon av sulfat i prøvene tatt mellom 2015 og 2018 var 0,85 +/- 0,42 mg/l, noe som er nær estimerte bakgrunnskonsentrasjoner. Konsentrasjonen av nitrat var også lav og bidro i liten grad til forsurening av innsjøene i nordre deler av fylket. De høyeste nitratnivåene ble påvist lengst sør i fylket, og nitratekvivalenter utgjorde der 20-25 prosent av sulfat. Viktige vannkjemiske parametere (pH, kalsiumkonsentrasjon, alkalitet, farge) ble overvåket gjennom kalkingsperioden. I perioden med tilsats av kalk varierte pH betydelig i mange av innsjøene (se underkapitlene for hvert enkelt område). Kalkingen av de undersøkte innsjøene ble avsluttet i 2013 eller tidligere. I perioden 2015-2018 hadde derfor både kalsiumkonsentrasjon og pH blitt redusert sammenlignet med nivået i kalkingsperioden, men for 75 % av innsjøene fortsatt ikke så lavt som til det antatte «ukalkede» bakgrunnsnivået (Figur 4). Det kan være flere årsaker til at kalsium tilsynelatende fortsatt er forhøyet i mange innsjøer: Det kan ta lang tid før vannet i innsjøene byttes ut med ukalket vann som følge av lang oppholdstid eller oppstrøms kalking, og det kan ligge igjen kalk i sedimentet som løser seg sakte og gir fortsatt kalkeffekt. Et eksempel på en innsjø der det fortsatt er noe kalkeffekt er Flensjøen i Os (Løvik m.fl., under utarbeidelse). Estimert for «ukalket» kalsium kan også være for lavt i noen av innsjøer.

Et grovt overslag basert på spesifikk avrenning, arealet til nedbørfeltene og innsjøene, samt anslått middeldyp, tyder på at vannet har teoretisk oppholdstid under ett år i alle innsjøene unntatt Røgden, Flensjøen og kanskje Ottsjøen. Regner vi med at det tar tre oppholdstider å bytte ut det aller meste av vannet, betyr det at det meste av det kalkpåvirkede vannet i innsjøene skal ha blitt byttet ut fra siste kalking og til vannprøvetakingen i 2015 og iallfall til 2018. Kalsium/magnesium-forholdet har ikke endret seg mye i perioden 2015-2018, og det var heller ingen sammenheng mellom vannets anslåtte teoretiske oppholdstid og differansen mellom målt og estimert «ukalket» konsentrasjon av kalsium. Det tyder på at «kalkhaleeffekten» er i ferd med å bli borte, selv om uoppløst kalk i sedimentet kan gi et lite bidrag som varer lenge, som vist i andre innsjøer der kalking har blitt avsluttet (Hindar, 2011; Hindar og Skancke, 2008). Videre var det nok slik at treffsikkerheten til modellene for estimering av ukalket kalsium varierte noe mellom områder. For eksempel lå 17 av de 18 innsjøene der midlere målt konsentrasjon av kalsium i perioden 2015-2018 var lavere enn estimert kalsium, nord i fylket (Se kapittel 3.6).



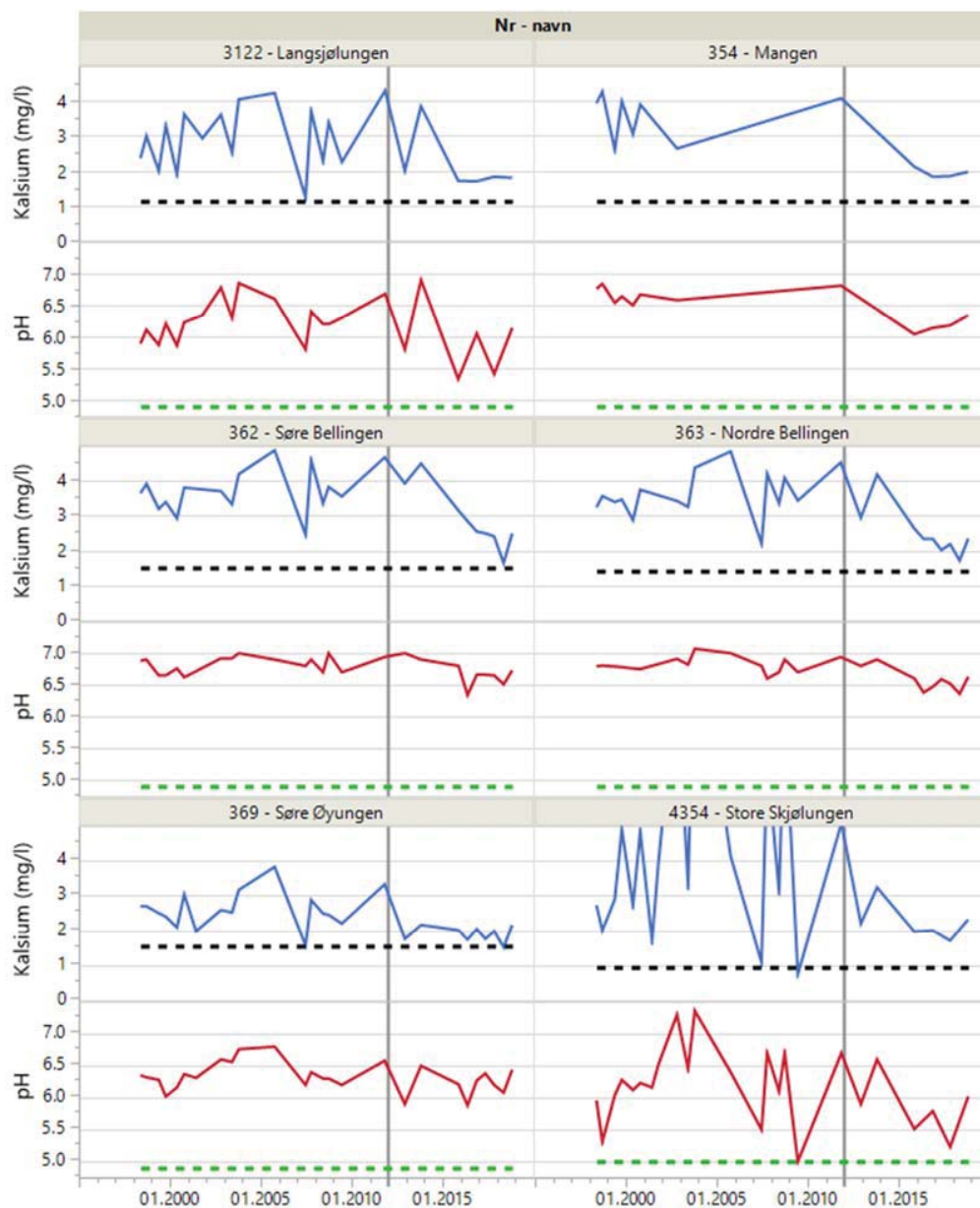
Figur 4. Øverst: Utvikling i kalsium/magnesiumforholdet i perioden 2015-2018 (kun innsjøene med utvidet analysepakke og data fra alle år). Nederst: Målt kalsiumkonsentrasjon minus estimert ukalket kalsiumkonsentrasjon (venstre) og pH (høyre) under og etter kalkingen. Den røde linjen viser en samlet trend for alle innsjøene. Den vertikale linjen indikerer når kalkingen ble avsluttet.

I de neste avsnittene skal vi se på tidsutviklingen i kalsiumkonsentrasjon og pH i hver enkelt innsjø. Grenseverdien for pH mellom god og moderat tilstand er avhengig av vanntypen og kan derfor være forskjellig fra innsjø til innsjø. Resultater for andre vannkjemiske parametere finnes i Vedlegg B. Verdt å merke seg der er at LAI-konsentrasjonen som var lav i de fleste av innsjøene.

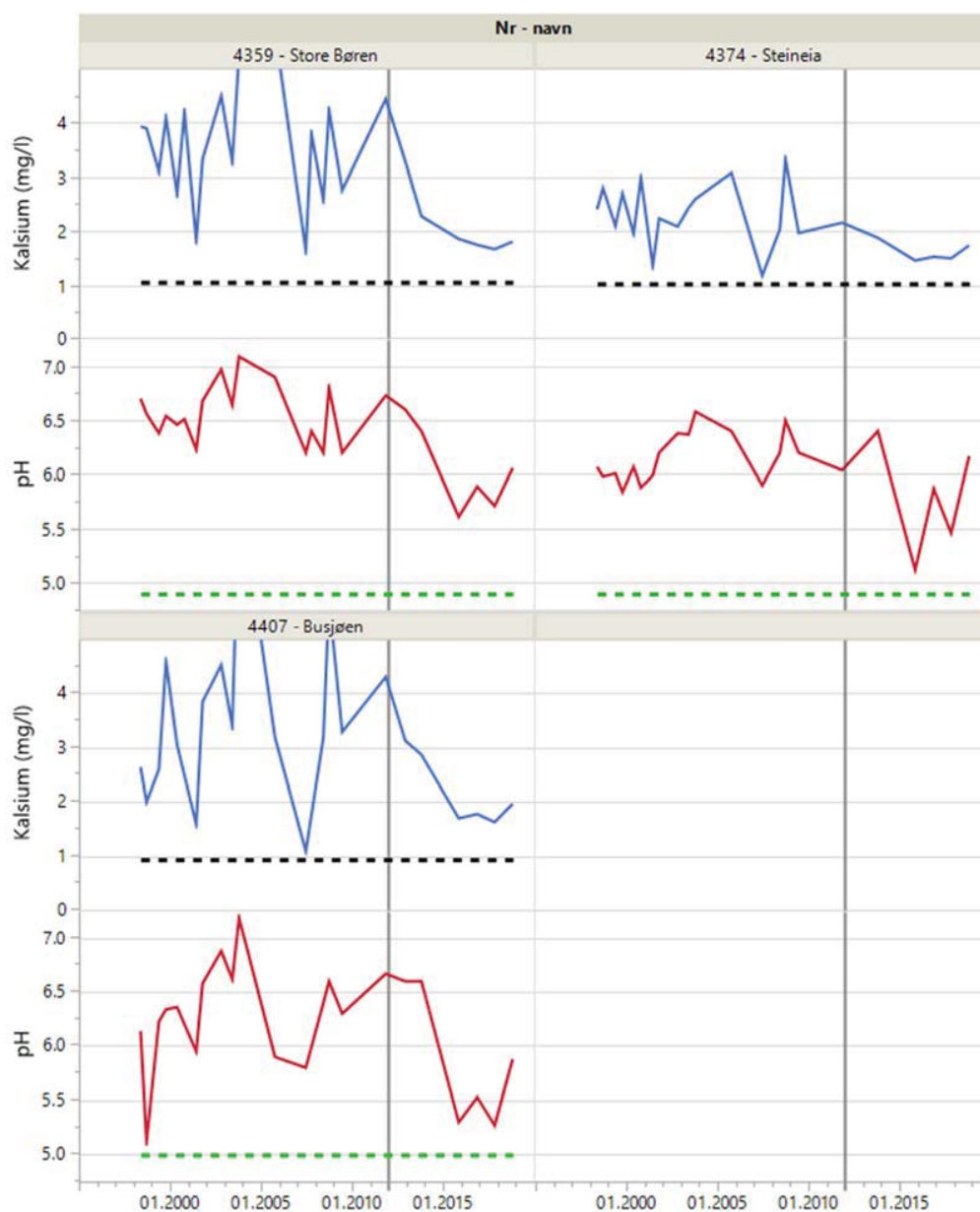
### 3.1.1 Eidskog

Innsjøene ligger lavt (182-286 m.o.h.) og er omgitt av barskog. Fire av innsjøene (Mangen, Bellingensjøene og Store Øyungen) har areal større enn 1 km<sup>2</sup> og er dermed relativt store

sammenlignet med de andre innsjøene som er med i overvåkingen. Bellingensjøene ble siste gang kalket i 2013. De andre har ikke vært kalket siden 2011. I alle 9 innsjøene var kalsiumkonsentrasjonen over antatt ukalket nivå og pH har vært over grensen mellom god og moderat tilstand i vannforskriften i de 5-7 årene som har gått siden kalkingen ble stanset (Figur 5).



Flere paneler på neste side.

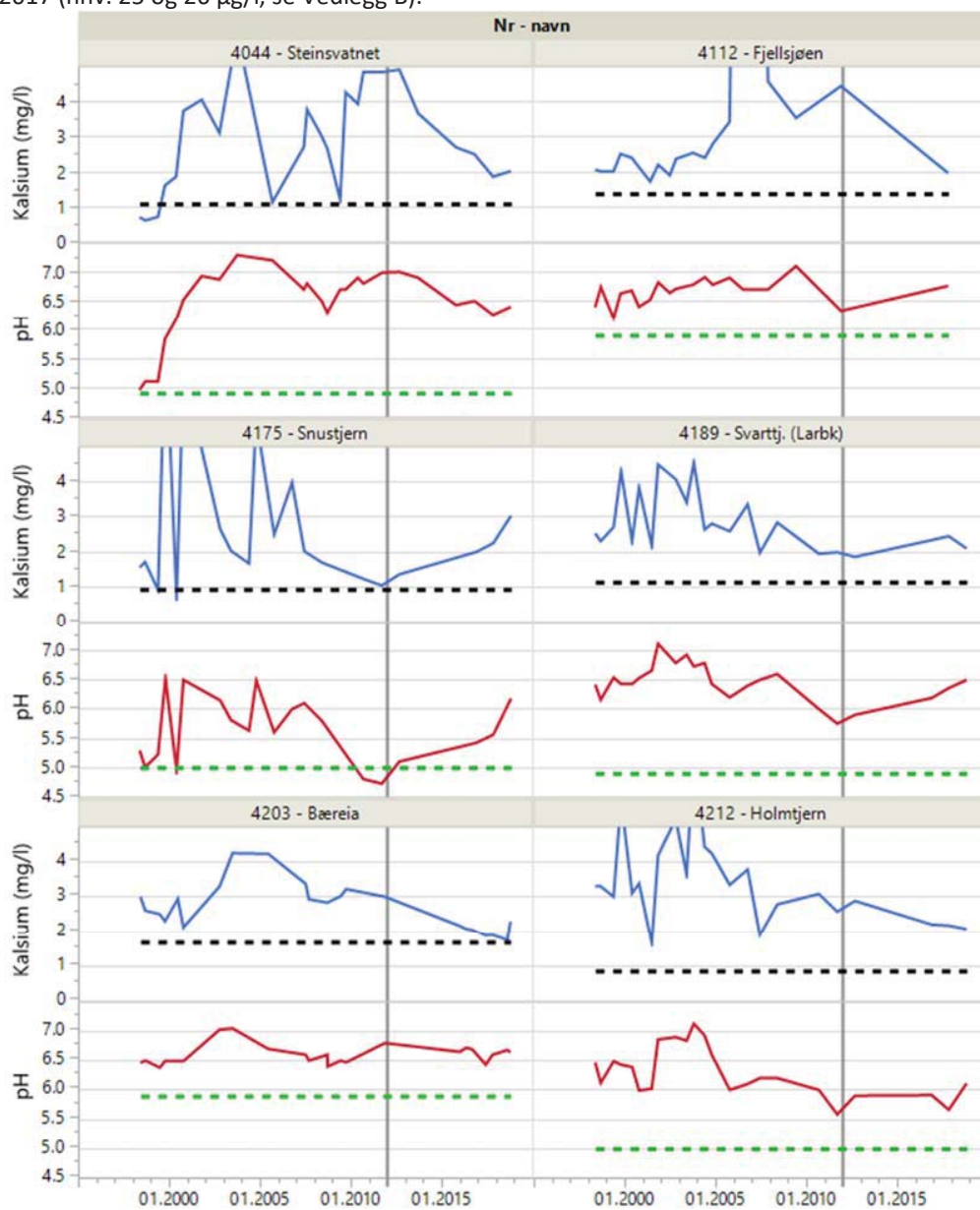


Figur 5. Tidsutvikling av kalsium og pH i Eidskog kommune. Den svarte og grønne stiplede linjen er hhv estimert ukalket nivå av kalsium og grense mellom god og moderat tilstand for innsjøtypen. Den vertikale grå linjen indikerer når kalking ble avsluttet i alle innsjøene. Bellingensjøene ble siste gang kalket i 2013. De andre 7 ble sist kalket i 2011.

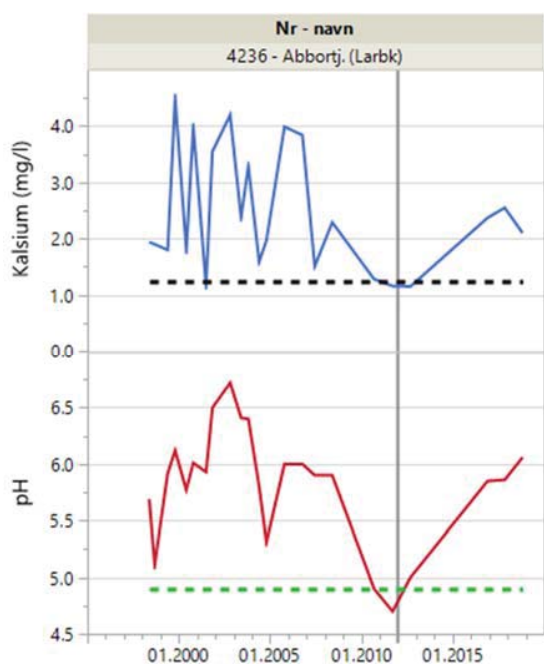
### 3.1.2 Kongsvinger

Innsjøene ligger lavt (231-354 m.o.h.), og er med unntak av Bæreia og Steinsvatnet, små (0,02-0,06 km<sup>2</sup>) og humøse med myrlendt nedbørfelt. De to største innsjøene ble siste gang kalket i 2011 og de andre ble angivelig avsluttet i 2013. Snustjern og Abortjern ser imidlertid ut til å ha blitt til å ha blitt tilført kalk også etter at overvåkingen i 2015 startet. I alle 7 innsjøene var kalsiumkonsentrasjonen over antatt nivå uten kalking og pH var over grensen mellom god og moderat tilstand i

vannforskriften (Figur 6). Det ble målt noe forhøyet LAI-konsentrasjon i Bæreia og Abbortjern høsten 2017 (hhv. 25 og 26 µg/l, se Vedlegg B).



Flere paneler på neste side.

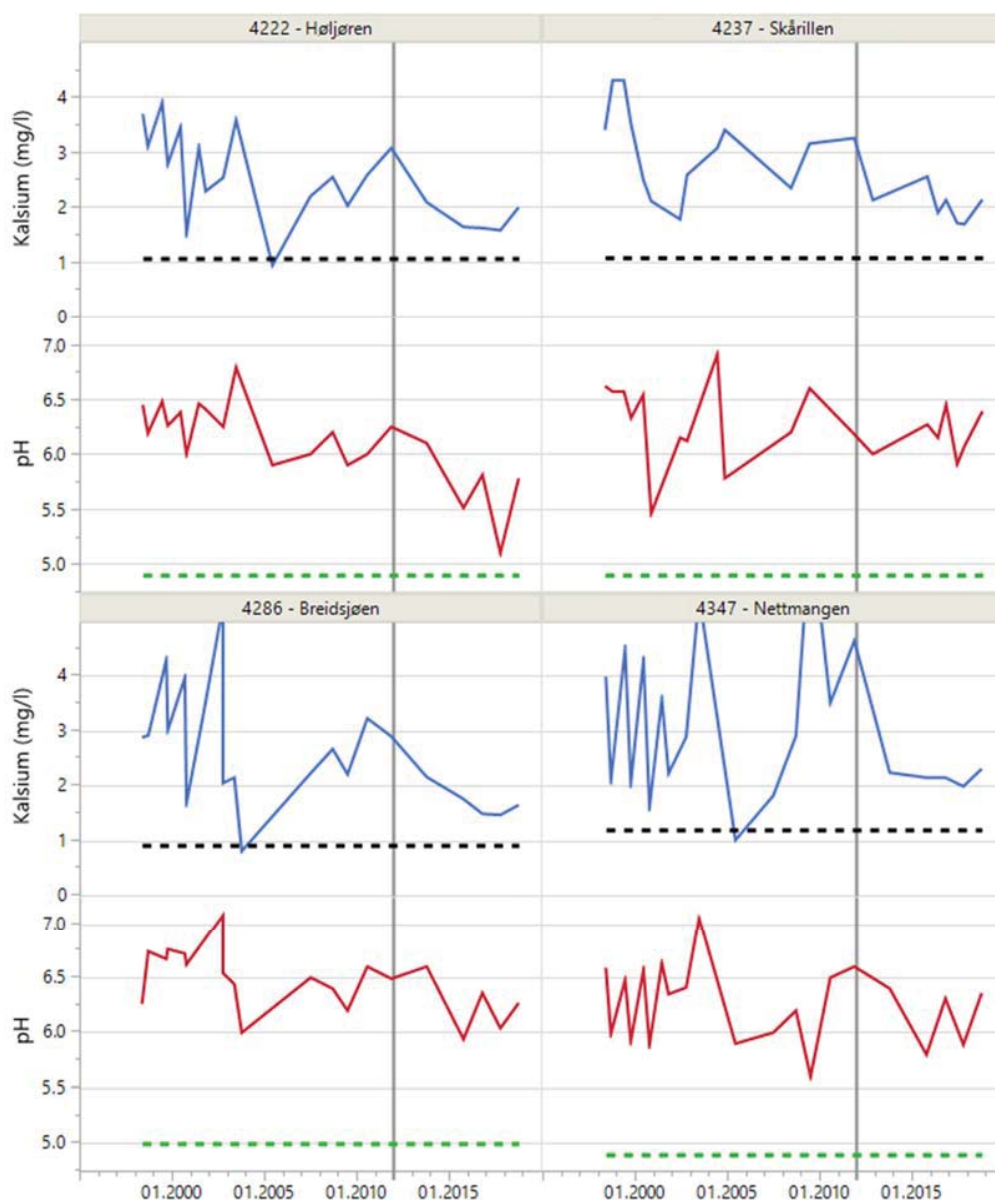


Figur 6. Tidsutvikling av kalsium og pH i innsjøer i Kongsvinger kommune. Den svarte og grønne stiplede linjen er hhv estimert ukalket nivå av kalsium og grense mellom god og moderat tilstand for innsjøtypen. Den vertikale grå linjen indikerer omtrent når kalking var avsluttet i alle innsjøene. Bæreia og Steinsvatnet ble siste gang kalket i 2011, de andre i 2013.

### 3.1.3 Sør-Odal

De fire innsjøene ligger lavt (203-343 m.o.h.), er omgitt av barskog og er humøse. Med innsjøareal på 0,4-1,2 km<sup>2</sup> er de relativt store sammenlignet med andre innsjøene i overvåkingen. Skårillen ble sist innsjøkalket i 2013, men tilløpsbekker (gytebekker) har vært kalket også i senere år (Fylkesmannen, personlig meddelelse). Det er uvisst hvor stor innvirkning dette har hatt på vannkjemien i utløpsbekken, men det kan være en medvirkende årsak til at kalsium ikke har blitt lavere siden 2013. I de andre innsjøene ble kalking avsluttet i 2011 og kalsiumkonsentrasjonen har blitt lavere, men var likevel over antatt ukalket nivå. pH var over grensen mellom god og moderat tilstand i vannforskriften (Figur 7). Det ble målt noe forhøyet LAI-konsentrasjon i Skårillen høsten 2017 (27 µg/l, se Vedlegg B).



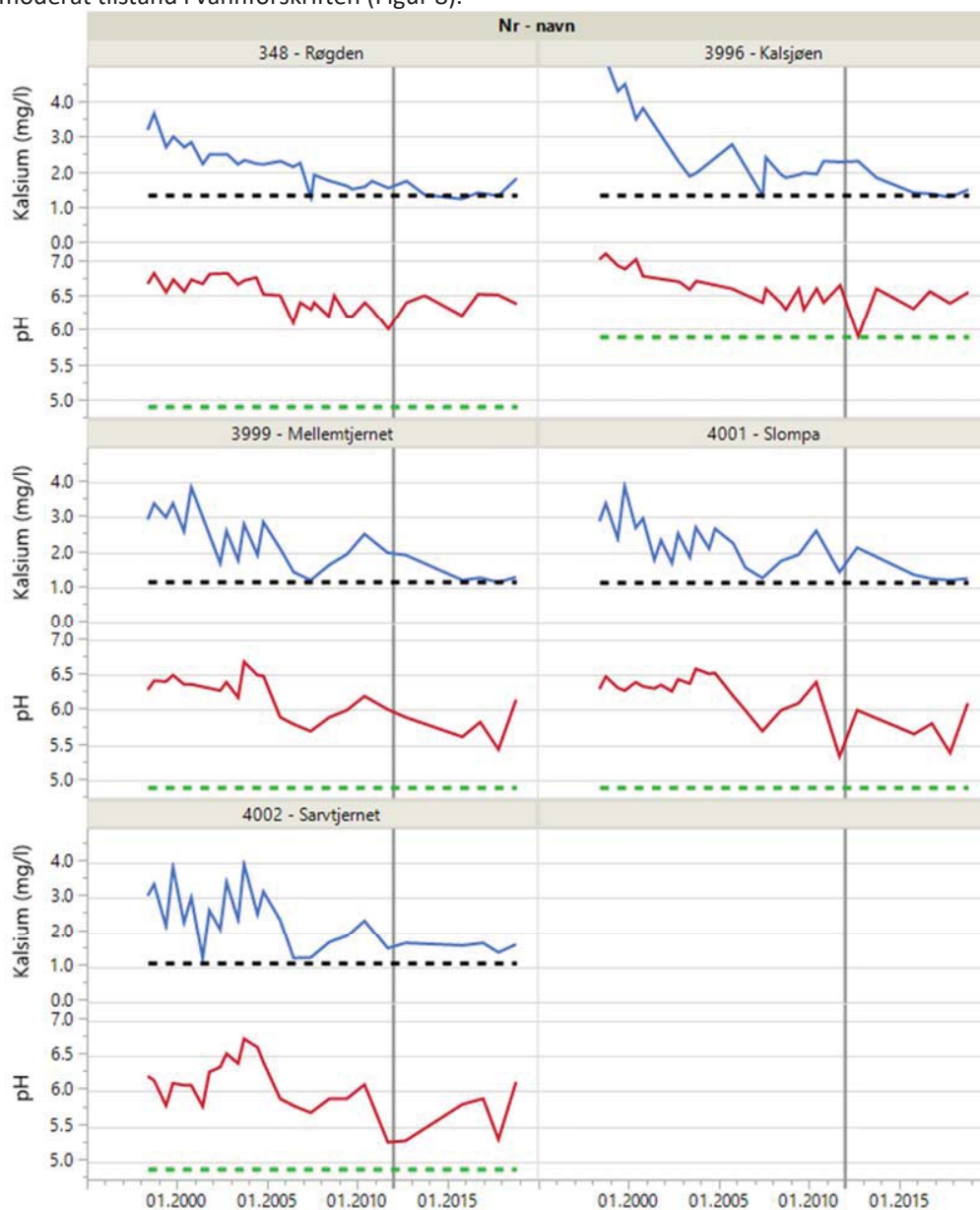


Figur 7. Tidsutvikling av kalsium og pH i innsjøer i Sør-Odal kommune. Den svarte og grønne stiplede linjen er hhv estimert ukalket nivå av kalsium og grense mellom god og moderat tilstand for innsjøtypen. Den vertikale grå linjen indikerer omtrent når kalkingen av alle innsjøene var avsluttet. Skårillen ble sist kalket i 2013. I de andre ble kalkingen avsluttet i 2011.

### 3.1.4 Grue

Med sitt innsjøareal på 16 km<sup>2</sup> er Røgden betydelig større enn alle de andre innsjøene i denne undersøkelsen. Mellemtjernet er mellomstor, mens de andre tre er små. Alle er lavtliggende (280-381 m.o.h.) og humøse med mye barskog i nedbørfeltet. I Røgden ble kalkingen avsluttet alt i 2001. Kalsjøen ble sist kalket i 2011, mens de andre ble avsluttet i 2012. Kalsiumkonsentrasjonen har i de

fleste innsjøene falt til antatt nivå uten kalking, men pH har holdt seg over grensen mellom god og moderat tilstand i vannforskriften (Figur 8).



Figur 8. Tidsutvikling av kalsium og pH i innsjøer i Grue kommune. Den svarte og grønne stiplede linjen er hhv estimert ukalket nivå av kalsium og grense mellom god og moderat tilstand for innsjøtypen. Den vertikale grå linjen indikerer når kalking av alle innsjøer var avsluttet. I Røgden ble kalkingen avsluttet alt i 2001. Kalsjøen ble sist kalket i 2011, mens de andre ble avsluttet i 2012.

### 3.1.5 Nord-Odal og Åsnes

Innsjøene ligger fra 369 -456 m.o.h. Nøklevatnet og Ottsjøen har areal over 1 km<sup>2</sup> og er dermed store sammenlignet med de fleste andre innsjøene i denne undersøkelsen. Kalkingen av Nøklevatnet og

Tannsjøen ble avsluttet i hhv. 2006 og 2008, og kalsium har nå falt til antatt ukalket nivå. De andre ble kalket siste gang mellom 2011 og 2013 og de fleste prøver viser fremdeles høyere kalsium enn antatt ukalket nivå. Alle innsjøene er humøse, og pH har holdt seg over det som er satt som grense mellom god og moderat tilstand i vannforskriften (Figur 9). Et interessant unntak er Nøklevatnet hvor pH etter 10 år uten kalking har falt under 5,0. Det ble målt noe forhøyet LAl-konsentrasjon i Tannsjøen og Nøklevatnet (hhv. 27 og 31 µg/l, se Vedlegg B).

### 3.1.6 Stange og Løten

Innsjøene i Stange ligger fra 422-531 m.o.h., mens Rokosjøen i Løten ligger noe lavere (215 m.o.h). Sistnevnte innsjø er med sitt areal på 3,8 km<sup>2</sup> en av de største i denne undersøkelsen, mens Stangesjøene er små (0,3-0,16 km<sup>2</sup>). Alle har mye barskog i nedbørfeltet og er humøse. Kalkingen av innsjøene ble avsluttet i 2012-2013, og siden den gang har nedgangen i kalsium og pH vært overraskende liten i flere av innsjøene (Figur 10). I alle innsjøene har pH holdt seg over det som er satt som grense mellom god og moderat tilstand i vannforskriften. I Gransjøbekken, nedstrøms 3767-Lille Gransjøen og 3775-Gransjøen, ble det i forbindelse med regnskyll etter tørkeperiode målt lav pH i august 2017 (ikke vist). Det antas at bekken var påvirket av sur avrenning fra myrområdene i sør, mens selve innsjøene var mindre påvirket av episoden.

### 3.1.7 Ringsaker og Stor-Elvdal

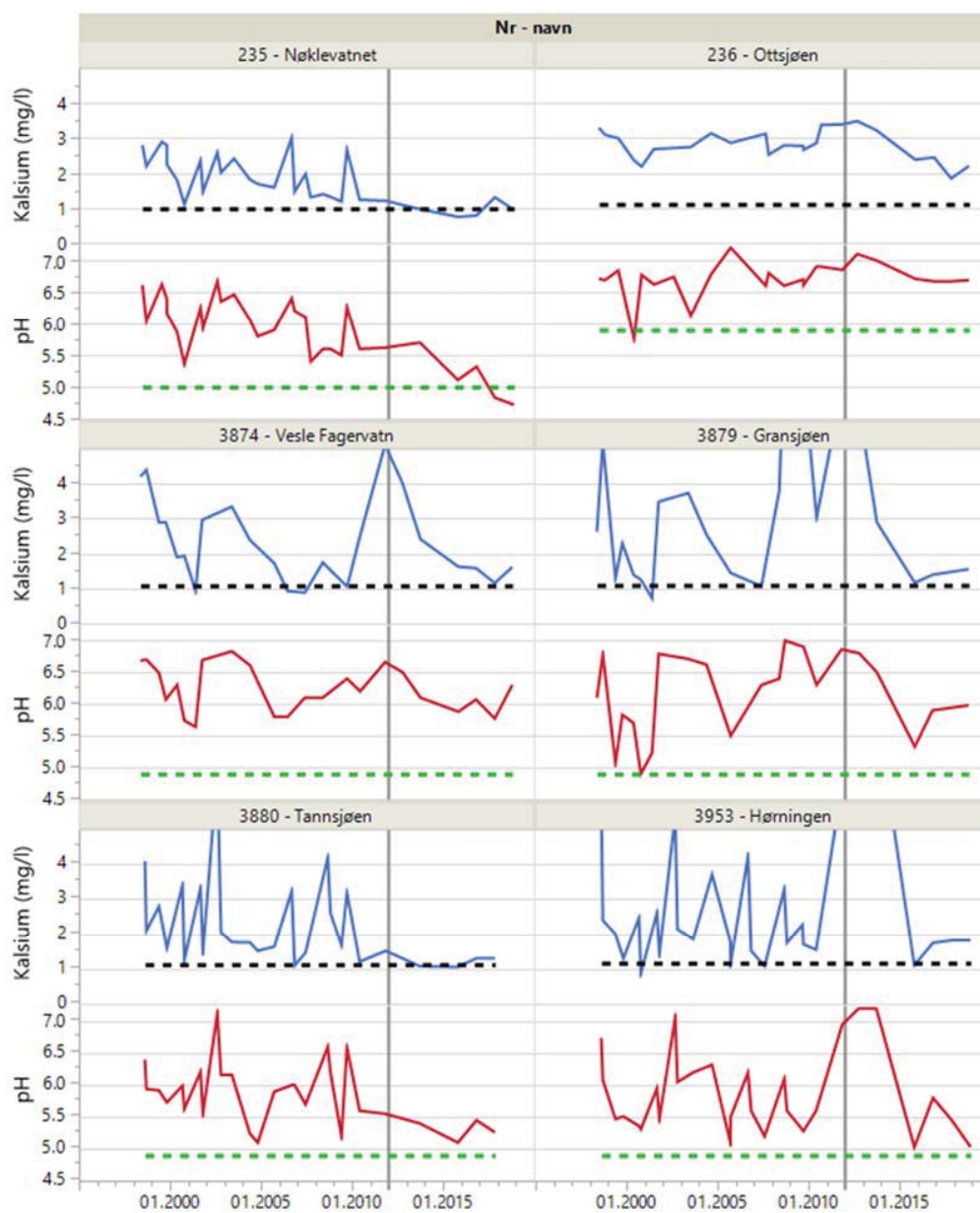
Innsjøene ligger mellom 733 og 896 m.o.h. Grunna (1,35 km<sup>2</sup>) og Store Ljøsvatn (0,39 km<sup>2</sup>) er relativt store og ligger i myrlendt terreng. De andre er små (0,02-0,24 km<sup>2</sup>). Trytjørna har mye snaufjell i nedbørfeltet og har svært klart vann. Revtjørna og Svarttjørna er omgitt av skog, og kalkingen ble der avsluttet i 2009. Siden den gang har kalsiumkonsentrasjonen i disse to vannene falt til nivåer som er nær antatt ukalket nivå (Figur 11). Det samme gjelder Trytjørna hvor kalkingen ble avsluttet betydelig senere (2013), men hvor et forholdsvis stort nedbørfelt og rask utskifting av vannet kan gi kortvarig kalkingseffekt. I de andre innsjøene ble kalkingen avsluttet i 2012-2013 og kalsium var fortsatt høyere enn antatt ukalket nivå. I Store Ljøsvatn har kalsium faktisk ikke blitt lavere i det hele tatt. Med unntak av en svært lav verdi målt i Revtjørna i 2015 har pH holdt seg over god/moderat-grensen i alle innsjøene.

### 3.1.8 Trysil

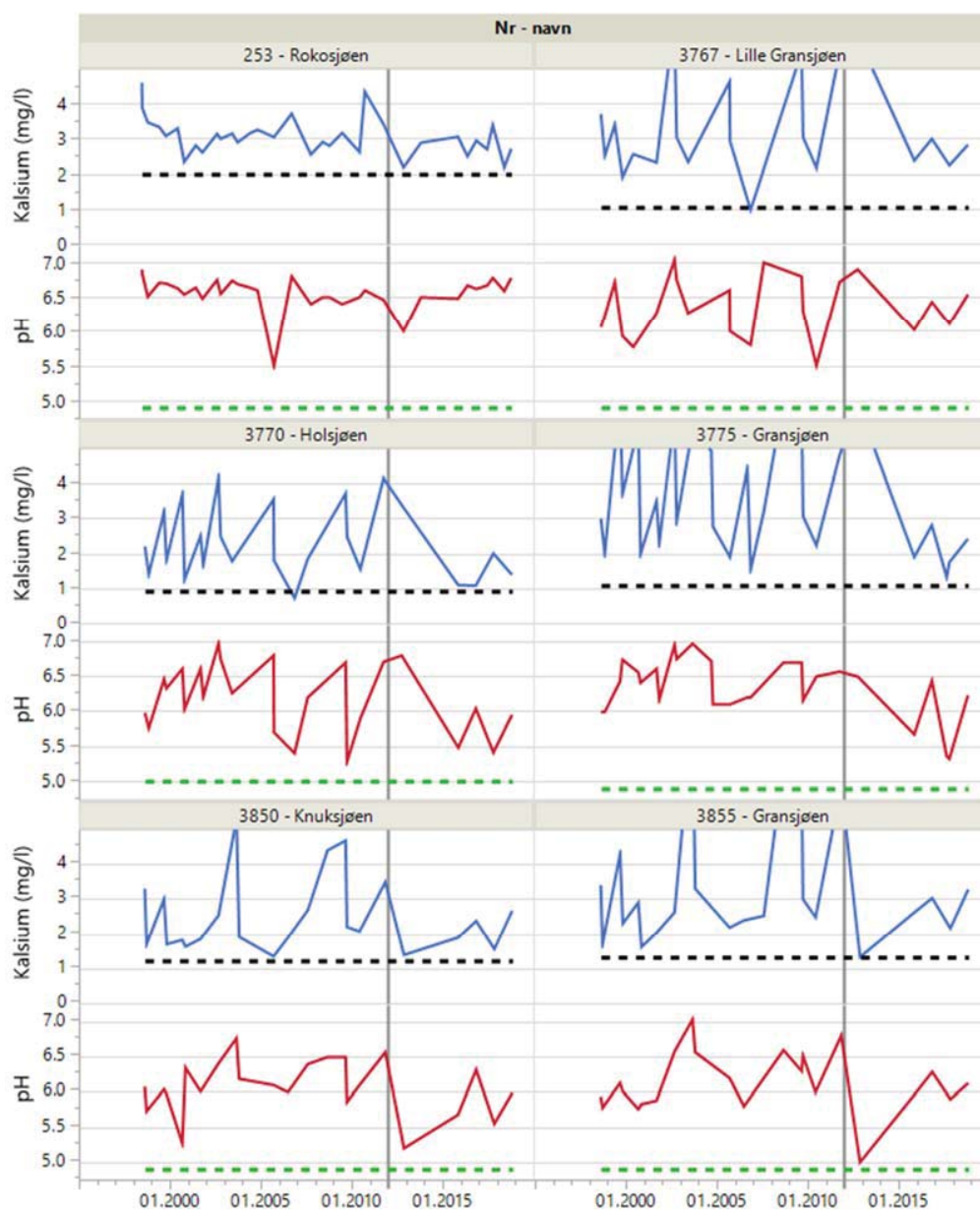
Innsjøene ligger mellom 522 og 730 m.o.h. Rysjøen (0,93 km<sup>2</sup>) og Ulvsjøen (0,49 km<sup>2</sup>) er relativt store. De andre er mindre. Alle ligger i myrlendt terreng med noe barskog og er humøse, unntatt Baksjøen som er relativt klar. Innsjøene ble siste gang kalket i 2013, og kalsiumkonsentrasjonene var høsten 2018 fortsatt noe høyere enn antatt ukalkede nivåer (Figur 12). pH har holdt seg over god/moderat-grensen. Det ble også tatt vannprøve fra 33451-Brennåstjønnna som ble tatt inn som erstatning for Fisktjern i bunndyrundersøkelsene. Brennåstjønnna ble siste gang kalket i 2001. Høsten 2018 lå pH og kalsium på hhv. 6,5 og 1,6 mg/l, noe som tilsier god vannkvalitet.

### 3.1.9 Engerdal

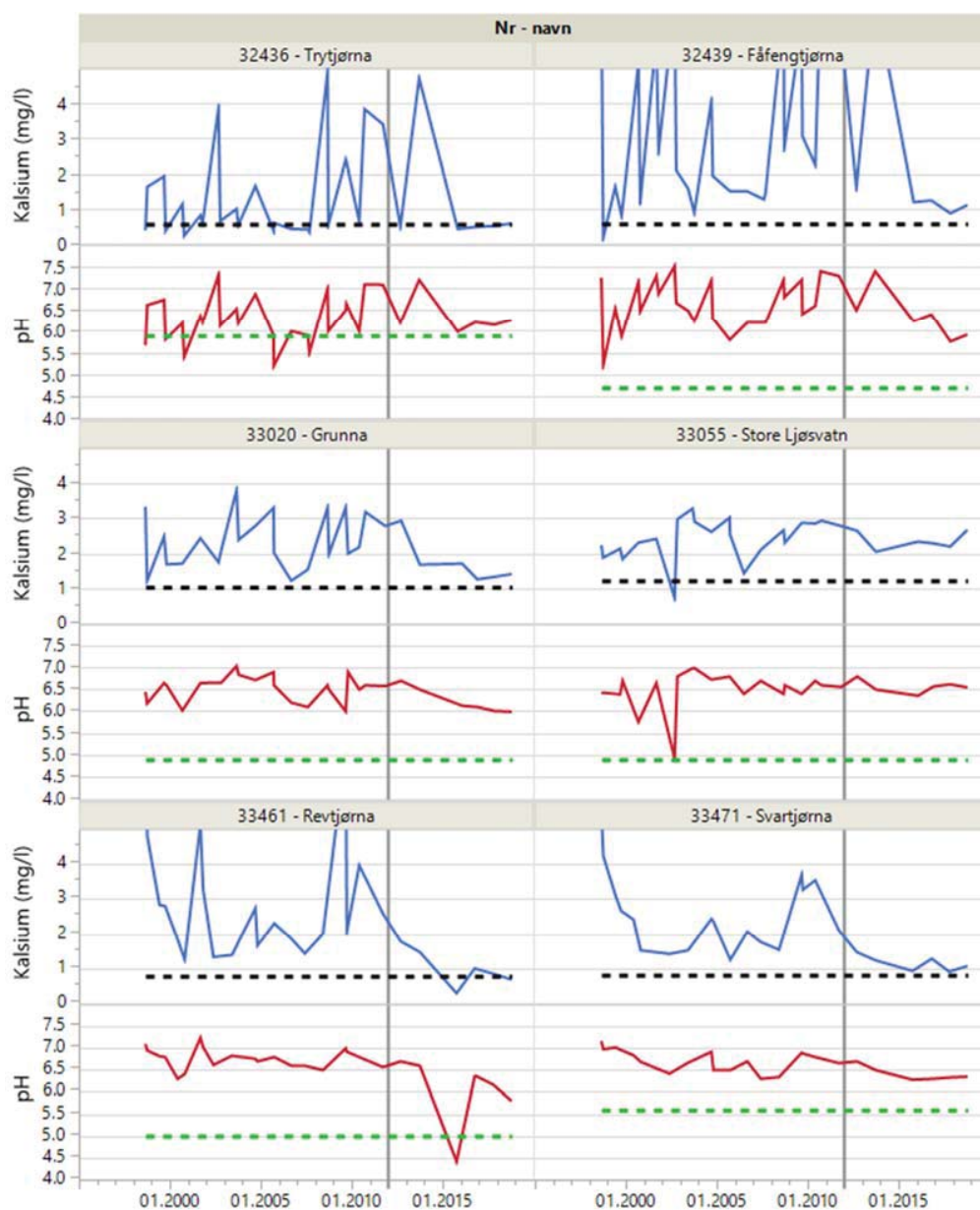
Innsjøene i Engerdal ligger mellom 695 og 935 m.o.h. De er alle relativt små (0,04 – 0,27 km<sup>2</sup>), og mange av dem er betydelig klarere enn innsjøene som hittil har blitt presentert. Nedbørfeltene har mye bart fjell og jordsmonnet er skrint. Kalkingen av Krokettjern og Revlingsjøane ble avsluttet i hhv. 2012 og 2013. De andre vannene ble siste gang kalket i 2014. Kalkingen har stort sett foregått ved at kalken ble spredd på isen på sen vinteren. Innsjøene i områdene som hittil har blitt omtalt har ellers blitt kalket fra båt eller helikopter. Kalsiumkonsentrasjonene har i mange av innsjøene falt til antatt ukalket nivå eller enda lavere (Figur 13). pH har likevel holdt seg over god/moderat-grensen.



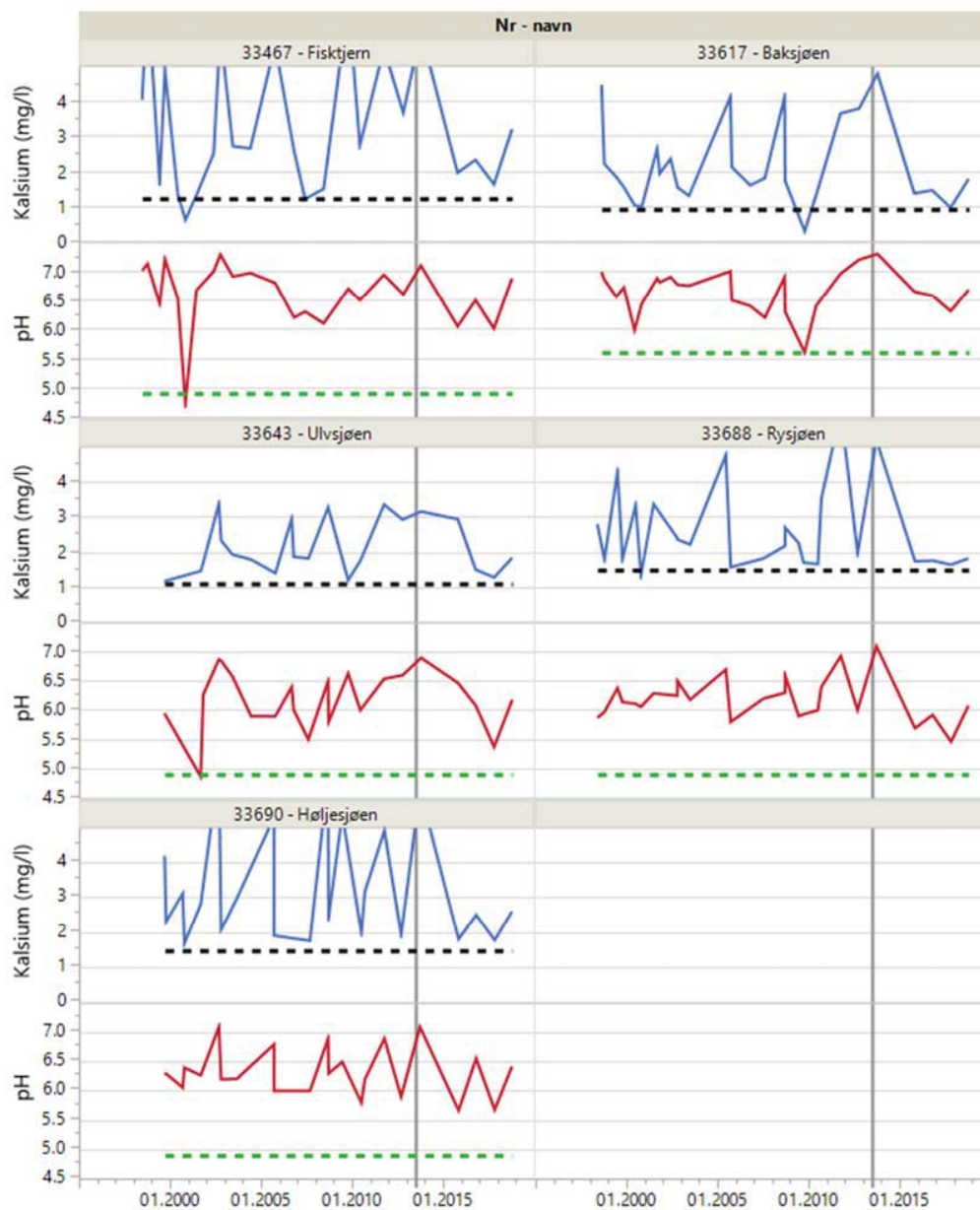
Figur 9. Tidsutvikling av kalsium og pH i Nord-Odal og Åsnes kommuner. Den svarte og grønne stiplede linjen er hhv estimert ukalket nivå av kalsium og grense mellom god og moderat tilstand for innsjøtypen. Den vertikale grå linjen indikerer når kalking av alle innsjøene var avsluttet. Nøklevatnet og Tannsjøen ble avsluttet i hhv. 2006 og 2008. De andre ble kalket siste gang mellom 2011 og 2013



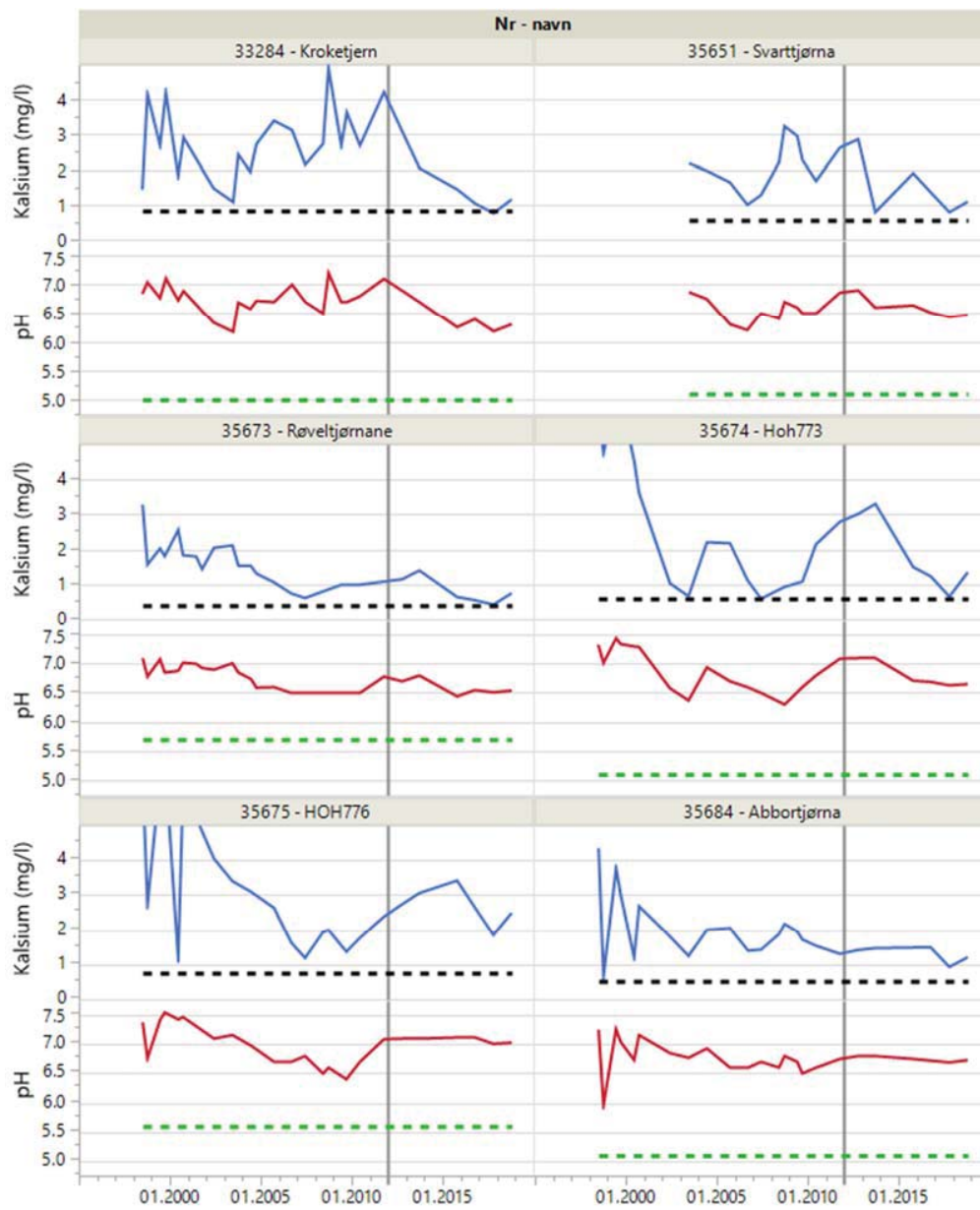
Figur 10. Tidsutvikling av kalsium og pH i Stange og Løten kommuner. Svarte og grønne stiplede linjer er hhv estimert ukalket nivå av kalsium og grense mellom god og moderat tilstand for innsjøtypen. Vertikal grå linje indikerer når kalkingen av alle innsjøene var avsluttet. Kalkingen ble avsluttet i 2012-2013. 3775-Gransjøen ligger verst for Holsjøen. 3855-Gransjøen ligger nord for Bergsjøen.



Figur 11. Tidsutvikling av kalsium og pH i Ringsaker og Stor-Elvdal kommuner. Den svarte og grønne stiplede linjen er hhv estimert ukalket nivå av kalsium og grense mellom god og moderat tilstand for innsjøtypen. Den vertikale grå linjen indikerer når kalking var avsluttet i alle innsjøer. I Revtjørna og Svartjørna ble avsluttet i 2009, de andre i 2012-2013.

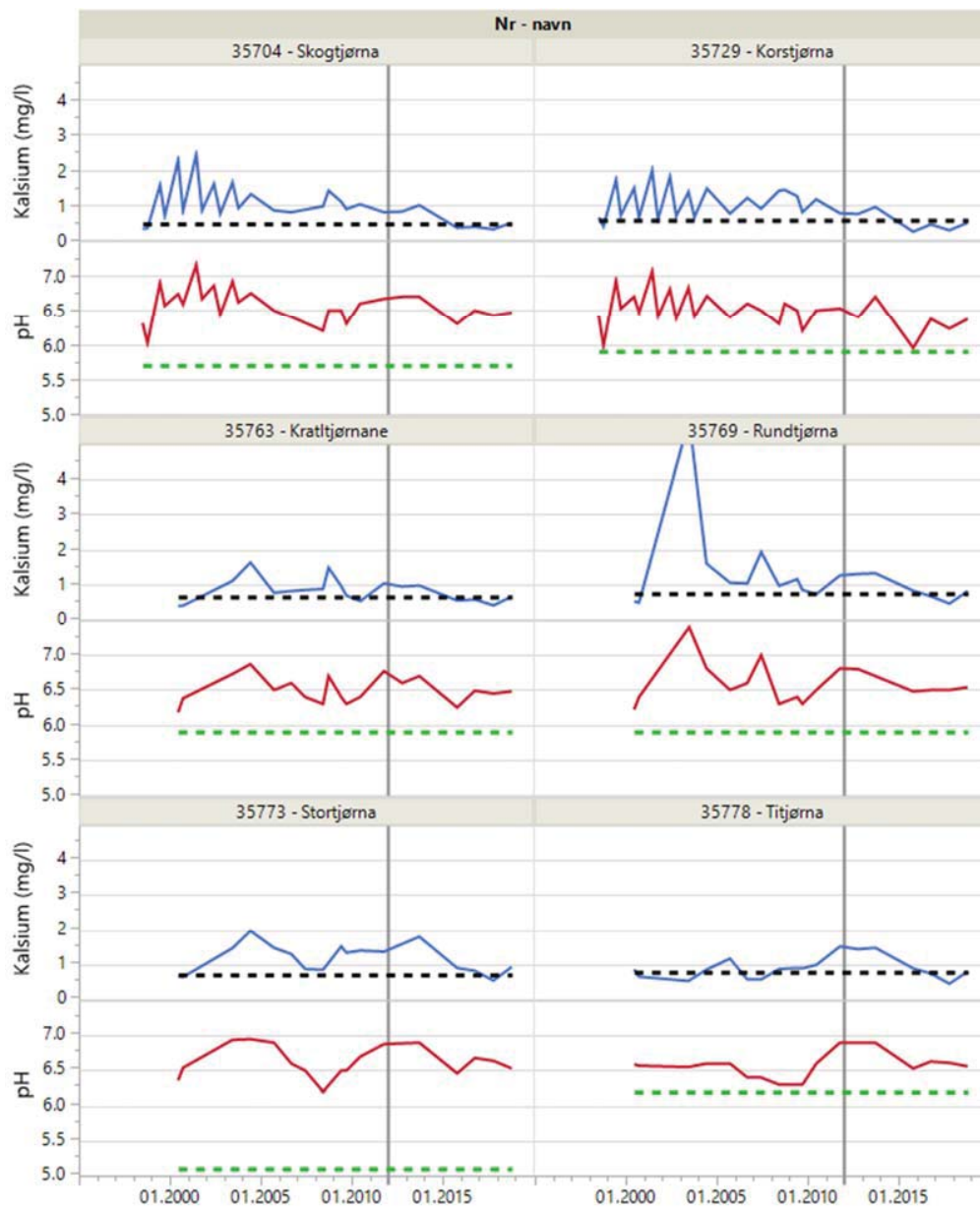


Figur 12. Tidsutvikling av kalsium og pH i Trysil kommune. Den svarte og grønne stiplede linjen er hhv estimert ukalket nivå av kalsium og grense mellom god og moderat tilstand for innsjøtypen. Den vertikale grå linjen indikerer omtrent når kalking ble avsluttet. Innsjøene ble siste gang kalket i 2013

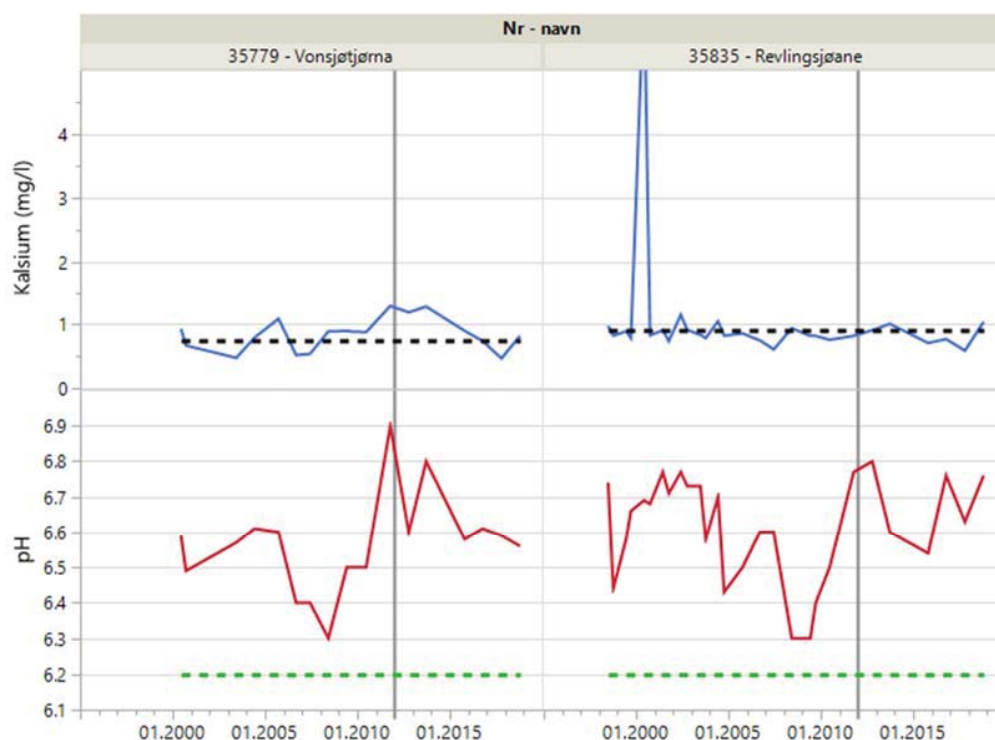


Flere paneler på neste side.





Flere paneler på neste side



Figur 13. Tidsutvikling av kalsium og pH i Engerdal kommune. Den svarte og grønne stiplede linjen er hhv estimert ukalket nivå av kalsium og grense mellom god og moderat tilstand for innsjøtypen. Den vertikale grå linjen indikerer når kalking var avsluttet i alle innsjøene. I Krokettjern og Revlingsjøane ble kalking avsluttet i hhv. 2012 og 2013. I de andre ble kalkingen først avsluttet i 2014.

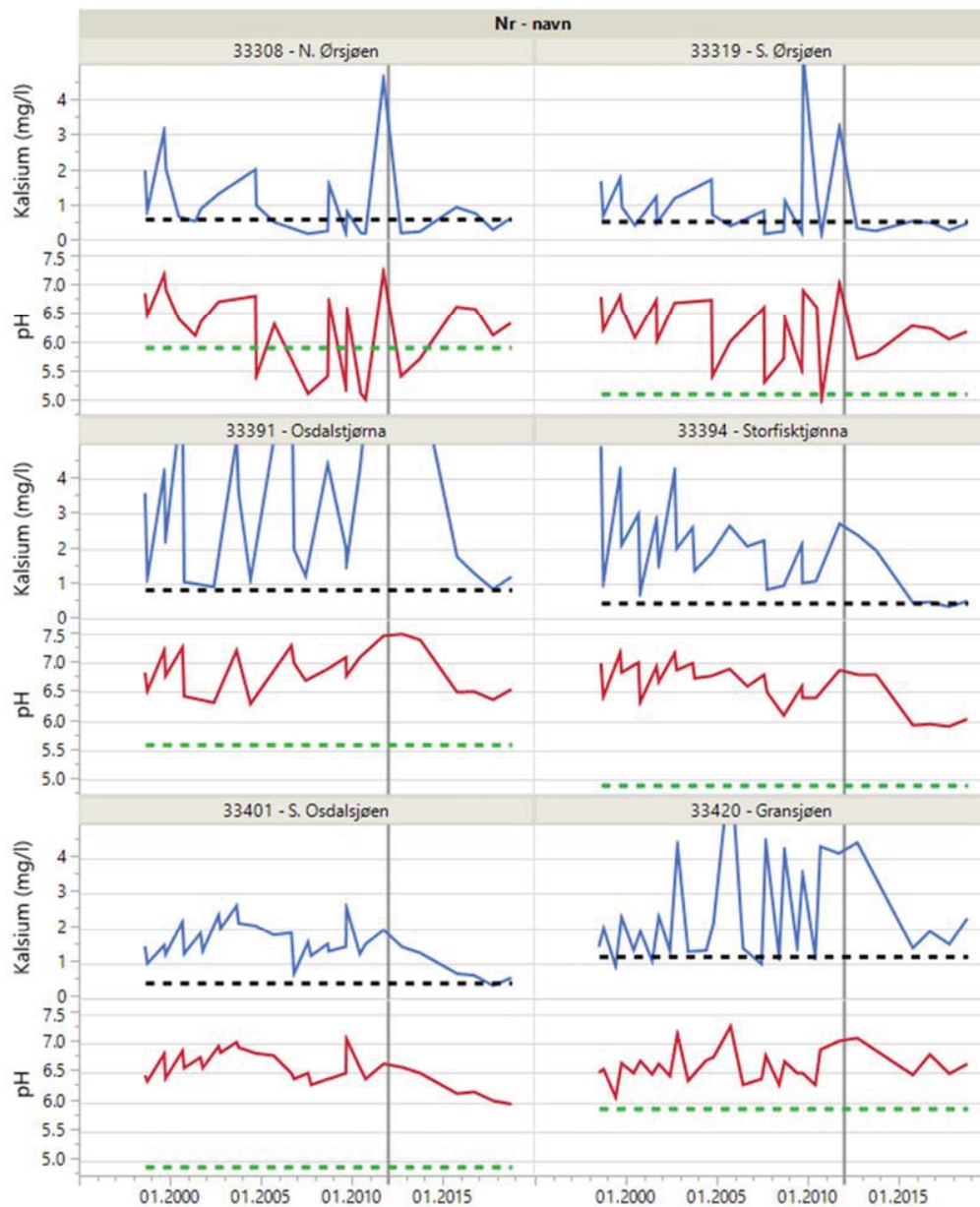
### 3.1.10 Rendalen

Innsjøene varierer i størrelse fra små (Letjenna 0,026 km<sup>2</sup>) til middels store (S. Ørsjøen 0,66 km<sup>2</sup>) og ligger relativt høyt (689-986 moh.). De fleste av innsjøene har lite skog i nedbørfeltet og alle har klart vann, dvs. relativt lav humuskonsentrasjon. Kalkingen ble avsluttet i 2012-2013 og siden har kalsiumkonsentrasjonen falt til nær antatt ukalket nivå (Figur 14). pH har holdt seg over god/moderat-grensen. Den ukalkede referansesjøen Valsjøen er fra naturens side mer kalkrik enn de andre innsjøene i denne undersøkelsen (Vedlegg B). Den andre referansesjøen Bjørntjøerna har en kalsiumkonsentrasjon som er nærmere antatt ukalket nivå i de andre innsjøene i overvåkingen og er slik sett en bedre referanse enn Valsjøen (Vedlegg B).

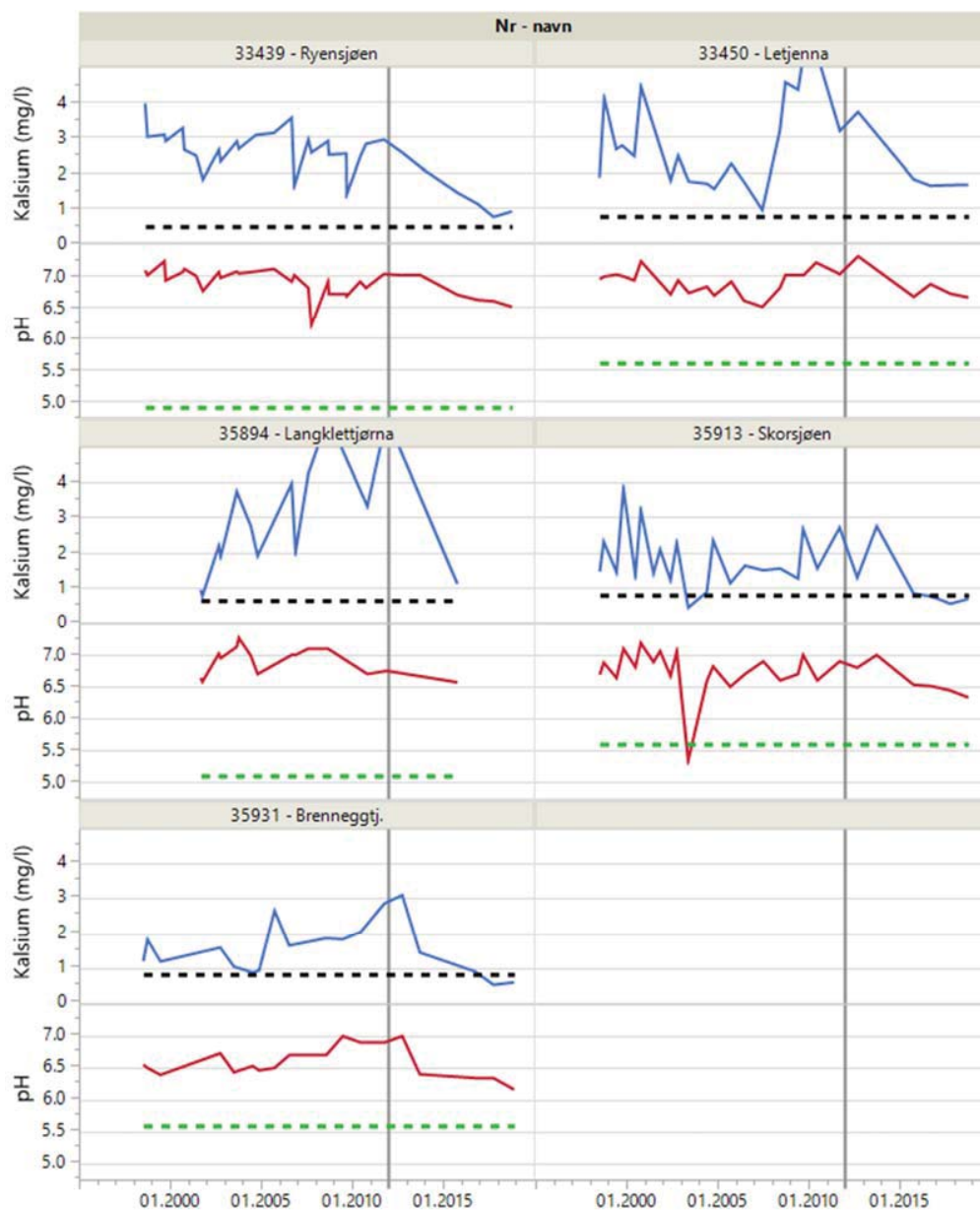
### 3.1.11 Os

Flensjøen er med sitt innsjøareal på 3,4 km<sup>2</sup> den fjerde største innsjøen som er med i undersøkelsen. Den har blitt grundig overvåket i forbindelse siden den første gang ble kalket i 2005 (Løvik et al., 2015) og vil bli nærmere beskrevet i egen rapport. De andre innsjøene er små (0,03-0,04 km<sup>2</sup>) eller middels av størrelse (Butjørn 0,21 km<sup>2</sup>). Alle ligger høyt (780-950 moh.). Nedbørfeltene består av mye snaufjell. Innsjøene er klare eller svært klare unntatt Butjørn som med middelværdi på 6,9 mg TOC/l hadde overraskende høy konsentrasjon av organisk materiale. Innsjøene ble siste gang kalket i 2013. Kalsiumkonsentrasjonene falt raskt til antatt ukalket nivå (Figur 15). pH har holdt seg over grensen mellom god og moderat tilstand, men er nær grensen i Tvillingtjørnane og Korstjøerna. Fra

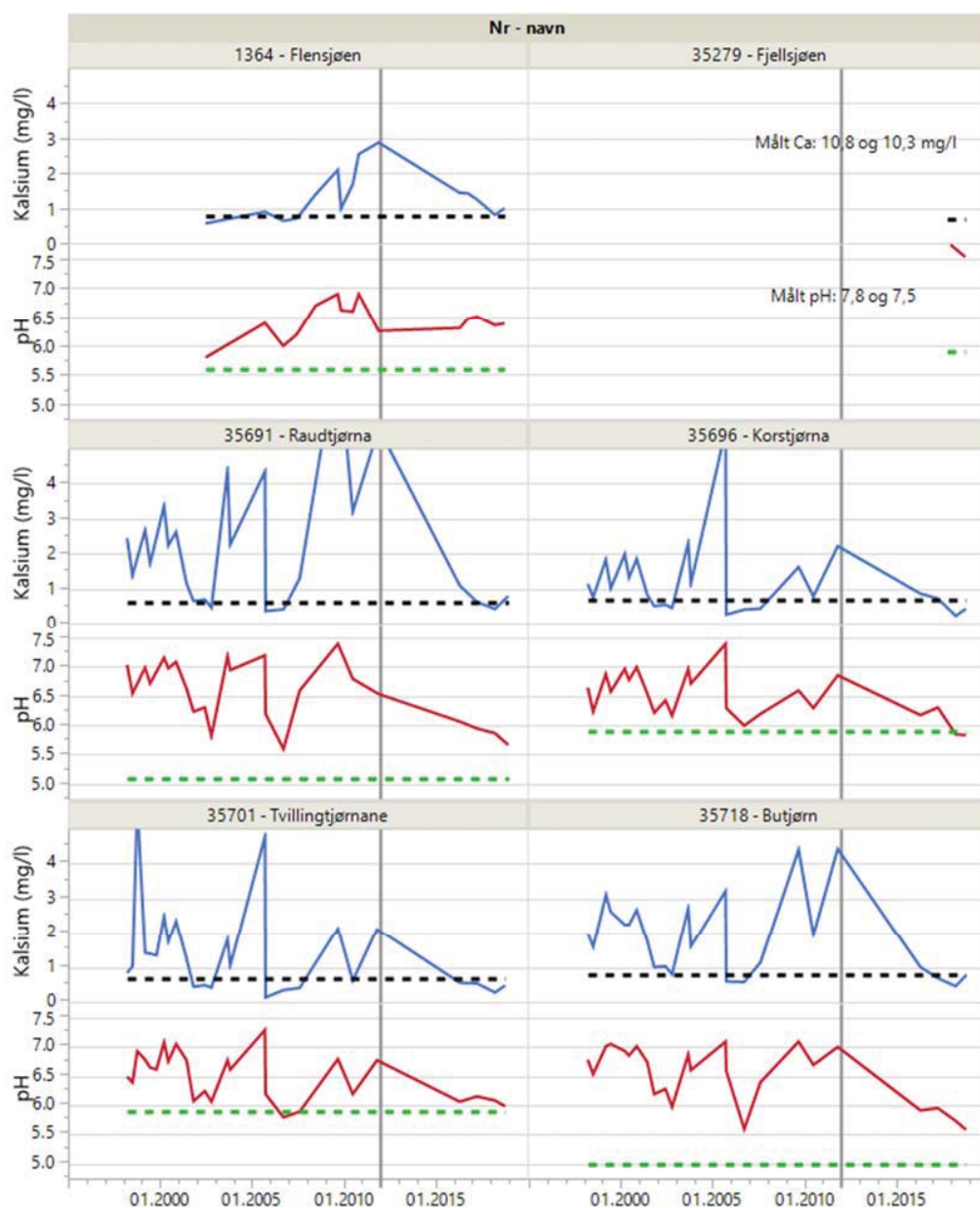
Fjellsjøen kom det bare inn to prøver i løpet av overvåkingsperioden. Begge hadde høy kalsium og pH. Det ble målt noe forhøyet LAI-konsentrasjon i Raudtjørna i 2018 (23 og 30  $\mu\text{g/l}$ , se Vedlegg B).



Flere paneler på neste side.



Figur 14. Tidsutvikling av kalsium og pH i Rendalen kommune. Den svarte og grønne stiplede linjen er hhv estimert ukalket nivå av kalsium og grense mellom god og moderat tilstand for innsjøtypen. Den vertikale grå linjen indikerer omtrent når kalking av alle innsjøene avsluttet. Kalkingen av disse innsjøene ble avsluttet 2012-2013.



Figur 15. Tidsutvikling av kalsium og pH i Os kommune. Den svarte og grønne stiplede linjen er hhv estimert ukalket nivå av kalsium og grense mellom god og moderat tilstand for innsjøtypen. Den vertikale grå linjen indikerer omtrent når kalking av alle innsjøene ble avsluttet.

## 3.2 Fisk

I kapittel 3.2 og 3.3 presenteres resultatene fra undersøkelser gjort på fisk og kreps i innsjøer og på bekker/elver. Der hvor det er utført fiskeundersøkelser i en innsjø og i innsjøens utløpselv er disse presentert etter hverandre. Ellers er innsjøundersøkelser, ungfiskundersøkelser på elv og krepsundersøkelser presentert hver for seg. For informasjon om innsjøene (lengde- og breddegrad,

høyde over havet, størrelse mm.) og tidsutvikling i kalsium og pH de siste årene henvises det til henholdsvis Vedlegg B og figur 5-15. Noen av elveundersøkelsene ga også informasjon om kreps. Disse presenteres imidlertid under kapittel 3.2 (Fisk). Dette gjelder utløpet av Nordre- og Søndre Bellingen og Søndre Øyungen (alle i Eidskog).

Av hensyn til rapportens omfang er rapporteringen av fisk og kreps komprimert, og noen resultater er vist samlet i tabeller og figurer i Vedlegg D (fisk) og E (kreps). Dette gjelder lengdefordeling til ørret fanget under elektrofiske, volummessig prosentfordeling av næringsdyr i dietten til fisk fanget i innsjøer, aldersfordeling til abbor og harr (alt i Vedlegg D) og lengdefordeling til edelkreps fra fire innsjøer (Vedlegg E). En del av disse resultatene vil vies lite plass under vurderingene til hver enkelt lokalitet, men viktige resultater vil nevnes hvis de er viktige for vurdering av forsureffekter eller for klassifiseringen av økologisk tilstand.

### 3.2.1 Eidskog

I Eidskog kommune er det gjennomført ungfisk-/elveundersøkelser i utløpselvene til Søndre- og Nordre Bellingen, Søre Øyungen og Store Børen. I tillegg er det gjennomført krepseundersøkelser i Søndre- og Nordre Bellingen (Kapittel 3.3). Utviklingen i vannkjemi vises i Figur 5.

#### 369-Søndre Øyungen (utløp).

Det ble elfisket på to stasjoner i utløpselva til S. Øyungen (Tabell 2). På begge stasjonene ble det fanget lave tettheter av ørret (estimert 4,8-15,6 ørret per 100 m<sup>2</sup> i 2016 og 2,4-4,4 ørret per 100 m<sup>2</sup> i 2018, se Tabell 3). Det ble også fanget 13 og 14 kreps i henholdsvis 2016 og 2018. I tillegg ble det fanget både abbor, hork og ørekyte (se Tabell 3). Ørekyta var tallrik på de undersøkte områdene, og det ble observert flere stimer i tillegg til de som ble fanget. Kunnskapsgrunnlaget om fiskesamfunnet i S. Øyungen er dårlig, men i henhold til NINA sin fiskedatabase er det registrert mort, ørekyte, krøkle, abbor og hork i tillegg til ørret. I et flerartssamfunn som dette er det lite sannsynlig at bestanden av ørret er stor, og det forventes ikke stor tetthet av ørret på utløpselva. I henhold til tabell 6.15 i veilederen vil økologisk tilstandsklasse for ørret klassifiseres som «god» (sympatrisk, i habitatklasse 2).

Edelkrepsen fordelte seg i lengdeintervallet 37-89 mm i 2016 og 19-65 mm i 2018, noe som viser at flere årsklasser var tilstede. Edelkreps er vurdert å være en terskelindikator og er følsom for flere former for forurensing og inngrep, deriblant forsurening (Veileder 02:2018). I henhold til veilederen, vil forekomst av flere årsklasser av edelkreps, føre til at økologisk tilstandsvurdering for utløpselva til Søndre Øyungen kan klassifiseres som «god».

Tabell 2. Stasjonsbeskrivelse for el-fiskestasjoner i forbindelse med lokaliteten Søndre Øyungen. UTM angir nedstrøms startpunkt for el-fisket.

Stasjon nr	UTM			Areal, m <sup>2</sup>
	sone	øst	nord	
1	33V	343109	6665312	165
2	33V	343072	6665514	90

Tabell 3. El-fiskeresultater fra lokalitetene knyttet til Søndre Øyungen. Underteksten «tot» refererer til all fisk og underteksten «0+» refererer til årsyngel. I kolonnene for fangst oppgis antall fisk fanget i henholdsvis 1., 2. og 3. runde. N=bestandsestimat, SE=Standard error (kun oppgitt ved tre-gangers overfiske). Tetthet er oppgitt som antall individer per 100 m<sup>2</sup>.

St. nr	Art	Dato	Fangst <sub>tot</sub>	Fangst <sub>0+</sub>	N <sub>tot</sub> ± 2 SE	N <sub>0+</sub> ± 2SE	Tetthet <sub>tot</sub>	Tetthet <sub>0+</sub>
1	Ørret	18.08.16	4/-/-	4/-/-	8,0	8,0	4,8	4,8
2	Ørret	18.08.16	7/-/-	6/-/-	14,0	12,0	15,6	13,3
1	Kreps	18.08.16	4/-/-					
2	Kreps	18.08.16	9/-/-					
1	Ørekyte	18.08.16	55/-/-					
2	Ørekyte	18.08.16	37/-/-					
1	Abbor	18.08.16	1/-/-					
1	Hork	18.08.16	3/-/-					
1	Ørret	13.09.18	2/-/-	2/-/-	4,0	4,0	2,4	2,4
2	Ørret	13.09.18	2/-/-	0/-/-	4,0	0,0	4,4	0,0
1	Kreps	13.09.18	8/-/-					
2	Kreps	13.09.18	6/-/-					
1	Ørekyte	13.09.18	26/-/-					
2	Ørekyte	13.09.18	9/-/-					
1	Abbor	13.09.18	1/-/-					
2	Abbor	13.09.18	1/-/-					

Det ble i tillegg observert 4 kreps på st 2 og hhv 39 og 28 ørekyte på st 1 og 2 som ikke ble fanget

#### 4359-Store Børen (utløp).

Elfisket i Store Børen i 2016 ga til sammen kun en mort på til sammen over 400 m<sup>2</sup> avfisket areal (Tabell 4 og Tabell 5). I 2018 var det svært lite vann i elva, og det ble elfisket på alle tilgjengelige vanndekte områder (areal ikke oppgitt). Det ble kun fanget en lake (Tabell 5). Substratet i elva er veldig bra med tanke på oppvekstområder for eventuell ørret. Store deler av elva ble befart og inntrykket var at det var svært få områder som var egnet for gyting. En demning i utløpet av Store Børen hindrer opp- og nedvandring, og vil påvirke eventuell nedvandrende gytefisk. Dette er også et artsrikt vassdrag, og det var i utgangspunktet forventet lave tettheter av ørret. Ørret er registrert i systemet, og selv om elvesubstratet ikke var optimalt for gyting burde en kunne forvente å fange noe ørret. Med bakgrunn i tabell 6.15 i veilederen vil ørretbestanden og kvalitetselement fisk klassifiseres som «moderat» (sympatrisk, i habitatklasse 2).

Tabell 4. Stasjonsbeskrivelse for el-fiskestasjoner i forbindelse med lokaliteten Store Børen. UTM angir nedstrøms startpunkt for el-fisket.

Stasjon nr	sone	UTM		Areal, m <sup>2</sup>
		øst	nord	
1	32V	658774	6659636	315
2	32V	658846	6659788	119

Tabell 5. El-fiskeresultater fra lokalitetene knyttet til Store Børen. Underteksten «tot» refererer til all fisk og underteksten «0+» refererer til årsyngel. I kolonnene for fangst oppgis antall fisk fanget i henholdsvis 1., 2. og 3. runde. N=bestandsestimat, SE=Standard error (kun oppgitt ved tre-gangers overfiske). Tetthet er oppgitt som antall individer per 100 m<sup>2</sup>.

St. nr	Art	Dato	Fangst <sub>tot</sub>	Fangst <sub>0+</sub>	N <sub>tot</sub> ± 2SE	N <sub>0+</sub> ± 2SE	Tetthet <sub>tot</sub>	Tetthet <sub>0+</sub>
1	Ørret	19.08.16	0/-/-	0/-/-	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Ørret	19.08.16	0/-/-	0/-/-	0,0	0,0	0,0	0,0
1	Mort	19.08.16	1/-/-					
1/2	Lake	12.09.18	1/-/-					

**362-Søndre Bellingen (utløp).**

På stasjon 1, ble det fanget 21 og 22 kreps i henholdsvis 2016 og 2018, noe som indikerer at vannkvaliteten med tanke på forsuring (pH og kalsiumnivåer) burde vært tilfredsstillende også for ørret. Elfiske i utløpselva til S. Bellingen ga ingen ørret i 2016, men 2 ørret i 2018 (Tabell 6 og Tabell 7). Ørretfangsten ble gjort på stasjon 2 som var mer «strykpreget». Bellingenvannene er artsrike, og har trolig tette bestander av bl.a abbor og mort i tillegg til at de har gjedde. Forventede tettheter av ørret var derfor i utgangspunktet lav. Med bakgrunn i tabell. 6.15 i veilederen vil ørretbestanden og kvalitetselement fisk klassifiseres som «moderat» i 2016 og «god» i 2018 (sympatrisk, i habitatklasse 2).

Edelkrepsen fordelte seg i lengdeintervallet 29-82 mm i 2016 og 20-82 mm i 2018, noe som viser at flere årsklasser var tilstede. Edelkreps er vurdert å være en terskelindikator og er følsom for flere former for forurensing og inngrep, deriblant forsuring (Veileder 02:2018). I henhold til veilederen vil forekomst av flere årsklasser av edelkreps føre til at økologisk tilstandsvurdering for utløpselva til Søndre Bellingen kan klassifiseres som «god».

Tabell 6. Stasjonsbeskrivelse for el-fiskestasjoner i forbindelse med lokaliteten Søndre Bellingen. UTM angir nedstrøms startpunkt for el-fisket.

Stasjon nr	UTM			Areal, m <sup>2</sup>
	sone	øst	nord	
1	33V	349504	6655242	160
2	33V	349492	6655287	140

Tabell 7. El-fiskeresultater fra lokalitetene knyttet til Søndre Bellingen. Underteksten «tot» refererer til all fisk og underteksten «0+» refererer til årsyngel. I kolonnene for fangst oppgis antall fisk fanget i henholdsvis 1., 2. og 3. runde. N=bestandsestimat, SE=Standard error (kun oppgitt ved tre-gangers overfiske). Tetthet er oppgitt som individer per 100 m<sup>2</sup>.

St. nr	Art	Dato	Fangst <sub>tot</sub>	Fangst <sub>0+</sub>	N <sub>tot</sub> ± 2SE	N <sub>0+</sub> ± 2SE	Tetthet <sub>tot</sub>	Tetthet <sub>0+</sub>
1	Ørret	18.08.16	0/-/-	0/-/-	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Ørret	18.08.16	0/-/-	0/-/-	0,0	0,0	0,0	0,0
1	Kreps	18.08.16	21/-/-					
1	Gjedde	18.08.16	1/-/-					
1	Lake	18.08.16	2/-/-					
1	Niøye	18.08.16	1/-/-					
1	Ørret	13.09.18	0/-/-	0/-/-	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Ørret	13.09.18	2/-/-	0/-/-	4,0	0,0	2,9	0,0
1	Kreps	13.09.18	22/-/-					
1	Lake	13.09.18	1/-/-					
1	Niøye	13.09.18	1/-/-					
2	Ørekyte	13.09.18	1/-/-					

**363-Nordre Bellingen (utløp).**

Elfiske fra utløpselva i N. Bellingen ga én ørret, én gjedde og fem kreps i 2016. I 2018 ble det fanget tre ørret, 16 kreps, 2 lake og ni laue (Tabell 8 og Tabell 9). Forekomst av kreps indikerer at vannkvaliteten med tanke på forsuring (pH og kalsiumnivåer) er tilfredsstillende også for ørret. Bellingenvannene er artsrike, og har trolig tette bestander av bl. a abbor og mort og har gjedde. Forventede tettheter av ørret var derfor i utgangspunktet lav. Med bakgrunn i tabell. 6.15 i veilederen vil ørretbestanden og kvalitetselement fisk klassifiseres som «moderat» til «god.» Edelkrepsen fordelte seg i lengdeintervallet 54-78 mm og 18-88 mm i henholdsvis 2016 og 2018, noe som viser at flere årsklasser var tilstede. Edelkreps er vurdert å være en terskelindikator, og i henhold



til veilederen, vil forekomst av flere årsklasser av edelkreps, føre til at økologisk tilstandsvurdering for utløpselva til Nordre Bellingen kan klassifiseres som «god».

Tabell 8. Stasjonsbeskrivelse for el-fiskestasjoner i forbindelse med lokaliteten Nordre Bellingen. UTM angir nedstrøms startpunkt for el-fisket.

Stasjon nr	sone	UTM		Areal, m <sup>2</sup>
		øst	nord	
1	33V	348281	6659166	100
2	33V	348260	6659200	550

Tabell 9. El-fiskeresultater fra lokalitetene knyttet til Nordre Bellingen. Underteksten «tot» refererer til all fisk og underteksten «0+» refererer til årsyngel. I kolonnene for fangst oppgis antall fisk fanget i henholdsvis 1., 2. og 3. runde. N=bestandsestimat, SE=Standard error (kun oppgitt ved tre-gangers overfiske). Tetthet er oppgitt som antall individer per 100 m<sup>2</sup>.

St. nr	Art	Dato	Fangst <sub>tot</sub>	Fangst <sub>0+</sub>	N <sub>tot</sub> ± 2SE	N <sub>0+</sub> ± 2SE	Tetthet <sub>tot</sub>	Tetthet <sub>0+</sub>
1	Ørret	18.08.16	1/-/-	0/-/-	2,0	0,0	2,0	0,0
2	Ørret	18.08.16	0/-/-	0/-/-	0,0	0,0	0,0	0,0
1	Kreps	18.08.16	4/-/-					
2	Kreps	18.08.16	1/-/-					
1	Gjedde	18.08.16	1/-/-					
1	Ørret	13.09.18	0/-/-	0/-/-	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Ørret	13.09.18	3/-/-	0/-/-	6,0	0,0	1,1	0,0
1	Kreps	13.09.18	5/-/-					
2	Kreps	13.09.18	11/-/-					
1	Lake	13.09.18	1/-/-					
2	Lake	13.09.18	1/-/-					
1	Laue	13.09.18	9/-/-					

### 3.2.2 Kongsvinger

I Kongsvinger kommune er det gjennomført innsjøundersøkelser i Fjellsjøen og ungfisk-/eluveundersøkelser i utløpselven til Fjellsjøen. I tillegg ble det gjennomført krepseundersøkelser i Bæreia (Kapittel 3.3). Utviklingen i vannkjemii i Kongsvinger vises i Figur 6.

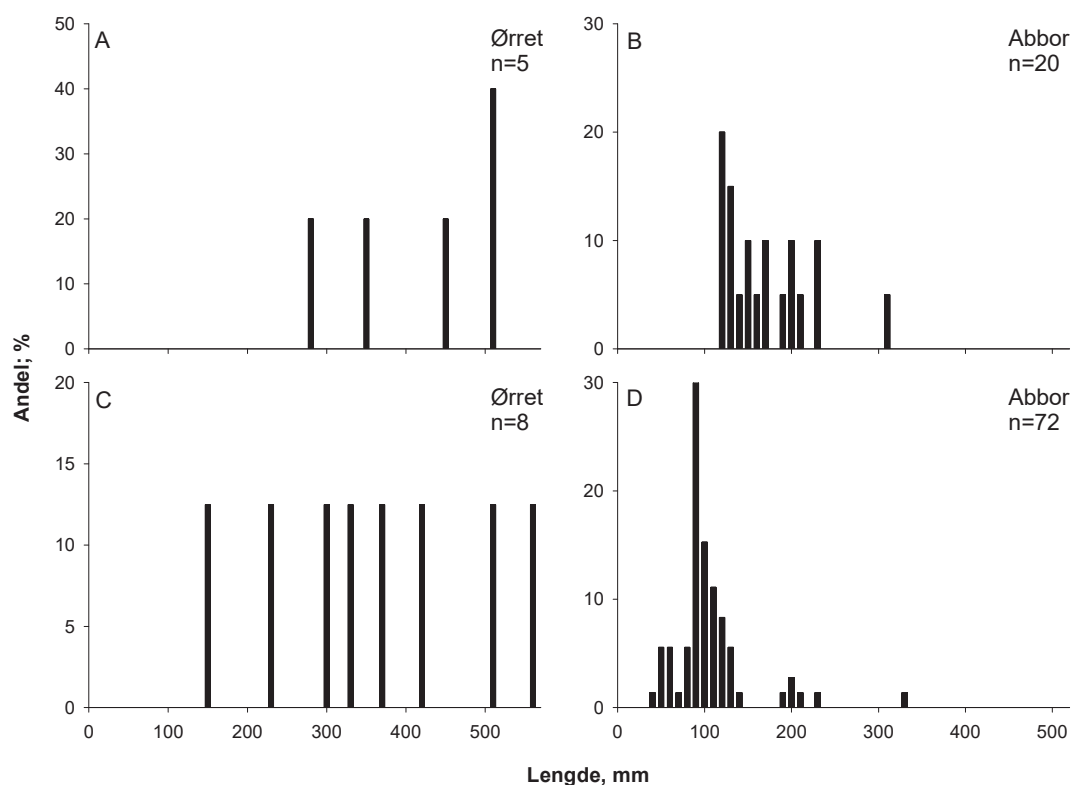
#### 4112-Fjellsjøen (garnfiske).

Fjellsjøen ble prøvufisket den 2.-3. september 2015 og 14.-15. september 2017. Fjellsjøen har en tett bestand av abbor, selv om fangstene var lavere i 2017 enn i 2015. I 2015 ble det fanget 72,7 abbor per 100 m<sup>2</sup> garnnatt, mens det i 2017 ble fanget 24,1 abbor per 100 m<sup>2</sup> garnnatt. Selv om fangst av ørret gikk noe opp fra 2015 til 2017, synes ørretbestanden å være svært tynn, med en CPUE på 1,1 og 3,8 ørret totalt og henholdsvis 1,9 og 6,0 ørret ≥ 15 cm i relevante maskevidder i 2015 og 2017 (Tabell 10 og Tabell 11). Samlet for de to årene ble det kun fanget totalt 17 ørret. Kalsiumverdiene har i forkant av undersøkelsen ligget jevnt over det estimerte bakgrunnsnivået, og pH-verdiene tilsa «god tilstand» i forhold til innsjøtypen (Figur 6). Den lave tettheten av ørret skyldes trolig i liten grad vannkjemiske forhold, og den største begrensende faktoren for ørretbestanden i Fjellsjøen er høyst sannsynlig en tett abborbestand. Det ble kun fanget en ørret mindre enn 20 cm (Figur 16), og de få ørretene som overlever de første årene vokser relativt godt (flere år med tilvekst over 6 cm) og har utholdende vekst (Figur 17). Gjennomsnittlig kondisjon var også normalt god i 2015, og relativt dårlig i 2017 (k=1,02 i 2015 og 0,89 i 2017). Et upublisert prøvufiske fra Fylkesmannen i Hedmark i 2000 viser mye av det samme bilde som i prøvufisken i 2015 og 2017, med dominans av abbor og nesten utelukkende stor ørret. Da maskeviddesammensetningen under prøvufisket i 2000 var fra 21 mm og større, vil en mulig beregning av økologisk tilstand basert på NEFI-indeksen ikke være mulig. I

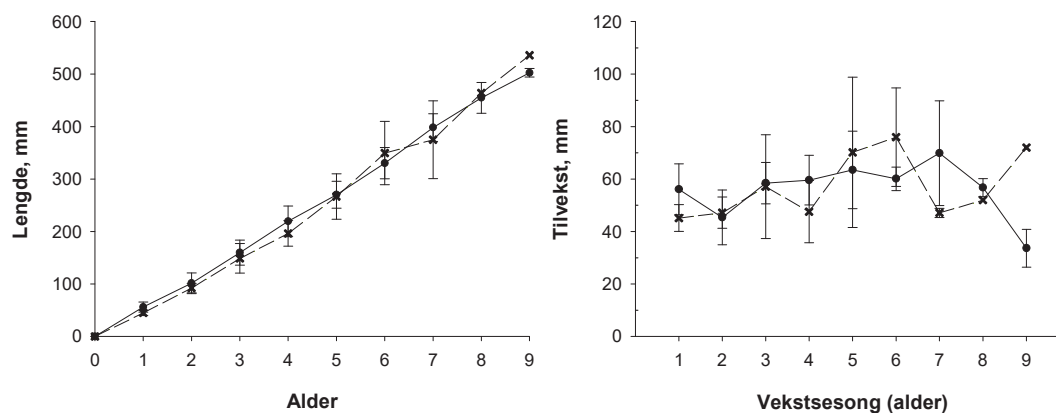
Fjellsjøen settes det ut fisk, og det er trolig helt marginalt med egenrekruttert ørret. Tettheten av ørret på utløpselva i sør (Tabell 12 og Tabell 13) var svært høye i 2015, men trolig er det lite ørret fra denne strekningen som går opp i Fjellsjøen på grunn av en relativt stor fallgradient ganske nær utløpsoset. Den lave tettheten på utløpselva i 2017 skyldes stor vannføring (se under). I tillegg vil den tette abborbestanden i innsjøen begrense rekruttering av ørret inn i fangbar størrelse kraftig. Den gode veksten til større ørret skyldes trolig et relativt godt tilbud av større vannlopper som *B. longimanus* (Vedlegg D1 a,b) og helt sikkert innslag av småabbor (ble funnet i liten grad i mageprøvene). Elva i nordenden av innsjøen ble befart og vurdert som uegnet for gyting. Trolig er ørretbestanden nær en eventuell referansetilstand og økologisk tilstand for kvalitetselement fisk settes skjønnsmessig til «god».

Tabell 10. Garninnsats (antall garn i sonen 0-6 m i parentes), fangst i antall og totalvekt (kg) fordelt per art og fangst per 100 m<sup>2</sup> garnflate i Fjellsjøen. \* For ørret er også oppgitt CPUE som antall per 100 m<sup>2</sup> garnflate med maskevidde større enn 15 mm i henhold til Ugedal mfl. (2005). Dato er oppgitt for dagen garna ble tatt inn igjen etter å ha stått ute om lag 12 timer.

Dato	Antall garn	Antall (kg) fisk			CPUE, per 100 m <sup>2</sup>	
		Ørret	Abbor	Ørekyte	Ørret	Abbor
03.09.15	10	5 (4,4)	327 (34,0)		1,1 (1,9*)	72,7
15.09.17	10 (7)	8 (4,7)	76 (1,5)	1	1,9 (3,3*)	21,3



Figur 16. Lengdefordeling som prosentfordeling i lengdegrupper for ørret og abbor fra garnfangst i Fjellsjøen, september 2015 (A og B) og september 2017 (C og D). Antall fisk i grunnlaget for lengdefordelingene er gitt som n. Merk forskjellig skala på y-aksene.



Figur 17. Tilbakeberegnet lengde  $\pm 2SE$  (til venstre) og årlig tilbakeberegnet tilvekst  $\pm 2SE$  (til høyre) for 5 ørret fra garnfangstene i Fjellsjøen, september 2015 (heltrukken linje markert med sirkler) og september 2017 (brutt linje markert med kryss).

Tabell 11. Andel kjønnsmodne ørret per registrert aldersklasse i garnfisket fra Fjellsjøen og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor) for årsklassene uavhengig av kjønn. Antall individer per kategori er oppgitt under respektive n.

Ørret	Kjønnsmodning				Kondisjon	
	Hunn		Hann		K-faktor	n
Alder	n	% modne	n	% modne		
<b>2015</b>						
4	0		1	100	1,09	1
6	1	0	0		0,93	1
8	1	100	0		1,10	1
9	0		2	100	0,99	2
<b>2017</b>						
2	1	0	0	-	0,77	1
4	1	0	0	-	0,70	1
5	1	0	1	100	0,95	2
6	1	100	0	-	1,17	1
7	1	100	0	-	0,76	1
8	0	-	1	100	1,17	1
9	0	-	1	100	0,68	1

#### 4112-Fjellsjøen (utløp).

Som nevnt ovenfor var tetthetene av ørret på utløpselva i sør svært høye i 2015 (Tabell 12 og Tabell 13), men trolig er det lite ørret fra denne strekningen som går opp i Fjellsjøen på grunn av en relativt stor fallgradient ganske nær utløpsoset. Ørretbestanden på denne strekningen er trolig stasjonær elvefisk, eller avkom fra ørret i nedenforliggende vann. På begge stasjonene ble det fanget både årsyngel og eldre ørret (Tabell 13, Vedlegg D2 a,b), noe som antyder at bestanden er i god eller svært god tilstand (jmf. tabell 6.15 i veilederen). Det ble fanget ørekyt i elva, og ørretbestanden vurderes som sympatrisk. I 2015 var tettheten på stasjon 1, 183,6 ørret per 100 m<sup>2</sup>, noe som er svært høyt. På stasjon to var tettheten lavere med 30,8 ørret per 100 m<sup>2</sup>. Tetthetene i 2017 var langt lavere, både

som følge av stor vannføring og at man ikke fikk fisket stasjon 1. Bestanden vil uansett plassere seg i økologisk tilstandsklasse «god» (jmf. tabell 6.15 i Veileder 02:2018).

Tabell 12. Stasjonsbeskrivelse for el-fiskestasjoner i forbindelse med lokaliteten Fjellsjøen. UTM angir nedstrøms startpunkt for el-fisket. Pga. stor vannføring ble stasjonen lagt nærmere vannet i 2017. Areal er oppgitt for el-fiskerunde i henholdsvis 2015 og 2017.

Stasjon nr	sone	UTM		Areal, m <sup>2</sup>
		øst	nord	
1	33V	348171	6681061	60/45
2	33V	347902	6681023	130

Tabell 13. El-fiskeresultater fra lokalitetene knyttet til Fjellsjøen. Underteksten «tot» refererer til all fisk og underteksten «0+» refererer til årsyngel. I kolonnene for fangst oppgis antall fisk fanget i henholdsvis 1., 2. og 3. runde. N=bestandsestimat, SE=Standard error (kun oppgitt ved tre-gangers overfiske). Tetthet er oppgitt som antall individer per 100 m<sup>2</sup>. \* Pga. stor vannføring ble stasjonen lagt nærmere vannet i 2017.

St. nr	Art	Dato	Fangst <sub>tot</sub>	Fangst <sub>0+</sub>	N <sub>tot</sub> ± 2SE	N <sub>0+</sub> ± 2SE	Tetthet <sub>tot</sub>	Tetthet <sub>0+</sub>
1	Ørret	01.09.15	33/21/17	24/15/14	110,2±191,27	91,8±348,56	183,6	153,1
2	Ørret	01.09.15	25/6/6	12/5/3	40±2,86	22,5±4,29	30,8	17,3
2	Ørekyte	01.09.15	4/3/0					
1*	Ørret	14.09.17	0/2/-	0/0/-				
1*	Abbor	14.09.17	2/0/-					
2	Ørret	14.09.17	16/4/3	2/2/0	24,3±1,30	4,4±1,10	18,7	3,4

### 3.2.3 Sør-Odal

I Sør-Odal kommune er det gjennomført ungfisk-/eluveundersøkelser i utløpselva til Skårillen I tillegg ble det gjennomført krepsundersøkelser i Skårillen (Kapittel 3.3). Utviklingen i vannkjemi i Sør-Odal vises i Figur 7.

#### 4237-Skårillen (utløp).

De to stasjonene i Skårillbekken (Tabell 14) hadde relativt forskjellige hydromorfologi. Den øverste stasjonen (stasjon 1) hadde lav fallgradient og var varierende i forhold til skjul for ørret. På denne stasjonen ble det også fanget både ørekyte og abbor i tillegg til ørret (Tabell 15). Det er kreps i Skårillen (se kapittel 3.3), men en demning i utløpet av innsjøen kan ha ført til at kreps ikke har sluppet seg ned i elva. På stasjon 1, ble det estimert en tetthet på 14,4 og 8,6 ørret per 100 m<sup>2</sup> i henholdsvis 2016 og 2018 (Tabell 15), noe som gir en økologisk tilstandsklasse som god i sympatriske bestander. Stasjon 2, lå et stykke lengere ned, og hadde høyere fallgradient og generelt et bedre habitat for ørret. Her ble det estimert en tetthet på 47,6 og 14,5 ørret per 100 m<sup>2</sup> i henholdsvis 2016 og 2018. Det ble i tillegg ørekyte på denne stasjonen. På begge stasjonene ble det fanget både årsyngel og eldre ørret (Tabell 15, Vedlegg D2 a,b), noe som også antyder at bestanden er i god eller svært god tilstand (jmf. tabell 6.15 i Veileder 02:2018). I henhold til tabell 6.15 (habitatklasse 2, sympatriske bestand) settes kvalitetselement fisk i Skårillbekken i økologisk tilstandsklasse «god».

Tabell 14. Stasjonsbeskrivelse for el-fiskestasjoner i forbindelse med lokaliteten Skårillen. UTM angir nedstrøms startpunkt for el-fisket.

Stasjon nr	UTM			Areal, m <sup>2</sup>
	sone	øst	nord	
1	32V	654561	6669927	70
2	32V	654164	6668925	90

Tabell 15. El-fiskeresultater fra lokalitetene knyttet til Skårillen. Underteksten «tot» refererer til all fisk og underteksten «0+» refererer til årsyngel. I kolonnene for fangst oppgis antall fisk fanget i henholdsvis 1., 2. og 3. runde. N=bestandsestimat, SE=Standard error (kun oppgitt ved tre-gangers overfiske). Tetthet er oppgitt som antall individer per 100 m<sup>2</sup>.

St. nr	Art	Dato	Fangst <sub>tot</sub>	Fangst <sub>0+</sub>	N <sub>tot</sub> ± 2SE	N <sub>0+</sub> ± 2SE	Tetthet <sub>tot</sub>	Tetthet <sub>0+</sub>
1	Ørret	19.08.16	8/2/-	2/1/-	10,1	3,1	14,4	4,4
2	Ørret	19.08.16	22/11/5	16/10/5	42,8±6,10	38,1±17,05	47,6	42,3
1	Abbor	19.08.16	2/0/-					
1	Ørekyte	19.08.16	24/3/-					
2	Ørekyte	19.08.16	0/0/1					
1	Ørret	12.09.18	3/-/-	0/-/-	6,0	0,0	8,6	0,0
2	Ørret	12.09.18	11/2/-	3/1/-	13,0	4,0	14,5	4,5
1	Abbor	12.09.18	1/-/-					
1	Ørekyte	12.09.18	12/-/-					
2	Ørekyte	12.09.18	8/2/-					

### 3.2.4 Grue

I Grue kommune er det gjennomført innsjøundersøkelser i Kalsjøen og ungfisk-/elveundersøkelser i utløpselven til Kalsjøen. Utviklingen i vannkjemi i Grue vises i Figur 8.

#### 3996-Kalsjøen garnfiske.

Kalsjøen ble prøvofisket den 1.-2. september 2015 og 14.-15. september 2017. Kalsjøen har en relativt tett bestand av abbor, og det ble fanget 35,8 og 24,1 abbor per 100 m<sup>2</sup> garnnett i henholdsvis 2015 og 2017. Ørretbestanden synes å være svært tynn, med en fangster på 1,4 (2015) og 3,8 (2017) ørret per 100 m<sup>2</sup> garnflate totalt. For ørret ≥ 15 cm i relevante maskevidder var tallene for henholdsvis 2015 og 2017 1,9 og 6,0 (Tabell 16). I tillegg til garn satt i strandsonen ble det også satt to nordiske garn profundalt og to nordiske flytegarn i 2015. og tre nordiske flytegarn i 2017. Dette ble gjort da dette er en dypere innsjø, og fordi det skulle være røye i innsjøen. I 2015 ble det kun fanget fisk i strandsonen, og det ble ikke fanget noen røye. I 2017 ble det imidlertid fanget til sammen 6 røye, hvorav 3 i flytegarn, 1 profundalt (6-12 m) og 2 i garn satt i littoralsonen. Røyene fordelte seg i lengdeintervallet 178-266 mm (3-8 år, Vedlegg D4). Rundt år 2000 var etter sigende fangstene av røye svært gode (Qvenild, 2010). De lave fangstene av røye var derfor noe overraskende. Årsakene til dette er uskikkert, da de vannkemiske forholdene skulle være brukbare. Kalsiumverdiene har i forkant av undersøkelsen ligget jevnt over det estimerte bakgrunnsnivået, og pH verdiene tilsa «god tilstand» i forhold til innsjøtypen og har ligget opp mot 6,5 de senere årene (Figur 8). Det er mulig en økt humifisering som man ser i flere skogsvann (Finstad et al., 2016), har ført til nedslamming av gyteplassene til røye, og over tid en veldig tynn bestand. Den lave tettheten av ørret skyldes trolig i liten grad vannkemiske forhold, og den største begrensende faktoren for ørretbestanden i Kalsjøen er trolig en tett abborbestand og relativt begrensede gytemuligheter (Oppvekstratio = 8,4). Totalt for 2015 og 2017 ble det kun fanget 6 ørret mindre enn 30 cm (Figur 18), og de få ørretene som overlever de første årene synes å vokse godt, og har utholdende vekst (Figur

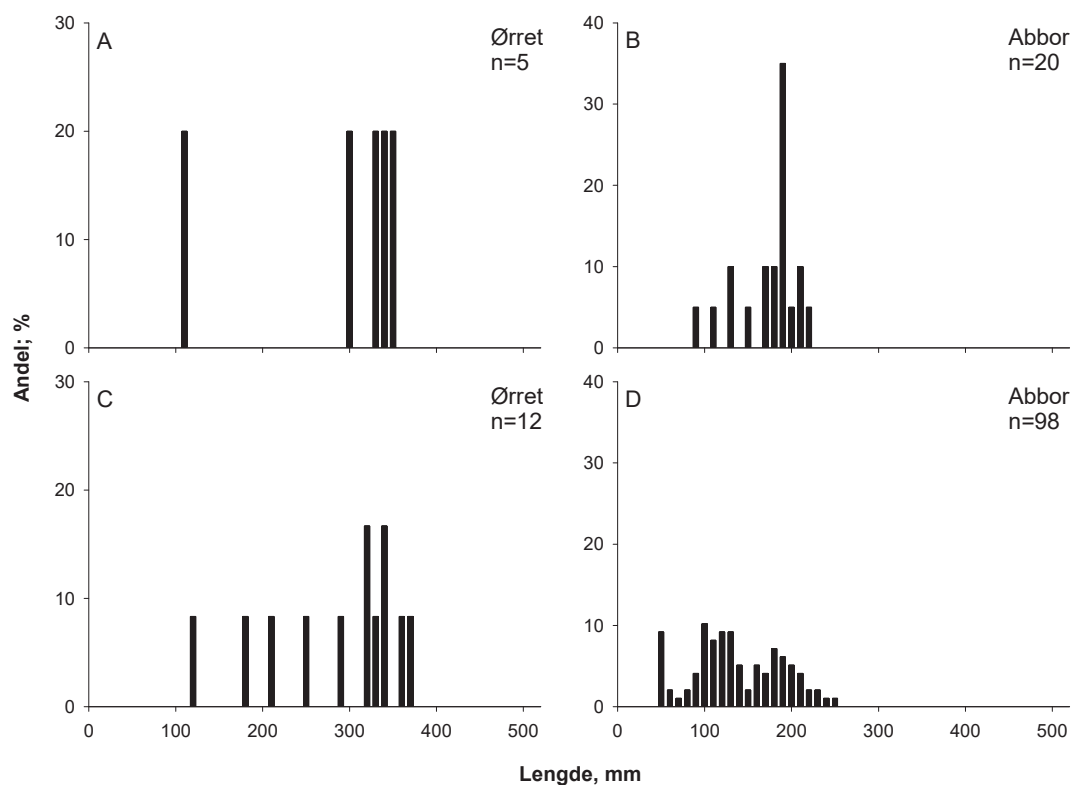
19). Gjennomsnittelig kondisjonsfaktor var normalt god i 2015 ( $k=0,98$ ), men noe lavere i 2017 ( $k=0,91$ ), se også Tabell 17. Det er usikkert om det settes ut ørret i Kalsjøen. Tetthetene av ørret på utløpselva (Tabell 19) var relativt høye, og underbygger påstanden om at vannkjemien i Kalsjøen ikke er årsaken til de lave tetthetene i selve vannet. Trolig er ørretbestanden nær en evt. referansetilstand, men da bestanden av røye trolig har gått kraftig tilbake settes økologisk tilstand for kvalitetselement fisk til «moderat».

Tabell 16. Garninnsats (antall garn i sonen 0-6 m i parentes), fangst i antall og totalvekt (kg) fordelt per art og fangst per 100 m<sup>2</sup> garnflate i strandsona i Kalsjøen. \* For ørret er også oppgitt CPUE som antall per 100 m<sup>2</sup> garnflate med maskevidde større enn 15 mm i henhold til Ugedal et al. (2005). Dato er oppgitt for dagen garna ble tatt inn igjen etter å ha stått ute om lag 12 timer.

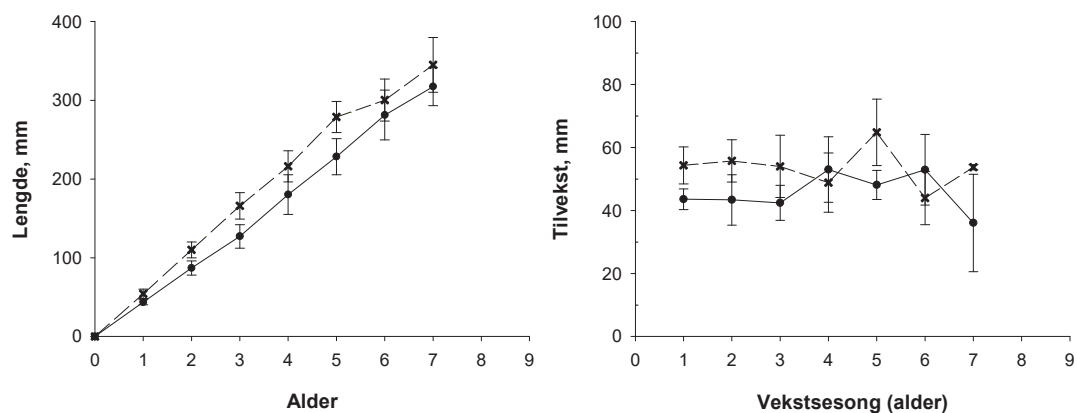
Dato	Antall garn	Antall (kg) fisk			CPUE, per 100 m <sup>2</sup>		
		Ørret	Abbor	Røye	Ørret	Abbor	Røye
02.09.15	8**	5 (1,5)	129 (9,2)		1,4 (1,9*)	35,8	
15.09.17	11(7)**	12 (3,0)	98 (4,1)	6(0,7)	3,8 (6,0*)	24,1	0,6

\*\*I Kalsjøen ble det også brukt flytegarn: 2 og 3 stykker i henholdsvis 2015 og 2017

I 2017 ble det i tillegg fanget 11 ørekyte. Ingen ørekyte i 2015



Figur 18. Lengdefordeling som prosentfordeling i lengdegrupper for ørret og abbor fra garnfangst i Kalsjøen, september 2015 (A og B) og september 2017 (C og D). Antall fisk i grunnlaget for lengdefordelingene er gitt som n.



Figur 19. Tilbakeberegnet lengde  $\pm 2SE$  (til venstre) og årlig tilbakeberegnet tilvekst  $\pm 2SE$  (til høyre) for 5 ørret fra garnfangstene i Kalsjøen, september 2015 (heltrukken linje markert med sirkler) og september 2017 (brutt linje markert med kryss).

Tabell 17. Andel kjønnsmodne ørret per registrert aldersklasse i garnfisket fra Kalsjøen og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor) for årsklassene uavhengig av kjønn. Antall individer per kategori er oppgitt under respektive n.

Ørret	Kjønnsmodning				Kondisjon	
	Hunn		Hann		K-faktor	n
Alder	n	% modne	n	% modne		
<b>2015</b>						
2	0		1	0,0	1,03	1
7	2	100,0	1	100,0	0,96	3
9	1	100,0	0	0,0	0,99	1
<b>2017</b>						
2	2	0,0	0	-	0,92	2
3	1	0,0	0	-	0,91	1
4	1	0,0	1	100,0	0,91	2
5	3	100,0	1	100,0	0,93	4
6	0	-	1	100,0	0,85	1
7	0	-	2	100,0	0,89	2

### 3996-Kalsjøen (utløp).

Utløpet til Kalsjøen ble fisket den 1. og 2. september 2015 og den 14. september 2017 (Tabell 19). På grunn av kraftig regn og dårlig sikt ble det kun fisket to omganger på stasjon 1 i 2015. På de to stasjonene ble det fanget både årsyngel og eldre ungfisk av ørret begge år (Tabell 19, Vedlegg D2 a,b). Det ble også fanget ørekyte på begge stasjoner i 2015, men ikke i 2017. Fraværet av ørekyte kan være tilfeldig, og trolig er vannkvaliteten i utløpsbekken og i den ovenforliggende Kalsjøen tilfredsstillende med tanke på forsurening, da både ørret og ørekyte er forsuringfølsomme arter. Økologisk tilstandsklasse for fisk i utløpselva til Kalsjøen (habitatklasse 2, sympatrisk bestand) havner i klassen «god», med tettheter på over 30 ørret per 100 m<sup>2</sup> (Tabell 19).

Tabell 18. Stasjonsbeskrivelse for el-fiskestasjoner i forbindelse med lokaliteten Kalsjøen. UTM angir nedstrøms startpunkt for el-fisket.

Stasjon nr	sone	UTM		Areal, m <sup>2</sup>
		øst	nord	
1	33V	364808	6694476	100
2		364888	6694300	100

Tabell 19. El-fiskeresultater fra lokalitetene knyttet til Kalsjøen. Underteksten «tot» refererer til all fisk og underteksten «0+» refererer til årsyngel. I kolonnene for fangst oppgis antall fisk fanget i henholdsvis 1., 2. og 3. runde. N=bestandsestimat, SE=Standard error (kun oppgitt ved tre-gangers overfiske). Tetthet er oppgitt som antall individer per 100 m<sup>2</sup>.

St. nr	Art	Dato	Fangst <sub>tot</sub>	Fangst <sub>0+</sub>	N <sub>tot</sub> ± 2SE	N <sub>0+</sub> ± 2SE	Tetthet <sub>tot</sub>	Tetthet <sub>0+</sub>
1	Ørret	01.09.15	19/11/-	3/1/-	31,0	4,0	31,0	4,0
2	Ørret	02.09.15	23/9/2	2/1/0	35,3±0,87	3,1±0,15	35,3	3,1
1	Ørekyte	01.09.15	1/0/-					
2	Ørekyte	02.09.15	1/9/0					
1	Ørret	14.09.17	8/13/2	0/4/0	32,8±58,2	-	32,8	-
2	Ørret	14.09.17	15/13/2	10/2/1	34,2±6,4	13,3±0,2	34,2	13,3

I forbindelse med el-fiske i lokalitetene knyttet til Kalsjøen ble det i tillegg til ørret fanget 11 ørekyte i 2015. Ørekyte ble imidlertid ikke fanget i 2017. Det ble ikke fanget noen andre arter.

### 3.2.5 Nord-Odal og Åsnes

I Nord-Odal og Åsnes kommuner er det gjennomført innsjøundersøkelser i Ottsjøen og ungfisk-/elveundersøkelser i utløpselven til Ottsjøen, Tannsjøen, Nøklevatn og Gransjøen. Utviklingen i vannkemi i Nord-Odal og Åsnes vises i Figur 9.

#### 236-Ottsjøen (garnfiske).

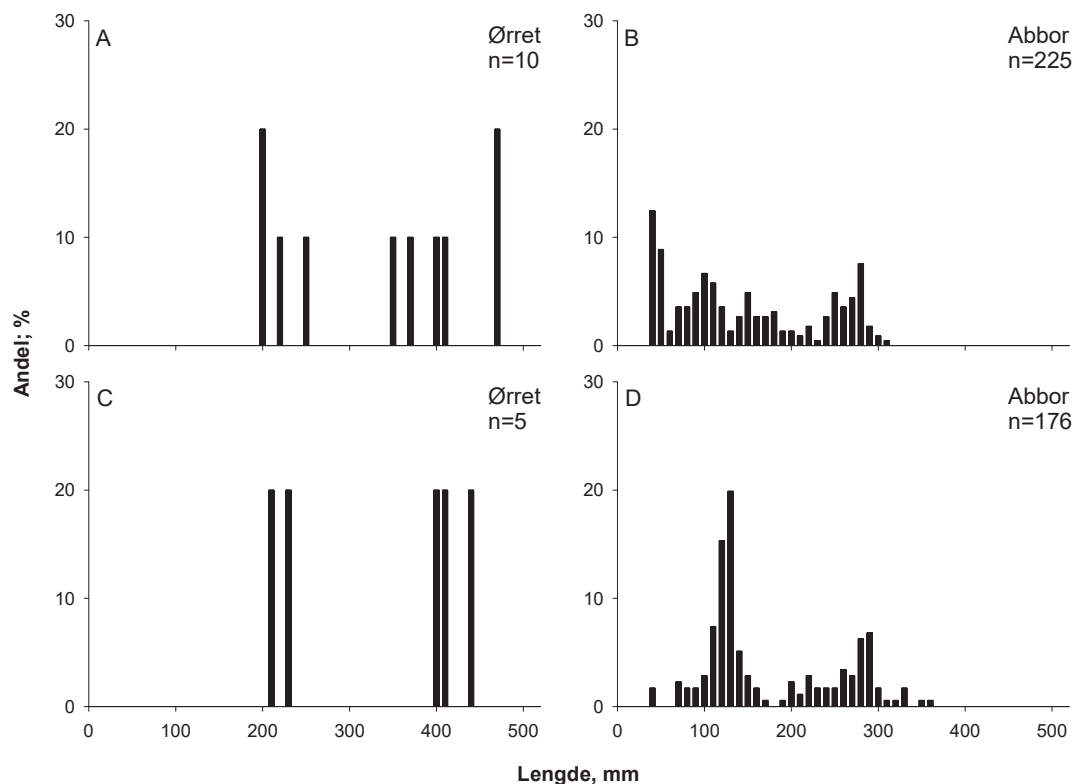
Ottsjøen ble prøvfisket den 25.-26. august 2015 og 9.-10. august 2017. Ottsjøen har en veldig tett bestand av abbor, og det ble fanget 108 og 48 abbor per 100 m<sup>2</sup> garnnatt i henholdsvis 2015 og 2017. Ørretbestanden synes å være svært tynn, med en fangst på 1,5 (2015) og 1,1 (2017) ørret per 100 m<sup>2</sup> garnflate totalt. For ørret ≥ 15 cm i relevante maskevidder var fangstene på 2,5 og 1,9 i henholdsvis 2015 og 2017 (Tabell 20). Kalsiumverdiene har i forkant av undersøkelsen ligget jevnt over det estimerte bakgrunnsnivået, og pH verdiene tilsier «god tilstand» i forhold til innsjøtypen med pH over 6,5 (Figur 9). Den lave tettheten av ørret skyldes trolig i liten grad vannkjemiske forhold, og den største begrensende faktoren for ørretbestanden i Ottsjøen er trolig den tette abborbestanden og relativt begrensede gytemuligheter (Oppvekstratio = 6,9). Når det i tillegg ble fanget relativt mye abbor opp mot 30 cm (Figur 20), vil predasjonsfaren for liten ørret være stor. Det ble kun fanget ørret større enn 20 cm, og 60 % av ørreten var større enn 34 cm (Figur 20). Ikke overraskende utgjorde fisk en god del av dietten (nær 50 % i 2015, 7,5 % i 2017) av dietten til ørreten (Vedlegg D1 a,b). De få ørretene som overlever de første årene synes å vokse normalt, men får en liten økning i tilvekst etter 6-7 år (Figur 21), trolig når de når en størrelse hvor de kan utnytte fisk i større grad. Gjennomsnittlig K-faktor for ørreten var veldig god i 2015 (k=1,12), men var noe lavere i 2017 (k=0,92), se også Tabell 19). Det er noe usikkert om det settes ut ørret i Ottsjøen, og det er også usikkert om ørreten kunne gyte på utløpselva før dammen ble bygget. Trolig er ørretbestanden nær en eventuell referansetilstand. Under garnfisket i Ottsjøen i 2015 ble det fanget en enkelt mort (en hannfisk på 24,6 cm og 161 gram). Dette er første gang forekomst av mort er registrert i Ottsjøen, og fangsten ble derfor rapportert inn til Fylkesmannen i Hedmark. Det er usikkert om dette var en tilfeldig fangst eller om arten klarer å etablere seg. Det ble ikke fanget mort i prøvfisket 2017. Som nevnt ovenfor



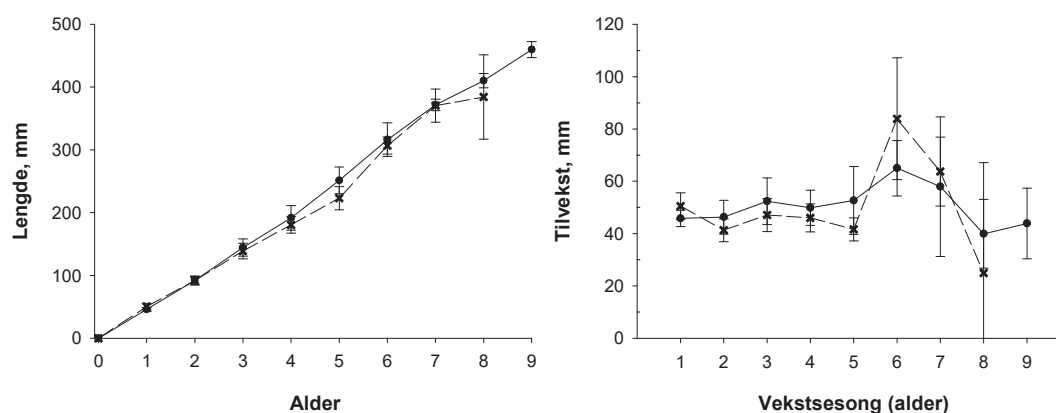
er det en del usikkerhetsmomenter som gjør det svært vanskelig å klassifisere økologisk tilstand for fisk i Ottsjøen. Basert på en skjønnsmessig vurdering (det tas her hensyn til at det ble oppdaget mort og at en dam i utløpet kan ha redusert rekruttering av ørret) settes økologisk tilstand for kvalitetselement fisk til «moderat».

Tabell 20. Garninnsats (for 2017 er antall garn i sonen 3-6 m oppgitt i parentes), fangst i antall og totalvekt (kg) fordelt per art og fangst per 100 m<sup>2</sup> garnflate i Ottsjøen. \* For ørret er også oppgitt CPUE som antall per 100 m<sup>2</sup> garnflate med maskevidde større enn 15 mm i henhold til Ugedal mfl. (2005). Dato er oppgitt for dagen garna ble tatt inn igjen etter å ha stått ute om lag 12 timer.

Dato	Antall garn	Antall (kg) fisk			CPUE, per 100 m <sup>2</sup>		
		Ørret	Abbor	Ørekyte	Ørret	Abbor	Ørekyte
26.08.15	15	10 (5,3)	731 (53,9)	56	1,5 (2,5*)	108,3	
10.08.17	14 (8)	5 (4,7)	176 (1,5)	14	1,1 (1,9*)	48,1	



Figur 20. Lengdefordeling som prosentfordeling i lengdegrupper for ørret og abbor fra garnfangst i Ottsjøen, august 2015 (A og B) og august 2017 (C og D). Antall fisk i grunnlaget for lengdefordelingene er gitt som n.



Figur 21. Tilbakeberegnet lengde  $\pm 2SE$  (til venstre) og årlig tilbakeberegnet tilvekst  $\pm 2SE$  (til høyre) for 10 ørret fra garnfangstene i Ottsjøen, august 2015 (heltrukket linje markert med sirkler) og august 2017 (brutt linje markert med kryss).

Tabell 21. Andel kjønnsmodne individer per registrert aldersklasse i garnfisket fra Ottsjøen og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor) for årsklassene uavhengig av kjønn. Antall individer per kategori er oppgitt under respektive n.

Ørret	Kjønnsmodning				Kondisjon	
	Hunn		Hann		K-faktor	n
Alder	n	% modne	n	% modne		
<b>2015</b>						
3	0	-	1	100,0	1,27	1
4	0	-	3	33,3	1,07	3
6	1	100,0	0		1,28	1
7	1	100,0	1	0,0	1,07	2
8	1	100,0	0		1,53	1
9	1	0,0	1	0,0	0,89	2
<b>2017</b>						
3	0	-	1	0,0	0,91	1
4	1	0,0	0	-	0,91	1
7	0	-	1	0,0	0,87	1
8	0	-	2	50,0	0,96	2

### 326-Ottsjøen (utløp).

Utløpet til Ottsjøen ble fisket den 25. august 2015 og 8. august 2017 (Tabell 22). På grunn av kraftig regn og dårlig sikt ble det kun fisket to omganger på stasjon 2 i 2015. Samme stasjon ble kun fisket en gang i 2017, denne gangen på grunn av lave fangster. I 2015 ble det fanget både årsyngel og eldre ungfisk av ørret på begge stasjoner. I 2017 ble det imidlertid fanget årsyngel kun på stasjon 1 (Tabell 23, Vedlegg D2 a,b). Antall ørret per 100 m<sup>2</sup> varierte mellom 23,4-39,3 i 2015 og 10,7-17,7 i 2017. Det ble også fanget ørekyte på begge stasjoner begge år. Dette indikerer at vannkvaliteten i utløpsbekken og i den ovenforliggende Ottsjøen har tilfredsstillende vannkjemi, med tanke på forsuring, da både ørret og ørekyte er forsuringfølsomme arter. Ørretbestanden vurderes etter

sympatrisk bestand i habitatklasse 2, og økologisk tilstandsklasse for fisk i utløpselva til Ottsjøen settes til «god».

Tabell 22. Stasjonsbeskrivelse for el-fiskestasjoner i forbindelse med lokaliteten Ottsjøen. UTM angir nedstrøms startpunkt for el-fisket.

Stasjon nr	sone	UTM		Areal, m <sup>2</sup>
		øst	nord	
1	32V	629641	6705009	175
2	32V	630011	6704899	37,5

Tabell 23. El-fiskeresultater fra lokalitetene knyttet til Ottsjøen. Underteksten «tot» refererer til all fisk og underteksten «0+» refererer til årsyngel. I kolonnene for fangst oppgis antall fisk fanget i henholdsvis 1., 2. og 3. runde. N=bestandsestimat, SE=Standard error (kun oppgitt ved tre-gangers overfiske). Tetthet er oppgitt som antall individer per 100 m<sup>2</sup>.

St. nr	Art	Dato	Fangst <sub>tot</sub>	Fangst <sub>0+</sub>	N <sub>tot</sub> ± 2SE	N <sub>0+</sub> ± 2SE	Tetthet <sub>tot</sub>	Tetthet <sub>0+</sub>
1	Ørret	25.08.15	19/11/5	11/10/2	41,0±10,24	27,2±9,24	23,4	15,5
2	Ørret	25.08.15	8/6/-	8/5/-	14,8	13,5	39,3	36,0
1	Ørekyte	25.08.15	9/4/4					
2	Ørekyte	25.08.15	0/3/-					
1	Ørret	08.08.17	14/9/3	10/3/1	29,9±6,7	14,4±0,4	17,1	8,2
2	Ørret	08.08.17	2/-/-	0/-/-	4,0	0,0	10,7	0,0
1	Ørekyte	08.08.17	2/1/0					
2	Ørekyte	08.08.17	3/-/-					

### 3880-Tannsjøen (utløp).

Utløpet til Tannsjøen (Tannåa) ble fisket den 31. august 2015 og den 9. august 2017 (Tabell 24). Det ble fanget både årsyngel og eldre ungfisk av ørret i Tannåa i 2015, men kun eldre fisk i 2017 (Tabell 25). Det ble imidlertid kun fanget henholdsvis tre og to ørret i 2015 og 2017. Habitatet tilsier at det skulle vært langt mer ørret på denne strekningen, og det er mulig at de vannkjemiske forholdene er begrensende for ørretbestanden. pH verdiene de siste årene har ligget nær 5,0 (Figur 9), og er ikke tilfredsstillende for ørret. Det er ikke gjennomført fiskeundersøkelser i selve innsjøen som kan støtte opp om eventuelle forsureningskader. Økologisk tilstandsklasse for fisk i Tannåa vurderes som en allopatrisk bestand, og havner i klassen «svært dårlig», med tettheter på 6,0 og 4,0 ørret per 100 m<sup>2</sup> (Tabell 25).

Tabell 24. Stasjonsbeskrivelse for el-fiskestasjoner i forbindelse med lokaliteten Tannsjøen. UTM angir nedstrøms startpunkt for el-fisket. Areal er oppgitt for el-fiskerunde i henholdsvis 2015 og 2017.

Stasjon nr	sone	UTM		Areal, m <sup>2</sup>
		øst	nord	
1	32V	648586	6710900	200/250

Tabell 25. El-fiskeresultater fra lokalitetene knyttet til Tannsjøen. Underteksten «tot» refererer til all fisk og underteksten «0+» refererer til årsyngel. I kolonnene for fangst oppgis antall fisk fanget i

henholdsvis 1., 2. og 3. runde. N=bestandsestimat, SE=Standard error (kun oppgitt ved tre-gangers overfiske). Tetthet er oppgitt som individer per 100 m<sup>2</sup>.

St. nr	Art	Dato	Fangst <sub>tot</sub>	Fangst <sub>0+</sub>	N <sub>tot</sub> ± 2SE	N <sub>0+</sub> ± 2SE	Tetthet <sub>tot</sub>	Tetthet <sub>0+</sub>
1	Ørret	31.08.15	3/-/-	1/-/-	6,0	2,0	3,0	1,0
1	Ørret	09.08.17	2/-/-	0/-/-	4,0	0,0	1,6	0,0

### 235-Nøklevatnet (utløp).

Utløpet til Nøklevatnet ble fisket den 31. august 2015 og den 10. august 2017 (Tabell 26). Det ble kun fanget en ørret på de to stasjonene i 2015 og til sammen fire ørret i 2017 (Tabell 27). Habitatet tilsier at det skulle vært langt mer ørret på disse strekningene, og det er mulig at de vannkjemiske forholdene er begrensende for ørretbestanden. pH verdiene de siste årene har ligget nær og under 5,0 (Figur 9), og er ikke tilfredsstillende for ørret. Det er ikke gjennomført fiskeundersøkelser i selve innsjøen som kan støtte opp om eventuelle forursingsskader. Økologisk tilstandsklasse for fisk i utløpet av Nøklevatnet, klassifisert som en allopatrisk bestand, vurderes som «svært dårlig», med tettheter på 0-4,4 ørret per 100 m<sup>2</sup> (Tabell 27).

Tabell 26. Stasjonsbeskrivelse for el-fiskestasjoner i forbindelse med lokaliteten Nøklevatnet. UTM angir nedstrøms startpunkt for el-fisket. Areal er oppgitt for el-fiskerunde i henholdsvis 2015 og 2017.

Stasjon nr	sone	UTM		Areal, m <sup>2</sup>
		øst	nord	
1	32V	653197	6706866	100/135
2	32V	653118	6706949	150/90

Tabell 27. El-fiskeresultater fra lokalitetene knyttet til Nøklevatnet. Underteksten «tot» refererer til all fisk og underteksten «0+» refererer til årsyngel. I kolonnene for fangst oppgis antall fisk fanget i henholdsvis 1., 2. og 3. runde. N=bestandsestimat, SE=Standard error (kun oppgitt ved tre-gangers overfiske). Tetthet er oppgitt som individer per 100 m<sup>2</sup>.

St. nr	Art	Dato	Fangst <sub>tot</sub>	Fangst <sub>0+</sub>	N <sub>tot</sub> ± 2SE	N <sub>0+</sub> ± 2SE	Tetthet <sub>tot</sub>	Tetthet <sub>0+</sub>
1	Ørret	31.08.15	0/-/-	0/-/-	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Ørret	31.08.15	1/-/-	0/-/-	2,0	0,0	1,3	0,0
1	Ørret	10.08.17	3/-/-	0/-/-	6,0	0,0	4,4	0,0
2	Ørret	10.08.17	1/-/-	1/-/-	2,0	2,0	2,2	2,2

### 3879-Gransjøen (utløp).

Utløpet til Gransjøen ble fisket den 31. august 2015 og den 9. august 2017 (Tabell 28). I 2015 ble det fanget både årsyngel og eldre ungfisk av ørret i Gransjøen (Tabell 29), men tettheten var imidlertid svært lav med 5 ørret per 100 m<sup>2</sup>. I 2017 var tettheten på 7 ørret per 100 m<sup>2</sup>, og da ble det ikke fanget årsyngel. Habitatet tilsier at det skulle vært langt mer ørret på denne strekningen, og det er mulig at de vannkjemiske forholdene er begrensende for ørretbestanden. pH verdiene de siste årene har ligget nær 5,5 (Figur 9), og dette er ikke optimalt for ørret. Det er ikke gjennomført fiskeundersøkelser i selve innsjøen som kan støtte opp om eventuelle forursingsskader. Økologisk tilstandsklasse for fisk vurderes som en allopatrisk bestand, og havner i klassen «svært dårlig».

Tabell 28. Stasjonsbeskrivelse for el-fiskestasjoner i forbindelse med lokaliteten Gransjøen i Åsnes. UTM angir nedstrøms startpunkt for el-fisket.

Stasjon nr	UTM			Areal, m <sup>2</sup>
	soner	øst	nord	
1	32V	652793	6710028	200

Tabell 29. El-fiskeresultater fra lokalitetene knyttet til Gransjøen. Underteksten «tot» refererer til all fisk og underteksten «0+» refererer til årsyngel. I kolonnene for fangst oppgis antall fisk fanget i henholdsvis 1., 2. og 3. runde. N=bestandsestimat, SE=Standard error (kun oppgitt ved tre-gangers overfiske). Tetthet er oppgitt som antall individer per 100 m<sup>2</sup>.

St. nr	Art	Dato	Fangst <sub>tot</sub>	Fangst <sub>0+</sub>	N <sub>tot</sub> ± 2SE	N <sub>0+</sub> ± 2SE	Tetthet <sub>tot</sub>	Tetthet <sub>0+</sub>
1	Ørret	31.08.15	8/2/-	3/0/-	10,1	6,0	5,0	3,0
1	Ørret	09.08.17	7/-/-	0/-/-	14,0	0,0	7,0	0,0

### 3.2.6 Stange og Løten

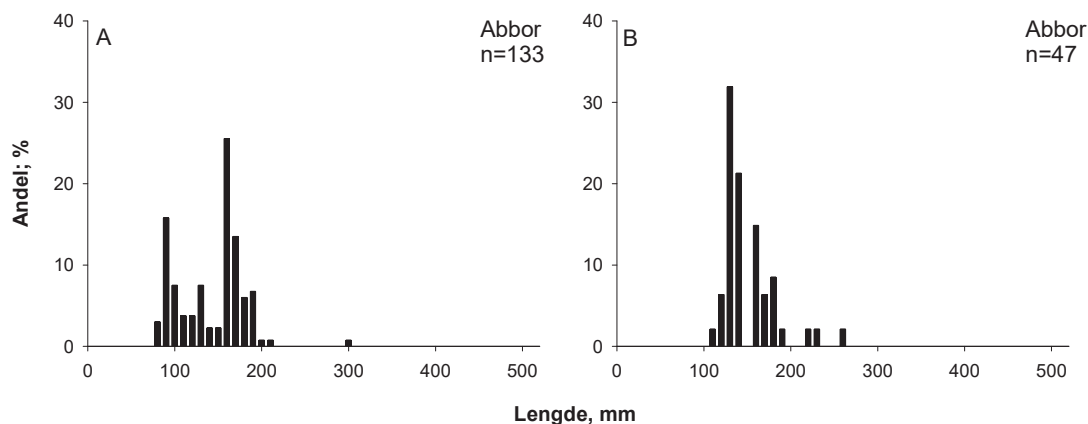
I Stange og Løten kommuner er det gjennomført innsjøundersøkelser i Gransjøen og ungfisk-/elveundersøkelser i utløpselven til Gransjøen. Utviklingen i vannkjemi i Stange og Løten vises i Figur 10.

#### 3775-Gransjøen (garnfiske).

Gransjøen vest for Holsjøen i Stange ble prøvofisket den 24.-25. august 2015 og 8.-9. august 2017. Gransjøen har en relativt tett bestand av abbor, og det ble fanget henholdsvis 29,6 og 20,9 abbor per 100 m<sup>2</sup> garnnatt i 2015 og 2017 (Tabell 30). Ørretbestanden er svært tynn, og det ble kun fanget to individer i 2015 og 1 individ i 2017. Dette tilsvarer 0,4 ørret per 100 m<sup>2</sup> garnflate totalt, eller 0,8 ørret ≥ 15 cm i relevante maskevidder i begge år, se Tabell 30). Ørretene fanget i 2015 var på henholdsvis 25,9 og 18,8 cm og med vekt på 167 og 65 gram. Ørreten som ble fanget i 2017 var på 228 mm og 97 gram. Kalsiumverdiene lå i forkant av undersøkelsen 2015 jevnt over det estimerte bakgrunnsnivået, og pH verdiene (rundt 6,0) tilsa «god tilstand» i forhold til innsjøtypen (Figur 10). Etter undersøkelsene i 2015 har pH droppet under 5,5 før den gikk noe opp igjen. pH ned mot 5,5 over tid er ikke optimalt for ørret. Gransjøen og utløpselva har også blitt kalket av lokale til og med 2015. Den lave tettheten av ørret skyldes trolig i liten grad vannkjemiske forhold, og den største begrensende faktoren for ørretbestanden i Gransjøen er høyst sannsynlig en tett abborbestand og begrensede oppvekstområder (OR=4,6). I Gransjøen er det ikke satt ut fisk på over ti år (A. Stenberg pers. med), og ørretene som ble fanget var mellom tre og seks år. Med andre ord er det en viss egenrekruttering av ørret i Gransjøen. Tetthetene på utløpselva var stedvis gode i 2015 (se under), men på grunn av fallgradien og vandringshinder nær utløpet er det få ørret som rekrutteres til innsjøen herfra. Trolig er ørretbestanden nær en eventuell referansetilstand og økologisk tilstand for kvalitetselement fisk settes skjønsmessig til «god».

Tabell 30. Garninnsats (for 2017 er antall garn i sonen 0-6 m oppgitt i parentes), fangst i antall og totalvekt (kg) fordelt per art og fangst per 100 m<sup>2</sup> garnflate i Gransjøen vest for Holsjøen. \* For ørret er også oppgitt CPUE som antall per 100 m<sup>2</sup> garnflate med maskevidde større enn 15 mm i henhold til Ugedal mfl. (2005). Dato er oppgitt for dagen garna ble tatt inn igjen etter å ha stått ute om lag 12 timer.

Dato	Antall garn	Antall (kg) fisk		CPUE, per 100 m <sup>2</sup>	
		Ørret	Abbor	Ørret	Abbor
25.08.15	10	2 (0,2)	133 (4,7)	0,4 (0,8*)	29,6
09.08.17	6 (5)	1 (0,1)	47 (1,8)	0,4 (0,8*)	20,9



Figur 22. Lengdefordeling som prosentfordeling i lengdegrupper for abbor fra garnfangst i Gransjøen, august 2015 (A) og august 2017 (B). Antall fisk i grunnlaget for lengdefordelingene er gitt som n.

Tabell 31. Andel kjønnsmodne individer per registrert aldersklasse i garnfisket fra Gransjøen og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor) for årsklassene uavhengig av kjønn. Antall individer per kategori er oppgitt under respektive n.

Ørret	Kjønnsmodning				Kondisjon	
	Hunn		Hann		K-faktor	n
Alder	n	% modne	n	% modne		
<b>2015</b>						
3	0		1	0,0	0,98	1
6	0		1	100,0	0,96	1
<b>2017</b>						
4	0	-	1	-	0,82	1

### 3775-Gransjøen (utløp)

Utløpet til Gransjøen vest for Holsjøen ble fisket den 24. august 2015 og den 8. august 2017 (Tabell 32). Stasjon 2 og 3 var gode ungfiskhabitat for ørret, mens stasjon 1 var mer stilleflytende, med varierende grad av skjul. Dette er trolig også årsaken til det store antallet ørekyte på denne stasjonen i 2015 (Tabell 33). I Gransjøen var det markert forskjell mellom resultatene fra prøvefiske i 2015 og i 2017. Til tross for det store antallet ørekyte som ble fanget på stasjon 1 i 2015, ble det ikke fanget et eneste individ av arten i 2017. Tetthetene av ørret på stasjon 1, 2 og 3, var henholdsvis 10,2, 75,2 og 47,5 ørret per 100 m<sup>2</sup> i 2015. Tetthetene på de samme stasjonene i 2017 var på 5,3, 5,0 og 10,0 (Tabell 33). Selv om resultatene fra elfiske etter ørret alene ville gitt tilstandsklasse «god» i både 2015 og 2017 (sympatrisk, habitatklasse 2), er det grunn til å se nærmere på det store fallet i tetthet. I 2015 ble det konkludert med at de relativt store tetthetene av ørekyte styrket bildet av at det er god vannkvalitet med tanke på forsuring. Fravær av ørekyte og det lave antallene av ørret kan tyde på en reforsuring, eller en forsuringsepisode. I august 2017, ble det i forbindelse med regnskyll etter tørkeperiode målt svært lav pH (på 4-tallet, med håndholdt apparat). Det antas at bekken var påvirket av sur avrenning fra myrområdene i sør, mens selve innsjøene var mindre påvirket av episoden. Basert på utviklingen i ørretbestanden og fravær av ørekyte i fangstene i 2017 settes tilstandsklasse for kvalitetselement fisk til «moderat».

Tabell 32. Stasjonsbeskrivelse for el-fiskestasjoner i forbindelse med lokaliteten Gransjøen i Stange. UTM angir nedstrøms startpunkt for el-fisket. For stasjon 1 er areal oppgitt for el-fiskerunde i henholdsvis 2015 og 2017.

Stasjon nr	sone	UTM		Areal, m <sup>2</sup>
		øst	nord	
1	32V	641448	6725821	60/75
2	32V	641480	6725791	40
3	32V	640424	6725828	117

Tabell 33. El-fiskeresultater fra lokalitetene knyttet til Gransjøen vest for Holsjøen. Underteksten «tot» refererer til all fisk og underteksten «0+» refererer til årsyngel. I kolonnene for fangst oppgis antall fisk fanget i henholdsvis 1., 2. og 3. runde. N=bestandsestimat, SE=Standard error (kun oppgitt ved tre-gangers overfiske). Tetthet er oppgitt som antall individer per 100 m<sup>2</sup>.

St. nr	Art	Dato	Fangst <sub>tot</sub>	Fangst <sub>0+</sub>	N <sub>tot</sub> ± 2SE	N <sub>0+</sub> ± 2SE	Tetthet <sub>tot</sub>	Tetthet <sub>0+</sub>
1	Ørret	24.08.15	4/2/-	0/0/-	6,1	0,0	10,2	0,0
2	Ørret	24.08.15	21/5/3	13/3/1	30,1±0,78	17,3±0,22	75,2	43,2
3	Ørret	24.08.15	34/12/6	15/6/3	55,6±2,58	26,1±2,68	47,5	22,3
1	Ørekyte	24.08.15	200/0/-*					
2	Ørekyte	24.08.15	6/7/3					
1	Ørret	08.08.17	2/-/-	0/-/-	4,0	0,0	5,3	0,0
2	Ørret	08.08.17	1/-/-	0/-/-	2,0	0,0	5,0	0,0
3	Ørret	08.08.17	5/-/-	2/-/-	10,0	4,0	10,0	4,0

\*Det ble registrert minimum 200 ørekyte ved stasjon 1 i 2015

På bakgrunn av lav ørretfangst på stasjon 1 i 2015 og alle stasjoner i 2017 ville det ikke la seg gjøre å beregne tetthet, og det ble besluttet å gjennomføre kun en el-fiskerunde her. I 2017 ble det ikke observert ørekyte på noen av stasjonene.

### 3.2.7 Ringsaker og Stor-Elvdal

I Ringsaker og Stor-Elvdal kommuner er det gjennomført innsjøundersøkelser i Grunna, Store Ljøsvatn og Fåfengtjern, og ungfisk-/elveundersøkelser i utløpselvene til Grunna, Store Ljøsvatn og Trytjern. Utviklingen i vannkjemi i Ringsaker og Stor-Elvdal vises i Figur 11.

#### 33020-Grunna (garnfiske).

Grunna ble prøvofisket den 27.-28. august 2015 og 7.-8. september 2017. Ørretbestanden i Grunna synes i utgangspunktet å være relativt tynn, selv om fangstene var noe høyere i 2017 enn i 2015 (3,0 ørret per 100 m<sup>2</sup> garnflate i 2015 mot 6,3 i 2017; Tabell 34). Kalsiumverdiene har i forkant av undersøkelsen ligget jevnt over det estimerte bakgrunnsnivået, og pH verdiene tilsa «god tilstand» i forhold til innsjøtypen (Figur 11). Lave til moderate tettheter av ørret skyldes derfor trolig i liten grad vannkjemiske forhold. I henhold til Ugedal mfl. (2005) kan ørretbestanden i Grunna karakteriseres som tynn, med fisk av middels størrelse (gjennomsnittsstørrelse for kjønnsmodne hunner på 31,9 cm både i 2015 og i 2017). I 2015 var veksten til ørreten bra, og årlig tilvekst lå mellom 40 og 50 mm den første vekstsesongen, før den stabiliserte seg ved rundt 60 mm til og med fjerde sesong (Figur 24). I 2017 var veksten de første årene noe dårligere, men allikevel normalt god (fem-seks cm årlig) frem til seks års alder. Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor for ørret var god ( $k=1,04$  i 2015 og  $1,02$  i 2017, se også Tabell 35).

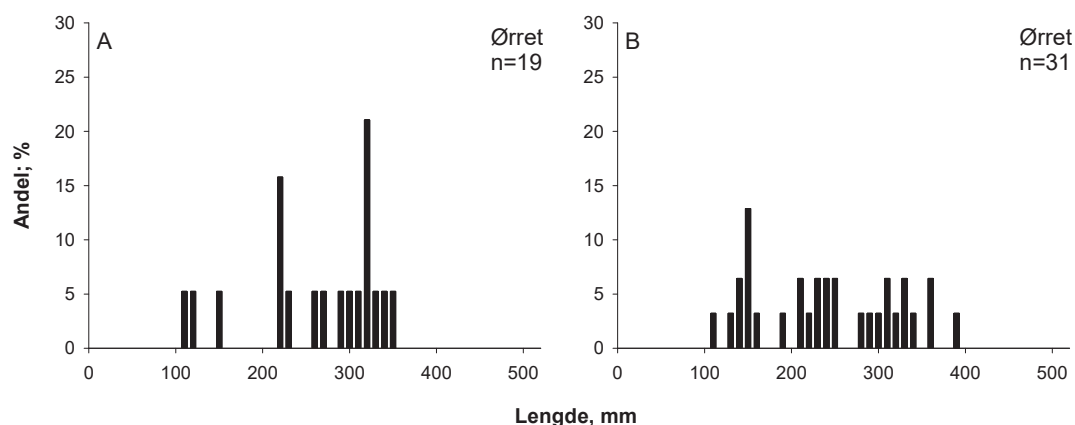
Arealet for gyte-og oppvekstområder for Grunna inkluderer en strekning på 1 km i utløpet (satt etter samtale med A. Bergh). Dette medfører at Grunna får en beregnet OR=37,9 og økologisk tilstandsklasse for kvalitetselement fisk blir dermed dårlig henhold til tabell 6.8 i veilederen. En sammenligning av CPUE i 1997 (upubliserte data fra Fylkesmannen i Hedmark) og 2015, indikerer at bestanden kan ha gått tilbake med over 60 %, noe som også antyder en økologisk tilstandsklasse som dårlig, etter tabell 6.10 i veilederen. I 2017 plasserer ørretbestanden i Grunna seg i tilstandsklasse «moderat» basert på oppvekstratio og en CPUE på 6,3 (tabell 6.8 i veilederen). Fangstuttaket i Grunna kan imidlertid anses å være betydelig (A. Bergh, pers medd.). Med tanke på at CPUE verdien ligger i nedre del av klassegrensen opprettholdes den økologiske tilstanden som «moderat» til tross for et betydelig fangstuttak.

For 2015 inkluderte arealet for gyte-og oppvekstområder i Grunna en strekning på 1 km i utløpet (satt etter samtale med A. Bergh). Innsjøen fikk da en beregnet OR=43,1.

Etter befaring i 2017 ble det påvist en terskel for oppvandring i utløpsbekken og gyte-og oppvekstområder i Grunna ble derfor satt til å inkludere en strekning på 850 m i utløpet. Dette medfører at Grunna får en beregnet OR=37,9. Denne endringen var marginal og medførte ikke endring i grunnlaget for økologisk tilstandsklasse noen av årene.

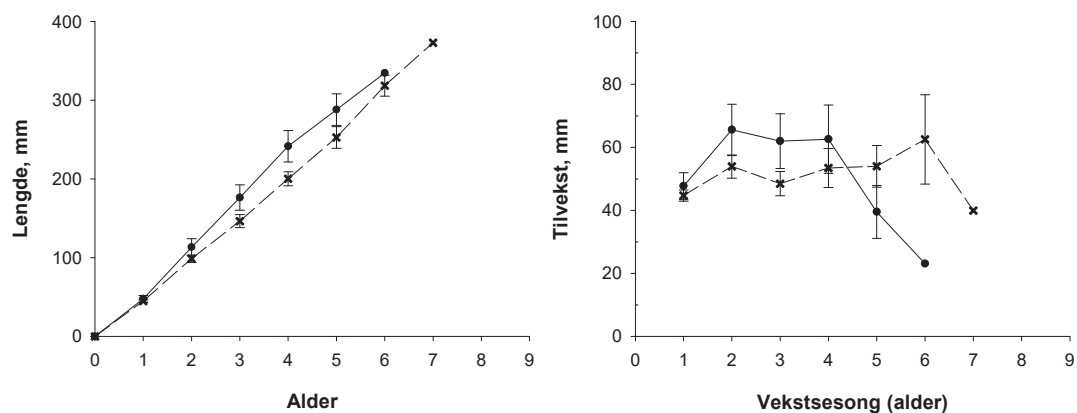
Tabell 34. Garninnsats (antall garn i sonen 0-6 m oppgitt i parentes), fangst i antall og totalvekt (kg) fordelt per art og fangst per 100 m<sup>2</sup> garnflate i Grunna. \* For ørret er også oppgitt CPUE som antall per 100 m<sup>2</sup> garnflate med maskevidde større enn 15 mm i henhold til Ugedal mfl. (2005). Dato er oppgitt for dagen garna ble tatt inn igjen etter å ha stått ute om lag 12 timer.

Dato	Antall garn	Antall (kg) fisk		CPUE, per 100 m <sup>2</sup>
		Ørret	Ørekyte	Ørret
28.08.15	14	19 (4,6)	165	3,0 (4,6*)
08.09.17	11 (11)	31 (6,2)	284	6,3 (9,4*)



Figur 23. Lengdefordeling som prosentfordeling i lengdegrupper for ørret fra garnfangst i Grunna, august 2015 (A) og september 2017 (B). Antall fisk i grunnlaget for lengdefordelingen er gitt som n.





Figur 24. Tilbakeberegnet lengde  $\pm 2SE$  (til venstre) og årlig tilbakeberegnet tilvekst  $\pm 2SE$  (til høyre) for 19 ørret fra garnfangstene i Grunna, august 2015 (heltrukken linje markert med sirkler) og september 2017 (brutt linje markert med kryss).

Tabell 35. Andel kjønnsmodne individer per registrert aldersklasse i garnfisket fra Grunna og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor) for årsklassene uavhengig av kjønn. Antall individer per kategori er oppgitt under respektive n.

Ørret	Kjønnsmodning				Kondisjon	
	Hunn		Hann		K-faktor	n
	n	% modne	n	% modne		
<b>2015</b>						
2	0		2	0	1,01	2
3	1	0	0		0,99	1
4	3	33,3	3	33,3	1,01	6
5	5	100,0	3	100,0	1,06	8
6	2	100,0	0		1,05	2
<b>2017</b>						
2	5	0	3	33,3	0,91	8
3	2	0	2	50,0	0,99	4
4	3	33,3	3	100,0	1,03	6
5	1	100,0	4	25,0	1,26	5
6	2	50,0	5	40,0	0,98	7
7	1	100,0	0	-	0,98	1

### 33020-Grunna (utløp).

Stasjonene for el-fiske i Grunnbekken (utløpselva fra Grunna) ble lagt om lag en kilometer nedstrøms innsjøen (Tabell 36). I 2017 ble det lagt ned en utvidet innsats for å befare Grunnbekken med tanke på potensielt oppvekstområde i bekken for ørret til Grunna. I denne forbindelse ble det påvist en strykstrekning om lag 850 m nedstrøms utløpet fra Grunna, hvor det ble bedømt at ørretunger har vanskelig for å vandre opp. I 2017 ble det også etablert en ny stasjon på strekningen (Stasjon 3) oppstrøms de to som var etablert fra 2015. Alle tre stasjonene ligger nedstrøms det som ble definert å tilhøre oppvekstområde for Grunna. Vandringshindret er imidlertid ikke absolutt, og det er fortsatt knyttet en viss usikkerhet til hvorvidt ørreten herfra bidrar til populasjonen til selve vannet. I 2017 ble det kun fisket en runde på stasjon 1 på grunn av at flere større gytefisk ble observert under første

runde. Tetthetene av ørret var lave begge år. Allikevel ble det på alle stasjonene fanget både årsyngel og eldre ørret (Tabell 37, Vedlegg D2 a,b), noe som antyder at bestanden er i god eller svært god tilstand (jmf. tabell 6.15 i Veileder 02:2018). Under el-fisket ble det kun fanget ørret, men vi vet det er ørekyt i systemet og bestanden klassifiseres som sympatrisk. Estimerte tettheter varierte fra 9,9-24,0 ørret per 100 m<sup>2</sup> på stasjon 1 og 2 i 2015, og 12,4-40 ørret per 100 m<sup>2</sup> i 2017. Dette plasserer ørretbestanden i tilstandsklasse «god» i begge år (jmf. tabell 6.15 i Veileder 02:2018).

Tabell 36. Stasjonsbeskrivelse for el-fiskestasjoner i forbindelse med lokaliteten Grunna. UTM angir nedstrøms startpunkt for el-fisket. \*Stasjon 3 ble etablert under el-fisket i 2017, og ble følgelig ikke avfisket i 2015.

Stasjon nr	UTM			Areal, m <sup>2</sup>
	sone	øst	nord	
1	32V	599849	6783269	96
2	32V	599926	6783379	140
3*	32V	599804	6783299	60

Tabell 37. El-fiskeresultater fra lokalitetene knyttet til Grunna. Underteksten «tot» refererer til all fisk og underteksten «0+» refererer til årsyngel. I kolonnene for fangst oppgis antall fisk fanget i henholdsvis 1., 2. og 3. runde. N=bestandsestimat, SE=Standard error (kun oppgitt ved tre-gangers overfiske). Tetthet er oppgitt som antall individer per 100 m<sup>2</sup>.

St. nr	Art	Dato	Fangst <sub>tot</sub>	Fangst <sub>0+</sub>	N <sub>tot</sub> ± 2SE	N <sub>0+</sub> ± 2SE	Tetthet <sub>tot</sub>	Tetthet <sub>0+</sub>
1	Ørret	05.10.15	7/12/-	6/2/-	23,0	8,1	24,0	8,4
2	Ørret	05.10.15	8/5/-	5/3/-	13,5	8,3	9,6	5,9
1	Ørret	19.09.17	12/-/-	4/-/-	24,0	8,0	25,0	8,3
2	Ørret	19.09.17	12/5/-	5/0/-	17,3	5,0	12,4	3,6
3	Ørret	19.09.17	9/-/-	5/-/-	24,0	8,0	40,0	13,3

### 33055-Store Ljøsvatn (garnfiske).

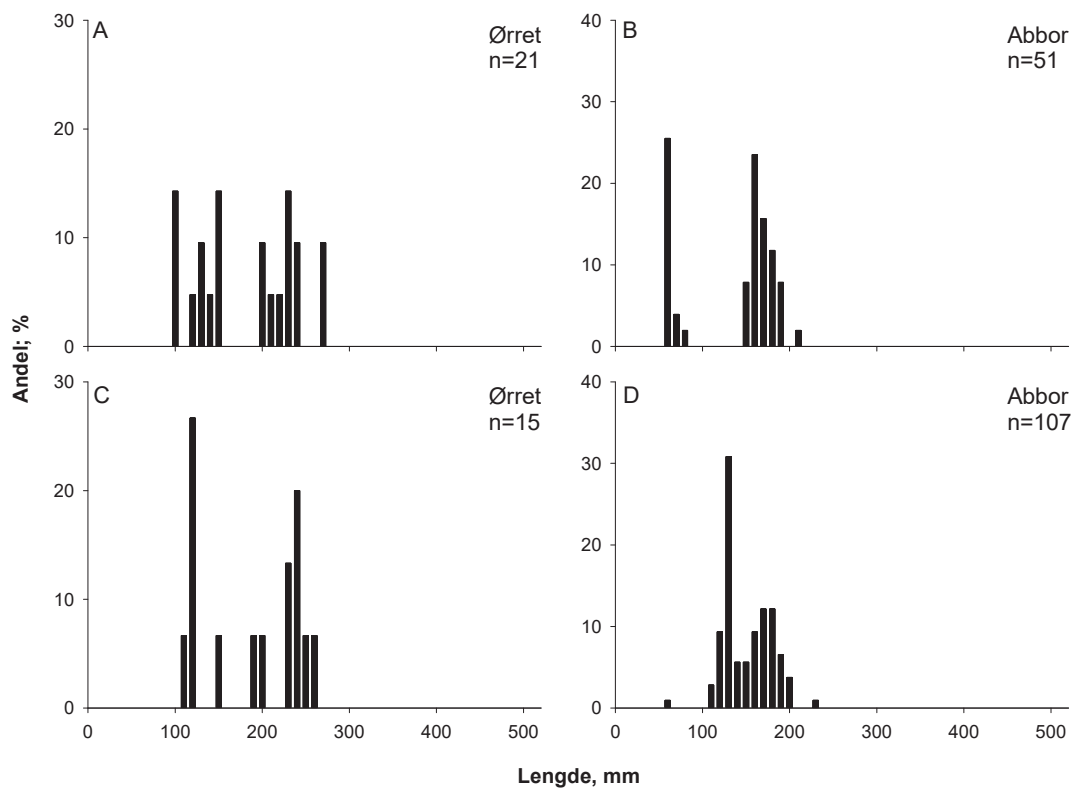
Store Ljøsvatn ble prøvfisket den 26.-27. august 2015 og 17.-18. august i 2017.. I prøvfisket 2015 og 2017 ble det henholdsvis fanget 18,9 og 38,9 abbor per 100 m<sup>2</sup> garnnatt (Tabell 38). Egne upubliserte data fra 2007 ga 55,6 abbor per 100 m<sup>2</sup> garnnatt. Ser en på lengdefordelingen til abbor (Figur 25), manglet fisk i lengdeintervallet 9-14 cm i 2015. I henhold til aldersfordelingen til abbor (Vedlegg D3), tilsvarer dette fisk fra 2-8 år. I Store Ljøsvatn ble det over en periode gjort tiltak for å tynne ut abborbestanden ved å senke vannstanden i innsjøen etter gytingen til abboren. De manglende årsklassene er trolig borte som følge av vannstandssenkingen, og viser at dette kan være et effektivt tiltak for å redusere abborbestanden. Dette har ikke vært gjort de senere årene, og alder- og lengdefordelingen til abborbestanden ser mer «normal» ut i 2017 (Figur 25). Ørretbestanden synes å være tynn, med en fangst på 7,8 ørret per 100 m<sup>2</sup> garnflate i 2015 og 5,6 i 2017 (Tabell 38). Det er også satt ut ørret i Ljøsvatn enkelte år (siste utsettingen var ca. 400 15-20 cm lange ørret i 2014), og en del av fangsten i 2015 besto trolig av utsatt fisk. Ingen ørret var eldre enn fem år i fangstene i 2017, og fangsten besto derfor utelukkende av egenrekrutert ørret. Det er kun utløpselva (se under) som er egnet for gyting. Kalsiumverdiene har i forkant av undersøkelsen ligget jevnt over det estimerte bakgrunnsnivået, og pH verdiene tilsa «god tilstand» i forhold til innsjøtypen (Figur 11). Lav tettheten av ørret skyldes trolig i liten grad vannkjemiske forhold og den største begrensende faktoren for ørretbestanden i Ljøsvatnet er sannsynligvis bestanden av abbor. I henhold til Ugedal mfl. (2005) kan ørretbestanden i Store Ljøsvatn karakteriseres som middels tett, med småvokst til middels stor fisk (gjennomsnittsstørrelse for kjønnsmodne hunner var 24,9 cm i 2015 og 25,0 cm i 2017). I 2015 var veksten til ørreten var relativt normal de første fire årene, før den avtok,

og årlig tilvekst ligger mellom 40 og 60 mm de første fire vekstsesongene (Figur 26). Den avtagende veksten den femte vekstsesongen sammenfaller godt med alder for kjønnsmodning (Tabell 39). I 2017 var veksten til ørreten noe dårligere, noe som kan skyldes at abborbestanden har økt etter at tiltakene med vannstandssenking opphørte. Gjennomsnittlig k-faktor for ørreten var relativt dårlig ( $k=0,92$  i 2015 og  $0,86$  i 2017).

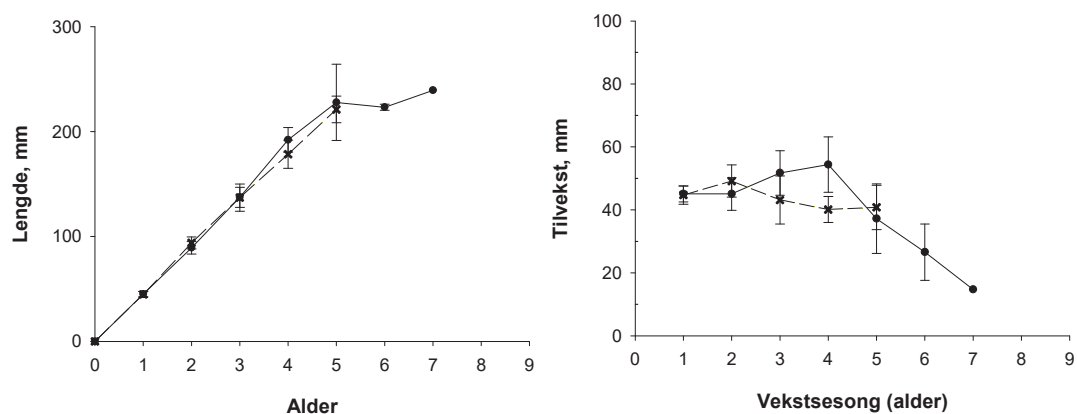
I beregningen av arealet for gyte-og oppvekstområder i Store Ljøsvatn er ingen innløpsbekker inkludert, da alle disse renner gjennom myr inn i innsjøen. Utløpsbekken utgjør imidlertid potensielle gyte-og oppvekstområder, og herfra inkluderes en strekning på anslåtte 500 m fra utløpet. Da abbor dominerer fangstene er det imidlertid ikke mulig å klassifisere etter tabell 6.8 i veilederen. Vi vet at ørretbestanden var langt tettere tidligere, og ørretbestanden er trolig redusert med langt mer enn 40 %) som følge av at abbor ble satt ut rundt 1990 (J. Museth pers. med.). Økologisk tilstand for kvalitetselement fisk settes skjønsmessig til «dårlig», noe som tilsvarer en tilbakegang på 60-90 % eller ordbruken «svært kraftig tilbakegang» (jmf. tabell 6.10 i veilederen).

Tabell 38. Garninnsats (antall garn i sonen 0-6 m oppgitt i parentes), fangst i antall og totalvekt (kg) fordelt per art og fangst per 100 m<sup>2</sup> garnflate i Store Ljøsvatn. \* For ørret er også oppgitt CPUE som antall per 100 m<sup>2</sup> garnflate med maskevidde større enn 15 mm i henhold til Ugedal mfl. (2005). Dato er oppgitt for dagen garna ble tatt inn igjen etter å ha stått ute om lag 12 timer.

Dato	Antall garn	Antall (kg) fisk			CPUE, per 100 m <sup>2</sup>	
		Ørret	Abbor	Ørekyte	Ørret	Abbor
27.08.15	6	21 (1,6)	51 (2,0)	3	7,8 (8,9*)	18,9
18.08.17	7 (6)	15 (1,1)	107 (4,4)	10	5,6 (6,4*)	38,9



Figur 25. Lengdefordeling som prosentfordeling i lengdegrupper for ørret og abbor fra garnfangst i Store Ljøsvatn, august 2015 (A og B) og august 2017 (C og D). Antall fisk i grunnlaget for lengdefordelingen er gitt som n.



Figur 26. Tilbakeberegnet lengde  $\pm 2SE$  (til venstre) og årlig tilbakeberegnet tilvekst  $\pm 2SE$  (til høyre) for 21 ørret fra garnfangstene i Store Ljøsvatn, august 2015 (heltrukken linje markert med sirkler) og august 2017 (brutt linje markert med kryss).

Tabell 39. Andel kjønnsmodne individer per registrert aldersklasse i garnfisket fra Store Ljøsvatn og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor) for årsklassene uavhengig av kjønn. Antall individer per kategori er oppgitt under respektive n.

Ørret	Kjønnsmodning				Kondisjon	
	Hunn		Hann		K-faktor	n
Alder	n	% modne	n	% modne		
<b>2015</b>						
1	0		3	0,0	0,93	3
2	5	0,0	1	0,0	0,92	6
3	0		1	0,0	1,01	1
4	4	50,0	3	66,7	0,89	7
5	2	100,0	0		0,91	2
6	1	100,0	0		0,98	1
7	0		1	100,0	0,96	1
<b>2017</b>						
2	4	0,0	1	0,0	0,81	5
3			1	0,0	0,96	1
4	1	0,0	1	100,0	0,90	2
5	4	100,0	3	66,7	0,88	7

### 33055-Store Ljøsvatn (utløp).

Stasjon 1 for el-fiske i Ljøsåa (utløpselva fra Store Ljøsvatn) ble lagt helt opp til utløpet, mens stasjon 2 ble lagt om lag 12 kilometer nedstrøms innsjøen (Tabell 40). På stasjon 1 ble det fanget både årsyngel og eldre ørret (Tabell 41, Vedlegg D2 a,b), noe som antyder at bestanden er i god eller svært god tilstand (jmf. tabell 6.15 i Veileder 02:2018). Under el-fisket ble det fanget et betydelig antall ørekyte på stasjon 1, og bestanden her klassifiseres som sympatrisk (og habitatklasse 3, da det er svært sannsynlig at gyteplassen er i samme området). Med en tetthet på 36,0 og 106,5 ørret per 100 m<sup>2</sup> på denne stasjonen i henholdsvis 2015 og 2017 plasserer ørretbestanden seg dermed i tilstandsklasse «svært god» (jmf. tabell 6.15 i Veileder 02:2018). På stasjon 2 (2015) og stasjon 3 (2017) ble det funnet tettheter på henholdsvis 4,0 og 18,3 ørret per 100 m<sup>2</sup>. Dette tilsvarer tilstandsklasse «god» (sympatrisk, habitatklasse 2). Samlet vurdering av tilstandsklasse settes til «god».

Tabell 40. Stasjonsbeskrivelse for el-fiskestasjoner i forbindelse med lokaliteten Store Ljøsvatn. UTM angir nedstrøms startpunkt for el-fisket. For stasjon 1 er areal oppgitt for el-fiskerunde i henholdsvis 2015 og 2017.

Stasjon nr	sone	UTM		Areal, m <sup>2</sup>
		øst	nord	
1	32V	600543	6778638	75/112,5
2*	32V	604767	6768420	100
3**	32V	600516	6778276	87,5

\*Stasjon 2 ble kun fisket i 2015

\*\*Stasjon 3 erstattet stasjon 2 og ble kun fisket i 2017

Tabell 41. El-fiskeresultater fra lokalitetene knyttet til Store Ljøsvatn. Underteksten «tot» refererer til all fisk og underteksten «0+» refererer til årsyngel. I kolonnene for fangst oppgis antall fisk fanget i

henholdsvis 1., 2. og 3. runde. N=bestandsestimat, SE=Standard error (kun oppgitt ved tre-gangers overfiske). Tetthet er oppgitt som individer per 100 m<sup>2</sup>.

St. nr	Art	Dato	Fangst <sub>tot</sub>	Fangst <sub>0+</sub>	N <sub>tot</sub> ± 2SE	N <sub>0+</sub> ± 2SE	Tetthet <sub>tot</sub>	Tetthet <sub>0+</sub>
1	Ørret	05.10.15	19/4/3	12/3/3	27,0±0,78	19,6±2,32	36,0	26,1
2	Ørret	05.10.15	2/-/-	2/-/-	4,0	4,0	4,0	4,0
1	Ørekyte	05.10.15	*/*/*					
2	Ørekyte	05.10.15	10/-/-					
2	Steinsmett	05.10.15	2/-/-					
1	Ørret	23.08.17	32/24/17	11/17/10	119,8±286	340,2	106,5	302,4
3	Ørret	23.08.17	8/-/-	1/-/-	16,0	2,0	18,3	2,3
1	Ørekyte	23.08.17	15/3/3					
3	Ørekyte	23.08.17	19/-/-					

\*Det ble registrert et minimumstall på 100 ørekyte ved hvert overfiske av stasjon 1.

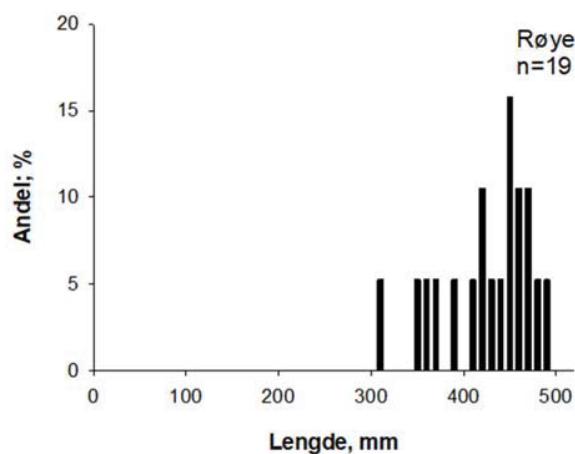
### 32439-Fåfengtjørna (garnfiske).

Fåfengtjørna ble prøvfisket den 21.-22. august 2015. Etter avtale med FMHE ble det ikke gjennomført initielt planlagt prøvfiske i Fåfengtjørna i 2017. Det er i henhold til fiskedatabasen registrert at det historisk sett har vært røye, ørret, sik og bekkerøye i denne lokaliteten. Disse opplysningene antas å være noe usikre, men i tillegg til røye, er det trolig at det hvert fall er satt ut ørret i perioder. Fåfengtjørna er svært grunn, med et maksdyp på rundt 2,0 meter. pH har variert veldig de siste 16-17 årene, men har i hovedsak ligget over 6,0 (Figur 11). Det ble kun fanget røye under prøvfisket i 2015 (CPUE=4,2, se Tabell 42). All fisk var over 30 cm (Figur 27), og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor var på hele 1,38. Gjennomsnittsvekt på fisken var 1,1 kg. Røya fordelte seg i aldersgruppene 4-23 år (Tabell 43), og en fremstilling av lengde mot alder (Vedlegg D4) viser at veksten flater ut når fisken nærmer seg 50 cm.

Det er satt ut røye ved flere anledninger (trolig villfisk), og det er usikkert om røya klarer å etablere seg i lokaliteten over tid. Bunnen av innsjøen er stort sett grov blokkmark, og det er ingen egnede gyttegrunner for røye. Trolig var all røye som ble fanget under prøvfiske utsatt fisk. I tillegg er innsjøen så grunn at i år med tykk isdannelse vil trolig dødeligheten på fisk være stor på grunn av innfrysning og dårlige oksygenforhold. Høyst sannsynlig ville Fåfengtjørna vært naturlig fisketom uten utsetninger, og vi foreslår at fisk ikke blir vurdert som et biologisk kvalitetselement (jmf. tabell 6.2 i klassifiseringsveilederen).

Tabell 42. Garninnsats, fangst i antall og totalvekt (kg) fordelt per art og fangst per 100 m<sup>2</sup> garnflate i Fåfengtjørna. Dato er oppgitt for dagen garna ble tatt inn igjen etter å ha stått ute om lag 12 timer.

Dato	Antall garn	Antall (kg) fisk		CPUE, per 100 m <sup>2</sup>	
		Ørret	Røye	Ørret	Røye
22.08.15	10		19 (21,3)		4,2



Figur 27. Lengdefordeling som prosentfordeling i lengdegrupper for ørret og abbor fra garnfangst i Fåfengtjørna, august 2015. Antall fisk i grunnlaget for lengdefordelingen er gitt som n.

Tabell 43. Andel kjønnsmodne individer per registrert aldersklasse i garnfisket fra Fåfengtjørna og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor) for årsklassene uavhengig av kjønn. Antall individer per kategori er oppgitt under respektive n.

Røye	Kjønnsmodning				Kondisjon	
	Hunn		Hann		K-faktor	n
Alder	n	% modne	n	% modne		
4	0		1	100,0	1,23	1
6	1	100,0	3	66,7	1,37	4
8	1	100,0	1	100,0	1,57	2
9	4	100,0	4	100,0	1,37	8
10	0		1	100,0	1,37	1
12	0		1	100,0	1,26	1
16	1	100,0	0		1,46	1
23	1	100,0	0		1,24	1

#### Trytjørna (utløp).

Utløpet til Trysjøen ble fisket den 28. september 2016 og 2. oktober 2018. De to stasjonene var veldig forskjellige (Tabell 44). Stasjon 2, lå nærmest utløpet, og her var bunnen fullstendig dekket med mose. Det ble fanget lite eller ingen årsyngel på denne stasjonen (Vedlegg D2 a,b), og fangbarheten til den større fisken var lav da den sto i vannsøylen over mosedeppet og ble skremt foran oss (begge år). I begge år ble det imidlertid observert mange ørret (> 20) i tillegg til de som ble fanget. Stasjon 1, lå lengre unna utløpet, og her var det lite vegetasjonsdekke på substratet. Det ble fanget 36,3 og 30,1 ørret per 100 m<sup>2</sup> i henholdsvis 2016 og 2018 (Tabell 45). Det ble fanget årsyngel og eldre ungfisk. pH i Trytjørna har ligget over 6,0 i lengre tid, og de vannkjemiske forholdene er trolig i liten grad begrensende for ørretbestanden. Basert på tabell 6.15 i klassifiseringsveilederen plasserer ørretbestanden på stasjon 1 seg i økologisk tilstandsklasse moderat. Flere årsklasser tilstede og observasjon av mye ørret på stasjon 2, gjør imidlertid at vi vurderer økologisk tilstandsklasse for fisk til «god» i utløpet av Trytjørna.

I 2018 ble det observert henholdsvis 2 og 6 gytefisk (største på ca 1 kg) på stasjon 1 og 2. I forbindelse med el-fiske i lokalitetene knyttet til Trytjørna ble det ikke fanget andre arter enn ørret. Nær 100 % mosedekke på stasjon ga lav fangbarhet på denne stasjonen. Med et godt grunnlag for tetthetsberegning fra stasjon 1 ble det derfor besluttet å kun fiske over stasjon 2 en enkelt runde.

Tabell 44. Stasjonsbeskrivelse for el-fiskestasjoner i forbindelse med lokaliteten Trytjørna. UTM angir nedstrøms startpunkt for el-fisket.

Stasjon nr	sone	UTM		Areal, m <sup>2</sup>
		øst	nord	
1	32V	595795	6831460	120
2	32V	593471	6832110	231

Tabell 45. El-fiskeresultater fra lokalitetene knyttet til Trytjørna. Underteksten «tot» refererer til all fisk og underteksten «0+» refererer til årsyngel. I kolonnene for fangst oppgis antall fisk fanget i henholdsvis 1., 2. og 3. runde. N=bestandsestimat, SE=Standard error (kun oppgitt ved tre-gangers overfiske). Tetthet er oppgitt som antall individer per 100 m<sup>2</sup>.

St. nr	Art	Dato	Fangst <sub>tot</sub>	Fangst <sub>0+</sub>	N <sub>tot</sub> ± 2SE	N <sub>0+</sub> ± 2SE	Tetthet <sub>tot</sub>	Tetthet <sub>0+</sub>
1	Ørret	28.09.16	18/9/7	4/4/3	43,6±27,29	32,7±3138,11	36,3	27,2
2	Ørret	28.09.16	18/-/-	2/-/-	36,0	4,0	15,7	1,7
1	Ørret	02.10.18	13/9/5	5/3/0	36,1±36,1	8,3±0,4	30,1	6,9
2	Ørret	02.10.18	5/-/-	0/-/-	10,0	4,0	4,3	1,7

### 3.2.8 Trysil

I Trysil kommune er det gjennomført innsjøundersøkelser i Ulvsjøen og Rysjøen og ungfisk-/elveundersøkelser i utløpselvene til Ulvsjøen, Rysjøen og Høljessjøen. Utviklingen i vannkjemi i Trysil vises i Figur 12.

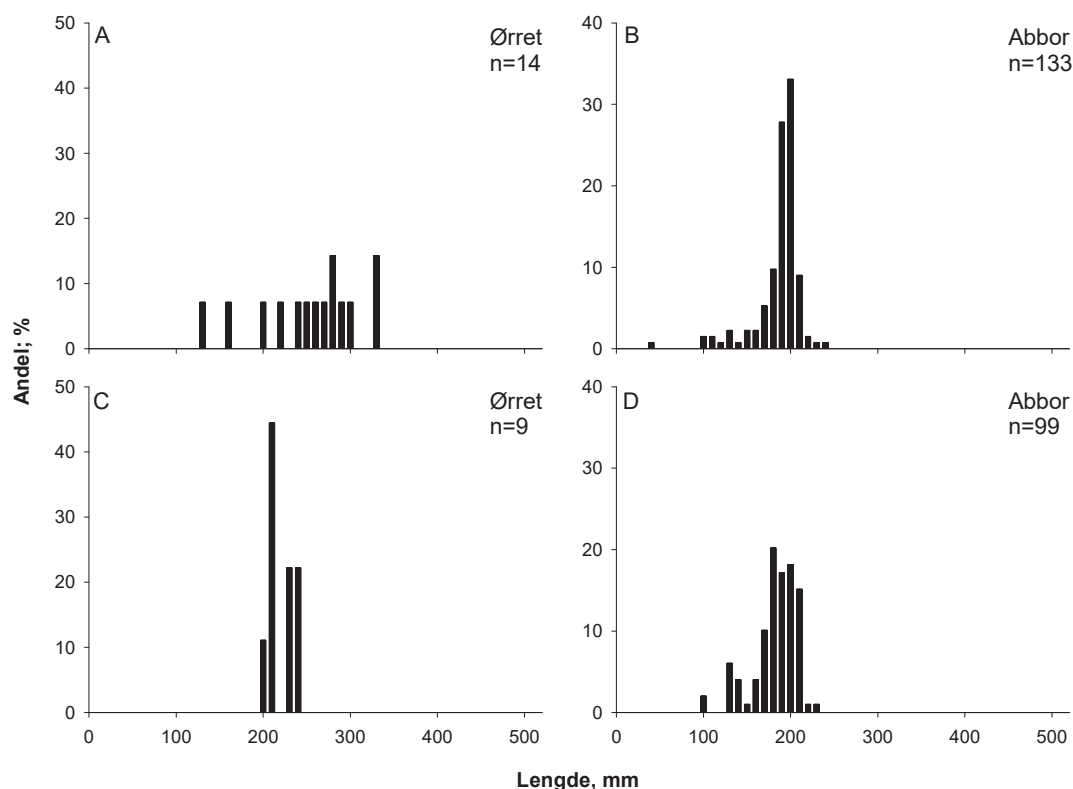
#### 33643-Ulvsjøen (garnfiske).

Ulvsjøen ble prøvfisket den 16-17. august 2016 og 22.-23. august 2018. Ulvsjøen har en relativt tett bestand av abbor, og det ble fanget 42,2 og 26,3 abbor per 100 m<sup>2</sup> garnnatt i henholdsvis 2016 og 2018 (Tabell 46). Ørretbestanden synes å være tynn, og det ble fanget 4,4 ørret per 100 m<sup>2</sup> garnflate totalt, eller 7,1 ørret ≥ 15 cm i relevante maskevidder i 2015 (Tabell 46), mens tilsvarende CPUE verdier i 2018 var 3,3 og 5,7. Ørreten fordelte seg i lengdeintervallet 12-32 cm i 2016 og 19-24 i 2018 (Figur 28). Kalsiumverdiene har i forkant av undersøkelsen ligget jevnt over det estimerte bakgrunnsnivået, og pH verdiene har ligget over 6,0 de siste ti årene før 2016, men har etter dette droppet under 5,5 før den gikk over 6.0 (Figur 12). Selv om pH verdier ned mot 5,5 ikke er optimalt, så skyldes den lave tettheten av ørret trolig i mindre grad vannkjemiske forhold. Den største begrensende faktoren for ørretbestanden i Ulvsjøen er en tett abborbestand. Veksten til ørreten var overraskende god andre og tredje vekstsesong i 2016 (samme mønster i 2018). Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor var imidlertid relativt dårlig (k=0,93 begge år, se også Tabell 47). Gytemulighetene er trolig begrenset, selv om OR ble beregnet til 20,4. Trolig er dette for høyt, da mye av arealet går i myrlandskap. Trolig er fiskesamfunnet i Ulvsjøen nær en evt. referansetilstand, med en tynn ørretbestand og en dominerende abborbestand. Det settes ikke ut ørret i Ulvsjøen. Økologisk tilstand for kvalitetselement fisk settes skjønsmessig til «god».

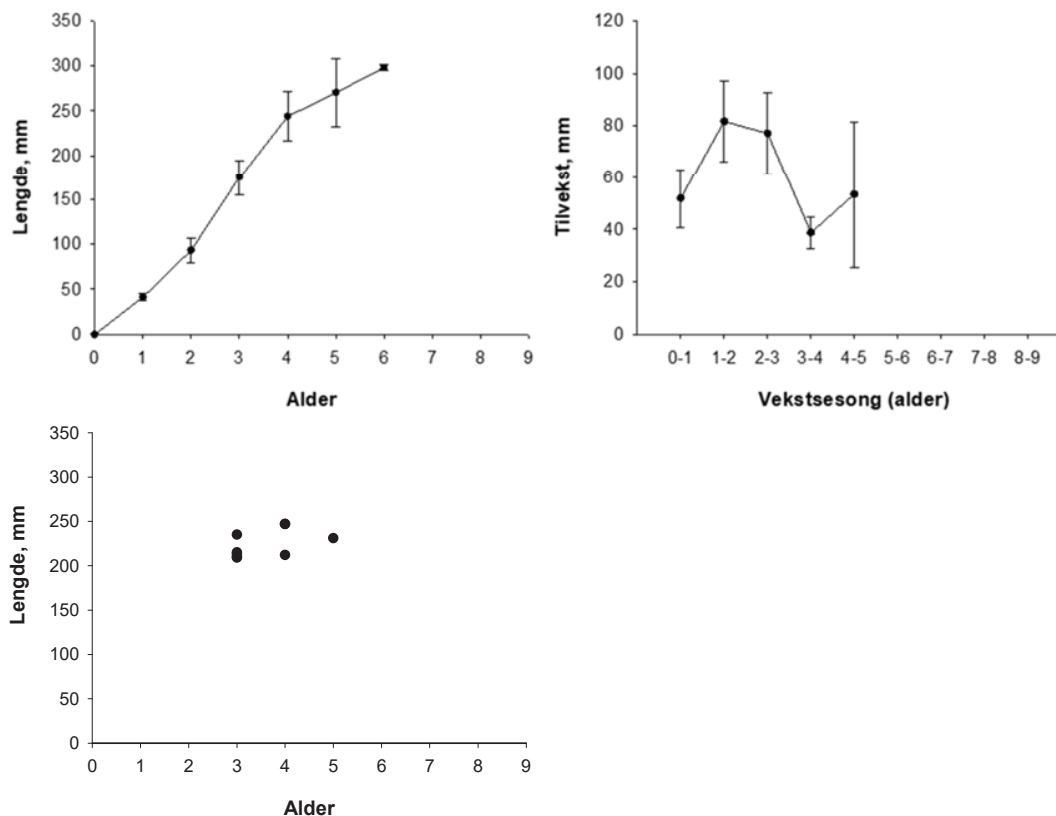


Tabell 46. Garninnsats (antall garn i sonen 0-6 m oppgitt i parentes), fangst i antall og totalvekt (kg) fordelt per art og fangst per 100 m<sup>2</sup> garnflate i Ulvsjøen. \* For ørret er også oppgitt CPUE som antall per 100 m<sup>2</sup> garnflate med maskevidde større enn 15 mm i henhold til Ugedal mfl. (2005). Dato er oppgitt for dagen garna ble tatt inn igjen etter å ha stått ute om lag 12 timer.

Dato	Antall garn	Antall (kg) fisk		CPUE, per 100 m <sup>2</sup>	
		Ørret	Abbor	Ørret	Abbor
17.08.16	7	14 (2,5)	133 (9,2)	4,4 (7,1*)	42,2
23.08.18	7 (6)	9 (1,0)	99 (6,5)	3,3 (5,7*)	26,3



Figur 28. Lengdefordeling som prosentfordeling i lengdegrupper for ørret og abbor fra garnfangst i Ulvsjøen, august 2016 (A og B) og august 2018 (C og D). Antall fisk i grunnlaget for lengdefordelingene er gitt som n.



Figur 29. Øverst: Tilbakeberegnet lengde  $\pm 2SE$  (til venstre) og årlig tilbakeberegnet tilvekst  $\pm 2SE$  (til høyre) for 13 ørret fra garnfangstene i Ulvsjøen, august 2016. For 2018 er det kun gitt empirisk vekst for ørret ( $n=9$ ; nederst).

Tabell 47. Andel kjønnsmodne individer per registrert aldersklasse i garnfisket fra Ulvsjøen og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor) for årsklassene uavhengig av kjønn. Antall individer per kategori er oppgitt under respektive n.

Ørret	Kjønnsmodning				Kondisjon	
	Hunn		Hann		K-faktor	n
Alder	n	% modne	n	% modne		
2016						
2	1	0,0	1	0,0	1,01	2
3	2	0,0	3	0,0	0,90	5
4	2	0,0	1	100,0	0,93	3
5	1	100,0	1	100,0	0,93	2
6	0		2	100,0	0,94	2
2018						
3	1	0,0	4	25,0	0,93	5
4	2	50,0	1	0,0	0,93	3
5	1	100,0			0,96	1

**33643-Ulvsjøen (utløp).**

Utløpet til Ulvsjøen ble fisket den 17. august 2016 og den 23. august 2018. Tettheten på de tre stasjonene varierte fra 17,1 -30,8 ørret per 100 m<sup>2</sup> i 2016 og 26,6-28,2 i 2018 (Tabell 49). Relativt like tettheter både mellom stasjoner og mellom år tyder ikke på noen større endringer som skyldes vannkjemiske forhold. Det ble fanget både årsyngel og eldre ungfisk på alle stasjonene (Vedlegg D2 a,b). Da det kun ble fanget ørret klassifiseres bestanden som allopatrisk (jmf. klassifiseringsveilederen). Det vil si at de to stasjonene med lavest tetthet havner i klasse dårlig, mens stasjon 3 havner i moderat. På grunn av funn av flere årsklasser vurderes bestanden samlet som «moderat».

Tabell 48. Stasjonsbeskrivelse for el-fiskestasjoner i forbindelse med lokaliteten Ulvsjøen. UTM angir nedstrøms startpunkt for el-fisket.

Stasjon nr	sone	UTM		Areal, m <sup>2</sup>
		øst	nord	
1	32V	651514	6784683	49
2	32V	651530	6784766	70
3	32V	651545	6784849	100

Tabell 49. El-fiskeresultater fra lokalitetene knyttet til Ulvsjøen. Underteksten «tot» refererer til all fisk og underteksten «0+» refererer til årsyngel. I kolonnene for fangst oppgis antall fisk fanget i henholdsvis 1., 2. og 3. runde. N=bestandsestimat, SE=Standard error (kun oppgitt ved tre-gangers overfiske). Tetthet er oppgitt som individer per 100 m<sup>2</sup>.

St. nr	Art	Dato	Fangst <sub>tot</sub>	Fangst <sub>0+</sub>	N <sub>tot</sub> ± 2SE	N <sub>0+</sub> ± 2SE	Tetthet <sub>tot</sub>	Tetthet <sub>0+</sub>
1	Ørret	17.08.16	6/3/-	1/0/-	9,2	2,0	18,8	4,1
2	Ørret	17.08.16	6/-/-	4/-/-	12,0	8,0	17,1	11,4
3	Ørret	17.08.16	18/9/2	9/5/1	30,8±1,67	16,1±1,47	30,8	16,1
1	Ørret	23.08.18	11/2/-	1/1/-	13,0	2,2	26,6	4,4
2	Ørret	23.08.18	9/9/-	2/3/-	19,6	5,9	28,0	8,4
3	Ørret	23.08.18	16/11/-	3/0/-	28,2	3,0	28,2	3,0

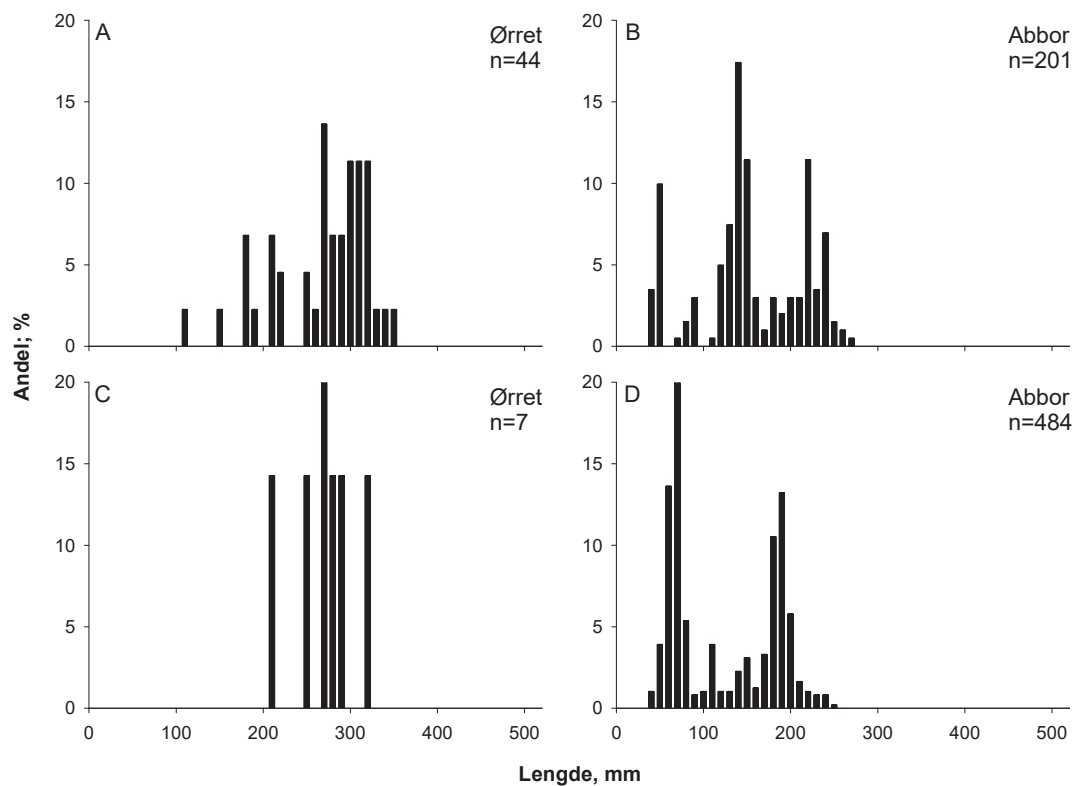
**33688-Rysjøen (garnfiske).**

Rysjøen ble prøvofisket den 16. august 2016 og den 22. august 2018. Rysjøen har en tett bestand av abbor, og det ble fanget 49,6 og 140 abbor per 100 m<sup>2</sup> garnnatt i henholdsvis 2016 og 2018 (Tabell 50). Ørretbestanden var overraskende tett, og det ble fanget 10,9 ørret per 100 m<sup>2</sup> garnflate totalt, eller 18,2 ørret ≥ 15 cm i relevante maskevidder, (Tabell 50). Ørreten lå i lengdeintervallet 11-35 cm (Figur 30). Dette er naturlig rekruttert fisk, da det ikke settes ut fisk (L. Nordnes pers. med.). Det ble også fanget to ørekyt under prøvofisket. Kalsiumverdiene har i forkant av undersøkelsen ligget over det estimerte bakgrunnsnivået, og pH verdiene lå rundt 6,0 de siste 16-17 årene før 2016 (Figur 12). Etter 2016 var det en dropp i pH til under 5,5 før verdiene gikk over 6,0 igjen. Selv om pH verdier ned mot 5,5 ikke er optimalt, så har vannkjemiske forhold trolig i liten grad begrenset ørretbestanden. Abborbestanden begrenser helt sikkert tettheten av ørret, og derfor var det overraskende gode tettheter av ørret i Rysjøen i 2016. Fangstene i 2018 var imidlertid langt dårligere, og kan ha en sammenheng med at abborbestanden synes å ha blitt svært tett. En del av økningen i tettheten av abbor var «drevet» av en sterk årsklasse og mye fisk under 10 cm (Figur 30). Det har blitt tynnet på abborbestanden de siste årene, men fangstene av abbor under prøvofisket, særlig i 2018, tyder på at bestanden fortsatt er svært tett. En av årsakene til at ørreten hadde overraskende god tetthet i 2016, ble tillagt gode gytemuligheter og høye tettheter av ungfisk på utløpselva (se under). Svært høye tettheter ble også funnet i 2018 (se under), og underbygger at det forholdene i innsjøen, med en

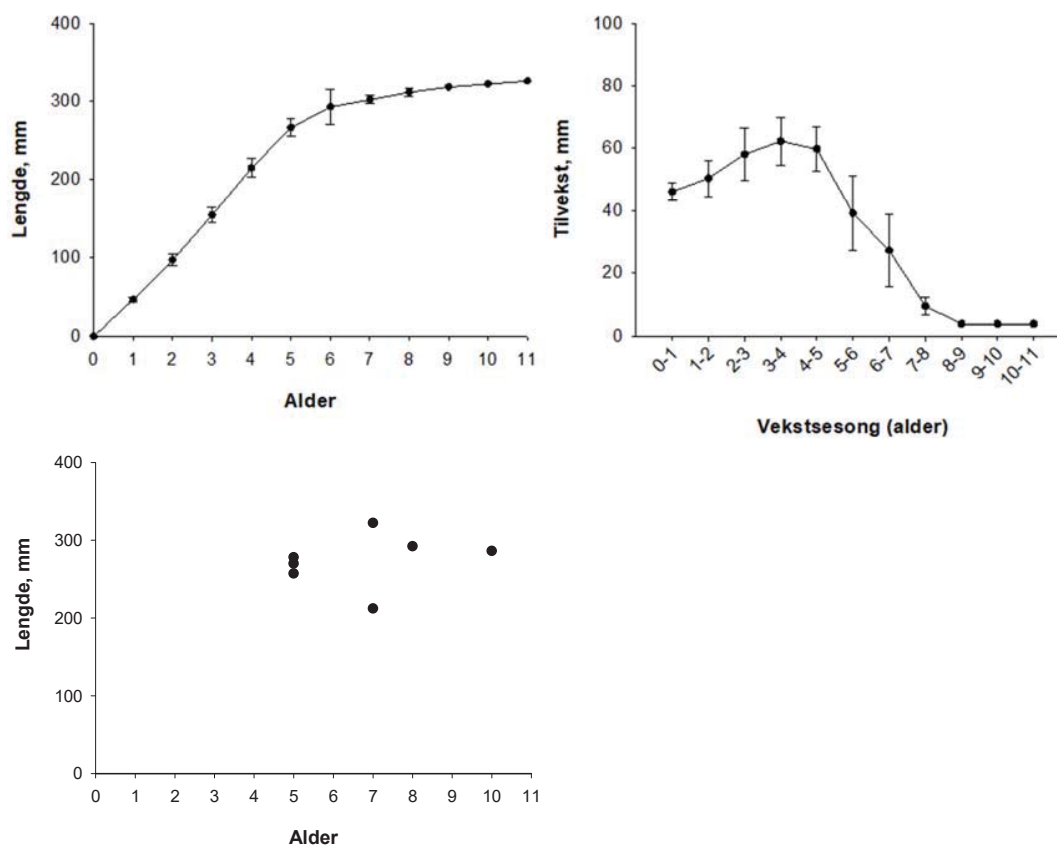
tettere abborbestand som eventuelt har endret seg. Det er i senere tid lagt ut kalkgrus fra utløpet og ca 300 meter nedover elven (L. Nordnes pers med.), noe som selvfølgelig kan føre til at de vannkjemiske forholdene er bedre i utløpselva enn i innsjøen. Ørreten i Rysjøen vokser også brukbart de fem første vekstsesongene (50-60 mm), og kondisjonsfaktoren er brukbar (gjennomsnitt=0,97 i 2016 og 1,0 i 2018). Både hanner og hunner kjønnsmodner ved fire års alder (Tabell 51). Selv om man ikke skal klassifisere ørretbestanden etter tabell 6.8 i klassifiseringsveilederen når abbor dominerer i strandsonen, er det interessant å se at med en oppvekstratio på 32,9 og CPUE på 10,9 ørret, så plasserte ørretbestanden i Rysjøen seg i økologisk tilstandsklasse «god» i 2016. Imidlertid melder de lokale at det har vært en «betydelig tilbakegang» på ørretbestanden både før og etter 2016 (Leif Nordnes pers. med, jmf. tabell 6.10 i klassifiseringsveilederen). Det synes som at ørretbestanden har godt mer tilbake i selve innsjøen, og en samlet vurdering av prøvefiske og lokal kunnskap, gjør at kvalitetselement fisk gis god til «moderat» tilstand. Fra lokalt hold meldes det også om betydelig landbruksforurensing inn i Rysjøen.

Tabell 50. Garninnsats (antall garn i sonen 0-6 m oppgitt i parentes), fangst i antall og totalvekt (kg) fordelt per art og fangst per 100 m<sup>2</sup> garnflate i Rysjøen. \* For ørret er også oppgitt CPUE som antall per 100 m<sup>2</sup> garnflate med maskevidde større enn 15 mm i henhold til Ugedal mfl. (2005). Dato er oppgitt for dagen garna ble tatt inn igjen etter å ha stått ute om lag 12 timer.

Dato	Antall garn	Antall (kg) fisk			CPUE, per 100 m <sup>2</sup>	
		Ørret	Abbor	Ørekyte	Ørret	Abbor
16.08.16	9	44 (9,6)	201 (14,3)	2	10,9 (18,2*)	49,6
22.08.18	8 (7)	7 (1,5)	489 (34,7)	0	2,2 (3,8*)	140,0



Figur 30. Lengdefordeling som prosentfordeling i lengdegrupper for ørret og abbor fra garnfangst i Rysjøen, august 2016 (A og B) og august 2018 (C og D). Antall fisk i grunnlaget for lengdefordelingene er gitt som n.



Figur 31. Øverst: Tilbakeberegnet lengde  $\pm 2SE$  (til venstre) og årlig tilbakeberegnet tilvekst  $\pm 2SE$  (til høyre) for 44 ørret fra garnfangstene i Rysjøen, september 2016. For 2018 er det kun gitt empirisk vekst for ørret ( $n=7$ ; nederst).

Tabell 51. Andel kjønnsmodne individer per registrert aldersklasse i garnfisket fra Rysjøen og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor) for årsklassene uavhengig av kjønn. Antall individer per kategori er oppgitt under respektive n.

Ørret	Kjønnsmodning				Kondisjon	
	Hunn		Hann		K-faktor	n
	n	% modne	n	% modne		
<b>2016</b>						
2	1	0,0	1	0,0	0,97	2
3	5	0,0	2	0,0	0,96	7
4	4	100,0	7	57,1	0,99	11
5	4	100,0	12	91,7	0,96	16
6	1	100,0	4	100,0	0,98	5
8	1	100,0	1	100,0	0,94	2
11	1	100,0	0		0,96	1
<b>2018</b>						
5	2	100,0	1	100,0	0,97	3
7	0	-	2	100,0	1,01	2
8	1	100,0	0	-	0,96	1
10	0	-	1	0	1,06	1

**33688-Rysjøen (utløp).**

Utløpet til Rysjøen ble fisket den 15. august 2016 og 21. august 2018. Det ble fisket tre omganger på stasjon 1, men pga dårlige lysforhold og ønske om å gå over et større areal ble det kun fisket en omgang på stasjon 2. Tettheten på de to stasjonene ble estimert til 62,5 og 76,9 ørret per 100 m<sup>2</sup> i 2016 og 143,9 og 59,6 i 2018 (Tabell 53). Dette er svært høye tettheter, og det er ingenting som tyder på at vannkjemien er begrensende for ørretproduksjonen i elva. Som nevnt ovenfor er det også lagt ut kalkholdig grus i de øverste 300 meterene av elva i de senere år, noe som vil påvirke vannkjemien positivt for ørret. På begge stasjonene var bunnen fullstendig dekket med mose. Det ble fanget både årsyngel og eldre ungfisk på begge stasjonene (Tabell 53, Vedlegg D2 a,b). Det ble fanget noen ørekyte på begge stasjoner. Basert på antagelsen om at det er et gyteområde i områdene det ble elfisket brukes habitatklasse 3 og sympatriske bestand i klassifiseringen, og kvalitetselement fisk gis økologisk tilstand «svært god» (jmf. Veileder 02:2018).

Tabell 52. Stasjonsbeskrivelse for el-fiskestasjoner i forbindelse med lokaliteten Rysjøen. UTM angir nedstrøms startpunkt for el-fisket.

Stasjon nr	UTM			Areal, m <sup>2</sup>
	sone	øst	nord	
1	32V	676481	6773757	100
2	32V	676506	6773884	160

Tabell 53. El-fiskeresultater fra lokalitetene knyttet til Rysjøen. Underteksten «tot» refererer til all fisk og underteksten «0+» refererer til årsyngel. I kolonnene for fangst oppgis antall fisk fanget i henholdsvis 1., 2. og 3. runde. N=bestandsestimat, SE=Standard error (kun oppgitt ved tre-gangers overfiske). Tetthet er oppgitt som antall individer per 100 m<sup>2</sup>.

St. nr	Art	Dato	Fangst <sub>tot</sub>	Fangst <sub>0+</sub>	N <sub>tot</sub> ± 2SE	N <sub>0+</sub> ± 2SE	Tetthet <sub>tot</sub>	Tetthet <sub>0+</sub>
1	Ørret	15.08.16	35/18/11	19/9/3	76,9±18,86	33,5±2,55	76,9	33,5
2	Ørret	15.08.16	50/-/-	13/-/-	100,0	26,0	62,5	16,3
1	Ørekyte	15.08.16	2/4/0					
2	Ørekyte	15.08.16	9/-/-					
1	Ørret	21.08.18	57/32/22	4/4/2	143,9±55,4	16,7±118,7	143,9	16,7
2	Ørret	21.08.18	64/21/7	8/0/0	95,4±1,4	8,0±0,0	59,6	5,0
1	Ørekyte	21.08.18	9/5/3					
2	Ørekyte	21.08.18	3/1/1					

**Høljessjøen (utløp).**

Utløpet til Høljessjøen ble fisket den 16. august 2016 og 23. august 2018 (Tabell 55). Stasjon 1 og 2 var gode ungfiskhabitat for ørret, mens stasjon 3 (som lå nærmest Høljessjøen og kalkdosereren) var preget av at kalkrester hadde klogget igjen mye av hulrommene mellom steinene. I den ovenforliggende Høljessjøen har kalsiumverdiene har i forkant av undersøkelsen ligget over det estimerte bakgrunnsnivået, og pH verdiene har ligget rundt 6,0-6,5 de siste 16-17 årene, med noen dropp under 6,0 (Figur 12). Med andre ord synes vannkjemien å ha vært tilfredsstillende for fisk. Tettheten på de tre stasjonene varierte mellom 10,0 og 41,4 ørret per 100 m<sup>2</sup> i 2016, og 38,0-76,7 i 2018, og det ble fanget årsunger og eldre ungfisk på alle stasjonene (Vedlegg D2 a,b). Ørekyte, som er forsurningsfølsom, ble fanget på alle stasjonene (sympatriske bestand), og ved bruk av habitatklasse 2, plasserer alle stasjonene plasserer seg i økologisk tilstandsklasse «god» i henhold til klassifiseringsveilederen.

Tabell 54. Stasjonsbeskrivelse for el-fiskestasjoner i forbindelse med lokaliteten Høljessjøen. UTM angir nedstrøms startpunkt for el-fisket.

Stasjon nr	sone	UTM		Areal, m <sup>2</sup>
		Øst	nord	
1	32V	671298	6773134	78
2	32V	671011	6773399	60
3	32V	670747	6773578	100

Tabell 55. El-fiskeresultater fra lokalitetene knyttet til Høljessjøen. Underteksten «tot» refererer til all fisk og underteksten «0+» refererer til årsyngel. I kolonnene for fangst oppgis antall fisk fanget i henholdsvis 1., 2. og 3. runde. N=bestandsestimat, SE=Standard error (kun oppgitt ved tre-gangers overfiske). Tetthet er oppgitt som antall individer per 100 m<sup>2</sup>.

St. nr	Art	Dato	Fangst <sub>tot</sub>	Fangst <sub>0+</sub>	N <sub>tot</sub> ± 2SE	N <sub>0+</sub> ± 2SE	Tetthet <sub>tot</sub>	Tetthet <sub>0+</sub>
1	Ørret	16.08.16	12/7/5	8/3/3	32,3±36,46	17,2±11,12	41,4	22,0
2	Ørret	16.08.16	6/4/-	2/1/-	10,4	3,1	17,4	5,1
3	Ørret	16.08.16	5/-/-	1/-/-	10,0	2,0	10,0	2,0
1	Ørekyte	16.08.16	0/0/3					
2	Ørekyte	16.08.16	2/0/-					
3	Ørekyte	16.08.16	3/0/0					
1	Ørret	23.08.18	29/17/-	15/7/-	47,6	22,5	61,0	28,8
2	Ørret	23.08.18	23/-/-	6/-/-	46,0	12,0	76,7	20,0
3	Ørret	23.08.18	19/-/-	0/-/-	38,0	0,0	38,0	0,0
3	Ørekyte	23.08.18	4/-/-					



### 3.2.9 Engerdal

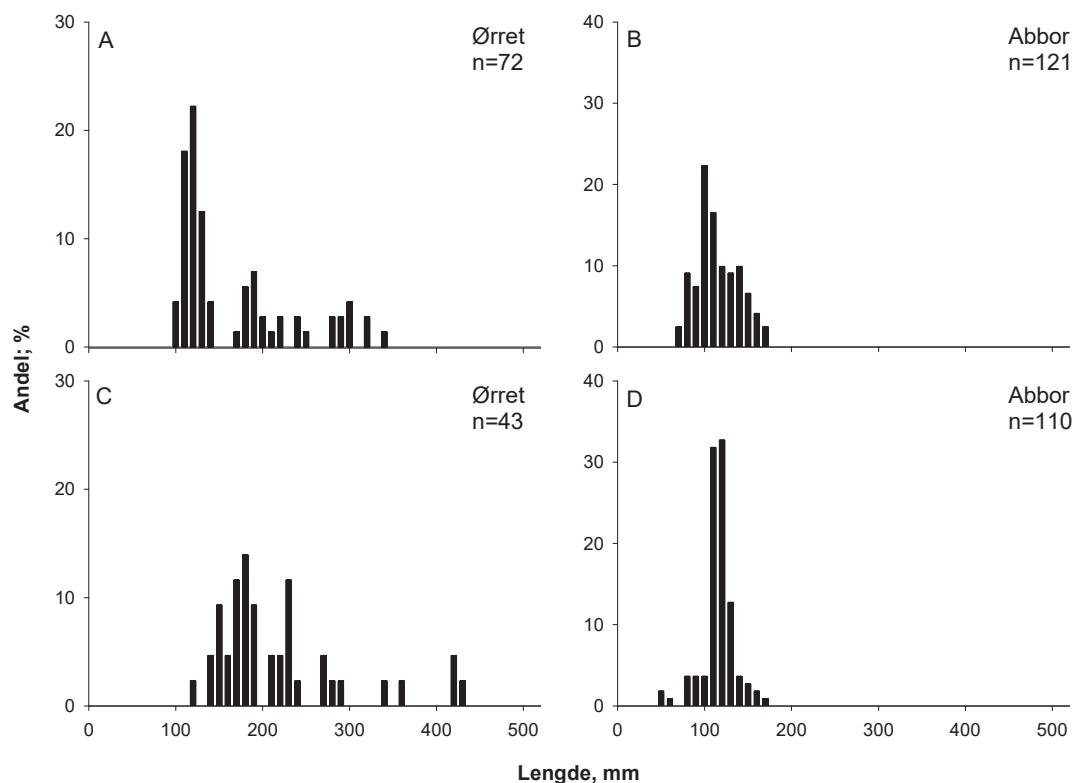
I Engerdal kommune er det gjennomført innsjøundersøkelser i Røvoltjørnane og Revlingsjøene og ungfisk-/elveundersøkelser i utløpselvene til Røvoltjørnane og Revlingsjøene og Krokettjørna. Utviklingen i vannkjemi i Engerdal vises i Figur 13.

#### 35673-Røvoltjørnane

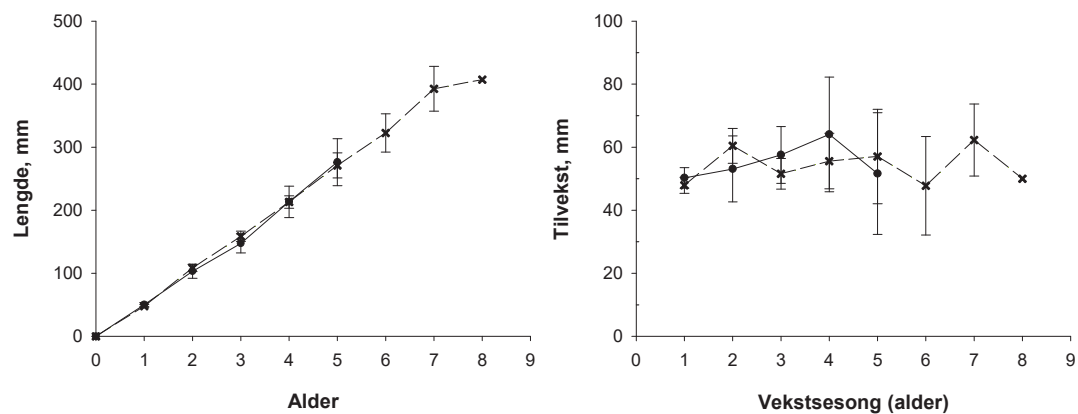
Røvoltjørnane (Nordre) ble prøvofisket den 9.-10. august 2016 og 28.-29. august 2018. Røvoltjørnane har en relativt tett bestand av abbor, og det ble fanget 33,6 abbor per 100 m<sup>2</sup> garnflate natt<sup>-1</sup> i 2016 og 48,9 abbor per 100 m<sup>2</sup> garnflate natt<sup>-1</sup> i 2018 (Tabell 56). Det ble fanget overraskende mye ørret, med CPUE på 20 og 19,1 ørret per 100 m<sup>2</sup> garnflate natt<sup>-1</sup> totalt i henholdsvis 2016 og 2018 (Tabell 56). Ørretbestanden kan betegnes som middels (mot tett), med fisk av middels størrelse i henhold til Ugedal mfl. (2005). Ørreten fordelte seg i lengdeintervallet 10-34 cm i 2016 og 12-43 i 2018 (Figur 32). Ørreten vokser normalt til godt med årlig tilvekst fra rund 50-65 mm i året de første fire vekstsesongene og er over 30 cm etter seks år (Figur 33). Det er satt ut til sammen 500 røye i Nordre Røvoltjørnane (Engerdal fjellstyres sine hjemmesider) i årene 2013-2015, men det ble ikke fanget røye under prøvofisket i 2016. Dette er noe overraskende, og man skulle ha forventet noe røye i fangstene (Morten Aas pers med. – tidligere leder i Engerdal Fjellstyre). I 2016 og 2017 ble det til sammen satt ut 750 røye, og det ble fanget 3 røye under prøvofisket i 2018 (Tabell 56). Som i flere av vannene i dette området er det usikkert om røye har begynt å egenrekruttere etter at bestandene gikk tilbake som følge av forsuring. Noe av forklaringen til de lave røyefangstene i N. Røvoltjørn kan være at abborbestanden har økt (eller har vært større i lengre tid). I dypere innsjøer trekker gjerne røyeungene ned i dypet, men N. Røvoltjørn er svært grunn, og det er få områder hvor ungfisk av røye kan unngå å møte abbor og ørret. Det er ikke satt ut ørret de siste årene. Kalsiumverdiene har i forkant av undersøkelsen ligget over det estimerte bakgrunnsnivået, og pH verdiene har ligget mellom 6,5-7,0 de siste 16-17 årene (Figur 13). Vannkjemiske forhold har derfor ikke vært begrensende for fisk. Abborbestanden begrenser helt sikkert tettheten av ørret (og røye), men det var ut i fra det overraskende gode tettheter av ørret i Røvoltjørnane. En av årsakene til at ørreten har brukbar tetthet skyldes trolig gode gytemuligheter (OR=42,9). Selv om man ikke skal klassifisere ørretbestanden etter tabell 6.8 i klassifiseringsveilederen når abbor dominerer i strandsonen, så plassere ørretbestanden i Røvoltjørnane seg i økologisk tilstandsklasse svært god. Da røyebestanden i liten grad ser ut til å rekruttere i innsjøen og røye ikke ble fanget under prøvofiske, selv om det er satt ut fisk i årene i forkant, er det trolig at røyebestanden har hatt en «svært kraftig tilbakegang» (jmf. ordlyd i tabell 6.10 i klassifiseringsveilederen). En direkte klassifisering etter tabell 6.10 og svært lite røye i fangstene vil gi «dårlig» økologisk tilstandsklasse for røye (og kvalitetselement fisk totalt). For røye, skyldes trolig ikke dette refsuring etter kalkingsstopp i 2013, men kan være en indirekte effekt av tidligere forsuring gjennom en økt abborbestand.

Tabell 56. Garninnsats (antall garn i sonen 0-6 m oppgitt i parentes), fangst i antall og totalvekt (kg) fordelt per art og fangst per 100 m<sup>2</sup> garnflate i Røvolsjøane. \* For ørret er også oppgitt CPUE som antall per 100 m<sup>2</sup> garnflate med maskevidde større enn 15 mm i henhold til Ugedal mfl. (2005). Dato er oppgitt for dagen garna ble tatt inn igjen etter å ha stått ute om lag 12 timer.

Dato	Antall garn	Antall (kg) fisk			CPUE, per 100 m <sup>2</sup>		
		Ørret	Abbor	Røye	Ørret	Abbor	Røye
10.08.16	8	72 (5,4)	121 (2,6)	0	20,0 (13,3*)	33,6	
29.08.18	5 (5)	43 (6,7)	110 (2,1)	3 (0,1)	19,1 (30,5*)	48,9	1,3



Figur 32. Lengdefordeling som prosentfordeling i lengdegrupper for ørret og abbor fra garnfangst i Røvoltjørnane, august 2016 (A og B) og august 2018 (C og D). Antall fisk i grunnlaget for lengdefordelingene er gitt som n.



Figur 33. Tilbakeberegnet lengde  $\pm 2SE$  (til venstre) og årlig tilbakeberegnet tilvekst  $\pm 2SE$  (til høyre) for 34 ørret fra garnfangstene i Røvoltjørnane, august 2016 (heltrukken linje markert med sirkler) og august 2018 (brutt linje markert med kryss).

Tabell 57. Andel kjønnsmodne individer per registrert aldersklasse i garnfisket fra Røvoltjørnane og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor) for årsklassene uavhengig av kjønn. Antall individer per kategori er oppgitt under respektive n.

Ørret	Kjønnsmodning				Kondisjon	
	Hunn		Hann		K-faktor	n
	n	% modne	n	% modne		
<b>2016</b>						
1	1	0,0	0		1,05	1
2	8	0,0	12	8,3	1,04	21
3	1	100,0	3	33,3	1,04	4
4	3	0,0	1	0,0	0,89	4
5	4	50,0	0		1,01	4
<b>2018</b>						
2	7	0,0	4	25,0	0,97	11
3	8	0,0	6	16,7	0,95	14
4	8	37,5	2	50,0	0,95	10
5	1	100,0	1	100,0	0,97	2
6	2	50,0	0	-	1,19	2
7	1	100,0	1	100,0	1,05	2
8	1	100,0	0	-	1,08	1

### 35835-Revlingsjøane (garnfiske)

Revlingsjøane ble prøvdefisket den 8.-9. august 2016 og 27.-28. august 2018. Revlingsjøane har bestander av ørret og røye. Kalsiumverdiene har i forkant av undersøkelsen ligget rundt det estimerte bakgrunnsnivået, og pH verdiene tilsa «god tilstand» i forhold til innsjøtypen med pH over 6,0 (Figur 13). Ørret dominerte i fangstene, og i 2016 og 2018 ble det henholdsvis fanget 11,3 og 12,7 ørret per 100 m<sup>2</sup> garnflate per natt totalt, eller 18,7 og 21,8 ørret  $\geq$  15 cm i relevante maskevidder (Tabell 58). Selv om det ble fanget få ørret over 30 cm i 2018, er det et brukbart innslag av både ørret og røye over 30 cm (Figur 34). Ørreten hadde vokst normalt til godt med årlig tilvekst fra rund 40-65 mm i året de første fem vekstsesongene (Figur 35). Kondisjonsfaktoren til ørret var god, med  $k=1,05$  i 2016 og  $k=0,97$  i 2018 (Tabell 59). Ørretbestanden kan betegnes som tett, med fisk av middels størrelse i henhold til Ugedal mfl. (2005).

Røyebestanden er trolig ikke veldig tett, og det ble fanget 8,2 og 4,4 røye per 100 m<sup>2</sup> garnflate per natt i henholdsvis 2016 og 2018 (Tabell 58). Flere røyer over 30 cm (Figur 34), og relativt utholdene vekst (Vedlegg D4) indikerer også at røyebestanden ikke er tett. Både marflo og linsekrepss var viktige byttedyr for både ørret og røye, særlig i 2016 (Vedlegg D1a), og vekst- og næringsforhold er relativt gode i innsjøen. Kondisjonsfaktoren for større røye var også god (Tabell 59). Estimerte gyte og oppvekstarealer ga en  $OR=19,4$ , men det er også observert gyting i selve innsjøen. Uansett OR, vil ørretbestanden plassere seg som svært god etter tabell 6.8 i klassifiseringsveilederen.

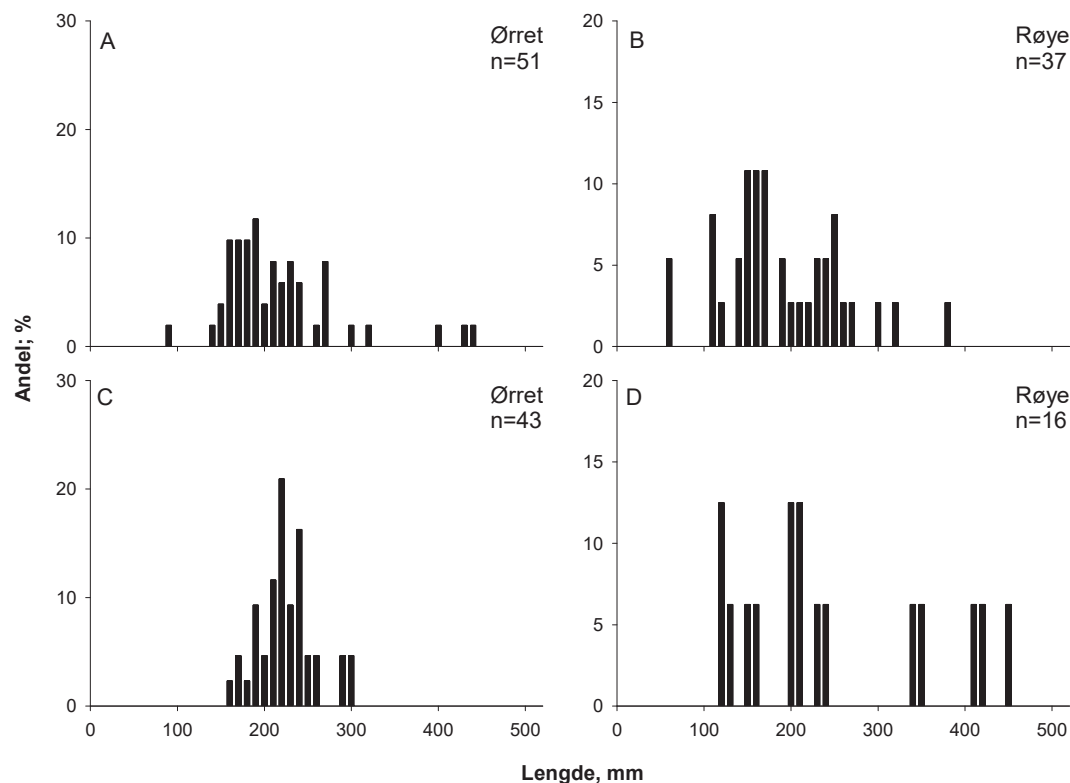
Røyebestanden består av både yngre og eldre fisk, og bidrar trolig til et godt fiske i innsjøen. Kvalitetselement fisk vurderes samlet til økologisk tilstandsklasse «svært god».

Tabell 58. Garninnsats (antall garn i sonen 0-6 m oppgitt i parentes), fangst i antall og totalvekt (kg) fordelt per art og fangst per 100 m<sup>2</sup> garnflate i Revlingsjøane. \* For ørret er også oppgitt CPUE som antall per 100 m<sup>2</sup> garnflate med maskevidde større enn 15 mm i henhold til Ugedal mfl. (2005). Dato er oppgitt for dagen garna ble tatt inn igjen etter å ha stått ute om lag 12 timer.

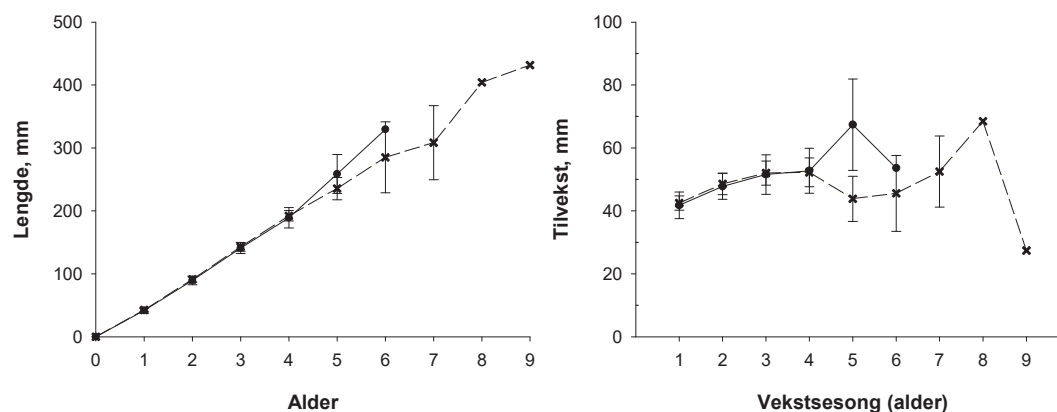
Antall (kg) fisk

CPUE, per 100 m<sup>2</sup>

Dato	Antall garn	Ørret		Røye	
		Ørret	Røye	Ørret	Røye
09.08.16	10	51 (7,1)	37 (3,7)	11,3 (18,7*)	8,2
28.08.18	9 (7)	43 (5,4)	16 (4,2)	12,7 (21,8*)	4,4



Figur 34. Lengdefordeling som prosentfordeling i lengdegrupper for ørret og røye fra garnfangst i Revlingsjøane, august 2016 (A og B) og august 2018 (C og D). Antall fisk i grunnlaget for lengdefordelingene er gitt som n.



Figur 35. Tilbakeberegnet lengde  $\pm 2SE$  (til venstre) og årlig tilbakeberegnet tilvekst  $\pm 2SE$  (til høyre) for 30 ørret fra garnfangstene i Revlingsjøane, august 2016 (heltrukken linje markert med sirkler) og august 2018 (brutt linje markert med kryss)

Tabell 59. Andel kjønnsmodne individer per registrert aldersklasse i garnfisket fra Revlingsjøane og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor) for årsklassene uavhengig av kjønn. Antall individer per kategori er oppgitt under respektive n.

Alder	Kjønnsmodning				Kondisjon	
	Hunn		Hann		K-faktor	n
	n	% modne	n	% modne		
<b>Ørret (2016)</b>						
2	0	-	2	0,0	1,10	2
3	9	0,0	16	25,0	1,09	25
4	3	33,3	8	50,0	1,05	11
5	5	40,0	5	60,0	0,95	10
6	0	-	2	100,0	0,94	2
<b>Røye (2016)</b>						
2	2	0,0	1	0,0	0,91	7
3	6	0,0	7	0,0	0,93	15
4	7	14,3	1	100,0	0,91	8
6	1	100,0	0	-	1,09	1
7	1	100,0	0	-	0,95	1
8	1	100,0	0	-	1,11	1
<b>Ørret (2018)</b>						
3	2	0,0	4	25,0	0,99	6
4	12	8,3	8	37,5	0,98	20
5	9	11,1	5	20,0	0,95	14
6	1	0,0	0	-	0,88	1
7	1	0,0	0	-	0,99	1
<b>Røye (2018)</b>						
1	0	-	0	-	0,86	1
2	0	-	1	0,0	0,84	4
3	1	0,0	0	-	0,99	1
4	3	33,3	3	66,7	0,93	6
6	0	-	1	100,0	1,10	1
7	1	100,0	1	100,0	1,04	2
9	0	-	1	100,0	1,08	1

### 35835-Revlingsjøane (utløp).

Utløpselva Revlingsjøane ble fisket den 29. august 2016 og 27-28. august 2018. Det var svært høy vannføring på tidspunktet for elfiske i 2016, og resultatene var ikke representative for de reelle bestandsforholdene. I 2018 var forholdene bedre, og på to avfiskede stasjoner var tettheten 21,9 og 41,1 ørret per 100 m<sup>2</sup>. I henhold til klassifiseringsveilederen (tabell 6.15, allopatrisk bestand på elva og habitatklasse 2) vil stasjon 1 plassere seg i tilstandsklasse dårlig, mens stasjon 2 vil plassere seg i tilstandsklasse god. Det er imidlertid ingenting som tyder på at forholdene skulle tilsa at tilstanden på utløpselva er i dårlig tilstand. En samlet vurdering gir derfor tilstandsklasse «god».

Tabell 60. Stasjonsbeskrivelse for el-fiskestasjoner i forbindelse med lokaliteten Revlingsjøane. UTM angir nedstrøms startpunkt for el-fisket.

Stasjon nr	sone	UTM		Areal, m <sup>2</sup>
		øst	nord	
1	32V	658725	6900926	105
2*	32V	654230	6902122	130

Tabell 61. El-fiskeresultater fra lokalitetene knyttet til Revlingsjøane. Underteksten «tot» refererer til all fisk og underteksten «0+» refererer til årsyngel. I kolonnene for fangst oppgis antall fisk fanget i henholdsvis 1., 2. og 3. runde. N=bestandsestimat, SE=Standard error (kun oppgitt ved tre-gangers overfiske). Tetthet er oppgitt som antall individer per 100 m<sup>2</sup>.

St. nr	Art	Dato	Fangst <sub>tot</sub>	Fangst <sub>0+</sub>	N <sub>tot</sub> ± 2SE	N <sub>0+</sub> ± 2SE	Tetthet <sub>tot</sub>	Tetthet <sub>0+</sub>
1	Ørret	29.08.16	4/0/-	0/0/-	8,0	0,0	7,6	0,0
1	Ørret	28.08.18	14/7/1	0/0/0	32,0±0,9	0,0	21,9	0,0
2*	Ørret	27.08.18	12/14/4	8/6/2	42,3±60,4	19,2±9,4	41,1	14,8

\*Stasjon 2 ble kun fisket i 2018

### 33284-Krokettjørna (utløp).

Utløpselva til Krokettjørna ble fisket den 30. september 2016 og 27. og 29. august i 2018 (Tabell 62). På stasjon 1 ble det ikke fanget årsyngel i noen av årene, mens det ble fanget årsyngel på stasjon 2 i 2016. Det ble fanget eldre ørretunger på begge stasjoner i begge år (Tabell 63, Vedlegg D2 a,b). Vannkvaliteten i Krokettjørna har de siste 16-17 årene vært brukbar med tanke på forsurening, og pH har ligget godt over 6,0 (Figur 13). Økologisk tilstandsklasse for fisk i utløpselva til Krokettjørna vurderes til dårlig på stasjon 1, og moderat på stasjon 2. Da det er påvist både årsyngel og eldre årsklasser av ørret i elva, vurderes samlet økologisk tilstand for ørret som «moderat».

Tabell 62. Stasjonsbeskrivelse for el-fiskestasjoner i forbindelse med lokaliteten Krokettjørna.

Stasjon nr	UTM			Areal, m <sup>2</sup>
	sone	øst	nord	
1	32V	653843	6867783	60 (105)*
2	32V	653720	6868630	135

\*I 2018 ble stasjon 1 utvidet til 105 m<sup>2</sup>

Tabell 63. El-fiskeresultater fra lokalitetene knyttet til Krokettjørna. Underteksten «tot» refererer til all fisk og underteksten «0+» refererer til årsyngel. I kolonnene for fangst oppgis antall fisk fanget i henholdsvis 1., 2. og 3. runde. N=bestandsestimat, SE=Standard error (kun oppgitt ved tre-gangers overfiske). Tetthet er oppgitt som individer per 100 m<sup>2</sup>.

St. nr	Art	Dato	Fangst <sub>tot</sub>	Fangst <sub>0+</sub>	N <sub>tot</sub> ± 2SE	N <sub>0+</sub> ± 2SE	Tetthet <sub>tot</sub>	Tetthet <sub>0+</sub>
1	Ørret	30.09.16	9/2/-	0/0/-	11,0	0,0	18,4	0,0
2	Ørret	30.09.16	18/9/6	8/2/2	40,2±15,69	13,1±1,89	29,7	9,7
1	Ørret	29.08.18	3/-/-	0/-/-	6,0	0,0	5,7	0,0
2	Ørret	27.08.18	13/2/1	0/0/0	16,2±0,1	0,0	12,0	0,0

### 3.2.10 Rendalen

I Rendalen kommune er det gjennomført innsjøundersøkelser i Søre Ørsjøen, Ryensjøen og Brenneggtjørna. Utviklingen i vannkjemi i Rendalen vises i Figur 14.

#### 33319-Søre Ørsjøen.

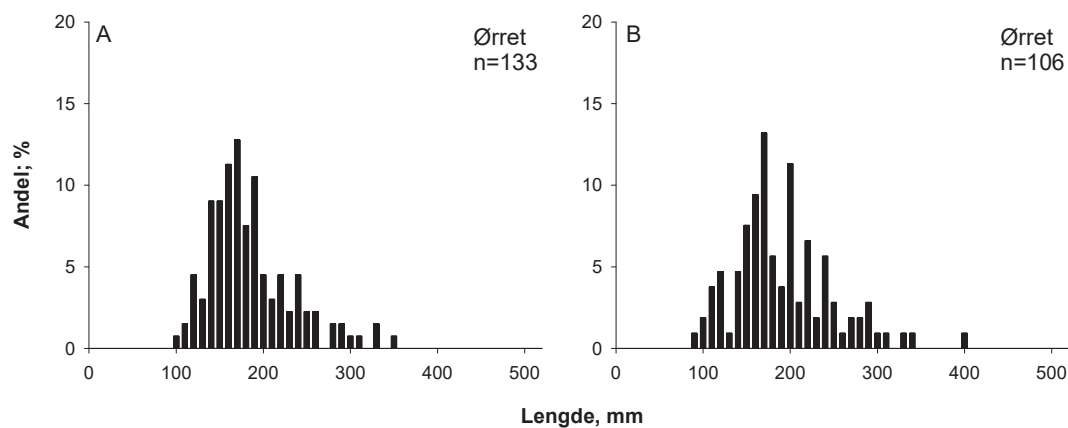
Søre Ørsjøen ble prøvofisket den 30.-31. august 2016 og 8.-9. august 2018. De vannkemiske forholdene i S. Ørsjøen med tanke på forsurening har variert veldig de siste 15-20 årene, og pH har ligget mellom 5 og 7 (Figur 14). De siste årene har imidlertid pH ligget stabilt over 6,0. I 2016 og 2018 ble det fanget henholdsvis 29,6 og 23,6 ørret per 100 m<sup>2</sup> garnflate per natt totalt, eller 41,1 og 33,5 ørret ≥ 15 cm i relevante maskevidder (Tabell 64). Sammenlignet med et upublisert prøvofiske i regi

av Fylkesmannen i 1993 (CPUE=23,6 for ørret  $\geq 15$  cm), synes bestanden å være tettere i dag. I henhold til Ugedal mfl. (2005) kan ørretbestanden i S. Ørsjøen karakteriseres som tett, med fisk av middels størrelse (gjennomsnittsstørrelse for kjønnsmodne hunner = 28,8-29,3 cm). Lengdefordelingene for den minste fisken er ikke helt sammenlignbare mellom 1993 og 2016 på grunn av maskeviddesammensetningen, men det samme mønsteret med lite fisk over 30 cm er likt (se lengdefordeling for ørret fanget i 2016 og 2018 i Figur 36). Veksten til ørreten er relativt moderat, men utholdende og lik mellom år. Årlig tilvekst ligger mellom 40 og 50 mm de første 6 vekstsesongene (Figur 37). Gjennomsnittlig K-faktor for ørreten på 0,93-0,95 i henholdsvis 2016 og 2018, er moderat og underbygger at bestanden er tett.

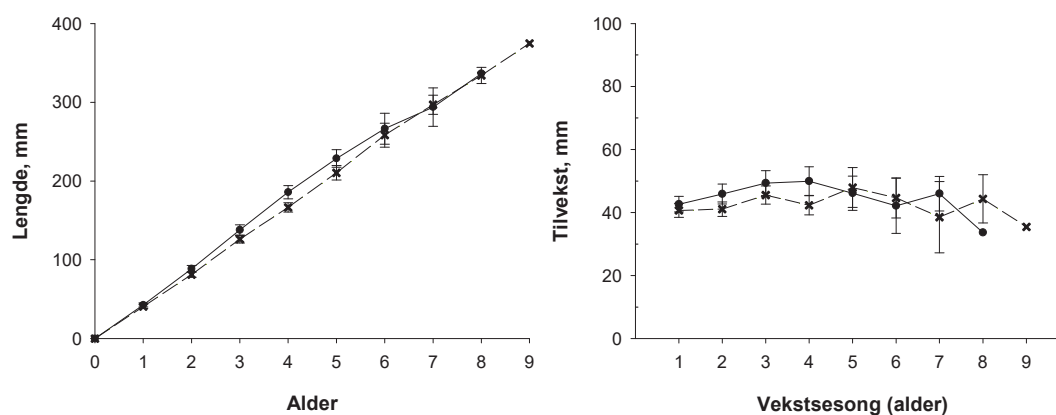
En tett bestand sammenfaller også godt med estimert oppvekstratio på 54,1, noe som tilsier store gyte- og oppvekstarealer for ørret i S. Ørsjøen. I henhold til tabell 6.8 i veilederen, plasserer kvalitetselement fisk seg i økologisk tilstandsklasse «svært god».

Tabell 64. Garninnsats (antall garn i sonen 0-6 m oppgitt i parentes), fangst i antall og totalvekt (kg) fordelt per art og fangst per 100 m<sup>2</sup> garnflate i Søre Ørsjøen. \* For ørret er også oppgitt CPUE som antall per 100 m<sup>2</sup> garnflate med maskevidde større enn 15 mm i henhold til Ugedal mfl. (2005). Dato er oppgitt for dagen garna ble tatt inn igjen etter å ha stått ute om lag 12 timer.

Dato	Antall garn	Antall (kg) fisk			CPUE, per 100 m <sup>2</sup>		
		Ørret	Abbor	Røye	Ørret	Abbor	Røye
31.08.16	10	133 (9,9)			29,6 (41,1*)		
09.08.18	10 (10)	106 (9,2)			23,6 (33,5*)		



Figur 36. Lengdefordeling som prosentfordeling i lengdegrupper for ørret fra garnfangst i Søre Ørsjøen, august 2016 (A) og august 2018 (B). Antall fisk i grunnlaget for lengdefordelingen er gitt som n.



Figur 37. Tilbakeberegnet lengde  $\pm 2SE$  (til venstre) og årlig tilbakeberegnet tilvekst  $\pm 2SE$  (til høyre) for 27 ørret fra garnfangstene i Søre Ørsjøen, august 2016 (heltrukken linje markert med sirkler) og august 2018 (brutt linje markert med kryss).

Tabell 65. Andel kjønnsmodne individer per registrert aldersklasse i garnfisket fra Søre Ørsjøen og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor) for årsklassene uavhengig av kjønn. Antall individer per kategori er oppgitt under respektive n.

Ørret	Kjønnsmodning				Kondisjon	
	Hunn		Hann		K-faktor	n
Alder	n	% modne	n	% modne		
<b>2016</b>						
3	6	0,0	4	0,0	0,87	10
4	9	0,0	13	0,0	0,87	22
5	5	60,0	4	25,0	0,91	9
6	5	80,0	0		0,90	5
7	2	50,0	1	100,0	0,88	3
8	0		1	100,0	0,94	1
<b>2018</b>						
2	1	0,0	2	0,0	0,99	6
3	8	0,0	8	0,0	0,93	16
4	10	0,0	9	0,0	0,95	19
5	3	0,0	4	25,0	0,95	7
6	4	25,0	3	66,7	0,90	7
7	1	100,0	1	100,0	0,93	2
8	0	-	1	100,0	0,86	1
10	0	-	1	100,0	1,00	1

### 33439-Ryensjøen

De vannkjemiske forholdene i Ryensjøen med tanke på forsurening har vært gode for ørret de siste 15-20 årene, og pH har i hovedsak ligget mellom 6,5 og 7 (Figur 14). I henhold til (Nashoug og Qvenild, 1999a), var vannkvaliteten veldig dårlig på slutten av 1980-tallet (pH < 5.0) og Ryensjøen var ansett å være fisketom. På grunn av lite nedbørfelt og lang oppholdstid har effekten av kalking i Ryensjøen vært god, og vannkvaliteten har vært tilfredsstillende etter 1990 (Nashoug & Qvenild 1999a, og Figur 14).



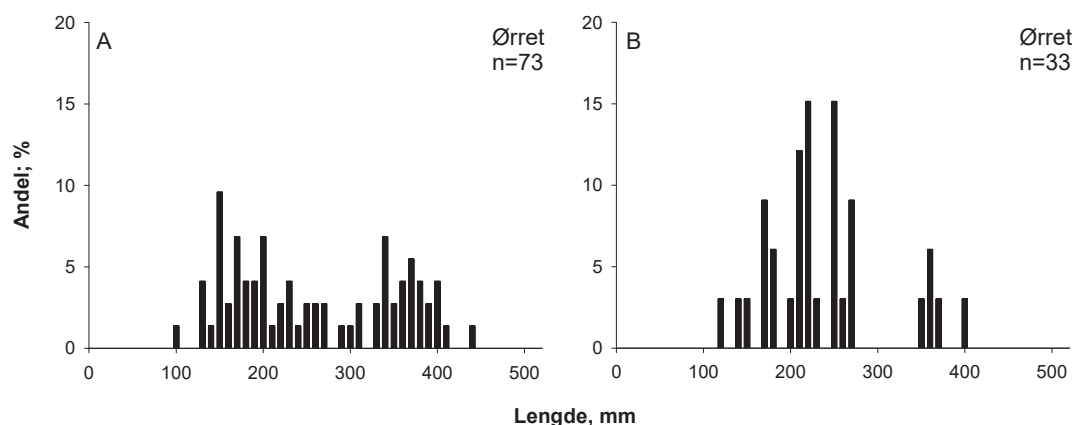
På grunn av fiskeutsettinger etablerte ørreten seg igjen, og et prøvafiske i 1995 ga 7,3 ørret  $\geq 15$  cm per 100 m<sup>2</sup> garnflate per natt i relevante maskevidder. Det har blitt satt ut fisk jevnlig i årenes løp, men observasjoner i utløpsbekken i 2016 viste at det er god egenrekruttering i dag. Siste utsetting var i 2014, med 500-600 toårig fisk. Bestanden synes også å være tettere i dag, da det ble fanget 16,2 ørret per 100 m<sup>2</sup> garnflate totalt, eller 25,9 ørret  $\geq 15$  cm i relevante maskevidder i 2016 (Tabell 66). Sammenlignbare fangster i 2018 var en del lavere enn i 2016 (13,1 ørret  $\geq 15$  cm per 100 m<sup>2</sup> i relevante maskevidder per natt), men allikevel omtrent dobbelt så mye som i 1995. I henhold til Ugedal mfl. (2005) kan ørretbestanden i Ryensjøen i dag karakteriseres som middles tett til tett, med fisk av middels til storvokst fisk (gjennomsnittstørrelse for kjønnsmodne hunner = 38,6 cm i 2016 og 33,7 i 2018). Ørret er eneste art i innsjøen.

Prøvefisket i 2016 og 2018 viste at det var relativt mye ørret over 30 cm i fangsten (Figur 38). Ørreten vokser også brukbart, særlig fra fjerde til sjette vekstsesong hvor årlig tilvekst er mellom 60-70 mm (Figur 39). De første hannene kjønnsmodnes som treåringer, og hunnene ett år senere (Tabell 67). Kondisjonsfaktoren til ørret var normalt god ( $k=0,99-1,00$ ).

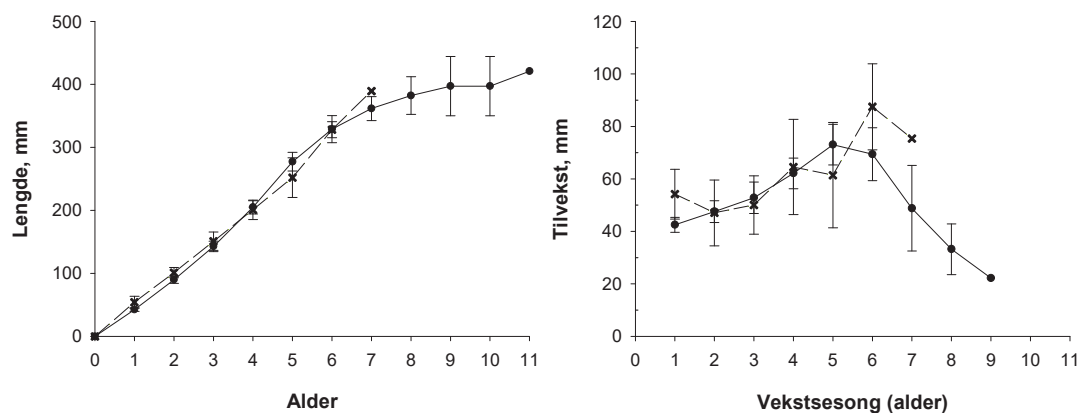
Med en estimert oppvekstratio på 20, plasserer ørretbestanden i Ryensjøen seg i tilstandsklasse svært god i henhold til tabell 6.8 i veilederen i 2016 og god i 2018. Da det trolig er noe utsatt fisk i fangstene, velger vi ut fra en samlet vurdering å plassere ørretbestanden i Ryensjøen i «god» økologisk tilstand.

Tabell 66. Garninnsats (antall garn i sonen 0-6 m oppgitt i parentes), fangst i antall og totalvekt (kg) fordelt per art og fangst per 100 m<sup>2</sup> garnflate i Ryensjøen. \* For ørret er også oppgitt CPUE som antall per 100 m<sup>2</sup> garnflate med maskevidde større enn 15 mm i henhold til Ugedal mfl. (2005).

Dato	Antall garn	Antall (kg) fisk			CPUE, per 100 m <sup>2</sup>		
		Ørret	Abbor	Røye	Ørret	Abbor	Røye
30.08.16	10	73 (18,0)			16,2 (25,9*)		
08.08.18	9 (9)	33 (5,6)			8,2 (13,1*)		



Figur 38. Lengdefordeling som prosentfordeling i lengdegrupper for ørret fra garnfangst i Ryensjøen, august 2016 (A) og august 2018 (B). Antall fisk i grunnlaget for lengdefordelingen er gitt som n.



Figur 39. Tilbakeberegnet lengde  $\pm 2SE$  (til venstre) og årlig tilbakeberegnet tilvekst  $\pm 2SE$  (til høyre) for 33 ørret fra garnfangstene i Ryensjøen, august 2016 (heltrukken linje markert med sirkler) og august 2018 (brutt linje markert med kryss).

Tabell 67. Andel kjønnsmodne individer per registrert aldersklasse i garnfisket fra Ryensjøen og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor) for årsklassene uavhengig av kjønn. Antall individer per kategori er oppgitt under respektive n.

Ørret	Kjønnsmodning				Kondisjon	
	Hunn		Hann		K-faktor	n
Alder	n	% modne	n	% modne		
<b>2016</b>						
2	1	0,0	2	0,0	1,01	3
3	5	0,0	8	50,0	1,03	13
4	3	66,7	2	50,0	0,95	5
5	13	69,2	4	75,0	1,00	17
6	4	100,0	4	100,0	0,98	8
7	3	100,0	0		0,99	3
8	2	100,0	0		1,01	2
10	1	100,0	0		0,81	1
11	1	100,0	0		0,86	1
<b>2018</b>						
2	1	0,0	0	-	1,02	1
3	8	0,0	7	100,0	0,99	15
4	3	0,0	6	83,3	0,98	9
5	1	100,0	2	100,0	1,05	3
6	3	0,0	0	-	0,93	3
7	1	100,0	0	-	1,03	1

### 35931-Brenneggtjønnna

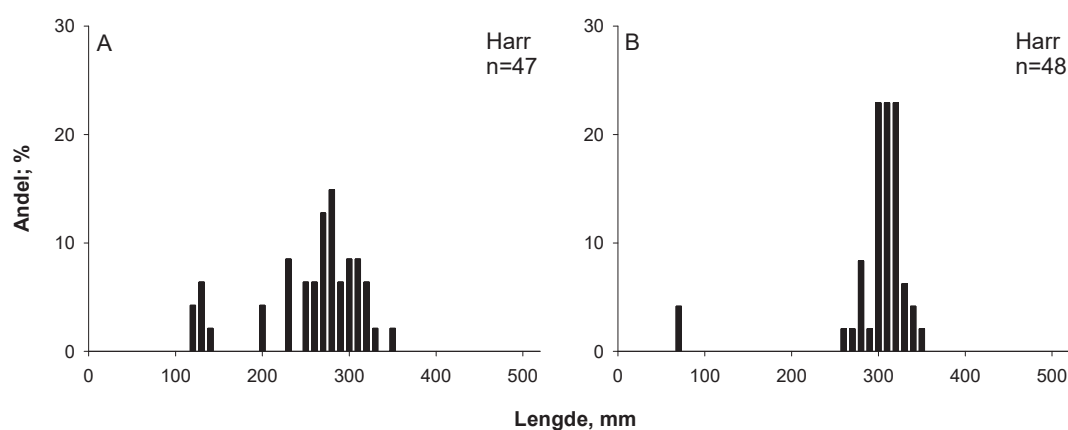
Historiske vannkjemiske målinger før kalking er ikke kjent fra Brenneggtjønnna, men den ble antatt å være svak basert på geologiske forhold og data fra andre vann i nærheten (Nashoug og Qvenild 1999b). De siste 15-20 årene har pH variert rundt 6,5 (Figur 14) og de vannkjemiske forholdene har vært gode for fisk. Et prøvafiske i 1997 ga 4,7 ørret  $\geq 15$  cm i relevante maskevidder i tillegg til én harr. Harren er antatt å være utsatt ved et uhell fra et lokalt anlegg. Det ble antatt at en god del av ørreten var utsatt. I forbindelse med prøvafisket i 2016 og 2018 hadde fiskesamfunnet endret seg veldig og det ble kun fanget to ørret (1,1 ørret  $\geq 15$  cm per 100 m<sup>2</sup> i relevante maskevidder per natt) i

2016 og én ørret (0,5 ørret  $\geq 15$  cm per 100 m<sup>2</sup> i relevante maskevidder per natt) i 2018, mens det ble fanget 47 og 48 harr (

Tabell 68). En beregning av tilgjengelige gyte- og oppvekstarealer ga en oppvekstratio på 10,4. Dette er trolig for høyt da mye av utløpselva var uegnet. Det konkluderes med, som i 1997 (Nashoug og Qvenild, 1999b) at rekrutteringsmulighetene til ørret er dårlige i Brenneggtjønnna. Da data fra 1997 trolig besto av en del settefisk (andel ukjent) er det vanskelig å bruke endringer i prosentvis nedgang (jf. Tabell 6.10 i Veileder 02:2018). Både ørret og harr er forsurningsfølsomme arter (Vedlegg 6 i Veileder 02:2018), og sammen med de vannkjemiske dataene i Figur 14, er det ingenting som tyder på at det har vært negative endringer som følge av vannkjemiske forhold. Endringer i fiskesamfunnet skyldes at harren rekrutterer (Figur 40) og dominerer i innsjøen. En vurdering av økologisk tilstand etter tabell 6.8 i veilederen ville plassert ørretbestanden i tilstandsklasse dårlig. Denne metoden er imidlertid ikke egnet da ørret ikke er allopatrisk eller dominerer i strandsonen. Om årsaken til at ørretbestanden har gått kraftig tilbake skyldes en sterkt økende bestand av harr i perioden etter 1997, eller om ørretbestandens gyteforhold er så dårlige at bestanden uansett er avhengig av utsettinger er uvisst. Uansett årsak er ørretbestanden i dag marginal. Da i tillegg en nylig utsatt art fullstendig dominerer fiskesamfunnet settes økologisk tilstand for kvalitetselement fisk til «dårlig».

Tabell 68. Garninnsats (antall garn i sonen 0-6 m oppgitt i parentes), fangst i antall og totalvekt (kg) fordelt per art og fangst per 100 m<sup>2</sup> garnflate i Brenneggtjønnna. \* For ørret er også oppgitt CPUE som antall per 100 m<sup>2</sup> garnflate med maskevidde større enn 15 mm i henhold til Ugedal mfl. (2005). Dato er oppgitt for dagen garna ble tatt inn igjen etter å ha stått ute om lag 12 timer.

Dato	Antall garn	Antall (kg) fisk		CPUE, per 100 m <sup>2</sup>	
		Ørret	Harr	Ørret	Harr
11.08.16	7	2 (2,9)	47 (7,2)	0,6 (1,1*)	14,9
10.08.18	7 (7)	1 (0,7)	48 (10,8)	0,3 (0,5*)	15,2



Figur 40. Lengdefordeling som prosentfordeling i lengdegrupper for harr fra garnfangst i Brenneggtjønnna, august 2016 (A) og august 2018 (B). Antall fisk i grunnlaget for lengdefordelingen er gitt som n.

Tabell 69. Andel kjønnsmodne individer per registrert aldersklasse i garnfisket fra Brenneggtjønna og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor) for årsklassene uavhengig av kjønn. Antall individer per kategori er oppgitt under respektive n.

Ørret	Kjønnsmodning				Kondisjon	
	Hunn		Hann		K-faktor	n
Alder	n	% modne	n	% modne		
<b>2016</b>						
14	1	100,0	0		0,79	1
19	1	100,0	0		1,09	1
<b>2018</b>						
20	1	100,0	0	-	0,85	1

### 3.2.11 Os

I Os kommune er det gjennomført innsjøundersøkelser i Fjellsjøen, Raudtjønna og Butjønna. Utviklingen i vannkjemi i Rendalen vises i Figur 15.

#### 35279-Fjellsjøen.

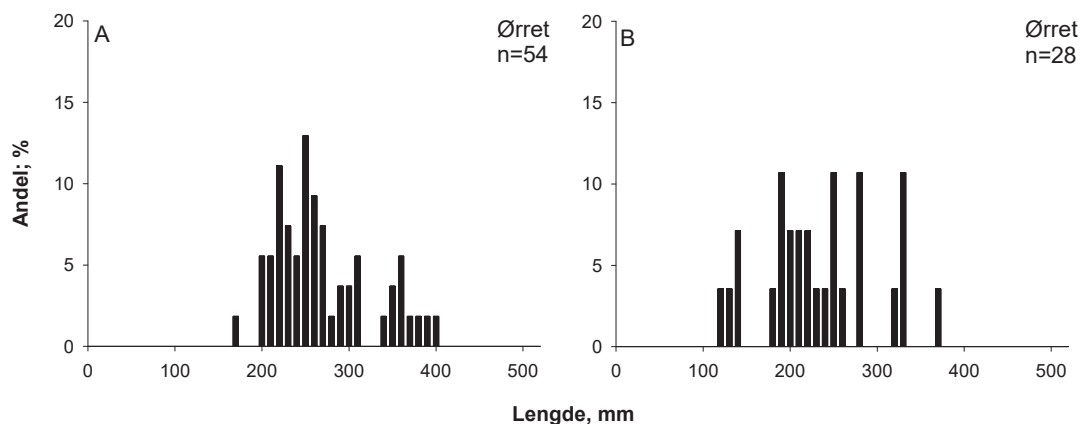
Fjellsjøen i Os er med i denne undersøkelsen som en referansesjø. Det har ikke vært forsøringsproblemer tidligere, og innsjøen er ikke kalket. Ørret er eneste fiskeart i vannet. I en undersøkelse gjennomført av Fylkesmannen i 1997 (Qvenild 1996), ble det fanget 12,7 ørret  $\geq 15$  cm per 100 m<sup>2</sup> i relevante maskevidder. Bestanden var noe tettere i 2015, og det ble fanget 12,0 ørret per 100 m<sup>2</sup> totalt, eller 20,6 ørret  $\geq 15$  cm per 100 m<sup>2</sup> i relevante maskevidder (Tabell 70). Fangstene var en god del lavere i 2018 (Tabell 70). Det ble fanget en god del stor fisk, og ca 28 og 18 % av ørreten var over 30 cm i henholdsvis 2016 og 2018 (Figur 41). I henhold til Ugedal mfl. (2005) kan ørretbestanden i Fjellsjøen karakteriseres som tett i 2015 og middels tett i 2017, med storvokst fisk (gjennomsnittsstørrelse for kjønnsmodne hunner lå nær 35 cm begge år). De gode vannkjemiske forholdene kommer også til syne ved gjennom dietten til ørret, da den forsøringsfølsomme marfloen (*G. lacustris*) utgjorde over 60 % av dietten i 2015 og nær 90 % i 2017 (Vedlegg D1 a,b).

Ørreten vokser normalt godt, og veksten er relativt utholdende. Gjennomsnittelig kondisjon var normalt god i 2015 ( $k=1,02$ ), men hadde av uante årsaker falt til 0,92 i 2017 (Tabell 71).

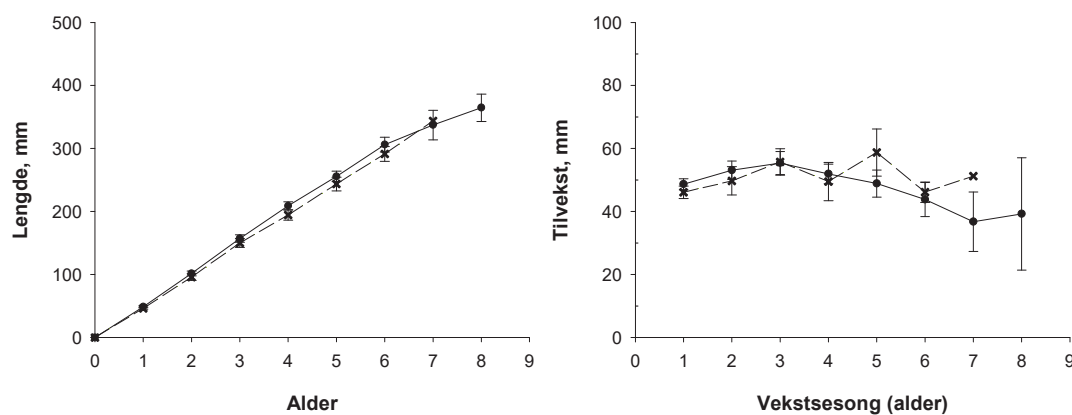
Oppvekstratioen i Fjellsjøen ble estimert til 46,9, og i henhold til veilederen (veileder 02:2018), ble kvalitetselement fisk i Fjellsjøen klassifisert som «svært god» i 2016 og «moderat» i 2018. Det er her brukt ørret over 15 cm tatt i relevante maskevidder som utgangspunkt for å sammenligne med undersøkelsen i 1997. Det er liten grunn til å tro at de lavere fangstene i 2018 skyldes andre ting enn naturlige svingninger eller forskjeller i fangstuttak i forkant av prøvofisket og kvalitetselement fisk klassifiseres skjønnmessig som «god».

Tabell 70. Garninnsats (antall garn i sonen 0-6 m oppgitt i parentes), fangst i antall og totalvekt (kg) fordelt per art og fangst per 100 m<sup>2</sup> garnflate i Fjellsjøen. \* For ørret er også oppgitt CPUE som antall per 100 m<sup>2</sup> garnflate med maskevidde større enn 15 mm i henhold til Ugedal mfl. (2005). Dato er oppgitt for dagen garna ble tatt inn igjen etter å ha stått ute om lag 12 timer.

Dato	Antall garn	Antall (kg) fisk		CPUE, per 100 m <sup>2</sup>	
		Ørret		Ørret	
18.09.15	10	54 (12,4)		12,0 (20,6*)	
23.08.17	13 (10)	28 (4,1)		5,3 (7,6*)	



Figur 41. Lengdefordeling som prosentfordeling i lengdegrupper for ørret fra garnfangst i Fjellsjøen, september 2015 (A) og august 2018 (B). Antall fisk i grunnlaget for lengdefordelingen er gitt som n.



Figur 42. Tilbakeberegnet lengde  $\pm 2SE$  (til venstre) og årlig tilbakeberegnet tilvekst  $\pm 2SE$  (til høyre) for 53 ørret fra garnfangstene i Fjellsjøen, september 2015 (heltrukken linje markert med sirkler) og august 2017 (brutt linje markert med kryss).

Tabell 71. Andel kjønnsmodne individer per registrert aldersklasse i garnfisket fra Fjellsjøen og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor) for årsklassene uavhengig av kjønn. Antall individer per kategori er oppgitt under respektive n.

Ørret	Kjønnsmodning				Kondisjon	
	Hunn		Hann		K-faktor	n
	n	% modne	n	% modne		
Alder						
2015						
3	0		2	100,0	1,13	2
4	8	0,0	16	93,8	1,07	24
5	12	8,3	2	50,0	0,97	14
6	7	42,9	1	100,0	0,95	8
7	3	66,7	1	100,0	0,99	4

8	2	50,0	0		1,00	2
<b>2017</b>						
2	1	0,0	3	33,3	0,86	4
3	0	-	6	0,0	0,91	6
4	6	0,0	2	50,0	0,93	8
5	4	0,0	0	-	0,86	4
6	4	50,0	1	100,0	0,95	5
7	1	100,0	0	-	0,96	1

### 35691- Raudtjørna (garnfiske).

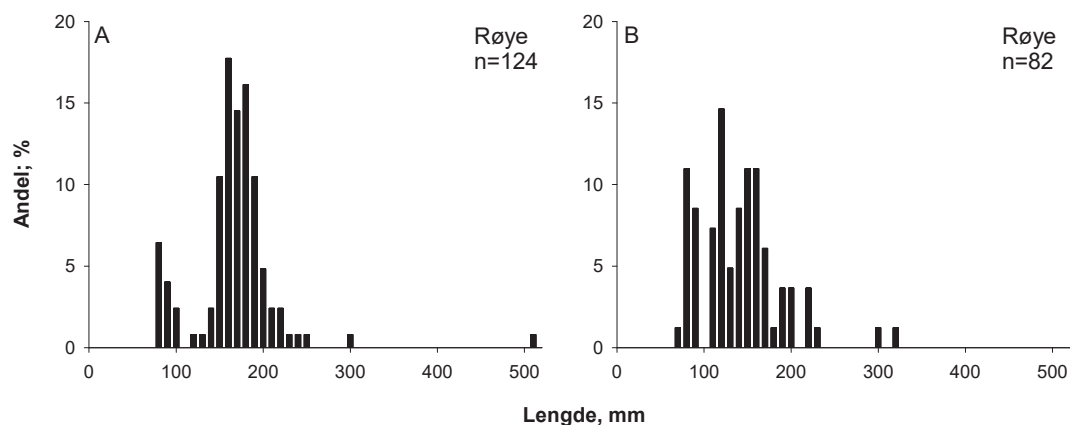
Raudtjørna (Røtjørna) i Os ble prøvfisket den 11.-12.8.2016 og 14.-15. august 2018. Innsjøen er svært grunn, trolig ikke dypere enn 5 meter. pH har de siste 16-17 årene stort sett ligget over 6,0, men har sunket ned mot 5,5 de siste årene (Figur 15). Røye er eneste fiskeart i vannet. Undersøkelsene i 2016 og 2018 viste at bestanden av røye var tett, med henholdsvis 45,9 og 45,6 røye per 100 m<sup>2</sup> garnflate (Tabell 72).

Røyebestanden synes å være overbefolket, og veksten stagnerte ved lengder på 20 cm (Vedlegg D4). Unntaket var en røye på 30 cm og en fiskespisende røye på 51 cm i 2016 og to røye over 30 cm i 2018 (Figur 43). Ellers var dietten til røya dominert av linsekreps og vårfluelarver (Vedlegg D1 a,b). Når det gjelder røye i fangstene fra Raudtjørna, var det en signifikant positiv sammenheng mellom kondisjonsfaktor og lengde: K-faktor = 0,781 - (220,000 \* lengde); p < 0,005 (2016). Hannfisker kjønnsmodner allerede som toåring, mens hunnfisk kjønnsmodnes ved 3-4 års alder.

Røye er en art som er følsom for forsurening, og en såpass tett bestand med røye tyder på at forurensningsskader ikke har vært et omfattende problem de siste årene. Hvis de vannkjemiske forholdene, med pH nivåer ned mot 5,5 (eller lavere) vedvarer vil bestanden imidlertid få problemer. Bestanden er i svært liten grad interessant i forhold til sportsfiske, men økologisk tilstand må betegnes som «svært god».

Tabell 72. Garninnsats (antall garn i sonen 0-6 m oppgitt i parentes), fangst i antall og totalvekt (kg) fordelt per art og fangst per 100 m<sup>2</sup> garnflate i Raudtjørna. Dato er oppgitt for dagen garna ble tatt inn igjen etter å ha stått ute om lag 12 timer.

Dato	Antall garn	Antall (kg) fisk		CPUE, per 100 m <sup>2</sup>
			Røye	Røye
12.08.16	6		124 (8,2)	45,9
15.08.18	4 (4)		82 (3,0)	45,6



Figur 43. Lengdefordeling som prosentfordeling i lengdegrupper for røye fra garnfangst i Raudtjørna, august 2016 (A) og august 2018 (B). Antall fisk i grunnlaget for lengdefordelingen er gitt som n.

Tabell 73. Andel kjønnsmodne individer per registrert aldersklasse i garnfisket fra Raudtjørna og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor) for årsklassene uavhengig av kjønn. Antall individer per kategori er oppgitt under respektive n.

Røye	Kjønnsmodning				Kondisjon	
	Hunn		Hann		K-faktor	n
Alder	n	% modne	n	% modne		
<b>2016</b>						
1	4	0,0	3	0,0	0,78	7
3	1	100,0	0		0,93	1
4	2	100,0	2	100,0	0,90	4
5	10	100,0	1	100,0	0,86	11
6	0		4	75,0	0,91	4
7	0		1	100,0	0,88	1
8	0		1	100,0	0,99	1
13	1	100,0	0		1,48	1
<b>2018</b>						
1	3	0,0	6	0,0	0,83	9
2	3	0,0	6	66,7	0,91	9
3	1	0,0	5	60,0	0,87	6
4	4	100,0	2	100,0	0,84	6
5	3	66,7	2	100,0	0,88	5
6	3	100,0	1	100,0	0,94	4
9	1	100,0	0	-	1,04	1

**35718-Butjørn (garnfiske)**

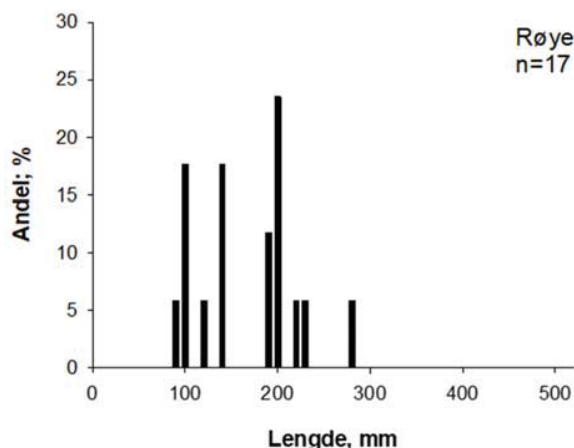
Butjørna i Os ble prøvefisket den 11.-12. august 2016. Etter avtale med FMHE ble det ikke gjennomført prøvefiske som først planlagt i Butjørna i 2018. pH har de siste 16-17 årene stort sett ligget over 6,0, men har sunket ned mot 5,5 de siste årene (Figur 15). Det finnes både ørret og røye i vannet. Det er uvisst hvor lenge ørret har vært der, men røye ble antagelig satt ut på 1940-50 tallet. Som følge av at vannet var sterkt påvirket av forsuring var ørret og røyebestandene omtrent slått ut. Fra midten på 1980-tallet ble det kalket på dagnad, og det ble satt ut både røye og ørret i flere år. Ørretutsettingene pågikk i hvert fall frem mot år 2000 (Tommy Berndtson pers. med).

I 2015 og 2016 har lokale fiskere drevet tynningsfiske for å redusere bestanden av røye, og samlet sett ble det tatt ut rundt 6000 røye disse to årene. Ørretbestanden er svært tynn, og det ble ikke fanget mer enn syv ørret under tynningsfiske i 2016. Tynningsfiske ble gjennomført et par uker før vi prøvefisket, og resultatene er trolig sterkt påvirket av det store uttaket. Det ble fanget kun 17 røye under prøvefisket (CPUE=6,3 røye per 100 m<sup>2</sup>) (Tabell 74). Det ble ikke fanget ørret. Røya synes å vokse bedre enn i Røtjørna, men veksten avtar etter lengder på 20 cm (Figur 44). Det var ingen signifikant sammenheng mellom kondisjonsfaktor og lengde for røye fanget i Butjørn ( $p > 0,05$ ). Gjennomsnittlig K-faktor for røya var 0,93.

Gyteforholdene for røye er gode, og det aktive tynningsfiske viser at bestanden er tett (les før tynningsfisket). Røye er en art som er følsom for forsuring, og en såpass tett bestand med røye tyder på at forsuringsskader ikke er et omfattende problem. Da bestanden er utsatt etter år 1900 må røya vurderes som introdusert. Selv om marginale gyte- og oppvekstarealer for ørreten er svært små (OR=3,8) og ørretbestanden er forventet å være tynn, burde bestanden vært noe større. Det antas at den tette røyebestanden påvirker ørretbestanden negativt, og økologisk tilstand settes til «dårlig».

Tabell 74. Garninnsats, fangst i antall og totalvekt (kg) fordelt per art og fangst per 100 m<sup>2</sup> garnflate i Butjørn. Dato er oppgitt for dagen garna ble tatt inn igjen etter å ha stått ute om lag 12 timer.

Dato	Antall garn	Antall (kg) fisk		CPUE, per 100 m <sup>2</sup>	
		Ørret	Røye	Ørret	Røye
12.08.16	6		17 (1,0)		6,3



Figur 44. Lengdefordeling som prosentfordeling i lengdegrupper for røye fra garnfangst i Butjørn, august 2016. Antall fisk i grunnlaget for lengdefordelingen er gitt som n.



Tabell 75. Andel kjønnsmodne individer per registrert aldersklasse i garnfisket fra Butjørn og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor) for årsklassene uavhengig av kjønn. Antall individer per kategori er oppgitt under respektive n.

Røye	Kjønnsmodning				Kondisjon	
	Hunn		Hann		K-faktor	n
	n	% modne	n	% modne		
Alder						
1	2	0,0	2	0,0	0,91	4
2	1	0,0	3	33,3	0,98	4
3	3	100,0	1	100,0	0,92	4
4	2	100,0	1	100,0	0,95	3
6	0		1	100,0	0,87	1
8	1	100,0	0		0,91	1

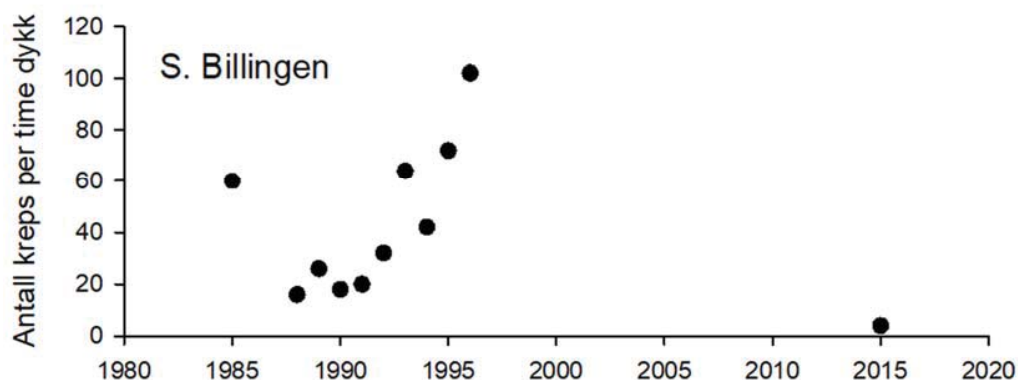
### 3.3 Krepss

Under gjøres det en vurdering av krepsebestandene i fire innsjøer i Eidskog (to lokaliteter), Kongsvinger (én lokalitet) og Sør-Odal (én lokalitet) kommuner. Basert på at edelkreps regnes som en terskelindikator, dvs. at det er en art som indikerer god eller svært god økologisk tilstand for lokaliteten hvis den er tilstede i «gode» tettheter (kapittel 4 og 5 i Veileder 02:2018). Er det synlig tilbakegang for bestanden skal imidlertid økologisk tilstand for lokaliteten settes til moderat (økologisk tilstandsklassifisering basert på «terskelindikatorer»). Dette er uavhengig om edelkrepsbestanden er etablert etter år 1900 og regnes som en introdusert art. Det er viktig å påpeke at terskelindikatorer sier noe om lokaliteten og ikke om bestanden av kreps.

#### 3.3.1 Søndre Bellingen

##### Historiske data om edelkrepsbestanden.

I henhold til NINA sin database var det en middels tett bestand av edelkreps i S. Bellingen i 1960. På grunn av forsuring gikk bestanden tilbake i slutten av 1980-årene. Flere dykkeundersøkelser på 80- og 90-tallet bekrefter denne nedgangen, men viser også at bestanden av småkreps (vanlig med små kreps i dykkeundersøkelser) utviklet seg veldig bra frem mot 1997 (Figur 45). Dykkeundersøkelsen i 2015 er også innlemmet i figuren og viser at bestanden har gått fra en svært tett til en svært tynn bestand.



Figur 45. Antall kreps per time dykk i S. Bellingen i enkelte år i perioden 1985-2015.

#### Beskatning

Det var også et tradisjonsrikt fiske i begge Bellingenvannene tidligere, men trolig et lite uttak i dag. Interessen faller fort når fangstene avtar. Fangst er ikke antatt som en trusselfaktor mot en krepsbestand, selv om et hardt fangsttrykk kan påvirke bestanden.

#### Resultater og vurderinger fra prøvekrepseringen i 2015 og 2017

Fangstene fra teinefisket ( $CPUE_{2015} = 0,14$ ,  $CPUE_{2017} = 0,24$ ) og dykkeundersøkelsen i 2015 ( $CPUE_{dykk} = 4$ ) tyder på at edelkrepsbestanden i S. Bellingen er svært tynn (Tabell 76, se klassegrensener under Kap. 2.4). Nivåene for kalsium i S. Bellingen er ikke optimale for krepsproduksjon ( $> 5$  mg Ca/L er optimalt), men innenfor nivåene vi finner i andre «gode» krepselokaliteter (Johnsen mfl. 2018). I forbindelse med at forsurningsproblematikken tiltok utover 1980-tallet ble det, som i mange forsurningslokaliteter (se Taugbøl, 2005) fanget lite stor kreps i teiner, mens det fortsatt ble fanget brukbart med mindre kreps under dykkeundersøkelsene. Vannkvalitetene de siste årene (også etter kalkingen har opphørt, se Figur 5) har vært såpass bra at de ikke kan forklare den observerte nedgangen i fangster også under dykkeundersøkelsene. Det er derfor ukjent hvorfor bestanden har gått såpass tilbake, men dette er et mønster man ser i flere skogsvann i Norge og Sverige. Elfiskedata fra utløpselva viste imidlertid relativt gode tettheter av kreps i områder med skjul (se over). Om økt oksygeninnhold på grunn av rennende vann, eller om fravær av predatorer på elvestrekningene er årsak til økte tettheter er usikkert. I henhold til kapittel 4.3.3 i veilederen kan edelkreps betegnes som en terskelindikator. Edelkrepsbestanden i S. Bellingen har imidlertid gått kraftig tilbake. Økologisk tilstand for innsjøen basert på terskelindikatorer settes derfor til «moderat» (tabell 4.12 i Veileder 02:2018).

Tabell 76. Antall kreps per teinenatt ( $CPUE$ -teine) og dykkesetid ( $CPUE$ -dykk) i S. Bellingen i 2015.

År	$CPUE$ -teine (antall teinenetter)	$CPUE$ -dykk (antall minutter dykk)
2015	0,14 (50)	4 (15)
2017	0,24 (50)	-

Tabell 77. Gjennomsnittsstørrelse, minimum- og maksimumsstørrelse og andel kreps over minstemål (95 mm) for edelkreps fanget på teiner og ved dykking i S. Bellinge i 2015. Fullstendig lengdefordeling er gitt i vedlegg E1.

År	Fangstmetode	Antall kreps målt	Gjennomsnittsstørrelse (mm)	Minimum (mm)	Maksimum (mm)	Andel over minstemål (%)
2015	Teiner	7	100	85	106	87,5
2015	Dykking	1	70	-	-	0
2017	Teiner	12	84	66	105	16,7

### 3.3.2 Nordre Bellinge

Historiske data om edelkrepsbestanden

I henhold til NINA sin database var det en middels tett bestand av edelkreps i N. Bellinge i 1960. Som for S. Bellinge gikk bestanden tilbake i slutten av 1980-årene pga. forsurening. Det eksisterer ikke andre historiske data fra N. Bellinge enn et resultatløst prøvofiske med 10 teiner (gjennomført av Austmarka Vestre Utmarkslag) i 1993.

#### Beskatning

Som for S. Bellinge (se over).

#### Resultater og vurderinger fra prøvekrepsingen i 2015 og 2017

Både temperaturforhold og vannkjemi skulle være relativt likt mellom Nordre- og Søndre Bellinge. Teinefangstene var bedre i Nordre Bellinge enn i Søndre Bellinge i 2015, men helt like i 2017. Bestanden må klassifiseres som svært tynn (se klassegrenser under Kapittel 2.4), og trolig langt tynnere enn på 1960-tallet. Også her var ikke vannkvaliteten helt optimal for krepseproduksjon (Figur 5), men allikevel såpass god at en kunne forventet en del større fangster. Som i utløpet av S. Bellinge, var tettheten av kreps på utløpet av N. Bellinge også langt større (se diskusjon under S. Bellinge). Edelkrepsbestanden i N. Bellinge har gått kraftig tilbake, og økologisk tilstand for innsjøen basert på terskelindikatorer settes derfor til «moderat» (tabell 4.12 i Veileder 02:2018).

Tabell 78. Antall kreps per teinenatt (CPUE-teine) og dykkesstund (CPUE-dykk) i N. Bellinge i 2015.

År	CPUE-teine (antall teinenetter)	CPUE-dykk (antall minutter dykk)
2015	0,38 (50)	0 (15)
2017	0,24 (50)	-

Tabell 79. Gjennomsnittsstørrelse, minimum- og maksimumsstørrelse og andel kreps over minstemål (95 mm) for edelkreps fanget på teiner og ved dykking i N. Bellinge i 2015. Fullstendig lengdefordeling er gitt i vedlegg E1.

År	Fangstmetode	Antall kreps målt	Gjennomsnittsstørrelse (mm)	Minimum (mm)	Maksimum (mm)	Andel over minstemål (%)
2015	Teiner	19	93	76	113	47,4
2015	Dykking	0	-	-	-	-
2017	Teiner	12	85	72	100	8,3

### 3.3.3 Bæreia

#### Historiske data om edelkrepsbestanden

I henhold til NINA sin database var det en middels tett bestand av edelkreps i Bæreia rundt 1940. På grunn av forsurening gikk bestanden tilbake i slutten av 1980-årene. Gjennomsnittsstørrelsen på krepsen gikk kraftig ned, og størrelsen på krepsen holdt seg relativt liten også flere år etter at kalkingen startet i 1991 (Taugbøl, 2005). Dykkeundersøkelser 90-tallet holdt seg stabilt på rundt 40 kreps per dykketime, men viste en dobling i 2004. Teinefangstene var imidlertid lave og lå på rundt én kreps per teinenatt.

#### Beskatning

Relativt stor beskatning tidligere, men trolig et lite uttak i dag selv om det krepses noe (egne observasjoner).

#### Resultater og vurderinger fra prøvekrepsingen i 2015 og 2017

Fangstene fra teinefisket ( $CPUE_{2015} = 0,44$  og  $CPUE_{2017} = 0,08$ ) og dykkeundersøkelsen ( $CPUE_{dykk} = 21$ ) tyder på at edelkrepsbestanden i Bæreia er svært tynn, og at det stor nedgang i relativ tetthet fra 2015 til 2017 (Tabell 80, se klassegrenser under Kap. 2.4). Det var ingenting unormalt i forhold til skallskifte, og det ble fisket på de samme stasjonene som tidligere (Taugbøl, 2005). Nivåene for kalsium i Bæreia har de siste årene falt en god del, og i 2016 og 2017 var nivåene ned mot 1,7 mg Ca/l (Figur 6). Dette er så lavt at krepsen kan få problemer i forbindelse med skallskifte, og kan være en forklaring på nedgangen i relativ tetthet fra 2015 til 2017. I det nærliggende vannet Skårillen (se under) var det imidlertid tilsvarende verdier i kalsiumkonsentrasjon uten at dette påvirket tettheten negativt. Eventuelle endringer i fiskesamfunnet (konkurrenter/predatorer) kan også være en medvirkende årsak. I henhold veilederen kan edelkreps betegnes som en terskelindikator. Edelkrepsbestanden i Bæreia har imidlertid gått kraftig tilbake. Økologisk tilstand for innsjøen basert på terskelindikatorer settes derfor til «moderat» (tabell 4.12 i Veileder 02:2018).

Tabell 80. Antall kreps per teinenatt (CPUE-teine) og dykketime (CPUE-dykk) i Bæreia i 2015 og 2017.

År	CPUE-teine (antall teinenetter)	CPUE-dykk (antall minutter dykk)
2015	0,44 (50)	21 (20)
2017	0,08 (50)	-

Tabell 81. Gjennomsnittsstørrelse, minimum- og maksimumsstørrelse og andel kreps over minstemål (95 mm) for edelkreps fanget på teiner og ved dykking i Bæreia i 2015 og 2017. Fullstendig lengdefordeling er gitt i vedlegg E1.

År	Fangstmetode	Antall kreps målt	Gjennomsnittsstørrelse (mm)	Minimum (mm)	Maksimum (mm)	Andel over minstemål (%)
2015	Teiner	7	100	85	106	87,5
2015	Dykking	1	70	-	-	0
2017	Teiner	4	107	92	121	75,0

### 3.3.4 Skårillen

#### Historiske data om edelkrepsbestanden

I henhold til NINA sin database er det ingen eldre historiske data på kreps i Skårillen. Informasjon fra en lokale fisker, sier imidlertid at det har vært kreps i Skårillen siden 1980-tallet. Det sies at kreps i flere omganger har blitt fanget i Glomma (v/Kongsvinger) og satt ut i Skårillen. Således representerer edelkrepsbestanden i Skårillen genetisk materiale av edelkrepsen i Glomma, som ble slått ut av krepspest i 1986/1987 (Johnsen mfl. 2018).

#### Beskatning

Trolig ingen eller helt marginal beskatning.

#### Resultater og vurdering fra prøvekrepsingen i 2015 og 2017

Fangstene fra teinefisket (CPUE<sub>2015</sub>= 0,84 og CPUE<sub>2017</sub>) plasserer edelkrepsbestanden i Skårillen som tynn-middels (Tabell 82, se klassegrenser under Kap. 2.4). Dykkeundersøkelsen ga ingen kreps, men teiner som sto i dette området ga heller ingen fangst. Dette var noe overraskende da deler av dykkestasjonen hadde brukbart «letesubstrat». Nivåene for kalsium i Skårillen er ikke optimale for krepseproduksjon (> 5 mg Ca/L er optimalt). Tidvis «dropp» under 2 mg Ca/l, som man så i 2017, kan føre til problemer med skallskifte (kalsifiseringen av skallet). Det er også tidvis pH verdier under 6,0, noe som hemmer kalsifiseringsprosessen ytterligere. Bestanden av kreps synes allikevel å klare seg brukbart. I henhold til kapittel 4.3.3 og tabell 4.12 i veilederen kan edelkreps betegnes som en terskelindikator, og tilstedeværelse av flere årsklasser av edelkreps i Skårillen indikerer at økologisk tilstand for innsjøen er «god» eller «svært god». Vi har ingen opplysninger om at bestanden har vist tilbakegang. Isolert sett, kan imidlertid edelkreps, som ble satt ut i Skårillen på 1980-tallet, betegnes som en fremmed art og en negativ påvirkning.

Tabell 82. Antall kreps per teinenatt (CPUE-teine) og dykketime (CPUE-dykk) i Skårillen i 2015 og 2017.

År	CPUE-teine (antall teinenetter)	CPUE-dykk (antall minutter dykk)
2015	0,86 (50)	0 (25)
2017	1,32 (50)	-

Tabell 83. Gjennomsnittsstørrelse, minimum- og maksimumsstørrelse og andel kreps over minstemål (95 mm) for edelkreps fanget på teiner og ved dykking i Skårillen i 2015 og 2017. Fullstendig lengdefordeling er gitt i vedlegg E1.

År	Fangstmetode	Antall kreps målt	Gjennomsnittsstørrelse (mm)	Minimum (mm)	Maksimum (mm)	Andel over minstemål (%)
2015	Teiner	43	92	72	117	37,2
2015	Dykking	0	-	-	-	-
2017	Teiner	66	99	76	131	59,0

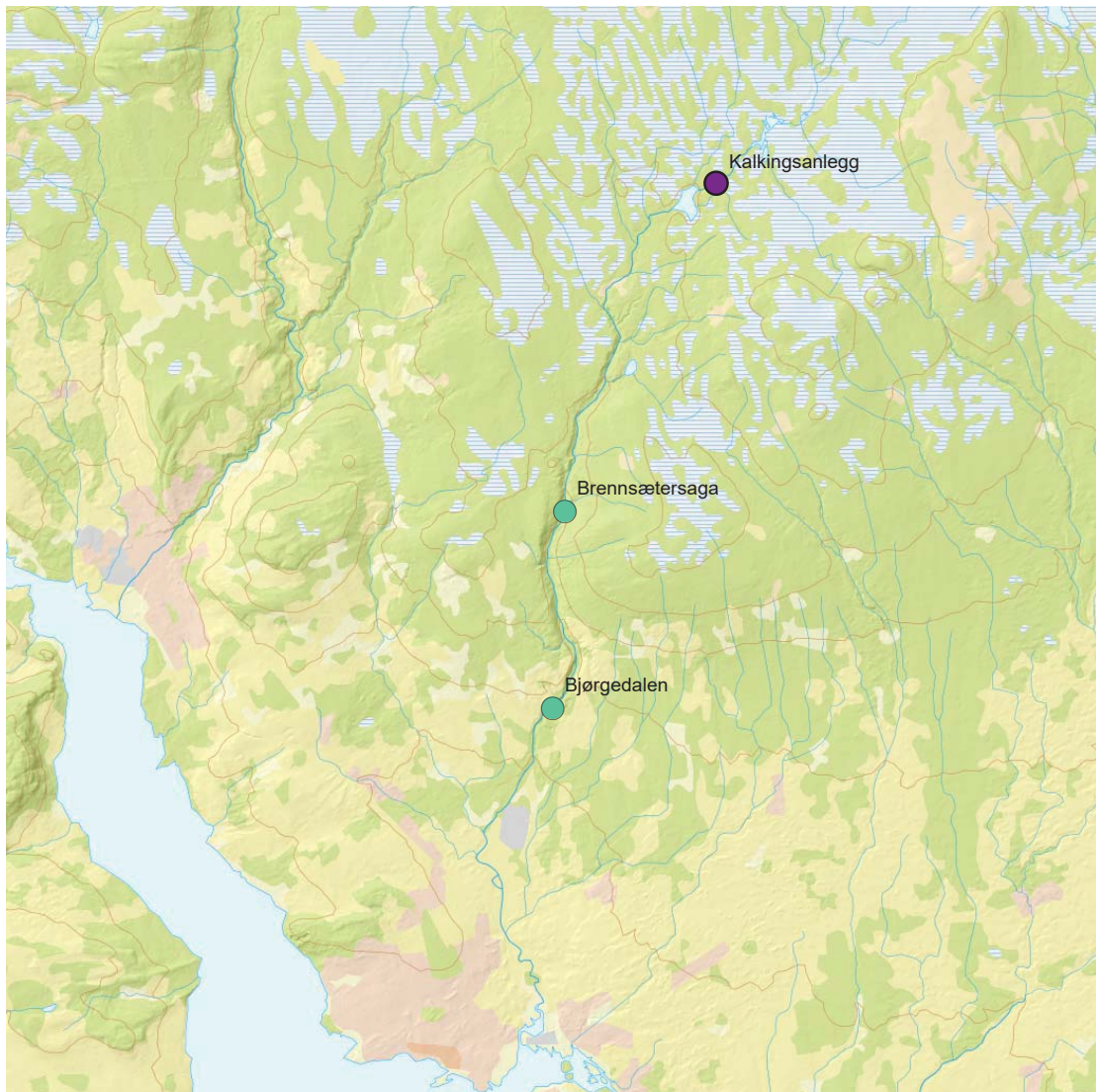
### 3.4 Flagstadelva

Vassdraget strekker seg fra Lavsjømyrene (ca. 680 moh.) mellom Brumundsætra, Gitvola og Målia i nord til utløpet i Åkersvika i Mjøsa i sør (Figur 46). Hovedvassdraget er ca. 33 km langt og har et fall på ca. 560 høydemeter. De største innsjøene i vassdraget er Nybusjøen (0,22 km<sup>2</sup>, 598 moh.), Kveåsjøen (0,11 km<sup>2</sup>, 628 moh.) og Puttsjøen (ca. 0,05 km<sup>2</sup>, ca. 530 moh.). Nedbørfeltet domineres av skog og myrområder som utgjør 75 % av arealet, mens ca. 23 % er dyrka mark. Jordbruksområdene finnes i de lavereliggende delene av nedbørfeltet, dvs. fra ca. 350 moh. og ned mot Mjøsa, hvor

berggrunnen består av næringsrik, kambrosilurisk skifer, kalkstein og sandstein. Dette er bergarter som gir kalkrik avrenning og lav følsomhet for forsurening. Fra omkring Brennsætra og oppover domineres berggrunnen av kvartsitt og sandstein som forvitrer langsomt, men også her er det områder med kambrosilurisk kalkstein og skifer som gir noe bufferevne. I de øvre delene er det myrlendt terreng som i kombinasjon med relativt lite nedbør gir humøst og naturlig surt vann.

Tidlig på 1990-tallet var svoveldeposisjonen i området to til tre ganger så høy som nå, og pH kunne nok bli svært lav, spesielt under vårflokker og høstflokker i etterkant av tørre somre (Hindar og Larssen, 2005)

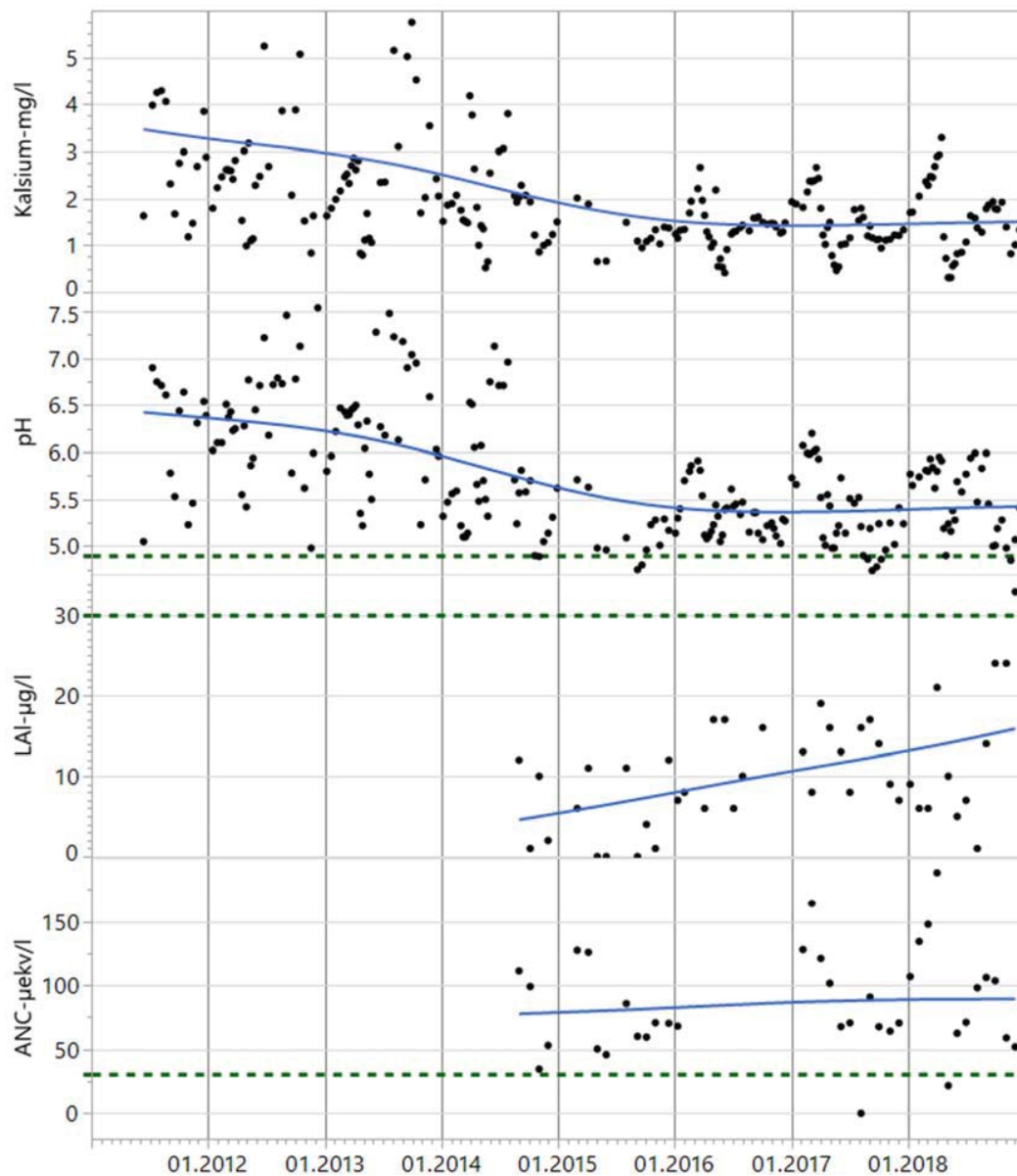
Flagstadelva er en viktig gyte- og oppvekstelv for mjøsørret. Fra tidligere er det kjent at ørreten kan vandre helt opp til fallene ved Tørbustilen, om lag 17 km fra munningen i Åkersvika. For å bedre reproduksjonsmulighetene for Mjøsørret samt gi muligheter for reetablering av forsuringfølsomme organismer ble det derfor i 1994 satt i gang kalkdosering fra én doserer nedstrøms Kveåsjøen. Kalkingen ble avsluttet i 2014.



Figur 46. Vannkjemistasjon (lilla sirkel) og el-fiskestasjoner (grønne sirkler) i Flagstadelva.

Etter at dosereren ble slått av har midlere kalsiumkonsentrasjonen falt fra ca. 3 mg/l til ca. 1,5 mg/l og midlere pH fra ca. 6,3 til 5,4 (Figur 47).

I høstmånedene ble det i 2015, 2017 og 2018 registrert pH-verdier under 4,9, som er vannforskriftens nedre grense (årsmiddel) for god tilstand i kalkfattige og humøse elver uten laks. Kun to enkeltverdier av ANC har vært under grensen for det som tilsvarer moderat tilstand siden kalkingen ble avsluttet. Én enkelt måling av LAI (desember 2018) har vært over grensen mellom god/moderat tilstand. Den tilsynelatende økende trenden for LAI er sannsynligvis ikke reell, men et resultat av endret metode for bestemmelse av aluminiumsfraksjoner (se fotnote 3).



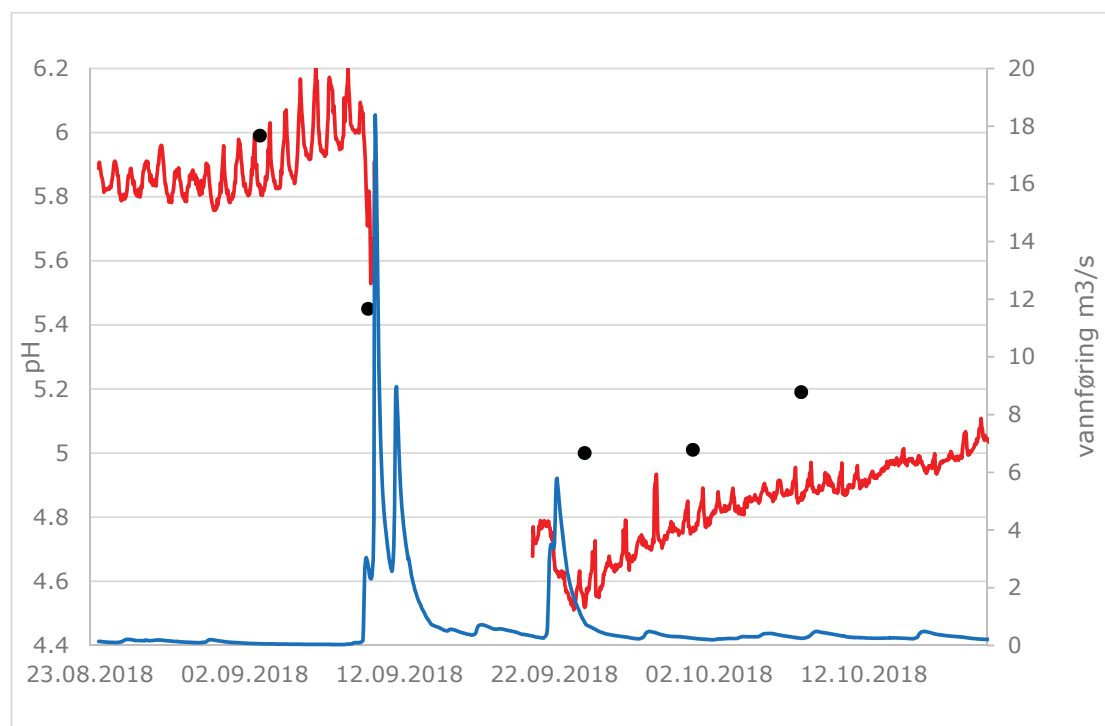
Figur 47. Vannkjemiske tidsserier (2011-2018) fra Nybubekken (nedstrøms dosereren i Flagstadelvassdraget). Kalkingen ble avsluttet i 2014. De blå linjene indikerer trend. De grønne stiplede linjene indikerer grensen mellom god og moderat tilstand i vannforskriften for humøse kalkfattige elver uten anadrom fisk. I perioden 2011-2015 ble analysene gjort av NIVAs laboratorium, mens Vestfoldlab tok over ved nyttår 2016<sup>3</sup>.

Sulfatkonsentrasjonen har vanligvis ligget mellom 0,2 og 0,4 mg/l, noe som betyr at det hovedsakelig er naturlig høy humuskonsentrasjon (TOC = 10-20 mg/l) som gir lav pH. Konsentrasjonen av reaktivt

<sup>3</sup> Dette medførte tydelige hopp i tidsserier. Reaktivt aluminium og ikke-labil aluminium økte med en faktor 3-6, mens sulfat falt under kvantiseringsgrensen, noe som gjorde at ANC ikke kunne beregnes for 2016.



aluminium var svært lav ifølge NIVAs målinger i 2015. Det virker altså å være lite potensiale for mobilisering av giftig aluminium. Episoder med giftig aluminium på ukalket strekning har imidlertid blitt dokumentert tidligere, men det er mer enn 20 år siden (Løvik og Hindar, 2009). Årsaken den gang var sommertørke som førte til oksidasjon av sulfider i myrene og utvasking av sulfat etter mye nedbør. Høsten 2018 ble det satt ut utstyr for *in situ* måling og logging av pH hver time for å undersøke om noe lignende ville inntreffe etter den usedvanlig tørre sommeren i 2018<sup>4</sup>. Dessverre ble ikke pH registrert under flommen som inntraff den 10. september (Figur 48). pH-loggen viste verdier ned i 4,5 under den noe mindre flommen som inntraff den 22. september. Videre viste pH-loggen to forhold som er verdt å merke seg. Det ene er at pH er høyest om dagen og lavest om natten pga. effekten av fotosyntese og respirasjon. Manuelle vannprøver som tas på dagtid vil derfor medføre systematisk overestimering av midlere pH. Det andre er at det kan være noe forskjell på pH målt *in situ* og pH målt i flaskeprøver på laboratoriet. Dette skyldes ikke nødvendigvis feilmåling, men kan være et resultat av CO<sub>2</sub>-utveksling mellom vannprøve og atmosfære. Humøst vann er kjent for å ha høyere overmetning av CO<sub>2</sub> (Sobek et al., 2003), og 1. oktober ble for eksempel TOC målt til hele 21,4 mg/l.



Figur 48. pH målt *in situ* (rød linje) og i vannprøvene fra kalkingsovervåkingen (svarte punkter). Blå linje viser vannføring i Fura (NVE-ID 2.323), drøyt 10 km øst for Flagstadelva, som kan brukes som indikasjon på relative endringer i vannføring i Flagstadelva.

For å følge rekrutteringen til ørret i den aktuelle perioden, er det etablert to stasjoner for el-fiske (Figur 46, Tabell 84): oppstrøms brua i Bjørgedalen og ved Brennsetersaga. Disse følges opp med årlige registreringer i løpet av september over perioden 2015-2018. Etter avtale med Fylkesmannen og Hamar kommune inkluderes i denne rapporten også el-fiske fra disse lokalitetene fra 2014.

<sup>4</sup> Dette ble gjort i forbindelse med prosjektet «Surstøt» finansiert av Miljødirektoratet. Se NIVA-notat 0143/19.

El-fiske ble gjennomført medio-ultimo september 2014, 2015, 2016, 2017 og 2018. Det var noe forskjeller i vannføring for de fem årene, med minst vann i 2014 og mest i 2016. Den varierende vannføringen har medført at overfisket areal også har variert mellom år. For begge stasjoner ble hele elvas bredde avfisket i 2014. I de øvrige årene ble imidlertid en strekning langs vestre bredd avfisket for begge stasjoner (se detaljer i Tabell 85 og Tabell 86).

Tabell 84. Stasjonsbeskrivelse for el-fiskestasjoner i Flagstadelva. UTM angir nedstrøms startpunkt for el-fisket.

Stasjon nr	UTM		
	sone	øst	nord
Bjørgedalen	32V	614544	6749427
Brennsætersaga	32V	614410	6753768

Tabell 85. El-fiskeresultater fra stasjonen ved Bjørgedalen i Flagstadelva. Underteksten «tot» refererer til all fisk og underteksten «0+» refererer til årsyngel. I kolonnene for fangst oppgis antall fisk fanget i henholdsvis 1., 2. og 3. runde. N=bestandsestimat, SE=Standard error (kun oppgitt ved tre-gangers overfiske). Tetthet er oppgitt som antall individer per 100 m<sup>2</sup>.

Dato	Areal, m <sup>2</sup>	Fangst <sub>tot</sub>	Fangst <sub>0+</sub>	N <sub>tot</sub> ±	N <sub>0+</sub> ±	Tetthet <sub>tot</sub>	Tetthet <sub>0+</sub>
				2SE	2SE		
17.09.14	215	10/8/5	4/1/0	36,5±126,8	8,0	17,0	3,7
29.09.15	129	7/5/-	3/1/-	14,0	6,0	10,9	4,7
26.09.16	129	16/11/3	7/3/1	34,2±6,4	11,7±1,1	26,5	9,1
19.09.17	129	10/-/-	2/-/-	20,0	4,0	11,2	2,2
01.10.18	153	12/7/-	5/6/-	24,0	10,0	15,7	6,5

Tabell 86. El-fiskeresultater fra stasjonen ved Brennsætersaga i Flagstadelva. Underteksten «tot» refererer til all fisk og underteksten «0+» refererer til årsyngel. I kolonnene for fangst oppgis antall fisk fanget i henholdsvis 1., 2. og 3. runde. N=bestandsestimat, SE=Standard error (kun oppgitt ved tre-gangers overfiske). Tetthet er oppgitt som antall individer per 100 m<sup>2</sup>.

Dato	Areal, m <sup>2</sup>	Fangst <sub>tot</sub>	Fangst <sub>0+</sub>	N <sub>tot</sub> ±	N <sub>0+</sub> ±	Tetthet <sub>tot</sub>	Tetthet <sub>0+</sub>
				2SE	2SE		
17.09.14	203	18/7/1	5/1/0	26,7±0,5	10,0	13,2	4,9
29.09.15	90	7/3/-	4/2/-	14,0	8,0	15,6	8,9
26.09.16	135	2/-/-	0/-/-	4,0	0,0	3,0	0,0
19.09.17	135	4/-/-	1/-/-	8,0	2,0	5,9	1,5
01.10.18	129	4/-/-	1/-/-	8,0	2,0	6,2	1,6

På stasjonen i Bjørgedalen (Tabell 85) ble det, i tillegg til ørret, fanget steinsmett ved prøvafisket alle de fem årene. Totalt ble det tatt henholdsvis 1, 8, 4, 4 og 3 steinsmett over årene 2014 - 2018. På stasjonen ved Brennsætersaga (for ørret se Tabell 86 ble det fanget steinsmett kun i 2014 (totalt 7 stk). Ved denne stasjonen ble det også tatt 2 ørekyte i 2016. Annet enn disse to ble det ikke fanget ørekyte på stasjonene de øvrige årene.

I tillegg til ørret ble det på stasjonen i Bjørgedalen fanget steinsmett og på stasjonen ved Brennsætersaga ble det fanget steinsmett og ørekyte. For vurdering i henhold til tabell 6.15 i veilederen legges det derfor til grunn at ørret lever i sympatri med andre arter på begge stasjonene i Flagstadelva. I henhold til grunnlaget skissert i veilederen havner da Bjørgedalen på «Svært god» i perioden 2014-2016 og Brennsætersaga i klasse «Svært god» i 2014 og 2015, men «Dårlig» i 2016.

Per dags dato gir resultatene fra prøvefisket en indikasjon på at det kan være en effekt på ungfiskbestandene i Flagstadelva som kan knyttes til forsuring. Dette gjelder særlig på den øvre stasjonen ved Brennsætersaga. I denne sammenheng vil det også måtte tas hensyn til om den naturlig sure tilstanden for elva (med middel-pH under 5,5 se Figur 47) har en effekt.

### 3.5 Vurdering av tilstand og reforsuringseffekter

Vurdering av reforsuringseffekter og tilstandsklasse etter avsluttet kalking er presentert i Tabell 87. Under følger en kort oppsummering for hvert område (kommune). Ytterligere detaljer finnes i kapittel 3.1 og Vedlegg B (vannkjemi), 3.2 (fisk) og 3.3 (krepss). Bunndyr er oppsummert i dette kapittelet med artslistene i Vedlegg C. De vannkemiske parameterne indikerte at alle innsjøene var i god eller svært god tilstand. Konklusjonen hadde blitt den samme om målt i stedet for estimert kalsium hadde blitt brukt til å bestemme vanntype.

#### 3.5.1 Eidskog

**Vannkjemi.** De fysiske-kjemiske parameterne indikerte at alle de ni undersøkte innsjøene i Eidskog var i «god» eller «svært god» tilstand i perioden 2015-2018.

**Bunndyr.** Utløpsbekken fra Søndre Øyungen ble undersøkt for bunndyr høsten 2016 og våren 2017, mens utløpsbekkene fra Store Børen og Nordre- og Søndre Bellingen ble undersøkt høsten 2016 og høsten 2018. Artslistene finnes i Vedlegg C. Artssammensetningen til bunndyrssamfunnet indikerer god tilstand med hensyn til forsuring for samtlige lokaliteter. Det er verdt å bemerke at det kun ble registrert et fåtall individer (12) av den forsuringfølsomme døgnfluefamilien Baetidae i Søndre Øyungen høsten 2016, samtidig som det ikke ble registrert forsuringfølsomme døgnfluer våren 2017. Dette er påfallende lave antall i slike prøver. Det skal tillegges at det ble registrert to individer av den forsuringfølsomme familien Flatigler (Glossiphoniidae indet.), samtidig som det ble fanget en Edelkrepss (*Astacus astacus*) i sparkehåven ved prøvetaking våren 2017, noe som indikerer på god tilstand med hensyn til forsuring selv om ikke de forsuringfølsomme døgnfluene er blitt registrert. Det ble i tillegg registrert forsuringfølsomme døgnfluearter i utløpsbekkene til Store Børen og Nordre- og Søndre Bellingen både i 2016 og 2018, noe som indikerer god tilstand med hensyn til forsuring i området. Det er allikevel verdt å bemerke at det var en markant nedgang i mengden forsuringfølsomme døgnfluer på samtlige lokaliteter i 2018 sammenlignet med i 2016 (se Tabell Vedlegg C). Hvorvidt forsuringstilstanden har endret seg over tid kunne ikke vurderes for disse lokalitetene, siden det ikke ble funnet resultater fra tidligere år.

**Fisk.** I Eidskog kommune er det gjennomført ungfisk-/elveundersøkelser i utløpselvene til Søndre- og Nordre Bellingen, Søre Øyungen og Store Børen. Alle innsjøene ligger i artsrike vassdrag, og forventede tettheter av ørret var lave. Basert på ungfisktetthet av ørret på elv, ble kvalitetselement fisk vurdert som «god» i utløpselva til S. Øyungen, men «moderat» i de andre elvene. Det er trolig andre årsaker enn vannkjemi (reforsuring) som er årsaken til plassering i tilstandsklasse «moderat».

**Krepss.** Det ble gjort krepseundersøkelser (teinefiske og dykking) i Nordre- og Søndre Bellingen, samt at det ble fanget edelkrepss ved elfiske i utløpsbekken til nevnte innsjøer og på utløpselva til Søndre Øyungen. Selv om undersøkelsene viste at det var flere årsklasser av edelkrepss til stede i begge innsjøene, viser en sammenligning med historiske data at bestanden av edelkrepss har gått tilbake i begge Bellingenvannene. Basert på krepss som «terskelindikator» settes økologisk tilstand for

innsjøene til «moderat». Viktigste påvirkningsfaktor er ansett å være forsuring. Vi har ikke sammenlignbare historiske elfiskedata fra utløpselvene til Bellingenvannene eller S. Øyungen.

### 3.5.2 Kongsvinger

**Vannkjemi.** De fysiske-kjemiske støtteparameterne indikerte at de 7 undersøkte innsjøene i Kongsvinger var i «god» eller «svært god» tilstand.

**Bunndyr.** Utløpsbekkene til Fjellsjøen og Abbortjern ble undersøkt for bunndyr høsten 2016. Artssammensetningen for de to lokalitetene indikerte forsuringspåvirkning, men lokalitetene ble vurdert som mindre egnet til bunndyrprøvetaking og usikkerheten om faktisk tilstand ble ansett som så stor at stasjonene ble fjernet fra videre undersøkelser. Utløpsbekken til Holmtjern og Larbekken ble undersøkt for bunndyr høsten 2016 og høsten 2018. Artssammensetningen for Holmtjern indikerte dårlig tilstand med hensyn til forsuring, og dårlig tilstand, på grensen til moderat for Larbekken. Utløpsbekken til Bæreia ble undersøkt for bunndyr høsten 2016 og våren 2017, mens utløpsbekken til Trøysjøen ble undersøkt for bunndyr for første gang høsten 2018. Artssammensetningen for de to lokalitetene indikerer på god tilstand med hensyn til forsuring. Hvorvidt forsuringstilstanden har endret seg over tid kunne ikke vurderes for disse lokalitetene, siden det ikke finnes tilgjengelig informasjon om bunndyrsamfunnet fra tidligere år. Artslistene finnes i Vedlegg C.

**Fisk.** Fjellsjøen og utløpselva til Fjellsjøen ble undersøkt i 2015 og 2017. Det var lav tetthet av ørret i innsjøen, men dette skyldes trolig i liten grad vannkjemiske forhold. Høye tettheter av ørret på utløpsbekken underbygger dette. Den største begrensende faktoren for ørretbestanden i Fjellsjøen er en tett abborbestand. Trolig er ørretbestanden nær en evt. referansetilstand og økologisk tilstand for kvalitetselement fisk settes skjønnsmessig til «god» i både innsjøe og utløpselv.

**Kreps.** Det ble gjort krepseundersøkelser (teinefiske og dykking) i Bæreia. Selv om undersøkelsene viste at det var flere årsklasser av edelkreps til stede i innsjøen, viser en sammenligning med historiske data at bestanden av edelkreps har gått tilbake. Basert på kreps som «terskelindikator» settes økologisk tilstand for Bæreia til «moderat». Viktigste påvirkningsfaktor er ansett å være forsuring og tidvise svært lave kalsiumnivåer.

### 3.5.3 Sør-Odal

**Vannkjemi.** De fysiske-kjemiske støtteparameterne indikerte at de fire undersøkte innsjøene i Sør-Odal var i «god» eller «svært god» tilstand.

**Bunndyr.** Utløpselva til Skårillen ble undersøkt for bunndyr høsten 2015 og våren 2017. Artslisten finnes i Vedlegg C. Artssammensetningen for Skårillen indikerer god tilstand med hensyn til forsuring. Det er verdt å bemerke at det var stor forskjell i mengde forsuringfølsomme døgnfluer av slekten *Baetis* mellom de to årene. En mulig forklaring til den lave tettheten til slekten *Baetis* våren 2017 i forhold til høsten 2015 kan være at lokaliteten ble prøvetatt på forskjellige årstider. Hvorvidt forsuringstilstanden har endret seg over tid kunne ikke vurderes, siden det ikke finnes tilgjengelig informasjon om bunndyrsamfunnet fra tidligere år.

**Fisk.** Utløpselva til Skårillen ble undersøkt i 2016 og 2018. Basert på ungfisktetthet av ørret på elv, ble kvalitetselement fisk vurdert som «svært god» i utløpselva til Skårillen.

**Kreps.** Det ble gjort krepseundersøkelser (teinefiske og dykking) i Skårillen. Undersøkelsene viste at det var flere årsklasser av edelkreps til stede i innsjøen. Basert på kreps som «terskelindikator» settes økologisk tilstand for Skårillen til «god».

### 3.5.4 Grue

**Vannkjemi.** De fysiske-kjemiske støtteparametrene indikerte at de fem undersøkte innsjøene i Grue var i «god» eller «svært god» tilstand (Tabell 87).

**Bunndyr.** I Grue kommune ble utløpselven til Kalsjøen undersøkt for bunndyr høsten 2016 og høsten 2018, mens utløpselven til Slompa ble undersøkt høsten 2016 og våren 2018. Artslistene finnes i Vedlegg C. Artssammensetningen i Kalsjøen indikerer god tilstand med hensyn til forsuring, noe den også ble vurdert til i en undersøkelse i 1996 (Bækken et al. 1999). Kalsjøen ser derfor ut til å ha holdt seg på godt nivå de siste 20 årene, med tanke på forsuring.

Slompa hadde en artssammensetning som indikerte dårlig tilstand med hensyn til forsuring, på grensen til moderat. Hvorvidt forsuringstilstanden for Slompa har endret seg over tid kunne ikke vurderes, siden det ikke finnes tilgjengelig informasjon om bunndyrsamfunnet fra tidligere år.

**Fisk.** I Grue ble Kalsjøen og utløpselva til Kalsjøen undersøkt i 2015. Den største begrensende faktoren for ørretbestanden i Kalsjøen er en tett abborbestand. Røye var fraværende i fangstene, noe som kan skyldes økt sedimentering av gytegrunner (økt humusinnhold i vannet). Trolig er ørretbestanden nær en eventuell referanstilstand, men en sannsynlig kraftig tilbakegang av røyebestanden gjør at økologisk tilstand for kvalitetselement fisk settes til «moderat».

### 3.5.5 Nord-Odal og Åsnes

**Vannkjemi.** De fysiske-kjemiske støtteparametrene indikerte at fem av de seks undersøkte innsjøene i Nord-Odal og Åsnes var i «god» eller «svært god» tilstand (Tabell 87). Et mulig unntak er Nøklevatnet som havner i klasse moderat pga. pH og LAI, dersom vi bruker median i stedet for gjennomsnitt til å midler nEQR. Også Hørningen hadde relativt høy konsentrasjon av LAI (Vedlegg B).

**Bunndyr.** I Nord-Odal kommune ble utløpselven til Ottsjøen undersøkt for bunndyr høsten 2015 og våren 2016, mens utløpselven for Tannsjøen ble undersøkt høsten 2015 og våren 2017 og utløpselven for Nøklevatnet ble undersøkt høsten 2015 og våren 2018. Artslistene finnes i Vedlegg C. Artssammensetningen i Ottsjøen indikerte god tilstand med hensyn til forsuring. Her var i tillegg mengden forsuringfølsomme arter til slekten *Baetis* i stort sett lik høst som vår. Tannsjøen og Nøklevann hadde en artssammensetning som indikerte dårlig tilstand med hensyn til forsuring, på grensen til moderat. I Åsnes kommune ble utløpsbekkene for Gransjøen og Vesle Fagervatn undersøkt for bunndyr høsten 2016 og våren 2018. Det ble kun gjort funn av forsuringstolerante arter på de to lokalitetene, og artssammensetningen indikerte dermed svært dårlig tilstand med hensyn til forsuring. Hvorvidt forsuringstilstanden har endret seg over tid kunne ikke vurderes for disse lokalitetene, siden det ikke finnes tilgjengelig informasjon om bunndyrsamfunnet fra tidligere år.

**Fisk.** I Nord-Odal og Åsnes ble det gjennomført innsjøundersøkelser i Ottsjøen og ungfisk-/elveundersøkelser i utløpselvene til Ottsjøen, Tannsjøen, Nøklevatnet og Gransjøen i 2015 og 2017. I Ottsjøen var fangstene av ørret lave, og den største begrensende faktoren for ørretbestanden er en

svært tett abborbestand og små gyte-oppvekstarealer. Økologisk tilstand for fisk i Ottsjøen settes til «moderat», men av andre årsaker enn vannkjemi (reforsuring). Basert på ungfisktetthet av ørret på elv, ble kvalitetselement fisk vurdert som «god» i utløpselva til Ottsjøen, men «svært dårlig» i de andre elvene. Det er sannsynlig at dette kan skyldes effekter av reforsuring.

### 3.5.6 Stange og Løten

**Vannkjemi.** De fysiske-kjemiske støtteparametrene indikerte at de seks undersøkte innsjøene i Stange og Løten var i «god» eller «svært god» tilstand (Tabell 87).

**Bunndyr.** I Løten kommune ble utløpselven til Rokosjøen undersøkt for bunndyr høsten 2015 og våren 2016. I Stange kommune ble utløpselvene til Knuksjøen og 3855-Gransjøen (nord for Bergsjøen) undersøkt høsten 2016 og våren 2017, og utløpselven til 3775-Gransjøen (vest for Holsjøen) ble undersøkt høsten 2016 og høsten 2017. Artslistene finnes i Vedlegg C. Artssammensetningen indikerte god tilstand med hensyn til forsuring for Rokosjøen, Knuksjøen og 3855-Gransjøen. Det er verdt å bemerke at det ble registrert drøyt 200 individer av den forsuringfølsomme døgnfluefamilien Baetidae i utløpselven til Knuksjøen høsten 2016, mens det kun ble registrert to individer våren 2017. I 3775-Gransjøen var de aller mest forsuringfølsomme artene fraværende, og det ble registrert kun en familie av middels forsuringfølsomme steinfluer (*Isoperla* sp.). Dette indikerer på at elven er påvirket av surt vann og at elven har dårlig tilstand, på grensen til moderat med hensyn til forsuring. Hvorvidt forsuringstilstanden har endret seg over tid kunne ikke vurderes for disse lokalitetene, siden det ikke finnes tilgjengelig informasjon om bunndyrsamfunnet fra tidligere år.

**Fisk.** I Stange kommune ble fiskesamfunnet i Gransjøen vest for Holsjøen og på utløpselva til Gransjøen vest for Holsjøen undersøkt i 2015 og 2017. Økologisk tilstand for kvalitetselement fisk ble vurdert som «god» i innsjøen, og «moderat» i utløpselva. Årsaken til tilstandsklasse moderat i utløpselva antas å ha sammenheng med en forsuringsepisode.

### 3.5.7 Ringsaker og Stor-Elvdal

**Vannkjemi.** De fysiske-kjemiske støtteparametrene indikerte at de seks undersøkte innsjøene i Ringsaker og Stor-Elvdal var i «god» eller «svært god» tilstand (Tabell 87).

**Bunndyr.** I Ringsaker kommune ble utløpselvene til Grunna og Store Ljøsvatn undersøkt for bunndyr høsten 2015 og våren 2016. Artslistene finnes i Vedlegg C. Artssammensetningen indikerte god tilstand med hensyn til forsuring for begge lokaliteter. Hvorvidt dette innebærer en bedring i forsuringstilstand kan ikke vurderes, siden det ikke finnes tilgjengelig informasjon om bunndyrsamfunnet på disse lokalitetene fra tidligere år.

I Stor-Elvdal kommune ble utløpselvene fra Svarttjønnå, Revttjønnå, Tryttjønnå og Fåfengtjønnå undersøkt for bunndyr høsten 2016 og høsten 2017. Artssammensetningen indikerte god tilstand med hensyn til forsuring for Fåfengtjønnå og Tryttjønnå, mens den indikerte moderat tilstand i Svarttjønnå og Revttjønnå. Det er verdt å bemerke at det ikke ble gjort funn av den forsuringfølsomme døgnfluefamilien Baetidae i Fåfengtjønnå, verken i 2016 eller 2017, og det ble registrert kun et fåtall individer av den forsuringfølsomme arten *Ephemerella aurivillii* (12 st. i 2016 og 6 st. i 2017). I utløpselven til Revttjønnå ble Baetidae registrert i høstprøven i 2016 men ikke i høstprøven i 2017, og omvendt for Svarttjønnå hvor den ikke ble registrert i høstprøven i 2016 men i høstprøven i 2017. Dette indikerer på at det er noe ustabile forhold med hensyn til forsuring i disse

elvene. Hvorvidt forsureningstilstanden har endret seg over tid kunne ikke vurderes for disse lokalitetene, siden det ikke finnes tilgjengelig informasjon om bunndyrsamfunnet fra tidligere år.

**Fisk.** I Ringsaker og Stor-Elvdal kommuner ble det gjennomført innsjøundersøkelser i Store Ljøsvatn og Grunna i 2015 og 2017, og i Fåfengtjern i 2015. I tillegg ble det gjennomført ungfisk-/elveundersøkelser i utløpselvene til Store Ljøsvatn, Grunna og Trytjern. Basert på relativ tetthet i garnfangster og ungfisktetthet på utløpet ble økologisk tilstandsklasse for fisk i Grunna vurdert som «moderat», men av andre årsaker enn vannkjemi (reforsuring). Økologisk tilstand for fisk ble vurdert som «dårlig» i Store Ljøsvatn (av andre grunner enn vannkjemi), men «svært god» på utløpselva. I Stor-Elvdal ble økologisk tilstand for fisk vurdert som «god» på utløpselva til Trytjern, mens fisk ikke ble vurdert som biologisk kvalitetselement i Fåfengtjern da det ikke er sannsynlig at røye reproducerer i innsjøen.

### 3.5.8 Trysil

**Vannkjemi.** De fysisk-kjemiske støtteparameterne indikerte at de 6 undersøkte innsjøene i Trysil var i «god» eller «svært god» tilstand (Tabell 87).

**Bunndyr.** I Trysil kommune ble utløpselvene til Ulvsjøen, Høljesjøen og Rysjøen undersøkt for bunndyr høsten 2015 og våren 2016, mens utløpselva til Fisketjønnna ble undersøkt høsten 2015 og utløpselva til Brennåstjønnna ble undersøkt høsten 2017. Artssammensetningen indikerte god tilstand med hensyn til forsurening for Brennåstjønnna, Høljesjøen og Rysjøen. Stasjonen i Høljesjøen var tydelig fortsatt påvirket av uoppløst kalk og kan derfor betegnes som lite egnet. I Ulvsjøen og Fisketjønnna indikerte artssammensetningen derimot henholdsvis moderat og dårlig tilstand. Sistnevnte lokalitet ble imidlertid bedømt som mindre egnet til bunndyrprøvetaking, og usikkerheten om faktisk tilstand her er derfor høyere enn for de andre lokalitetene. Av de prøvetatte lokalitetene var det kun Ulvsjøen som hadde tilgjengelige bunndyrdata fra tidligere (upublisert). Disse viste også moderat forsureningstilstand, noe som indikerer at forsureningstilstanden i Ulvsjøen ikke er bedret siden 1989.

**Fisk.** I Trysil kommune ble det gjennomført innsjøundersøkelser i Rysjøen og Ulvsjøen i 2016 og 2018. Det ble også gjennomført undersøkelser av ungfisktetthet på utløpselvene til nevnte innsjøer samt på utløpselva til Høljessjøen. Økologisk tilstand for fisk i henholdsvis Rysjøen og Ulvsjøen ble vurdert som «moderat» og «god». Basert på ungfisktetthet, ble økologisk tilstandsklasse for fisk vurdert å være «svært god» i utløpselva til Rysjøen og Høljessjøen og «moderat» i utløpselva til Ulvsjøen. Det er lite som tyder på effekter av reforsuring i de undersøkte vannene, men i både Rysjøen og i Ulvsjøen har pH de siste par årene hatt et «dropp» ned mot 5,5 før den steg over 6.0 igjen. En varig endring ned mot 5,5 vil være negativt for ørretbestanden, både direkte, men også som en følge av at dominansforholdet dreies enda mer i favør abbor.

### 3.5.9 Engerdal

**Vannkjemi.** De fysisk-kjemiske støtteparameterne indikerte at de 15 undersøkte innsjøene i Engerdal var i «svært god» tilstand (Tabell 87).

**Bunndyr.** I Engerdal kommune ble litoralsonen i Abbortjønnna og utløpselvene til Røvolltjønnna og Skogtjønnna undersøkt for bunndyr høsten 2015 og høsten 2018, mens Elgåa og utløpselvene til Butjønnna, Krokettjønnna og Revlingsjøene ble undersøkt for bunndyr høsten 2015 og høsten 2017. Artssammensetningen til bunndyrsamfunnet indikerte god tilstand med hensyn til forsurening for

samtlig lokaliteter. Vurderingen av Abbortjønna er heftet med noe usikkerhet siden undersøkelsen ble gjort i litoralsonen i innsjøen, hvor det ble registrert kun to individer av den forsuringfølsomme slekten *Baetis* i 2015 og et individ av den forsuringfølsomme arten *Centroptilum luteolum* i 2018. Undersøkelsen i Abbortjønna i 2018 ble supplert med en prøve av krepsdyrplankton fra litoralsonen (noe pelagialt) i innsjøen. Her ble det i hovedsak registrert forsuringstolerante arter. Det ble allikevel registrert en forsuringfølsom art av hoppekreps (*Cyclops abyssorum*), men her er artsbestemmelsen noe usikker.

**Fisk.** I Engerdal kommune ble det gjennomført innsjøundersøkelser i Røvoltjørnane og Revlingsjøene, samt ungfisk-/elveundersøkelser i utløpselvene til Røvoltjørnane, Revlingsjøene og Krokettjørna. I Revlingsjøene ble økologisk tilstand for kvalitetselement fisk vurdert å være «Svært god», mens tilstandsklassen ble vurdert til «dårlig» i Røvoltjørna. Basert på ungfisktetthet, ble økologisk tilstandsklasse for fisk vurdert å være «moderat» i utløpselva til Krokettjørna, men dette skyldes lite trolig reforsuring.

### 3.5.10 Rendalen

**Vannkjemi.** De fysiske-kjemiske støtteparameterne indikerte at de 13 undersøkte innsjøene i Rendalen var i «god» eller «svært god» tilstand (Tabell 87). Konklusjonen hadde blitt den samme om målt i stedet for estimert kalsium hadde blitt brukt til å bestemme vanntype.

**Bunndyr.** I Rendalen kommune ble utløpselvene til Søre Ørsjøen, Letjønna, Valsjøen, Ryensjøen undersøkt for bunndyr høsten 2015. Valsjøen og Ryensjøen ble undersøkt også i 2017, mens Søre Ørsjøen ble undersøkt også i 2018. Artslistene finnes i Vedlegg C. Letjønna hadde en artssammensetning for bunndyrsamfunnet som indikerte sterk påvirkning med hensyn til forsuring i 2015. Lokaliteten ble vurdert som mindre egnet for bunndyrprøvetaking, og usikkerheten om faktisk tilstand ble vurdert som for stor til at lokaliteten kunne bli med videre i undersøkelsen. Utløpselvene til Bjørntjønna og Langklettjønna ble undersøkt for bunndyr høsten 2016 og høsten 2017, mens Søre Osdalssjøen, Skråsjøen, og Brenneggtjønna ble undersøkt høsten 2016 og høsten 2018. Artssammensetningen indikerte at syv av ni lokaliteter hadde god forsuringstilstand. Unntakene var Letjønna og Søre Osdalssjøen hvor sammensetningen av bunndyr indikerte henholdsvis svært dårlig og moderat tilstand. Vurderingen for Søre-Osdalssjøen er heftet med noe usikkerhet siden det kun ble registrert et enkelt individ av den forsuringfølsomme arten *Baetis rhodani* i høstprøven fra 2018 som oppjusterte lokaliteten fra dårlig til moderat tilstand. Hvorvidt forsuringstilstanden har endret seg over tid kunne ikke vurderes for disse lokalitetene, siden det ikke finnes tilgjengelig informasjon om bunndyrsamfunnet fra tidligere år.

**Fisk.** I Rendalen kommune er det gjennomført innsjøundersøkelser i Søre Ørsjøen, Ryensjøen og Brenneggtjønna i 2016. Økologisk tilstand for kvalitetselement fisk ble vurdert til «svært god» og «god» i henholdsvis S. Ørsjøen og Ryensjøen. Økologisk tilstand i Brenneggtjønna ble satt til «svært dårlig», men av andre årsaker enn reforsuring.

### 3.5.11 Os

**Vannkjemi.** De fysiske-kjemiske støtteparameterne indikerte at de fem undersøkte innsjøene i Os var i «god» eller «svært god» tilstand (Tabell 87). Raudtjørna hadde relativt høy konsentrasjon av LAI (2018 (25 og 30 µg/l)).



**Bunndyr.** I Os kommune ble utløpselvene til Fjellsjøen, Raudtjørna og Butjønna undersøkt for bunndyr høsten 2015 og høsten 2017. Artssammensetningen indikerer god tilstand med hensyn til forsurening for Fjellsjøen, svært dårlig tilstand i Butjønna og dårlig, på grensen til moderat for Raudtjørna.

**Fisk.** I Os kommune er det gjennomført innsjøundersøkelser i Fjellsjøen, Raudtjørna og Butjønna. Økologisk tilstand for kvalitetselement fisk plasserte seg som «svært god» i Raudtjørna, god i Fjellsjøen, men «dårlig» i Butjønna. Tilstanden i Butjønna skyldes andre årsaker enn reforsuring. Selv om det ikke er tegn til reforsuring etter kalkslutt enda, bør både Raudtjørna og Butjønna følges opp videre. I begge disse vannene hadde pH sunket ned mot 5,5 de siste to årene, noe som kan føre til at røyebestandene vil oppleve forsuringsproblemer og bestandsreduksjoner. Raudtjørna vil være en svært egnet lokalitet for å følge utviklingen videre da røyebestanden i dag er veldig tett.

Tabell 87. Vurdering av tilstand i vannforekomstene basert på vannkjemii (normaliserte EQR-verdier for innsjøtyper bestemt av ukalket kalsiumkonsentrasjon og TOC), bunnsfauna (Forsuringindeks 1), fisk og kreps. Vi har sortert usikkerheten i tre klasser for intern rangering. Kolonnen merket refsoring inneholder en vurdering av om det er indikasjoner på refsoringseffekter på biologien. Effekter på kreps er tatt med som terskelindikator på tilstandsklasse i hht. vannforskriften, men er ikke tatt hensyn til i kategoriseringen av refsoringstatus fordi de bare ble undersøkt på fire lokaliteter.

Nr-navn	Kommune	Ukalket kalsium- mg/l	TOC- mg/l	Vannkjemii (nEQR)				Bunndyr Indeks 1	Fisk Innsjø	Kreps Terskelind.	Refsoring	Tilstandskl.	Usikkerhet
				pH	ANC	LAI	Gj.snt						
3122 - Langsjølungen	Eidskog	1.13	14.5	0.71						Nei			
354 - Mangen	Eidskog	1.13	10.4	0.79						Nei			
362 - Søre Bellingen	Eidskog	1.51	8.0	0.93	1.0	0.65	0.86	1	0.50	0.50	Moderat	Høy	
363 - Nordre Bellingen	Eidskog	1.43	8.3	0.90	1.0	0.64	0.84	1	0.50	0.50	Moderat	Høy	
369 - Søre Øyungen	Eidskog	1.55	11.1	0.80	0	0.61	0.80	1	0.70	0.70	God	Middels	
4354 - Store Skjølungen	Eidskog	0.95	16.7	0.86						Nei			
4359 - Store Børen	Eidskog	1.06	12.9	0.74				1	0.50		Moderat	Høy	
4374 - Steineia	Eidskog	1.03	14.4	0.69						Nei			
4407 - Busjøen	Eidskog	0.94	16.6	0.84						Nei			
4044 - Steinsvatnet	Kongsvinger	1.08	9.2	0.86						Nei			
4112 - Fjellsjøen	Kongsvinger	1.00	3.9	0.89				0.25*	0.70	0.70	God	Høy	
4175 - Snustjern	Kongsvinger	0.92	19.2	0.88						Nei			
4189 - Svarttj. (Larbk)	Kongsvinger	1.13	9.5	0.84						Nei			
4203 - Bæreia	Kongsvinger	1.68	5.2	0.80	1.0	0.61	0.80	1	0.50	Mulig	Moderat	Høy	
4212 - Holmtjern	Kongsvinger	0.85	14.4	0.94	1.0	0.67	0.87	0.375*		Nei			
4236 - Abbortj. (Larbk)	Kongsvinger	1.24	17.7	0.76	1.0	0.60	0.79	0.25*		Nei			
Larbekken	Kongsvinger							0.5		Mulig			
Trøsjøen utl.	Kongsvinger							1		Nei			
4222 - Høljøren	Sør-Odal	1.06	13.6	0.68						Nei			

NIVA 7400-2019

Nr-navn	Kommune	Ukalket kalsium- mg/l	TOC- mg/l	Vannkjemi (nEQR)				Bunndyr Indeks 1	Fisk		Kreps Terskelind.	Reforsuring	Tilstandskl.	Usikkerhet
				pH	ANC	LAI	Gj:snt		Innsjø	Utløp				
4237 - Skårillen	Sør-Odal	1.07	10.6	0.79	9	0.60	0.80	1	0.70	0.70	Nei	God	Middels	
4286 - Breidsjøen	Sør-Odal	0.92	8.8	1.00							Nei			
4347 - Nettmangen	Sør-Odal	1.20	13.9	0.77							Nei			
348 - Røgden	Grue	1.21	6.0	0.86	8	0.73	0.83				Nei			
3996 - Kalsjøen	Grue	1.35	5.1	0.76	9	0.68	0.78	1	0.50	0.70	Nei	Moderat	Høy	
3999 - Mellemtjernet	Grue	1.17	11.1	0.72							Nei			
4001 - Slompa	Grue	1.15	10.4	0.72	8	0.62	0.74	0.5			Mulig	Dårlig	Høy	
4002 - Sarvtjernet	Grue	1.12	14.0	0.72							Nei			
235 - Nøkklevatnet	Nord-Odal	0.99	11.9	0.56	1.0	0.39	0.65	0.5	0.1	0.1	Trolig	Svært dårlig	Middels	
236 - Ottsjøen	Nord-Odal	1.26	5.0	0.84	0	0.76	0.87	1	0.50	0.70	Nei	Moderat	Høy	
3880 - Tannsjøen	Nord-Odal	1.13	13.4	0.65	1	0.60	0.72	0.5			Trolig	Svært dårlig	Middels	
3953 - Hørningen	Nord-Odal	1.17	16.9	0.65	6	0.51	0.71				Mulig			
3874 - Vesle Fagervatn	Åsnes	1.09	11.0	0.76	4	0.63	0.78	0			Trolig	Svært dårlig	Høy	
3879 - Gransjøen	Åsnes	1.10	10.1	0.71	5	0.76	0.81	0		0.1	Trolig	Svært dårlig	Middels	
3767 - Lille Gransjøen	Stange	1.05	13.5	0.81							Nei			
3770 - Holsjøen	Stange	0.92	9.5	0.88	0	0.61	0.83				Nei			
3775 - Gransjøen v. for Holsjøen	Stange	1.09	14.0	0.71				0.5	0.70	0.50	Trolig	Dårlig	Middels	
3850 - Knuksjøen	Stange	1.22	12.8	0.74	1.0	0.62	0.79	1			Nei	God	Middels	
3855 - Gransjøen n. for Bergsjøen	Stange	1.33	15.2	0.78				1			Nei	God	Middels	
253 - Rokosjøen	Løten	2.00	12.7	0.95	1.0	0.62	0.86	1			Nei	God	Middels	

NIVA 7400-2019

Nr-navn	Kommune	Ukalket kalsium- mg/l	TOC- mg/l	Vannkjemi (nEQR)				Bunndyr Indeks 1	Fisk Innsjø	Kreps Terskelind.	Reforsuring	Tilstandskl.	Usikkerhet
				pH	ANC	LAI	Gj.snt						
33020 - Grunna	Ringsaker	1.04	7.5	0.78	0.8	0.80	0.81	1	0.50		Nei	Moderat	Høy
33055 - Store Ljøsvatnet	Ringsaker	1.22	6.7	0.90				1	0.3		Nei	Dårlig	Liten
32436 - Trytjørna	Stor-Elvdal	0.56	1.8	0.72				1			Nei	God	Liten
32439 - Fåfengtjørna	Stor-Elvdal	0.57	6.9	1.00	1.0	0.63	0.88	1	IBK		Nei	God	Middels
33461 - Revtjørna	Stor-Elvdal	0.78	9.7	0.66	1.0	1.00	0.89	0.75			Mulig	Moderat	Høy
33471 - Svartjørna	Stor-Elvdal	0.81	4.5	0.87	0	0.85	0.91	0.75			Mulig	Moderat	Høy
33451 - Brennåstjørna	Trysil	1.21	5.3	0.77				1			Nei	God	Høy
33467 - Fisktjern	Trysil	1.21	10.8	0.81				0.25*			Nei		
33617 - Baksjøen	Trysil	0.90	5.2	1.00	1.0	0.75	0.92				Nei		
33643 - Ulvsjøen	Trysil	1.10	10.2	0.74	1.0	0.85	0.86	0.75	0.70	0.50	Mulig	Moderat	Middels
33688 - Rysjøen	Trysil	1.49	13.5	0.73	0.9	0.67	0.79	1	0.50	0.90	Nei	Moderat	Høy
33690 - Høljersjøen	Trysil	1.47	14.6	0.76	1.0	0.69	0.82	1**		0.70	Nei	God	Middels
33284 - Kroketjern	Engerdal	0.83	6.8	1.00				1		0.3	Nei	Dårlig	Høy
35651 - Svarttjørna	Engerdal	0.50	5.4	1.00	1.0	0.85	0.95				Nei		
35673 - Røveltjørnane	Engerdal	0.40	2.2	1.00	1.0	0.93	0.98	1	0.3		Nei	Dårlig	Høy
35674 - Hoh773	Engerdal	0.59	3.1	1.00							Nei		
35675 - HOH776	Engerdal	0.76	4.2	1.00							Nei		
35684 - Abbottjørna	Engerdal	0.52	3.6	1.00	1.0	0.80	0.93	1			Nei	God	Middels
35696 - Korstjørna	Engerdal	0.68	1.7	0.65							Nei		
35704 - Skogtjørna	Engerdal	0.46	2.1	1.00	1.0	0.80	0.93	1			Nei	God	Middels
35729 - Korstjørna	Engerdal	0.56	2.0	0.75	1.0	0.85	0.86				Nei		

NIVA 7400-2019

Nr-navn	Kommune	Ukalket kalsium- mg/l	TOC- mg/l	Vannkjemi (nEQR)				Bunndyr Indeks 1	Fisk Utløp	Kreps Terskelind.	Reforsuring	Tilstandskl.	Usikkerhet
				pH	ANC	LAI	Gj.snt						
35763 - Krattjørnane	Engerdal	0.65	1.9	0.87	1.0	0	0.73	0.87			Nei		
35769 - Rungtjørna	Engerdal	0.74	2.2	1.00							Nei		
35773 - Stortjørna	Engerdal	0.71	2.3	1.00							Nei		
35778 - Tittjørna	Engerdal	0.78	2.1	0.89							Nei		
35779 - Vonsjøtjørna	Engerdal	0.75	2.1	0.89	1.0						Nei		
35835 - Revlingsjøane	Engerdal	0.91	1.4	0.96	0	0.85	0.94	1	0.90	0.70	God	Liten	
Elgåa	Engerdal							1			Nei		
33308 - N.Ørsjøen	Rendalen	0.58	2.0	0.84	1.0	0	0.85	0.90			Nei		
33319 - S.Ørsjøen	Rendalen	0.52	2.1	0.95	0.8	3	0.69	0.82	1	0.90	God	Liten	
33391 - Osdalstjørna	Rendalen	0.83	5.5	0.99							Nei		
33394 - Storfisktjørnna	Rendalen	0.45	3.6	1.00							Nei		
33401 - S.Osdalsjøen	Rendalen	0.45	3.7	1.00	1.0	0	0.80	0.93	0.75		Mulig	Moderat	Høy
33420 - Gransjøen	Rendalen	1.20	3.5	0.80	0.9	2	0.76	0.83			Nei		
33436 - Valsjøen	Rendalen	4.51	3.8	1.00	1.0	0	0.69	0.90	1	0.70	Nei	God	Middels
33439 - Ryensjøen	Rendalen	0.45	2.3	1.00	1.0	0	0.85	0.95	1		Nei	God	Liten
33450 - Letjenna	Rendalen	0.74	3.6	1.00	1.0	0	0.80	0.93	0*		Nei		
35891 - Bjørntjørna	Rendalen	1.54	5.6	0.76	1.0	0	0.93	0.90	1		Nei	God	Middels
35894 - Langklettjørna	Rendalen	0.62	2.2	1.00					1		Nei	God	Middels
35913 - Skorsjøen	Rendalen	0.78	2.5	0.96	0.8	8	0.80	0.88	1		Nei	God	Middels
35931 - Brenneggtj.	Rendalen	0.82	2.4	0.85					1	0.3	Nei	Dårlig	Liten
1364 - Flensjøen***	Os	0.78	4.0	0.95	1.0	0	0.65	0.87	1	0.70	Nei	God	Liten
35279 - Fjellsjøen	Os	0.69	1.7	1.00					1	0.70	Nei	God	Liten

NIVA 7400-2019

Nr-navn	Kommune	Ukalket kalsium- mg/l	TOC- mg/l	Vannkjemi (nEQR)			Bunndyr Indeks 1	Fisk Utløp	Kreps Terskelind.	Reforsuring		Usikkerhet	
				pH	ANC	LAI				Gj.snt	Innsjø		Tilstandskl.
35691 - Raudtjørna	Os	0.60	4.5	0.83	1.0	0	0.34	0.72	0.5	0.90	Mulig	Dårlig	Høy
35701 - Tvillingtjørnane	Os	0.68	0.9	0.69	0	0	0	0	0	0	Nei	Svært dårlig	Høy
35718 - Butjørn	Os	0.79	6.9	0.92	1.0	0	0	0	0	0.3	Mulig	Svært dårlig	Høy

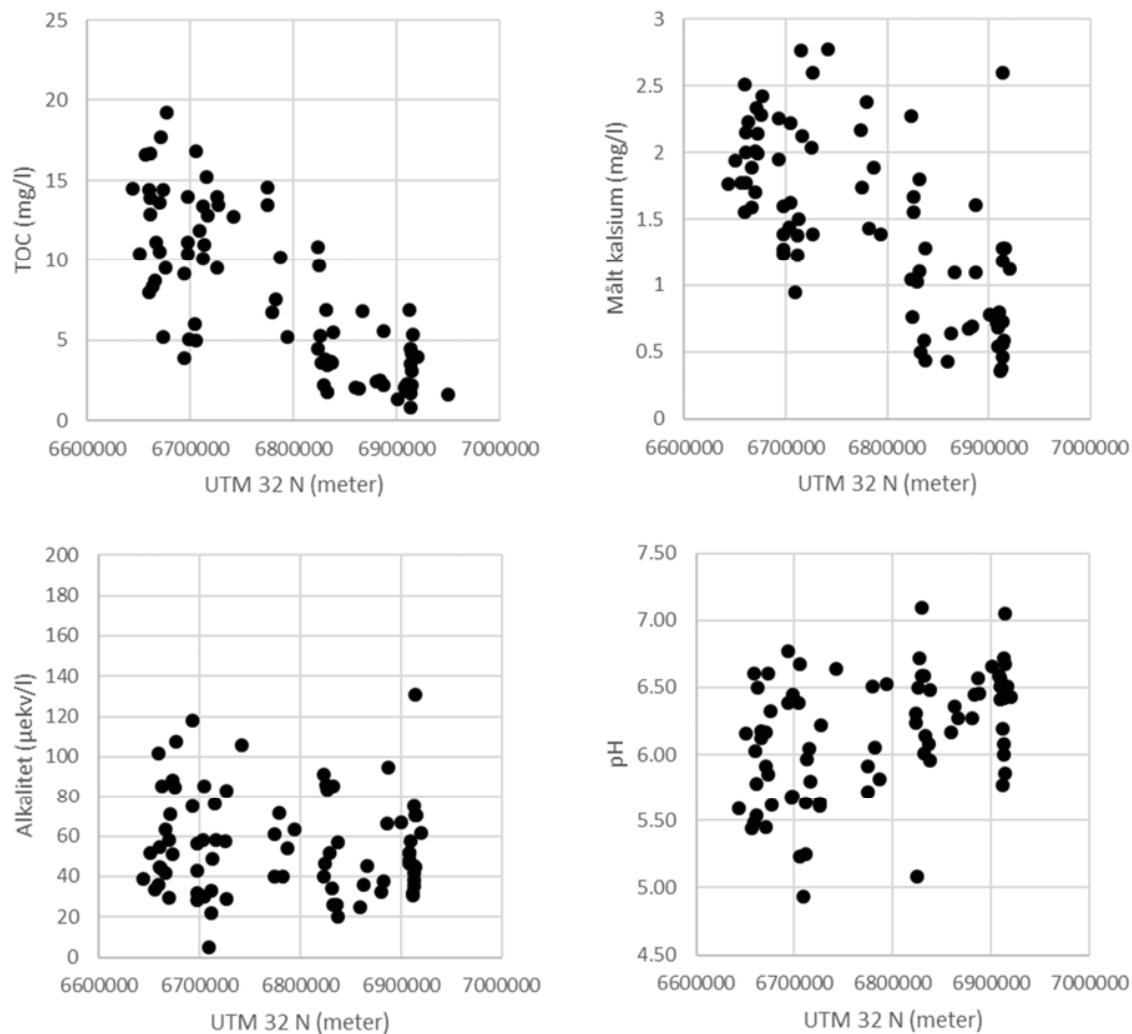
\*Dårlig/uegnet bunndyrlokalitet

\*\*Kalk i substratet

\*\*\* Resultater fra Flensjøen blir rapportert separat (Løvik m.fl. under utarbeidelse).

### 3.6 Oppsummering og regionale forskjeller

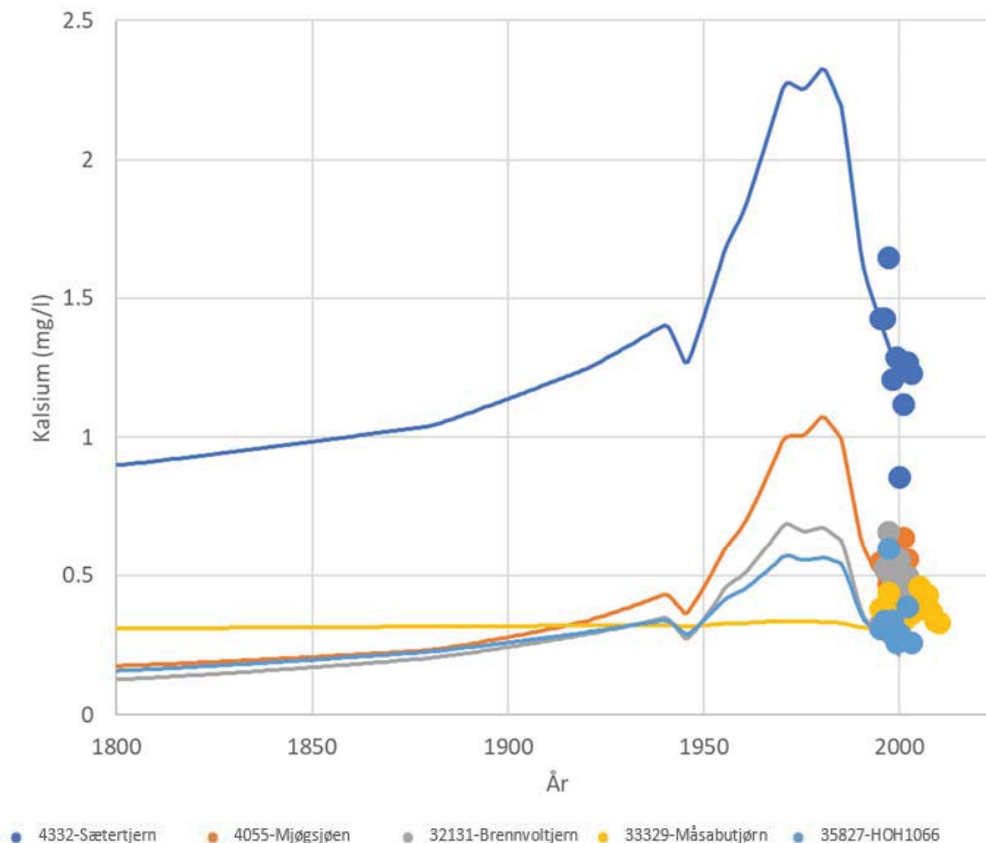
Det er klare geografiske forskjeller i vannkjemi i fylket. De undersøkte innsjøene fra Trysil og sørover er karakterisert som humøse og kalkfattige. Nord for Trysil var de fleste innsjøene klare og svært kalkfattige. Denne gradienten i vanntyper skyldes naturlige forhold. Det har også betydning for pH, som var lavere i sør (Figur 49), og grenseverdiene for god/moderat tilstand basert på pH.



Figur 49. Nord-sør gradient i TOC, kalsium, alkalitet og pH basert på gjennomsnitt 2015-2018 i de undersøkte innsjøene.

De vannkjemiske resultatene indikerer videre at nåværende deponering av svovel- og nitrogenforbindelser fra menneskeskapte utslipp i liten grad bidrar til forurening. Vesentlig økning i pH, ANC og alkalitet uten kunstig tilførsel av kalk til disse innsjøene kan derfor trolig bare skje ved at basemetningsgraden i utarmet jordsmonn bygges opp igjen etter forurening, noe som kan ta lang tid (Hindar, 2015). Det er også uvisst i hvor stor grad denne effekten vil gjøre seg gjeldende i Hedmark hvor forureningen ikke har vært like markant som for eksempel på Sørlandet. I fem ukalkede Hedmarkssjøer med overvåkingstidsserier var de nyeste målingene av kalsiumkonsentrasjon betydelig lavere enn estimerte maksimumskonsentrasjoner fra 70-tallet når forureningen var på sitt

verste, men fortsatt noe høyere enn estimerte før-industrielle nivåer (Figur 50). Det at sulfat- og nitratnivåene er lave og at kalsium og de andre basekationene kanskje ikke er lavere enn sitt naturlige nivå, kan bety at vannkvaliteten i ukalkede innsjøer i fylket nå er nær naturtilstanden.

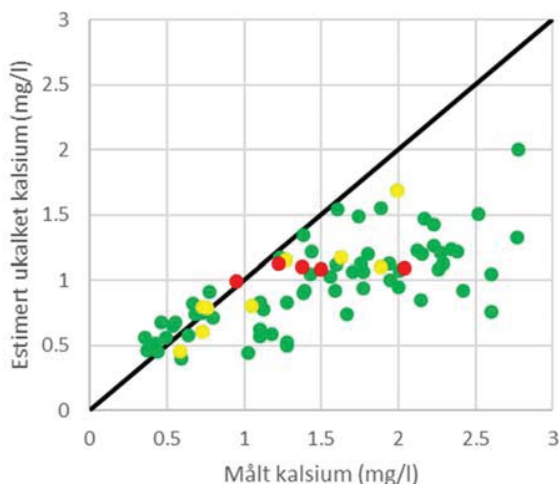


Figur 50. Målte (fylte sirkler) og modellerte (heltrukne linjer) konsentrasjoner av kalsium i 5 svært kalkfattige, men ukalkede Hedmarkssjøer. Sætertjern, Mjøgsjøen, Brennvoltjern, Måsabuttjørn og HOH-1066 ligger i hhv. Kongsvinger, Sør-Odal, Alvdal, Rendalen og Tolga. Målingene er fra Miljødirektoratets overvåking av effekter av sur nedbør. Estimaten for konsentrasjoner bakover i tid er gjort med den dynamiske modellen MAGIC og er beskrevet i Larssen et al. (2008).

Tidligere kalking kan fortsatt ha effekt på vannkjemien i noen innsjøer, spesielt i sør. Utviklingen tyder imidlertid på at tidstrendene for kalsium og pH er i ferd med å flate ut ved mange av lokalitetene, og det kan være at beregnet ukalket kalsium i sør er noe overestimert i flere innsjøer (Figur 51). I de svært kalkfattige innsjøene i nord er vannkjemien med få unntak tilbake nær forventet ukalket nivå (Figur 51). De fysiske-kjemiske parameterne oppfyller i alle innsjøene vannforskriftens krav til «god» tilstand<sup>5</sup>. Den dårligste vannkjemiske tilstanden, relativt sett, ble funnet for innsjøer i Nord-Odal, Grue og Åsnes. Det virker lite trolig at opphør av kalking, med dagens deponering av forurende forbindelser, har satt Hedmarksinnsjøene i fare for å havne i moderat tilstand.

<sup>5</sup> Nøklekvatn i Nord-Odal er et unntak dersom man bruker rmedian i stedet for gjennomsnitt til å midle normaliserte EQR for pH, ANC og LAL.





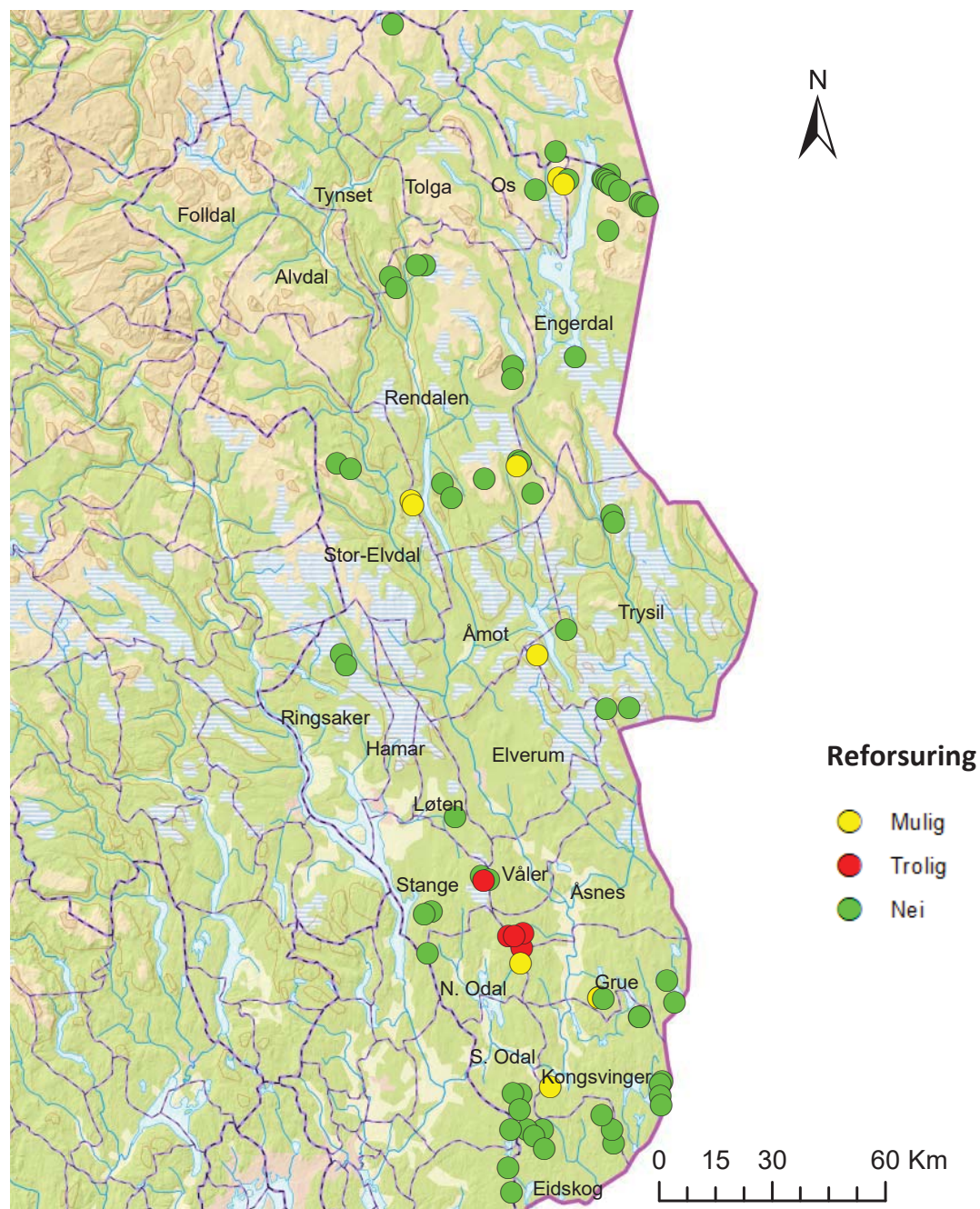
Figur 51. Estimert ukalket kalsiumkonsentrasjon plottet mot målt kalsiumkonsentrasjon (middel for perioden 2015-2018). Den svarte heltrukne linjen viser 1:1-forholdet. Røde og gule sirkler viser innsjøer der det er holdepunkter for at det hhv. er trolig og mulig at det er reforsuringseffekter på bunndyr og/eller fisk etter kalkslutt. Innsjøer representert av grønne sirkler viser ingen tegn på reforsuring.

For bunndyr er det særlig innsjøene i Nord-Odal og Åsnes, samt et par innsjøer i Os hvor Forsuringsindeks 1 er redusert fordi de mest forsuringfølsomme artene er borte. Det var også tegn til negativ utvikling i sør selv om det også kan skyldes år-til-år-variasjoner. I Eidskog var det for eksempel nedgang i mengden forsuringfølsomme døgnfluer på samtlige lokaliteter i 2018 sammenlignet med i 2016.

For ørret, som var en målart for kalkingen, var det relativt store geografiske forskjeller i fangstutbytte. I flere av de undersøkte sørlige og østlige skogsvannene i Hedmark er det ofte relativt tette abborbestander. I tillegg til tette abborbestander har flere av disse innsjøene relativt små gyte- og oppvekstarealer, noe som totalt sett fører til lave tettheter av ørret. I denne delen av fylket er imidlertid ofte tettheten av ungfisk på utløpselvene relativt gode. I den andre enden av skalaen finnes lenger nord i fylket innsjøer med bestander av ørret som er upåvirket av andre fiskearter, og som viser langt høyere tettheter. Det har gått få år siden kalkingen stoppet i Hedmark, og som nevnt ovenfor vil det trolig være effekter på vannkjemien som følge av kalkingen i flere år fremover. Innsjøbestander av fisk vil trolig også respondere langt senere enn andre artsgrupper, som f.eks. bunndyr. Med unntak av noen lokaliteter i Nord-Odal og Åsnes (med svært lave ungfisktettheter og relativt lav pH og forhøyede LAI-verdier) ser vi ingen åpenbare tegn til reforsuring på fiskebestandene. At kvalitetselement fisk i enkelte lokaliteter har fått moderat eller dårligere økologisk tilstand skyldes andre årsaker (f. eks. introduserte arter, eller demninger i utløp). Kart som gir oversikt over innsjøer med mulige reforsuringseffekter er gitt i Figur 52.

Bestandene av edelkreps har ikke klart å bygge seg opp igjen etter at de gikk tilbake som følge av forsuring på 1980-tallet. Årsaken til dette kan være både at edelkrepsbestander bruker tid på å etablere seg (eks. Næra i Ringsaker, se Johnsen 2013), og at kalsiumnivåene tidvis, særlig etter kalkslutt i 2013, har vært ned mot kritiske grenser for edelkreps. Det er ikke utviklet egen metodikk for å klassifisere edelkreps som et kvalitetselement. Edelkreps brukes imidlertid, da den er svært

følsom for flere påvirkningsfaktorer (blant annet forsurening), som en terskelindikator for å si noe om vannlokalitetens totale økologiske tilstand.



Figur 52. Kart med innsjøer der det er indikasjoner på reforsuring. Kartgrunnlag fra Norge Digitalt.

En klar tendens er at vannkjemien indikerer bedre økologisk tilstand enn bunndyr og fisk. Dette har også blitt observert i ukalkede innsjøer over hele Norge, også i landsdeler som i liten grad har vært utsatt for forsurening (Schartau et al., 2016). Grensen mellom «god» og «moderat» tilstand for pH og ANC i elver og innsjøer er basert på antatt referansetilstand for vanntypen (dvs. tilstand uten

menneskeskapt forsurening) og sikrer ikke nødvendigvis optimale livsvilkår for forsuringsfølsomme organismer som røye, ørret, edelkreps og døgnfluer. Særlig for (svært) kalkfattige og humøse lokaliteter som er naturlig sure, kan det være vanskelig å identifisere biologiske effekter som skyldes menneskeskapt forsurening. I en situasjon med lite menneskeskapt forsurening (nær referansetilstand) og økt pH og kalsiumkonsentrasjon etter kalking kunne det kanskje forventes at biologiske indikatorer på forsurening ikke viser dårligere tilstand enn antatt referansetilstand for vanntypen. En mulig årsak kan være at forsuringsfølsomme arter under kalkingsperioden ikke fullt ut hentet seg inn etter at tidligere forsurening har endret artssamfunnene. En annen mulighet er at vannprøver tatt om høsten ikke avdekker hvor sure episodene om våren kan være i disse innsjøene hvor vannet har kort oppholdstid. I de få innsjøene som ble prøvetatt om våren var det en tendens til at vårprøven var surere enn høstprøven om enn ikke dramatisk (Figur B1, Vedlegg B). Vårprøvene av bunnfauna, der slike ble tatt, indikerte imidlertid ikke dårligere tilstand enn høstprøvene.

## 4 anbefalinger om tiltak

Det har nå gått fem år eller mer siden kalkingen ble avsluttet. I noen innsjøer ser det ut til at vannkjemien fremdeles er påvirket av tidligere kalkingsaktivitet. I andre er kalsium nær det vi antar er naturtilstand samtidig som pH, ANC og LAI fremdeles viser god eller bedre tilstand i følge grensene i vannforskriften. Det gjelder for eksempel for 12 av de 14 innsjøene der vi har observert mulige eller trolige effekter av reforsuring på fiske- og bunndyrsamfunn (Figur 51). I flere av disse er det først nylig at kalkhaleeffekten har blitt tilnærmet borte. Det er derfor noe usikkert om den negative trenden for de forsuringsfølsomme artene vil fortsette, eller om situasjonen vil stabilisere seg. Videre er det usikkert om samme trend i framtiden også vil gjøre seg gjeldende i innsjøer hvor det fremdeles er en viss kalkhaleeffekt. Overvåkingen bør derfor videreføres i hvert fall i et utvalg av lokalitetene som har vært med i denne undersøkelsen. Samtidig må det tas stilling til om kalkingen bør gjenopptas i et utvalg lokaliteter der fiske- og/eller bunndyrsamfunn (inkludert kreps) viser tegn til endring etter avsluttet kalking. Aktuelle kandidater er Flagstadelva, krepselokaliteter som Bæreia, samt innsjøer i blant andre Nord-Odal, Åsnes og Os kommuner. Vi har ikke holdepunkter for at vannkjemien ved disse lokalitetene er vesentlig dårligere enn naturtilstanden, men forsuringsparameterne har likevel endret seg nok til at betingelsene for forsuringsfølsomme arter kan ha blitt påvirket. Det kan være at kalking av naturlig sure og/eller kalkfattige innsjøer har en positiv effekt for forsuringsfølsomme arter, uavhengig av forsureningstilstand.

## 5 Litteratur

- Aas, W., Fiebig, M., Solberg, S., Yttri, K.E., 2018. Monitoring of long-range transported air pollutants in Norway, annual report 2017. Miljødirektoratet-rapport M-1064
- AMAP, 2006. Acidifying Pollutants, Arctic Haze, and Acidification in the Arctic (AMAP assessment). Arctic Monitoring and Assessment Programme.
- Andrén, C., 2012. Toxicity of inorganic aluminium in humic streams (PhD thesis). Stockholm University, Stockholm.
- Appelberg, M., 1992. Liming as measure to restore crayfish populations in acidified lakes. Finn. Fish. Res. 14, 93–105.
- Appelberg, M., 1984. Early development of the crayfish *Astacus astacus* L. in acid water. Rapport No. 61: 48–59. Institute of Freshwater Research, Drottningholm.
- Appelberg, M., Odelström, T., 1990. Kräfter i sura och kalkade vann. (No. 4). Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm.
- Austnes, K., Lund, E., 2014. Critical limits for surface water acidification in Norwegian critical loads calculation and Water Framework Directive classification. Miljødirektoratet M280.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G., Saltveit, S.J., 1989. Electrofishing — Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173, 9–43.
- Bulger, A.J., Lien, L., Cosby, B.J., Henriksen, A., 1993. Brown Trout (*Salmo trutta*) Status and Chemistry from the Norwegian Thousand Lake Survey: Statistical Analysis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50, 575–585.
- Clair, T.A., Hindar, A., 2005. Liming for the mitigation of acid rain effects in freshwaters: A review of recent results. *Environ. Rev.* 13, 91–128.
- 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.
- Fjeld, E., Hessen, D.O., Roos, N., Taugbøl, T., 1988. Changes in gill ultrastructure and haemolymph chloride concentrations in the crayfish, *Astacus astacus*, exposed to de-acidified aluminium-rich water. *Aquaculture* 72, 139–150.
- Garmo, Ø., Johnsen, S.I., Eriksen, T.E., Løvik, J.E., Olstad, K., 2017. Vannkjemisk utvikling og biologisk tilstand etter kalkslutt i innsjøer i Hedmark. NIVA-rapport No. 7174.
- Garmo, Ø.A., Austnes, K., 2012. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Hedmark. NIVA-rapport OR-6304.
- Gensemer, R.W., Playle, R.C., 1999. The bioavailability and toxicity of aluminum in aquatic environments. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 29, 315–450.
- Hesthagen, T., Fiske, P., Skjelkvåle, B.L., 2008. Critical limits for acid neutralizing capacity of brown trout (*Salmo trutta*) in Norwegian lakes differing in organic carbon concentrations. *Aquat. Ecol.* 42, 307–316.
- Hesthagen, T., Saksgård, R., 2018. Vellykket reetablering av røye i Rondvatnet etter redusert forsuring. PH-Status 3.

- Hesthagen, T., Sevaldrud, I.H., Berger, H.M., 1999. Assessment of Damage to Fish Populations in Norwegian Lakes Due to Acidification. *Ambio* 28, 112–117.
- Hindar, A., 2015. Etervirkninger av forsurening - hva skjer med kalsium? PH-Status 4–6.
- Hindar, A., 2011. Vannkjemisk utvikling i innsjøer i Buskerud, Telemark og Aust-Agder de 5-8 første årene etter avsluttet kalking. NIVA-rapport OR-6260.
- Hindar, A., Larssen, T., 2005. Modifisering av ANC- og tålegrenseberegninger ved å inkludere sterke organiske syrer. NIVA-rapport OR-5030
- Hindar, A., Skancke, L.B., 2008. Vannkjemisk utvikling i innsjøer etter avsluttet kalking. NIVA-rapport OR-5628.
- Jensen, K.W., Snekvik, E., 1972. Low pH levels wipe out salmon and trout populations in southernmost Norway. *Ambio* 1, 223–225.
- Larssen, T., Cosby, B.J., Høgåsen, T., Lund, E., Wright, R., 2008. Dynamic modelling of acidification of Norwegian surface waters. NIVA-rapport No. 5705.
- Lien, L., Raddum, G.G., Fjellheim, A., Henriksen, A., 1996. A critical limit for acid neutralizing capacity in Norwegian surface waters, based on new analyses of fish and invertebrate responses. *Sci. Total Environ.* 177, 173–193.
- Lund, E., Garmo, Ø.A., Wit, H.A. de, Kristensen, T., Hawley, K.L., Wright, R.F., 2018. Reduced Acid Deposition Leads to a New Start for Brown Trout (*Salmo trutta*) in an Acidified Lake in Southern Norway. *Water. Air. Soil Pollut.* 229, 368.
- Maas, R., Grennfelt, P., (eds), 2016. Towards Cleaner Air. Scientific Assessment Report 2016.
- Malcolm, I.A., Bacon, P.J., Middlemas, S.J., Fryer, R.J., Shilland, E.M., Collen, P., 2014. Relationships between hydrochemistry and the presence of juvenile brown trout (*Salmo trutta*) in headwater streams recovering from acidification. *Ecol. Indic.* 37, Part B, 351–364.
- Malley, D.F., 1980. Decreased Survival and Calcium Uptake by the Crayfish *Orconectes virilis* in Low pH. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37, 364–372.
- Nyberg, P., Appelberg, M., Degerman, E., 1986. Effects of liming on crayfish and fish in Sweden. *Water. Air. Soil Pollut.* 31, 669–687.
- Qvenild, T., 2010. Fiske i Hedmark. Tun Forlag.
- Reuss, J.O., Johnson, D.W., 1986. Acid deposition and the acidification of soils and waters. Springer-Verlag, New York.
- Schartau, A.K., Fjellheim, A., Garmo, Ø.A., Halvorsen, G.A., Hesthagen, T., Saksgård, R., Skancke, L.B., Walseng, B., 2016. Effekter av langtransporterte forurensninger i norske innsjøer – forurensningstilstand og trender. Inkludert nye overvåkingsdata fra 2012-2014. Miljødirektoratet-rapport No. M503.
- Schindler, D.W., Mills, K.H., Malley, D.F., Findlay, D.L., Shearer, J.A., Davies, I.J., Turner, M.A., Linsey, G.A., Cruikshank, D.R., 1985. Long-Term Ecosystem Stress: The Effects of Years of Experimental Acidification on a Small Lake. *Science* 228, 1395–1401.
- Serrano, I., Buffam, I., Palm, D., Brännäs, E., Laudon, H., 2008. Thresholds for Survival of Brown Trout during the Spring Flood Acid Pulse in Streams High in Dissolved Organic Carbon. *Trans. Am. Fish. Soc.* 137, 1363–1377.
- Sobek, S., Algesten, G., Bergstrom, A.K., Jansson, M., Tranvik, L.J., 2003. The catchment and climate regulation of pCO<sub>2</sub> in boreal lakes. *Glob. Change Biol.* 9, 630–641.

- Taugbøl, T., 2005. Effekter av kalking på forsursrammede krepsebestander. Overvåking av 5 lokaliteter over en 10-15 års periode. NINA-rapport No. 98.
- Veileder 02:2018, n.d. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen for gjennomføringen av vanddirektivet.
- Zippin, C., 1958. The Removal Method of Population Estimation. *J. Wildl. Manag.* 22, 82–90.

## Vedlegg A. Vannkjemiske metoder

Tabell A1: Informasjon om analysemetoder ved NIVAs laboratorium.

Kode	Variabelnavn	Enhet	Analysemetode	Kvantifiseringsgrense
pH	pH		Potensiometri	-
Kond	Konduktivitet	mS m <sup>-1</sup> v/25C	Elektrometri	0,2
Alk	Alkalitet	mmol L <sup>-1</sup>	Potensiometrisk titrering til pH = 4.5	0,01
Ca	Kalsium	mg L <sup>-1</sup>	lonekromatografi	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/II	Reaktiv og ikke labilt aluminium	µg L <sup>-1</sup>	Automatisert fotometri	5
LAI	Labil aluminium	µg L <sup>-1</sup>	Beregnes ved differansen mellom Al/R og Al/II	
TOC	Total organisk karbon	mg C L <sup>-1</sup>	Oksidasjon til CO <sub>2</sub> med UV/persulfat og måling med IR-detektor	0,10
Tot-N	Total nitrogen	µg N L <sup>-1</sup>	S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> oksidasjon i autoklav. Automatisert fotometri	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

ANC (Acid neutralising capacity) er definert som en løsnings evne til å nøytralisere tilførsler av sterke syrer. ANC beregnes med formelen:

$$\text{ANC} = [\text{HCO}_3^-] + [\text{A}^-] - [\text{H}^+] - [\text{Aln}^+] = ([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] + [\text{Na}^+] + [\text{K}^+] + [\text{NH}_4^+]) - ([\text{Cl}^-] + [\text{SO}_4^{2-}] + [\text{NO}_3^-])$$

Hvor A<sup>-</sup> står for sterke organiske syrer.

## Vedlegg B. Vannkjemiske resultater

Tabell B1. Vannkjemiske resultater fra perioden 2016-2018 (Se Vedlegg A for informasjon om parameterne). Resultater fra perioden 2015-2017 er rapportert i Garmo m.fl. (2017). Der finnes også en tabell med kringinfo om innsjøene (i Vedlegg B).

Nr-navn	Dato	Konduktivitet	pH	Alk_4.5	Ca	Mg	Na	K	NH4-N	Cl	SO4	NO3-N	TOC	TOTN	Al/R	Al/IL	LAI	ANC
		mS/m		mmol/l	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/l	mg/L	mg/L	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µEkv/L
1364 - Flensjøen	25.03.2018	1.35	6.36	0.093	0.81								4.2	245	45	35	10	
1364 - Flensjøen	02.10.2018	0.84	6.39	0.068	1	0.1	0.59	0.18	10	0.43	0.57	< 2	2.8	69	30	25	5	64
235 - Nøklevatnet	06.11.2017	1.58	4.83	< 0,03	1.31	0.28	0.88	0.12		0.79	0.6	36	12.5	290	86	65	21	92
236 - Ottsjøen	01.11.2017	1.84	6.67	0.104	1.85								5					
236 - Ottsjøen	28.10.2018	1.79	6.69	0.103	2.21								4.8					
253 - Rokosjøen	14.06.2017	2.66	6.67	0.131	2.69	0.7	1.39	0.67	< 2	1.85	1.44	43	12.7	410	56	38	18	184
253 - Rokosjøen	04.10.2017	2.57	6.78	0.144	3.38	0.72	1.28	0.53		1.63	1.24	21	15.8	400	40	31	9	224
253 - Rokosjøen	24.05.2018	2.22	6.59	0.114	2.17	0.53	1.17	0.55	18	1.07	1.12	51	11.9	380	54	35	19	160
253 - Rokosjøen	09.10.2018	2.33	6.78	0.118	2.71	0.6	1.14	0.45	< 2	1.03	1.52	< 2	9.6	280	36	31	5	185
3122 - Langsjølungen	01.11.2017	2.29	5.41	0.06	1.83								19.3					
3122 - Langsjølungen	29.10.2018	2.04	6.14	0.074	1.8								10.4					
32436 - Trytjørna	06.11.2017	0.63	6.15	0.053	0.51								1.7					
32436 - Trytjørna	15.10.2018	0.69	6.26	0.052	0.58								2.3					
32439 - Fåfengtjørna	06.11.2017	1.04	5.76	0.055	0.87	0.12	0.66	0.31		0.52	0.44	4	8.4	385	73	59	14	66
32439 - Fåfengtjørna	15.10.2018	1.14	5.92	0.052	1.11	0.099	0.65	0.26	36	0.43	0.41	2	7.3	200	76	66	10	78
33020 - Grunna	03.11.2017	1.06	6.01	0.072	1.33	0.15	0.49	0.086		0.48	0.33	22	8.2	250	6	< 5	1	80
33020 - Grunna	20.10.2018	1.05	5.99	0.062	1.41	0.16	0.55	0.075	< 2	0.58	0.36	11	7.5	190				85
33055 - Store Ljøsvatnet	03.11.2017	1.58	6.62	0.092	2.2								6.7					
33055 - Store Ljøsvatnet	15.10.2018	1.68	6.55	0.1	2.68								6.6					
33284 - Krokjetjern	21.10.2017	1.03	6.18	0.071	0.76								8					
33284 - Krokjetjern	22.10.2018	0.81	6.3	0.063	1.16								6.1	180				
33308 - N.Ørsjøen	08.10.2017	0.53	6.11	0.051	0.27	0.044	0.37	0.2		0.16	0.37	3	2	126	25	21	4	26
33308 - N.Ørsjøen	05.10.2018	0.55	6.32	0.053	0.61	0.074	0.36	0.2	2	0.18	0.36	< 2	1.7	63	18	14	4	45
33319 - S.Ørsjøen	08.10.2017	0.51	6.04	0.048	0.26	0.042	0.36	0.2		0.17	0.34	< 2	2.2	114	33	25	8	25
33319 - S.Ørsjøen	05.10.2018	0.5	6.17	0.048	0.45	0.059	0.39	0.22	4	0.15	0.31	< 2	1.7	60	22	19	3	39
33391 - Osdalstjørna	10.10.2017	0.82	6.37	0.07	0.84								5.2					
33391 - Osdalstjørna	15.10.2018	0.98	6.55	0.09	1.2								6.6					
33394 - Storfiskstjørna	10.10.2017	0.58	5.91	0.048	0.34								3.8					
33394 - Storfiskstjørna	15.10.2018	0.59	6.04	0.051	0.5								3.3					
33401 - S.Osdalsjøen	10.10.2017	0.61	6.03	0.049	0.37	0.063	0.4	0.21		0.2	0.32	< 2	3.8	150	25	22	3	34
33401 - S.Osdalsjøen	15.10.2018	0.67	5.97	0.051	0.59	0.086	0.49	0.32	24	0.24	0.33	< 2	3.8	150	28	26	2	52



NIVA 7400-2019

Nr-navn	Dato	Konduktivitet mS/m	pH	Alk_4.5 mmol/l	Ca mg/L	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	NH4-N µg/l	Cl mg/L	SO4 mg/L	NO3-N µg/l	TOC mg/l	TOTN µg/l	Al/R µg/l	AI/L µg/l	LAI µg/l	ANC µEkv/L
33420 - Gransjøen	16.10.2017	1.29	6.49	0.1	1.55	0.17	0.53	0.15		0.21	0.96	<2	3.3	114	26	20	6	92
33420 - Gransjøen	15.10.2018	1.51	6.66	0.112	2.3	0.24	0.69	0.15	<2	0.28	1.31	15	4	100	23	18	5	132
33436 - Valsjøen	16.10.2017	4.8	7.49	0.494	5.82								3.9					
33436 - Valsjøen	15.10.2018	5.01	7.51	0.435	6.23	2.4	0.86	0.42	5	0.53	1.57	25	4.7	160	20	11	9	507
33439 - Ryensjøen	10.10.2017	0.73	6.59	0.072	0.72	0.064	0.28	0.27		0.2	0.4	<2	2	160	14	10	4	46
33439 - Ryensjøen	15.10.2018	0.64	6.5	0.065	0.88	0.064	0.29	0.25	3	0.19	0.37	3	1.8	83	9	6	3	55
33450 - Letjenna	16.10.2017	1.36	6.71	0.111	1.63	0.15	0.81	0.23		0.39	0.82	<2	3.5	145	13	8	5	107
33450 - Letjenna	15.10.2018	1.42	6.65	0.093	1.64	0.14	0.95	0.38	74	0.7	0.91	31	4	300	11	7	4	103
33461 - Revtjørna	10.10.2017	0.98	6.17	0.066	0.85							8						
33461 - Revtjørna	18.10.2018	1.43	5.8	0.066	0.68							15.4						
33467 - Fisktjern	18.10.2017	1.23	6.01	0.076	1.62							12.4						
33467 - Fisktjern	16.10.2018	2.2	6.88	0.174	3.2							7.5						
33471 - Svartjørna	18.10.2018	0.76	6.35	0.06	1.07	0.11	0.32	0.15	15	0.24	0.36	<2	3.9	170	15	12	3	66
33617 - Baksjøen	22.10.2017	1.08	6.31	0.069	0.95	0.21	0.61	0.3		0.38	0.78	2	5.6	150	44	38	6	72
33617 - Baksjøen	20.10.2018	1.44	6.68	0.096	1.78	0.35	0.8	0.45	29	0.54	0.96	3	5.4	220	29	28	1	128
33643 - Ulvsjøen	22.10.2017	1.27	5.37	0.049	1.28	0.24	0.56	0.18		0.41	0.48	6	12.5	245	44	44	0	91
33643 - Ulvsjøen	20.10.2018	1.28	6.18	0.07	1.84	0.3	0.69	0.26	<2	0.5	0.61	6	9.3	170	43	41	2	126
33688 - Rysjøen	01.11.2017	1.57	5.46	0.062	1.64	0.31	0.73	0.46		0.67	0.46	35	15.9	365	78	67	11	120
33688 - Rysjøen	15.10.2018	1.5	6.08	0.069	1.82	0.33	0.84	0.45	<2	0.73	0.64	2	10.7	210	58	57	1	132
33690 - Høljessjøen	01.11.2017	1.58	5.68	0.068	1.77	0.43	0.67	0.25		0.68	0.36	15	17	305	46	44	2	131
33690 - Høljessjøen	15.10.2018	1.85	6.42	0.101	2.6	0.55	0.81	0.37	10	0.76	0.87	18	12.8	170	35	33	2	179
348 - Røgden	01.11.2017	1.61	6.51	0.088	1.31							5.8						
35279 - Fjellsjøen	04.10.2017	8.1	7.8	0.667	10.8							1.7						
35279 - Fjellsjøen	02.10.2018	7.1	7.54	0.607	10.3							1.6						
354 - Mangen	01.11.2017	2.14	6.18	0.079	1.85							11.2						
354 - Mangen	29.10.2018	2.13	6.34	0.08	1.97							9.4						
35651 - Svartjørna	10.10.2017	0.8	6.33	0.066	0.91	0.11	0.3	0.14		0.18	0.39	<2	4.8	325	23	21	2	58
35651 - Svartjørna	17.10.2017	1.12	6.43	0.087	0.79							5.3		165	29	26	3	92
35651 - Svartjørna	20.10.2018	1.04	6.47	0.076	1.09	0.13	0.94	0.34	6	0.46	0.44	2	4.6	100	28	25	3	92
35673 - Røveltjørnane	17.10.2017	0.88	6.51	0.073	0.42							2.5						
35673 - Røveltjørnane	20.10.2018	0.75	6.54	0.066	0.75							2.2		140				
35674 - Hoh773	17.10.2017	0.94	6.63	0.087	0.65							2.7						
35674 - Hoh773	21.10.2018	1.09	6.65	0.092	1.35							4		330				
35675 - HOH776	17.10.2017	1.45	7.01	0.143	1.85							4.2						
35675 - HOH776	20.10.2018	1.4	7.03	0.13	2.49							4.3						

NIVA 7400-2019

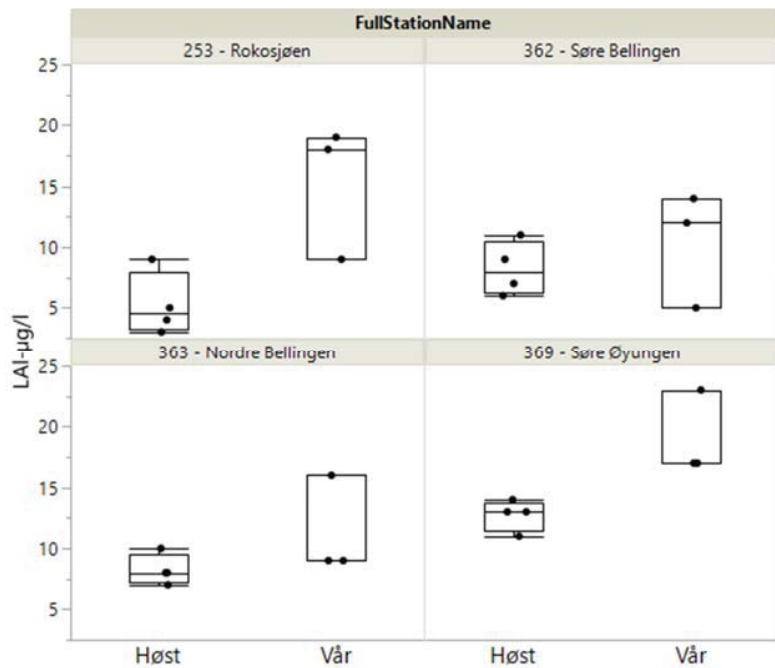
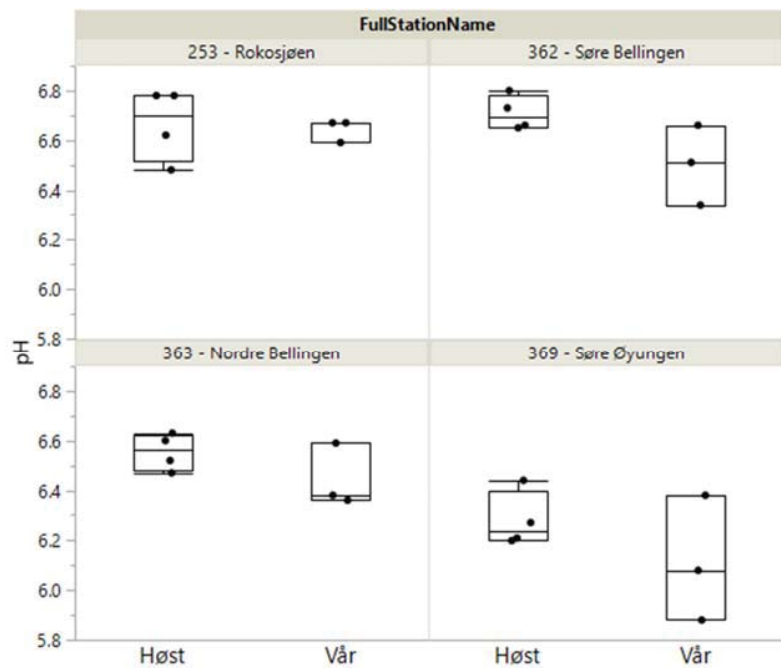
Nr-navn	Dato	Konduktivitet mS/m	pH	Alk_4.5 mmol/l	Ca mg/L	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	NH4-N µg/l	Cl mg/L	SO4 mg/L	NO3-N µg/l	TOC mg/l	TOTN µg/l	Al/R µg/l	Al/L µg/l	LAI µg/l	ANC µEkv/L
35684 - Abbottjørna	17.10.2017	1	6.69	0.094	0.93								3.1					
35684 - Abbottjørna	20.10.2018	0.95	6.73	0.084	1.21								3.8	150				
35691 - Raudtjørna	25.03.2018	1.12	5.87	0.076	0.42								3	390	82	59	23	
35696 - Korstjørna	25.03.2018	0.72	5.85	0.055	0.22								0.69					
35696 - Korstjørna	15.10.2018	0.66	5.84	0.048	0.43								1					
35701 - Tvillingtjørnane	25.03.2018	0.77	6.09	0.063	0.28								0.67					
35701 - Tvillingtjørnane	15.10.2018	0.65	5.99	0.05	0.48								1					
35704 - Skogtjørna	17.10.2017	0.75	6.43	0.07	0.3	0.069	0.82	0.31		0.42	0.37	< 2	2.1	165	17	14	3	45
35704 - Skogtjørna	19.10.2018	0.66	6.47	0.06	0.49	0.11	0.74	0.28	4	0.31	0.35	< 2	1.8	<50	15	13	2	57
35718 - Butjørn	25.03.2018	0.82	5.74	0.057	0.46								6.4					
35718 - Butjørn	15.10.2018	0.88	5.59	0.049	0.77								6.8					
35729 - Korstjørna	17.10.2017	0.64	6.23	0.063	0.27	0.055	0.66	0.2		0.27	0.4	3	2.1	106	23	19	4	36
35729 - Korstjørna	20.10.2018	0.72	6.37	0.055	0.49	0.092	0.85	0.28	20	0.47	0.41	3	1.9	100	17	14	3	54
35763 - Kratttjørnane	17.10.2017	0.81	6.45	0.075	0.4	0.073	0.72	0.2		0.36	0.43	16	1.8	200	27	24	3	42
35763 - Kratttjørnane	20.10.2018	0.76	6.48	0.066	0.65	0.11	0.69	0.18	< 2	0.32	0.36	9	1.8	100	36	33	3	59
35769 - Rungtjørna	17.10.2017	0.78	6.5	0.074	0.45								1.9					
35769 - Rungtjørna	20.10.2018	0.78	6.54	0.069	0.81								2.1	94				
35773 - Stortjørna	17.10.2017	0.89	6.64	0.087	0.54								2.7					
35773 - Stortjørna	20.10.2018	0.88	6.53	0.077	0.93								1.6	87				
35778 - Titjørna	17.10.2017	0.81	6.61	0.079	0.45								1.9					
35778 - Titjørna	20.10.2018	0.78	6.56	0.07	0.8								2	93				
35779 - Vonsjøtjørna	17.10.2017	0.82	6.59	0.08	0.47								1.9					
35779 - Vonsjøtjørna	20.10.2018	0.82	6.56	0.071	0.82								2.1	89				
35835 - Revlingsjøane	17.10.2017	1.08	6.63	0.098	0.59	0.15	1.04	0.23		0.42	0.61	4	1.4	170	13	11	2	68
35835 - Revlingsjøane	21.10.2018	1.01	6.76	0.089	1.04	0.2	0.94	0.18	9	0.24	0.68	< 2	1.3	<50	11	8	3	93
35891 - Bjørntjørna	06.10.2017	1.49	6.78	0.136	1.38								3.5	125	10	8	2	
35891 - Bjørntjørna	15.10.2018	1.22	6.09	0.075	1.54	0.4	0.55	0.19	29	0.34	0.25	< 2	10.9	240	23	22	1	124
35913 - Skorsjøen	18.10.2017	0.71	6.44	0.063	0.53	0.072	0.55	0.14		0.18	0.6	< 2	2.4	215	8	6	2	42
35913 - Skorsjøen	14.10.2018	0.67	6.33	0.055	0.67								2.3					
35931 - Brennegtj.	08.10.2017	0.62	6.34	0.059	0.52								2.1					
362 - Søre Bellingen	09.05.2017	2.49	6.66	0.116	2.5	0.52	1.56	0.42	7	1.62	1.47	50	11.1	345	42	28	14	166
362 - Søre Bellingen	01.11.2017	2.56	6.65	0.123	2.41	0.56	1.65	0.41		1.77	1.64	62	7.7	285	31	24	7	160
362 - Søre Bellingen	11.05.2018	2.38	6.51	0.104	1.65	0.46	1.61	0.4	< 2	1.63	1.52	87	7.7	385	51	39	12	117
362 - Søre Bellingen	29.10.2018	2.62	6.73	0.12	2.5	0.61	1.77	0.43	3	1.89	1.79	56	7.1	260	39	33	6	168
363 - Nordre Bellingen	09.05.2017	2.36	6.59	0.115	2.02	0.46	1.53	0.39	12	1.6	1.39	51	8.4	295	49	33	16	137

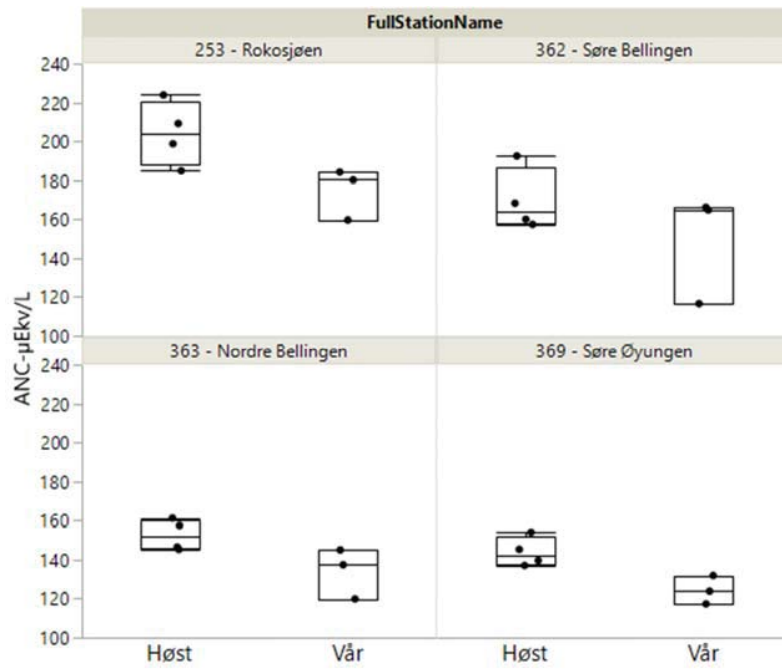
NIVA 7400-2019

Nr-navn	Dato	Konduktivitet mS/m	pH	Alk_4-5 mmol/l	Ca mg/L	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	NH4-N µg/l	Cl mg/L	SO4 mg/L	NO3-N µg/l	TOC mg/l	TOTN µg/l	Al/R µg/l	Al/L µg/l	LAI µg/l	ANC µEkv/L
363 - Nordre Bellingen	01.11.2017	2.41	6.52	0.11	2.19	0.5	1.61	0.41		1.72	1.49	68	8.8	305	39	31	8	147
363 - Nordre Bellingen	11.05.2018	2.33	6.36	0.1	1.72	0.44	1.59	0.4	4	1.61	1.43	89	8.4	325	56	47	9	120
363 - Nordre Bellingen	29.10.2018	2.44	6.63	0.107	2.35	0.55	1.72	0.42	4	1.81	1.7	58	7.6	230	46	39	7	157
369 - Søre Øyungen	09.05.2017	2.29	6.38	0.094	1.76	0.53	1.59	0.42	9	1.72	1.37	33	10.5	300	76	53	23	132
369 - Søre Øyungen	01.11.2017	2.34	6.2	0.087	1.98	0.57	1.68	0.41		1.82	1.4	48	12.7	335	75	62	13	145
369 - Søre Øyungen	11.05.2018	2.21	6.08	0.085	1.52	0.47	1.61	0.42	15	1.64	1.32	59	11.4	360	85	68	17	117
369 - Søre Øyungen	29.10.2018	2.46	6.44	0.098	2.16	0.61	1.78	0.44	7	1.92	1.67	51	9.8	270	72	61	11	154
3767 - Lille Gransjøen	17.10.2017	1.59	6.11	0.096	2.23								15.5					
3767 - Lille Gransjøen	24.10.2018	1.71	6.54	0.108	2.82								11.8					
3770 - Holsjøen	17.10.2017	1.23	5.41	0.052	2	0.2	0.72	0.092		0.49	0.49	16	11.3	290	80	62	18	125
3770 - Holsjøen	24.10.2018	1.25	5.95	0.055	1.39	0.27	0.88	0.19	18	0.69	0.84	12	8.2	210	63	57	6	97
3775 - Gransjøen	23.08.2017		5.36		1.32													
3775 - Gransjøen	17.10.2017	1.53	5.32	0.054	1.75								16.7					
3775 - Gransjøen	24.10.2018	1.66	6.23	0.082	2.42								12.2					
3850 - Knuksjøen	05.11.2017	1.61	5.55	0.075	1.56	0.3	1.02	0.11		0.88	0.81	19	14.5	325	120	110	10	107
3855 - Gransjøen	05.11.2017	2.03	5.9	0.089	2.16								16.5					
3874 - Vesle Fagervatn	03.11.2017	1.46	5.77	0.063	1.16	0.35	0.95	0.19		0.94	0.52	26	13.2	335	73	56	17	94
3874 - Vesle Fagervatn	21.10.2018	1.55	6.3	0.078	1.62	0.44	1.13	0.22	38	1.05	0.74	14	9	210	70	62	8	126
3879 - Gransjøen	21.10.2018	1.5	5.98	0.063	1.56	0.3	1.11	0.28	16	0.92	0.99	21	8.9	190	77	71	6	110
3880 - Tannsjøen	06.11.2017	1.6	5.26	0.052	1.31	0.33	1.02	0.14		0.89	0.73	13	14.9	305	120	93	27	99
3953 - Hørningen	06.11.2017	1.71	5.46	0.065	1.82	0.3	1.11	0.16		0.86	0.69	19	17.7	315	97	85	12	128
3996 - Kalsjøen	01.11.2017	1.6	6.39	0.078	1.27	0.35	1.11	0.25		0.99	1.26	27	5.3	215	32	26	6	91
3999 - Mellemtjernet	05.11.2017	1.5	5.44	0.053	1.15								13.9					
4001 - Slompa	05.11.2017	1.45	5.39	0.051	1.21	0.26	0.98	0.19		0.8	0.65	17	13.3	300	82	62	20	92
4002 - Sarvtjernet	05.11.2017	1.62	5.32	0.052	1.42								16.8					
4044 - Steinsvatnet	01.11.2017	1.72	6.26	0.09	1.85								9.9					
4112 - Fjellsjøen	23.10.2017	2.04	6.76	0.143	1.95								3.9	205	20	14	6	
4175 - Snustjern	05.11.2017	2.07	5.56	0.089	2.24								21.9					
4175 - Snustjern	28.10.2018	3.7	6.18	0.238	3.03								18.3					
4189 - Svarttj. (Larbk)	05.11.2017	2.08	6.36	0.117	2.44								10.4					
4189 - Svarttj. (Larbk)	28.10.2018	1.94	6.5	0.105	2.09								7.9					
4203 - Bærelia	06.06.2017	2.32	6.43	0.114	1.87	0.48	1.52	0.4	7	1.71	1.83	20	5.4	225	45	20	25	121
4203 - Bærelia	23.10.2017	2.33	6.6	0.115	1.88	0.5	1.59	0.39		1.81	1.69	21	5.8	240	38	29	9	126
4203 - Bærelia	15.08.2018	2.41	6.68	0.115	1.74	0.49	1.68	0.43	18	1.83	1.64	<2	5.6	190	23	10	13	125
4203 - Bærelia	17.10.2018	2.46	6.64	0.128	2.29	0.55	1.61	0.44	<2	1.76	1.72	<2	1.9	120	22	15	7	155

NIVA 7400-2019

Nr-navn	Dato	Konduktivitet mS/m	pH	Alk_4.5 mmol/l	Ca mg/L	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	NH4-N µg/l	Cl mg/L	SO4 mg/L	NO3-N µg/l	TOC mg/l	TOTN µg/l	Al/R µg/l	Al/L µg/l	LAI µg/l	ANC µEkv/L
4212 - Holmtjern	05.11.2017	1.79	5.66	0.072	2.17	0.26	1.1	0.2		1.1	0.54	8	16.7	320	53	43	10	140
4212 - Holmtjern	28.10.2018	1.62	6.11	0.08	2.07	0.26	1.12	0.18	<2	1.18	0.28	<2	13	220	56	55	1	139
4222 - Høljøren	18.10.2017	1.99	5.1	0.048	1.57								17.5					
4222 - Høljøren	15.10.2018	2.22	5.78	0.065	1.99								12.4					
4236 - Abbotj. (larbk)	05.11.2017	2.27	5.86	0.108	2.55	0.49	1.5	0.27		1.38	0.85	30	20.3	345	110	84	26	181
4236 - Abbotj. (larbk)	28.10.2018	2.03	6.06	0.086	2.1	0.47	1.47	0.29	5	1.36	1.12	12	14.2	220	110	95	15	152
4237 - Skårillen	18.06.2017	1.91	5.91	0.085	1.7	0.32	1.24	0.15	15	1.41	1.14	15	10.5	320	64	37	27	104
4237 - Skårillen	06.11.2017	1.84	6.07	0.076	1.68	0.37	1.34	0.14		1.39	1.12	15	11.5	295	60	54	6	113
4286 - Breidsjøen	18.10.2017	1.91	6.04	0.068	1.47								10.2					
4286 - Breidsjøen	15.10.2018	1.84	6.27	0.069	1.65								7.3					
4347 - Nettmangen	18.10.2017	2.3	5.89	0.078	1.99								17.5					
4347 - Nettmangen	15.10.2018	2.21	6.36	0.087	2.31								11.1					
4354 - Store Skjølungen	01.11.2017	1.94	5.23	0.055	1.71								19.9					
4354 - Store Skjølungen	29.10.2018	2.14	6.02	0.082	2.32								14.2					
4359 - Store Børen	01.11.2017	1.9	5.71	0.074	1.67								14.6					
4359 - Store Børen	29.10.2018	1.87	6.06	0.073	1.81								11.1					
4374 - Steineia	01.11.2017	1.88	5.46	0.062	1.5								16.5					
4374 - Steineia	29.10.2018	1.94	6.17	0.072	1.74								10.8					
4407 - Busjøen	01.11.2017	1.99	5.27	0.056	1.63								19.2					
4407 - Busjøen	29.10.2018	2.25	5.88	0.069	1.97								12.9					
3999 - Mellemtjernet	29.10.2018	1.46	6.15	0.071	1.3								9.3					
4001 - Slompa	29.10.2018	1.33	6.1	0.064	1.26	0.25	0.99	0.23	38	0.85	0.69	13	8.1	230	68	64	4	93
4002 - Sarvtjernet	29.10.2018	1.61	6.14	0.082	1.65								11.5					
4044 - Steinsvatnet	29.10.2018	1.73	6.4	0.091	2.01								8.3					
4237 - Skårillen	30.10.2018	1.93	6.39	0.089	2.13	0.4	1.39	0.2	57	1.43	1.19	12	9.3	250	53	49	4	139
3850 - Knuksjøen	31.10.2018	2.3	5.99	0.079	2.67	0.47	1.15	0.19	55	1.21	2.86	31	10	330	91	71	20	131
3855 - Gransjøen	31.10.2018	2.48	6.13	0.106	3.28								14.7					
33451 - Brennåstjøenna	06.11.2018	1.71	6.5	0.112	1.55								5.3					
348 - Røgden	13.11.2018	1.98	6.38	0.09	1.81								6.1					
3996 - Kalsjøen	13.11.2018	1.68	6.55	0.084	1.49	0.42	1.21	0.26	9	1.06	1.4	28	4.6	160	34	27	7	107
235 - Nøkkvatnet	23.11.2018	2.34	4.72	<0.03	0.95	0.26	1.07	0.27	18	1.04	1.23	13	17.7	260	120	89	31	66
35931 - Brenneggtj.	25.11.2018	0.63	6.16	0.057	0.59								2.7					
3953 - Hørningen	26.11.2018	2.26	5.03	0.042	1.82	0.4	1.25	0.29	<2	1.25	1.57	25	20	270	160	120	40	116
35691 - Raudtjøerna	14.12.2018	0.89	5.67	0.051	0.79	0.13	0.6	0.16	11	0.49	0.45	8	6.9	180	130	100	30	57





Figur V1. Forskjeller på vår- og høstprøver i de fire innsjøene der det ble tatt vannprøver både vår og høst i perioden 2015-2018.

## Vedlegg C. Bunnedyr

Tabell C1. Artsliste for stasjonene som ble undersøkt i perioden 2015-2018 (begynner på neste side).

















































	Tannsøen utl. 16.10.2017	Trytthøna utl. 06.10.2016 1	Trytthøna utl. 04.10.2017	Trøsøen utl. 17.10.2018	Ulvøen utl. 20.10.2015	Ulvøen utl. 09.06.2016	Valsjøen utl. 16.10.2015	Valsjøen utl. 19.10.2017	Vesle Fagervatn utl. 13.10.2016	Vesle Fagervatn utl. 24.05.2018	Ørsjøbekken (utl. S-Ørsj) 15.10.2015	Ørsjøbekken (utl. S-Ørsj) 03.10.2018	Østubekken (utl. Fjellsjøen) 14.10.2015	Østubekken (utl. Fjellsjøen) 04.10.2017
<b>Taksa</b>														
Gomphidae indet. Lv.														
Gomphus vulgatissimus Lv.														
Onychogomphus forcipatus Lv.														
Somatochlora metallica Lv.														
Zygoptera indet. Lv.														
<b>Oligochaeta</b>														
Oligochaeta indet.	112	96	3	48	34	44	36	12	10	2	10	16	1	14
<b>Plecoptera</b>														
Amphinemura borealis Lv.		2	40			74				1				
Amphinemura sp. Lv.	312	336	64	76	1712	44	480	96		30	212	124		20
Amphinemura sulciollis Lv.	64													
Brachyptera risi Lv.	14			36	712	5				58	10	8		1
Capnia atra Lv.														
Capnia sp. Lv.														15
Capniidae indet. Lv.														12
Capniidae/Leuctridae indet. Lv.														8
Capnopsis schilleri Lv.														
Diura nanseni Lv.	4				16		3	1			28	36	2	
Diura sp. Lv.														
Isoperla difformis Lv.							14							
Isoperla grammatica Lv.	36					16								
Isoperla obscura Lv.														
Isoperla obscura/difformis Lv.			90				8							
Isoperla sp. Lv.	80	528	20	2		7	40	32			16	1	20	
Leuctra digitata Lv.		4	18											
Leuctra fusca Lv.														
Leuctra hippopus Lv.	8	216		10	22		122	34	88					50
Leuctra nigra Lv.									78					
Leuctra sp. Lv.	168	100	64	96	376	152	74		28	18	106	116	328	
Leuctridae indet. Lv.														
Nemoura avicularis Lv.				64										
Nemoura cinerea Lv.			12					1016						
Nemoura sp. Lv.				88						12				4
Nemouridae indet. Lv.		10	20		384				616		80		42	
Nemurella pictetii Lv.									18	1				
Perlodidae indet. Lv.		6		8		8						24		

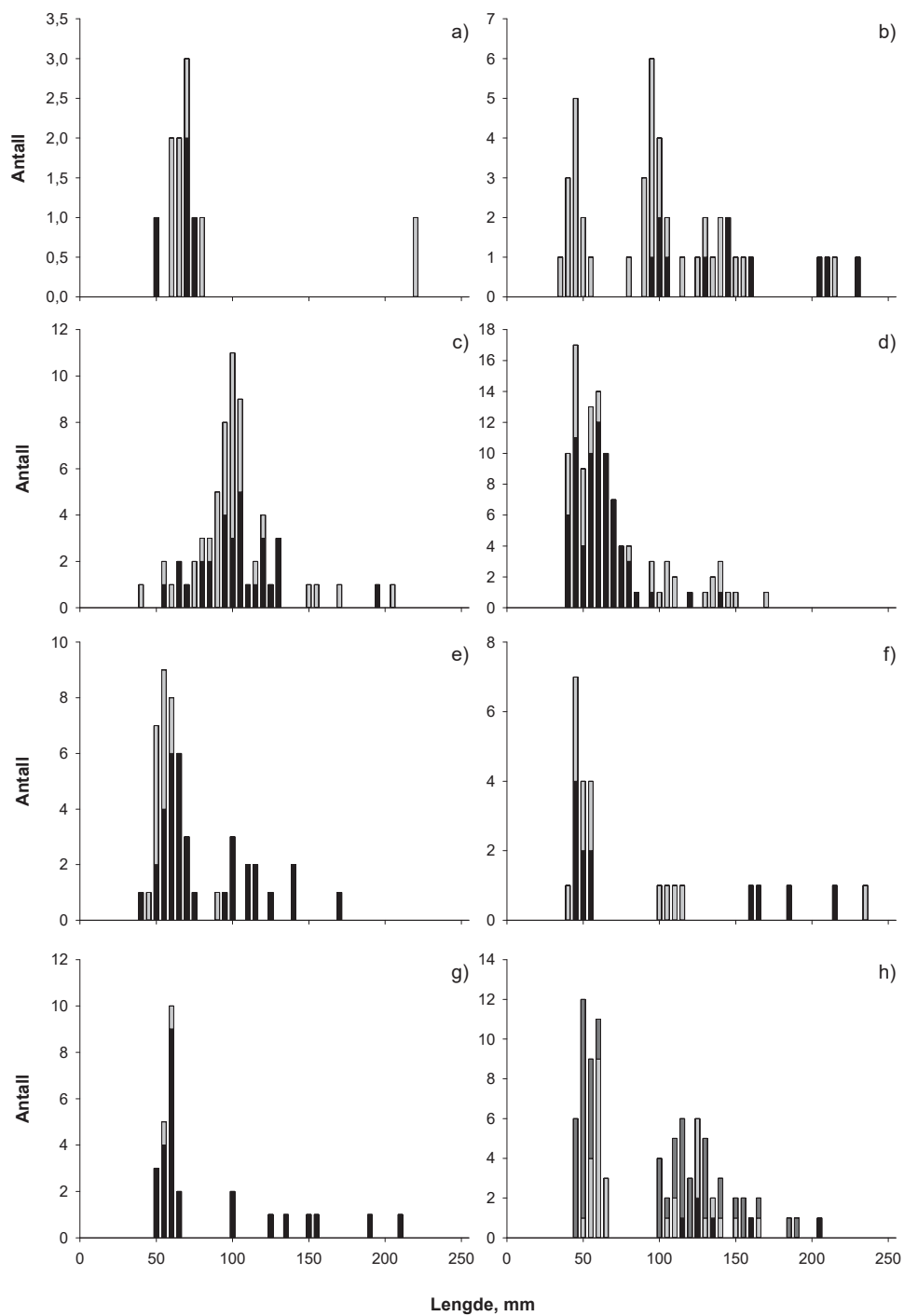


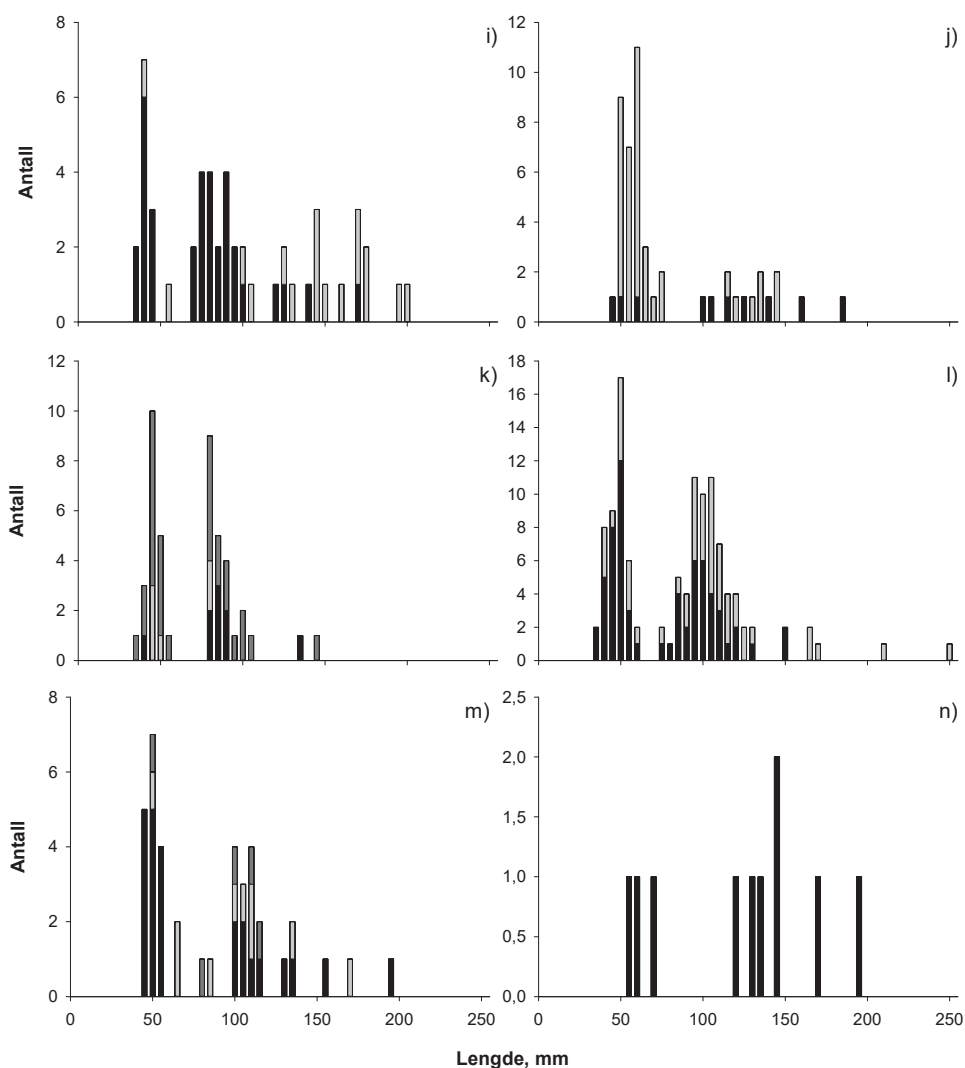




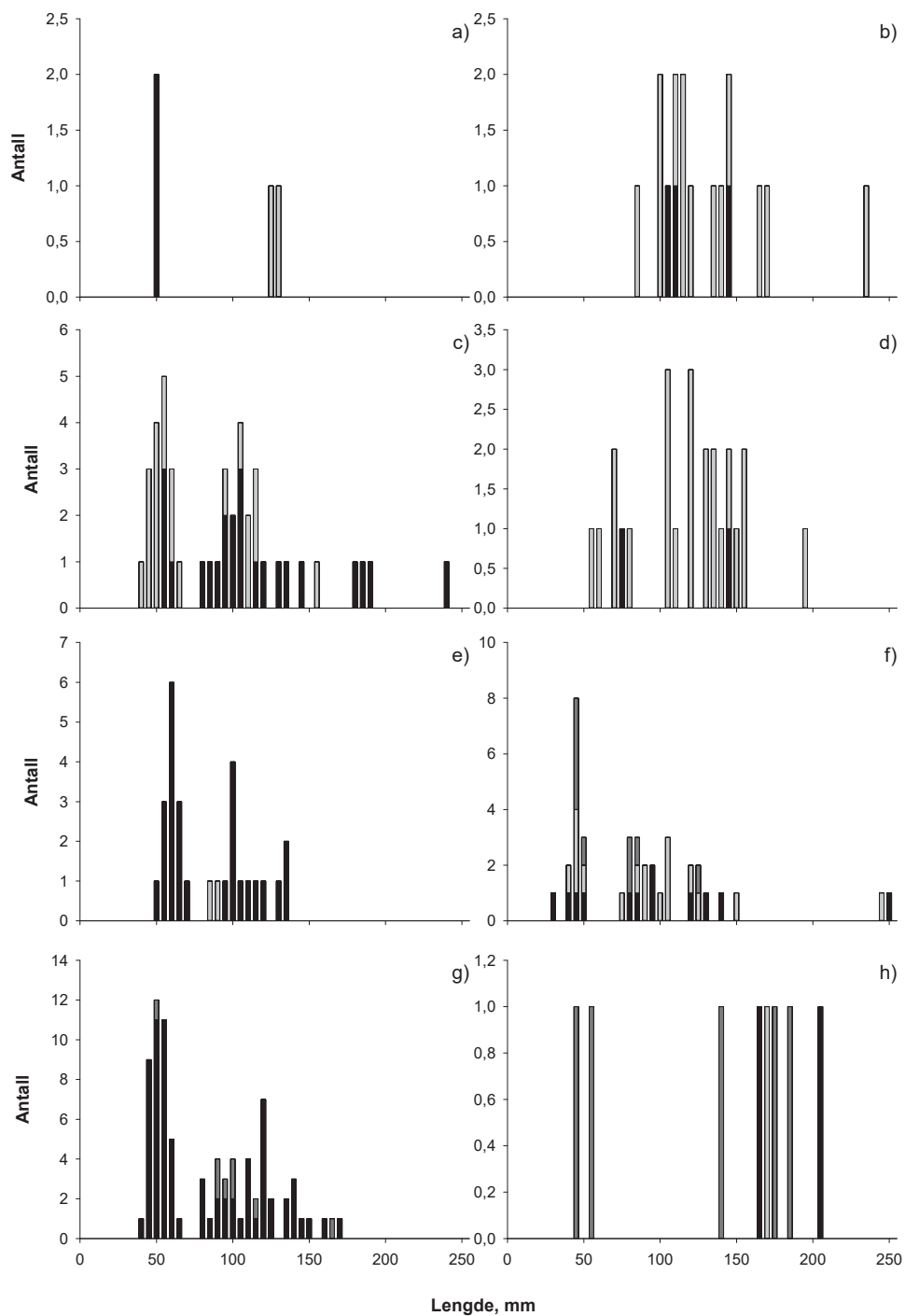


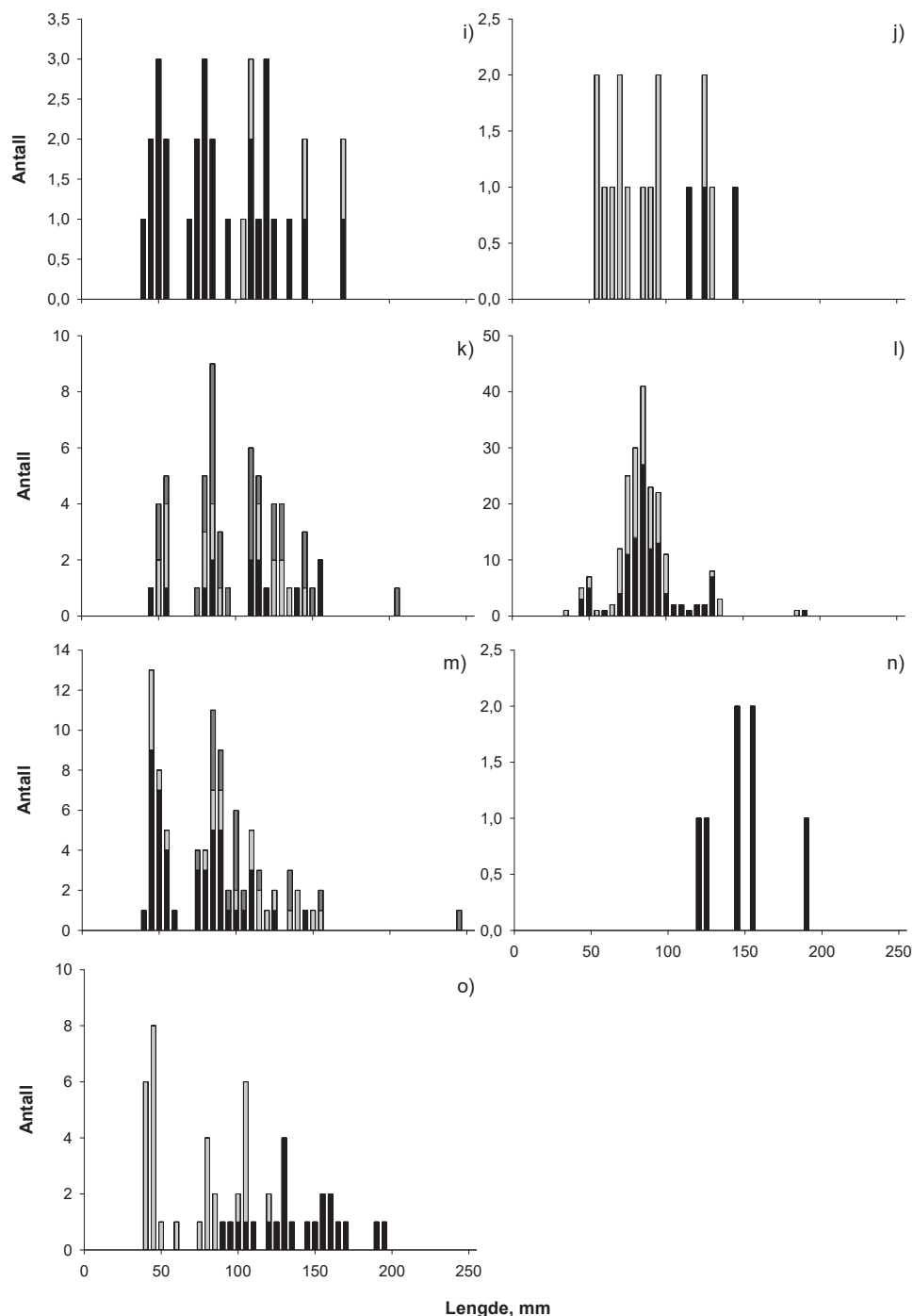






Vedlegg D2 a: Lengdefordelinger fra el-fiske på stasjoner i 2015 og 2016 knyttet til lokaliteter som listet i det følgende. Lengdefordelingene er gitt som totalt antall fangede fisk per stasjon. Lokalitets- og stasjonsbeskrivelse er gitt i teksten ovenfor. Svart del av søyle viser til fangst på stasjon 1, lysegrå på stasjon 2 og mørkegrå stasjon 3 i forbindelse med lokaliteter hvor dette er relevant. Lokaliteter: a) Søndre Øyungen, b) Krokettjern, c) Kalsjøen, d) Fjellsjøen i Kongsvinger, e) Ottsjøen, f) Grunna, g) Store Ljøsvatn, h) Gransjøen i Stange, i) Trytjønna, j) Skårillen, k) Ulvsjøen, l) Rysjøen, m) Høljessjøen og n) Gransjøen i Åsnes. Merk varierende skala for vertikal akse.

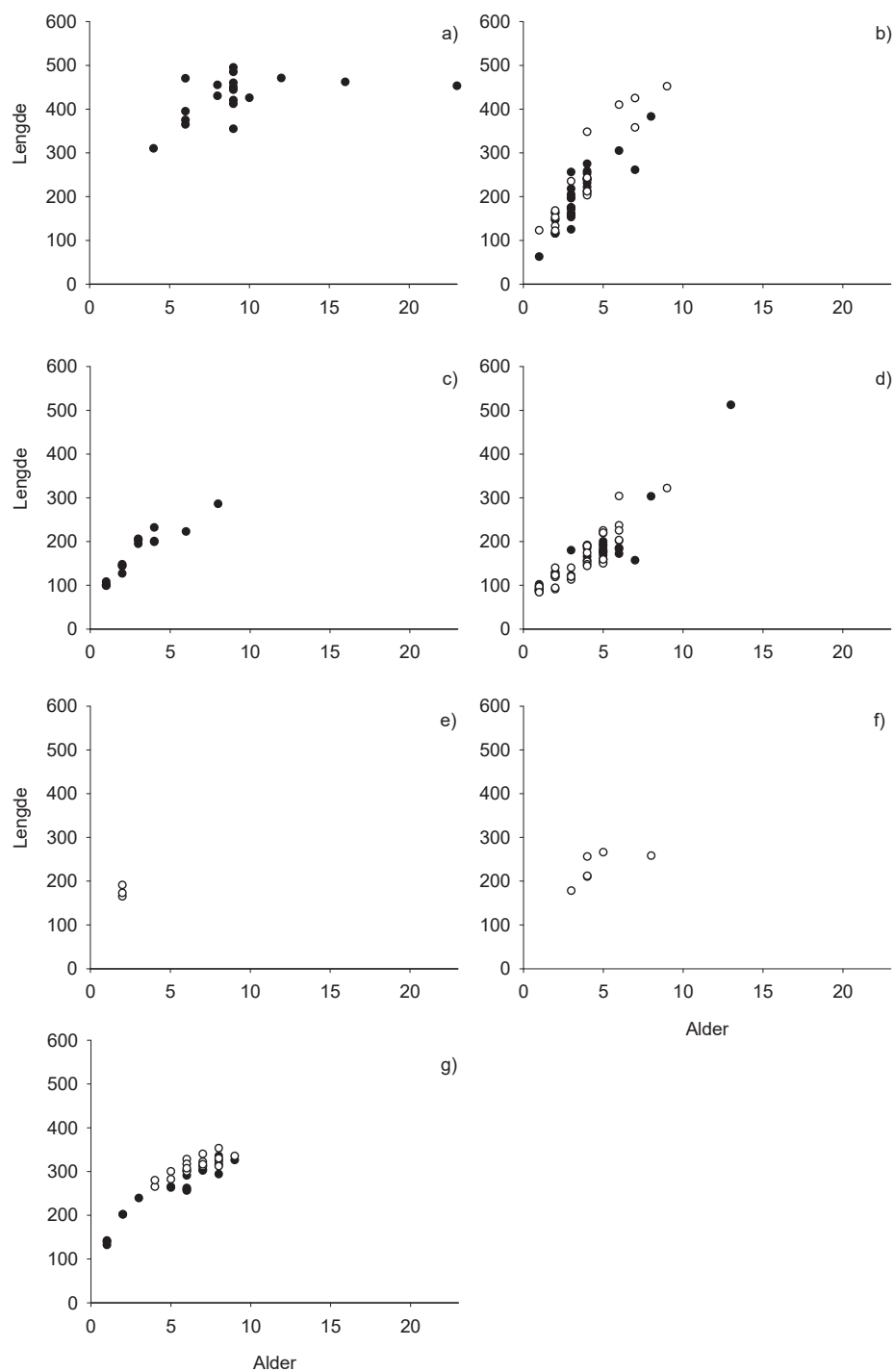




Vedlegg D2 b: Lengdefordelinger fra el-fiske på stasjoner i 2017 og 2018 knyttet til lokaliteter som listet i det følgende. Lengdefordelingene er gitt som totalt antall fangede fisk per stasjon. Lokalitets- og stasjonsbeskrivelse er gitt i teksten ovenfor. Svart del av søyle viser til fangst på stasjon 1, lysegrå på stasjon 2 og mørkegrå stasjon 3 i forbindelse med lokaliteter hvor dette er relevant. Lokaliteter: a) Søndre Øyungen, b) Krokettjern, c) Kalsjøen, d) Fjellsjøen i Kongsvinger, e) Ottsjøen, f) Grunna, g) Store Ljøsvatn, h) Gransjøen i Stange, i) Trytjønnå, j) Skårillen, k) Ulvsjøen, l) Rysjøen, m) Høljessjøen, n) Gransjøen i Åsnes og o) Revlingsjøen. Merk varierende skala for vertikal akse. Enkeltfisk større enn 250 mm er ikke inkludert i figuren for noen lokaliteter.

Vedlegg D3: Antall fisk per aldersklassene 1 – 11 og  $\geq 12$  år for abbor i innsjøer hvor denne arten ble fanget i løpet av 2015 og 2016 og i 2017 og 2018 (grå farge). \*Tabellen inkluderer også aldersfordelingen for harr fanget i Brenneggtjønnna.

Innsjø	Kommune	Alder ved fangst											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	$\geq 12$
Fjellsjøen	Kongsvinger		6	2	2	4	4	1					1
Kalsjøen	Grue		1	4	1	5	5	1	1	1	1		
Ottsjøen	Nord-Odal	3	2	5	3	2	5	2	2	3			
Gransjøen	Stange	3	5	2	3	7			1				1
Store Ljøsvatn	Ringsaker	4				1				1	2		9
Rysjøen	Trysil		7	2	1		1	2		1	1		3
Ulvsjøen	Trysil		3	2		1	4		1	3	8	1	
Røvoltjønnan	Engerdal			6	2	3	2	3	1	2	1		
Brenneggtjønnna*	Rendalen	3	2	1		2	4	3	3	1			
Fjellsjøen	Kongsvinger		10	5	1		1	2	1			1	
Kalsjøen	Grue	2	2	4	3	4	2	2					
Ottsjøen	Nord-Odal	3	2	4	2	3	2	1	2			1	1
Gransjøen	Stange		3	11	3		1	1			1		4
Store Ljøsvatn	Ringsaker	1		8	2							1	9
Rysjøen	Trysil	2	1	3	9	1			1	1			2
Ulvsjøen	Trysil				4	3		1	2	1		3	6
Røvoltjønnan	Engerdal		1	7	6	8	2		1				
Brenneggtjønnna*	Rendalen				2	2	5	4	6	1			



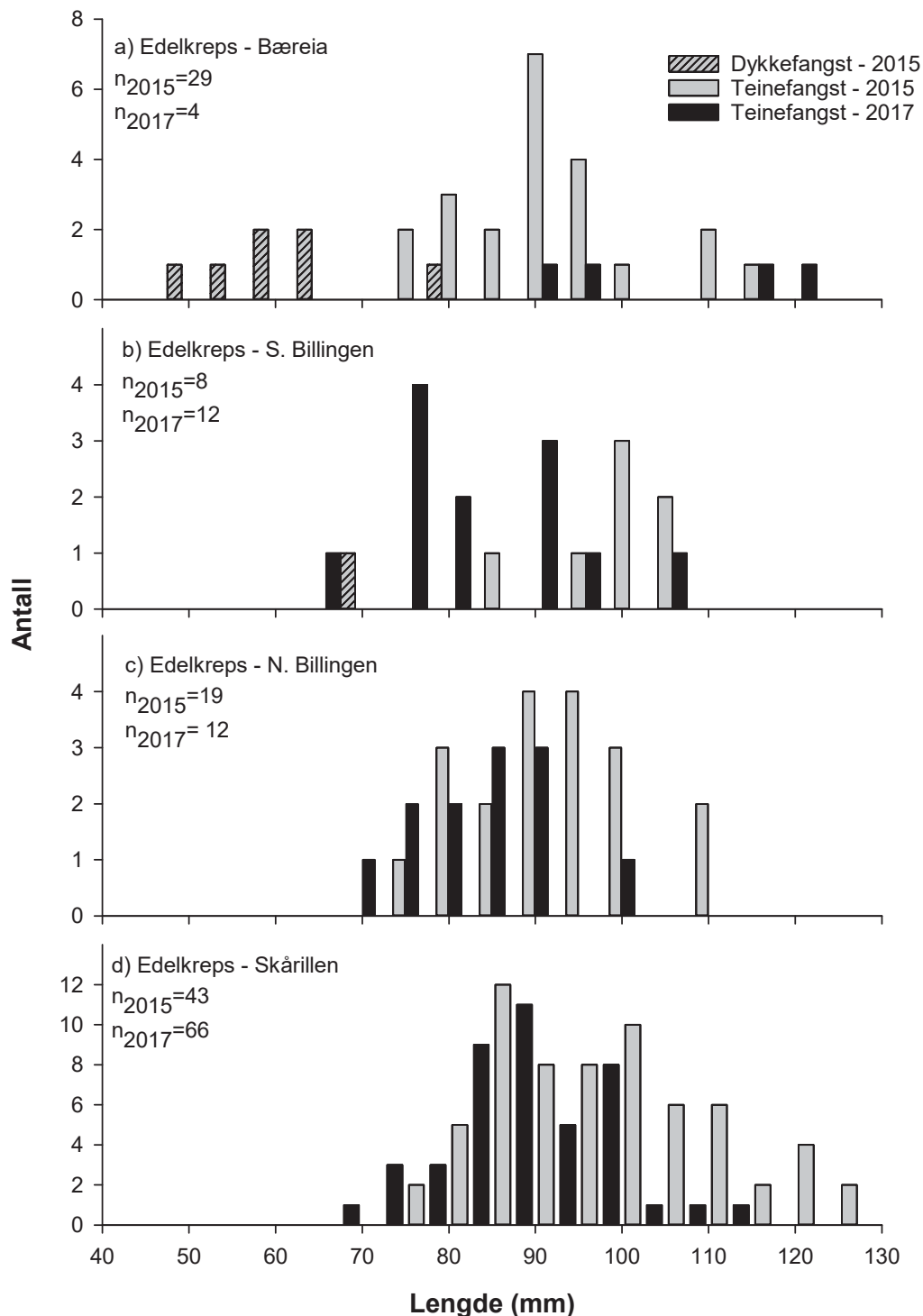
Vedlegg D4: Individuell fordeling av lengde per alder for røye (a-f) og harr (g) i fangstene fra henholdsvis a) Fåfengtjørna (Stor-elvdal; 2015 og 2017), b) Revlingsjøen (Engerdal; 2016 og 2017), c) Butjønn (Os; 2016 og 2018), d) Røtjønna (Os; 2016 og 2018), e) Røvoltjørnane (Engerdal; 2016 og 2018), f) Kalsjøen (Grue; 2015 og 2017) og g) Brenneggtjern (Rendalen; 2016 og 2018). Sorte sirkler er data fra første fiskerunde, mens hvite er fra siste.

Vedlegg D5: Beregnet oppvekstratio (OR) og fangstutbytte (CPUE; fangst per 100 m<sup>2</sup> garnflate) for ørret. CPUE er oppgitt for det året fangsten ble gjennomført.

Navn	Kommune	Innsjøareal, ha	Gyte og oppvekstareal, m <sup>2</sup>	OR	CPUE			
					2015	2016	2017	2018
Fjellsjøen	Kongsvinger	57	325	5,7	1,1		1,9	
Kalsjøen	Grue	69	575	8,3	1,4		3,8	
Ottsjøen	Nord-Odal	102	700	6,9	1,5		1,1	
Gransjøen	Stange	14	65	4,6	0,4		0,4	
Grunna	Ringsaker	135	5820	43,1	3,0		6,3	
S. Ljøsvatn	Ringsaker	39	1000	25,6	7,8		5,6	
Ulvsjøen	Trysil	49	1100	22,4		4,4		3,3
Rysjøen	Trysil	93	3060	32,9		10,9		2,2
Revlingsjøane	Engerdal	17	331	19,4		11,3		12,8
Røveltjørnane	Engerdal	23	987	42,9		20,0		19,1
Brenneggtj.	Rendalen	24	250	10,4		0,6		0,3
Ryensjøen	Rendalen	25	500	20,0		16,2		8,2
S. Ørsjøen	Rendalen	66	3567	54,1		29,6		23,6
Fjellsjøen	Os	57	2676	46,9	12,0		5,3	
Butjørna	Os	21	80	3,8		0		-



## Vedlegg E. Kreps



Vedlegg E1: Lengdefordeling til edelkreps fanget i a) Bæreia, b) S. Bellingen, c) N. Bellingen og d) Skårillen i 2015 og 2017.





## NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

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