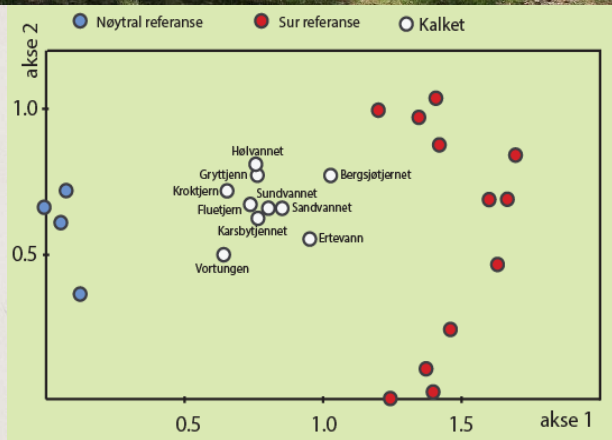


Undersøkelse av dyreplankton og fisk i et utvalg vann i Østfold etter avsluttet kalking

Bjørn Walseng
Leif Roger Karlsen



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

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

NINA Kortrapport

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

NINA Temahefte

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

NINA Fakta

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

Annen publisering

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

Undersøkelse av dyreplankton og fisk i et utvalg vann i Østfold etter avsluttet kalking

Bjørn Walseng
Leif Roger Karlsen

Walseng, B. & Karlsen, L.R. 2017. Dyreplankton og fisk i et utvalg vann i Østfold etter avsluttet kalking. - NINA Rapport 1372: 1-62

Oslo Juni 2017

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-3096-4

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Bjørn Walseng

KVALITETSSIKRET AV

Erik Framstad

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef [fylles ut av forskningssjefen] (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Fylkesmannen i Østfold

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

Håvard Hornnæs

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Håvard Hornnæs

FORSIDEBILDE

Sandvannet, DCA-ordinasjon, mort, ørret og abbor fra Sandvannet.

Pseudochydorus globosus (tegning G.O. Sars)

NØKKEWORD

Ferskvann - krepsdyr – fisk - Østfold – avsluttet kalking

KEY WORDS

Freshwater - crustaceans - fish - Østfold county – ended liming

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Sluppen
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon: 73 80 14 00

NINA Tromsø

Framsenteret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00

NINA Lillehammer

Fakkeltgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Walseng, B. & Karlsen, L.R. 2017. Dyreplankton og fisk i et utvalg vann i Østfold etter avsluttet kalking. - NINA Rapport 1372: 1-62.

Med tanke på å vurdere effekten av avsluttet kalking ble ti vann i Østfold undersøkt med hensyn til vannkjemi, krepsdyr og fisk. Kalking av vannene startet i perioden 1995-99, og ble avsluttet i 2012. pH har fluktuert, og verdier som er langt over hva som er naturlig for vannforekomstene, har vært målt. Det samme har vært tilfelle for Ca, som etter at kalking ble avsluttet, har nærmet seg 1,0 mg/l i mange av lokalitetene. Fargen har også variert fra 1–230 mg Pt/l. Det er en tendens til at vannene er blitt noe klarere med lavere pH etter avsluttet kalking. Dette er det motsatte av det som skjer i vann som ikke har vært kalket, og der det har skjedd en naturlig bedring i pH. Forsuringstolerante arter av krepsdyr er blitt mer vanlige, og hele tre arter tilhørende den svært forsuringstolerante slekten *Daphnia* sp., hjelmdaphnie *D. cristata*, småhodedafnie *D. longiremis* og nåledafnie *D. longispina*, er blitt vanlige. Fortsatt er de to svært forsuringstolerante artene, bruntvannskreps *Acantholeberis curvirostris* og mosenebbkreps *Alona rustica* tilstede. Når artsinventaret i vannene ble sammenlignet med sure og nøytrale referansevann i en DCA-analyse, inntar de en posisjon mellom disse. Totalt ble det fanget fire arter av fisk; ørret (*Salmo trutta*), gjedde (*Esox lucius*), abbor (*Perca fluviatilis*) og mort (*Rutilus rutilus*). Abboren var mest tallrik og forekom i samtlige vann. Ørret ble fanget i fire av vannene (Bergsjøtjernet, Fluettjern, Kroktjern og Sandvannet). I Øvre Sandvann ble det i tillegg observert ørekyte (*Phoxinus phoxinus*) i strandsonen og i innløpsbekken. Gjedd ble kun fanget i Gryttjern, mens mort ble kun fanget i Sandvannet. Bergsjøtjern var eneste vann med kun ørret. Konklusjonen så langt er at biologien ikke synes å ha respondert negativt på at kalking er blitt avsluttet.

Bjørn Walseng, NINA, Gaustadaløen 21, N-0349 Oslo.

Leif Roger Karlsen, Fylkesmannen i Østfold, miljøvernavd., Postboks 325, 1502 Moss.

Abstract

Walseng, B. & Karlsen, L.R. 2017. Crustaceans and fish in lakes in Østfold county after liming ended. - NINA Rapport 1372: 1-62.

Ten limed lakes in Østfold County were investigated with respect to water chemistry, crustaceans (cladocerans and copepods) and fish with the aim to evaluate the effect of cessation of liming. Liming started in the period 1995-99, and ended in 2012. pH has been fluctuating and has been much higher than what is expected in these lakes. Also the Ca content has been extremely high in periods. After liming ended, values close to 1.0 mg/l has been measured. Color has also varied 1–230 mg Pt/l. There is evidence that the lakes have become more clear due to more acid water. This is in contrast to what is found in lakes that are not limed and where we have seen a natural recovery. Acid sensitive crustaceans have been more common and three species of the very sensitive genus *Daphnia* sp ; *D. cristata*, *D. longiremis* and *D. longispina* have become more common. Still the very acid tolerant cladocerans *Acantholeberis curvirostris* and *Alona rustica* are found. When the species composition of the lakes is compared with acid and neutral references in a DCA ordination, the lakes get a position in between. Four species of fish were caught; trout (*Salmo trutta*), pike (*Esox lucius*), perch (*Perca fluviatilis*) and roach (*Rutilus rutilus*). Perch was the most numerous species and was found in four lakes. Trout was also caught in four of the lakes, Bergsjøtjernet, Fluetjern, Kroktjern and Sandvannet. In the shallow parts of lake Sandvannet, there were also observations of minnow (*Phoxinus phoxinus*). Pike was only found in lake Gryttjennet, while roach only was caught in lake Sandvannet. Lake Bergsjøtjern was the only lake with just trout. So far it seems that cessation of liming has not resulted in significant changes for the biology.

Walseng, NINA, Gaustadaløen 21, N-0349 Oslo, Norway
Leif Roger Karlsen, County Governor of Østfold, Dept. of Environmental Affairs, P.O. Box 325, N-1502 Moss, Norway

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	5
Forord	7
1 Innledning	8
2 Materiale og metoder	9
3 Vannkjemi	12
4 Krepsdyr	14
5 Fisk	16
6 Enkelte lokaliteter	17
6.1 Bergsjøtjern	17
6.1.1 Beliggenhet og vannkvalitet	17
6.1.2 Krepsdyr	18
6.1.3 Fisk	19
6.2 Ertevann	21
6.2.1 Beliggenhet og vannkvalitet	21
6.2.2 Krepsdyr	23
6.3 Fluetjern	25
6.3.1 Beliggenhet og vannkvalitet	25
6.3.2 Krepsdyr	27
6.3.3 Fisk	28
6.4 Gryttjenn	29
6.4.1 Beliggenhet og vannkvalitet	29
6.4.2 Krepsdyr	30
6.4.3 Fisk	31
6.5 Hølvannet	33
6.5.1 Beliggenhet og vannkvalitet	33
6.5.2 Krepsdyr	34
6.6 Karsbytjenn	36
6.6.1 Beliggenhet og vannkvalitet	36
6.6.2 Krepsdyr	38
6.7 Kroktjern	40
6.7.1 Beliggenhet og vannkvalitet	40
6.7.2 Krepsdyr	41
6.7.3 Fisk	42
6.8 Sundvannet	43
6.8.1 Beliggenhet og vannkvalitet	43
6.8.2 Krepsdyr	45
6.9 Vortungen	47
6.9.1 Beliggenhet og vannkvalitet	47
6.9.2 Krepsdyr	48
6.10 Sandvannet (øvre)	51
6.10.1 Beliggenhet og vannkvalitet	51
6.10.2 Krepsdyr	52
6.10.3 Fisk	53

7 Oppsummering og konklusjon	55
8 Referanser	56
9 Vedlegg.....	58

Forord

I forbindelse med at kalkingen opphørte i en rekke vann i Østfold i 2012 er det utført undersøkelser av kjemi, krepsdyr og fisk for å se om avsluttet kalking kan ha hatt noen effekt på dyrelivet i vanna. Prosjektet er utført på oppdrag fra Fylkesmannen i Østfold.

Vi vil få takke Knut Walseng for assistanse i forbindelse med prøvefiske.

Oslo, juni 2017

Bjørn Walseng

1 Innledning

Overskridelse av naturens tålegrenser som følge av forsuring skjedde sannsynligvis før 1880 i de mest følsomme deler av Norge (Mylona 1993). I 1921 ble fiskedød for første gang relatert til surt vann (Dahl 1921), men først på slutten av 1950-tallet ble sammenhengen mellom sur nedbør og skader på fiskebestander på Sørlandet påvist (Dannevig 1959). I de tre siste ti-årene har både Norge (Drabløs & Tollan 1980) og en rekke andre land fokusert sterk på hvilke effekter forsuringen har på livet både i vann og på landjorden (Havens & Hanazato 1993, Muniz 1991, Nyberg 1984, Schindler 1988). Lenge har mye av fokus og dokumentasjon av forsuringsskader på ferskvannsfaunaen vært rettet mot Sørlandet og Sørvest-Norge. De sørøstlige deler av landet fikk liten oppmerksomhet i så henseende, til tross for at deler av denne regionen også er blitt hardt rammet av sur nedbør.

Allerede på slutten av 1800-tallet ble kalking brukt i Sverige med tanke på økt fiskeproduksjon i fiskedammer (Henrikson & Brodin 1995). Tidlig på 60-tallet begynte sportsfiskeforeninger i Sverige med kalking av vann i den vestlige delen av landet (Hultberg & Andersson 1982). Omtrent fra samme tidspunkt begynte man å kalke fiskevann i Norge i offentlig regi.

I Østfolds vann og vassdrag er det også blitt kalket i lengre tid, både av privatpersoner og av lokale fiskeforeninger. Først på 1980-tallet ble kalking startet i regi av Fylkesmannen og Direktoratet for naturforvaltning, og siden den gang er det i statlig regi blitt kalket i ca. 250 lokaliteter hvert år. I 2011 ble 212 kalka lokaliteter og 50 ukalkete lokaliteter undersøkt med tanke på å redusere, eventuelt avslutte kalkingen. Svaret kom i 2012 da det ble konkludert med at i 82 lokaliteter kunne kalking avsluttes, mens kun i to var det fortsatt nødvendig med kalking. For 128 vann var situasjonen usikker. I en revidert rapport i 2014 ble antall usikre lokaliteter redusert til 33, med andre ord kunne kalking opphøre i totalt 178 lokaliteter.

Ved kalking forbedres vannkvaliteten betydelig, og lokalitetene åpnes igjen for nye arter, mens andre får vanskeligere konkurranseforhold. Pelagiske og strandlevende krepsdyr har vist seg som egnede indikatorer i forbindelse med forsuring og kalking. I Enningdalsvassdraget som ligger sørøst i fylket med 2/3 av nedbørfeltet på svensk side av grensa, er det siden 2001 gjort omfattende undersøkelse av kjemi, krepsdyr og fisk (Walseng & Hesthagen 2012) og fram til i dag er til sammen 73 vann, 56 i Norge og 17 i Sverige, blitt undersøkt. Blant disse sjøene fins det både svakt forsurede vann, forsurede vann samt vann som er blitt kalket. Konklusjonen var at de artene en kunne forvente ut i fra pH, ble funnet, med andre ord kunne lokalitetene friskmeldes med hensyn til krepsdyrfauna. Resultatene fra en undersøkelse i 1998/99 (Walseng & Karlsen 2001) og en i 2007 (Walseng & Karlsen 2009) i vann som hadde vært kalket i mer 10 år, viste at det hadde skjedd en reetablering av forsuringfølsomme krepsdyrarter også her.

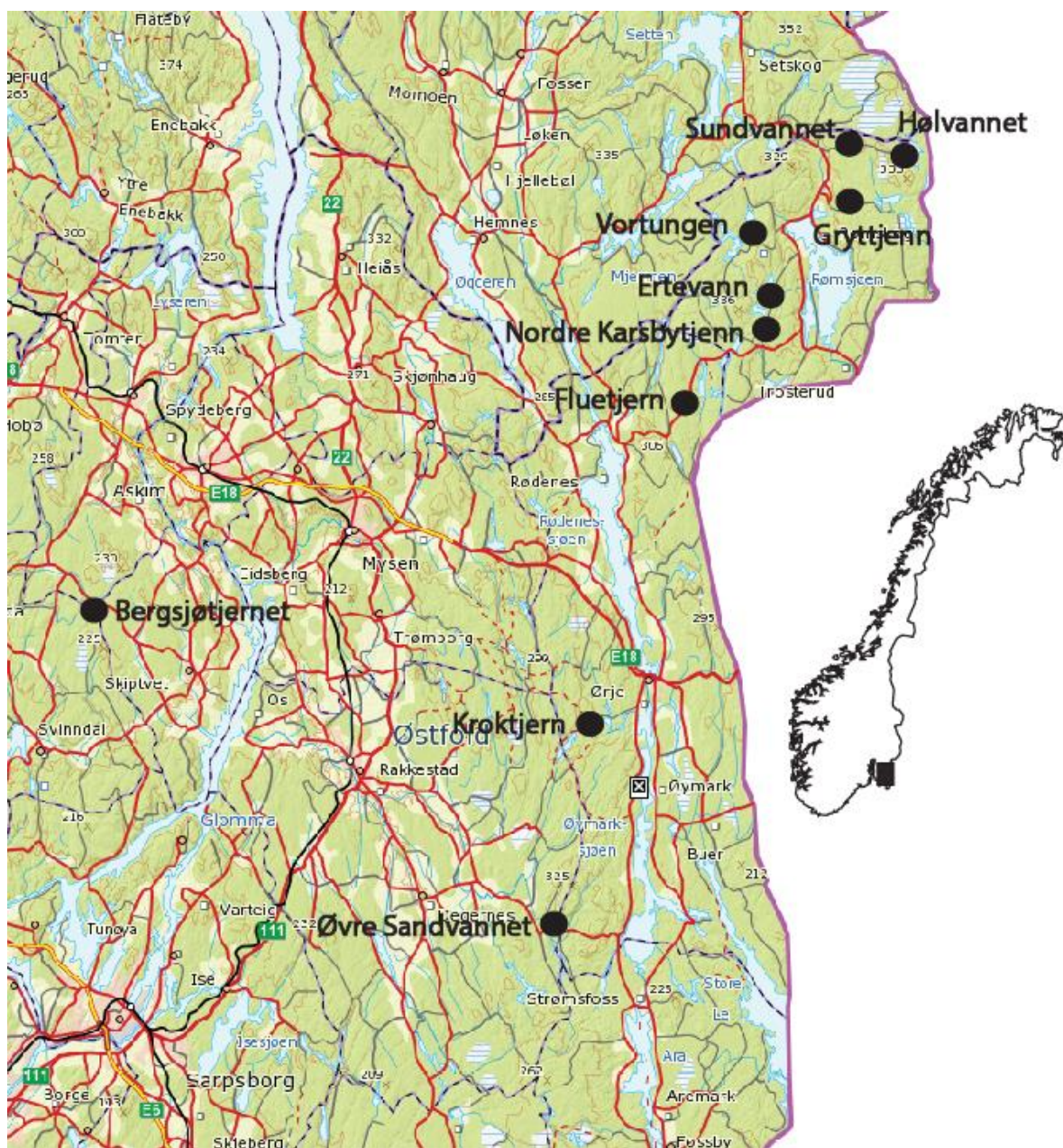
Krepsdyrfaunaen fra Østfold er godt dokumentert og til sammen er det registrert 101 arter (Ekeberg & Walseng 2000, Hov & Walseng 2003, Spikkeland 1998, Stokker m.fl. 1999, Walseng 1994, Walseng & Hansen 1994, Walseng & Karlsen 1997, 2001, Hesthagen m.fl. 2002).

Siden kalking har opphørt i mange vann i Østfold etter 2012, var det derfor et ønske om å vurdere utviklingen i disse for å avklare hvordan det har gått med kjemi, krepsdyr og fisk. Til sammen 10 vann ble valgt ut, hvorav fem ble prøvefisket. Tre av lokalitetene, Hølvannet, Sundvannet og Vortungen, ble undersøkt i 1998 og 1999 (Walseng & Karlsen 2001) og i 2007 (Walseng og Karlsen 2009) etter samme program som ble brukt i denne undersøkelsen.

2 Materiale og metoder

Alle de undersøkte lokalitetene ligger i Østfold fylke, hvorav seks i Rømskog kommune; Ertevann, Gryttjern, Hølvannet, Nordre Karsbytienn (i fortsettelsen betegnet som Karsbytienn), Sundvannet og Vortungen (**tabell 1, figur 1**). To vann, Fluetjern og Kroktjern, ligger i Marker kommune og Øvre Sandvannet (i fortsettelsen bare betegnet som Sandvannet) ligger i Rakkestad kommune. Det siste vannet, Bergsjøtjernet, tilhører tre kommuner; Spydeberg, Våler og Skiptvedt.

Undersøkelsesområdet er dekket av kartbladene Ski 1914, Vannsjø 1913 IV, Rødenes 2014 III, Stangebrot 2014 II, Skotterud 2014 I, Øymark 2013 IV og Rødenes 2014. Vannene ligger mellom 152 og 290 m o.h., med unntak av Bergsjøtjernet vil dette si over marin grense. Innsjøareal varierer mellom 0,04 km² (Karsbytienn) og 1,9 km² (Vortungen).



Figur 1. Beliggenheten til de undersøkte lokalitetene

Tabell 1*Noen karakteristiske data for innsjøene*

Lokalitet	Kartblad	Kommune	UTM Øst	UTM Nord	Høyde m o.h.	Innsjø areal km ²
Bergsjøtjernet	Ski 1914 III, Vannsjø 1913 IV	Spydeberg, Våler, Skiptvet	616323	6597722	152	0,08
Ertevang	Rødenes 2014 III	Rømskog	655444	6620898	255	0,75
Fluetjern	Rødenes 2014 III	Marker	649820	6613132	204	0,07
Gryttjenn	Stangebrot 2014 II	Rømskog	659881	6626344	207	0,13
Hølvatnet	Skotterud 2014 I	Rømskog	663391	6629747	248	1,6
Nordre Karsbytjenn	Rødenes2014 III	Rømskog	655275	6618476	224	0,04
Kroktjern	Øymark 2013 IV	Marker	646807	6592683	192	0,09
Sundvannet	Skotterud 2014 I	Rømskog	660731	6630081	290	0,16
Vortungen	Rødenes 2014 III	Rømskog	653961	6624618	214	1,9
Øvre Sandvannet	Øymark 2013 IV	Rakkestad	643888	6573187	164	0,18

Tabell 1*Noen karakteristiske data for innsjøene*

Lokalitet	Kartblad	Kommune	UTM Øst	UTM Nord	Høyde m o.h.	Innsjøareal km ²
Bergsjøtjernet	Ski 1914 III, Vannsjø 1913 IV	Spydeberg, Våler, Skiptvet	616323	6597722	152	0,08
Ertevang	Rødenes 2014 III	Rømskog	655444	6620898	255	0,75
Fluetjern	Rødenes 2014 III	Marker	649820	6613132	204	0,07
Gryttjenn	Stangebrot 2014 II	Rømskog	659881	6626344	207	0,13
Hølvatnet	Skotterud 2014 I	Rømskog	663391	6629747	248	1,6
Nordre Karsbytjenn	Rødenes2014 III	Rømskog	655275	6618476	224	0,04
Kroktjern	Øymark 2013 IV	Marker	646807	6592683	192	0,09
Sundvannet	Skotterud 2014 I	Rømskog	660731	6630081	290	0,16
Vortungen	Rødenes 2014 III	Rømskog	653961	6624618	214	1,9
Øvre Sandvannet	Øymark 2013 IV	Rakkestad	643888	6573187	164	0,18

Det foreligger vannprøver fra juni, mens det er tatt krepsdyrprøver både i juni og august/september 2016.

Vannprøvene er analysert ved Eurofins i Moss, etter standard metoder.

Ved alle besøk er det tatt kvalitative håvtrekk fra største dyp der håven (maskevidde 90 µm, diameter 30 cm og dybde 57 cm) ble trukket langsomt opp til overflaten. I tillegg ble det tatt to prøver i strandsonen (litoralprøver) der samme type håv ble trukket gjennom vegetasjon/over substrat som var representativt for innsjøen. De pelagiske prøvene ble fiksert med lugol, mens formalin ble tilsatt litoralprøvene.

Vannloppene (cladocerene) er bestemt ved hjelp av Smirnov (1971), Flössner (2000) og Herbst (1976), mens hoppekrepsene (copepodene) er bestemt ved hjelp av Sars (1903, 1918), Rylov (1948) og Kiefer (1973, 1978). Nauplier og copepoditter er ikke artsbestemt.

Krepsdyrmaterialet er analysert med Detrended Correspondence Analysis (DCA) (Hill 1979, Hill & Gauch 1980) med programmet CANOCO (ter Braak & Smilauer 1998). Ordinasjon er gjort på forekomst/fravær-data for artene funnet i hvert av vannene. DCA arrangerer artslistene slik at de med lik artssammensetning blir liggende nær hverandre når resultatet plottes i et aksekors, mens artslistene med ulik artssammensetning blir liggende lengre fra hverandre i plottet. Da forskjeller i

artssammensetning mellom stasjonene gjenspeiler forskjeller i miljøet, vil aksene i plottet representere underliggende miljøvariabler. Som referanser er brukt Rømsjøen og Lundebyvatnet (nøytrale) samt Bredtjern, Tvetervann, Ravnsjøen, Store Lysern og Setertjern (sure). De forsurede artene *Daphnia longiremis*, *Acroperus angustatus*, *Alona intermedia*, *Monospilus dispar* og *Eucyclops denticulatus* er lagt til for de nøytrale referansene siden de kan forventes ved tilsvarende pH. Lokalitetene i vår undersøkelse er behandlet passivt, det vil si at de ikke er med på å påvirke analysen.

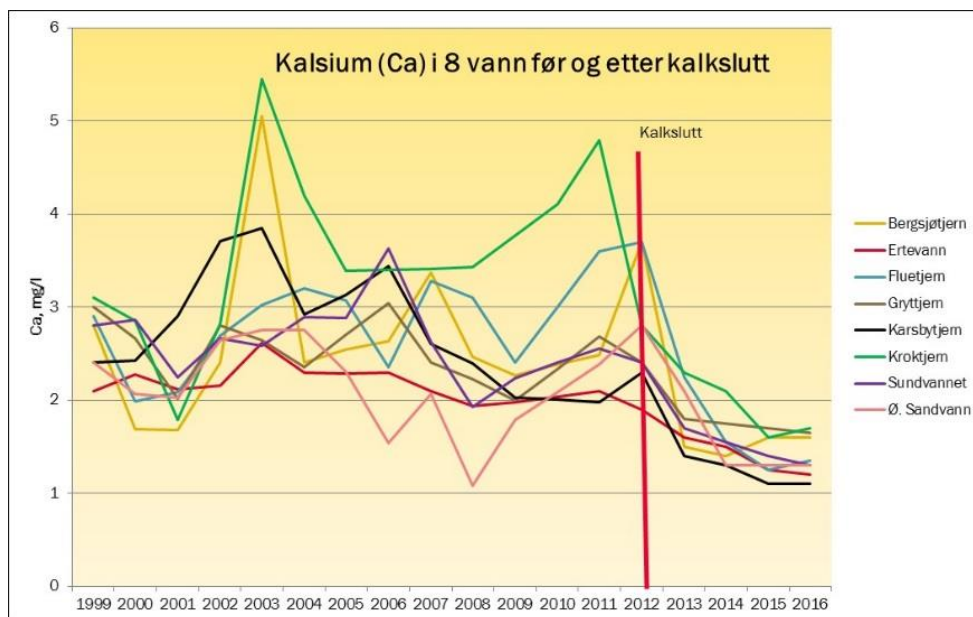
Til prøvefisket ble det benyttet garn av typen miljøgarn/oversiktsgarn, hvor alle de aktuelle maskeviddene er sydd inn i samme garnlenke. Garnene er montert i følgende rekkefølge/ størrelser: (alle tall i millimeter) 43 – 19,5 – 6,25 – 10 – 55 – 8 – 12,5 – 24 – 15,5 – 5 – 35 – 29. Det ble til sammen fisket med 3 – 6 stk. garn i hvert av vanna, avhengig av størrelsen på vanna. Garnene ble satt om kvelden og trukket om formiddagen dagen etter. All fisk ble lengdemålt til nærmeste hele cm.

3 Vannkjemi

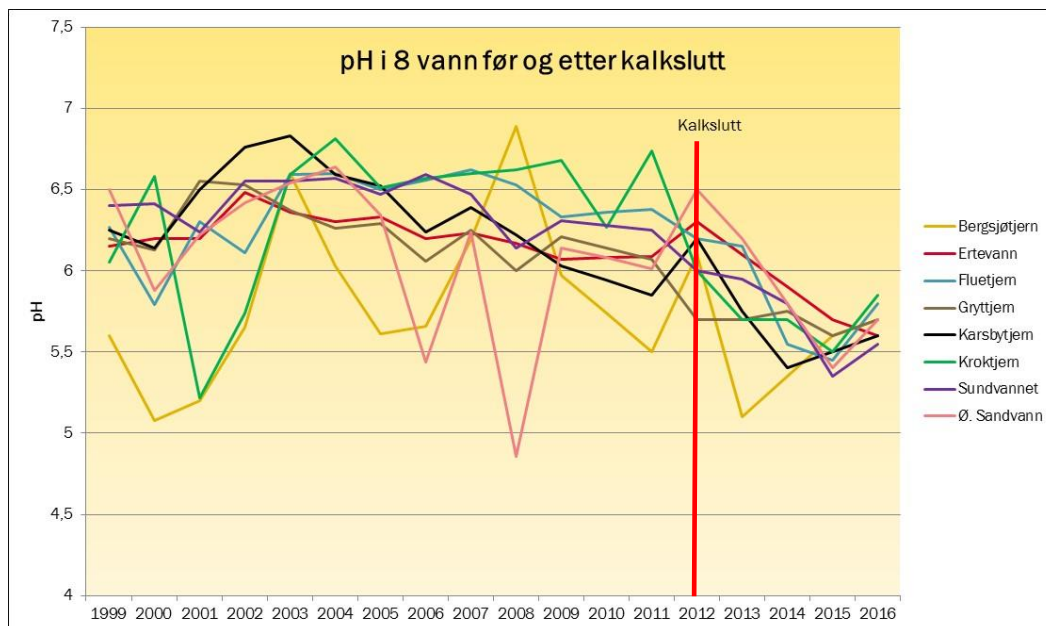
Fra før kalking foreligger det ikke data på Ca i fra de 10 undersøkte innsjøene. Basert på hva som er nivået i tilsvarende ukalkede innsjøer, er det rimelig å anta at nivået før kalking har vært 1-2 mg Ca/l. Allerede i 1999 var nivået i de kalkede vannene 2-3 mg Ca/l (**figur 2**). Seinere har Ca variert til dels kraftig og i for eksempel Kroktjern har det vært målt >8 mg Ca/l. I Ertevang har det lyktes å unngå de store utslagene og her har det lyktes å holde Ca rundt 2 mg Ca/l. Felles for alle lokalitetene er at Ca har sunket raskt etter at kalking ble avsluttet, og allerede i 2015 ble det målt < 2 mg Ca/l i alle vannene. I noen av vannene nærmer Ca seg et nivå på 1 mg/l. Hvorvidt vi i dag er nede på et nivå under det som var tilfelle før kalking, er usikkert. I Sør-Norge er det konstatert at i ikke kalkede innsjøer fortsetter Ca å synke til tross for mindre tilførsel av sur nedbør og med en pH som er på vei opp.

Etter at kalkingen startet, har pH med relativt få unntak ligget mellom 6,0 og 6,5 (**figur 3**). Det foreligger data fra før kalking for alle vannene (inngår ikke i figuren), som viser at pH har vært rundt 5,0 og i flere tilfelle på 4-tallet. Bredtjern, som er et ukalket vann og som har vært overvåket regelmessig siden midt på 1970-tallet, har hatt en økning i pH fra <4,5 og til i dag rundt pH 5,0. Etter avsluttet kalking og fram til 2015 sank pH til ca. 5,5 i de ti tidligere kalkede innsjøene.

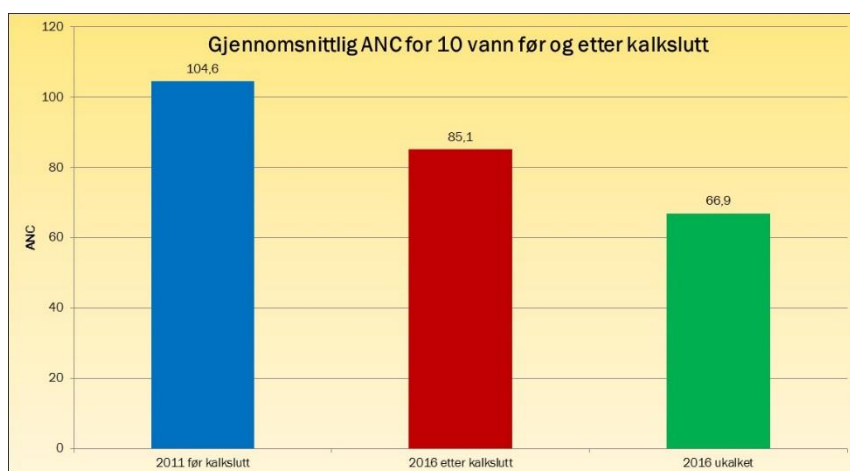
Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) som er summen av basekationer (Ca+Mg+Na+K) minus summen av sterke syrs anioner (SO₄+NO₃+Cl) har etter avsluttet kalking lagt seg på et nivå mellom det som var tilfelle da det ble kalket og det vi finner i ukalkete referanse vann (**figur 4**).



Figur 2. Ca (mg/l) i de 10 undersøkte vannene



Figur 3. pH i de 10 undersøkte vannene



Figur 4. Gjennomsnittlig ANC i de 10 undersøkte vannene før og etter avsluttet kalking, samt i referansevann (2016 ukalket).

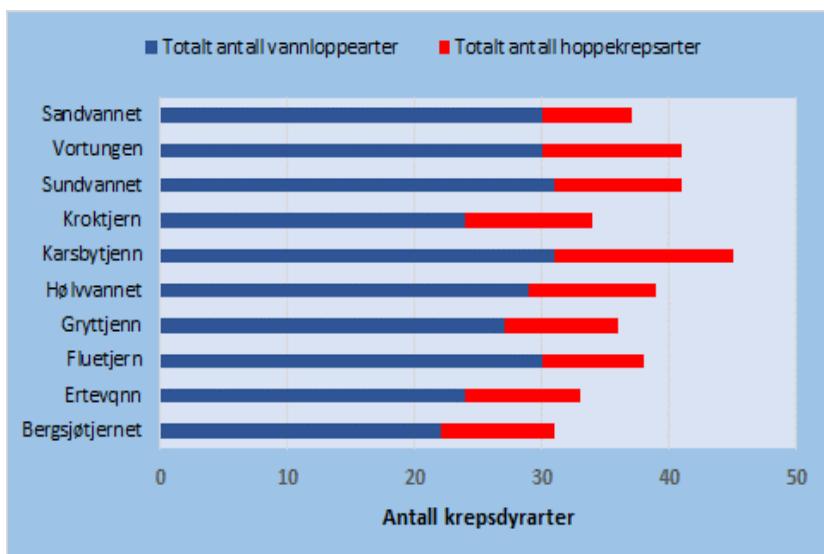
4 Krepsdyr

Tilsammen ble det i de 10 vannene registrert 64 arter krepsdyr, 45 arter vannlopper og 19 arter hoppekreps (**vedlegg 1**). I 15 lokaliteter i Østfold som ble prøvetatt i henholdsvis 1998 og 1999, ble det til sammenligning registrert 69 arter (45 arter vannlopper og 24 arter hoppekreps). I vår undersøkelse var innsatsen den samme, og tre av lokalitetene fra undersøkelsen i 1998/99 var også med i 2016 (Hølvannet, Sundvannet og Vortungen).

I snitt ble det funnet 38 arter av småkreps, 28 arter vannlopper og 10 arter hoppekreps, noe som må sies å være artsrikt (**figur 5**). Snittet for fem ukalkete sure vann i 1998/99 var tilsvarende. Karsbytjenn var noe overaskende den mest artsrike lokaliteten med hele 45 arter (31 vannlopper og 14 hoppekreps). Dette er samme antall som er registrert i større og mer næringsrike lokaliteter på Østlandet. Bergsjøtjernet var mest artsfattig med 31 arter (22 vannlopper 9 hoppekreps).

Ni arter vannlopper (krystallkreps *Sida crystallina*, gelekreps *Holopedium gibberum*, snabelkreps *Bosmina longispina*, harpekreps *Acroperus harpae*, toporenebbkreps *Alona affinis*, dvergnebbkreps *A. guttata*, kuledvergreps *Alonella nana*, klarvannskrepskreps *Alonopsis elongata* og rovkreps *Polyphemus pediculus*) samt hoppekrepsene korthalehops *Macrocylops albidus*, saghalehops *Eucyclops serrulatus* og vingehops *Cyclops scutifer* ble påvist i alle ti vannene. Alle disse hører med blant de vanligste artene både i Østfold og i landet for øvrig. Interessant er det å merke seg at den vanligste calanoide hoppekrepsen i regionen, sørhops *Eudiaptomus gracilis*, manglet i Karsbytjenn, som i stedet hadde slektningen nordhops *E. graciloides*. Sørhops har sin hovedutbredelse på Sørlandet og i Sørøst-Norge. Den dukker imidlertid opp igjen i de østlige deler av Finnmark der den er funnet både i Tana og Pasvik (Walseng & Halvorsen 1993). Her er den registrert sammen med slektningen nordhops som har sin hovedutbredelse i nord, men som også er påvist i flere vann i Østfold der den kan sameksistere med sørhops. Undersøkelsene fra Enningdalsvassdraget indikerer at dominans av sørhops er sjeldnere i kalkede enn i ukalkede sjøer (Walseng og Hesthagen 2012).

Den svært forsuringsfølsomme slekten *Daphnia* ble registrert i alle vannene med unntak av Bergsjøtjernet. Tre arter tilhørende slekten, hjelmdafnie *D. cristata*, småhodetdafnie *D. longiremis* og nåledafnie *D. longispina*, ble funnet i vår undersøkelse, og alle tre artene var tilstede i både Fluetjern og Sandvannet. Hjelmdafnie var den vanligste arten og i tillegg til Bergsjøtjernet manglet den kun i Sandvannet. Den er den vanligste *Daphnia*-arten i Østfold og utbredt over hele landet fra Finnmark i nord (Walseng & Halvorsen 1993) og til Jæren i sørvest (Walseng 1993). Den er imidlertid vanligst i de sørøstlige deler av landet. Den er i mange tilfelle blitt registrert som ny art etter kalking (Appelberg 1995, Walseng og Hesthagen 2012). Småhodetdafnie ble funnet i fem av vannene der den sameksisterte med hjelmdafnie.

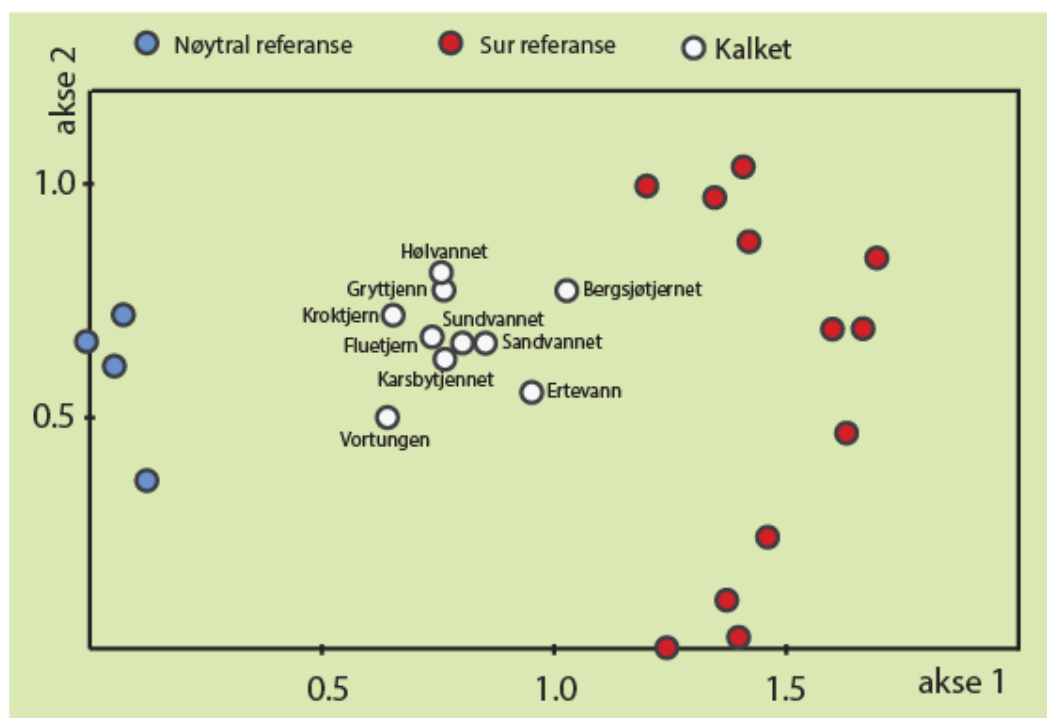


Figur 5. Sammensetningen av vannlopper og hoppekreps i de 10 vannene.

Følgende vannloppearter som er vurdert som moderat forsuringsfølsomme, ble registrert; bredhaleprikkdaffne *Ceriodaphnia pulchella*, mosedovendaffne *Simocephalus serrulatus*, børstesna-belkreps *Bosmina longirostris*, spissfotkreps *Ophryoxus gracilis*, taggnebbkreps *Alona intermedia*, russerkreps *A. karelica*, bredstyltekreps *Camptocercus rectirostris*, strandkulekreps *Paralona pigra*, kappekreps *Monospilus dispar*, globuskreps *Pseudochydorus globosus*, langhalekreps *Bythotrephes longimanus* og glasskreps *Leptodora kindti*. I tillegg kommer hoppekrepsartene nordhops *Eudiaptomus graciloides*, kranshops *Heterocope appendiculata*, korthalehops *Macrocyclops albidus*, sprikhalehops *Eucyclops denticulatus*, saghalehops *E. serrulatus*, fin-tagghalehops *E. speratus*, stutthalehops *Paracyclops affinis*, giganthops *Megacyclops gigas* og sylfidehops *Thermocyclops oithonoides*. På landsbasis er mosedovendaffne og russerkreps de mest sjeldne av disse artene. Karsbytjennet hadde hele 17 svært/moderat forsuringsfølsomme arter (11 vannlopper og 6 hoppekreps).

Vingehops *C. scutifer* er vår vanligste planktoniske hoppekreps og er utbredt over hele landet fra lavland til høyfjell. Den er noe mindre dominant i næringsrike lokaliteter i Østfold og Akershus. Erfaringen fra Enningdalsvassdraget er at den er tydelig favorisert av kalking (Walseng & Hesthagen 2012). Den var en del av planktonet i alle de ti vannene.

Figur 6 viser resultatet av DCA-analysen (jfr. metodekapittelet) der alle de undersøkte vannene legger seg mellom respektive de sure og nøytrale referansene. Plasseringen av den enkelte lokalitet blir kommentert seinere i rapporten.



Figur 6. DCA-plott som viser de ti lokalitetenes posisjon basert på artsinventar i forhold til ukalkete sure sjøer (røde) og uforsurede sjøer (blå) hentet fra undersøkelsen i 1998/99. For beskrivelse av de enkelte vannene henvises til neste kapittel.

5 Fisk

Det er pr. oktober 2016 registrert totalt 37 arter av ferskvannsfisk i Østfold, disse er: Laks, pukkellaks, ørret, regnbueørret, røye, sik, lagesild, harr, krøkle, gjedde, lake, ål, brasme, flire, gullbust, asp, stam, karpe, karuss, suter, laue, mort, sørv, vederbuk, ørekyt, hork, abbor, gjørs, 3-pigget stingsild, 9-pigget stingsild, hvitfinnet steinulke, steinsmett, hornulke, bekkeniøye, havniøye, elveniøye og rødgjellet solabbor. Fem arter er innført, disse er: regnbueørret, suter, karuss, karpe, rødgjellet solabbor. Pukkellaks er en sporadisk gjest, og gyter ikke i våre vassdrag. Regnbueørret opptrer også bare sporadisk, og gyter heller ikke i våre vassdrag. Abbor gjedde og mort er de hyppigst forekommende artene.

Under vårt prøvefiske i Fluetjern, Gryttjenn, Kroktjern, Øvre Sandvann og Bergsjøtjern i 2016 ble det fanget/observert 5 arter av ferskvannsfisk: abbor, gjedde, mort, ørret og ørekyte. Til sammen ble det i de fem vanna fanget 355 abbor, 127 mort, 33 ørret og 1 gjedde. I tillegg ble det observert ørekyte.

Abbor var til stede i fire av vanna. Øvre Sandvann hadde flest arter, abbor, mort, ørret og ørekyte. I Bergsjøtjernet var det kun ørret, og det er ganske uvanlig i Østfold sammenheng. Gjedd ble kun påvist i Gryttjenn.

Av de artene som ble påvist, er det mort og ørekyte som anses for å være de mest forsuringsfølsomme.

6 Enkelte lokaliteter

6.1 Bergsjøtjernet

6.1.1 Beliggenhet og vannkvalitet

Bergsjøtjernet er delt mellom kommunene Spydeberg, Våler og Skiptvedt med største delen av arealet i sistnevnte kommune. Vannet har et areal på 0,08 km² og ligger 152 moh. Det har en avlang form og strekker seg i syd-nord retning med innløpet i nord. Utløpsbekken i nordvest renner til Mørkelva som renner ut i Rosfjorden nord i Vansjø. Den største innløpsbekken finner vi også i nord med innløp like øst for utløpet. Bergsjøtjern har blitt kalket med statlige midler fra 1999 til og med 2012.

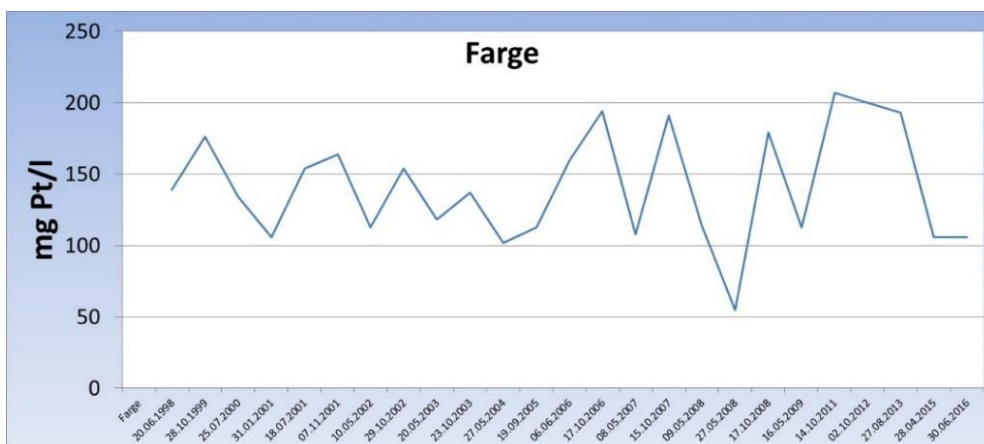


*Bergsjøtjernet.
pelagisk stasjon (sort)
litoral stasjon (rød)*

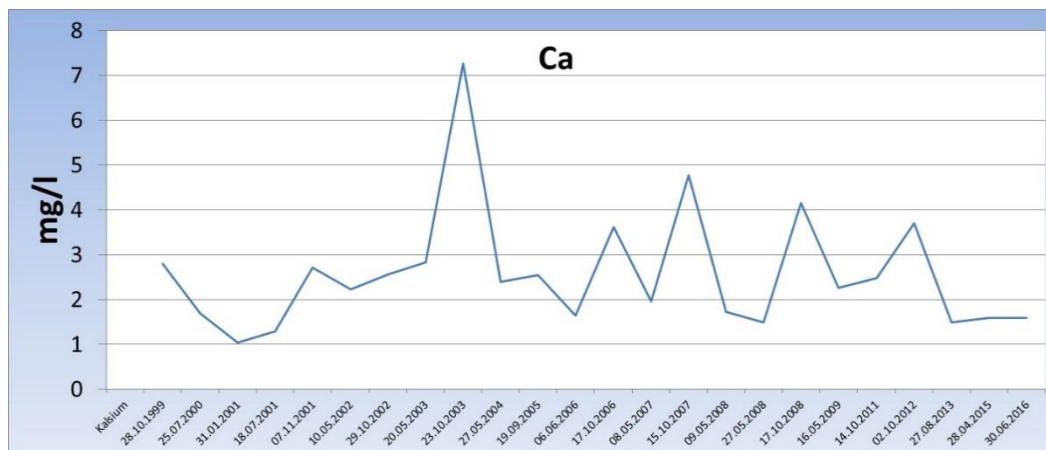


Bergsjøtjernet sett fra sørenden og imot nord.

Vannet har en rødbrun farge og siktedypet var 1,1 og 1,4 meter i respektive juni og september. Med unntak av lave verdier i 2008, som skyldtes mye nedbør, har fargetallene svingt mellom 100 og 200 mg Pt/l i perioden 1998-2016 (**figur 7**). Utslagene har vært noe større etter 2005 enn det var tidligere.



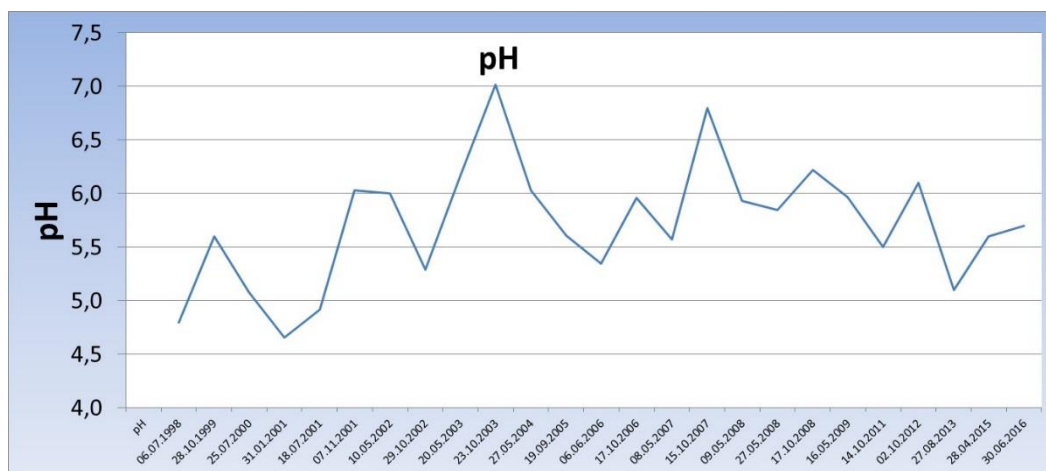
Figur 7.. Farge (mg Pt/l) i Bergsjøtjernet.



Figur 8. Ca (mg/l) i Bergsjøtjernet.

Med unntak av en episode i 2003 da Ca ble målt til > 7,0 mg/l etter kalking, har verdiene ligget mellom 1 og 5 mg/l (**figur 8**). Etter at kalking opphørte i 2012, har Ca vært målt til ca. 1,5 mg/l. Fortsatt er nok dette noe høyere enn det som var naturlig før kalking startet.

pH ble målt til 7,0 samtidig med at rekordnivået for Ca ble registrert i 2003 (**figur 9**). Laveste målte pH er fra 2001 med 4,7. Dette ble målt et par år etter at vannet ble kalket første gang og siden vi kan anta at vannmassene har blitt skiftet ut i løpet av denne tiden, representerer denne verdien pH i vannet før kalking. Etter avsluttet kalking har pH variert mellom 5,1 og 5,7.



Figur 9. pH i Bergsjøtjernet.

6.1.2 Krepssdyr

Bergsjøtjernet var det av vannene i undersøkelsen med det laveste artsmangfoldet med 31 arter, hvorav 22 arter vannlopper og ni arter hoppekreps. Ingen moderat følsomme arter ble funnet i planktonet, og tjernet er det eneste av vannene uten *Daphnia* verken i planktonet eller i litoralsonen (**vedlegg 1**). Spasmehops *Heterocope saliens*, som er karakterisert som en moderat tolerant art, ble kun funnet i Bergsjøtjernet. Den nære slektningen kranshops *H. appendiculata*, som er karakterisert som en moderat følsom art, var tilstede i seks av de øvrige vannene.

I strandsonen var det hele åtte arter som er karakterisert som moderat tolerante arter. En art, bruntvannskreps *Acantholeberis cuvirostris* er karakterisert som svært tolerant. Litt spesielt er at en annen svært tolerant vannloppe, mosenebbkreps *Alona rustica*, mangler her, men var sjelden/vanlig i alle de øvrige lokalitetene. Det ble også påvist en moderat følsom vannloppe (spissfotkreps *Ophryoxus gracilis*) og to moderat følsomme hoppekreps (saghalehops *Eucyclops denticulatus* og fintagghalehops *E. serrulatus*). Den relativt høye andelen av forsuretolerante arter resulterer i at Bergsjøtjern er den lokaliteten som plasserer seg nærmest de sure referansevanene i DCA-plottet (**figur 6**).



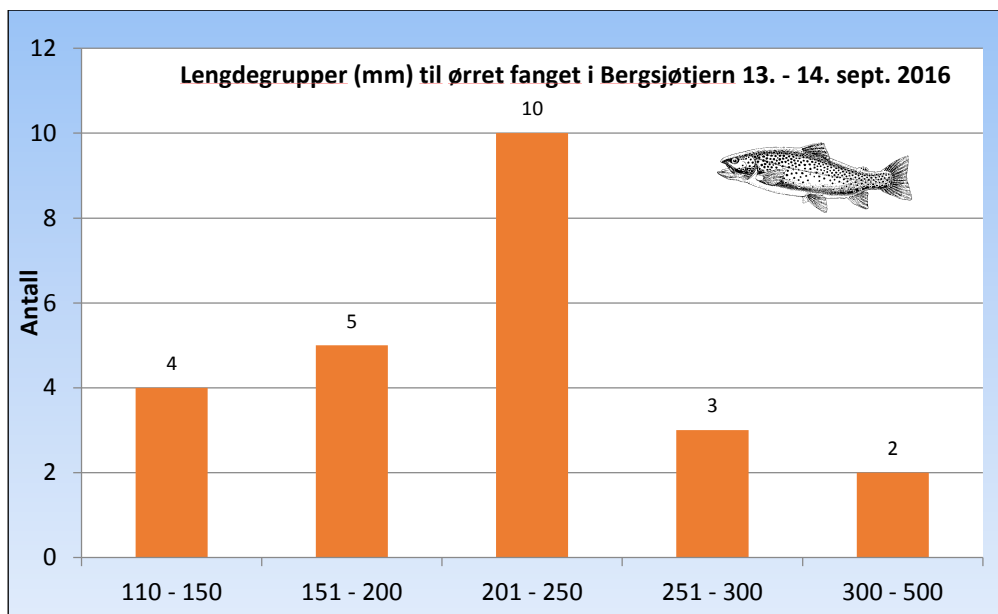
Bergsjøtjernet var eneste lokaliteten med den moderat tolerante calanoide hoppekrepsen spasmehops *Heterocope saliens* (foto Nina Jonsson)

6.1.3 Fisk

Tidligere hadde vannet en bestand av abbor. Denne ble sannsynligvis borte på 80-tallet. Det skal også på 60-tallet ha blitt satt ut regnbueørret. Ved et prøvefiske i 1998 ble det ikke påvist fisk i vannet.

I 2006 ble det satt ut villfanget ørret (*Salmo trutta*) av lokal stamme. Fisken ble fanget med elektrisk fiskeapparat lenger nede i bekkesystemet (Mørkelva), og fraktet med bil til Bergsjøtjern. Til sammen ble det satt ut noen hundre ørreter. Denne fisken gyter nå i innløps- og utløpsbekken og har dannet en bestand av ørret i vannet. Det er svært få vann i Østfold med kun ørret, Bergsjøtjern er et av dem.

Under prøvefisket i 2016 ble det til sammen fanget 24 ørreter (**figur 10**). Flesteparten var i lengdeintervallet 201-250 mm. To av ørretene skilte seg ut med lengder på henholdsvis 482 og 490 mm, og med vekt 1288 g og 1300 g. Hvis man ser bort fra de to store ørretene, var gjennomsnittslengden på ørretene 197 mm og gjennomsnittsvekten var på 78 g.



Figur 10. Fisk fanget i Bergsjøtjernet.



De to største ørretene fanget under prøvefisket

6.2 Ertevann

6.2.1 Beliggenhet og vannkvalitet

Ertevann ligger i Rømskog kommune vest for Rømsjøen og er etter Vortungen det største av vannene i denne undersøkelsen med et areal på 0,75 km². Det ligger 255 moh. og har en form tilnærmet en trekant. Utløpet ligger nær den sørøstre delen av vannet der utløpsbekken renner via Damtjern til Rømsjøen som igjen renner til Sverige. Til tross for at det er flere mindre øyer i Ertevann, ble det målt et dyp på 34 meter. Siktedypet var på 3,2 meter og det hadde en rødbrun farge i juni, mens vannet var klarere i august da siktedypet ble målt til 4,2 meter, og fargen ble beskrevet som lys brun. Vannet ble kalket i 1989.



Ertevann sett mot vest

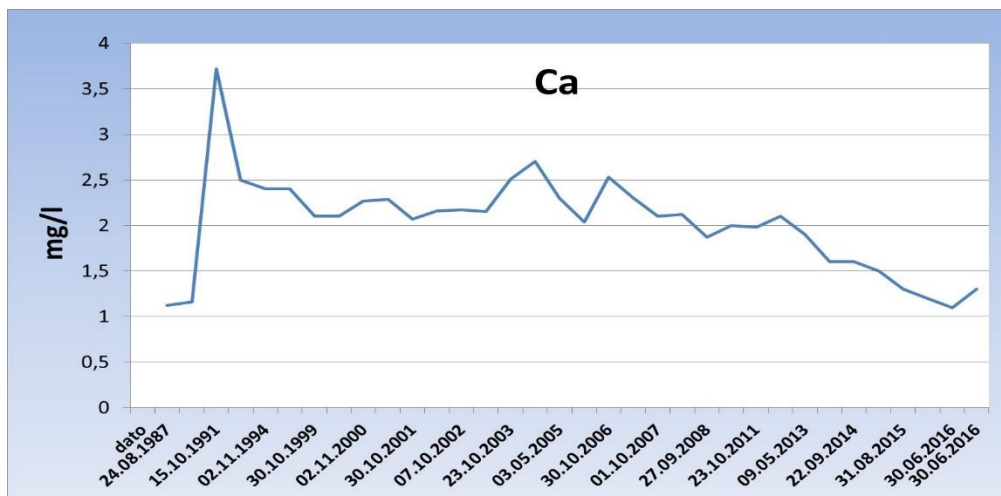
*Ertevann.
pelagisk stasjon (sort)
litoral stasjon (rød)*



Ertevann sett mot nord



Strandsone

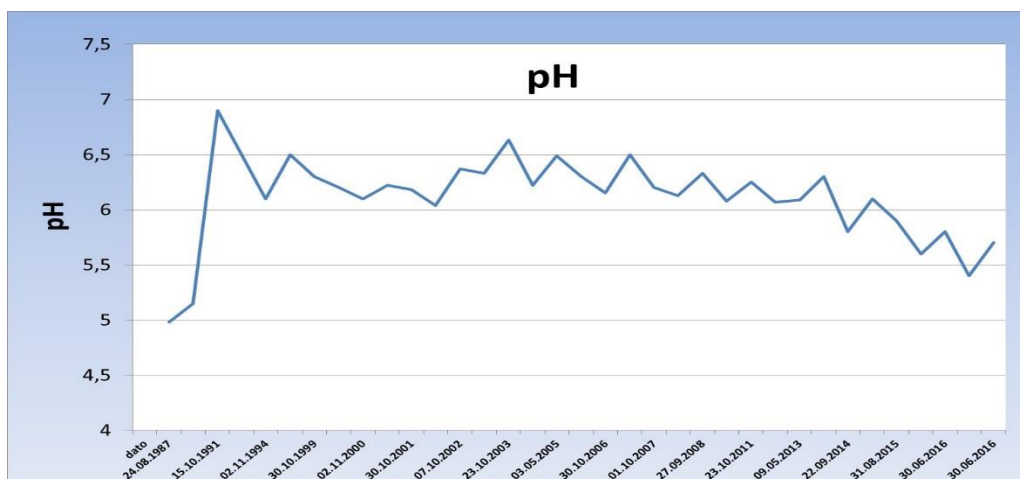


Figur 11. Ca (mg/l) i Ertevann.

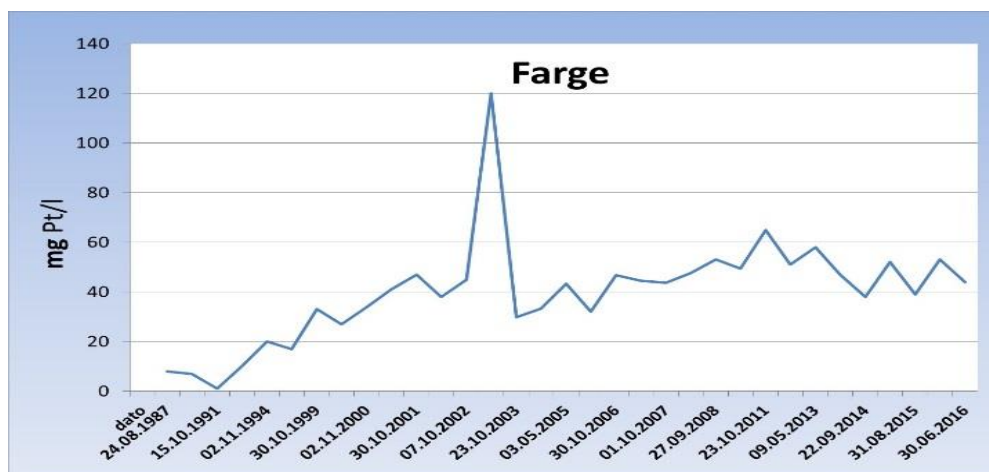
Etter første gangs kalking ble høyest Ca målt til 3,7 mg/l Ca pr liter (**figur 11**). Siden har verdiene ligget mellom 1,5 og 3 mg/l. Etter at kalking opphørte i 2012, har Ca vært målt til under 1,5 mg/l og nærmer seg i dag nivået før det ble kalket første gang, dvs. like i overkant av 1,0 mg/l.

pH har fulgt samme mønster som for Ca (**figur 12**). Den økte fra 5,0 før kalking til nær 7,0 etter at det ble kalket første gang. I nesten 25 år (1991-2014) har pH vært temmelig stabil og variert mellom 6,0 og 6,5. Etter at kalking opphørte har den krøpet under 6,0, med laveste målte verdi på 5,4.

Fargen har økt fra svært lave verdier før kalking (1,0 mg Pt/l i 1991) og til et nivå på mellom 30 og 60 mg Pt/l der den har holdt seg relativt stabil fram til i dag med ett unntak (**figur 13**). Den 7. oktober 2002 ble det registrert 120 mg Pt/l. Det er ikke registrert noen markert endring etter kalkslutt.



Figur 12. pH i Ertevann



Figur 13. Farge i (mg Pt/l) i Ertevoll.

6.2.2 Krepssdyr

Til tross for at Ertevoll er det nest største av vannene i undersøkelsen, var diversiteten relativt lav med 33 arter, hvorav 24 arter vannlopper og ni arter hoppekreps. Planktonet var dominert av gelekreps *Holopedium gibberum* og vingehops *Cyclops scutifer* i juni, mens sørhops *Eudiaptomus gracilis* dominerte sammen med vingehops i august (**vedlegg 2**). To arter av *Daphnia*, hjelmdaphnie *D. cristata* og småhodedaphnie *D. longiremis* var til stede som vanlig forekommende ved begge besøk. Sammen med den moderat følsomme rovformen glasskreps *Leptodora kindtii*, indikerer dette en relativt god vannkvalitet.

I strandsonen ble det funnet tre moderat følsomme vannlopper; russernebbkreps *Alona karelica*, sandkulekreps *Paralona pigra* og kappekreps *Monospilus dispar* og fire arter hoppekreps (kort-halehops *Macrocylops albidus*, saghalehops *Eucyclops serrulatus*, fintagghalehops *E. speratus* og stutthalehops *Paracyclops affinis*). Mye tyder også her på at biologien i stor grad har gjenhent seg, men likevel finner vi fortsatt arter som er vanlige i sure vann. To arter er karakterisert som svært forsuringstolerante, bruntvannskreps *Acantholeberis curvirostris* og mosenebbkreps *Alona rustica*. Det ble i tillegg påvist tre moderat tolerante vannlopper og en moderat tolerant hoppekreps. Den relativt høye andelen av forsuringstolerante arter resulterer i at Ertevoll plasser seg nær de sure referansevannene i DCA-plottet (**figur 6**).



Sandkulekreps *Paralona pigra*
(tegning G.O. Sars)

6.3 Fluetjern

6.3.1 Beliggenhet og vannkvalitet

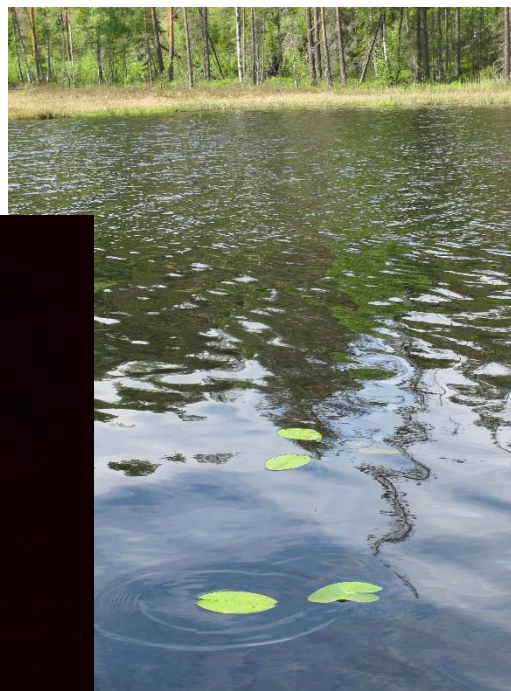
Fluetjern er en liten vannforekomst på 7 ha som ligger i Marker kommunen nord for Rødenes-sjøen. Det ligger 204 moh., strekker seg i nord-syd retning og tilhører Haldensvassdraget. Utløpet finner vi i den nordvestre enden av vannet der utløpselva renner gjennom et myrlandt område mot nordvest der den renner ut i Vegatjern. Herfra renner Krokselva til utløp i Rødnessjøen ved Kroksund som ligger i nordenden av vannet. Største dyp i Fluetjern ble målt til 12 meter. Siktedypet var på 2,1 og 2,2 meter i respektive juni og august, begge ganger med en rødbrun farge. Vannet ble kalket manuelt allerede på 1960-tallet, og i statlig regi fra 1997. Kalking ble avsluttet i 2012.



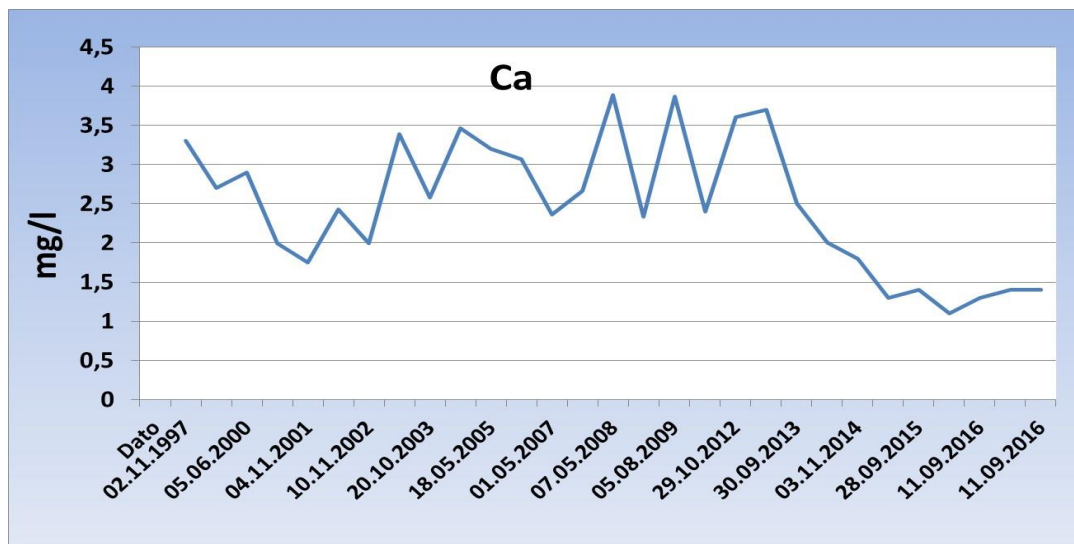
*Fluetjernet. pelagisk stasjon (sort)
litoral stasjon (rød)*



Fluetjern mot nord



Strandsone med bukkeblad og nøkkerose

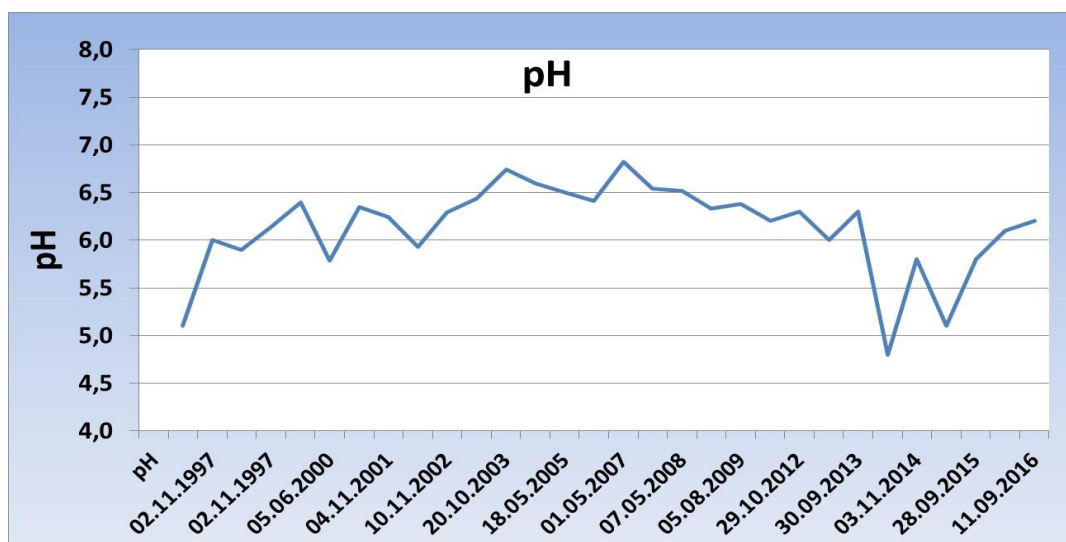


Figur 14. Ca (mg/l) i Fluetjern.

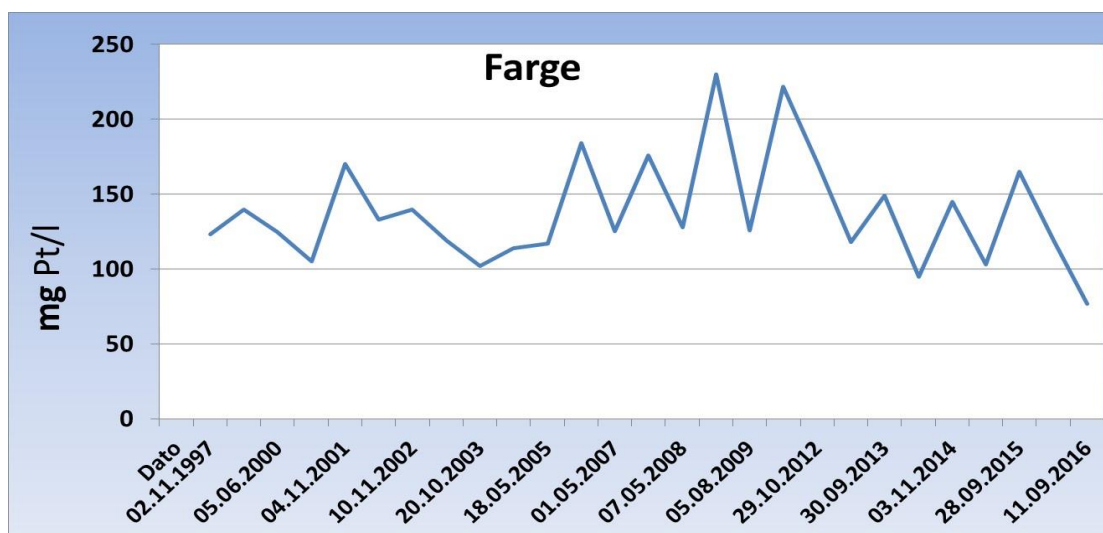
Det foreligger ingen kjemidata fra før kalking av tjernet. Etter at det ble kalket første gang i 1997 har Ca variert mellom 2,0 og 3,5 mg/l fram til at kalking ble avsluttet i 2012 (**figur 14**). Siden har nivået falt til under 1,5, og i 2016 ble det målt 1,1 mg/l Ca, et nivå som antas å være omtrent som før kalking startet.

Første gang etter kalking, det vil si i november 1997, ble pH målt til 6,0 (**figur 15**). Fram til kalkslutt har den med få unntak variert mellom 6,0 og 6,5. Etter kalkslutt har pH fluktuert kraftig og ble målt til 4,8 i 2013. I 2016 ble pH igjen målt til >6,0 selv om Ca-nivået fortsatt var på vei ned.

Det foreligger ikke fargedata fra før kalking, men etter at registreringene startet i etterkant av første kalking, i november 1997, har fargetallet variert mellom 100 og 250 mg Pt/l (**figur 16**). Ved siste måling i november 2016 ble det målt et fargetall på 77 mg Pt/l.



Figur 15. pH i Fluetjern.



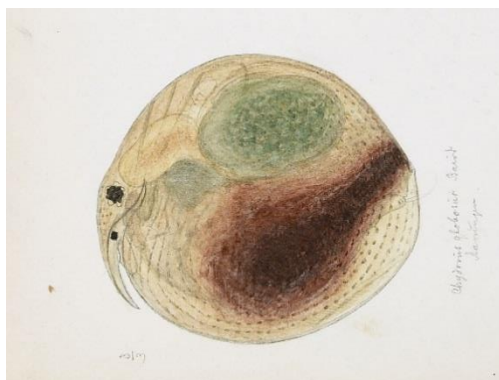
Figur 16. Farge i (mg Pt/l) i Fluetjern.

6.3.2 Krepssdyr

Tatt i betraktning av at Fluetjern er en liten vannforekomst må diversiteten med hensyn til krepssdyr karakteriseres som meget høy. Det ble funnet 38 arter, hvorav 30 arter vannlopper og åtte arter hoppekreps.

I planktonet ble det registrert tre arter tilhørende slekten *Daphnia* sp. hjelmdaphnie *Daphnia cristata*, småhodetdafnie *D. longiremis* og nåledafnie *D. longispina*, hvorav de to førstnevnte kunne dominere (**vedlegg 2**). Småhodetdafnie var dominant i juni mens hjelmdaphnie var dominant i august. I tillegg utgjorde vannloppen gelekreps *Holopedium gibberum* ca 10% ved begge besøk. Tre arter av hoppekreps kunne også opptre som dominante, calanoiden sørhops *E. gracilis*, og cyclopoidene vingehops *C. scutifer* og sylfidehops *Thermocyclops oithonoides*.

Liksom for de fleste vannene i undersøkelsen består småkrepssfaunaen i Fluetjern av både forsuretolerante og forsuringfølsomme arter. I tillegg til dafnier i planktonet ble det i strandsonen funnet seks moderat følsomme vannlopper (børstehaleprikkdafnie *Ceriodaphnia pulchella*, spissfotkreps, russernebbkreps, sandkulekreps, kappekreps og globuskreps *Pseudochydorus globosus*) og tre arter følsomme hoppekreps (korthalehops, saghalehops og stutthalehops). Selv om forekomsten av disse arten sammen med blant annet dafnier i planktonet kan tyde på at biologien i stor grad har gjenhentet seg, finner vi fortsatt arter som er vanlige i sure vann. To arter er karakterisert som svært forsuringstolerante, bruntvannskrepss og mosenebbkreps. I tillegg ble det påvist tre moderat tolerante vannlopper og en moderat tolerant hoppekreps. Vannet plasserer seg omtrent midt mellom de sure og de nøytrale referansevannene i DCA-plottet (**figur 6**).

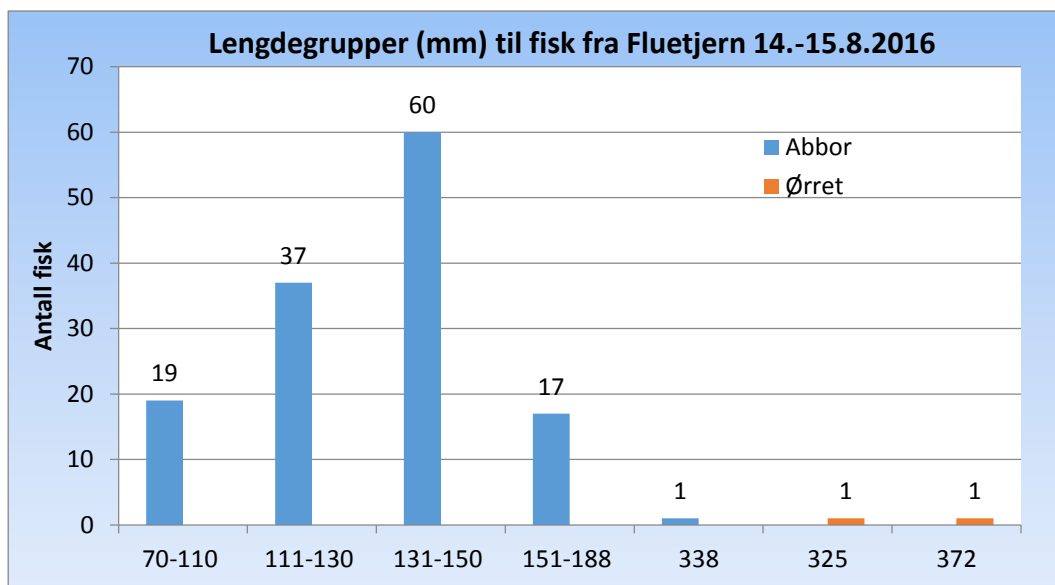


Globuskreps, *Pseudochydorus globosus*
(tegning G.O. Sars)

6.3.3 Fisk

I Fluetjern finnes det abbor og ørret. Det ble satt ut ørret i Fluetjern i 1983-84, og senere har det blitt flyttet fisk til vannet to ganger. I 1997 ble det flyttet 36 ørret til Fluetjern og i 1999 50 ørret. Ørreten ble fanget med elektrisk fiskeapparat og fraktet til vannet. Ørretene var i lengdeintervallet 5 – 23 cm. Tidligere prøvafiske har vist at abborbestanden er relativt tynn, og at ørreten hadde en gjennomsnittsvikt på ca. 250 g (Toverud 1994). Ved el-fiske høsten 1997 ble det funnet forholdsvis bra med ørret i Fluetjernes-bekken (Thore O. Haugerud pers. med). Det var ørret på stort sett hele bekkestrengen, og gyteforholdene var tilfredsstillende spesielt i øvre del av bekken. Det ble funnet minst tre årsklasser av fisk, og man antar at det produseres yngel i bekken årlig. Ørretbestanden er stedegen, og denne er viktig å ta vare på. Fluetjernes-bekken (utløps-bekk) ble kultivert av grunneierlaget i 1997. Det ble da gravd opp torv som gjorde at ørret i vannet kunne vandre opp/ned i bekken.

Prøvefisket i 2016 ga en totalfangst på 134 abbor og to ørreter (**figur 17**). Abberen hadde en gjennomsnittslengde på 133 mm og gjennomsnittsvikt på 28 gram. Den største abberen var på 338 mm og 607 gram. De to ørretene hadde en lengde på henholdsvis 325 og 372 mm, og en vekt på henholdsvis 361 og 368 gram. Sterke årsklasser av abbor dominerer nå i Fluetjern og ørreten er fåtallig.



Figur 17. Fiskefangst i Fluetjern 2016.

6.4 Gryttjenn

6.4.1 Beliggenhet og vannkvalitet

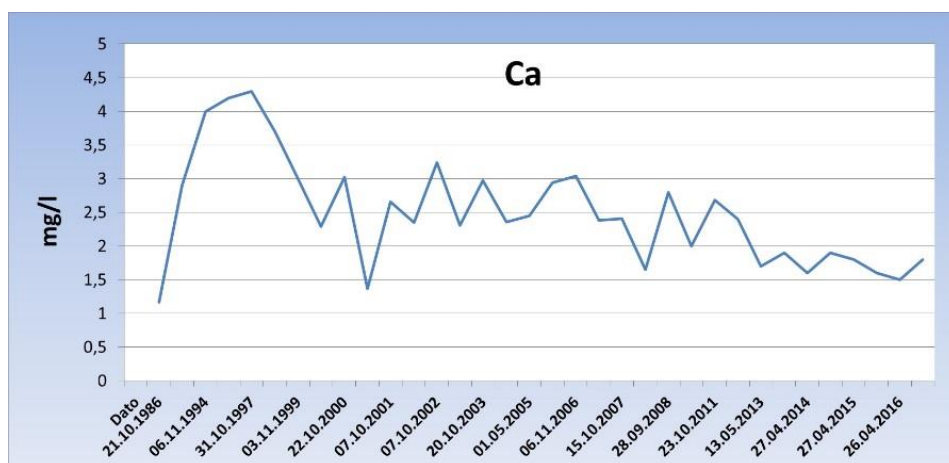
Gryttjenn ligger i Rømskog kommune, nordøst av Rømsjøen. Vannet har et areal på 13 ha og ligger 207 moh. Utløpet er i den sørvestre delen av vannet der utløpsbekken renner til Bøvika nordøst i Rømsjøen som drenerer til Sverige. Hovedbassenget til Gryttjenn finner vi i den sørlige delen av vannforekomsten, men mot nord strekker det seg en ca. 1 km lang grunn tarm. Vannet har en rødbrun farge med siktedypet på 1,8 og 2,4 meter i respektive juni og august. Vannet ble første gang kalket i 1986, mens kalking opphørte i 2012.



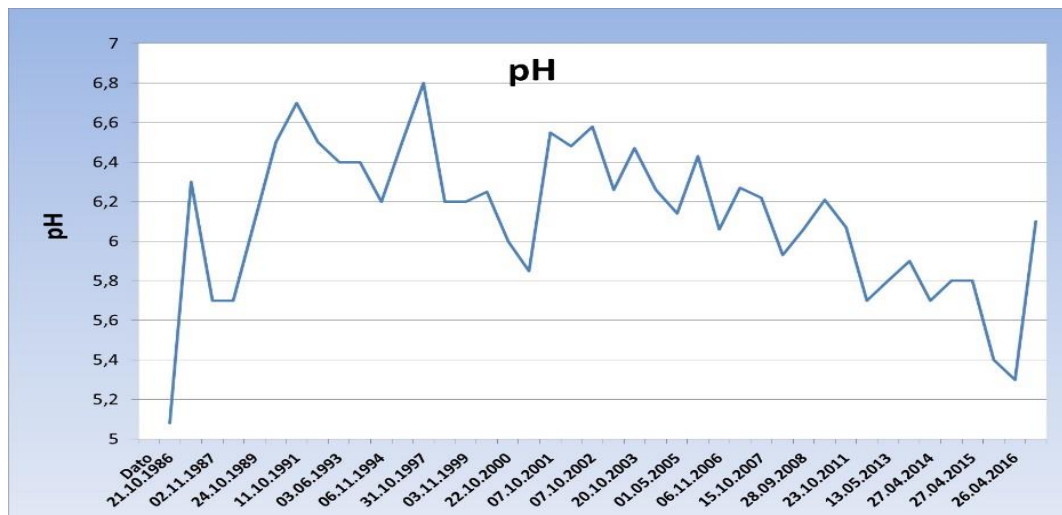
*Gryttjern.
pelagisk stasjon (sort)
litoral stasjon (rød)*

Gryttjern med litoral vegetasjon.

Før kalking ble Ca målt til 1,2 mg/l (**figur 18**). Noen år seinere, høsten 1994 etter at det var kalket, hadde det steget til 4,2 mg/l. Nivået justerte seg relativt raskt til ca 3 mg/l og er etter at kalking ble avsluttet i 2012 i ferd med å stabilisere seg på omtrent 1,5 mg/l.



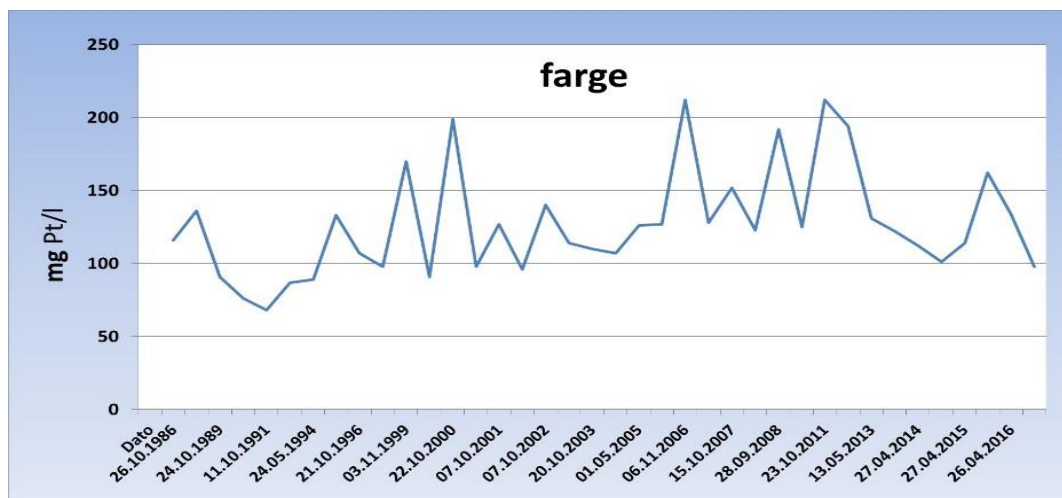
Figur 18. Ca (mg/l) i Gryttjernn



Figur 19. pH i Gryttjernn

pH gjør et hopp fra 5,1 før kalking til 6,0 etter kalking (**figur 19**). Fram til 2002 fluktuerer pH og er i en periode midt på 90-tallet hele 6,8. Etter 2002 har pH gradvis sunket, og i april 2015 ble det målt pH 5,3. Seinere samme år hadde pH igjen steget til 6,1.

Bortsett fra i starten for registreringene har fargetallene ligget mellom 100 og 200 mg Pt/l, riktignok med til dels kraftige svigninger (**figur 20**).

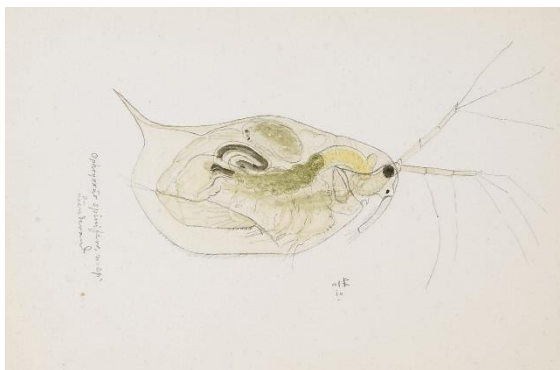


Figur 20. Farge (mg Pt/l) i i Gryttjernn

6.4.2 Krepssdyr

Sett i lys av at Gryttjernn er et lite humøst vann, er diversiteten av krepssdyr forholdsvis høy med 36 arter, hvorav 27 arter vannlopper og ni arter hoppekreps.

I planktonet ble det registrert to arter tilhørende slekten *Daphnia* sp. hjelmdaphnie *D. cristata* og nåledafnie *D. longispina* (**vedlegg 2**). Børstesnabelkreps *Bosmina longirostris* var vanlig i september. Det er relativt sjelden at denne arten blir funnet i humøse myrvann, noe som kan indikere at det er et relativt stort predasjonstrykk fra fisk. To arter av hoppekreps dominerer planktonet,



Pseudochydorus globosus (tegning G.O. Sars)
Moderat forsuringsfølsom art.



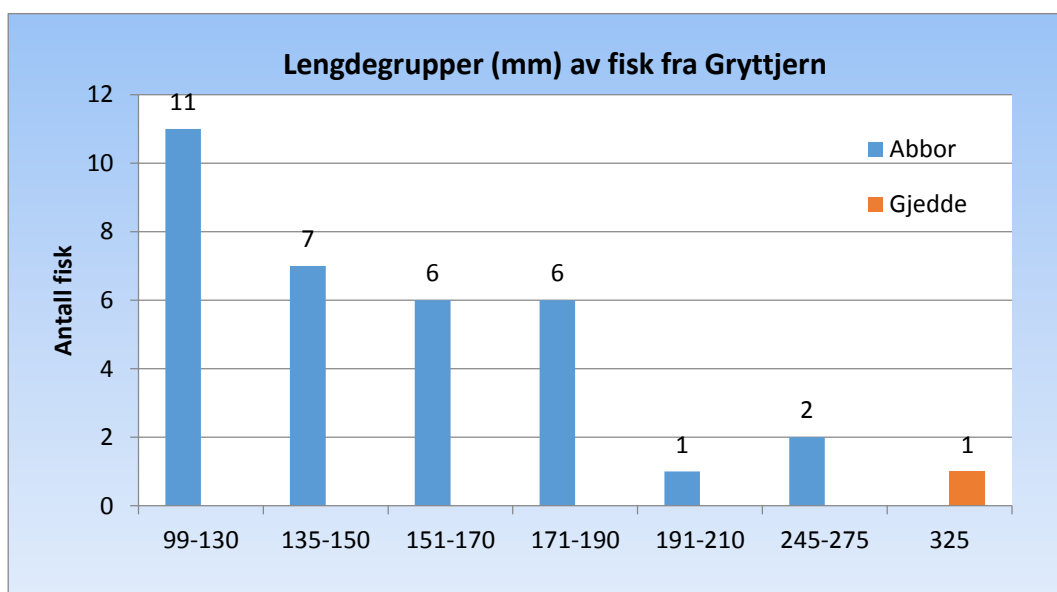
Acantholeberis curvirostris (tegning G.O. Sars)
Svært forsurings tolerant art

calanoiden sørhops *Eudiaptomus gracilis* og cyclopoiden sylfidehops *Thermocyclops oithonoides*. At sistnevnte art er den vanligste i planktonet, forsterker hypotesen om et sterkt predasjonstrykk fra fisk.

Også Gryttjenn har flere både forsurings tolerante og forsuringsfølsomme arter. I tillegg til to dafnie-arter samt børstesnabelkreps i planktonet ble det i strandsonen funnet fire moderat følsomme vannlopper (mosedovendafnie *Simocephalus serrulatus*, spissfotkreps *Ophryoxus gracilis* og kappekreps *Monospilus dispar*) samt tre arter følsomme hoppekreps (korthalehops *Macrocyclops albidus*, saghalehops *Eucyclops serrulatus* og stutthalehops *Paracyclops affinis*). Selv om forekomsten av svært følsomme/moderat følsomme arter tyder på at biologien har gjenhentet seg, finner vi fortsatt arter som er vanlige i sure vann. To arter er karakterisert som svært forsurings tolerante, bruntvannskreps *Acantholeberis curvirostris* og mosenebbkreps *Alona rustica*. I tillegg ble det påvist fem moderat tolerante vannlopper. Vannet plasserer seg omtrent midt mellom de sure og de nøytrale referanse vannene i DCA-plottet (**figur 6**) med mange arter til felles med Hølvatnet som ligger på samme sted i figuren.

6.4.3 Fisk

Resultatet fra prøvefisket viste at Gryttjenn har en god bestand av abbor, og en tynn bestand av gjedde (**figur 21**). Til sammen ble det fanget 33 abbor og en gjedde. Gjennomsnittslengden til



Figur 21. Lengdegrupper til fisk fanget i Gryttjenn

abbor var på 151 mm og gjennomsnittsvekten på 47 gram. Største abbor var på 273 mm og veide 257 gram. Gjedda målte 325 mm og veide 152 gram. Utløpsbekken har en bestand av ørret, og gytemulighetene er forholdsvis gode. På 60-tallet ble det fisket ørret i denne bekken, og fisken ble bl.a. flyttet til Gryttjenn (Kolbjørn Moen pers. med.), Ørreten har imidlertid ikke slått til i vannet, og det er kanskje ikke så underlig da det er både gjedde og abbor til stede.

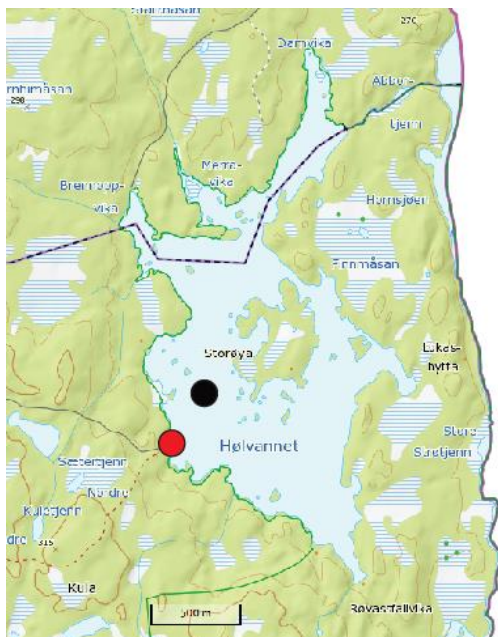


Fisk fra Gryttjenn i 2016.

6.5 Hølvannet

6.5.1 Beliggenhet og vannkvalitet

Hølvannet ligger 248 moh. i Rømskog kommune og har et areal på 1,6 km². Fra utløpet i nordøst renner elva sørover langs svenskegrensa til Rømsjøen for så å drenere videre via Stora Le til utløp i havet. Vannet ligger i et område som av statsråd ble vedtatt som naturreservat i 2008. Omgivelsene til vannet består hovedsakelig av myrer, gran- og furuskog. Hølvannet ligger på grunnfjell over marin grense. Vannet ble kalket første gang i 1988, mens kalking opphørte i 2012.



*Hølvannet. pelagisk stasjon (sort)
litoral stasjon (rød)*

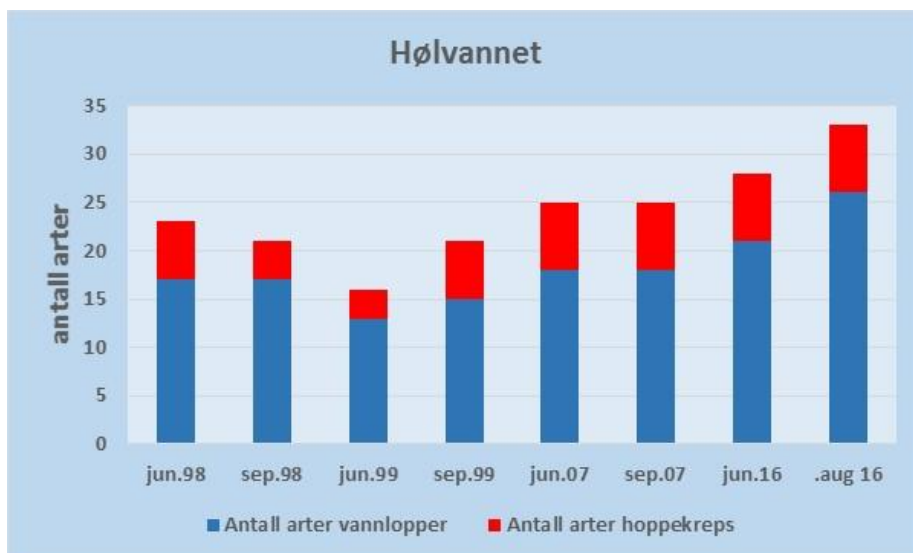


Hølvannet sett fra vestsiden

pH før kalking i 1988 ble målt til 4,8. Fram til 2016 har pH variert mellom 6,4 og 7,2. I 2016, det vil si etter kalkslutt, lå pH i intervallet 5,8 – 6,2. Det foreligger ikke Ca-målinger fra før det ble kalket. Etter kalkstart og fram til kalkslutt har Ca ligget mellom 3,2 og 5,1 mg/l. Etter kalkslutt har den sunket til < 2 mg/l.

Tabell 2. Kjemedata fra Hølvannet i perioden 1975-2016

Dato	Farge (mg/l Pt)	Kalsium (mg/l)	pH	Total alkalitet (mmol/l)
04.11.1975			4,8	
29.11.1993	74	3,3	6,5	0,14
01.11.1999	120		6,7	0,17
05.06.2009	85	4,8	7,2	0,21
23.10.2011	115	5,1	7	0,19
26.09.2012	101	4,4	6,8	0,13
20.05.2013	102	3,2	6,4	0,09
03.10.2013	82	3,2	6,6	0,14
12.05.2016	99	1,7	5,8	0,03
28.06.2016	82	1,9	6,2	0,04
04.10.2016	76	1,8	6,1	0,03



Figur 22. Fordeling av arter vannlopper og hoppekreps i Hølvannet ved to besøk i hvert av årene 1998, 1999, 2007 og 2016.

6.5.2 Krepsdyr

Til sammen ble det registrert 39 arter (29 vannlopper og 10 hoppekreps) i Hølvannet i 2016 (figur 22). Tidligere har snittet vært 24 arter pr besøk. I 2016 ble det registrert 28 og 33 arter i respektive juni og august. Syv arter vannlopper og en art hoppekreps var nye for lokaliteten i 2016. En av de nye artene var småhodetafnie *Daphnia longiremis*. Denne er karakterisert som svært forsuringfølsom, mens russernebbkreps *Alona karelica*, sandkulekreps *Paralona pigra*, kappekreps *Monospilus dispar* og glasskreps *Leptodora kindti* er moderat følsomme. Det er noe overaskende at to av de nye vannloppe-artene er karakterisert som svært forsuringstolerante, bruntvannskreps *Acantholeberis curvirostris* og mosenebbkreps *Alona rustica*. Tre arter vannlopper, snabelkreps *Bosmina longispina*, klarvannskreps *Alonopsis elongata* og rovkreps *Polyphemus pediculus*, samt tre arter hoppekreps, sørhops *Eudiaptomus gracilis*, vingehops *Cyclops scutifer* og sylfidehops *Termocyclops oithonoides*, er funnet ved alle besøk.

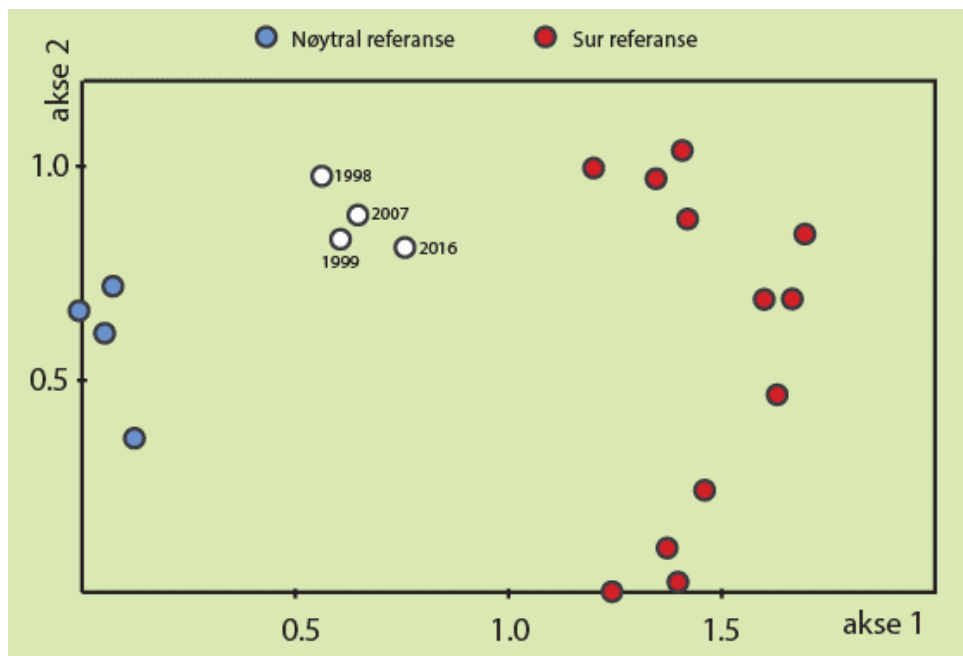
Tabell 3								
Planktonsamfunnenes sammensetning i Hølvannet (+ registrert).								
År	1998	1998	1999	1999	2007	2007	2016	2016
Dato	jun	sep	jun	sep	jun	sep	jun	aug
Vannlopper								
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	+							
Holopedium gibberum Zaddach	2,1	+	5,1		1,3	0,3	9,6	
Ceriodaphnia pulchella Sars	13,4	3,5		+				
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)						2,2		
Daphnia cristata Sars	35,5	1,0	4,4		19,6	7,0	46,5	13,6
Daphnia longiremis Sars							1,5	16,9
Daphnia longispina (O.F.M.)	0,5	3,5	1,3	3,2				
Bosmina longirostris (O.F.M.)	1,6	51,0		86,4	5,7	51,1	6,6	25,1
Bosmina longispina Leydig	4,8	+	0,6		0,2	1,0	+	
Polyphemus pediculus (Leuck.)	+							
Leptodora kindti Focke							1,1	0,0
andre	+					+		
Hoppekreps								
Eudiaptomus gracilis Sars	4,3	5,0	29,1	1,4	12,6	2,2	15,9	11,9
cal naup	2,7	2,0	4,4			1,0	6,6	4,5
Cyclops scutifer Sars	27,9	10,6	49,4	0,5	2,3	0,3	0,7	+
Thermocyclops oithonoides (Sars)	3,2	10,6	4,4	0,5	2,7	8,0	7,0	10,7
naup	3,8	12,6	1,3	8,2	55,6	26,8	4,4	17,3
tot ant. Ind	9303	9902	1580	22001	4750	3131	5421	4862
antall m trekk	10	12	11	10	23	18	20	21
antall in pr m3	6575	8397	1228	15548	7721	3983	3930	3357

I likhet med de fleste andre vannene i undersøkelsen er hjelmdafnie *D. cristata* registrert alle år, mens nåledafnie *D. longispina* mangler i 2007 og 2016 (**tabell 3**). Den nye arten, småhodedafnie *D. longiremis*, dominerte i august (16,9%). Totalt sett utgjør gelekrebs *Holopedium gibberum* mindre andeler enn i de fleste av de andre vannene. I juni 2016 utgjorde den riktignok 9,6%. Børstesnabelkrepss *B. longirostris* har i alle år vært dominerende art i høstprøvene. Det samme har vært tilfelle i Sundvannet. Arten er vanlig i ikke forsurede vann med høy fiskepredasjon. Verken vanlig prikkdafnie *Ceriodaphnia quadrangula* eller børstehaledafnie *C. pulchella* ble påvist i 2016. Derimot ble den store rovformen, glasskrepss *Leptodora kindti*, funnet både i juni og august. To arter av hoppekrepss dominerer planktonet, calanoiden sørhops *E. gracilis* og cyclopoiden sylfidehops *T. oithonoides*. At sistnevnte art er den vanligste i planktonet, forsterker hypotesen om at det er et sterkt predasjonstrykk fra fisk. Interessant er det at vingehops er gått tilbake sammenlignet med 1998 og 1999. pH ligger fortsatt på rundt 6,0 og kan ikke forklare denne tilbakegangen.

Litorale krepsdyr

Som nevnt tidligere, er de svært forsureningstolerante artene bruntvannskrepss *A. curvirostris* og mosenebbkrepss *A. rustica* registrert som nye arter i 2016 (**vedlegg 4**). Samtidig er det registrert åtte moderat forsuringsfølsomme arter, fire vannlopper og fire hoppekrepss. Hvordan status vil bli for vannet med hensyn på biologi i framtiden når vannkvaliteten har stabilisert seg uten at det blir kalket, er vanskelig å forutsi.

Plottene som representerer Hølvannet ligger samlet i **figur 23** med en god klarering fra de sure referansesjøene. Før kalking var pH målt til 5,0, og selv om vi ikke har prøver fra den gang, vil vi anta at artslistene fra før kalking ville plassert vannet blant de røde plottene i figuren. Det ble i 2007 konkludert med at Hølvannet har hatt en meget positiv utvikling med hensyn til krepsdyrfaunaen til tross for at vannet kan karakteriseres som relativt artsfattig. Innslaget av to svært forsuringsfølsomme arter har riktig nok vært med på å flytte lokaliteten mot de sure referansesjøene i 2016.

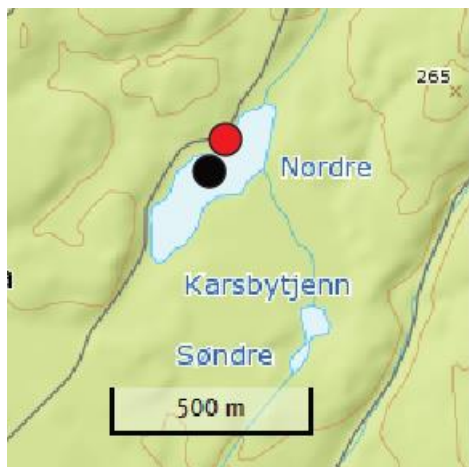


Figur 23. DCA-plott som viser Hølvannets posisjon i årene 1998, 1999, 2007 og 2016 basert på artsinventar i forhold til ukalkete sure sjøer (røde) og uforsurede sjøer (blå) hentet fra undersøkelsen i 1998/99.

6.6 Karsbytjenn

6.6.1 Beliggenhet og vannkvalitet

Karsbytjern er en liten vannforekomst på 4 ha, og dermed den minste i denne undersøkelsen. Vannforekomsten strekker seg i sydvest-nordøstlig retning og ligger 224 moh. i Rømskog kommune vest for Rømsjøen. Vannet renner mot Rømungen i sør og videre til Sverige. Største dyp ble målt til 12,1 meter. Siktedypet var på 2,6 og 2,4 meter i respektive juni og august, begge ganger hadde tjernet en rødbrun farge. Vannet ble kalket første gang i 1990, mens kalking opphørte i 2012.



Karsbytjern
pelagisk stasjon (sort)
litoral stasjon (rødt)



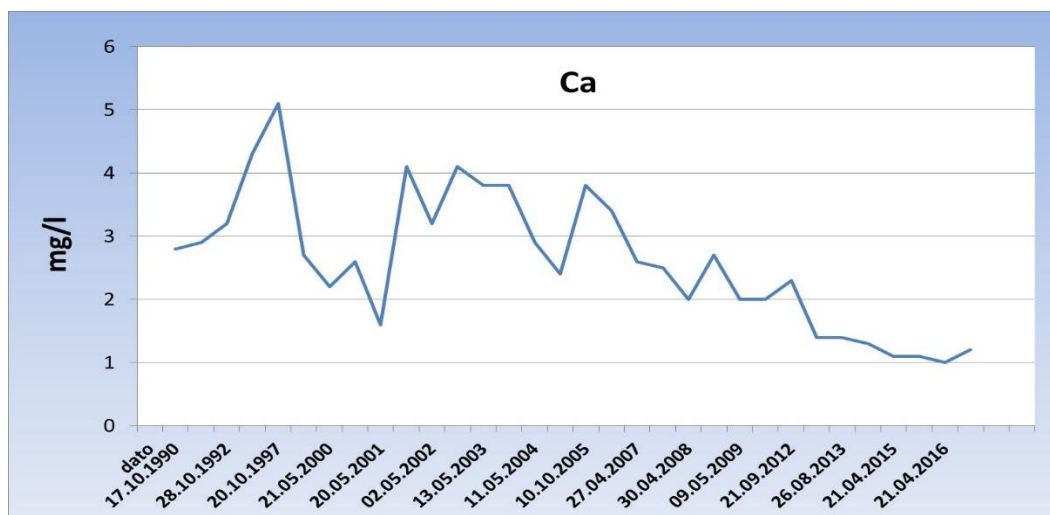
Karsbytjern sett mot nord



Karsbytjern sett mot sør



Strandsonen

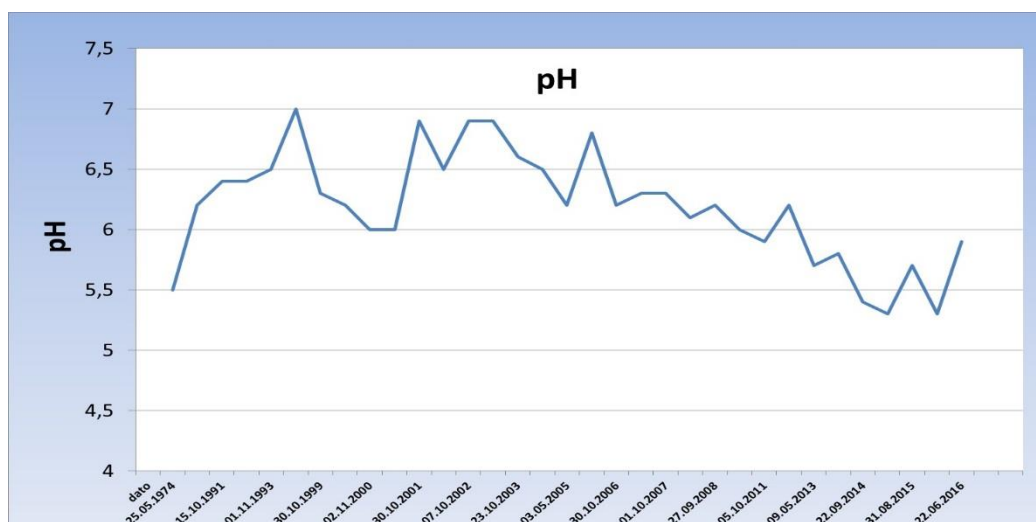


Figur 24. Ca (mg/l) i Karsbytjenn.

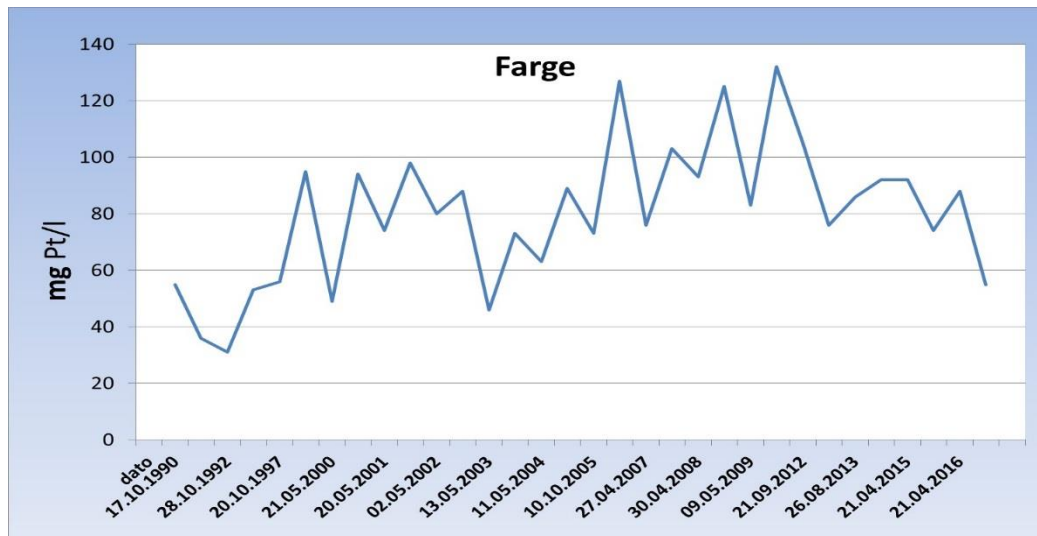
Det foreligger ikke data for Ca før kalking. Etter at kalking startet i 2012 har Ca variert mellom 1,6 og 5,1 mg/l (**figur 24**), mens etter at kalking opphørte i 2012 har Ca sunket, og i de to siste årene ligget mellom 1,0 og 1,2 mg/l.

pH økte fra 5,5 før kalking til 6,2 etter oppstart av kalking (**figur 25**). Fram til at kalking ble avsluttet fluktuerte pH, men holdt seg hele tiden på 6-tallet. Etter kalkslutt har pH gått ned på 5-tallet men ikke lavere en pH 5,3.

Fargetallene lå lenge under 100 mg Pt/l (**figur 26**). Fra 2006 og fram til kalking opphørte ble verdier >100 mg Pt/l registrert flere ganger med en topp i oktober 2011 med 132 mg Pt/l. Etter at kalking opphørte har fargetallene sunket og nærmer seg samme nivå som rundt årtusenskiftet.



Figur 25. pH i Karsbytjenn.



Figur 26. Farge (mg Pt/l) i Karsbytjenn.

6.6.2 Krepssdyr

Tatt i betraktning at Karsbytjenn var den minste lokaliteten i undersøkelsen, var dette noe overraskende den mest artsrike lokaliteten med hele 45 arter (31 vannlopper og 14 hoppekreps). Dette er samme antall som er registrert i større og mer næringsrike lokaliteter på Østlandet.

I planktonet ble det registrert to arter tilhørende slekten *Daphnia* sp. hjelmdaphnie *Daphnia cristata* og småhodetdafnie *D. longiremis* (**vedlegg 2**). Førstnevnte var den mest tallrike av disse to artene og utgjorde hele 31,0% av planktonet i juni. Snabelkreps *Bosmina longispina* utgjorde 15,5% og 52,6% i respektive juni og august. Gelekreps *Holopedium gibberum* dominerte aldri (2,4% og 4,9%). Karsbytjenn var eneste lokalitet sammen med Vortungen der begge de to store rovformene, langhaledafnie *Bythotrephes longimanus* og glasskreps *Leptodora kindti* ble påvist i planktonet.

En art hoppekreps kunne også opptre som dominant, calanoiden nordhops *Eudiaptomus gracililoides*. Denne har sin hovedutbredelse i Nord-Norge, men den er også påvist i flere vann i Østfold der den kan sameksistere med *E. gracilis*. Hele fire cyclopoider ble registrert i planktonet, dog uten å dominere; vingehops *Cyclops scutifer*, giganthops *Megacyclops gigas*, sommerhops *Mesocyclops leuckarti* og sylfidehops *Thermocyclops oithonoides*.

Liksom de fleste vannene i undersøkelsen består småkrepsfaunaen i Karsbytjenn både av forsuretolerante og forsuringfølsomme arter. I tillegg til dafnier i planktonet, som er svært forsuringfølsomme, samt de to rovformene, som er vurdert som moderat følsomme, ble det i tillegg funnet seks moderat følsomme vannlopper i strandsonen. Syv av de registrerte hoppekrepsene er vurdert som moderat følsomme, dvs til sammen 17 svært/moderat følsomme arter. Til tross for at dette kan tyde på at biologien har gjenhentet seg, finner vi fortsatt arter som er vanlige i sure vann, blant annet de svært forsuringstolerante, bruntvannskreps *Acantholeberis curvirostris* og mosenebbkreps *Alona rustica*.

Cyclopoiden vilterhops *Cyclops strenuus* ble sammen med nordhops kun funnet i Karsbytjenn. Med tanke på utseende er vilterhops *Cyclops strenuus* en god representant for slekten *Cyclops* sp. Den kan minne om vingehops, men skiller seg fra denne ved at de to siste brystsegmentene ikke har samme markerte vingeform. Vilterhops har vanligvis en lys gul eller oransje farge, kan forekomme både pelagisk og i litoralsonen og er funnet i 3% av vannforekomstene i Norge Den

svømmer rundt med hastig, hoppende bevegelser, noe som har gitt opphavet til det norske navnet. Nesten alle funn stammer fra Sør-Norge. Den er assosiert med nøytrale (pH 6,0-8,0), elektrolyttrike lokaliteter ($>7,0$ mS/m) og kan leve i ekstremt næringsrike dammer.

Til tross for mange moderat følsomme arter resulterer innslaget av tolerante arter at Karsbytjenn plasserer seg omtrent midt mellom de sure og de nøytrale referansevannene i DCA-plottet (**figur 6**).



Vilterhops Cyclops strenuus
(foto Nina Jonsson)

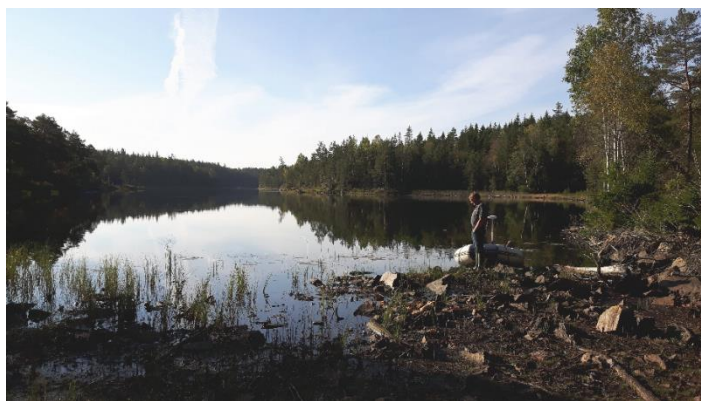
6.7 Kroktjern

6.7.1 Beliggenhet og vannkvalitet

Kroktjern ligger 192 moh. i Marker kommune og har et areal på 0,09 km². Vannet har form av en Y og er orientert i nord-syd retning. Fra Kroktjernerdammen i det nordøstre enden av vannet renner utløpsbekken via flere mindre vann til Øymarksjøen (Haldensvassdraget). Vannet har en rødbrun farge med siktedypet på 2,1 og 2,2 meter i respektive juni og september. I 1973 ble vannet karakterisert som svakt dystroft, med pH 5,7 og siktedyp 4 meter. Vannet ble kalket første gang i 1990, mens kalking opphørte i 2012.

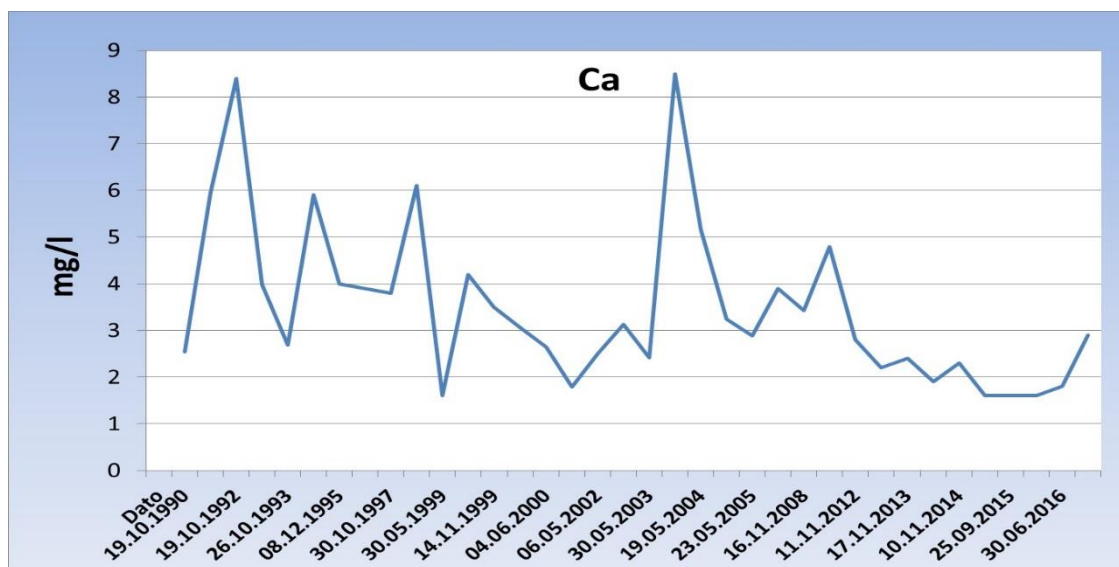


Kroktjern.
pelagisk stasjon (sort)
litoral stasjon (rød)

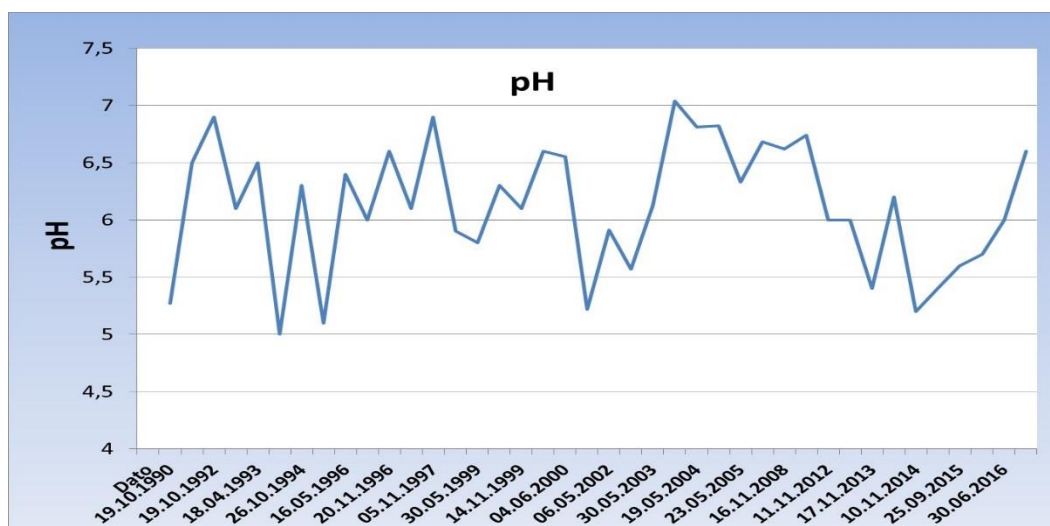


Kroktjern sett fra nord.

Kalkingen av vannet har tidvis resultert i meget høye Ca-verdier (**figur 27**). I både 1992, et par år etter oppstart av kalking, og i 2003 ble det registrert > 8 mg/l calcium. I 2014 og 2015 stabiliserte Ca seg på 1,6 og 1,5 mg/l. Noe overraskende var det at verdiene gikk opp i 2016 da det ble målt 1,8 og 2,9 mg/l i respektive juni og oktober.



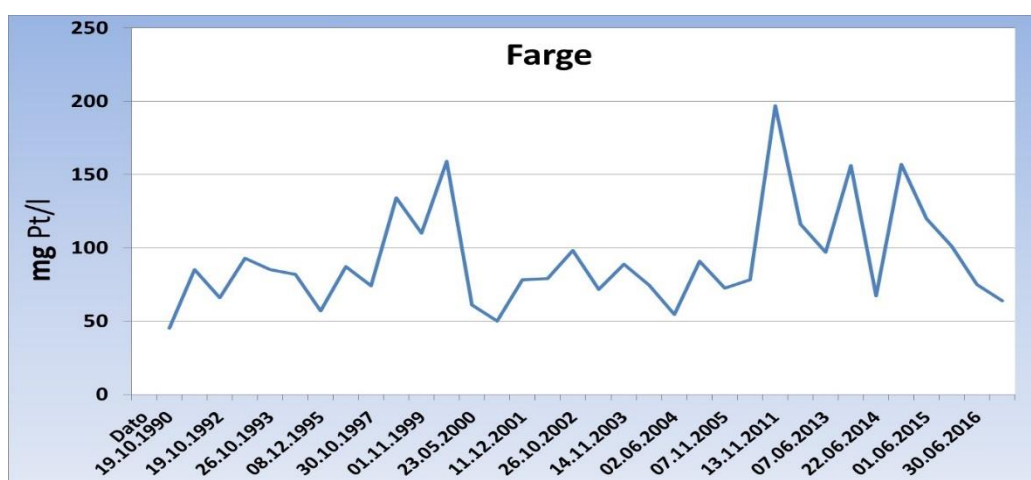
Figur 27. Ca (mg/l) i Kroktjern.



Figur 28. pH i Kroktjern

Liksom for farge har pH også variert kraftig i Kroktjern (**figur 28**). Flere ganger er det registrert pH ned mot 5,0, selv etter at kalking startet. Etter kalking ble det blant annet i november 2003 målt pH>7,0. Etter kalkslutt er det noe overaskende registrert en økning i pH.

Fargen i Kroktjern har variert forholdsvis kraftig, det vil si mellom 50 og 200 mg Pt/l (**figur 29**). Etter at kalkingen startet i 1990 har fargetallet droppet ned mot 50 mg Pt/l fire ganger. Siste gang var i forbindelse med siste besøk 2. oktober 2016.



Figur 29. Farge i Kroktjern (mg Pt/l).

6.7.2 Krepssdyr

Det ble funnet 34 krepssdyrarter i Kroktjern henholdsvis 24 vannlopper og 10 hoppekreps. I planktonet ble det registrert to arter tilhørende slekten *Daphnia* sp., hjelmdaphnie *Daphnia cristata* og nåledafnie *D. longispina* (**vedlegg 2**). Førstnevnte var den mest tallrike av de to artene og utgjorde 6,2% og 1,5% i respektive juni og september. Snabelkreps *Bosmina longispina*, som ofte kan opptre svært tallrik, utgjorde små andeler (3,1% i september). Gelekreps *Holopedium gibberum* derimot dominerte i juni da den utgjorde 32,1% av planktonet. Av de to store rovformene ble glasskreps *L. kindtii* påvist i juni.

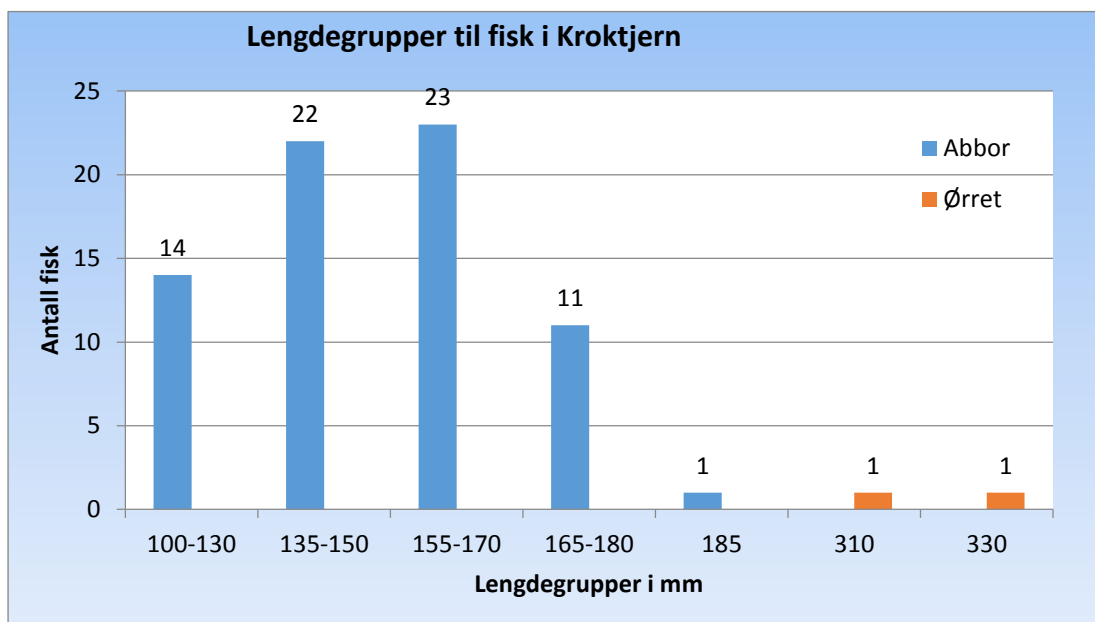
Dominans av calanoide nauplier ved begge besøk antas å tilhøre calanoiden sørhops *Diaptomus gracilis*, der voksne og copepoditter også var vanlige. Tre cyclopoider ble registrert i planktonet, hvorav kun sylfidehops *Thermocyclops oithonoides* var dominant (11,7% i september).

Liksom de fleste vannene i undersøkelsen ble det funnet en blanding av både forsuretolerante og forsuringfølsomme arter i Kroktjern, riktignok færre enn i flere andre vann. I tillegg til dafnier og glasskreps i planktonet ble det funnet to moderat følsomme vannlopper i strandsonen. Fem av de registrerte hoppekrepsene er vurdert som moderat følsomme. Selv om dette kan tyde på at biologien har gjenhentet seg, finner vi fortsatt arter som er vanlige i sure vann, og mosenebbkreps *Alona rustica* var blant annet vanlig forekommende i strandsonen.

Et høyt antall moderat følsomme arter, spesielt blant hoppekrepsene, samt at enkelte av de vanlige tolerante artene mangler, resulterer i at Kroktjern plasserer nærmere de nøytrale enn de sure referansevannene i DCA-plottet (**figur 6**).

6.7.3 Fisk

I Kroktjern ble det under prøvfisket fanget 71 abbor og 2 ørret (**figur 30**). Gjennomsnittslengden til abbor var på 142 mm og gjennomsnittsvekten var på 29 gram. Største abbor var på 185 mm og 61 gram. De to ørretene var på henholdsvis 310 og 330 mm og 349 og 404 gram. Kroktjern har blitt kalket med statlige midler siden 1997, med årlige kalkinger til og med 2012. Siden 1960-tallet har det blitt satt ut ørret i vannet. Øymark JFF har eget klekkeri med fisk av lokal stamme. Denne fisken brukes til utsetting i en rekke vann i området.



Figur 30. Lengdegrupper av fisk fra Kroktjern 2016.

6.8 Sundvannet

6.8.1 Beliggenhet og vannkvalitet

Sundvannet drenerer sørover mot Rømsjøen og Stora Le. Vannet, som ligger i Rømskog kommune, er langt og smalt og har et areal på 0,16 km². En skogsbilvei deler vannet som er orientert nord-syd, i et nordlig og et sørlig basseng. De pelagiske krepsdyrprøvene og prøvefisket er gjort i den sørlige delen av vannet der det ble målt et dyp på 15 meter. Omgivelsene til vannet består hovedsakelig av gran- og furuskog. Sundvannet ligger på grunnfjell 290 moh., det vil si over marin grense, og pH før kalking ble målt til 4,7. Vannet har en rødbrun farge med siktedypet på 1,8 meter i både juni og august. Vannet ble kalket første gang i 1988, mens kalking opphørte i 2012.

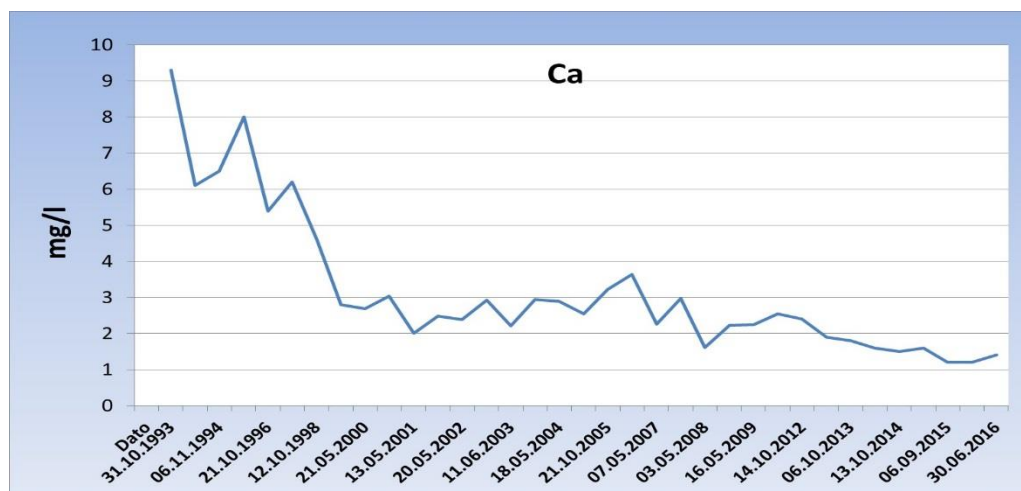


Sundvannet.
pelagisk stasjon (sort)
litoral stasjon (rød)

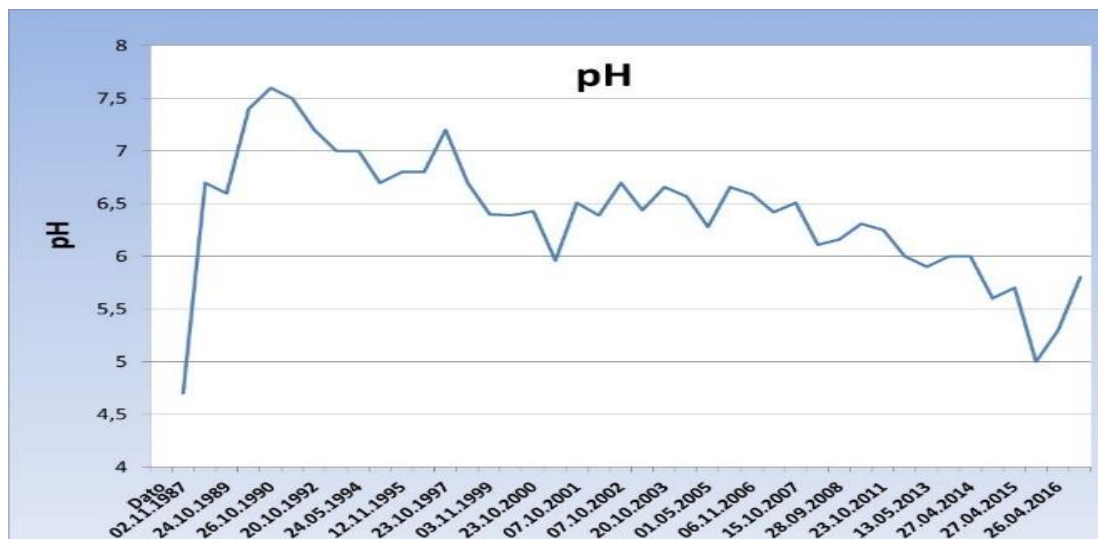


Sundvannet sett mot sør.

Høyest Ca ble målt første gang etter at det ble kalket i 1988 med en verdi på 9,3 mg/l (**figur 31**). Senere (ca. 1998) har det lyktes å stabilisere Ca på verdier under 3 mg/l. Som forventet har Ca sunket etter at kalking opphørte i 2012 og ligger nå mellom 1,0 og 2,0 mg/l Ca, med 1,2 mg/l som laveste målte verdi.



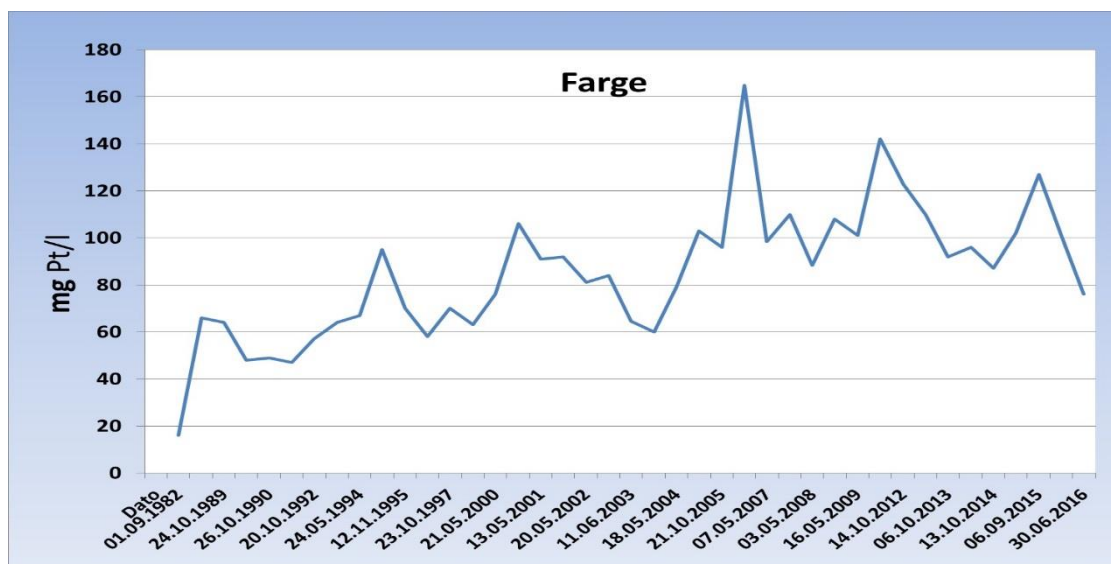
. **Figur 31.** Ca (mg/l) i Sundvannet



Figur 32. pH i Sundvannet

pH følger kurven for Ca (**figur 32**). Fra pH 4,7 før kalking ble det i flere år etter at det var kalket første gang målt verdier over pH 7,0. Gradvis har pH gått nedover utover på 2000-tallet. Først etter at kalking opphørte i 2012 ser vi verdier under 6,0 som ligger i det området vi kan forvente oss i Sundvannet.

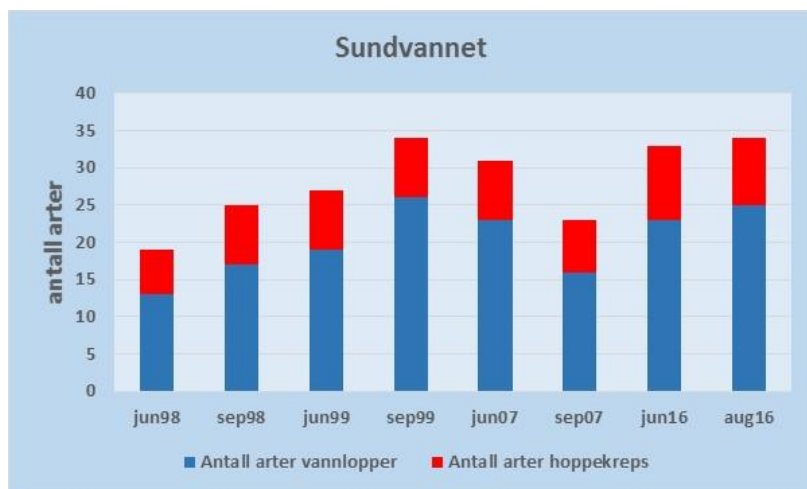
Det lave fargetallet på 16 mg Pt/ som ble registrert i oktober 1982 (**figur 33**), kan det settes et spørsmålstegn ved, De øvrige verdiene som er målt før oppstart av kalking er i området 50 mg Pt/. Fram til etter tusenårsskiftet holdt fargetallet seg under 100 mg Pt/, men har siden nådd nye høyder med rekord i 2006 på 165 mg Pt/.



Figur 33. Farge (mg Pt/l) i Sundvannet

6.8.2 Krepssdyr

Til sammen ble det registrert 41 arter (31 vannlopper og 10 hoppekreps) i Sundvannet i 2016 (**figur 34**). Snittet for hele perioden har vært 28 arter pr besøk, med andre ord ble det funnet flere arter ved begge besøk i 2016, respektive 33 arter i juni og 34 arter i august. Tre arter



Figur 34. Fordeling av arter vannlopper og hoppekreps i Sundvannet ved to besøk i hvert av årene 1998, 1999, 2007 og 2016.

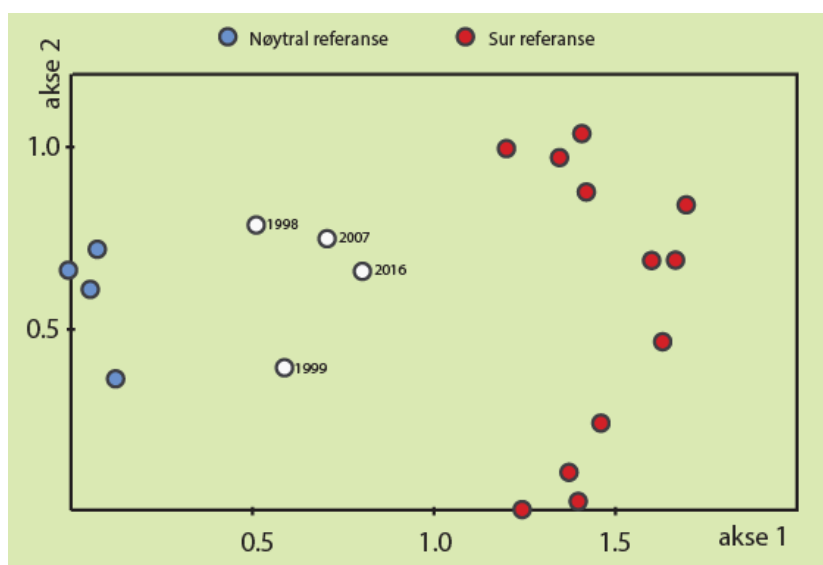
vannlopper var nye for lokaliteten i 2016; bruntvannskreps *A. curvirostris*, flattrøkt harpekreps *A. angustatus* og russerkreps *A. karelica*. Den førstnevnte er en svært forsuringstolerant art mens de to øvrige er moderat forsuringfølsomme. Til sammen åtte arter ble funnet ved alle besøk (vedlegg).

Hjelmdafnie *D. cristata* har dominert 1998 og 1999, mens den har forekommet som vanlig i 2007 og 2016 (**vedlegg 2**). Endringer her kan skyldes økt fiskepredasjon noe som bekreftes også av

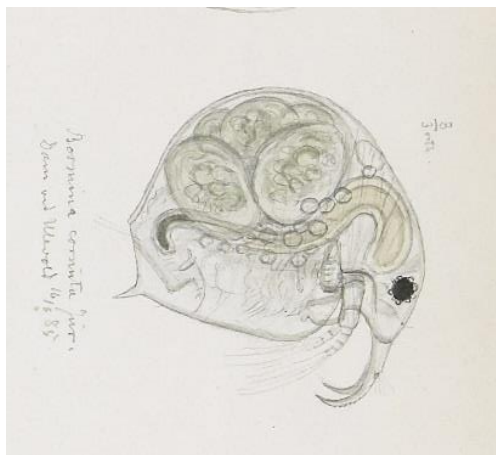
Tabell 4								
Planktonsamfunnenes sammensetning i Sundvannet (+ registrert).								
År	1998	1998	1999	1999	2007	2007	2016	2016
Dato	jun	sep	jun	sep	jun	sep	jun	aug
Vannlopper								
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T							+	
Holopedium gibberum Zaddach	0,6	27,5	49,9	40,4	3,1	0,6	0,2	+
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)						0,2	+	
Daphnia cristata Sars	4,2	14,6	3,7	13,0	2,2	2,4	2,4	4,5
Daphnia longispina (O.F.M.)	+	0,3	0,1	2,2				
Bosmina longirostris (O.F.M.)		+			20,5	14,2	38,3	17,1
Bosmina longispina Leydig	19,2	8,4	2,2	1,3			0,4	+
Polyphemus pediculus (Leuck.)			1,5					+
Leptodora kindtii Focke			0,1					
andre						+	+	+
Hoppekreps								
Eudiaptomus gracilis Sars	6,6	2,4	3,7	5,8	2,4	0,8	0,4	3,0
Heterocope appendiculata Sars	14,4	+	18,6		0,2		+	+
cal naup		1,4		0,4			2,2	15,6
Cyclops scutifer Sars	52,1	1,4	14,9	1,3	0,9	2,4	0,4	+
Mesocyclops leuckarti (Claus)							0,2	
Thermocyclops oithonoides (Sars)	3,0	6,6	5,2	10,3	1,5	10,0	13,3	47,2
naup		27,5		25,1	69,3	69,4	42,1	12,6
cyclopoditt indet		9,7						
tot ant. Ind	3342	2872	1342	1115	4590	2506	23254	19906
antall m trekk	7	15	13	13	10	15	15	15
antall in pr m3	1653	3045	1233	1024	3244	2657	22479	19242

den store dominansen til børstesnabelkrepss *B. longirostris* de to siste undersøkelsesårene. Tidligere har den kun vært påvist. Et vanlig skifte ved økt predasjon er at snabelkrepss *B. longispina* blir erstattet av børstesnabelkrepss. Gelekrepss *H. gibberum* utgjør også mindre andeler de to siste årene. I 1999 utgjorde den nesten halvparten av alle individer ved begge besøk. Den store rovformen, glasskrepss *Leptodora kindti*, ble ikke funnet i 2016. Sylfidehops *T. oithonoides* er den vanligste hoppekrepss i planktonet og forsterker hypotesen om et sterkt predasjonstrykk fra fisk. Interessant er det at vingehops *C. scutifer* er gått tilbake sammenlignet med 1998 og 1999. Det samme var tilfelle i Hølvannet.

Til tross for at den svært forsuringstolerante arten bruntvannskrepss *A. curvirostris* ble registrert som ny art i 2016, resulterer forekomsten av åtte moderat forsuringfølsomme arter, som også ble funnet i strandprøvene, til at vannet legger seg omtrent midt mellom de nøytrale og sure referansevannene. Årene 1998 og 1999 legger seg noe nærmere de nøytrale referansene enn de to siste årene samtidig som de er skilt langs 2-aksen (**figur 35**). Den positive utviklingen med hensyn til krepssdyrfaunaen ser derfor ut til å ha stoppet opp.



Figur 35. DCA-plott som viser Sundvannets posisjon i årene 1998, 1999, 2007 og 2016 basert på artsinventar i forhold til ukalkete sure sjøer (røde) og uforsurede sjøer (blå) hentet fra undersøkelsen i 1998/99.

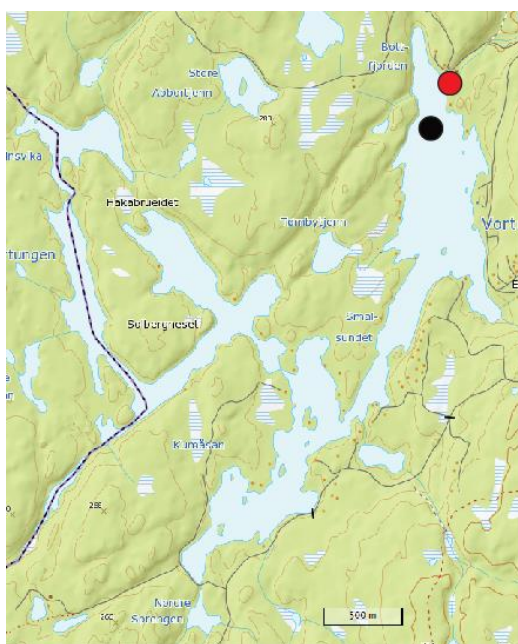


Børstesnabelkrepss *Bosmina longirostris* (tegning G.O. Sars).

6.9 Vortungen

6.9.1 Beliggenhet og vannkvalitet

Vortungen ligger på platået vest for Rømsjøen i Rømskog kommune. Vannet har en uregelmessig strandlinje og har et areal på 1,9 km². Total strandlinje er ca 40 km. Hovedbassenget er avsnørt fra resten av vannet ved en trang passasje som nærmest er som en bekk å regne. Det er knyttet usikkerhet til hvorvidt hele Vortungen har dratt nytte av kalkingen grunnet sin spesielle utforming. Situasjonen i den vestre delen av bassenget er derfor usikker med hensyn til vannkvalitet, krepsdyrfauna og fiskestatus. Største dyp ble loddet til å være 28,7 meter. Vannet drenerer østover til Rømsjøen som i sin tur renner til Sverige og Foxen/Stora Le. Omgivelsene til vannet består hovedsakelig av gran- og furuskog. Vortungen ligger på grunnfjell over marin grense 214 moh. Vannet ble kalket første gang i 1988, mens kalking opphørte i 2012.



*Vortungen.
pelagisk stasjon (sort)
litoral stasjon (rød)*



Nordenden av Vortungen med et utsnitt av starrbeltet der litoralprøven ble tatt.

Ca er i dag lavt, kun 1 mg/l som ble registrert ved begge besøk i 2016 (**tabell 5**). Dette er lavere enn før kalking i 1988 da det ble målt 1,2 mg/l Ca. Mens det ble kalket varierte Ca mellom år med høyeste verdi i 1999 da det ble målt 4,5 mg/l Ca.

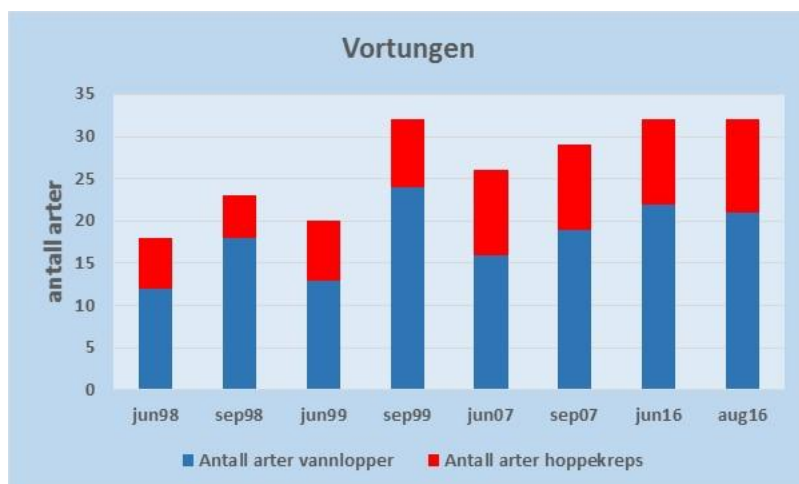
pH før kalking ble målt til 5,3 i 1975 og 5,2 i 1986, det vil si før det ble kalket i 1988 (**tabell 5**). Etter at kalkingen startet har pH vært >6,0. Etter at kalkingen opphørte i 2012 har pH igjen blitt < 6,0, respektive 5,5, 5,7 og 5,7 ved tre målinger i 2016.

Fargetallene har vært lavest, henholdsvis like etter kalking startet (31 mg Pt/l), og ved det siste besøket i oktober 2016 (37 mg Pt/l) (**tabell 5**). Det foreligger ikke data fra før kalking med hensyn til farge. Høyeste registrerte verdi er 82 mg Pt/l målt november 2011.

Tabell 5				
<i>Noen vannkjemiske målinger fra Vortungen</i>				
	Farge mg/l Pt	Ca (mg/l mg/l)	pH	Total alk. (mmol/l)
21.08.1975			5,3	
21.10.1986		1,2	5,2	
02.06.1998	31		6,5	0,06
09.11.1998	51		6,5	0,09
23.11.1999	49	4,5	6,4	0,11
15.10.2004		3,1	6,5	0,12
24.05.2008	71	1,6	6,1	0,06
05.06.2009	57	1,9	6,6	0,08
28.11.2011	82	2,6	6,3	0,11
26.09.2012	66	2,6	6,4	0,08
20.05.2013	76	1,7	6	0,05
03.10.2013	55	1,5	6	0,03
12.10.2015	62	1,7	5,4	0,03
12.05.2016	63	1	5,5	0,03
29.06.2016	46	1	5,7	0,03
04.10.2016	37	1	5,7	0,03

6.9.2 Krepssdyr

Til sammen ble det registrert 41 arter (30 vannlopper og 11 hoppekreps) i Vortungen i 2016 (**figur 36**). Nest etter Karsbyttjennet var Sundvannet og Vortungen de mest artsrike lokalitetene i undersøkelsen. Det ble registrert 32 arter ved begge besøk i 2016, hvilket er mer enn snittet for hele undersøkelsesperioden som er 27 arter. Det er kun i september 1999 at det er blitt konstatert like mange arter. Fem arter vannlopper var nye for lokaliteten i 2016; snabelkres *Bosmina longirostris*, storskallekreps *Latunora rectirostris*, flattrykt harpekreps *Acroperus angustatus*, sandkulekreps *Paralona pigra* og kappekreps *M. dispar*. Med unntak av storskallekreps er disse artene karakterisert som moderat forsuringsfølsomme. Alle hoppekrepsene som ble funnet i 2016 er funnet tidligere. Til sammen syv arter, fire arter vannlopper og tre arter hoppekreps, ble funnet ved alle besøk (**vedlegg 6**).



Figur 36. Fordeling av arter vannlopper og hoppekreps i Vortungen ved to besøk i hvert av årene 1998, 1999, 2007 og 2016.

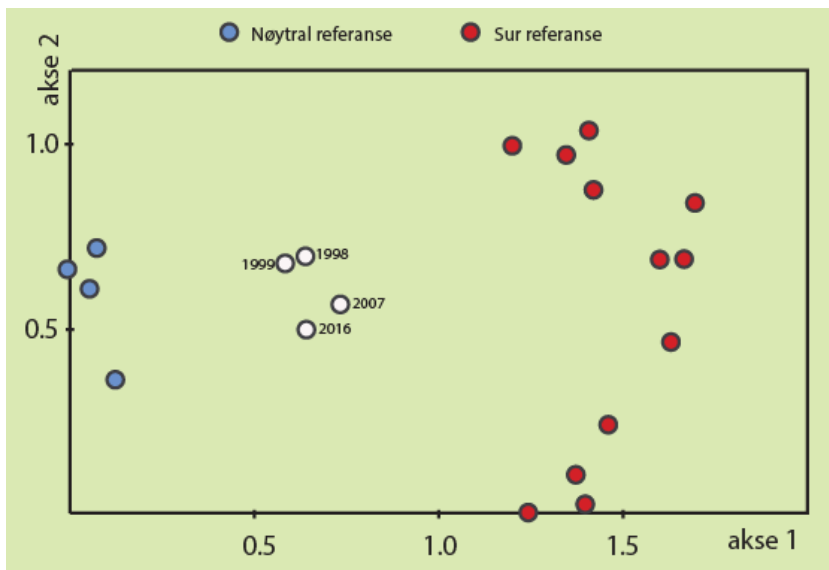
Tabell 6								
<i>Planktonsamfunnenes sammensetning i Vortungen (+ registrert).</i>								
År	1998	1998	1999	1999	2007	2007	2016	2016
Dato	jun	sep	jun	sep	jun	sep	jun	aug
Vannlopper								
<i>Holopedium gibberum</i> Zaddach	5,1		14,5	+	0,5	3,9	+	
<i>Daphnia cristata</i> Sars	4,0	24,3	18,3	0,5	0,9	2,0		
<i>Daphnia longispina</i> (O.F.M.)	1,1	0,5	0,5	0,5			+	0,3
<i>Bosmina coregoni</i> (Baird)		+						+
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F.M.)							0,4	
<i>Bosmina longispina</i> Leydig	56,9	0,5	34,3	8,7	3,2	13,5	7,3	2,4
<i>Polyphemus pediculus</i> (Leuck.)	0,0							1,4
<i>Bythotrephes longimanus</i> Leydig	0,0		+				+	
<i>Leptodora kindti</i> Focke			+		+		+	
Hoppekreps								
<i>Eudiaptomus gracilis</i> Sars	1,1	1,6	4,3		19,4	6,3	11,1	8,6
<i>Heterocope appendiculata</i> Sars	0,9	+	0,5	0,5	+	0,4	+	+
cal naup	0,3		0,5				10,4	9,6
<i>Cyclops scutifer</i> Sars	16,8	0,5	13,5	4,1	3,9	5,7	31,5	16,1
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus)							1,5	
<i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars)	12,5	49,7	12,1	43,4	2,5	5,7	23,8	28,5
naup	1,1	9,5	1,4	42,5	69,7	62,6	13,8	33,0
cyclopoditt indet		13,2						
tot ant. Ind	3512	18902	4142	4381	5682	2300	13005	14554
antall m trekk	12	21	20	27	27	24	26	25
antall in pr m3	2978	28052	5854	8360	10842	3901	7253	8441

Planktonet i Vortungen var dominert av hoppekreps. Hjelmdafnie *Daphnia cristata* var en dominerende art i 1998/99, men utgjorde en liten andel av planktonet i 2007, og ble ikke registrert i 2016 (tabell 6). Nåledapnie *D. longispina* var eneste dafnie dette året og var sjelden. Snabelkres *B. longispina* var den mest tallrike vannloppen og utgjorde 7,3% (juni) og 2,4% (august). Børstesnabelkreps *B. longirostris* ble registrert første gang i planktonet i august 2016, kun fåtallig. Glasskreps *Leptodora kindti*, har vært påvist i juni i de tre årene 1999, 2007 og 2016.

Alle de tre hoppekrepsene; calanoiden sørhops *Eucyclops gracilis* og cyclopoidene vingehops *Cyclops scutifer* og sylfidehops *Thermocyclops oithonoides* dominerte i planktonet. Sistnevnte var mest tallrik, men er mindre viktig enn de to andre artene med hensyn til biomasse. Med unntak av at sørhops har økt andelen sin, har situasjonen vært relativt stabil i undersøkelsesperioden.

En av artene i litoralprøvene, langsnutekreps *Disparalona rostrata*, ble kun registrert i Vortungen, der den også ble funnet i 1999. Dette er en art som er funnet i 2% av norske vannforekomster og som har sin hovedutbredelse i områdene øst og sørøst for Oslo. Det er en lavlands art (<300 moh.) og som er funnet ved pH 5,5-7,1.

Litoralprøvene inkluderte ellers syv svært/moderat forsuretolerante arter og åtte moderat forsurefølsomme arter. Årene 1998 og 1999 har faunistiske likhetstrekk og legger seg sammen i figur 37. Det samme er tilfelle for årene 2007 og 2016. Alle fire årene ligger noe nærmere de nøytrale referansesjøene enn de sure.



Figur 37. DCA-plott som viser Sundvannets posisjon i årene 1998, 1999, 2007 og 2016 basert på artsinventar i forhold til ukalkete sure sjøer (røde) og uforsurede sjøer (blå) hentet fra undersøkelsen i 1998/99.

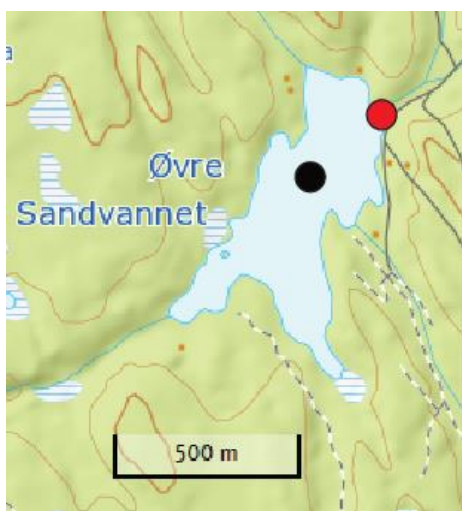


Disparalona rostrata (tegning G.O. Sars)

6.10 Sandvannet (øvre)

6.10.1 Beliggenhet og vannkvalitet

Sandvannet ligger i Rakkestad kommune 164 moh. og har et areal 0,18 km². Fra utløpet i den sørvestre delen av vannet renner det først gjennom nedre Sandvannet og derfra via Glomsrødbekken til Glomsrødsjøen. Herfra drenerer det videre til Elnessjøen, deretter via Vatvetelva til Ertevannet hvorfra Rakkestadelva renner ut i Glomma. Det ble målt et dyp på 28,3 meter. Vannet har en brunlig farge med siktedypet på 3,6 og 3,7 meter i respektive juni og september. Østfold Landbruksselskap gjorde en registrering i Øvre sandvann i 1973. Den gang ble vannet karakterisert som oligotroft, med en pH på 6,0 og et siktedyp på 4,5 meter. Øvre Sandvannet ble kalket med statlige midler fra 1995 til og med 2012, men har også vært kalket tidligere fra ca. 1988.

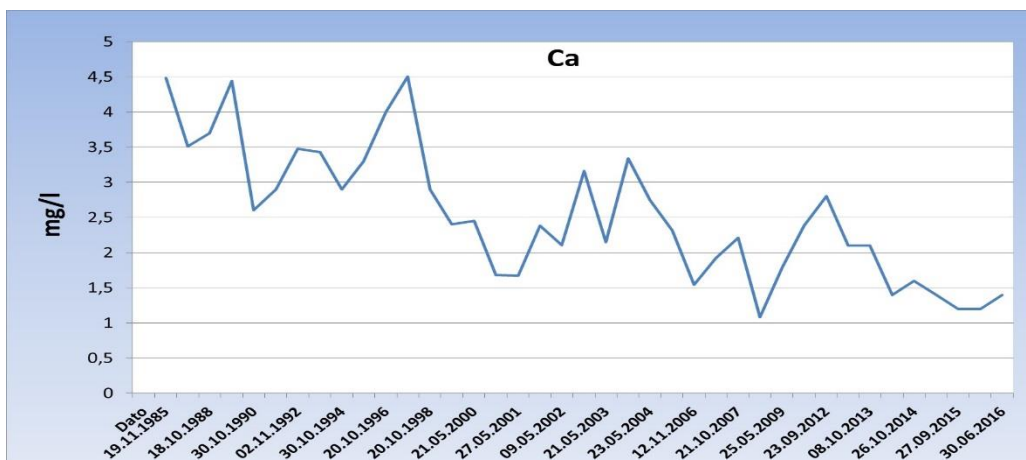


*Sandvannet.
pelagisk stasjon (sort)
litoral stasjon (rød)*

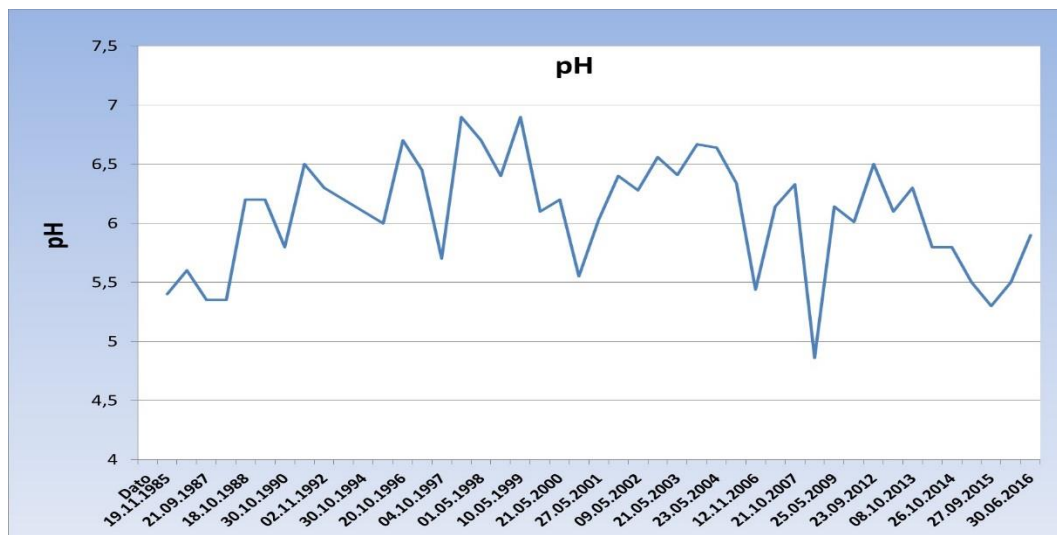


Sandvannet sett fra nord med et utsnitt av strandsonen der litoralprøven ble tatt.

Høyeste Ca-verdier ble målt i den første perioden etter at kalkingen av vannet startet opp rundt 1988 (**figur 38**). Ved to anledninger ble det registrert 4,5 mg/l Ca. Siden slutten av 90-tallet er det registrert en nedgang, og etter avsluttet kalking er nivået i ferd med å stabilisere seg i overkant av 1,0 mg/l. Dette er sannsynligvis i samsvar med det som var tilfelle før kalkingen startet.



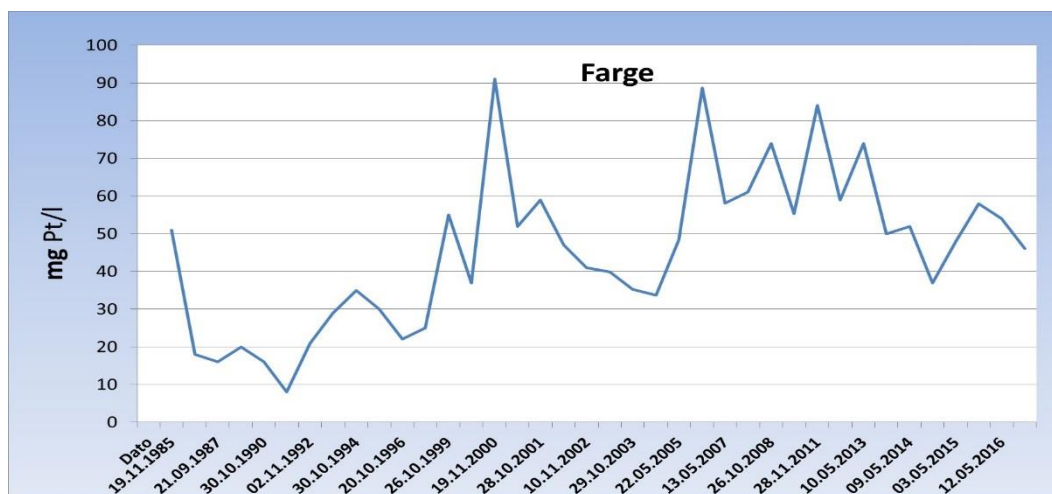
Figur 38. Ca (mg/l) i Sandvannet



Figur 39. pH i Sandvannet.

pH var på ca 5,5 før kalkingen startet (**figur 39**). Dette er omtrent samme nivå som er registrert etter at kalkingen opphørte. I mellomtiden har pH variert mellom 5,5 og 7,0. Det er rimelig å tro at naturlig pH for vannet har vært noe i overkant av 5,5.

Fargen har variert kraftig over de 30 årene vannet har vært prøvetatt (10-90 mg Pt/l) (**figur 40**). Det anes en nedgang etter kalkslutt da det er blitt registrert verdier (40 mg Pt/l) som vi må mer enn 10 år tilbake i tid for å finne.



Figur 40. Farge (mg Pt/l) i Sandvannet

6.10.2 Krepssdyr

Det ble påvist 37 arter av krepssdyr i Sandvannet, hvorav 30 arter vannlopper og syv arter hopperekreps. Artsmangfoldet lå på snittet for vannene i denne undersøkelsen. Planktonet var dominert av vannlopper, blant annet tre arter tilhørende slekten *Daphnia* sp. (hjelmdafnie *Daphnia cristata*, småhodedafnie *D. longiremis* og nåledafnie *D. longispina*). Hjelmdafnie dominerte i juni, mens småhodedafnie dominerte i september. I Fluetjern der de samme tre artene var tilstede,

dominerte småhodedafnie ved begge besøk, mens hjelmdaphnie var dominant i august. Gelekreps *Holopedium gibberum* ble funnet fåtallig mens snabelkreps *Bosmina longispina* var dominant ved begge besøk. I juni utgjorde den nesten halvparten av individene i prøven. Rovformen glasskreps *Leptodora kindti* ble påvist i juni.

To calanoide hoppekreps (sørhops *Eudiaptomus gracilis* og kranshops *Heterocope appendiculata*) samt to cyclopoide hoppekreps, vingehops (*Cyclops scutifer* og sylfidehops *T. oithonoides*) var tilstede ved begge besøk. Sistnevnte dominerte i september.

I tillegg til de tre artene tilhørende slekten *Daphnia* sp ble det i strandsonen funnet tre moderat følsomme vannlopper (spissfotkreps *Ophryoxus gracilis*, sandkulekreps *Paralona pigra* og kappekreps *Monospilus dispar*). Liksom i de fleste lokalitetene i undersøkelsen var de to svært forsurengstolerante artene bruntvannskreps *Acantholeberis curvirostris* og mosenebbkreps *Alona rustica* tilstede. Sandvannet hadde kun syv hoppekreps hvorav en art er vurdert som moderat tolerant (korthalehops *Macrocylops albidus*), mens fire arter er karakterisert som moderat følsomme (kranshops, korthalehops *Macrocylops albidus*, saghalehops *Eucyclops serrulatus* og sylfidehops). Sammensetningen av både tolerante og følsomme krepsdyr resulterer i at Sandvannet plasserer seg mellom de nøytrale og sure referansevannene og ligger sentralt i DCA-plottet (**figur 6**).

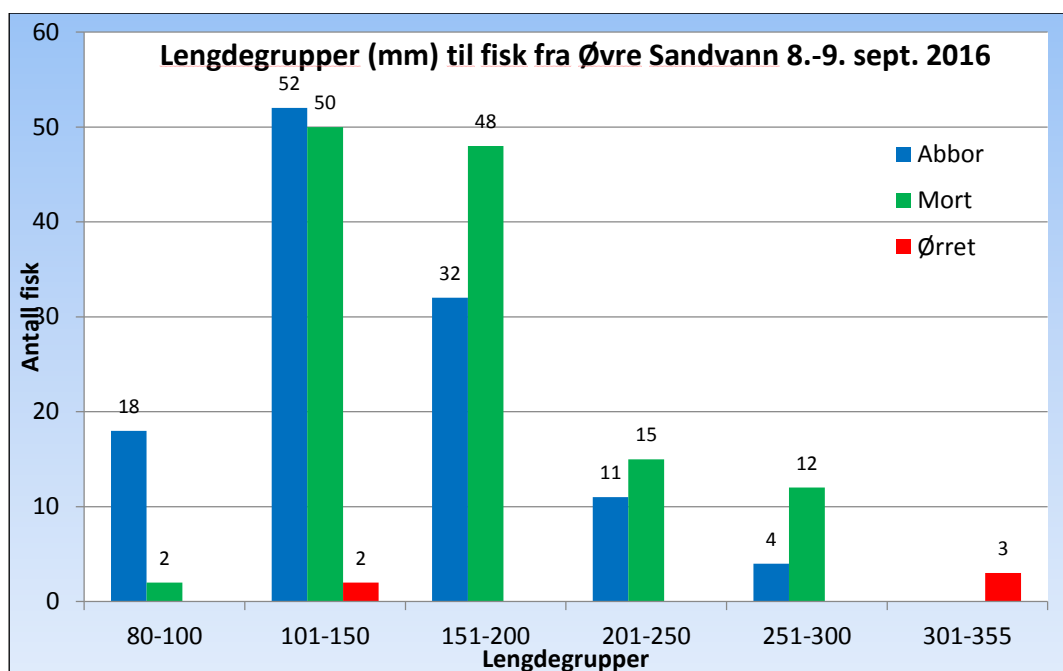
6.10.3 Fisk

Vannet har bestander av abbor, mort, ørret og ørekyt. Øvre Sandvann ble prøvefisket i 1997 i regi av Utmarksavdelingen for Akershus og Østfold. Den gangen ble det fanget 8 ørret, 37 abbor og 46 mort. Abborer hadde en gjennomsnittslengde på 206 mm, morten 245 mm og ørreten 246 mm. Ørretbestanden ble karakterisert som middels tett og med middels vekst og kondisjon. Gyting foregår i innløpsbekker og utløpsbekken. Abborbestanden ble karakterisert som middels tett og med jevn og god vekst. Det var også en tett bestand av mort der fisken oppnår stor størrelse. Det er ørekyte i vannet og tilhørende bekker.

Under vårt prøvefiske i 2016 ble det fanget 117 abbor, 127 mort og 5 ørret (**figur 41**). Abborer hadde en gjennomsnittlig lengde på 147 mm, morten 175 mm og ørreten 257 mm. Gjennomsnittsstørrelsen på abbor og mort har gått ned siden 1997, mens størrelsen på ørret har gått opp. Årsaken til dette er nok først og fremst knyttet til bruk av ulike garntyper i 1997 og 2016, og ikke en reell endring i bestandene.

Under prøvefiske i 2016 ble det observert stimer med ørekyte i strandkanten, så bestanden av denne arten er sannsynligvis ganske tett selv om den ikke ble fanget under prøvefiske. Det har ved flere anledninger blitt satt ut ørret i Øvre Sandvann. I de senere år har det blitt utført habitatforbedringer i innløpsbekken (Sandvannsbekken) i regi av Midtre Degernes Grunneierforening. Det har blitt fylt på med gytegrus, og det har blitt kalket. Til tross for dette er det registrert lave tettheter av ørret i bekken. Det gjennomføres nå (2017) en kontinuerlig logging av vannkvaliteten i bekken.

I 1973 (før kalking) ble det påvist ørret, abbor, mort og ørekyte i Øvre Sandvann. Ørret er satt ut i vannet siden slutten på 60 tallet. Den gang ble det sagt at ørret og mort var dominerende fiskearter i kvalitet/antall pr. kilo, som var henholdsvis 3 og 6. Hvis dette er riktig har gjennomsnittsstørrelsen på disse artene gått ned, men dette er vanskelig å sammenligne fordi metodikken er så forskjellig. Vårt prøvefiske viste at mort og abbor var dominerende arter og at ørretbestanden var tynn. Dette forholdet har neppe forandret seg mye i løpet av de siste 40 år.



Figur 41. Lengdegrupper av fisk fanget i Øvre Sandvannet



Fisk fanget i Øvre Sandvann 2016.

7 Oppsummering og konklusjon

Etter at det ble sluttet å kalke i 2012, er pH på vei nedover i de ti vannene i denne undersøkelsen. Ved siste måling før kalking ble avsluttet lå pH mellom 6,0 og 6,5, mens vi nå fire år seinere nærmer oss verdier ned mot 5,5. Det er naturlig å anta at dette er nivåer i samsvar med hva en kan forvente i denne regionen, i brune humøse vann før forsuringen begynte å gjøre seg gjeldene. Også Ca har sunket markant etter kalking og ligger i dag på mellom 1,0 og 1,8 mg Ca/l. I forbindelse med kalking vil mange vann oppleve høye Ca-verdier, og i Sundvatnet ble det målt 9,3 mg/l Ca etter at det ble kalket første gang. Det blir viktig å følge opp hvordan det går med Ca-nivået i vannene framover, da det er vist at det skjer en generell nedgang i Ca i norske innsjøer (Hessen et al 2017). Det fins en nedre grense for hva mange av invertebratene tåler med tanke på Ca. Et scenario i nær framtid kan rett og slett bli at vi må kalke for å unngå kritisk lave Ca-nivåer, og ikke på grunn av surhet.

Krepsdyrfaunaen har respondert på en bedret vannkvalitet, og med unntak av et vann er det registrert 1-3 arter tilhørende den svært forsuringfølsomme slekten *Daphnia*. Generelt sett var diversiteten i de undersøkte vannene svært høy. Dette skyldtes at det i tillegg til at det ble funnet mange forsuringfølsomme arter, også ble konstatert flere forsuringstolerante arter. De siste har utgjort en større andel av artsinventaret før kalkingen startet. Etter kalkslutt har vi i de tre vannene der det foreligger undersøkelser fra tidligere, ikke kunnet konstatere store endringer i arts-sammensetningen.

Som forventet var det abbor i fire av de fem vannene og denne arten synes ikke å ha noen rekrutteringsproblemer i noen av vannene. Ørret manglet kun i en lokalitet der det var både gjedde og abbor til stede, med andre ord ikke helt uventet. I Bergsjøtjern, som tidligere var fisketomt, ble det satt ut villfanget ørret av lokal stamme i 2006. Denne fisken gyter nå i innløps- og utløpsbekken og har dannet en bestand av ørret i vannet som er et av få i Østfold med kun ørret. Øvre Sandvann ble prøvefisket i 1997 og hadde den gang liksom i dag, en bestand av mort. Morten er følsom overfor forsuring og vil neppe tåle pH-verdier noe særlig under 5,5.

Konklusjonen så langt blir at biologien ikke synes å ha respondert negativt på at kalking er blitt avsluttet.

8 Referanser

- Appelberg, M. 1995. Liming strategies and effects: the Lake Stora Härsjön case study. I: Henrikson, L. & Brodin, Y.W., red. Liming of acidified surface waters. A Swedish synthesis., Springer Verlag, Berlin, s. 337-351.
- Dahl, K. 1921. Undersøkelser over ørretens utdøden i det sydligste Norges fjeldvatn. Norges Jæger- og fiskeforenings tidsskrift 50: 249-267.
- Dannevig, A. 1959. Nedbørens innflytelse på vassdragets surhet, og på fiskebestanden. Jeger og Fisker 3: 116-118.
- Drabløs, D. & A. Tollan 1980. SNSF - prosjekt Ecological impact og acid precipitation.
- Ekeberg, A.K. & Walseng, B. 2000. Kolonisering av tre nyetablerte fangdammer i Trøgstad kommune. NINA - Fagrapport 043: 1-49.
- Flössner, D. 2000. Die Haplopoda und Cladocera Mitteleuropas. Leiden, Backhuys Publishers.
- Havens, K.E. & T. Hanazato 1993. Zooplankton community responses to chemical stressors: A comparison of results from Acidification and pesticide contamination research. Environ. Pollut. 82: 277-288.
- Henrikson, L. & Y. W. Brodin 1995. Liming of surface waters in Sweden - a synthesis. Liming of acidified surface waters. A Swedish synthesis. L. Henrikson and Y. W. Brodin. Berlin, Springer Verlag: 1-44.
- Herbst, H.V. 1976. Blattfusskrebse (Phyllopoden: Echte Blattfüsser und Wasser- flöhe). – Kosmos-Verlag Franckh, Stuttgart, 130 s.
- Hessen, D.O., Andersen, T., Tominaga, K. & Finstad A.G. 2017. When soft water becomes softer; drivers of critically low levels of Ca in Norwegian lakes. *Limnol. Oceanogr.* 62: 289-298.
- Hesthagen, T. Walseng, B. & Karlsen, L.R. 2002. Effekter av forsurening og kalking på fisk og krepsdyr i innsjøer i Enningdalsvassdraget, Østfold. NINA Oppdragsmelding 761. 42 s.
- Hill, M.O. 1979. DECORANA - A Fortran program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Cornell University, Ithaca, New York.
- Hill, M.O. & Gauch, H.G. 1980. Detrended corespondence analysis; an improved ordination technique. *Vegetatio* 42: 47-58.
- Hov, A.M. & Walseng, B. 2003. Suksesjon av ferskvannsinvertebrater i et nyetablert damsystem i Trøgstad kommune. NINA-Fagrapport 74: 1-50.
- Hultberg, H. & Andersson, I.B. 1982. Liming of acidified lakes: induced long-term changes. - *Water, Air, and Soil Pollution* 18: 311-331.
- Kiefer, F. 1973. Ruderfusskrebse (Copepoden). Kosmos-Verlag, Franckh, Stuttgart, 99 s.
- Kiefer, F. 1978. Freilebende Copepoda. Elster, H. J. & Ohle, W., red. *Das Zooplankton der Binnengewässer* 26: 1-343.
- Mylona, S. 1993. Trends of sulphur dioxide emissions, air concentrations and deposistions of sulphur in Europe since 19880. EMEP/MS-C-W Report 2/93. 35 sider

- Muniz, I. P. 1991. Freshwater acidification: its effects on species and communities of freshwater microbes, plants and animals. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh.
- Nyberg, P. 1984. Impact of Chaeborus predation on planktonic crustacean communities in some acidified and limed forest lakes in Sweden. Rep. Inst. Freshwat. Res., Drottningholm 61: 154-166.
- Rylov, W.M. 1948. Freshwater Cyclopoida. Fauna USSR, Crustacea 3 (3). – Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1963, 314 s.
- Sars, G.O. 1903. An account of the Crustacea of Norway. IV Copepoda, Calanoida. – Bergen, 171 s.
- Sars, G.O. 1918. An account of the Crustacea of Norway. VI Copepoda, Cyclopoida. – Bergen, 225 s.
- Schindler, D.W. 1988. Effects of acid rain on freshwater ecosystems. Science 239: 149-157.
- Smirnov, N.N. 1971. Chydoridae. Fauna USSR, Crustacea 1 (2). – Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1974, 644 s.
- Spikkeland, I. 1998, Dyreliv i dammer i Askim. Natur i Østfold 17(1-2): 13-22
- Stokker, R., Walseng, B., Braskerud, B., Brittain, J., Dolmen, D. & Sloreid, S.E. 1999. Artsmangfold i to syv år gamle fangdammer i Haldenvassdraget med forskjeller i vannkvalitet. - NINA Fagrapport 034: 1-48.
- ter Braak, C.J.F. & Smilauer, P. 1998. CANOCO reference manual and User's guide to Canoco for Windows. Software for Canonical Community Ordination, (version 4). Microcomputer Power, Ithaca, NY, USA.
- Toverud, Ø. 1994. Driftsplan for vilt og fisk for Opsahl-Krog-Ulfsby grunneierlag
- Walseng, B. 1993. Verneplan I og II, Rogaland Krepsdyrundersøkelser. - NINA Oppdragsmelding 222: 1-33.
- Walseng, B. 1994. Verneplan I og II, Østfold - Krepsdyrundersøkelser. NINA Oppdragsmelding 304: 1-26.
- Walseng, B. & Halvorsen, G. 1993. Verneplanstatus i Troms og Finnmark med fokusering på vannkjemiske forhold og krepsdyr. - NINA Utredning 54: 1-97.
- Walseng, B. & Hansen, H. 1994. Krepsdyr og bunndyr i sure vann i Østfold. NINA Oppdragsmelding 335. 1-29..
- Walseng, B. & Hesthagen, T. 2012. Enningdalsvassdraget, a freshwater documentation. Part 1 Crustaceans. - NINA Rapport 827. 1-54.
- Walseng, B. & Karlsen, L.R. 1997. Reetablering av forsuringsfølsomme invertebrater etter kalking av ferskvann i Østfold. NINA Oppdragsmelding 490: 1-32.
- Walseng, B. & Karlsen, L.R. 2001. Planktonic and littoral microcrustaceans as indices of recovery in limed lakes in S.E. Norway. Water, Air, Soil Pollution 130: 1313-1318.
- Walseng, B. & Karlsen, L.R. 2009. Endring i krepsdyr- og fiskefaunaen etter kalking i syv vann i Østfold. - NINA Oppdragsmelding 469: 1-47

9 Vedlegg

Vedlegg 1. Antall arter vannlopper og hoppekreps i de undersøkte vannene										
Lokalitet	Bergsj.	Ertev.	Fluetj.	Gryttj.	Hølv.	Karsbyttj	Kroktj.	Sundv.	Vortun.	Sandv
Vannlopper										
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Latona setifera (O.F.M.)				x				x		
Sida crystallina (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Holopedium gibberum Zaddach	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ceriodaphnia pulchella Sars			x			x	x	x	x	
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)	x			x	x	x		x		x
Daphnia cristata Sars		x	x	x	x	x	x	x		x
Daphnia longiremis Sars		x	x		x	x				x
Daphnia longispina (O.F.M.)			x	x			x	x	x	x
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Simocephalus serrulatus (Koch)				x		x		x		
Bosmina coregoni (Baird)									x	
Bosmina longirostris (O.F.M.)				x	x			x	x	
Bosmina longispina Leydig	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Acantholeberis curvirostris (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x		x		x
Drepanothrix dentata (Eurén)	x									
Iliocryptus sordidus (Liév.)	x									
Lathonura rectirostris (O.F.M.)			x						x	
Ophryoxus gracilis Sars	x		x	x	x	x	x	x	x	x
Streblocerus serricaudatus (Fisch.)		x	x		x	x	x		x	x
Acroperus angustatus Sars			x	x	x			x	x	x
Acroperus harpae (Baird)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alona affinis (Leydig)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alona guttata Sars	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alona intermedia Sars						x		x		x
Alona karelica Stenroos		x	x		x			x	x	
Alona rustica Scott		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alonella excisa (Fischer)	x	x	x	x	x	x		x	x	x
Alonella exigua (Fischer)	x					x		x		
Alonella nana (Baird)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alonopsis elongata Sars	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Camptocercus rectirostris Schoedler			x							
Chydorus latus Sars				x						
Chydorus piger Sars		x	x		x	x	x	x	x	x
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Disparalona rostrata (Koch)									x	
Eurycerus lamellatus (A.F.M.)	x		x	x	x	x	x	x	x	x
Graptoleberis testudinaria (Sars)		x	x			x	x			x
Monospilus dispar		x	x	x	x				x	x
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)	x		x	x	x	x	x	x	x	x
Pseudochydorus globosus (Baird)			x			x	x			x
Rhynchotalona falcata Sars	x	x			x			x	x	x
Polyphemus pediculus (Leuck.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bythotrephes longimanus Leydig						x			x	
Leptodora kindti Focke		x			x	x	x		x	x
Totalt antall vannloppearter	22	24	30	27	29	31	24	31	30	30
Totalt antall hoppekrepsarter	9	9	8	9	10	14	10	10	11	7
Totalt antall småkreps	31	33	38	36	39	45	34	41	41	37

Vedlegg 1 forts. Antall arter hoppekreps i de undersøkte vannene										
Lokalitet	Bergsj.	Ertev.	Fluetj.	Gryttj.	Hølv.	Karsbytj	Kroktj.	Sundv.	Vortun.	Sandv
Hoppekreps										
Eudiaptomus gracilis Sars	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Eudiaptomus graciloides (Lillj.)						x				
Heterocope appendiculata Sars			x			x	x	x	x	x
Heterocope saliens (Lillj.)	x									
cyclopoida										
Macrocyclops albidus (Jur.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Macrocyclops fuscus (Jur.)						x			x	x
Eucyclops denticulatus (A.Graet.)	x			x	x	x	x	x	x	
Eucyclops serrulatus (Fisch.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Eucyclops speratus (Lillj.)		x		x	x	x	x		x	
Paracyclops affinis Sars		x	x	x				x		
Paracyclops fimbriatus (Fisch.)	x					x				
Cyclops strenuus Sars						x				
Cyclops scutifer Sars	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Megacyclops gigas (Claus)	x					x				
Megacyclops viridis (Jur.)					x	x				
Acanthocyclops robustus Sars	x	x			x		x	x	x	
Mesocyclops leuckarti (Claus)		x	x	x	x	x	x	x	x	
Thermocyclops oithonoides (Sars)		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Totalt antall vannloppearter	22	24	30	27	29	31	24	31	30	30
Totalt antall hoppekrepsarter	9	9	8	9	10	14	10	10	11	7
Totalt antall småkreps	31	33	38	36	39	45	34	41	41	37

Vedlegg 2.										
<i>Planktonet i de undersøkte vannene</i>										
Lokalitet	Karsbytj.	Karsbytj.	Kroktj.	Kroktj.	Sundv.	Sundv.	Vortun.	Vortun.	Sandv.	Sandv.
Dato	jun	aug	jun	sep	jun	aug	jun	aug	jun	sep
Vannlopper										
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	4,1			0,2	+					0,0
Holopedium gibberum Zaddach	2,4	4,9	32,1	5,5	0,2	+	+		3,3	+
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)					+				+	
Daphnia cristata Sars	31,0	3,4	6,2	1,5	2,4	4,5			15,0	6,7
Daphnia longiremis Sars	0,4	+							1,8	20,4
Daphnia longispina (O.F.M.)			+	+			+	0,3	2,2	5,3
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)				+						
Bosmina coregoni (Baird)								+		
Bosmina longirostris (O.F.M.)					38,3	17,1	0,4			
Bosmina longispina Leydig	15,5	52,6	0,6	3,1	0,4	+	7,3	2,4	48,7	10,2
Polyphemus pediculus (Leuck.)				0,0		+		1,4		
Bythotrephes longimanus Leydig	+						0,0			
Leptodora kindti Focke	+	+	+				0,0		+	
andre	+	+			+	+		+		
Hoppekreps										
Eudiaptomus gracilis Sars			8,6	6,2	0,4	3,0	11,1	8,6	1,5	5,8
Eudiaptomus graciloides (Lillj.)	4,1	26,6								
Heterocope appendiculata Sars	1,6	1,5	1,2	0,4	+	+	+	+	0,4	0,4
Heterocope saliens (Lillj.)										
cal naup	9,8		20,4	29,1	2,2	15,6	10,4	9,6	4,4	17,8
Eucyclops speratus (Lillj.)								0,0		
Cyclops scutifer Sars	9,0	4,4	6,2	3,3	0,4	+	31,5	16,1	1,8	2,7
Megacyclops gigas (Claus)		0,0								
Mesocyclops leuckarti (Claus)	2,0			0,0	0,2		1,5			
Thermocyclops oithonoides (Sars)	6,1	6,4	3,1	11,7	13,3	47,2	23,8	28,5	2,6	13,8
naup	13,9		21,6	38,8	42,1	12,6	13,8	33,0	18,3	16,9
totalt antall dyr	4903	4065	8102	4534	23254	19906	13005	14554	5462	11252
trekk lengde	11	10	12	12	15	15	26	25	27,5	25
antall individer pr m ³	6463	5894,3	9789,9	5478,6	22479	19242	7252,8	8441,3	2880	6526,2

Vedlegg 3										
<i>Krepsdyr i fra fire prøver i hvert vann ved to datoer i ti vann *** dominant, ** vanlig, * sjelden</i>										
Lokalitet	Bergsj.	Ertev.	Fluetj.	Gryttj.	Hølv.	Karsbytj	Kroktj.	Sundv.	Vortun.	Sandv
Vannlopper										
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	**		*	*	*	*		*	*	***
Latona setifera (O.F.M.)				*				*		
Sida crystallina (O.F.M.)	***	**	*	**	**	**	*	**	***	*
Holopedium gibberum Zaddach	**	*	*		*		**			*
Ceriodaphnia pulchella Sars			**			***	**	**	**	
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)	*			**	*	*		*		
Daphnia cristata Sars			*	***	*	*	*	*		*
Daphnia longiremis Sars										**
Daphnia longispina (O.F.M.)							*	*		*
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)	*	**	***	*	***	**	***	**	**	
Simocephalus serrulatus (Koch)				*		*		*		
Bosmina coregoni (Baird)										
Bosmina longirostris (O.F.M.)				*	***			***		
Bosmina longispina Leydig	***	***	***	*	***	***	***	**	***	***
Acantholeberis curvirostris (O.F.M.)	*	*	**	*	*	*		*		*
Drepanothrix dentata (Eurén)	*									
Iliocryptus sordidus (Liév.)	*									
Lathonura rectirostris (O.F.M.)			*						*	
Ophryoxus gracilis Sars	*		**	**	*	*	**	**	*	*
Streblocerus serricaudatus (Fisch.)		*	*		*	*	**		**	*
Acroperus angustatus Sars			*	**	*				**	**
Acroperus harpae (Baird)	**	**	*	*	**	*	**	**	**	**
Alona affinis (Leydig)	*	*	*	*	*	*	**	*	**	*
Alona guttata Sars	*	**	**	*	*	*	**		**	*
Alona intermedia Sars					*			*		*
Alona karelica Stenroos		*	*		*			*	*	
Alona rustica Scott		**	*	*	*	*	**	*	**	**
Alonella excisa (Fischer)	*	**	*	*	**	*		*	*	**
Alonella exigua (Fischer)	*					*		*	*	
Alonella nana (Baird)	**	**	**	**	**	**	**	**	*	**
Alonopsis elongata Sars	***	***	***	**	***	*	***	**	***	***
Camptocercus rectirostris Schoedler			*							
Chydorus latus Sars				*						
Chydorus piger Sars		**	*		*	*	**	*	*	*
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	**	**		*	*	*	**	*	*	**
Disparalona rostrata (Koch)									*	
Eurycerus lamellatus (A.F.M.)	*		*	**	**	*	**	**	**	**
Graptoleberis testudinaria (Sars)		*	*			*	*			*
Monospilus dispar		*	*	*	*				*	***
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)	*		**	*	**	*	**	*	**	*
Pseudochydorus globosus (Baird)			*			*	*			*
Rhynchotalona falcata Sars	***	*			**			*	**	***
Polyphemus pediculus (Leuck.)	**	***	***	***	***	**	***	**	**	**
Hoppekreps										
Eudiaptomus gracilis Sars	***	*	*	**	*		**	*	*	*
Eudiaptomus graciloides (Lillj.)						*				
Heterocope appendiculata Sars			**			*		*	*	**
Heterocope saliens (Lillj.)	**									
cal naup				*			**	**		**
cyclopoida										
Macrocyclus albidus (Jur.)	**	**	*	*	*	*	**	**	**	*
Macrocyclus fuscus (Jur.)						*			*	*
Eucyclops denticulatus (A.Graet.)	*			*	*	*	*	*	*	
Eucyclops serrulatus (Fisch.)	**	*	*	*	*	*	***	*	**	*
Eucyclops speratus (Lillj.)		*		*	*	*	**		**	
Paracyclops affinis Sars		*	*	*				*		
Paracyclops fimbriatus (Fisch.)	*				*					
Cyclops strenuus Sars					*					
Cyclops scutifer Sars					*				**	*
Megacyclops viridis (Jur.)					*	*				
Acanthocyclops robustus Sars	*	*		*	*		**	**	**	
Mesocyclops leuckarti (Claus)		*	**	*	*	**		***	*	
Thermocyclops oithonoides (Sars)			***	***	**	***	*	*	*	***
naup	**		**	*	**	**	**	*	**	**
cyclopoditt indet	**	**	**	**	**	***	***	***	***	**
tot antall krepsdyr i 4 prøver	117193	48305	19221	239121	18395	365068	9165	185091	9384	5333

Vedlegg 4								
Vannlopper og hoppekreps funnet i Hølvatnet i årene 1997, 1998, 2007 og 2016								
År	1998	1998	1999	1999	2007	2007	2016	2016
Dato	jun	sep	jun	sep	jun	sep	jun	aug
Vannlopper								
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	x				x			x
Sida crystallina (O.F.M.)	x		x	x	x	x	x	x
Holopedium gibberum Zaddach	x	x	x		x	x	x	
Ceriodaphnia pulchella Sars	x	x	x	x	x	x		
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)	x					x		x
Daphnia cristata Sars	x	x	x		x	x	x	x
Daphnia longiremis Sars							x	x
Daphnia longispina (O.F.M.)	x	x	x	x				
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	
Simoccephalus vetula (O.F.M.)	x		x	x	x			
Bosmina longirostris (O.F.M.)	x	x		x	x	x	x	x
Bosmina longispina Leydig	x	x	x	x	x	x	x	x
Acantholeberis curvirostris (O.F.M.)							x	x
Ophryoxus gracilis Sars		x						x
Acantholeberis curvirostris (O.F.M.)								x
Acroperus angustatus Sars								x
Acroperus harpae (Baird)					x	x	x	x
Alona affinis (Leydig)		x	x		x	x	x	x
Alona guttata Sars				x	x	x	x	x
Alona karelica Stenroos								x
Alona rustica Scott							x	x
Alonella excisa (Fischer)		x			x	x	x	x
Alonella exigua (Fischer)		x						
Alonella nana (Baird)		x		x		x	x	x
Alonopsis elongata Sars	x	x	x	x	x	x	x	x
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	
Paralona pigra Sars							x	x
Disparalona rostrata (Koch)	x			x				
Eurycercus lamellatus (A.F.M.)	x	x	x		x	x	x	x
Monospilus dispar								x
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)	x	x		x	x	x	x	x
Rhynchotalona falcata Sars				x				x
Polyphemus pediculus (Leuck.)	x	x	x	x	x	x	x	x
Leptodora kindti Focke							x	x
Hoppekreps								
Eudiaptomus gracilis Sars	x	x	x	x	x	x	x	x
Macrocyclus albidus (Jur.)	x			x	x	x	x	x
Eucyclops denticulatus (A.Graet.)						x		x
Eucyclops serrulatus (Fisch.)	x	x			x	x	x	x
Eucyclops speratus (Lillj.)	x				x		x	x
Paracyclops affinis Sars				x				
Cyclops scutifer Sars	x	x	x	x	x	x	x	x
Megacyclops viridis (Jur.)							x	
Acanthocyclops robustus Sars						x	x	
Mesocyclops leuckarti (Claus)				x	x			x
Thermocyclops oithonoides (Sars)	x	x	x	x	x	x	x	1
Antall arter vannlopper	17	17	13	15	18	18	21	26
Antall arter hoppekreps	6	4	3	6	7	7	7	7
Totalt antall krepsdyr	23	21	16	21	25	25	28	33

Vedlegg 5								
<i>Vannlopper og hoppekreps funnet i Sundvatnet i årene 1997, 1998, 2007 og 2016</i>								
År	1998	1998	1999	1999	2007	2007	2016	2016
Dato	jun	sep	jun	sep	jun	sep	jun	aug
Vannlopper								
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	x				x		x	x
Latona setifera (O.F.M.)				x			x	x
Sida crystallina (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x
Holopedium gibberum Zaddach	x	x	x	x	x	x	x	x
Ceriodaphnia pulchella Sars	x	x	x	x				x
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)					x	x	x	
Daphnia cristata Sars	x	x	x	x	x	x	x	x
Daphnia longispina (O.F.M.)	x	x	x	x			x	
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)	x	x	x	x	x		x	
Simocephalus serrulatus (Koch)					x			x
Bosmina longirostris (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x
Bosmina longispina Leydig	x	x	x	x	x		x	x
Acantholeberis curvirostris (O.F.M.)								x
Ophryoxus gracilis Sars			x	x	x	x	x	x
Streblocerus serricaudatus (Fisch.)	x			x	x	x		
Acroperus angustatus Sars								x
Acroperus harpae (Baird)		x	x	x	x	x	x	x
Alona affinis (Leydig)	x	x	x	x		x	x	
Alona guttata Sars		x		x	x	x		x
Alona intermedia Sars				x	x			x
Alona karelica Stenroos							x	
Alona rustica Scott					x		x	x
Alonella excisa (Fischer)					x	x		x
Alonella exigua (Fischer)				x				x
Alonella nana (Baird)			x	x	x	x	x	x
Alonopsis elongata Sars	x	x	x	x	x	x	x	x
Chydorus sphaericus (O.F.M.)		x	x	x		x	x	x
Paralona pigra Sars			x				x	
Eurycercus lamellatus (A.F.M.)			x	x			x	x
Graptoleberis testudinaria (Sars)		x		x				
Monospilus dispar					x			
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)		x	x	x	x	x	x	x
Rhynchotalona falcata Sars							x	x
Polyphemus pediculus (Leuck.)	x	x	x	x	x	x	x	x
Bythotrephes longimanus Leydig				x				
Leptodora kindti Focke			x					
Hoppekreps								
Eudiaptomus gracilis Sars	x	x	x	x	x	x	x	x
Heterocope appendiculata Sars	x	x	x		x		x	x
Macrocyclus albidus (Jur.)		x	x	x	x	x	x	x
Eucyclops denticulatus (A.Graet.)		x	x	x		x	x	x
Eucyclops serrulatus (Fisch.)	x	x	x	x		x	x	x
Paracyclops affinis Sars					x		x	
Cyclops scutifer Sars	x	x	x	x	x	x	x	x
Acanthocyclops capillatus Sars				x				
Acanthocyclops robustus Sars	x				x	x	x	x
Mesocyclops leuckarti (Claus)		x	x	x	x		x	x
Thermocyclops oithonoides (Sars)	x	x	x	x	x	x	x	x
Antall arter vannlopper	13	17	19	26	23	16	23	25
Antall arter hoppekreps	6	8	8	8	8	7	10	9
Totalt antall krepsdyr	19	25	27	34	31	23	33	34

Vedlegg 6								
Vannlopper og hoppekreps funnet i Vortungen i årene 1997, 1998, 2007 og 2016.								
År	1998	1998	1999	1999	2007	2007	2016	2016
Dato	jun	sep	jun	sep	jun	sep	jun	aug
Vannlopper								
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	x			x				
Sida crystallina (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x
Holopedium gibberum Zaddach	x		x	x	x	x	x	
Ceriodaphnia pulchella Sars		x	x	x				x
Daphnia cristata Sars	x	x	x	x	x	x		
Daphnia longispina (O.F.M.)	x	x	x	x			x	x
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)	x			x	x		x	x
Bosmina coregoni (Baird)		x						x
Bosmina longirostris (O.F.M.)							x	
Bosmina longispina Leydig	x	x	x	x	x	x	x	x
Lathonura rectirostris (O.F.M.)							x	
Ophryoxus gracilis Sars		x		x		x	x	x
Streblocerus serricaudatus (Fisch.)		x				x		x
Acroperus angustatus Sars								x
Acroperus harpae (Baird)		x		x	x	x	x	x
Alona affinis (Leydig)				x		x		x
Alona costata Sars					x			
Alona guttata Sars		x		x		x	x	x
Alona intermedia Sars								
Alona karelica Stenroos				x			x	
Alona quadrangulasris (O.F.M.)		x						
Alona rustica Scott					x	x	x	x
Alonella excisa (Fischer)				x	x	x		x
Alonella nana (Baird)		x		x	x	x	x	x
Alonopsis elongata Sars	x	x	x	x	x	x	x	x
Camptocercus rectirostris Schoedler				x				
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x		x
Paralona pigra Sars							x	x
Disparalona rostrata (Koch)				x			x	
Eurycercus lamellatus (A.F.M.)	x	x		x	x	x	x	
Graptoleberis testudinaria (Sars)			x	x				
Monospilus dispar							x	
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)		x	x	x	x	x		x
Pseudochydorus globosus (Baird)						x		
Rhynchotalona falcata Sars		x				x	x	x
Polyphemus pediculus (Leuck.)	x	x	x	x	x	x	x	x
Bythotrephes longimanus Leydig	x		x				x	
Leptodora kindti Focke			x	x	x		x	
Hoppekreps								
Eudiaptomus gracilis Sars	x	x	x		x	x	x	x
Heterocope appendiculata Sars	x	x	x	x	x	x	x	x
Macrocyclus albidus (Jur.)	x			x	x	x	x	x
Macrocyclus fuscus (Jur.)				x				x
Eucyclops denticulatus (A.Graet.)				x	x	x	x	x
Eucyclops serrulatus (Fisch.)	x		x	x	x	x	x	x
Eucyclops speratus (Lillj.)					x	x	x	x
Paracyclops affinis Sars					x			
Cyclops scutifer Sars	x	x	x	x	x	x	x	x
Megacyclops viridis (Jur.)			x					
Acanthocyclops robustus Sars		x		x	x	x	x	x
Mesocyclops leuckarti (Claus)			x			x	x	x
Thermocyclops oithonoides (Sars)	x	x	x	x	x	x	x	x
Antall arter vannlopper	12	18	13	24	16	19	22	21
Antall arter hoppekreps	6	5	7	8	10	10	10	11
Totalt antall krepssdyr	18	23	20	32	26	29	32	32



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

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

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

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-3096-4

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Hogskoleringen 9, 7034 Trondheim

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

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger