

Røgden 2010

Vannkjemi og biologisk status



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

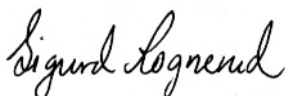
Tittel Røgden 2010 Vannkjemi og biologisk status	Løpenr. (for bestilling) 6115-2011	Dato 10.02.2011
	Prosjektnr. Undernr. 10317	Sider Pris 16
Forfatter(e) Sigurd Rognerud og Jarl Eivind Løvik	Fagområde limnologi	Distribusjon åpen
	Geografisk område Hedmark	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen	Oppdragsreferanse Tore Qvenild
---	-----------------------------------

Sammendrag

Etter at kalkingen opphørte i Røgden og i Løvbergsåas nedbørfelt i 2001, har det vært en nedgang i verdiene til forsyningsrelaterte variabler som pH, kalsium (Ca) og alkalitet fra 2003 til 2010. Dette har også skjedd i Varpåa etter at kalkingen av Søndre Baksjøen opphørte i 2009, men reduksjonen har vært mindre enn i Løvbergsåa. Beregninger av syrenøytraliserende kapasitet (ANC) viser en reduksjon på ca. 20 % fra 2003 til 2010. Likevel var ANC i Røgden, Løvbergsåa og Varpåa henholdsvis ca. 100 $\mu\text{ekv/l}$, 100 $\mu\text{ekv/l}$ og 130 $\mu\text{ekv/l}$ i 2010. Dette er godt over 60 $\mu\text{ekv/l}$ som regnes som nedre grense for meget god syrenøytraliserende kapasitet, og langt fra grensa på 20 $\mu\text{ekv/l}$ hvor skader på fisk kan forventes. Røgden synes også å ha blitt litt mer produktiv fra 2003 til 2010 indikert ved økte konsentrasjoner av klorofyll a. Dette kan ha skapt et økt biologisk opptak av nitrat som ga utslag i lavere nitrat-konsentrasjoner i 2010 enn i 2003. Humuskonsentrasjonen (TOC) og tot N har vært uforandret. Middellengden av de viktigste vannloppeartene ble redusert fra 2003-2005 til 2007 for så å øke igjen fram mot 2010. Den meget lave andelen store arter i 2007, men en markert høyere andel i 2010 kan tyde på at predasjonspresset fra planktonspisende fisk var spesielt sterkt i 2007 og betydelig mindre i 2010.

Fire norske emneord 1. Vannkvalitet 2. Kalking 3. Dyreplankton 4. Tidutvikling	Fire engelske emneord 1. Water quality 2. Liming 3. Zooplankton 4. Time trends
--	--



Sigurd Rognerud
Prosjektleder



Thorjorn Larssen
Forskningsleder



Bjorn Faafeng
Seniorrådgiver

Røgden 2010

Vannkjemi og biologisk status

Forord

Rapporten presenterer resultater fra vannkjemiske målinger i Røgden og dens viktigste tilløpselver Løvergsåa og Varpåa i perioden 2003-2010, samt enkelte målinger av algemengde (klorofyll a) og kartlegging av zooplanktonets mengde og artssammensetning i samme tidsperiode. Det er undersøkelsene fra 2010 som ikke tidligere er publisert. Undersøkelsen er gjennomført på oppdrag fra Fylkemannen i Hedmark, miljøvern-avdelingen. Kontaktperson hos Fylkemannen har vært Tore Qvenild.

Kalkningsdata og tidligere vannkjemiske data er hentet fra Rognerud et al. 2006 og datafiler tilsendt fra Tore Qvenild. Sigurd Rognerud ved NIVAs Østlandsavdeling har vært ansvarlig for gjennomføringen av undersøkelsen og rapporteringen. Jarl Eivind Løvik ved NIVAs Østlandsavdeling har talt og bearbeidet alle zooplanktonprøvene. Alle kjemiske analyser er utført ved NIVAs laboratorium i Oslo.

Ottestad, 10. februar 2011



Sigurd Rognerud

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
2. Materiale og metoder	8
3. Resultater	9
3.1 Kalkningsdoser	9
3.2 Vannkvalitet i Varpåa og Løvbergsåa.	9
3.3 Tidsutvikling i vannkvaliteten i Røgden	11
3.4 Syrenøytraliserende kapasitet i Røgden og tilløpselvene	12
3.5 Dyreplankton	12
3.6 Referanser	14
Vedlegg A.	15
Vedlegg B.	16

Sammendrag

Røgden er en oligotrof innsjø, med svakt surt, humøst vann. Den ble kalket første gang i 1992 av Länstyrelsen i Värmland og siden årlig i norsk regi i perioden 1998-2001 (200-271 tonn pr. år). Største delen av Røgdens nedbørfelt avvannes gjennom Varpåa og Løvbergsåa. Varpåa kommer fra Søndre Baksjøen som har vært kalket årlig i perioden 1998-2009 med nær 35 tonn pr. år. Breidsjøen, Fallsjøen og Rotbergsjøen i Løvbergsåa's nedbørfelt har til sammen vært kalket med ca. 250 tonn pr. år i perioden 1998 -2001. Denne rapporten omhandler tidutviklingen i vannkvalitet i Røgden med tilløpselver, samt zooplanktonets biomasse og artsammensetning i Røgden fra 2003 til 2010.

I Løvbergsåa og Røgden har det vært en nedgang i verdiene til forsureningsrelaterte variable som pH, kalsium (Ca) og alkalitet fra 2003 til 2010 etter at kalkingen opphørte i 2001. Dette har også skjedd i Varpåa etter at kalkingen av Søndre Baksjøen opphørte i 2009, men reduksjonen har vært litt mindre enn i Løvbergsåa. Beregninger av syrenøytraliserende kapasitet (ANC) viser en reduksjon på ca. 20 % fra 2003 til 2010 i Røgden og Løvbergsåa, litt mindre i Varpåa. Likevel var ANC verdiene i Røgden, Løvbergsåa og Varpåa nær henholdsvis 100 $\mu\text{ekv/l}$, 100 $\mu\text{ekv/l}$ og 130 $\mu\text{ekv/l}$ i 2010. Dette er godt over 60 $\mu\text{ekv/l}$ som regnes som nedre grense for meget god syrenøytraliserende kapasitet og langt fra grensa på 20 $\mu\text{ekv/l}$ hvor skader på fisk kan forventes. Røgden synes også å ha blitt litt mer produktiv fra 2003 til 2010, indikert ved økte konsentrasjoner av klorofyll *a*. Dette kan ha skapt et økt biologisk opptak av nitrat som kan forklare lavere nitrat-konsentrasjoner i 2010 enn i 2003. Konsentrasjonen av totalt organisk karbon (TOC), som i hovedsak er humus, samt tot N har vært uforandret.

Krepsdyrplanktonet i Røgden i 2010 kan karakteriseres som forholdsvis artsrikt. Det ble registrert totalt 12 arter fordelt på 2 calanoide hoppekreps, 2 cyclopoide hoppekreps og 8 vannlopper. Det var betydelige innslag av forsurningsfølsomme arter som *H. appendiculata*, *E. graciloides*, *T. oithonoides* og *D. cristata* som indikerer at krepsdyrplanktonet ikke var skadet av forsuring. Totalbiomassen av krepsdyrplankton varierte i området 15-50 mg tørrvekt pr. m^3 med et middel på 38 mg/m^3 . Dette kan karakteriseres som middels høy biomasse. Det har ikke skjedd vesentlige endringer i totalbiomassen av zooplankton fra 2003 til 2010.

Størrelsen av dominerende arter, eller andelen storvokste arter og individer av krepsdyrplankton, brukes ofte som indikasjoner på graden av predasjon fra planktonspisende fisk i innsjøer. Dette fordi den planktonspisende fisken foretrekker storvokste og lett synlige individer. Ved økende predasjonspress forskyves derfor ofte artssammensetningen i retning av mer småvokste arter og individer. I Røgden har krepsdyrplanktonet i alle år vært dominert av småvokste arter som hoppekrepsene *E. graciloides* og *T. oithonoides*, samt vannloppene *D. cristata* og *B. longispina*. Dette tyder på et forholdsvis sterkt predasjonspress fra planktonspisende fisk slik som abbor og/eller krøkle. I flere år har det imidlertid også vært mindre innslag av noe mer storvokste arter slik som *Heterocope appendiculata*, samt vannlopper hvor middellengden av voksne hunner var større enn 1,2 mm, dvs. *Limnospina frontosa* og *Daphnia longispina*-gruppen. Andelen var størst i 2010 med 10 %. Middellengden av de viktigste vannloppeartene ble redusert fra 2003-2005 til 2007 for så å øke igjen fram mot 2010. Den meget lave andelen store arter i 2007 og markert høyere andelen i 2010 kan også tyde på at predasjonspresset fra planktonspisende fisk var spesielt sterkt i 2007 og betydelig mindre i 2010.

Summary

Title: Lake Røgden 2010. Water quality and biological status

Year: 2011

Author: Sigurd Rognerud and Jarl Eivind Løvik

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5850-9

The first liming of Lake Røgden, SE Norway, took place in 1992 and continued yearly from 1998 to 2001. Since then the water quality has changed slightly. The values of variables related to acidification like acid neutralizing capacity (ANC), calcium concentration and alkalinity have decreased by approximately 20 % since 2003. This has also happened in the two most important tributaries Løvbergsåa and Varpåa, where lakes in the catchments have also been limed. The liming of lakes in the catchment of Løvbergsåa took place yearly from 1998 to 2001. Lake Søndre Baksjøen in the catchment of Varpåa was limed from 1998 to 2009. Due to this the change in calcium concentrations and alkalinity in Varpåa has been slightly less than in Lake Røgden and the river Løvbergsåa. The acid neutralizing capacity (ANC) is however still very good and far from the limits that will affect the fish population. An increase in chlorophyll *a* concentration and reduced nitrate concentration in lakewater (0-10 m) from 2003 to 2010 indicates increased primary productivity.

The zooplankton community consists of small species which indicate a heavy predation pressure from planktivorous fish species. In 2007 large sized *Daphnia*-species were rare indicating a heavy predation pressure from fish, probably smelt and pelagic perch. In 2010, however, large sized Cladocera species were more frequent in the zooplankton community indicating a significant lower predation pressure from planktivorous fish than 3 years before.

1. Innledning

Den sørlige delen av Hedmark har gjennom flere årtier vært utsatt for forsurening av vann og vassdrag som følge av sur nedbør selv om syreavsetningen har avtatt de siste årene (SFT 2009). Derfor har en del innsjøer vært kalket i flere år, og noen kalkes fortsatt. Røgden ble kalket første gang av svenske länsmyndigheter i 1992 (2327 tonn), og siden årlig med mindre mengder fra 1998 til 2001. Etter 2001 er ikke Røgden direkte tilført kalk, men den påvirkes også av at andre innsjøer i nedbørfeltet har vært kalket i samme periode, men også etter dette tidspunkt (S. Baksjøen). I 2010 ønsket Fylkesmannen i Hedmark at NIVA skulle dokumentere tidsutviklingen i Røgdens vannkvalitet siden forrige NIVA-undersøkelse i 2003, dvs. to år etter at kalkingen opphørte (Røgnerud et al. 2006). Det skulle også gjennomføres en undersøkelse av zooplankton der enkelte arter er sentrale næringsdyr for mange fiskearter. Analyser av algemengder i de frie vannmassene er også inkludert for å få en indikasjon på eventuelle endringer i Røgdens produktivitet over tid.

Røgden er en regulert innsjø som ligger i Grue kommune nær grensen mot Sverige. Den sørøstligste delen av Røgden ligger i Värmlands län (Fig.1). Størstedelen av nedbørfeltet ligger i Norge. Varpåa og Løvbergsåa er de viktigste tilløpselvene til Røgden.

Som følge av reduserte utslipp av svovel i Europa, og nedgang i sulfatdeposisjonen over Sør-Norge, har forurensingssituasjonen bedret seg gradvis. Dette har ført til reduserte skader på fisk og bunndyr i en del vassdrag (SFT 2009). Indikasjoner på bedringer i krepsdyrfaunaen med reetablering av forurensingsfølsomme arter er også registrert i noen regioner, men det finnes også lokaliteter som viser motsatt tendens.



Figur 1. Røgden med prøvetakningspunkter ved NIVAs undersøkelser i 2003 og 2010.

2. Materiale og metoder

Innsamling

Prøver for analyser av vannkjemi og zooplankton ble samlet inn fra Røgden's hovedvannmasser, sentralt i sørøstre del av innsjøen (dypeste punkt, 36 m, Fig.1). Det ble samlet inn prøver 3 ganger i perioden juni-september i 2010. Vannprøver og klorofyllprøver er tatt som blandprøver fra sjiktet 0-10 m (1, 3, 5, 7,10 m). I Varpåa og Løvbergsåa, som er de største tilløpselvene til Røgden, ble det samlet inn vannprøver for kjemiske analyser ved de samme tidspunktene som i Røgden. Kvantitative prøver av dyreplankton ble samlet inn ved hjelp av en 25 liters Schindler-felle påmontert håv med maskevidde 60 µm fra 1, 3, 5, 10 og 15 m dyp.

Vannkjemi

Det ble analysert mhp. surhetsgrad (pH), konduktivitet (ledningsevne), alkalitet, total nitrogen (Tot-N), nitrat (NO₃-N), totalt organisk karbon (TOC), klorid (Cl), sulfat (SO₄), aluminium (reaktivt Al og ikke labilt Al), kalsium (Ca), kalium (K), magnesium (Mg) og natrium (Na). Labilt aluminium (LAl), som er den toksiske aluminium-fraksjonen, er lik differansen mellom reaktivt Al og ikke labilt Al. Klorofyll-*a* som er et mål på alge mengden, ble i tillegg målt i blandprøven fra 0-10 m. Analysene ble utført ved NIVAs kjemilaboratorium i henhold til standardiserte og akkrediterte metoder. TOC er et mål på totalt organisk karbon i vannet. I humuspåvirkede innsjøer som Røgden er TOC et godt mål på konsentrasjonen av løste humustoffer. Vannets syrenøytraliseringskapasitet (ANC) ble beregnet for alle datoer og lokaliteter. ANC ble beregnet både etter den tradisjonelle metoden som differansen mellom basekationer og sterksyreanioner og justert for organiske syrer (ANC_{OAA}) der $ANC_{OAA} = ANC - (TOC/3)10,2$ etter Lydersen et al. (2004).

Dyreplankton

Kvantitative prøver av krepsdyrplankton ble samlet inn ved hjelp av en 25 liters Schindlerfelle og silt gjennom duk med 60 µm (0,06 mm) maskevidde. Prøvene ble tatt fra 1 m, 3 m, 5 m, 10 m og 15 m dyp, og konserverte i felt med Lugols løsning (fytofiks). Krepsdyrplanktonet i hele eller en representativ del av prøvene ble identifisert til art og talt opp. Biomasser (tørrvekt) ble beregnet på grunnlag av lengdemålinger og standard lengde-vekt relasjoner. For å kunne sammenligne med biomasseverdier fra tidligere år, som er beregnet for sjiktet 0-20 m, ble det antatt at prøvene fra 15 m dyp var representative for sjiktet 15-20 m.

3. Resultater

3.1 Kalkningsdoser

En oversikt over kalkdoser i Røgden og i innsjøer i dens nedbørfelt for perioden 1998-2010 er vist i Tab.1. Varpåa kommer fra S. Baksjøen som har vært kalket årlig i perioden 1998-2009 med nær 35 tonn. Den ble ikke kalket i 2010. Breidsjøen, Fallsjøen og Rotbergsjøen som avvannes gjennom Løvbergsåa til Røgden har til sammen vært kalket med ca 250 tonn pr.år i perioden 1998 -2001, men ikke etter 2001. Røgden har vært kalket (200-370 tonn pr. år) på innsjøoverflaten med båt i perioden 1998-2001, men ikke etter 2001.

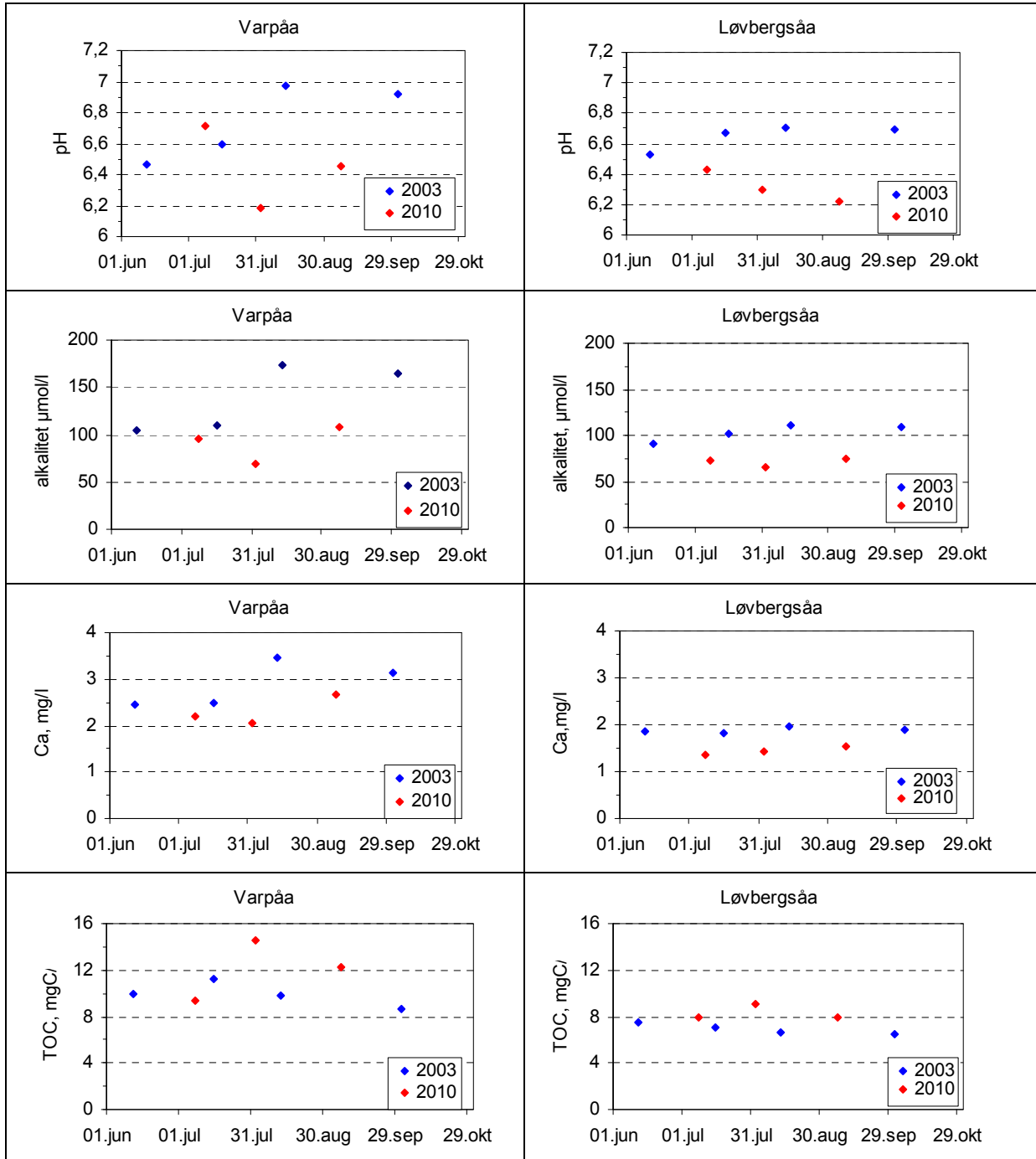
Tabell 1. Kalkningsdoser i Røgden og innsjøer i dens nedbørfelt i perioden 1998-2010 . Kilde Fylkesmannen i Hedmark.

Dato	Breidsjøen t/år	Fallsjøen t/år	Rotbergsjø t/år	Røgden t/år	S. Baksjøen t/år
1998	49	112	73	371	32
1999	47	109	71	347	31
2000	61	122	70	253	36
2001	79	121	69	200	36
2002					40
2003					35
2004					36
2005					37
2006					36
2007					35
2008					36
2009					40

3.2 Vannkvalitet i Varpåa og Løvbergsåa.

Noen sentrale vannkvalitetsvariable fra NIVAs undersøkelser i 2003 og 2010 er vist i fig. 2. Varpåa hadde generelt høyere verdier for pH, alkalitet og kalsium i 2003 enn Løvbergsåa. Dette skyldes antagelig at kalkingen hadde opphørt 2 år tidligere i Løvbergsåas nedbørfelt, mens den fortsatt pågikk i Varpåas nedbørfelt. I 2010 var forskjellene noe mindre antagelig fordi kalkingen av S. Baksjøen i Varpåas nedbørfelt nylig var avsluttet. Varpåa er også noe mer humuspåvirket (mer TOC) en Løvbergsåa.

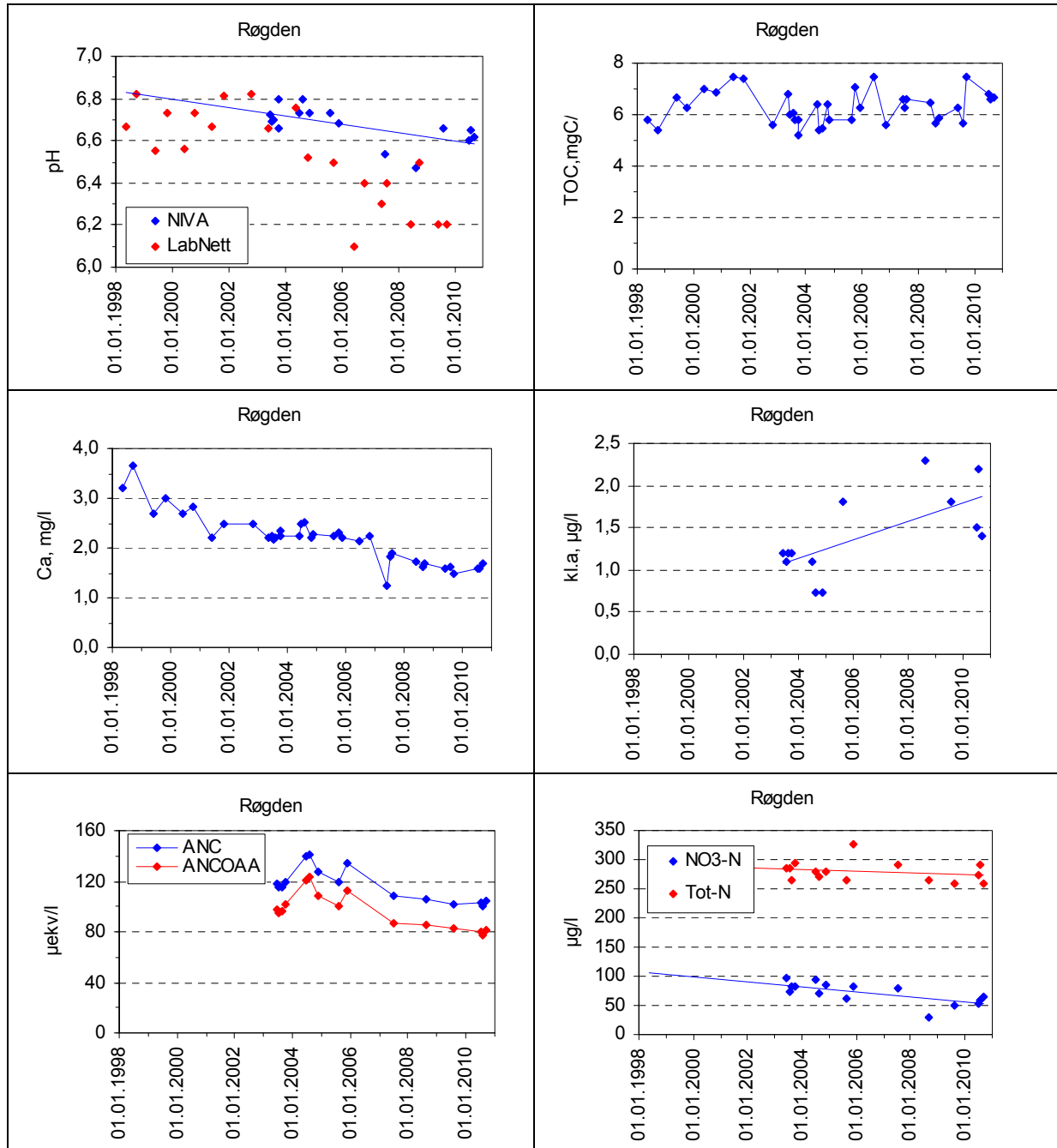
Når det gjelder tidsutviklingen fra 2001 til 2010 av forsningsrelaterte variable som pH, bufferkapasiteten mot sterke syrer (alkalitet) og kalsium, så har verdiene sunket noe i begge elvene. Det var særlig etter midtsommer at forskjellene var størst. Humuspåvirkningen har økt litt i samme periode.



Figur 2. Viktige vannkvalitetsvariable i Varpåa og Løvbergsåa (2003 og 2010). Disse elvene avanner største delen av nedbørfeltet til Røgden..

3.3 Tidsutvikling i vannkvaliteten i Røgden

Røgden ble kalket første gang i 1992, men de første kjemidata er fra 1998. Det har vært en gradvis nedgang i verdiene for forsyningsrelaterte variable som pH, kalsium (Ca) og alkalitet etter at kalkingen opphørte i hhv. 2001 (Løvbergsåa og Røgden) og 2009 (Varpåa) (Fig.3). Røgden synes å ha blitt mer produktiv (økt kl.a konsentrasjoner). Dette kan ha skapt et økt biologisk opptak av nitrat



Figur 3. Variasjon i konsentrasjon av vannkvalitetsvariable og klorofyll a (kl.a) i Røgden (1998-2010). Prøvene er basert på blandprøver fra sjiktet 0-10m. Når det gjelder pH så er også data fra lokal prøvetakning og analyser på LabNett vist (kilde: FM-Hedmark). Før 2003 er TOC beregnet ut fra farge etter følgende regresjon for Røgden; ($TOC = 0,0905 \text{ Farge} + 2,569$, $r^2 = 0.98$, $n=8$).

og derved lavere konsentrasjoner av nitrat i 2010 enn i 2003. Organisk karbon (TOC) som i all hovedsak er humus og tot N, har vært uforandret. I perioden 2004-2010 var det stor forskjell mellom pH-målinger utført av Labnett på prøver hentet av lokale prøvetaker og NIVAs prøver fra 0-10 m sentralt i innsjøen. Årsaken kan være ulikt prøvetakningsted og tid fra prøvetakning til analyse.

3.4 Syrenøytraliserende kapasitet i Røgden og tilløpselvene

Beregnet syrenøytraliseringskapasitet (ANC), som differansen mellom basekationer og sterksyre-anioner samt justert for organiske syrer (ANC_{OAA}), er gitt i tab. 2. Både i Røgden og Løvbergsåa var ANC og ANC_{OAA} lavere i 2010 enn i 2003. Reduksjonen var på ca 20 % og skyldes at kalkning ikke fant sted verken på Røgdens overflate eller i Løvbergsåas nedbørfelt i denne tidsperioden. Søndre Baksjøen (i Varpåas nedbørfelt) ble kalket til og med 2009, men vannmengdene i Varpåa er betydelig mindre enn i Løvbergsåa og har således langt mindre innvirkning på vannkvaliteten i Røgden. Likevel kan syrenøytraliserings-kapasiteten beskrives som god (dvs > 60 $\mu\text{ekv/l}$) i såvel Røgden som i tilløpselvene Varpåa og Løvbergsåa (98-194 $\mu\text{ekv/l}$). Skader på fiskebestander (ørret) forventes ikke for ANC er lavere enn 20 $\mu\text{ekv/l}$ (eller ANC_{OAA} lavere enn 8 $\mu\text{eq/l}$) (Lydersen et al. 2004)

Tabell 2. Vannets syrenøytraliseringskapasitet (ANC og ANC_{OAA}) i Røgden og tilløpselvene ved NIVAs undersøkelser i 2003 og 2010.

	ANC, $\mu\text{ekv/l}$		ANC_{OAA} , $\mu\text{ekv/l}$	
	Middel	Variasjonsbredde	Middel	Variasjonsbredde
Røgden, 2003	125	115 - 142	106	95 - 123
Røgden, 2010	103	100 - 105	82	80 - 84
Varpåa 2003	163	137 - 194	129	101 - 160
Varpåa 2010	148	135 - 163	107	85 - 122
Løvbergsåa 2003	118	115 - 120	94	90 - 98
Løvbergsåa 2010	102	98 - 106	74	71 - 79

3.5 Dyreplankton

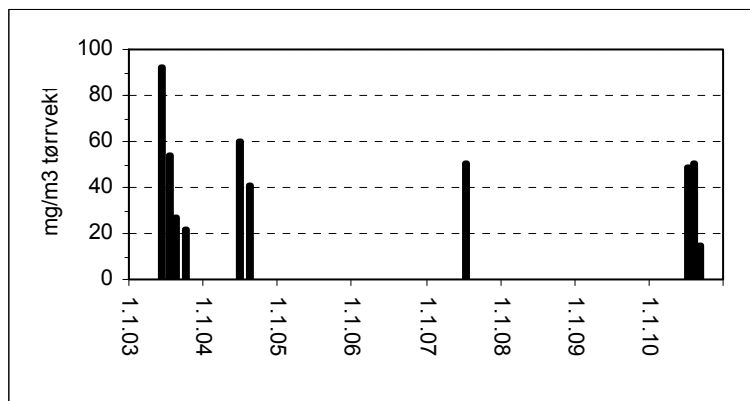
Basert på prøvene fra tre tidspunkter i 2010 kan krepsdyrplanktonet i Røgden karakteriseres som forholdsvis artsrikt. Det ble registrert totalt 12 arter fordelt på 2 calanoide hoppekreps, 2 cyclopoide hoppekreps og 8 vannlopper. Krepsdyrplanktonet var dominert av vannloppene *Daphnia cristata*, *Bosmina longispina* og *Limnospida frontosa* samt hoppekrepsene *Eudiaptomus graciloides*, *Heterocope appendiculata* og *Thermocyclops oithonoides* (Vedlegg B). Forekomsten av arter som hoppekrepsene *H. appendiculata* og *E. graciloides* samt vannloppene *Holopedium gibberum*, *D. cristata* og *Limnospida frontosa* indikerer at Røgden er en næringsfattig (oligotrof) innsjø (Halvorsen et al. 2002). Det betydelige innslaget av forsuringfølsomme arter som *H. appendiculata*, *E. graciloides*, *T. oithonoides* og *D. cristata* viste at krepsdyrplanktonet ikke var skadet av forsuring.

Totalbiomassen av krepsdyrplankton varierte i 2010 i området 15-50 mg tørrvekt pr. m^3 med et middel på 38 mg/m^3 . Dette kan karakteriseres som middels høy krepsdyrplanktonbiomasse (jf. Hessen et al. 1995). Det er vanlig å observere relativt store variasjoner i biomassen gjennom sommerhalvåret, og en sammenligning med data fra 2003, 2004 og 2007 gir ikke indikasjoner på at det har skjedd vesentlige endringer i totalbiomassen gjennom perioden (Fig.4). I flere av årene var det en tendens til relativt høy biomasse på forsommeren og en klar nedgang utover i august-september.

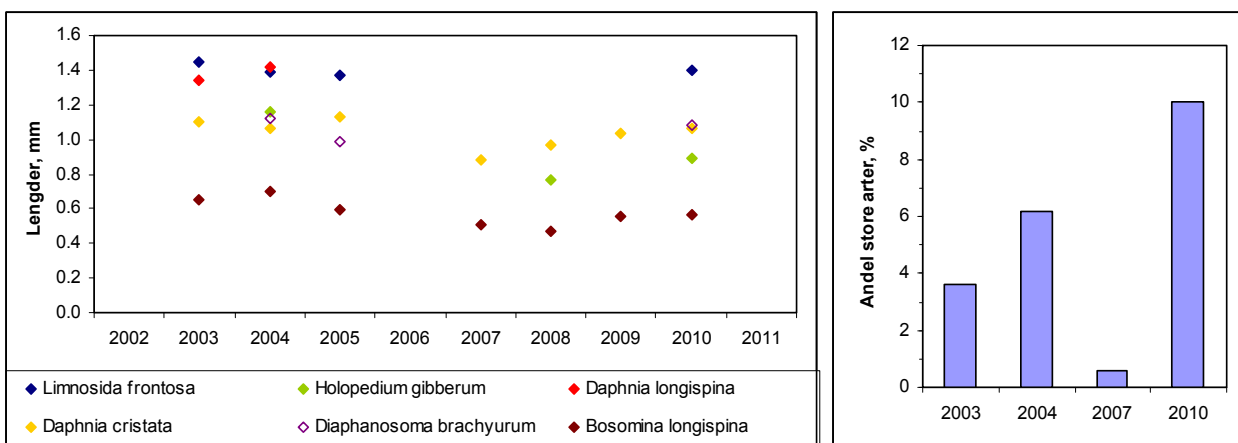
Størrelsen av dominerende arter eller andelen storvokste arter og individer av krepsdyrplankton brukes ofte som indikasjoner på graden av predasjon fra planktonspisende fisk i innsjøer. Dette fordi den

planktonspisende fisken foretrekker storvokste og lett synlige individer. Ved økende predasjonspress forskyves derfor som oftest artssammensetningen i retning mer småvokste arter og individer. I Røgden har krepsdyrplanktonet i alle år vi har data fra, vært dominert av småvokste arter som hoppekrepsene *E. graciloides* og *T. oithonoides* samt vannloppene *D. cristata* og *B. longispina*. Dette tyder på et forholdsvis sterkt predasjonspress fra planktonspisende fisk slik som abbor og/eller krøkle. Flere år har det også vært mindre innslag av noe mer storvokste arter slik som *Heterocope appendiculata*, *Limnosida frontosa* og en art innen *Daphnia longispina*-gruppen (trolig *Daphnia lacustris*, jf. Nilssen et al. 2007). Middellengden av de viktigste vannloppartene ble redusert fra 2003-2005 til 2007 for så å øke igjen fram mot 2010 (Figur 5). Dette kan være et uttrykk for at predasjonspresset fra planktonspisende fisk økte i perioden 2003-2007, for så å avta noe igjen i perioden 2008-2010.

De storvokste artenes andel av den totale krepsdyrplanktonbiomassen i årene 2003, 2004, 2007 og 2010 er vist i Fig.5. Med ”storvokste arter” menes her hoppekrepsen *Heterocope appendiculata* samt vannlopper hvor middellengden av voksne hunner er større enn 1,2 mm, dvs. *Limnosida frontosa* og *Daphnia longispina*-gruppen. Den store rovformen *Leptodora kindtii* er ikke medregnet siden den anses som lite predasjonsutsatt pga. sitt ”gjennomsiktige” (hyaline) utseende. Andelen store arter var generelt lav med maks på ca. 10 % i 2010. Den meget lave andelen store arter i 2007 og markert høyere andelen i 2010 kan også tyde på at predasjonspresset fra planktonspisende fisk var spesielt sterkt i 2007 og betydelig mindre i 2010.



Figur 4. Totalbiomasser av planktonkreps (mg tørrvekt pr. m³) i Røgden i 2003, 2004, 2007 og 2010.



Figur 5. Til venstre: middellengder av vannlopper (voksne hunner). Til høyre: storvokste arters andel av total krepsdyrplankton-biomasse i Røgden i 2003, 2004, 2007 og 2010.

3.6 Referanser

Halvorsen, G., Schartau, A.K. og Hobæk, A. 2002. Planktoniske og litorale krepsdyr. I: Aagaard, K., Bækken, T. og Jonsson, B. (red.). Biologisk mangfold i ferskvann. Regional vurdering av sjeldne dyr og planter. NINA Temahefte 21, NIVA Inr. 4590-2002. s. 26-31.

Hessen, D.O., Faafeng, B.A. and Andersen, T. 1995. Replacement of herbivore zooplankton species along gradients of ecosystem productivity and fish predation pressure. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 733-742.

Lydersen, E., Larsen, T. og Fjeld, E. 2004. Betydningen av humus for forholdet mellom syrenøytraliseringskapasitet (ANC) og fiskestatus i norske innsjøer. pH-status nr. 1 (Årgang 10): 4-5.
Løvik, J.E. 2001. Miljøtilstanden i innsjøer og vassdrag i Hedmark ved årtusenskiftet. NIVA-rapport nr. 4336. 39 s.

Nilssen, J.P., Hobæk, A. Petrusek og Skage, M. 2007. Restoring *Daphnia lacustris* G.O.Sars, 1862 (Crustacea, Anomopoda): a cryptic species in the *Daphnia longispina* group. Hydrobiologia 594: 5-17.

Rognerud, S. Løvik, J.E., og Lydersen, E. 2006. Røgden og Møkeren. Vannkjemi og biologisk status. NIVA-rapport 5225-2006. 22s

SFT 2009. Overvåkning av langtransportert forurensninger 2008. Sammendragsrapport. SPFO-rapport 1050/2009, TA-2527/2009. Statens Forurensningstilsyn

Vedlegg A.

Vannkjemidata og klorofyll a (kl.a) i Røgden med tilløpselver i 2003 og 2010

	pH	Kond	Alk	Tot-N	NO3	TOC	Cl	SO4	Al/R	Al/II	LAI	Ca	K	Mg	Na	Kl-a
		mS/m	mmol/l	µgN/l	µgN/l	mgC/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l
Røgden																
12.06.2003	6,72	1,98	0,107	285	96	6,0	0,91	1,94	19	18	1	2,24	0,38	0,48	1,07	1,2
16.07.2003	6,69	1,99	0,107	285	73	6,1	0,85	1,84	17	14	3	2,16	0,37	0,40	1,06	1,1
13.08.2003	6,70	2,04	0,112	265	81	5,8	0,88	1,89	18	16	2	2,21	0,37	0,41	1,06	1,2
02.10.2003	6,80	2,05	0,114	295	82	5,2	0,90	1,89	15	12	3	2,25	0,38	0,43	1,08	1,2
08.07.2010	6,60	1,77	0,072	275	54	6,8	1,02	1,52	25	21	4	1,58	0,34	0,38	1,12	1,5
02.08.2010	6,65	1,80	0,080	290	58	6,6	1,00	1,54	27	24	3	1,58	0,32	0,36	1,10	2,2
07.09.2010	6,62	1,62	0,082	260	65	6,7	0,97	1,51	19	17	2	1,69	0,33	0,34	1,09	1,4
Varpåa																
12.06.2003	6,47	1,75	0,105	240	9	10,0	0,65	1,38	46	45	1	2,46	0,24	0,40	0,97	
16.07.2003	6,60	1,85	0,110	310	26	11,3	0,62	1,12	40	37	3	2,47	0,21	0,36	1,01	
13.08.2003	6,97	2,40	0,173	295	44	9,8	0,73	1,11	35	30	5	3,47	0,24	0,44	1,11	
02.10.2003	6,92	2,36	0,164	270	27	8,6	0,90	1,26	33	32	1	3,12	0,34	0,50	1,21	
08.07.2010	6,71	1,76	0,096	2	13	9,4	0,73	1,03	31	28	3	2,21	0,19	0,33	1,08	
02.08.2010	6,18	1,64	0,069	285	9	14,6	0,70	0,80	78	70	8	2,04	0,17	0,31	0,92	
07.09.2010	6,45	1,19	0,108	265	20	12,2	0,76	0,96	33	31	2	2,68	0,20	0,30	0,98	
Løvbergsåa																
12.06.2003	6,53	1,67	0,090	235	7	7,5	0,73	1,49	30	28	2	1,87	0,37	0,42	1,04	
16.07.2003	6,67	1,75	0,102	230	5	7,1	0,71	1,42	17	14	3	1,83	0,37	0,35	1,08	
13.08.2003	6,70	1,84	0,111	220	2	6,7	0,75	1,47	16	14	2	1,97	0,37	0,38	1,05	
02.10.2003	6,69	1,82	0,109	235	6	6,5	0,80	1,47	21	18	3	1,88	0,41	0,39	1,14	
08.07.2010	6,43	1,53	0,073	240	17	8,0	0,82	1,19	35	35	0	1,37	1,02	0,33	1,02	
02.08.2010	6,30	1,57	0,066	255	23	9,1	0,81	1,07	41	35	6	1,42	1,02	0,33	1,02	
07.09.2010	6,22	1,62	0,074	260	34	8,0	0,87	1,15	20	18	2	1,54	1,06	0,30	1,06	

Vedlegg B.

Tabell . Krepssdyrplankton i Røgden 2007 og 2010, gitt som mg tørrvekt pr. m³ i sjiktet 0-20 m.

	11.07.2007	08.07.2010	02.08.2010	07.09.2010	Middel -10
<u>Hoppekreps (Copepoda):</u>					
<u>Calanoida:</u>					
Heterocope appendiculata	0,33	0,99	1,70	1,17	1,29
Eudiaptomus graciloides	0,26	1,69	2,17	1,97	1,94
Sum Calanoida	0,59	2,68	3,87	3,14	3,23
<u>Cyclopoida:</u>					
Cyclops scutifer					
Mesocyclops leuckarti	2,62	0,14	1,12	0,60	0,62
Thermocyclops oithonoides	5,87	1,52	0,92	0,68	1,04
Sum Cyclopoida	8,49	1,66	2,04	1,28	1,66
<u>Vannlopper (Cladocera):</u>					
Leptodora kindtii			0,57	0,18	0,38
Holopedium gibberum	0,65	0,64	0,50	1,66	0,93
Diaphanosoma brachyurum	0,07	0,11	1,13	0,10	0,45
Limnosida frontosa		1,09	6,15	0,35	2,53
Daphnia longispina					
Daphnia cristata	31,26	36,73	33,62	2,88	24,41
Ceriodaphnia quadrangula	0,01				
Bosmina longispina	9,73	5,61	2,91	5,02	4,51
Bosmina longirostris			0,01	0,002	
Polyphemus pediculus	0,06	0,02	0,004		0,01
Sum Cladocera	41,78	44,20	44,89	10,19	33,22
Sum krepssdyrplankton	50,86	48,54	50,80	14,61	38,11

Tabell . Middellengder av vannlopper (voksne hunner) i Røgden i 2007 og 2010, mm.

	Middel	Min	Maks	N
Limnosida frontosa -10	1,40	1,10	1,60	29
Diaphanosoma brachyurum -10	1,08	0,94	1,20	5
Holopedium gibberum -10	0,89	0,72	1,20	20
Daphnia cristata -07	0,88	0,80	1,00	20
Daphnia cristata -10	1,06	0,90	1,22	37
Bosmina longispina -07	0,51	0,44	0,56	20
Bosmina longispina -10	0,57	0,50	0,70	32

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no