



Fylkesmannen i Oppland

MILJØVERNDELINGEN



Biologi og bufferhistorikk i 8 kalkede
innsjøer i Hurdalsvassdraget i Gran
kommune, med spesiell vekt på
fiskeundersøkelser i Øyangen 2011

<p>Biologi og bufferhistorikk i 8 kalkede innsjøer i Hurdalsvassdraget i Gran kommune, med spesiell vekt på fiskeundersøkelser i Øyangen 2011</p>	<p>Rapportnr.:11 /12</p>
	<p>Dato: 21.11.2012</p>
<p>Forfatter(e): Ine Cecilie J. Norum, Svein Birger Wærvågen og Ingrid Ebne</p>	<p>Faggruppe: Naturforvaltning</p>
<p>Prosjektansvarlig: Ola Hegge</p>	<p>Område: Oppland</p>
<p>Finansiering: Fylkesmannen i Oppland og Direktoratet for naturforvaltning</p>	<p>Antall sider: 33</p>
<p>Emneord: Øyangen, fiskeundersøkelser, røye, zooplankton</p>	<p>ISSN-nummer: 0801-8367 ISBN-nummer: 978-82-93078-34-0</p>
<p>Sammendrag: Rapporten omhandler fiskeundersøkelser fra Øyangen og zooplanktonprøver fra Øyangen, Lomtjern, Håndkleputten, Hekkentjern, Mærratjern, Huldretjern, Ø. Sandbotnvatn og V. Sandbotnvatn. Undersøkelsene ble gjennomført etter at Mathisen Eidsvoll verk uttrykte bekymring rundt røyebestanden i Øyangen.</p>	
<p>Referanse: Norum, I.C.J., Wærvågen, S.B. og Ebne,I. 2012. Biologi og bufferhistorikk i 8 kalkede innsjøer i Hurdalsvassdraget i Gran kommune, med spesiell vekt på fiskeundersøkelser i Øyangen 2011, miljøvernavdelingen. Rapport nr.11/12, 33 s.</p>	



Fylkesmannen i Oppland

Kontoradresse:
Storgt. 170
2626 Lillehammer

Postadresse:
Postboks 987
2626 Lillehammer

Elektronisk post:
Internett: postmottak@fmop.no

Telefon: 61 26 60 00
Telefaks: 61 26 61 67

Forord

Krepsdyrundersøkelsene i de åtte innsjøene i Hurdalsvassdraget og fiskeundersøkelsene i Øyangen ble utført etter at Mathisen Eidsvoll verk uttrykte bekymring rundt røyebestanden i Øyangen. Hensikten med undersøkelsene var å undersøke om det er tegn til forursingsskader på krepsdyrplankton i de utvalgte innsjøene og på fisk i Øyangen.

Ingrid Ebne koordinerte prøvefisket og zooplanktoninnsamlingen og gjennomførte også feltarbeidet. Takk til Mathisen Eidsvoll verk som stilte med personell, utstyr og hjelp under fiske og innsamling av plankton.

Lillehammer, 21. november 2012


Vebjørn Knarrum
Avdelingsdirektør


Ola Hegge
Seniorrådgiver

Innhold

1. Innledning.....	1
2. Områdebeskrivelse	4
3. Metode.....	11
4. Resultater.....	13
4.1 Vannkjemi	13
4.2 Dyreplankton/zooplankton	13
4.3 Prøvefiske i Øyangen	16
4.3.1 Abbor.....	17
4.3.2 Røye	17
4.3.3 Ørret	19
5. Diskusjon.....	22
5.1 Vannkjemi	22
5.2 Dyreplankton/zooplankton	22
5.3 Prøvefiske.....	24
6. Referanser.....	27
Vedlegg 1. Resultater fra prøvefisket i Øyangen	31
Vedlegg 2. Prosentvis foredling av dyreplankton i de undersøkte lokalitetene i 2011.....	32
Vedlegg 3. Innsjøinndeling i kategoriene: A, B, C, D og E.....	33

1. Innledning

Forsuring er fortsatt et av de alvorligste miljøproblemene vi har i Norge. Hovedårsaken til sur nedbør og forsuring er innholdet av løste svovel- og nitrogenforbindelser i nedbøren. Disse opprinnelige oksidene danner syrer i løsnings med vann. Den sure nedbøren trenger ned i jordsmonnet og kommer i kontakt med berggrunnen, noe som fører til utløsning av en del metaller med ulik giftighet. For fisk og evertebrater er utlekkingen av aluminium spesielt giftig.

Det finnes flere innfallsvinkler for å skaffe kunnskap om kvaliteten på et vassdrag. Ved å måle vannkjemi i en innsjø får man et bilde av vannkjemien her og nå. Registrerer man derimot artssammensetningen i zooplankton- og fiskesamfunn kan man få en indikasjon på om vannkvaliteten har vært innenfor en arts toleransegrense over lengre tid. Forekomsten av en art gjennom dens livssyklus/generasjon(er) kan gi indikasjoner på om vannkvaliteten har vært innenfor rammen av dødelighetsgrensene til arten. Innen dødelighetsområdet vil vi finne stresseffekter inntil vi når optimumsområdet hvor arten trives best i forhold til vannkjemi. Innenfor optimumsområdet kan det ofte være vanskelig å finne ut hva som bestemmer populasjonstetthet; matbegrensning eller artsinteraksjoner.

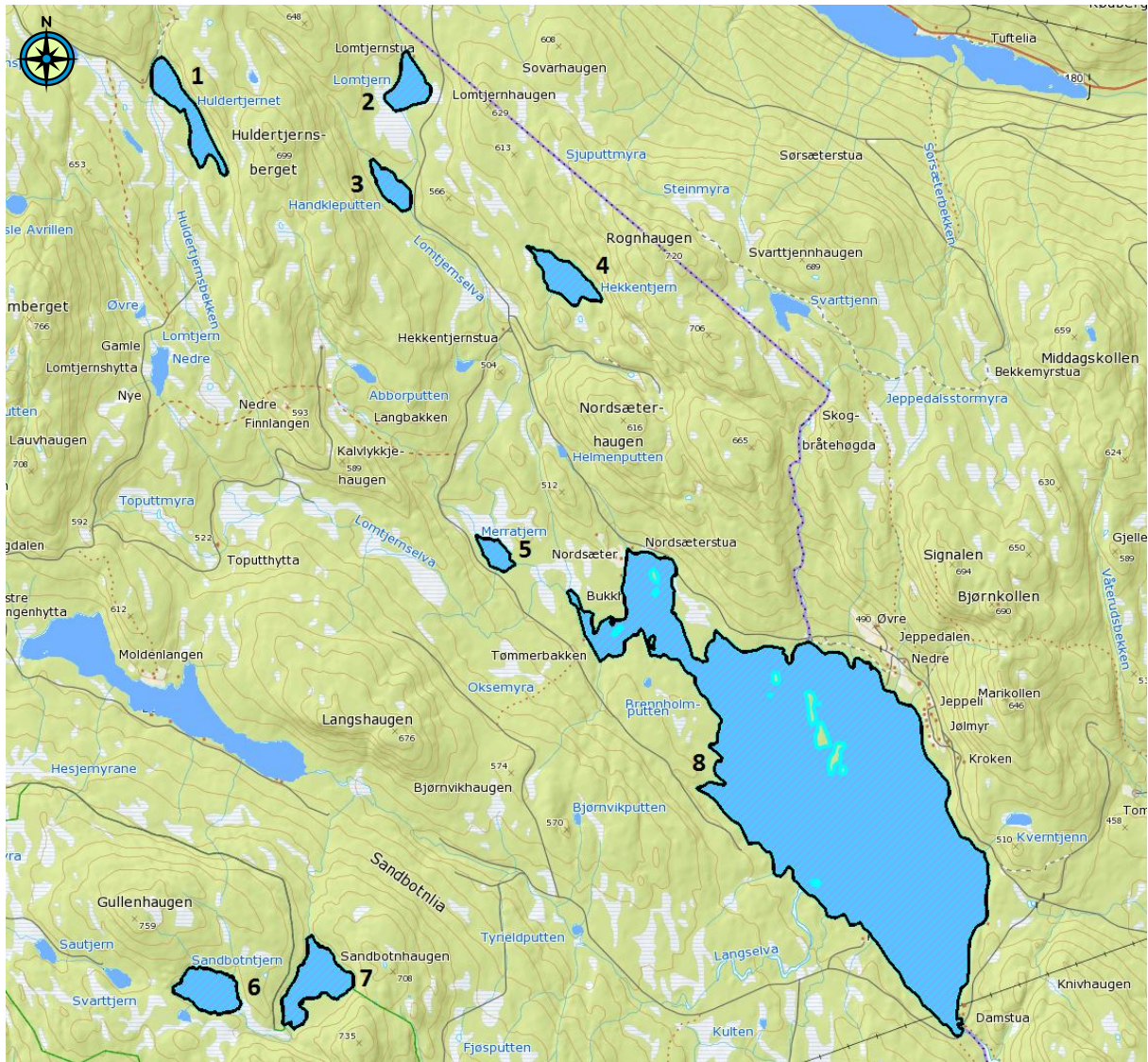
Det pelagiske dyresamfunnet i ferskvann egner seg godt som indikatorer ved forsuring, effekter av kalking og naturlig restaurering av økosystemer. Fordelene ved å bruke pelagisk dyreplankton er en betydelig enklere prøvetagningsmetodikk og systematikk enn for bentiske arter. Det foreligger også svært mye økologiske data fra undersøkelser rundt forsuring og restaurering (Keller & Yan 1998, Nilssen & Wærvågen 2002a, 2002b). Karakterarter for sure innsjøer, og lavt predasjonstrykk fra fisk er: *Heterocope saliens*, *Eudiaptomus gracilis* (kun i lavlandet), *Bosmina longispina*, *Diaphanosoma brachyurum* (kun i lavlandet), *Holopedium gibberum*, *Kellicottia longispina*, *Polyarthra* (hovedsakelig *P. remata*, *P. vulgaris* og *P. minor*) og *Collotheca* spp. I de kronisk sure innsjøene er karakterartene spesielt *H. saliens*, *E. gracilis*, *B. longispina*, *K. longispina*, *Polyarthra* spp. og *Collotheca* spp.

Arter som ikke finnes i forsurede lokaliteter og som kommer tilbake ved naturlig «recovery» og tvungen «recovery» ved kalking, er følgende arter: *Daphnia longispina*/*Daphnia lacustris*, *Conochilus unicornis*/*hippocrepis* samt cyclopoide copepoder som *Cyclops scutifer* og *T. oithonoides*; den siste cyclopoiden *Mesocyclops leuckarti* er betydelig mer hardfør overfor forsuring. Den calanoide copepoden *H. appendiculata* er også sterkt følsom overfor forsuring.

De forsuringfølsomme artene *D. longispina* (ofte i lavland/kystnære) og *D. lacustris* (mer i innlandet) er i ferd med å reetablere seg i tidligere kalkede innsjøer, mens artene sannsynligvis alltid har vært til stede i mindre sure vann (Nilsen et al. 2007, Petrusek et al. 2008). Tilsvarende er det for den følsomme hypolimnetiske arten *C. scutifer*, som finnes i svært små populasjoner i tidligere sure innsjøer. Den mer hardføre arten *M. leuckarti* er kommet lengre i og etableres i lavlandsinnsjøer under naturlig restaurering. De nye populasjonene av *D. longispina/D. lacustris* kommer sannsynligvis fra egg-bank i sedimentet, mens de cyclopoide copepodene sannsynligvis har meget små restpopulasjoner i de forskjellige innsjøene influert av fiskepredasjon.

Hovedmålet med kalkingen er å sikre biologisk mangfold. Ved å etablere en vannkvalitet som gjør det mulig for fisken, og dens næringsdyr, å leve og formere seg sikrer man også et godt rekreasjonsfiske. I 1983 begynte kalkingen av de første vassdragene i Norge, og det er Direktoratet for naturforvaltning (DN) som har det sentrale forvaltningsansvaret for kalkingsvirksomheten i Norge. Utslippsreduksjonene har blitt betydelige, og mengden kalk kan gradvis justeres ned. Kalking som midlertidig mottiltak må allikevel benyttes inntil utslippene har blitt ytterligere redusert og jordsmonnet har gjenopprettet sin bufferevne.

I Hurdalvassdraget i Oppland ble 8 kalkede innsjøer (Fig. 1) undersøkt høsten 2011. Det ble tatt zooplanktonprøver i alle de 8 innsjøene. I tillegg ble det også gjennomført et prøvefiske i Øyangen. Undersøkelsene ble gjort etter at Mathisen Eidsvoll verk uttrykte bekymring rundt røyebestanden i Øyangen. Denne innsjøen ligger på grensa mellom Oppland og Akershus, i kommunene Gran og Hurdal, og drenerer mot Hurdalssjøen. Øyangen og 5 innløpsbekker ble tidligere kalket i regi av Fylkesmannen i Oslo og Akershus, første gang i 1989. Nå administreres kalkingen av Fylkesmannen i Oppland. Vannkvaliteten i Øyangen er relativt bra, og det er ikke rapportert om rekrutteringssvikt som dokumenterer behov for kalking av innsjøen. Det er registrert mye abbor, lite røye og forholdsvis mye, men slank ørret i innsjøen (Fredrik Rølåsen, pers.med.) Det ble utført prøvefiske for å samle informasjon om fiskebestandene i Øyangen.



Figur 1. Oversikt over åtte undersøkte innsjøer i Hurdalvassdraget i 2011 (1: Huldretjern, 2: Lomtjern, 3: Håndkleputten, 4: Hekkentjern, 5: Merratjern, 6: Østre Sandbotnvatn, 7: Vestre Sandbotnvatn, 8: Øyangen). Målestokk 1: 40 000.

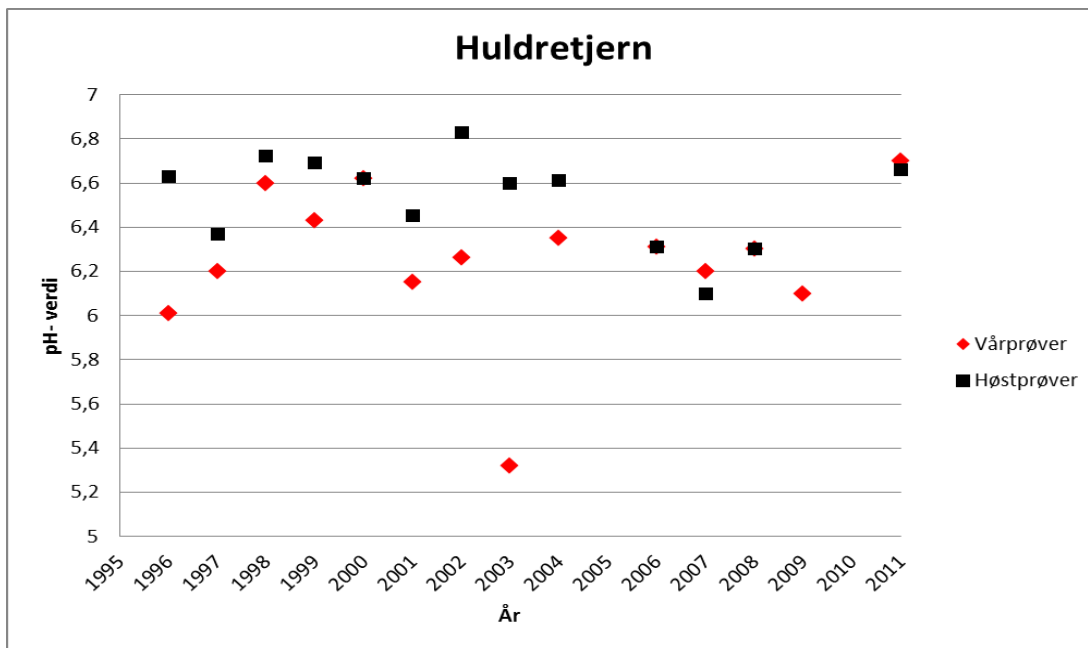
2. Områdebeskrivelse

Hurdalvassdraget ligger i Gran kommune, med berggrunn bestående i all hovedsak av granitt og gneiser (Sigmond et al. 1984). Denne typen berggrunn har lav bufferevne, naturlig lave Ca-verdier og dermed lav motstandsevne mot sur nedbør. Geografiske og fysiske data er oppgitt i Tabell 1. Vassdraget består av flere innsjøer som renner ut i Øyangen. Nedslagsfeltet rundt Øyangen domineres av naturlig surt vann, drenert fra myrområder, noe som gjenspeiles på korte siktedyp og vannets farge i innsjøene. De 8 innsjøene (Fig. 1) som ble undersøkt hadde en gjennomgående vannfarge i nyanser fra gult og oransje til brunrødt og brungult. Dette tyder på at det er fra noe til betydelige mengder humus i alle innsjøene.

Tidligere ble alle de undersøkte lokalitetene kalket, med unntak av Merratjern, hvor oppholdstiden er for kort (Fig. 2 – Fig.9). I dag kalkes det bare i Huldretjern. For å bestemme en lokalitets videre kalkingsbehov vurderes vannkjemi og pH- verdier målt på vårprøver og høstprøver tatt fra innløpsbekker og utløpsbekker. pH-verdiene i innløpsbekkene til flere av de undersøkte innsjøene i dette tilfellet har hatt gode verdier gjennom de siste årene, noe som viser god vannkvalitet ($\text{pH} > 6$ regnes som god verdi i kalkede lokaliteter).

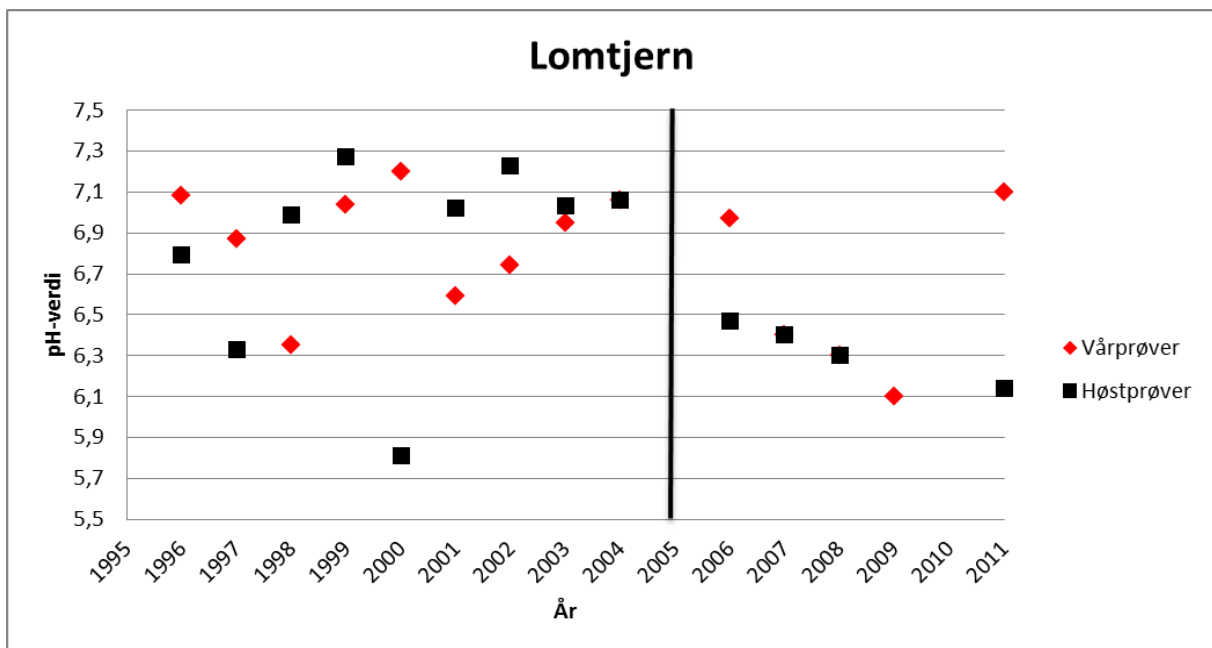
Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har foretatt en vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Oppland (Austnes 2012). Av de 8 innsjøene i denne rapporten vurderes 5 som S (kalking kan stanses). Dette gjelder Huldretjern, Lomtjern, Hekkentjern, Merratjern og Øyangen. De 3 siste, Håndkleputten, Ø. Sandbotnvatn og V. Sandbotnvatn, vurderes som U*. U* vil si at det er usikkert om det fortsatt er behov for kalking, og at det er noe tvil om konklusjonen når lokalitetene sammenlignes med nabosjøer. Alternativ konklusjon er S. I realiteten er kalking stanset i samtlige innsjøer, med unntak av Huldretjern, som her vurderes til S.

Huldretjern renner sammen med elva fra Merratjern et par hundre meter oppstrøms Øyangen. I Huldretjern finnes bestander av ørret, abbor og røye, og tjernet har vært årlig kalket siden 1992. Det har vært tilfredsstillende pH her gjennom hele 1990-tallet, med verdier på over 6 (Fig. 2). I mai 2011 ble pH målt til 6,7 samtidig med en alkalitet på 0,09 mmol/l og kalsium på 2,8 mg/l. Dybden på innsjøen ble målt til 18,6 meter, og med et siktedyp på 3,2 meter. Det ble registrert temperaturer i overflaten, termoklinen og ved bunnen, og disse var henholdsvis 12, 9 og 6 grader.



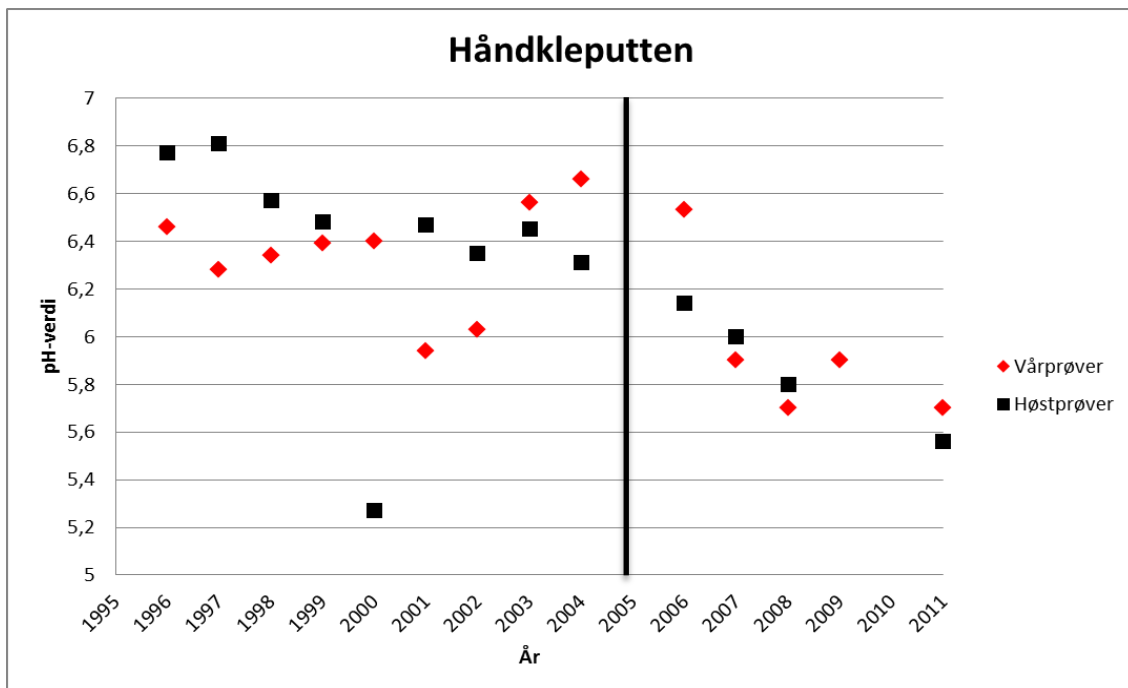
Figur 2. Oversikt over pH-verdier målt på vårprøver og høstprøver i Huldretjern fra 1995 - 2011. Huldretjern kalkes fortsatt.

Lomtjern drenerer, via Håndkleputten og Merratjern, til Øyangen. I Lomtjern finnes bestander av ørret og abbor. Det ble igangsatt kalking i 1998, og pH har vært stabil i området 6-7 siden 1995 og vært over 6 siden slutten av 1980-tallet. Det ble målt pH på 7,1 og 6,1 i 2011 på hhv vår- og høstprøver (Fig. 3). Samtidig ble alkaliteten målt til 0,08 mmol/l og mengden kalsium 2,2 mg/l. Dybden i innsjøen ble målt til 5 meter, med et siktedyp på 1,9 meter. Det ble registrert lik temperaturer på 12 grader i hele vannsøylen.



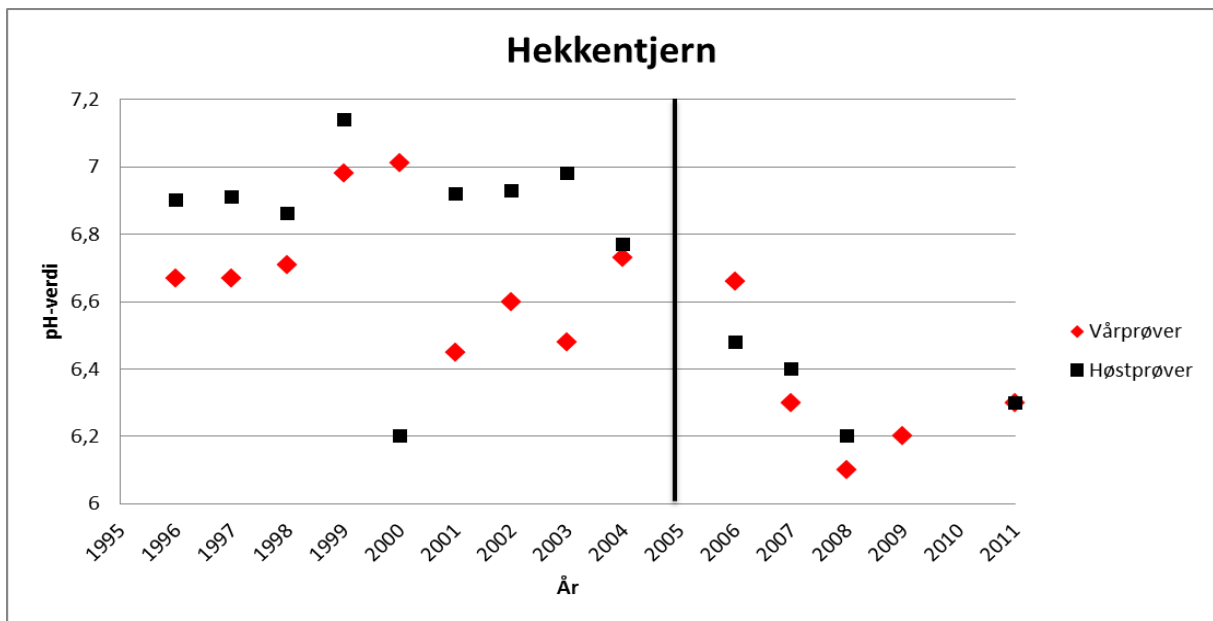
Figur 3. Oversikt over pH-verdier i Lomtjern fra 1995 – 2011 målt på vårprøver og høstprøver. Den svarte streken viser kalkstopp, med ingen kalking etter 2005.

Håndkleputten har bestander av ørret og abbor, og innsjøen ble kalket for første gang i 1998. Oppholdstiden i Håndkleputten er imidlertid for kort for å forsvare innsjøkalking, og buffring her har derfor vært basert på innsjøkalkingen i Lomtjern. Nevnte kalkstopp i Lomtjern i 2005 førte til redusert kalktilførsel til Håndkleputten (Fig. 4). I mai 2011 ble pH målt til 5,7 i Håndkleputten, mens alkaliteten ble målt til <math><0,03\text{ mmol/l}</math> og mengden kalsium til 1,1 mg/l. Dybden i innsjøen ble målt til 2,5 meter med et siktedyp på 2,3 meter. Det ble registrert lik temperatur på 12 grader i overflate og ved bunn, det ble ikke registrert temperatur i termoklinen.



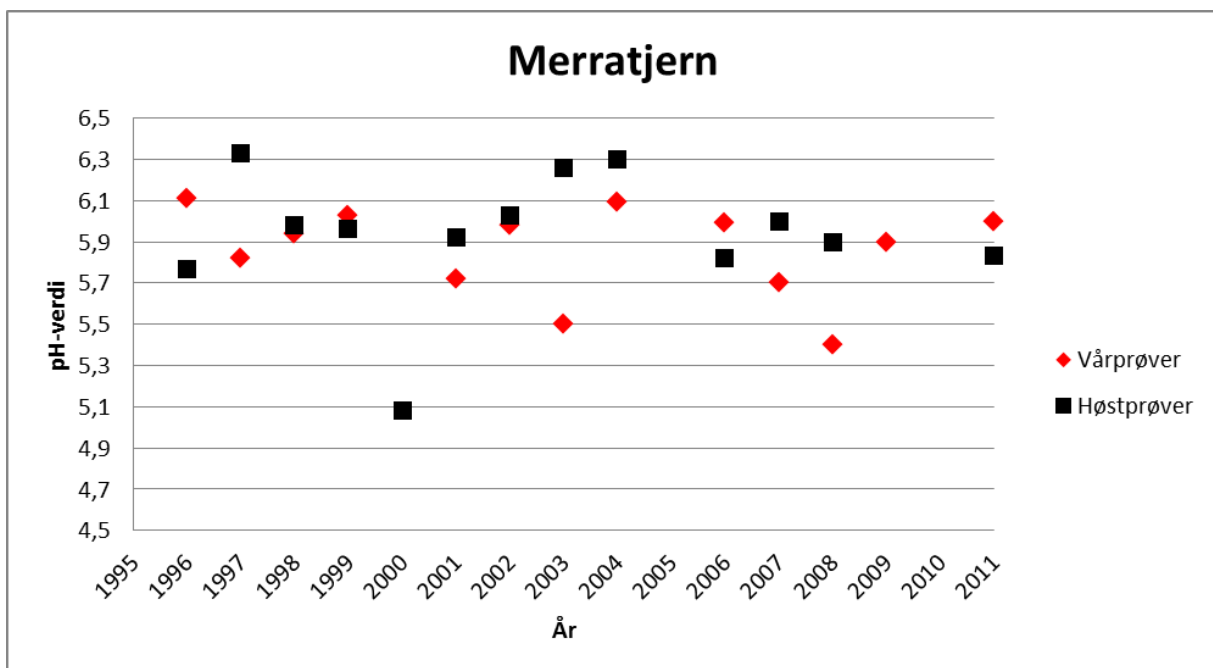
Figur 4. Oversikt over pH-verdiene i Håndkleputten fra 1995 – 2011. pH-verdien er målt på vårprøver og høstprøver. Den svarte streken viser kalkstopp, med ingen kalking etter 2005 (direkte resultat av kalkstopp i Lomtjern).

Hekkentjern har bestander av ørret og abbor. Kalking ble startet i 1998, og pH-verdien har stort sett holdt seg over 6,5 fram mot kalkstopp i 2005 (Fig.5). Mai 2011 ble pH målt til 6,3. I tillegg ble alkaliteten målt til 0,04 mmol/l og mengden kalsium til 1,6 mg/l. Dybden i innsjøen ble målt til 10,2 meter med et siktedyp på 2 meter. Det ble registrert temperaturer i overflaten, termoklinen og ved bunnen, disse var henholdsvis 13, 11 og 7 grader.



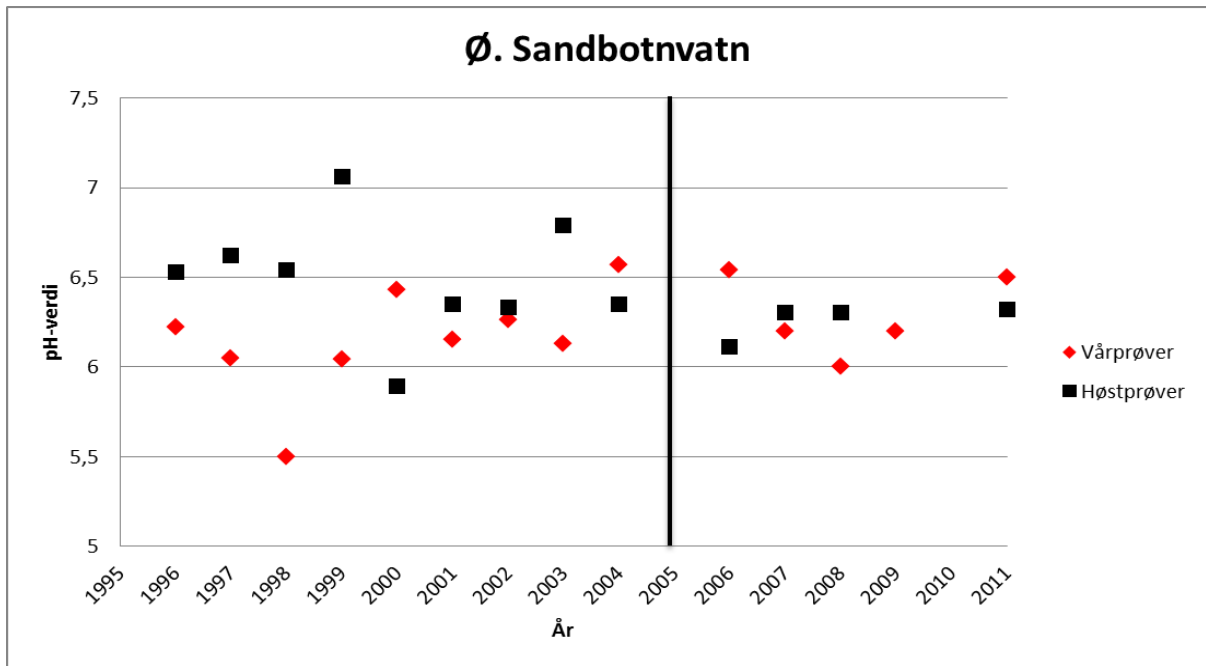
Figur 5. Oversikt over pH-verdiene i Hekkentjern fra 1995 – 2011. pH-verdier er målt på vårprøver og høstprøver. Den svarte streken viser kalkstopp, med ingen kalking etter 2005.

Merratjern renner sammen med elva fra Huldretjern et par hundre meter oppstrøms Øyangen. Det er bestander av ørret og abbor i Merratjern. På grunn av kort oppholdstid her har ikke Merratjern blitt kalket, men har fått tilført noe kalk fra oppstrøms kalking. Mai 2011 ble pH målt til 6 (Fig.6), mens alkaliteten ble målt til <math><0,03\text{ mmol/l}</math> og mengden kalsium til 1,2 mg/l. Dybden i innsjøen ble målt til 8,5 meter med et siktedyp på 2 meter. Det ble registrert temperaturer i overflaten, termoklinen og ved bunnen, disse var henholdsvis 12, 9 og 6 grader.



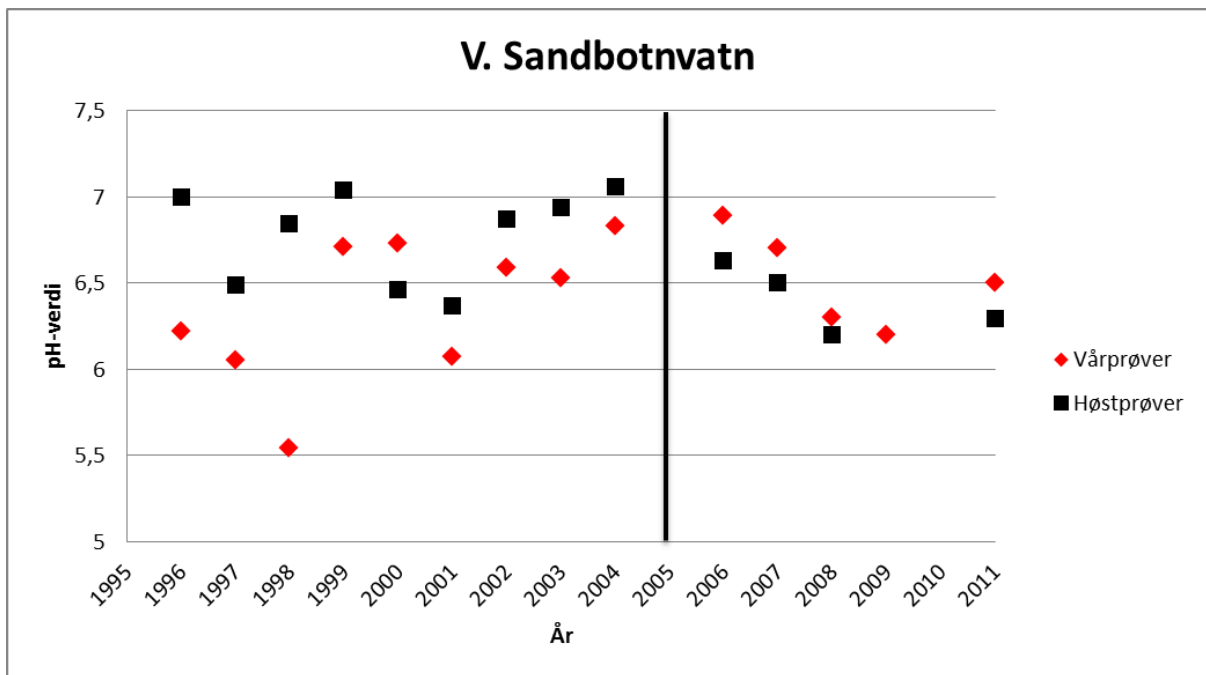
Figur 6. Oversikt over pH-verdiene i Merratjern fra 1995 – 2011. pH-verdier er målt på vårprøver og høstprøver.

Østre Sandbotnvatn har en bestand av ørret. Kalking ble igangsatt i 1993, og pH har i hele perioden etter ligget på over 6, med unntak av enkeltprøver i 1998 og 2000 (Fig.7). Mai 2011 ble pH målt til 6,5, samtidig ble alkaliteten målt til 0,06 mmol/l og mengden kalsium til 1.9 mg/l. Dybden i innsjøen ble målt til 2,5 meter med et siktedyp på to meter. Det ble registrert temperaturer i overflaten, termoklinen og ved bunnen. Dette viste en gjennomgående temperatur i vannsøylen på 12 grader.



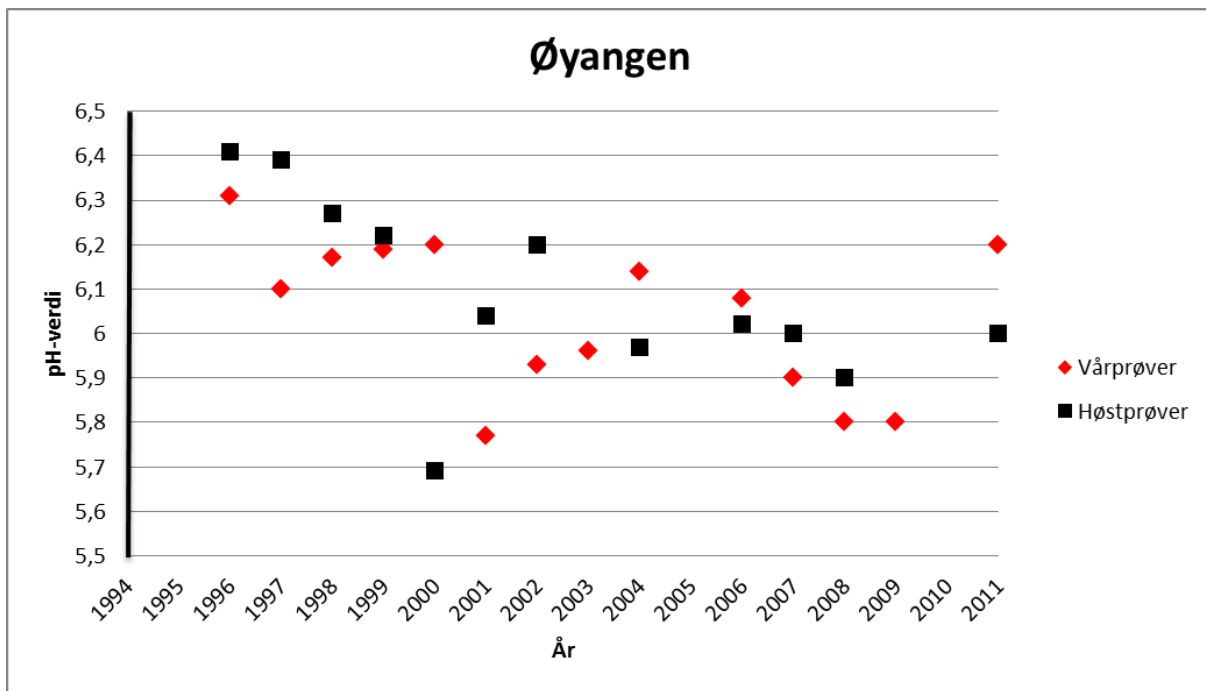
Figur 7. Oversikt over pH-verdiene i Østre Sandbotnvatn fra 1995 – 2011. pH-verdier er målt på vårprøver og høstprøver. Den svarte streken viser kalkstopp, med ingen kalking etter 2005.

Vestre Sandbotnvatn har en bestand av ørret. Kalking ble igangsatt i 1993, og vannkvaliteten har de siste årene holdt seg stabil med en pH over 6, med unntak av 1998 (Fig.8). I mai 2011 ble pH målt til 6,5, mens alkaliteten målt til 0,06 mmol/l og mengden kalsium til 0,7 mg/l. Dybden ble målt til 8,6 meter med et siktedyp på 3,2 meter. Det ble registrert temperaturer i overflaten, termoklinen og ved bunnen med henholdsvis 12, 10 og 8 grader.



Figur 8. Oversikt over pH-verdiene i Vestre Sandbotnvatn fra 1995 – 2011. pH-verdien er målt på vårprøver og høstprøver. Den svarte streken viser kalkstopp, med ingen kalking fra 2005.

Øyangen har bestander av ørret, abbor, røye og ørekyte. Kalking startet i 1989 og ble siste gang kalket i 1994. Øyangen har siden kun blitt noe påvirket av oppstrøms kalking, men effekten i Øyangen er begrenset og pH har i denne perioden gradvis sunket fra ca 6,5 til 5,8 i 2009. I 2011 ble pH målt til 6,2 i vårprøven (Fig.9), mens alkaliteten ble målt til <math><0,03\text{ mmol/l}</math> og mengden kalsium til 1,3 mg/l. Dybden i innsjøen ble målt til 22 meter med et siktedyp på tre meter. Det ble registrert temperaturer i overflaten, termoklinen og ved bunnen, disse var henholdsvis 13,5, 10 og 9 grader.



Figur 9. Oversikt over pH-verdiene i Øyangen fra 1995 – 2011. pH-verdien er målt på vårprøver og høstprøver. Den svarte streken viser kalkstopp, med ingen kalking etter 1994.

Tabell 1. Data for innsjøene i undersøkelsen (Sevaldrud et al. 1996)

Innsjø	Innsjønr.	Kartblad	Innsjø-areal (km ²)	H.O.H. (m)	Innsjø-volum (mill.m ³)	Nedbør-feltets areal (km ²)	Årlig avrenning (mill.m ³)
Huldretjern	4736	1915-IV	0,06	531	0,73	1,4	0,84
Lomtjern	4733	1915-IV	0,09	542	0,6	1,25	0,75
Håndkleputten	4744	1915-IV	0,14	502	0,11	2,9	1,74
Hekjentjern	4749	1915-IV	0,04	450	0,75	1,4	0,84
Merratjern	4779	1915-IV	0,11	561	0,35	18,1	10,86
Ø. Sandbotnvatn	4808	1915-IV	0,18	654	0,53	1,8	1,08
V. Sandbotnvatn	4812	1915-IV	0,13	675	0,38	0,8	0,48
Øyangen	251	1915-IV	4,02	442	57	56	42

3. Metode

Det ble utført ulike målinger og registreringer ved utvalgte kalkingslokaliteter i Hurdalsvassdraget i Gran kommune i perioden 16.05.11 - 23.10.11. Vannkjemien ble undersøkt ved målinger av pH, alkalitet og mengde kalsium (Ca) (analysene¹ ble utført av Eurofins AS, Moss)

I tillegg ble temperaturer, dybde, siktedyp og vannfarge registrert (Tabell 1). Det ble tatt hovtrekk i alle innsjøene for å samle inn zooplankton til videre analysering. Undersøkelsene ble gjennomført i perioden 1.- 6. september 2011, ved vertikale hovtrekk fra bunnen og opp samt ett trekk fra termoklinen og opp. Prøvene ble tatt ved det dypeste punktet eller i sentrum av innsjøen. Hoven som ble brukt hadde en maskestørrelse på 90 mikrometer. Dyreplanktonet ble konserverert med Lugols væske. Nær alle plankton ble bestemt til art, mens forekomst av *D. longispina* (Figur 10) kan også ha innslag av *D. lacustris*. Disse to artene er svært vanskelig å skille morfologisk, men genetiske analyser vil skille disse (Nilsen et al. 2007, Petrusek et al. 2008).

Det ble også gjennomført et prøvefiske i Øyangen i perioden 18. - 22. oktober 2011. Fiskeretten i vannet tilhører Mathisen Eidsvoll verk, og de utførte fisket over tre garnnetter. Under de to første garnnettene ble det brukt ni bunn garn med en maskevidde på 26, 29 og 35 mm (areal pr. garn 1.5 x 25 m). Under den siste garnnatta ble det brukt seks garn med samme maskevidder som de foregående nettene. Det ble fanget abbor, ørret og røye. Garna ble plassert enkeltvis på lokaliteter hvor det ble antatt (i følge kjentmann) at røya hadde sine gyteplasser.

I denne undersøkelsen var en mulig nedgang i røyebestanden hovedfokuset, og det ble derfor fisket spesifikt etter disse alle tre netter. Fra den første natten ble hele fangsten tatt med videre til analysering, mens kun røya ble analysert fra de to siste nettene. Fisken ble målt til nærmeste millimeter fra snutespiss til ytterste haleflik i naturlig utstrakt stilling (Ricker 1979). Vekten ble målt til nærmeste gram, og kjønn og stadium (moden/umoden) ble bestemt etter Dahl (1917). I tillegg ble alderen på ørret og røye bestemt. Ørret ble aldersbestemt ved lesing av skjell, mens røyene ble aldersbestemt ved lesing av otolitter. Ut ifra lengde og vekt ble det regnet ut kondisjonsverdier for ørret og røye (Vedlegg 1). Det ble også tatt mageprøver, som ble lagt på sprit, for senere å skaffe informasjon om fiskens næringsvalg på et bestemt

¹ Analysemetoder: pH = NS 4720, Alkalitet = NS-EN ISO 9963-1, Kalsium = NS-EN ISO 11885.

tidspunkt. En sammenligning mellom mageprøver og zooplankton kan gi et bilde av næringsgrunnlaget for fisken.

Kondisjonsfaktoren blir uttrykt ved Fultons formel; $K = V * 100 / L^3$, der vekten (V) regnes i gram og lengden (L) i cm, benyttes for å gi et generelt bilde av kvaliteten på fisken. En endring i K-faktoren sier noe om hvordan lengde/vekt forholdet endres med økende lengde. For å bestemme hvordan bestandstettheten er i forhold til næringsgrunnlaget for ørreten kan man ta i bruk gjennomsnittskondisjonen i ørretbestandene. Gjennomsnittlig for ørret regnes 1 som god kondisjonsfaktor (Qvenild 1994). En K-faktor over 1 tilsier at ørrettettheten er lavere enn bæreevnen (tynn bestand). En K-faktor under 1 tilsier derimot at tettheten er høyere enn bæreevnen (tett bestand).

4. Resultater

4.1 Vannkjemi

Under prøvefiske i Øyangen ble det samtidig målt pH, alkalitet og Ca-innhold, samt i nærliggende innsjøer som drenerer ned i Øyangen (Tabell 2). Alle målte pH-verdier i de undersøkte innsjøene lå over pH=6, med unntak av Håndkleputten hvor pH-verdien var 5,7.

Tabell 2. Oversikt over vannkjemiske målinger fra innløp og utløp i lokaliteter i Hurdalsvassdraget våren 2011.

Navn	Innsjønr	Stasjon	Dato	pH	alkalitet (mmol/l)	Ca (mg/l)
Langselvas innløp i Øyangen	10000636	innløp	24.05.2011	6,2	0,03	1,4
Merratj.bekkens innløp i Øyangen	2522442	innløp	24.05.2011	6	<0,03	1,3
Øyangen	251	utløp	24.05.2011	6,2	<0,03	1,3
Østre Sandbotnvatn	4808	utløp	16.05.2011	6,5	0,06	1,9
Vestre Sanbotnvatn	4812	utløp	16.05.2011	6,5	0,05	0,7
Vestre Sanbotnvatn	4812	innløp	16.05.2011	6,5	0,06	0,7
Lomtjern	4733	utløp	24.05.2011	7,1	0,08	2,2
Lomtjern	4733	innløp	24.05.2011	6,5	0,07	2,2
Huldretjern	4736	utløp	16.05.2011	6,7	0,09	2,8
Huldretjern	4736	innløp	16.05.2011	6,7	0,09	3
Hekkentjern	4749	utløp	24.05.2011	6,3	0,04	1,6
Hekkentjern	4749	innløp	24.05.2011	6,3	0,04	1,6
Håndkleputten	4744	utløp	24.05.2011	5,7	<0,03	1,1
Merratjern	4779	utløp	24.05.2011	6	<0,03	1,2

4.2 Dyreplankton/zooplankton

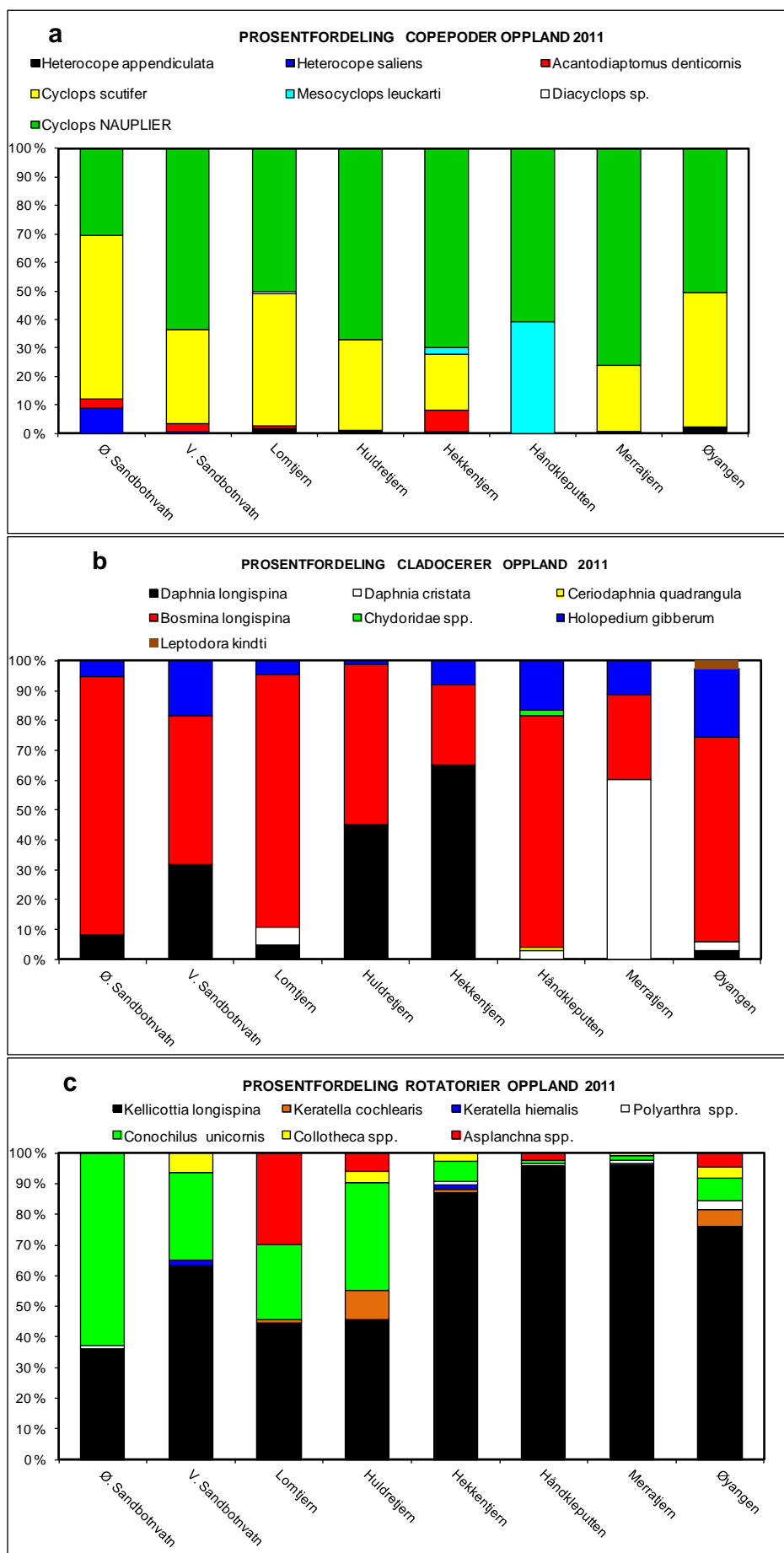
Fordeling av dyreplankton (zooplankton) i de undersøkte lokaliteter i Oppland 2011, hoppekreps (Copepoda), vannlopper (Cladocera) og hjuldyr (Rotatoria) er fremstilt i Figur 10, og i Vedlegg 2 er disse tre gruppene prosentvis forekomst gitt.

De svært store calanoide copepodene *Heterocope appendiculata* og *H. saliens* ble registrert i nær alle innsjøer, men begge med lavt antall fra ca 1-9 %. I undersøkelsen ble den svært vanlige norske lavlandsarten *Eudiaptomus gracilis* ikke funnet i noen lokaliteter, mens derimot den noe større diaptomiden *Acanthodiaptomus denticornis* ble registrert i fem av innsjøene, også med lavt antall (Figur 10).

Voksne individer av *Cyclops scutifer* ble funnet i fem av innsjøene, mens copepoditter av denne arten ble registrert i alle lokaliteter så nær som Håndkleputten. Her ble kun copepoditter og adulte av *Mesocyclops leuckarti* funnet, men *C. scutifer* kan være blant de cyclopoide nauplier. De fleste cyclopoide nauplier i disse innsjøer er trolig *C. scutifer*, og ble funnet i store mengder fra 30-76 % av copepodene. *Diacyclops* sp. ble kun registrert i små mengder i Lomtjern (Figur 10).

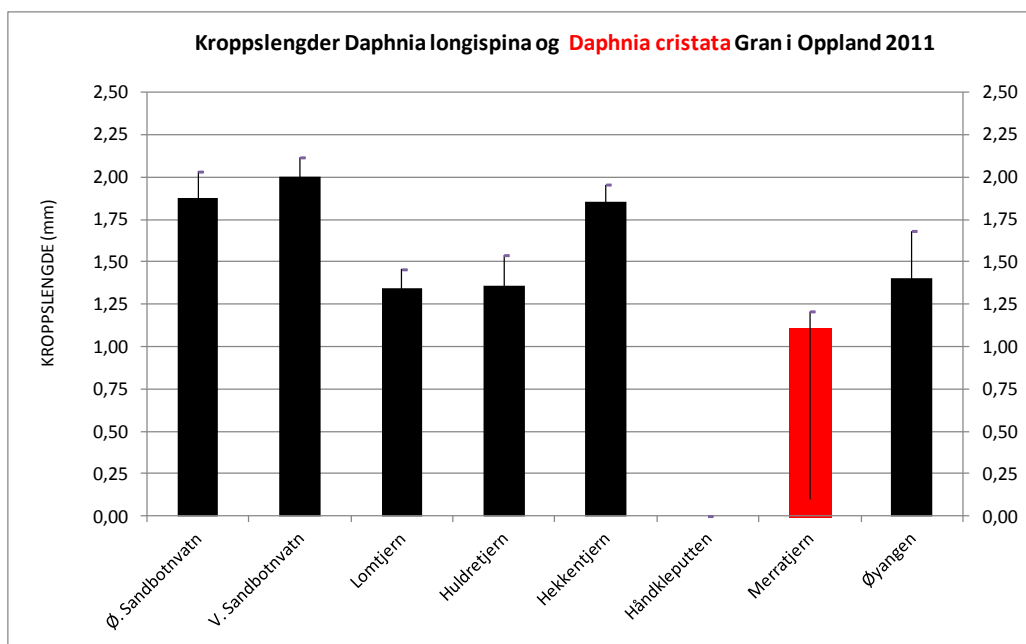
Den dominerende cladoceren i disse innsjøene var *Bosmina longispina*, med unntak av Hekkentjern og Merratjern. I Hekkentjern og Huldretjern samt Vestre Sandbotnvatn var det et betydelig innslag av *D. longispina/D.lacustris*, med forekomster henholdsvis fra ca 65 % ned mot ca 32 %. I Merratjern er det *Daphnia cristata* som dominerer (Figur 10). Ellers er det et innslag av *Holopedium gibberum* i alle lokalitetene, med verdier fra vel 1 % til ca 23 %.

Den dominerende rotatorien i disse innsjøene er *Kellicottia longispina*, med forekomster fra nær 40 % til vel 95 %. De laveste registreringene av *K. longispina* var i Lomtjern og Huldretjern, og lavest i Østre Sandbotnvatn. *Conochilus unicornis* ble også funnet i alle innsjøene (Figur 10), fra ca 1 % i Håndkleputten til vel 62 % i Ø. Sandbotnvatn. *Asplanchna* spp. ble funnet i halvparten av innsjøene, med største registrerte verdi i Lomtjern på 30 % av rotatoriene.



Figur 10. Fordeling av dyreplankton (zooplankton) i de undersøkte lokaliteter i Oppland 2011, hvor a viser hoppekreps (*Copepoda*), b vannloppe (*Cladocera*) [*Daphnia longispina*/*Daphnia lacustris*] og c hjuldyr (*Rotatoria*).

De største gjennomsnittlige totale kroppslengder til *D. longispina/D. lacustris* ble funnet i Østre- og Vestre Sandbotnvatn, samt i Hekkentjern med kroppslengder opp mot 2 mm (Figur 11). I Lomtjern, Huldretjern og Øyangen var individene av mindre størrelse rundt 1,3 mm. I Håndkleputten og Merratjern ble arten ikke funnet, men i Merratjern var det betydelige mengder av den mindre arten *D. cristata*, som her utgjorde hele 60 % av cladocerene (Figur 10). Gjennomsnittlig total kroppslengde til *D. cristata* var 1,1 mm og er vist i Figur 11 (rød søyle).



Figur 11. Gjennomsnittlig totale kroppslengder, pluss standard avvik, til *Daphnia longispina/Daphnia lacustris* (sort) og *Daphnia cristata* (rødt) i de undersøkte lokaliteter i Oppland 2011.

4.3 Prøvefiske i Øyangen

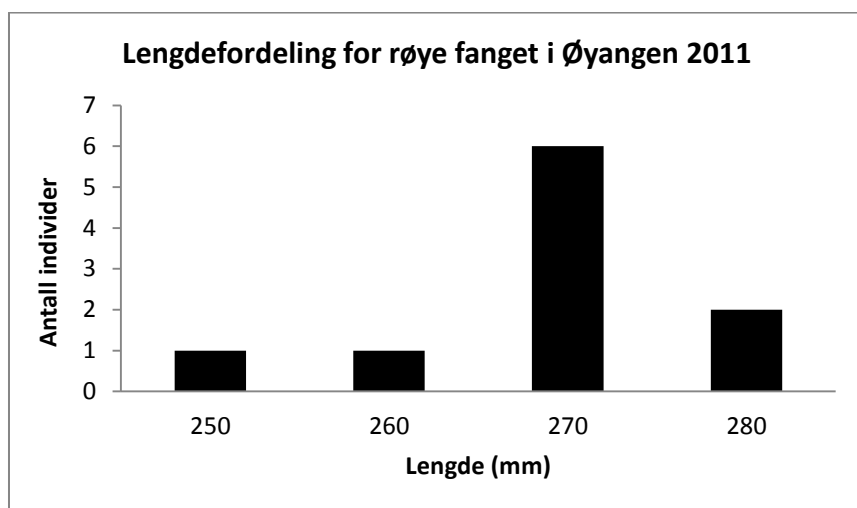
Prøvefisket ble gjennomført 18.-19. oktober 2011 av Ingrid Ebne, mens Mathisen Eidsvoll verk gjennomførte fisket de to siste garnnettene (21.-22. okt. og 22.-23.okt.). Under prøvefisket ble det totalt fanget 55 abbor, 46 ørret og 10 røye. Av dette prøvematerialet ble 5 abbor, 10 røye og 20 ørret analysert videre (Vedlegg 1).

4.3.1 Abbor

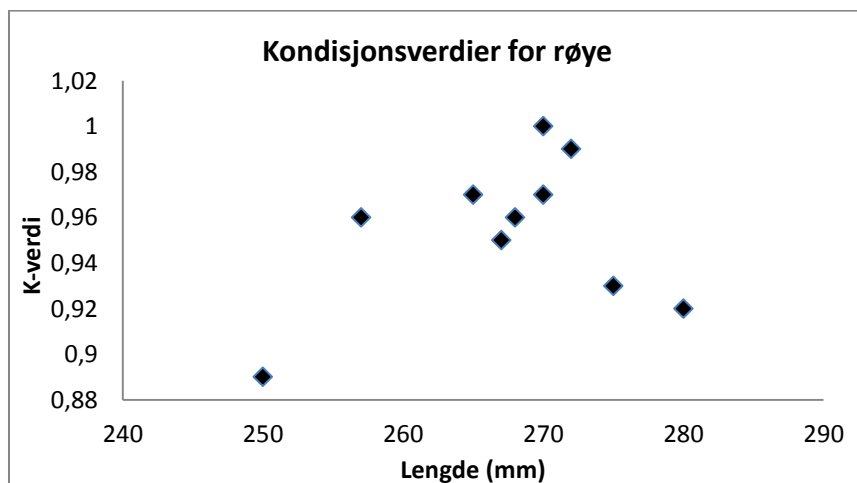
Lengdeintervallet til abbor ble registrert å ligge mellom 210 - 270 millimeter, mens vekten varierte mellom 84 og 223 gram. Kondisjonsfaktoren hos abbor i Øyangen varierte mellom 0,74 og 1,20 mens gjennomsnittet var 0,96.

4.3.2 Røye

Røya lå i lengdeintervallet 250 - 280 millimeter (Fig. 12). Vekta fordelte seg mellom 139 og 201 gram. Kondisjonsfaktoren varierte fra 0,89 - 1, med et gjennomsnitt på 0,95. Individene har hovedsakelig en k-verdi over 0,94 (Fig.13).



Figur 12. Lengdefordeling til de 10 innsamlede røyer i Øyangen 19.-23.oktober 2011.

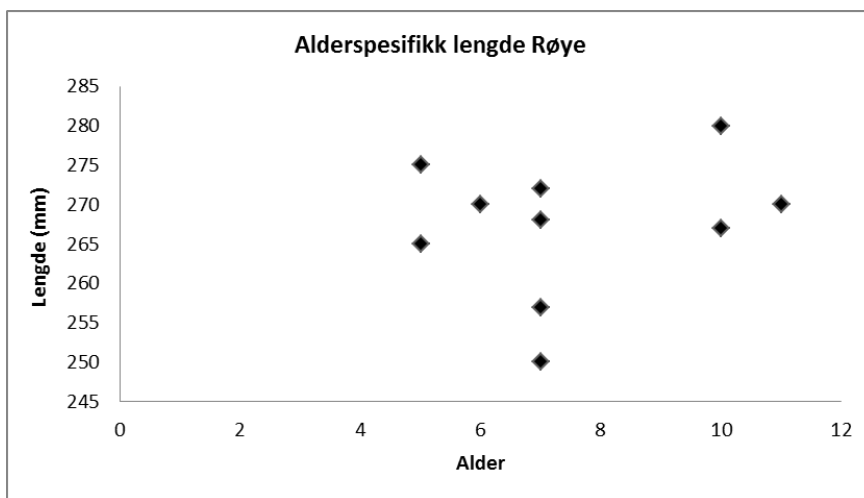


Figur 13. Kondisjonsverdi beregnet for røye tatt under prøvafiske i Øyangen oktober 2011.

De 10 røyene besto av 2 femåringer, 1 seksåring, 4 syvåringer, 2 tiåringer og ett individ var eldre enn 11 år (Tab. 3). Gjennomsnittsvekt for disse aldersgruppene ved fangst var hhv 270, 270, 262, 274 og 270 gram. Vekstkurven viser en stagnasjon av vekst under 30 cm (Fig. 14). Gjennomsnittsstørrelsen på kjønnsmodne hanner var 27 cm (n=9). Det ble fanget bare en hunnfisk. Individet var kjønnsmodent og 27 cm langt.

Tabell 3. Aldersfordeling for 10 røyer fanget i Øyangen 19.-23.okt 2011

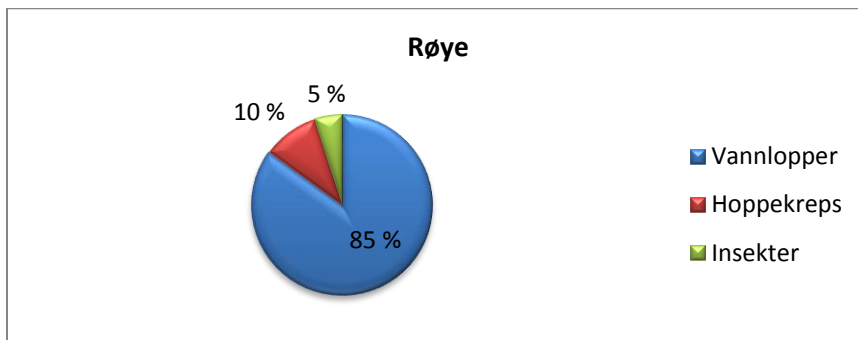
Alder	5	6	7	10	>11
Antall	2	1	4	2	1



Figur 14. Aldersspesifikke lengder for 10 røyer i Øyangen 19.-23.oktober 2011.

Næringsvalg røye

Analysen av mageinnholdet fra røya, fanget under prøvefisket i Øyangen 19. - 22.oktober 2001 (n=10), viste at næringsvalget hovedsakelig besto av ulike vannlopper. *Holopedium gibberum* (gelèkreps) dominerte samtlige magesekker og stod for 60-70 % av vannloppene. Det ble stort sett funnet egg og skall, men også hele dyr som kunne verifisere at det ble bestemt til riktig art. Det ble i tillegg funnet noen overflateinsekter og hoppekreps (figur 15 og tabell 4).



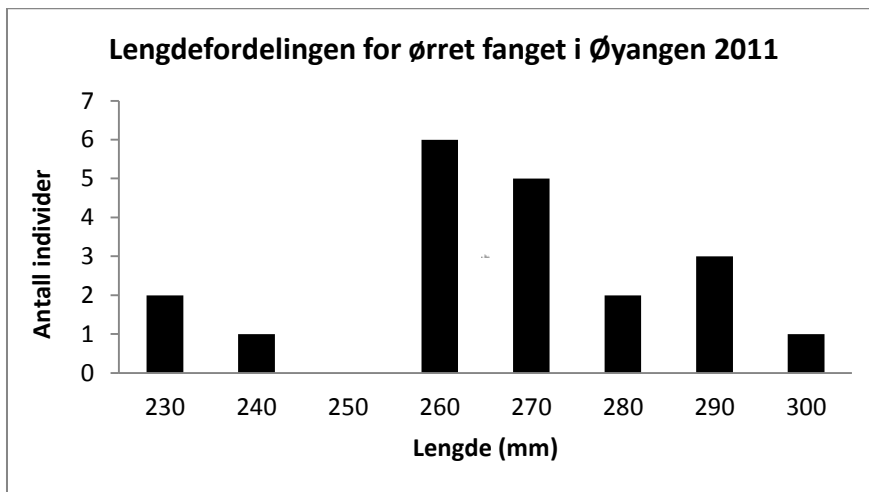
Figur 15. Prosentvis fordeling av mageinnholdet hos røye fra prøvefisket i Øyangen 2011.

Tabell 4. Mageinnhold fra røye fanget under prøvefisket i Øyangen 19.- 22. oktober 2011.

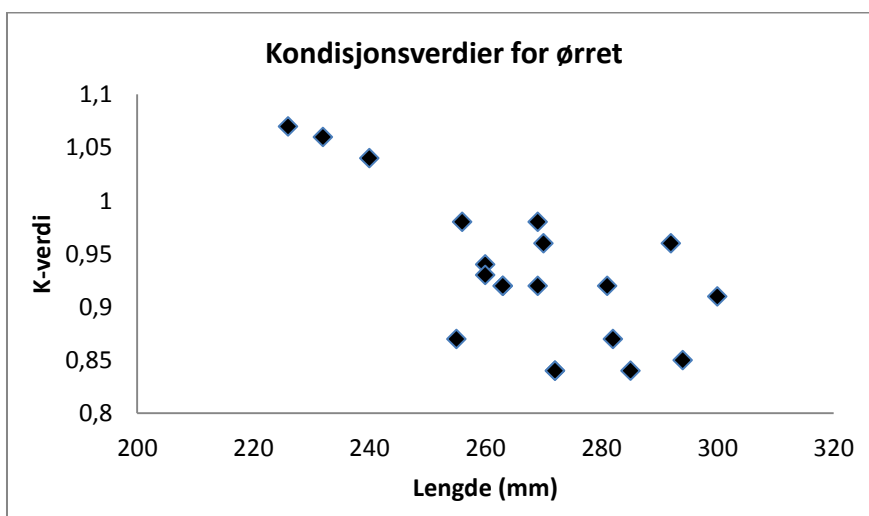
Dyregruppe	Klasse el. Orden	Familie	Slekt	Art
Hoppekrebs				<i>Copepoda</i> sp.
Fjærmygg	O. Diptera	Chironomidae		<i>Chironomidae</i> sp.
Muslingkrep	Kl. Ostracoda			<i>Ostracoda</i> sp.
Vannlopper	O. Cladocera	Bosminidae	<i>Bosmina</i>	<i>Bosmina longispina</i>
		Holopedidae	<i>Holopedium</i>	<i>Holopedium gibberum</i>
		Daphnidae	<i>Daphnia</i>	<i>Daphnia longispina/lacustris</i>
				Ukjent art
		Polyphemidae	<i>Polyphemus</i>	<i>Polyphemus pediculus</i>
		Cercopagidae	<i>Bythotrephes</i>	<i>Bythotrephes longimanus</i>
Vårfluer	O. Trichoptera	Phryganeidae		<i>Phryganeidae</i> sp.

4.3.3 Ørret

Ørret ble registrert i lengdeintervallet 230 - 300 millimeter (Fig 16), mens vekten varierte mellom 123 og 246 gram. Kondisjonsfaktoren hos ørret i Øyangen varierte mellom 0,84 og 1,07, mens gjennomsnittet var 0,93. Fra Figur 17 ser ut som om kondisjonsverdien har en nedadgående trend med økt lengde over 260 mm.



Figur 16. Lengdefordeling til 20 ørret fra Øyangen 19.10.2011.



Figur 17. Kondisjonsverdier for ørret tatt under prøvafiske i Øyangen oktober 2011.

De 20 ørretene besto av 2 fireåringer, 7 femåringer, 7 seksåringer, 3 syvåringer og 1 niåring (Tabell 7). Gjennomsnittslengdene for disse aldersgruppene ved fangst var hhv 233, 266, 269, 277 og 294 millimeter.

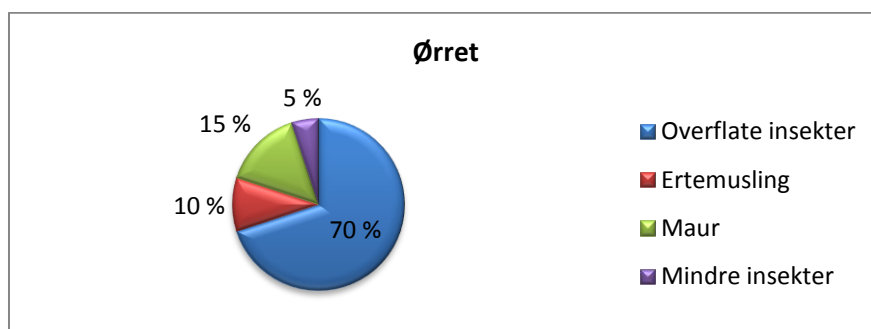
Tabell 7. Aldersfordeling til 20 ørret i Øyangen 19.10.2011.

Alder	4	5	6	7	9
Antall	2	7	7	3	1

Næringsvalg ørret

Analysen av mageinnholdet fra ørreten fanget under prøvafisket i Øyangen 19. oktober 2011 (n=20), viste at næringsvalget hovedsakelig besto av større insektlarver som mudderfluer

(*Megaloptera*), vårfluer (*Phryganeidae*) og øyestikkere (*Odonata*). Det ble i flere magesekker funnet rester etter vårfluehus. Det ble i tillegg funnet større mengder av ertemuslinger og maur (Figur 18). Det resterende mageinnholdet besto av mindre insekter (Tabell 8, Figur 18). Mageinnholdet var i noen tilfeller mer eller mindre nedbrutt, noe som gjorde at det ble vanskelig og artsbestemme. Det ble funnet en bille (O. Coleoptra), en tovinge (Diptera) og et edderkoppdyr (Araneae), men det var umulig å bestemme disse til art.



Figur 18. En prosentvis fordeling av mageinnholdet hos ørreten i Øyangen 2011.

Tabell 8. Mageinnhold fra ørret fanget under prøvefisket i Øyangen 19.oktober 2011.

Dyregruppe	Klasse el. Orden	Familie	Slekt	Art
Biller	O. Coleoptra			Ukjent art
Bløtdyr	Kl. Muslinger	Sphaeriidae	<i>Sphaerium</i>	<i>Sphaerium</i> sp.
	Kl. Lungesnegl	Planorbidae	<i>Gyraulus</i>	<i>Gyraulus</i> sp.
Edderkoppdyr	O. Araneae			Ukjent art
Kortvinger	O. Polyphaga	Staphylinidae		<i>Staphylinidae</i> sp.
Mudderfluer	O. Megaloptera	Sialidae	<i>Sialis</i>	<i>Sialis lutaria</i>
Tovinger	O. Diptera			Ukjent art
Vårfluer	O. Trichoptera	Phryganeidae		<i>Phryganeidae</i> sp.
Øyestikkere	O. Odonata	Libellulidae	<i>Libellula</i>	<i>Libellula quadrimaculata</i>
Årevinger	O. Hymenoptera	Cynipoidea		Ukjent art
		Formicidae	<i>Formica</i>	<i>Formica</i> sp.

5. Diskusjon

5.1 Vannkjemi

De ukalkede innsjøene i Gran østås i Oppland viser verdier som gjør at innsjøene kan karakteriseres som såkalte «C-vann». Dette er innsjøer som kan restaureres gjennom naturlige prosesser (vedlegg 3). Det kan se ut som vesentlige deler av den interne buffringen i de oligotrofe innsjøene er gått tapt etter en lang periode med surt nedfall. Kalkede innsjøer i Gran viser at de fleste lokalitetene startet som B (innsjøer utsatt for sterk episodisk forsuring)- eller C-vann før de ble kalket (vedlegg 3). Det er problematisk å holde innsjø-pH konstant etter kalking, fordi alle innsjøene er oligotrofe og har kalsiumkonsentrasjoner $[Ca^{2+}]$ på stort sett under $2,0 \text{ mg L}^{-1}$. Ulike områder i Oppland bør vurderes hver for seg på grunnlag av individuelle vannprøver, samt områdene lokaliteten ligger på (berggrunn, bonitet o.l.) Forekomsten av *D. longispina/lacustris* og *C. scutifer* viser at flere innsjøer ikke lenger er sterkt preget av forsuring (Wærvågen & Nilssen 2002).

Ut ifra de vannkjemiske resultatene er det ingen grunn til å tro at vannkjemien i Øyangen har en negativ påvirkning på røyebestanden. I 2008 hadde Øyangen en pH-verdi på 5,8 mot en pH-verdi på 6,2 målt i 2011. Registreringen av pH i Øyangen ble utført 24. mai. Dette er sent på våren og det er ikke registrert pH-verdier under ismeltingen og rett etter ismeltingen tidligere på våren. Det kan være at vannet er surere på dette tidspunktet. Skulle dette vise seg å være slik kan det kanskje være en løsning å legge ut kalkholdig grus på gyte plassene.

NIVA har kommet med en vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Oppland (Austnes 2012). Det fremkommer i denne rapporten at Øyangen er klassifisert som en kalkfattig innsjø (Ca 1-4 mg/l) og det konkluderes her med at i Øyangen kan “kalking stanses”. Øyangen ble som tidligere nevnt kalket for siste gang i 1994, en avgjørelse som synes riktig.

5.2 Dyreplankton/zooplankton

Fordeling av zooplankton er presentert for de tre hovedgruppene av zooplankton; hoppekreps, vannlopper og hjuldyr (Figur 10 a-c) for 2011. Karakterarter for sure innsjøer, og lav fiskepredasjon i Sør-Norge er: *Heterocope saliens*, *Eudiaptomus gracilis*, *Diacyclops nanus*, *Bosmina longispina*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Holopedium gibberum*, *Keratella serrulata*

(spesielt hvis innsjøfargen er høy), *Kellicottia longispina*, *Polyarthra* (hovedsakelig *P. remata*, *P. vulgaris* og *P. minor*) og *Collotheca* (hovedsakelig *C. libera*). I de sureste innsjøene er karakterartene spesielt *H. saliens*, *E. gracilis*, *D. nanus*, *B. longispina*, *K. longispina* og *Polyarthra* spp.

Arter som ikke finnes i forsurede lokaliteter og kommer tilbake ved naturlig «recovery» og tvungen «recovery» ved kalking, er følgende grupper: *Daphnia longispina*-gruppen (i dette området hovedsakelig *D. longispina/lacustris*), *Conochilus unicornis/hippocrepis*, calanoide copepoder som *Mixodiaptomus laciniatus*, samt cyclopoide copepoder som *C. scutifer* og *Mesocyclops leuckarti*; den siste er imidlertid betydelig mer hardfør overfor forsurening (Nilssen & Wærvågen 2003). *Conochilus unicornis/hippocrepis* er ofte karakterarter for innsjøer som kalkes (Wærvågen & Nilssen 2003). I de sureste innsjøene i Sør Norge er karakterartene spesielt *H. saliens*, *E. gracilis*, *B. longispina*, *K. longispina* og *Polyarthra* spp. (Nilssen & Wærvågen 2002b). Desto større forekomst det er av rotatorien *Conochilus unicornis* er ofte forbundet med kalking eller forbedret vannkvalitet (Wærvågen & Nilssen 2003), noe som også gjenspeiles i disse innsjøene.

Observasjonene over er i overensstemmelse med litteraturen på emnet (Almer et al. 1978, Hobæk & Raddum 1980, Nilssen 1980, Hörnström & Ekström 1983, Sandøy & Nilssen 1987a, 1987b, Hörnström et al. 1993, Kroglund et al. 1994, Walseng et al. 1995, Nilssen & Wærvågen 2000, Nilssen & Wærvågen 2002a, 2002b, Wærvågen et al. 2002, Wærvågen & Nilssen 2003).

Dyreplanktonet kan også brukes som bioindikatorer ved forskning rundt biologiske prosesser innen «recovery», som fører til at predasjonssystemet forandres fullstendig fra å være invertebrat-dominert (her er det hovedsakelig svevemyggen som er viktig) til å bli fiske-dominert. Det invertebrate systemet velger små kroppsstørrelser hos byttedyrene, mens fisk velger ut de største artene og største individene innen hver art. Fig. 11 viser størrelsesfordelingen til *D. longispina*-gruppen i ulike innsjøer.

At *C. scutifer* var så vanlig utbredt i alle disse innsjøene, unntatt Håndkleputten (om ikke arten da finnes blant nauplielarvene), viser at restaureringen er godt underveis i disse vannene som har vært forsuret tidligere. I Håndkleputten finner vi derimot *M. leuckarti*, som tolererer meget lave pH-verdier sammenlignet med *C. scutifer* (Nilssen & Wærvågen 2000, Nilssen & Wærvågen 2003). Dette stemmer godt med de kjemiske målinger, Håndkleputten har lavest

pH og lavt Ca-innhold. Lave forekomster av de store Heterocopeartene kan delvis skyldes ikke-optimale pH-forhold, men kan like gjerne henge sammen med fiskepredasjon som de er sårbare ovenfor.

Tilstedeværelse av *D. longispina/lacustris* i de fleste av disse vannene tyder også på at vannkvaliteten er over en kritisk grense for arten. Stort sett lave forekomster kan skyldes sub-optimale vannkjemiske forhold, men i tillegg vil fiskepredasjon også være styrende for hvilke mengder arten opptrer i. I Håndkleputten og Merratjern er arten fraværende, og i Øyangen i et svært lite antall. Disse lokalitetene har abbor, som flere av de andre innsjøene, så det at de har lavest pH og Ca-innhold er trolig styrende for de lave forekomstene av *D. longispina/lacustris* (Wærvågen et al. 2002). *D. cristata* finnes ofte i innsjøer med lavere pH enn tålegrensen til *D. longispina/lacustris*, det er derfor naturlig at denne arten finnes i Merratjern og altså ikke *D. longispina/lacustris*. *D. cristata* finnes også oftere enn *D. longispina/lacustris* i innsjøer med betydelig fiskepredasjon, så dette er indikasjon på at abboren utøver et stort beitepress her.

Gjennomsnittlig total kroppslengde til *D. longispina/lacustris* kan være en god indikator på predasjonsforholdene i de ulike lokaliteter der arten ble funnet (Figur 10). De minste individene finnes ved den mest intense fiskepredasjonen, som i Lomtjern og Huldretjern. I tillegg viser fordelingen av *D. longispina/lacustris* relatert til predasjonsklasser i innsjøene, at den betydelige predasjonen fra abbor og røye er årsaken til de lave populasjonene av denne karakterarten i lokaliteter som gjennomgår naturlig «recovery» og «recovery» gjennom kalking (Nilssen & Wærvågen 2002b, Wærvågen & Nilsen 2002). Innsjøer med store mengder *D. longispina/lacustris* har enten lav fiskepredasjon eller er i en restaureringsfase fra forsurening. *D. longispina/lacustris* har størst størrelse i Sandbotnvatna (Fig. 11), hvor det kun er ørret. Dette er med på å støtte predasjonsteorien.

5.3 Prøvefiske

Som tidligere nevnt ble det under prøvefisket i oktober 2011 totalt fanget 55 abbor, 46 ørret og 10 røyer. Av den totale fangsten var ca. 9 % røye. De 10 røyene som ble fanget var representanter fra flere årsklasser, noe som kan tyde på jevn rekruttering. Fangst av 5+ betyr at det har foregått rekruttering lenge etter at kalkingen har oppholdt. Tilførselen av syre er avtagende og det er ikke en forsursrelatert rekrutteringssvikt i Øyangen. Det er ikke overraskende at fangsten bestod av 5 år eller eldre fisk da fisket ble utført på gyteplasser. Det er forventet at man vil få eldre fisk på disse plassene, og at yngre fisk først ankommer

gyteplassene når de er kjønnsmodne. I tillegg var den minste benyttede maskevidden under fisket 26 mm. Dette gjør at mindre fisk (yngre årsklasser) ikke lar seg fange.

Røya foretrekker å gyte på grovere substrat og med liten innblanding av finere materiale (Määr 1949, 1950, Fabricius & Gustavson 1954, Kircheis 1976, Mardsen & Krueger 1991, Eklöv & Cronberg 1993, Eklöv & Andersen 1996). Ved gyting er røya avhengig av ren grus for å få en vellykket gyting. Tilslamming og sedimentering hindrer transport av oksygen og avfallsstoffer til og fra fiskeeggene, noe som resulterer i økt dødelighet (Wolf 1957, Cooper 1965, Lahti et al. 1979). Vannfargen i Øyangen våren 2011 hadde en oransje farge, noe som viser humusinnholdet i innsjøen. Humuspartikler (alloktont materiale) som bunnfelles kan være grunnen til redusert oksygenmengde i grusen/bunnsubstratet, og manglende forekomst hos røya i slike lokaliteter som følge. I løpet av noen år kan røyas gyteplasser bli nedslammet av humuspartikler. Dette kan da redusere, eller i verste fall, hindre klekkesuksessen hos røyene (Hesthagen og Saksgård 2000). Det ble ikke utført registrering av bunnfall på gyteplassene i Øyangen, så dette kan ikke utelukkes. Det kan imidlertid vise seg å være en trend i Sør-Norge i senere år at skogsvannene våre har et økt humusinnhold. Dette kan komme som en respons på klimaforandringer og økt nedbør. Hvordan reguleringen i Øyangen utøves kan også ha en påvirkning på dette. Sedimentering er trolig et spesielt problem i reguleringsmagasin da det vedvarer i mange tiår, og dødeligheten på fiskerogn er størst i eldre magasin (Fudge & Bodaly 1984). Sedimentering er for øvrig identifisert som en trusselfaktor for røye i flere land (Mills et al. 1990, Mailand 1995).

Det foregår regulering i Øyangen, og innsjøen tappes ned etter at abboren har gytt for å redusere mengden av abbor. I følge Fredrik Rølåsen (pers medd.) er det liten grunn til å tro at røyas gyteområder tørrlegges i forbindelse med nedtappingen.

Et materiale på kun 10 individer er lite til å trekke bastante konklusjoner om hvorfor røyebestanden i Øyangen trolig har gått noe tilbake/fått dårligere kvalitet. Det ble i mageprøver primært funnet *Holopendium gibberum*, en art som normalt forbindes med fattige innsjøer og som ikke er vanligst å finne i mageprøver. Det ble funnet lite *D. longispina/lacustris* i mageinnholdet, noe som gjenspeiler de lave forekomster av arten. Figur 11 viser en oversikt over målte kroppslengder av *D. longispina/lacustris* fra de ulike lokalitetene. I Øyangen har *D. longispina/lacustris* en liten lengde, noe som kan tyde på høyt predasjonspress eller at den mistrives pga dårlig vannkjemi. Med bakgrunn i analysene av zooplanktonprøvene og av mageinnholdet hos røyene kan man anta at det er lite *D.*

longispina/lacustris, og at beitepresset ikke er hovedgrunnen til at den er liten i størrelse. Bufferkapasiteten er viktig for at *D. longispina/lacustris* skal trives, og det er derfor viktig å se på den generelle kjemien i vannet og ikke kun på pH-verdi. I Øyangen viste vårprøvene i 2008 og 2009 en pH på 5,8. I 2011 var pH 6,2 på vårprøven. Dette regnes som gode verdier i et kalket vann. Ca-verdien i vannet er derimot på 1,3 mg/l, og en Ca-verdi ned mot 1 er ikke optimalt for trivselen til *D. longispina/lacustris* (Wærvågen et al. 2002). Dette er imidlertid en naturlig situasjon i en del skogsvann i regionen. Dette kan dermed være en av grunnene til at populasjonen av *D. longispina/lacustris* er lav i antall og liten i vekst. I Oppland fylke har vi flere gode fiskevann med røye, hvor Ca- verdien er nær 1 mg/l og lavere (hentet fra vannmiljo.klif.no, 05.10.12). Det er derfor usikkert om en økning av kalsiumverdien i Øyangen vil gi en økt populasjon av røye. Røyas nedgang kan skyldes interspesifikk konkurranse, humus på gyteområdene eller andre forhold.

Øyangen befinner seg mest sannsynlig i en naturlig bedringssituasjon og vil trolig utvikle en naturlig og bærekraftig økologisk tilstand i årene som kommer. For å framskynde denne prosessen for raskere å kunne få et større utbytte av ørret og røye, kunne det å gjenoppta kalkingen i Øyangen vært forsøkt slik at man hadde økt Ca-verdien opp mot 2 i første omgang. Dette ville forhåpentligvis øke mengden og størrelsen på *D. longispina/lacustris* i vannet, noe som igjen øker næringstilgangen hos røye. En slik handling vil mest sannsynlig også stimulere abbor og ørekyte. Det er ukjent hvor stor negativ påvirkning, i form av konkurranse, abbor og ørekyte vil ha på ørret og røye ved en slik situasjon. En slik oppkalking av skogsvann ut over naturlig Ca- innhold er imidlertid ikke noe som kan prioriteres innenfor den statlige kalkingsvirksomheten. Ved en slik kalkingsstrategi vil det være kalkingsbehov i en stor andel av skogsvannene i regionen, noe det ikke vil være budsjettdekning for. Det er heller ikke ønskelig målsetning å heve Ca-innhold til kunstig nivå for å bedre fisket.

Det kalkes fortsatt oppstrøms i Huldretjern, og noe av dette vil tilføres Øyangen. Det anbefales derfor at det ikke kalkes i Øyangen nå, men at innsjøen får tid til å utvikle seg naturlig.

6. Referanser

Almer, B., Dickson, W., Ekström, C. & Hörnström, E. 1978. Sulfur pollution and the aquatic ecosystem. pp: 271-311. In: J.O. Nriagu (ed): Sulfur in the environment: Part II Ecological impacts. J. Wiley & Sons, Inc.

Austnes, Kari. 2012. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Oppland. Norsk institutt for vannforskning. Rapport nr. 6296-2012, 32 s. ISBN 978-82-577-6031-1.

Cooper, A. 1965. The effect of transported stream sediment on the survival of sockeye and pink salmon eggs and alevins. –Int. Pac. Salmon Fish. Comm. Bull. 18: 1-71.

Dahl, K. 1917. Studier og forsøk over ørret og ørretvann. Centraltrykkeriet, Kristiania.

Eklöv, A. & Andersson, B. O. 1996. Rödingen i Ören. Undersökning av lekmiljö och lekområde – Meddel. Länsstyrelsen i Jönköpingslän 8: 1-21.

Eklöv, A. & Cronberg, G. 1993. Mycklaflon, limnologisk undersökning 1991-1992. –Meddel. Länsstyrelsen i Jönköpingslän 9: 1-53.

Fabricius, E. & Gustavson, K. J. 1954. Further aquarium observation on the spawning behavior of the char, *Salmo alpinus* L. – Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm 35: 58-104.

Fudge, R. J. P. & Bodaly, R. A. 1984. Postimpoundment winter sedimentation and survival of lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) eggs in Southern Indian Lake, Manitoba. – Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 701-705.

Hesthagen, T. & Saksgård, L. 2000. Effekt av kalking på fiskebestander I innsjøer med vekt på røye. – NINA Oppdragsmelding 643: 1-18.

Hobæk, A. & Raddum, G.G. 1980. Zooplankton communities in acidified lakes in South Norway. SNSF-project, IR, 75/80: 1-132.

Hörnström, E. & Ekström, C. 1983. pH-, närings- och aluminiumeffekter på plankton i västkustsjöar. Rep.Statens Naturvårdverk PM 1704: 1-124.

- Hörnström, E., Ekström, C., Fröberg, E. & Ek, J. 1993. Plankton and chemical-physical development in six Swedish West Coast lakes under acidic and limed conditions. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.* 50: 688-702.
- Keller, W. & Yan, N.D. 1998. Biological recovery from lake acidification: zooplankton communities as a model of patterns and processes. *Rest.Ecol.* 6: 364-375.
- Kircheis, F. W. 1976. Reproductive biology and early life history of the Sunapee trout of floods ponds Maine USA. – *Trans. Am. Fish. Soc.* 105: 615-619.
- Kroglund, F., Hesthagen, T., Hindar, A., Raddum, G.G., Staurnes, M. Gausen, D. & Sandøy, S. 1994. Sur nedbør i Norge. Status, utviklingstendenser og tiltak. DN – Utredning 1994/10: 1-98.
- Lahti, E. Oksman, H. & Shemeikka, P. 1979. On the survival of vendance (*Coregonus albula*) eggs in different lake types. – *Aqua Fenn.* 9: 62-67.
- Määr, A. 1949. Fertility of char (*Salmo alpinus*) in the Faxälven water system, Sweden. - Rep. Inst. Freshwat. Res., Drottningholm 29: 57-70.
- Määr, A. 1950. A supplement to the fertility of char (*Salmo alpinus*) in the Faxälven water system. Sweden. - Rep. Inst. Freshwat. Res., Drottningholm 30: 127-130.
- Maitland, P. S. 1995. World status and conservation of the arctic charr *Salvelinus alpinus* L. – *Nordic J. Freshwat. Res.* 71: 113-127.
- Mardsen, J. E. & Krueger, C. C. 1991. Spawning by hatchery-origin lake trout, *Salvelinus namaycush*, in Lake Ontario. Data from egg collections, substrate analysis and diver observations. – *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48: 2377-2384.
- Mills, C. A., Heaney, S. I., Butterwick, C., Corry, J. E. & Elliott, J. M. 1990. Lake enrichment and the status of Windermere charr, *Salvelinus alpinus* (L.) – *J. Fish Biol. (Suppl. A)*: 167-174.

- Nilssen, J.P. 1980. Acidification of a small watershed in southern Norway and some characteristics of acidic aquatic environments. *Int.Revue ges.Hydrobiol.* 65: 177-207.
- Nilssen, J.P. & Wærvågen, S.B. 2000. Superficial ecosystem similarities vs autecological stripping: the «twin species» *Mesocyclops leuckarti* (Claus) and *Thermocyclops oithonoides* (Sars) – seasonal habitat utilisation and life history traits. *J.Limnol.* 59(2): 79–102.
- Nilssen, J.P. & Wærvågen, S.B. 2002a. Intensive fish predation: an obstacle to biological recovery following liming of acidified lakes? *J.Ecosyst.Stress Recovery* 9: 73-84.
- Nilssen, J.P. & Wærvågen, S.B. 2002b. Recent re-establishment of the key species *Daphnia longispina* and cladoceran community following chemical recovery in a strongly acid-stressed region in southern Norway. *Arch.Hydrobiol.* 153: 557-580.
- Nilssen, J.P. & Wærvågen, S.B. 2003. Ecological distribution of pelagic copepods and species relationship to acidification, liming and natural recovery in a boreal area. *J.Limnol.* 62(1): 97-114.
- Nilssen, J.P., Hobæk, A., Petrusek, A. & Skage, M. 2007. Restoring *Daphnia lacustris* G.O. Sars, 1862 (Crustacea, Anomopoda) – a cryptic species in the *Daphnia longispina* group. *Hydrobiologia* 594: 5-17.
- Petrusek, A., Hobæk, A., Nilssen, J.P. Skage, M., Cerny, M., Brede, N. & Schwenk, K. 2008. A taxonomic reappraisal of the European *Daphnia longispina* complex (Crustacea, Cladocera, Anomopoda). *Zoologica Scripta* 37: 507-519.
- Qvenild, T. F. 1994. Aure og aurefiske. H. Aschehoug & Co, Oslo. 420 s.
- Ricker, W. E. 1979. Growth rates and models. 1: W. S. Hoar, D. J. Randall og J.R. Brett (red.). *Fish Physiology* 8. Bioenergetics and growth. Academic Press, New York, 677-743.
- Sandøy, S. & Nilssen, J.P. 1987a. Life cycle dynamics and vertical distribution of *Heterocope saliens* (LILLJ.) in two anthropogenic acidic lakes in southern Norway. *Arch.Hydrobiol.* 110:83-99.

Sandøy, S. & Nilssen, J.P. 1987b. Cyclopoid copepods in marginal habitats: Abiotic control of population densities in anthropogenic acidic lakes. *Arch.Hydrobiol. Suppl.* 76:236-255.

Sevaldrud, I. H., Vingen, K., Kristiansson, L.T., Øxnevad, S.A. & Hegge, O. 1996. Kalkingsplan for Oppland. Fylkesmannen i Oppland, miljøvern avdelingen. Rapport nr. 9/96: 1-78.

Sigmond, E. M. O., Gustavson, M. og Roberts, D. 1984. Bergrunnskart over Norge. M. 1:1 million- Norges geologiske undersøkelser.

Walseng, B., Raddum, G.G. & Kroglund, F. 1995. Kalking i Norge. Invertebrater. DN- utredning 1995/6, 1-65.

Wolf, K. 1957. Blue-sac disease investigations: microbiology and laboratory induction. – *Prog. Fish. Cult.* 17: 14-18.

Wærvågen, S.B. & Nilssen, J.P. 2002. Effekter av kalking og naturlig restaurering av forsurede innsjøer i Oppland i 2001. Fylkesmannen i Oppland, miljøvern avdelingen. Rapport nr. 3/02. 60s.

Wærvågen, S.B., Rukke, N.A. & Hessen, D.O. 2002. Calcium content of crustacean zooplankton and its potential role in species distribution. *Freshw. Biol.* 47: 1866–1878.

Wærvågen, S.B. & Nilssen, J.P. 2003. Major changes in pelagic rotifers during natural and forced recovery from acidification. *Hydrobiologia* 499: 63-82.

Vedlegg 1. Resultater fra prøvfisket i Øyangen

Tabell X. Resultater fra prøvfisket i Øyangen 18.-23.okt 2011

Nr	Dato	Sted	Art	Lengde (mm)	Vekt (g)	Kjønn	Moden/ umoden	Alder	K- faktor
1	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Abbor	265	223				1,20
2	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Abbor	225	84				0,74
3	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Abbor	232	115				0,92
4	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Abbor	210	86				0,93
5	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Abbor	212	99				1,04
6	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Røye	280	201	m	m	10	0,92
7	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Røye	270	197	m	m	>11	1,00
8	22.10.2011	Øyangen(Gran)	Røye	275	194	m	m	5	0,93
9	22.10.2011	Øyangen(Gran)	Røye	257	163	m	m	7	0,96
10	22.10.2011	Øyangen(Gran)	Røye	250	139	m	m	7	0,89
11	22.10.2011	Øyangen(Gran)	Røye	268	185	m	m	7	0,96
12	23.10.2011	Øyangen(Gran)	Røye	267	181	m	m	10	0,95
13	23.10.2011	Øyangen(Gran)	Røye	272	199	m	m	7	0,99
14	23.10.2011	Øyangen(Gran)	Røye	270	190	f	m	6	0,97
15	23.10.2011	Øyangen(Gran)	Røye	265	181	m	m	5	0,97
16	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Ørret	270	188	m	u	6	0,96
17	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Ørret	292	238	m	u	5	0,96
18	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Ørret	256	165	f	u	6	0,98
19	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Ørret	272	170	f	u	7	0,84
20	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Ørret	269	180	m	u	5	0,92
21	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Ørret	260	165	m	u	6	0,94
22	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Ørret	255	144	m	u	5	0,87
23	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Ørret	272	170	m	u	5	0,84
24	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Ørret	282	196	f	u	6	0,87
25	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Ørret	294	216	m	u	9	0,85
26	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Ørret	240	144	m	u	4	1,04
27	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Ørret	263	168	m	u	5	0,92
28	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Ørret	300	246	m	u	7	0,91
29	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Ørret	285	194	m	u	6	0,84
30	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Ørret	232	132	f	u	5	1,06
31	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Ørret	269	190	m	u	6	0,98
32	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Ørret	226	123	m	u	4	1,07
33	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Ørret	263	167	f	u	6	0,92
34	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Ørret	281	204	f	u	5	0,92
35	19.10.2011	Øyangen(Gran)	Ørret	260	164	f	u	7	0,93

Vedlegg 2. Prosentvis foredling av dyreplankton i de undersøkte lokalitetene i 2011.

Tabell Y. Prosentvis fordeling av dyreplankton (zooplankton) i de undersøkte lokaliteter i 2011, hoppekreps (Copepoda), vannlopper (Cladocera) og hjuldyr (Rotatoria).

% COP							
	Heterocope appendiculata	Heterocope saliens	Acartodiaptomus denticornis	Cyclops scutifer	Mesocyclops leuckarti	Diatylops sp.	Cyclops NAUPLIER
Ø. Sandbotnvatn	0,0	9,1	3,0	57,6	0,0	0,0	30,3
V. Sandbotnvatn	0,0	0,8	2,5	33,1	0,0	0,0	63,6
Lomtjern	1,9	0,0	1,0	46,2	0,0	1,0	50,0
Huldretjern	1,3	0,0	0,0	31,6	0,0	0,0	67,1
Hekketjern	0,6	0,0	7,7	19,6	2,4	0,0	69,6
Håndkleputten	0,0	0,0	0,0	0,0	39,4	0,0	60,6
Merratjern	0,8	0,0	0,0	23,2	0,0	0,0	76,0
Øyangen	1,9	0,0	0,5	47,0	0,0	0,0	50,7
%CLAD							
	Daphnia longispina	Daphnia cristata	Ceriodaphnia quadrangula	Bosmina longispina	Chydoridae spp.	Holopedium gibberum	Leptodora kindtii
Ø. Sandbotnvatn	8,2	0,0	0,0	86,3	0,0	5,5	0,0
V. Sandbotnvatn	31,6	0,0	0,0	50,0	0,0	18,4	0,0
Lomtjern	4,5	6,0	0,0	85,0	0,0	4,5	0,0
Huldretjern	45,2	0,0	0,0	53,4	0,0	1,4	0,0
Hekketjern	64,9	0,0	0,0	27,0	0,0	8,1	0,0
Håndkleputten	0,0	2,9	1,0	77,7	1,9	16,5	0,0
Merratjern	0,0	60,0	0,0	28,6	0,0	11,4	0,0
Øyangen	2,9	2,9	0,0	68,6	0,0	22,9	2,9
%ROT							
	Kellicottia longispina	Keratella cochlearis	Keratella hiemalis	Polarthra spp.	Conochilus unicornis	Collotheca spp.	Asplanchna spp.
Ø. Sandbotnvatn	36,1	0,0	0,0	1,3	62,7	0,0	0,0
V. Sandbotnvatn	63,0	0,0	2,2	0,0	28,3	6,5	0,0
Lomtjern	44,4	1,1	0,0	0,0	24,4	0,0	30,0
Huldretjern	45,7	9,5	0,0	0,0	35,2	3,3	6,2
Hekketjern	86,8	1,3	1,3	1,3	6,6	2,6	0,0
Håndkleputten	95,8	0,0	0,0	0,8	0,8	0,0	2,5
Merratjern	95,8	0,0	0,8	0,8	1,7	0,8	0,0
Øyangen	76,1	5,5	0,0	2,8	7,3	3,7	4,6

Vedlegg 3. Innsjøinndeling i kategoriene: A, B, C, D og E

Tabell Z. Innsjøinndeling i kategoriene: A, B, C, D og E. Hentet fra Wærvågen & Nilssen (2002).

- A. er de kronisk sure innsjøene, vanligvis med pH laverer enn 4,7-4,8. Disse lokalitetene er som oftest fisketomme og dominert av invertebrate predatorer.
- B. betegner innsjøer utsatt for sterk episodisk forsuring, vanligvis med pH rundt 5,0. En del av disse innsjøene med høyest pH har fortsatt intakte populasjoner av ørret og abbor, selv om artene tidvis har problemer med gyting og klekking av egg.
- C. betegner innsjøer som er i stand til å bli restaurert gjennom naturlige prosesser. Under den sterkeste forsuringsperioden var pH = 5,2 - 5,8. Av disse har C2 kun ørret, mens C1 betegner innsjøer med høy fiskepredasjon, vanligvis fra abbor
- D. er innsjøer som aldri var sterkt negativt påvirket av forsuring, og med høyt bikarbonatinnhold. Av disse har D2 kun ørret, mens D1 betegner innsjøer med høy fiskepredasjon.
- E. betegner kalkede innsjøer, med undertypene E2 (kun ørret) og E1(høy predasjon, som for D1). Kategorien E kan før kalking ha vært enten av typene A eller B – sjeldnere C og unntaksvis D.