

1448

NINA Rapport

To grytehullsjøer på Hensmoen, Buskerud fylke

Ferskvannsbiologisk dokumentasjon av Storetjern og Lilletjern

Bjørn Walseng
Marit Mjelde



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er NINAs ordinære 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 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. 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.

To grytehullsjøer på Hensmoen, Buskerud fylke

Ferskvannsbiologisk dokumentasjon av Storetjern og Lilletjern

Bjørn Walseng

Marit Mjelde

Walseng, B. & Mjelde, M. 2017. To grytehullsjøer på Hensmoen, Buskerud fylke. Ferskvannsbiologisk dokumentasjon av Storetjern og Lilletjern - NINA Rapport 1448. 24 s.

Oslo, desember 2017

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-3179-4

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Bjørn Walseng

KVALITETSSIKRET AV

Ann Kristin Schartau

ANSVARLIG SIGNATUR

Erik Framstad

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Fylkesmannen i Buskerud

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Åsmund Tysse

FORSIDEBILDE

Storetjern og Lilletjern (foto Bjørn Walseng). Flybildet er hentet fra www.norgeibilder.no

NØKKEWORD

Ferskvann – grytehullsjø - kjemi - vannplanter - krepsdyr - Buskerud

KEY WORDS

Freshwater – kettle lake - chemistry – water plants – crustaceans - Buskerud county

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø

Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 04 00

NINA Lillehammer

Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen

Thormøhlensgate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

To grytehullsjøer på Hensmoen, Buskerud fylke. Ferskvannsbiologisk dokumentasjon av Storetjern og Lilletjern – NINA Rapport 1448. 24 s.

For å fastsette økologisk tilstand i to tjern i Buskerud, Storetjern og Lilletjern, ble vannplanter og krepsdyr kartlagt på oppdrag fra Fylkesmannen i Buskerud. Tjernene er omkranset av myr og karakterisert som små, svært kalkfattige lokaliteter (<1 mg Ca/l). Storetjern er en klar innsjø, mens Lilletjern er humøs (>30 mg Pt/l). Storetjern har en blågrønn farge og med et siktedyp på 9 m, mens Lilletjern hadde en brun farge og et siktedyp på <3 m. pH i Storetjern og Lilletjern var respektive 5,28 og 5,86. Det ble ikke registrert vannplanter i Storetjern, mens det i Lilletjern ble registrert én vannplante; flytebladsplanten gul nøkkerose (*Nuphar lutea*). Det ble funnet 20 arter krepsdyr (12 arter vannlopper og åtte arter hoppekreps) i Storetjern og 25 arter (19 arter vannlopper og seks arter hoppekreps) i Lilletjern. Blant artene som ble funnet, er mosedoven-dafnie *Simocephalus serrulatus* ikke registrert i Buskerud tidligere. Planktonsamfunnene var dominert av vannloppene snabelkreps *Bosmina longispina*, svevekreps *Diaphanosoma brachyurum* og vanlig prikkdafnie *Ceriodaphnia quadrangula*. Hoppekrepsen vingehops *Cyclops scutifer* utgjorde >10% i Storetjern i juni for så å være borte fra planktonet i august. At arten går i diapause så tidlig som i august, er ikke registrert i Norge tidligere. Arten ble ikke funnet i lokaliteten i 1999. Nåledafnia *Daphnia longispina* ble også funnet i 2017 men ikke i 1999. Det motsatte var tilfelle i Lilletjern, her ble *D. longispina* registrert i 1999 og ikke i 2017. Storetjern tilhører kategorien «Svært kalkfattige og klare innsjøer» og basert på krepsdyrfaunaen (LACI-1) ble tilstanden her vurdert som «Svært god». Indeksen er basert på andel følsomme arter i forhold til det totale artsantallet. Det er ikke utviklet en indeks for «humøse svært kalkfattige sjøer», men innslaget av moderat følsomme arter i Lilletjern indikerer at tilstanden er god-svært god.

Bjørn Walseng, NINA, Gaustadaløen 21, N-0349 Oslo.
Marit Mjelde, NIVA, Gaustadaløen 21, N-0349 Oslo.

Abstract

Two kettle lakes in Hensmoen, county Buskerud, Norway, A freshwater biological documentation in Storetjern and Lilletjern – NINA Report 1448. 24 pp.

The aim of this study was to achieve a documentation of the state in two small kettle lakes, Lilletjern og Storetjern, county Buskerud, based on the occurrence of water plants and crustaceans. Both tarns are surrounded by bogs and are characterized as small calcium poor localities (<1 mg Ca/l). Storetjern is a clear tarn, while Lilletjern is humic (> 30 mg Pt/l). Storetjern has a blue-green colour and the secchi depth was 9 m, while Lilletjern has a brown colour and the secchi depth was <3 m. pH in Storetjern and Lilletjern was respectively 5,28 and 5,86. No water plants were found in Storetjern while one species, *yellow keychain Nuphar lutea*, was found in Lilletjern. Twenty (12 cladocerans and eight copepods) and 25 (19 cladocerans and six copepods) crustacean species were found in Storetjern and Lilletjern respectively. One species, *Simocephalus serrulatus*, was never recorded in county Buskerud before. The zooplankton communities were dominated by the cladocerans *Bosmina longispina*, *Diaphanosoma brachyurum* and *Ceriodaphnia quadrangula*. The copepod *Cyclops scutifer* composed $>10\%$ in Storetjern in June for then to dissapear in August. It is wellknown that *C. scutifer* enter diapause in winter, but as early as in Storetjern has never been documented from Norway. The species was not found in the tarn in 1999. *D. longispina* was nor found in the zooplankton in 1999, but in 2017. On the contrary, in Lilletjern, the species was found in 1999 but not in 2017. Storetjern is categorized as a «Very calsium poor and clear lake» and based on the composition of crustaceans (LACI-1), the state was decided to be «Very god». This index is based on the relationship between acid sensitive and the total number of species. There is not prepared an index for «humic and very calsium poor lakes», but the occurrence of moderate sensitive species in Lilletjern indicates the state to be good or very good.

Bjørn Walseng, NINA, Gaustadalèen 21, N-0349 Oslo, Norway.
Marit Mjelde, NIVA, Gaustadalèen 21, N-0349 Oslo, Norway.

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning.....	7
2 Materiale og metoder	8
2.1 Metoder.....	9
2.1.1 Vannkjemisk prøvetaking og analyser.....	9
2.1.2 Vann- og kantvegetasjon	9
2.1.3 Naturtyper og verdisetting.....	9
2.1.4 Krepsdyr.....	10
3 Resultater og diskusjon.....	11
3.1 Vannkemi	11
3.2 Kantvegetasjon	12
3.3 Vannvegetasjon	12
3.4 Krepsdyr.....	13
3.4.1 Planktonsamfunnet	15
3.4.2 Litoralsamfunnet	17
3.4.3 DCA-ordinasjon.....	19
3.5 Vurdering	20
4 Litteratur	21

Forord

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Norsk institutt for naturforskning (NINA) har på oppdrag fra Fylkesmannen i Buskerud kartlagt vannvegetasjon og krepsdyrfauna i to tjern i Buskerud, Lilletjern og Storetjern, som begge ligger på Hensmoen. Kartleggingen av vannvegetasjon ble utført av Hanne Edvardsen og Marte Norli i 2016. Kjemianalysene er foretatt ved NIVAs kjemilaboratorium og VestfoldLAB AS. En stor takk går til Jens Petter Nilsen som skaffet til veie prøver fra begge tjern som ble tatt i 1999. Også en takk til Narinder Mercy som var feltassistent i 2017 da krepsdyrprøvene ble innsamlet.

Vi takker for godt samarbeid med Åsmund Tysse, som har vært oppdragsgivers kontaktperson hos Fylkesmannen i Buskerud.

Desember 2017
Bjørn Walseng

1 Innledning

Storetjern og Lilletjern er to små grytehullsjøer som ligger på Hensmoen i Buskerud fylke. En grytehullsjø er en innsjø som er dannet ved at en isblokk har ligget på bakken og skapt et trykk som har gitt en nedsenkning i jordskorpen, og blitt til en såkalt dødisgrop. Dette er et fenomen som kan oppstå når isblokker blir liggende igjen etter at en isbre smelter. Formålet med den foreliggende undersøkelsen har vært å undersøke vannvegetasjonen (karplanter og kransalger), helofyttvegetasjonen og krepsdyrsamfunnet i begge de to tjernene. Resultatene skulle gi grunnlag til å bedømme økologisk tilstand i forhold til eutrofiering med vannplanter som kvalitetselement og i forhold til forsurening med krepsdyr som kvalitets element. I tillegg skulle det foretas en verdisetting av lokalitetene.

Universitetet i Oslo har tidligere foretatt både vannkjemiske og zoologiske undersøkelser i tjernene, og på 1960-tallet ble det avholdt regelmessige feltkurs i ferskvannszoologi ved Vesletjern (Elgmork 1969). I 1965 ble det foretatt undersøkelser av de vannkjemiske forhold i tjernene (Kjensmo 1967).

Storetjern og Lilletjern er to grytehullsjøer, og begge karakterisert som naturtype «naturlig fiske-tomme innsjøer og tjern», jfr. Hanssen og Engelstad (2007) og Solvang (naturbase nr. BN00084319). Sandfuruskogen på Hensmoen ble i 2013 vurdert som verdifull (Brandrud og Bendiksen 2014).

Hensmoen ble i 1974 foreslått vernet som landskapsvernområde (Elgmork m.fl. 1974). Begrunnelsen for verneforslaget var både tjernenes spesielle vannkvalitet og at området var geomorfologisk interessant.

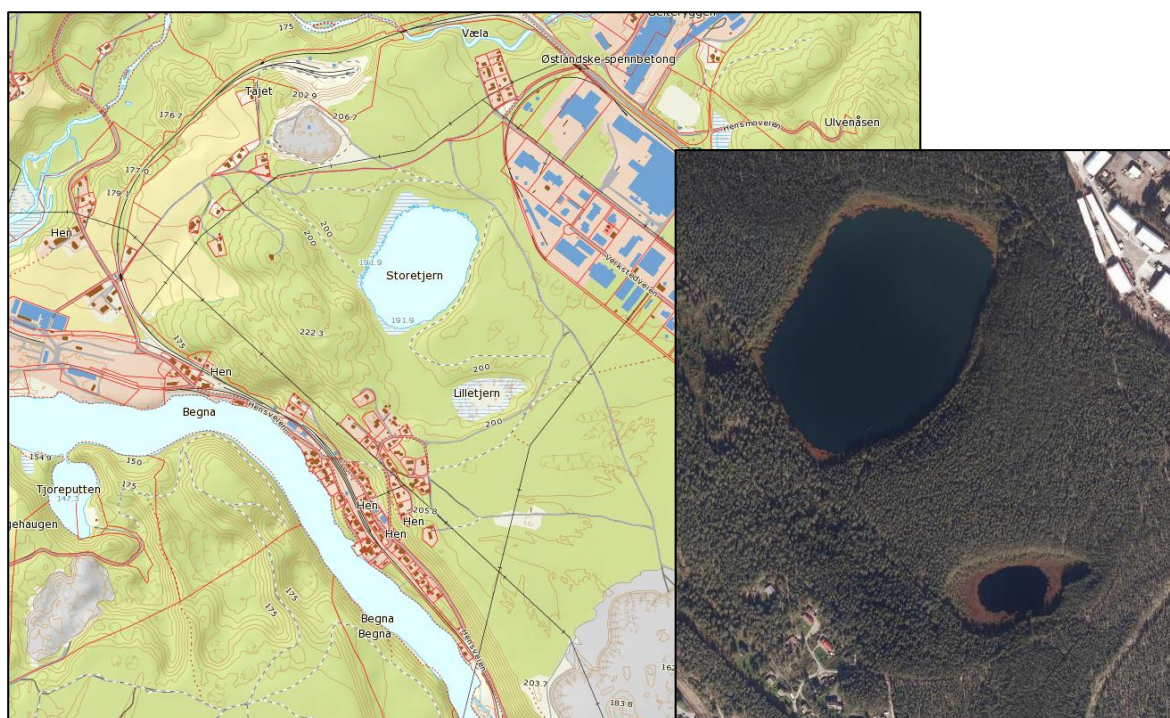
I november 2017 fikk vi tilgang på krepsdyrprøver som var tatt i 1999. Jens Petter Nilsen skaffet tilveie prøvene som var lagret på Ørje museum og var innsamlet i forbindelse med et hovedfagsstudium ved UiO med Dag Klaveness som veileder. Studiet ble ikke fullført, og prøvene havnet til slutt på Ørje. Det dreier seg om 10 krepsdyrprøver fra Storetjern tatt i perioden 31.1-27.11 og 8 prøver fra Lilletjern innsamlet i perioden 7.3-31.10. Resultatene vil ikke bli publisert i denne rapporten, men henvist til i forbindelse med diskusjonen.

2 Materiale og metoder

Storetjern og Lilletjern er grytehullsjøer (Elgmork 1969) og ligger i et myrområde på Hensmoen i Ringerike kommune (**tabell 1** og **figur 1**). Tjernene er brådype, og i 1965 ble største dyp målt til hhv. 12 m og 6 m. Ved besøket 24. august i 2017 ble det lokalisert et mindre område i Lilletjern der dypet var >8 m. Begge tjernene er små, respektive 0,09 og 0,06 km², og med små nedbørfelt. De ligger henholdsvis 191 og 189 moh. Storetjern hadde en lys blå farge, og et siktedyp på 9 m i juni 2017. I Lilletjern var fargen brun, og med et siktedyp på kun 2,5 meter.

Tabell 1. Noen karakteristiske data for Storetjern og Lilletjern

Innsjø	Kommune	NVE-nr.	Høyde over havet (m)	Innsjøareal (km ²)	maks dyp (m)	Sikte-dyp (m)	Farge	Innsjø-type
Storetjern	Ringerike	4970	191	0,09	12	9	blå	1c
Lilletjern	Ringerike	4972	189	0,06	8	2,5	brun	2d



Figur 1. Kartutsnitt med de undersøkte innsjøene Storetjern og Lilletjern i Ringerike kommune. Kart fra norgeskart.no. Flybilder er tatt 29.9.2011, hentet fra www.norgebilder.no

2.1 Metoder

2.1.1 Vannkjemisk prøvetaking og analyser

I forbindelse med den vannbotaniske kartleggingen i juli 2016 ble det samlet inn én enkelt vannprøve fra ett punkt sentralt i hver av innsjøene. Prøvene ble tatt fra ca. 0,2 m dyp. Vannprøvene ble analysert på total fosfor (Tot-P), total nitrogen (Tot-N), kalsium og farge ved NIVAs laboratorium. Analysene av kalsium og farge er brukt til å fastsette vanntype iht. til klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2015). Total fosfor og total nitrogen viser hvor næringsrike innsjøene er.

Seinhøstes 2017, det vil si 9. november, ble det tatt ytterligere en vannprøve i hvert av tjernene for analyser på et utvalg parametere som ble gjort ved VestfoldLAB AS.

2.1.2 Vann- og kantvegetasjon

Definisjoner

Makrovegetasjon kan deles inn i grupper etter livsform: helofytter (sumpplanter, semi-akvatiske planter med hoveddelen av fotosyntetiserende organer over vannflata det meste av tida og et velutviklet rotsystem), isoetider (kortsukksplanter, inkl. "pusleplanteelementet"), elodeider (langskuddsplanter), nymphaeider (flytebladsplanter) og lemnider (flytere). De siste fire gruppene, samt kransalgene, omtales som vannvegetasjon.

Helofytt-ferskvannssump er definert i Natur i Norge (www.artsdatabanken.no) som: «tette bestander av makrohelofytter, det vil si storvokste sumpplanter, omkring eller under grensa mellom ferskvannssystem og fastmarks- eller våtmarkssystem». Makrohelofyttene danner oftest rene bestander eller blandings-bestander av to arter, og avgrenses mot fastmark eller våtmark på grunnlag av artssammensetningen.»

Feltregistreringer

Vannvegetasjonen i de to innsjøene ble undersøkt i juli 2016. Registreringene ble foretatt i henhold til standard prosedyre; ved hjelp av vannkikkert og kasterive fra båt. Artene er kvantifisert ved hjelp av en semi-kvantitativ skala 1-5, hvor 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerende. Navnsettingen for karplanter følger Lid og Lid (2005) mens navnsetting for kransalger følger Langangen (2007). Alle dybdeangivelser er gitt i forhold til vannstand ved registreringstidspunktet. Kantsona ble befart samtidig og de viktigste helofyttene er omtalt.

Vurdering av økologisk tilstand i forhold til eutrofiering

For klassifisering av økologisk tilstand av vannplanter benyttes trofiindeksen TI_C (Direktoratsgruppa 2015). Her inkluderes arter innenfor alle livsformene av vannplanter (isoetider, elodeider, nymphaeider, lemnider og kransalger). Moser, begroingsalger og helofytter inkluderes ikke. Indeksen er basert på forholdet mellom antall arter som er sensitive overfor eutrofiering og antall arter som er tolerante overfor slik påvirkning. Trofiindeksen beregner én verdi for hver innsjø. Verdien kan variere mellom +100, dersom alle tilstedeværende arter er sensitive, og -100, hvor alle er tolerante. Indeksen bør bare brukes for vannforekomster med 3 arter eller mer. Ved vurdering av økologisk tilstand i forhold til eutrofiering bør man i tillegg til indeksene vurdere forekomsten av fremmede arter, for eksempel vasspest (*Elodea canadensis*). Dersom slike arter danner massebestander, bør ikke tilstanden for vannvegetasjon vurderes som god.

2.1.3 Naturtyper og verdisetting

DNs håndbok 13 er under revisjon, og foreløpige faktaark med verdisettingskriterier hentes fra Miljødirektoratet (2015). For verdisetting av vannvegetasjon benyttes en kombinasjon av antall rødlistarter (iht. Henriksen & Hilmo 2015) og forekomst og utforming av truede vegetasjonstyper (iht. Fremstad og Moen 2001). Det er viktig å bemerke at eventuelle tidligere undersøkelser av samme eller nærliggende lokaliteter kan ha brukt andre verdisettingskriterier, og avvik fra tidligere verdisetting betyr ikke nødvendigvis at lokaliteten eller området har endret seg.

2.1.4 Krepsdyr

To planktonprøver er tatt med håvtrekk (maskevidde 90 μm , diameter 30 cm og dybde 57 cm) fra bunn opp til overflate fra antatt dypeste punkt i begge tjernene, henholdsvis 23. juni og 23. august. I tillegg er det tatt to kvalitative håvtrekk i littoralsonen (maskevidde 90 μm , diameter 27,5 cm og dybde 57 cm). Prøvene ble tatt med kast i et substrat som er representativt for lokaliteten.

Individuelle krepsdyrprøver ble fraksjonert og minst 200 individer ble artsbestemt. Resten av prøven ble så gjennomgått for eventuelt flere arter. Vannloppene (cladocerene) er bestemt ved hjelp av Smirnov (1971), Flössner (1972) og Herbst (1976), mens hoppekrepsene (copepodene) er bestemt ved hjelp av Sars (1903, 1918), Rylov (1948) og Kiefer (1973, 1978). Nauplier og små copepoditter er ikke artsbestemt.

Krepsdyrmaterialet er analysert med Detrended Correspondence Analysis (DCA) (Hill 1979, 1980), med programmet CANOCO (ter Braak & Smilauer 1998). 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. Det foreligger data fra 303 lokaliteter i Buskerud der hovedoppgaver fra respektive fra Vassfare (Eie 1974) og Nordmarka (Jørgensen 1972) og Ådalselven (Støen 1972) bidrar med flest lokaliteter. I tillegg foreligger det verneplansundersøkelser fra flere mindre vassdrag; Sørkjeåni, Nedalselva, Lyngdalselva, Horga, Hemsedal, Hivjuåni, Gvetåi, Rolvselv og Flomsvassdraget (Bjerke & Halvorsen 1982, Halvorsen 1984, Walseng & Halvorsen 1991, Walseng et al. 1995, Walseng & Storeid 1990). Det fins også et større materiale fra dammer som ligger i jordbrukslandskapet i Lier. Disse er lite representative for denne undersøkelsen og er ikke tatt med i analysen. Videre har vi valgt å bruke lokaliteter der det har vært tatt littorale eller littorale+planktoniske prøver som grunnlag for DCA-analyse. Lokaliteter der det kun er tatt planktoniske prøver ble utelatt fordi disse representerer kun et lite utvalg av krepsdyrartene i en innsjø. Tilsammen 214 lokaliteter er derfor brukt i analysen.



Parti fra littoralsonen i respektive Storetjern (til venstre) og Lilletjern.

3 Resultater og diskusjon

3.1 Vannkjemi

Tabell 2. Vannkjemiske data fra Storetjern og Lilletjern 2016. Tallene representerer bare én enkelt vannprøve, tatt i juli. Type 001=svært kalkfattige (<1 mg Ca/l), klare innsjøer og type 002=svært kalkfattige, humøse innsjøer (jfr. Direktoratgruppen 2015).

innsjø	Kalsium mg/l	Farge mg Pt/l	Tot-P µg P/l	Tot-N µg N/l	turbiditet FNU
Storetjern	0,52	<2	3	124	<0,3
Lilletjern	0,79	41	9	340	0,41

Det er kun innhentet to enkelte vannprøver fra hvert av de to tjernene, tatt henholdsvis på sein-sommeren 2016 og i november 2017. Hvilket parametre som ble analysert, varierte de to årene (**tabell 1** og **tabell 2**).

De undersøkte lokalitetene tilhører små, svært kalkfattige innsjøer, med kalsiuminnhold <1 mg Ca/l. Kalsiumverdiene var omtrent de samme som ble registrert i 1965 (Kjensmo 1967), med et noe høyere Ca-innhold i Lilletjern enn i Storetjern. I sistnevnte tjern var Ca-innholdet 0,5, hvilket må karakteriseres som svært lavt.

Storetjern er en svært klar innsjø, mens Lilletjern er humøs (> 30 mg Pt/l). Fargetallene bekrefter den store forskjellen vi så i siktedyp. Storetjern hadde fargetall på 2 eller lavere, mens det humøse Lilletjern hadde fargetall på henholdsvis 41 mg Pt/l i juni 2016 og 57 mg Pt/l i november 2017.

I 1965 hadde de to tjernene pH-verdier på rundt 4,5-5 (Kjensmo 1967). I november 2017 hadde Storetjern pH på 5,28, mens den i Lilletjern var 5,86. Til tross for at metodikk var forskjellig er ingen grunn til å betvile at pH er høyere i 2017 enn i 1967. Dette bekreftes ved å se på langtids-trenden for pH i perioden 1986-2011 for Østlandet-Sør (Årsrapport 2011, **Appendix 1**). Gjennomsnittsverdien for pH var her < 5,0 fram til 1993 og økte til 5,0 - 5,2 i perioden 1994 til 2011, med unntak av høsten 2000 (pH 4,87) som var preget av flom. Både fosfor- og nitrogenkonsentrasjonene var lave, og indikerer oligotrofe forhold.

Tabell 3. Vannkjemiske data fra Storetjern og Lilletjern november 2017.

Analyse	Metode	Storetjern		Lilletjern		usikkerhet
		Resultat	Benevnning	Resultat	Benevnning	
pH, surhetsgrad	NS-EN ISO 10523	5,28		5,86		±0.2e
Konduktivitet v/25°C	NS-ISO 7888	1,0	mS/m	1,3	mS/m	±20%
Fargetall filtrert	NS-EN ISO 7887	2	mg Pt/	57	mg Pt/	±40%
Kalsium, AES	NS-EN ISO 7980	0,46	mg Ca/l	0,91	mg Ca/l	±30%
Magnesium, AAS flamme	NS-EN ISO 7980	0,18	mg Mg/l	0,25	mg Mg/l	±10%
Natrium, AES	Int/Std.Meth326B	0,45	mg Na/l	0,58	mg Na/l	±20%
Kalium, AES	Int/Std.Meth326B	0,15	mg K/l	0,17	mg K/l	20 %
Klorid, IC	Int/ISO 10304-1	0,57	mg Cl/l	0,6	mg Cl/l	±30%
Sulfat, IC	Int/ISO 10304-1	1,5	mg SO4/l	0,5	mg SO4/l	±30%
Nitrat+nitritt	ISO 13395 1669	<0,002	mg N/l	0,006	mg N/l	±30%
Total nitrogen	ISO 29441	<0,02	mg N/l	0,32	mg N/l	±30%
Fosfor	ISO 15681-2	<0,002	mg P/l	<0,002	mg P/l	±30%
ANC		13,9	µekv/l	67,8	µekv/l	
Alkalitet, total	NS-EN ISO 9963-1	0,032	mmol/l	0,074	mmol/l	30
Turbiditet	NS-ISO 7027	0,35	FNU	0,52	FNU	±30%
TOC	NS 1484	4,2	mg C(l)	11	mg C(l)	

3.2 Kantvegetasjon

Begge tjernene er omkranset av myr, og det fantes ingen helofyttzone i henhold til definisjonen (se kap. 2.2.2). Storetjern var omkranset av flytetorv, dominert av torvmoser (*Sphagnum* spp.), som fantes et stykke utover i vannet. Myrtypen er fattig, minerotrof myr, dominert av hvitmyrak (*Rhynchospora alba*), sivblom (*Scheuchzeria palustris*), dystarr (*Carex limosa*), stjernestarr (*Carex ecinata*), torvull (*Eriophorum vaginatum*), stortranebær (*Oxycoccus palustris*), kvitlyng (*Andromeda polifolia*), krekling (*Empetrum nigrum*), bukkeblad (*Menyanthes trifoliata*), stedvis noe trådstarr (*Carex lasiocarpa*), samt oppslag av bjørk og furu. I sør fantes også flaskestarr (*Carex rostrata*), blokkebær (*Vaccinium uliginosum*) og multe (*Rubus chamaemorus*). På østsida grenset tjernet mot tørre furumoer og en turvei.

Lillettjern var omkranset av fattig minerotrof myr. De samme artene som nevnt under Storetjern dominerte også på denne hvitmyrak-sivblom-myra. Tjernet og myra grenser mot tørr furuskog.

3.3 Vannvegetasjon

Storetjern hadde blålig klart vann og svært god sikt, men det ble ikke registrert vannplanter i tjernet. Bare enkelte skudd av torvmose (*Sphagnum* spp.) fantes på bunnen. I Lillettjern ble det registrert én vannplante; flytebladsplanten gul nøkkerose (*Nuphar lutea*) (**tabell 4**).

Vannvegetasjonen i de to tjernene er svært artsfattig, noe som skyldes de sure og svært kalkfattige vannmassene (jfr. Lindstrøm m.fl. 2004), kombinert med brådyp strandsone og ugunstig torvsubstrat. Heller ikke i 1965 ble det registrert vannplanter i tjernene (Kjensmo 1967).

Vurdering av økologisk tilstand for vannplanter ved hjelp av Tlc-indeksen (Direktoratsgruppa 2015) krever et totalt artsantall på mer enn 3 arter. Denne vurderingen kan derfor ikke foretas for Lillettjern og Storetjern. Heller ikke er det mulig å foreta noen verdisseting basert på vannplanter.



Gul nøkkerose i Veslettjern

Tabell 4. Vannvegetasjonen i Storetjern og Lillettjern 2016. Forekomst: 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerer lokaliteten.

Latinske navn	norske navn	Innsjøer	
		Storetjern	Lillettjern
NYMPHAEIDER			
<i>Nuphar lutea</i>	Gul nøkkerose		2
Total antall arter		0	1

3.4 Krepsdyr

I Storetjern ble det funnet 20 arter (12 arter vannlopper og åtte arter hoppekreps), mens Lilletjern hadde 25 arter (19 arter vannlopper og seks arter hoppekreps) krepsdyr. De to lokalitetene hadde 15 arter felles. Til sammen ble det derfor registrert 30 arter fordelt på 21 vannlopper og 9 hoppekreps (**tabell 5**). Med unntak av grønnhops *Megacyclops viridis* ble alle artene som var tilstede i planktonet i 1999 (upublisert materiale) også funnet i 2017. Det ble i 1999 kun registrert ett individ av grønnhops i oktober. Det var liten sesongmessig variasjon av krepsdyr.

Tabell 5. Plankton og litoralsamfunnene i Storetjern og Lilletjern

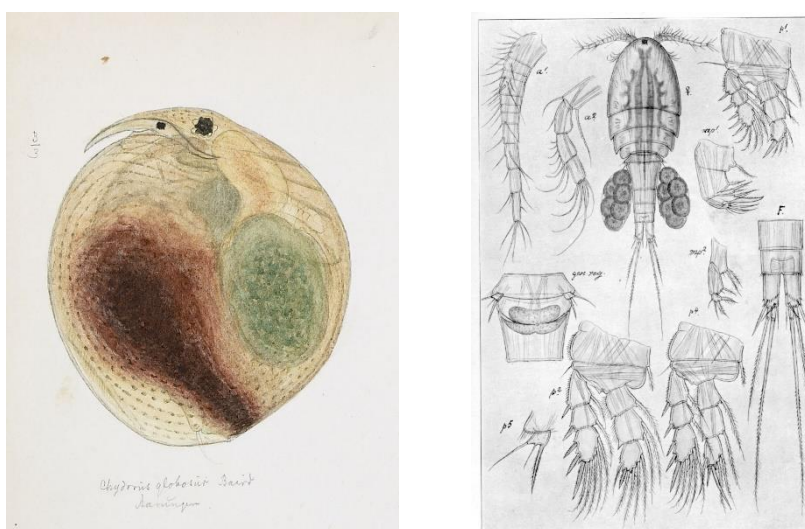
Lok	Storetjern			Storetjern			Lilletjern			Lilletjern		
Dato	23.jun	23.jun	23.jun	23.aug	23.aug	23.aug	23.jun	23.jun	23.jun	23.aug	23.aug	23.aug
Prøvetype	Pel.	Lit.	Lit.	Pel.	Lit.	Lit.	Pel.	Lit.	Lit.	Pel.	Lit.	Lit.
Vannlopper												
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	0,7	2,3		95,4			3,2	25,6	13,9			0,5
Sida crystallina (O.F.M.)		2,3	42,9		83,5	1,3					+	
Holopedium gibberum Zaddach	0,9						14			15	+	
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)							19,8			40,2	9,2	3,5
Daphnia longispina (O.F.M.)	14			14								
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)								14	8,2		3,2	20,7
Simocephalus serrulatus (Koch)		1,1	0,5		0,9	5,8		1,1	1,0			2,0
Bosmina longispina Leydig	85,2	4,5	19	1,7	+	1,0	37,8	32,3	51,5	8,5	71,9	21,7
Acantholeberis curvirostris (O.F.M.)			14		1,7	5,5		0,4	+			2,0
Streblocerus serricaudatus (Fisch.)											+	
Acroperus angustatus									+		0,5	
Acroperus harpae (Baird)			4,7		0,0	0,6		2,8	3,4		0,3	9,1
Alona affinis (Leydig)								+			+	1,0
Alona guttata Sars					+						+	2,5
Alonella excisa (Fischer)		2,3	5,6			1,3		+			+	2,0
Alonella nana (Baird)		10,2	19		0,4			+	+		+	0,1
Alonopsis elongata Sars		29,5	15,9		4,8	7,1						
Chydorus sphaericus (O.F.M.)									+		1,6	0,5
Eurycercus lamellatus (A.F.M.)								+	+		+	3,5
Pseudochydorus globosus (Baird)											+	
Polyphemus pediculus (Leuck.)							0,0	29,9	17,8		7,9	6,1
Hoppekreps												
Heterocope saliens (Lillj.)	0,7	3,4	2,3	0,7	0,9							
Macrocyclops albidus (Jur.)		18,2	3,7		0,4	4,5		1,1	+		0,3	
Macrocyclops fuscus (Jur.)			0,1		0,4	0,6		0,7	+		0,3	1,5
Eucyclops serrulatus (Fisch.)			0,1		0,4						+	
Paracyclops affinis Sars		1,1										
Cyclops scutifer Sars	10,4	1,1					34,6		+	16,3		
Acanthocyclops capillatus Sars		1,1	0,5			0,3		0,4	+			
Diacyclops nanus (Sars)			1,4									
Mesocyclops leuckarti (Claus)											0,3	
nauplier	0,7	6,8	11,7	0,7	1,7	49,4	3,2	3,6	2,4	33,5	1,8	11,1
copepoditter		15,9	5,6		4,8	22,4		0,7	1,4		2,6	12,1
Trekklengde (m)	12	5	5	12	10	10	7	5	5	8	10	10
Ant ind pr m ³	25075	331	4031	8166	8691	5790	87794	10581	7817	60711	14232	3724
Antall vannlopper	4	7	8	3	8	7	5	11	11	3	16	14
Antall hoppekreps	2	5	6	1	4	3	1	3	4	1	4	1
Tota ant krepsdyr	6	12	14	4	12	10	6	14	15	4	20	15



Figur 2 a og b (høyre). Mosedovendafnie *Simocephalus exspinosus* (tegning G.O. Sars). Utbredelseskartet er hentet fra artsdatabanken.

Med få unntak er alle artene som ble funnet, også blant de som er vanligst i Buskerud. En art, mosedovendafnie *Simocephalus serrulatus* (**figur 2a**), er imidlertid ikke registrert tidligere i fylket (Walseng & Halvorsen 1996). I Norge er den funnet i mindre enn 2% av lokalitetene som er undersøkt. Den er heller ikke funnet på Sørlandet, Vestlandet eller i de to nordligste fylkene. Flest funn er gjort rundt, og sørøst for Oslo (**figur 2b**), og med ett unntak (382 moh.) fra lokaliteter < 230 moh. Selv om arten er assosiert med dammer og små myrtjern, kan pH og ledningsevne i funnlokalitetene variere. Mosedovendafnie kan skilles fra slektningene smaløyedovendafnie *S. vetula* og møkkadamdovendafnie *S. exspinosus* ved at hodet er lite og mer tilspisset med 2-4 små tenner i forkant. Liksom hos møkkadamdovendafnie er punktøyet mer eller mindre sirkulært og ikke langt og smalt som hos smaløyedovendafnie. Fargen til mosedovendafnie kan variere fra gulaktig blå til brunt, av og til med et anstrøk av grønt.

Globuskreps *Pseuduchydorus globosus* (**figur 2**), som ble funnet i Storetjern, og stutthalehops *Paracyclops affinis* (**figur 2**), som ble funnet i Lilletjern, er kun registrert i syv andre lokaliteter i Buskerud. Begge er vurdert som moderat forsuringsfølsomme arter.



Figur 3. Globuskreps *Pseuduchydorus globosus* (til venstre) og stutthalehops *Paracyclops affinis* (tegninger G.O. Sars).

De øvrige artene som ble registrert, er vanlige i fylket. Snabelkreps *Bosmina longispina*, som er den vanligste i fylket, ble funnet i begge tjernene, mens den nest vanligste, klarvannskreps, *Alonopsis elongata*, ble kun funnet i Storetjern. Den tredje vanligste, rovkreps *Polyphemus pediculus*, ble bare funnet i Lilletjern.

Selv om Storetjern totalt sett var mer artsfattig enn Lilletjern, ble det funnet fem arter som var eksklusiv for dette vannet og med andre ord ikke funnet i Vesletjern.

3.4.1 Planktonsamfunnet

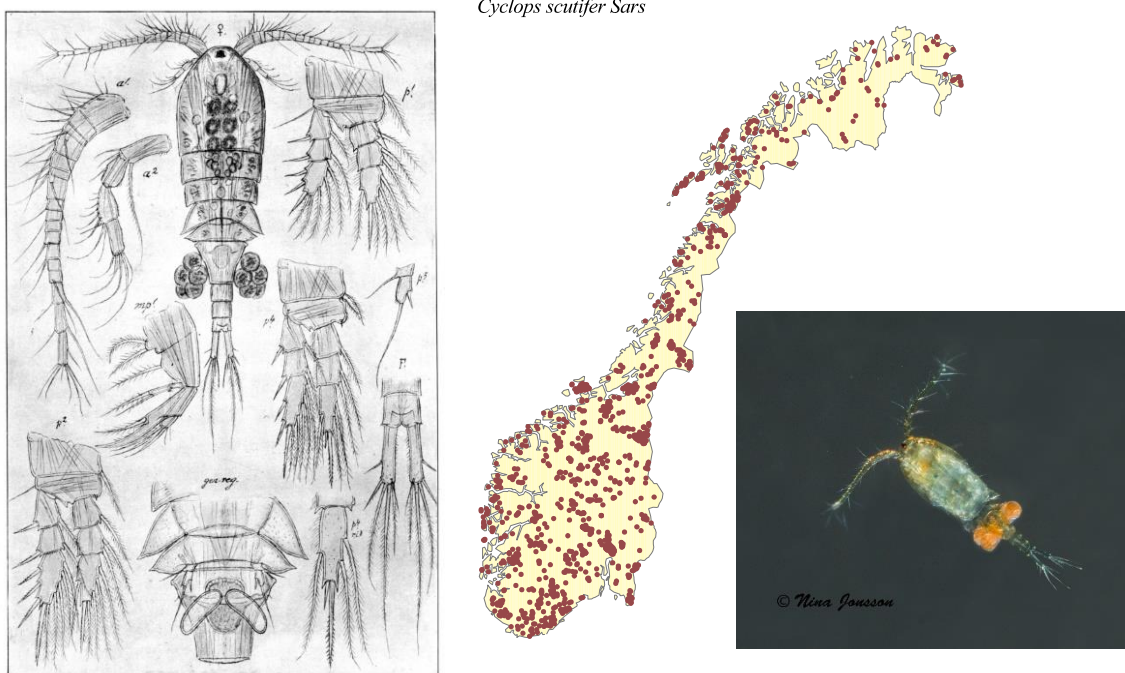
Snabelkreps *Bosmina longispina* (**figur 4**) var ikke uventet den arten som dominerte i flest prøver. Størst var dominansen i juni-prøvene, der den utgjorde respektive 85,2% i Storetjern og 37,8% i Lilletjern. Snabelkreps den mest vanlige vannloppen i Norge og påtreffes like gjerne ute i de fri vannmasser som inne i strandsonen. I små næringsrike pytter og dammer kan arten mangle, ellers fins den i alle typer av vannforekomster.

Svevekreps *Diaphanosoma brachyurum* (**figur 4**) ble registrert i alle planktontrekkene. I høstprøven i Storetjern var den totalt dominerende og utgjorde 96,4%, en dominans som sannsynligvis kan noteres som norgesrekord. Svevekreps er en av våre vanligste planktoniske arter som aldri er funnet over 1000 moh.. Den har et ovalt utseende med lange antenner og der hodet utgjør ca 1/3 av kroppen. Svevekreps kan ligge rolig i vannet med de lange antennene utstrakt. Den er også vanlig inne i strandsonen, og fins i alt fra små dammer til i de store innsjøene våre. Selv om den er meget vanlig i sure vann, 58% ved pH<4,5, er den også vanlig forekommende i nøytrale vann.

Vanlig prikkdaffnie *Ceriodaphnia quadrangula* (**figur 4**) var den tredje vannloppen som dominerte i planktonet. Den ble kun funnet i Lilletjern der den utgjorde 19,8% i juni og 40,2% i august. Vanlig prikkdaffnie er den vanligste blant prikkdaffniene i Norge og er utbredt i hele landet. Den er en mikrofiltrator, kan forekomme i store tettheter både ute i de fri vannmasser og inne i strandsonen og er svært forsuringstolerant. Vanlig prikkdaffnie er forsuringstolerant og meget vanlig ved pH<5,0. Den er imidlertid ikke en god indikatorart i forsuringssammenheng da den også er vanlig ved pH 7,0–8,0.



Figur 4. Dominerende vannlopper registrert i planktonet: Svevekreps *Diaphanosoma brachyurum* (til venstre), snabelkreps *Bosmina longispina* (i midten) og Vanlig prikkdaffnie *Ceriodaphnia quadrangula* (tegninger G.O. Sars).

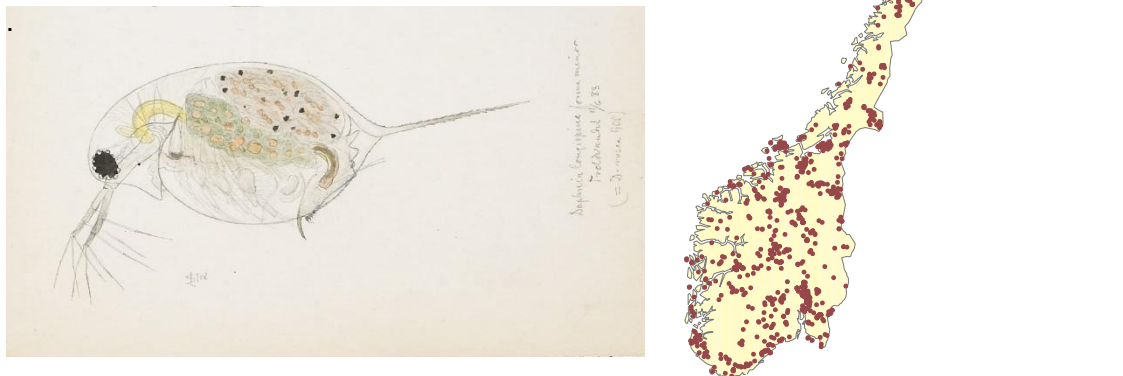


Figur 5. Vingehops *Cyclops scutifer* (til venstre) (tegning G.O. Sars), ubredelseskartet basert på undersøkelser gjort i Norge fram til 2006 (i midten) og *C. scutifer* (foto Nina Jonsson)..

Den mest interessante observasjonen knyttet til krepsdyrfaunaen er utvilsomt hoppekrepsen vingehops *Cyclops scutifer* (**figur 5**) som i Storetjern utgjorde >10% i juni for så å være borte fra planktonet i august. Arten dominerte ved begge besøk i Lilletjern og liksom i alle vannforekomster som er prøvetatt gjennom sommer-høstmånedene, så kan vi følge utviklingen av stadiene gjennom sesongen. Vingehops er den vanligste pelagiske hoppekrepsen i Norge og er funnet i 59% av innsjøene (**figur 5**). Den er vår best undersøkte art, og viser en utrolig variasjon i livssyklus (Halvorsen & Elgmork 1976, Elgmork 1981, Elgmork 1985, Elgmork & Eie 1989). Den kan ha ettårig livssyklus med eller uten diapause i sedimentet. I store høyfjellssjøer har den to- til treårig livssyklus. Den vanligste type livssyklus er trolig en kombinasjon av ett- og toårig livssyklus uten diapause. Slik jeg tolker det må vingehops ha gått i diapause allerede før 23. august, noe som er meget tidlig og det er vanskelig å peke på en grunn til at dette skulle skje.

På grunn av sitt utseende kan vingehops *C. scutifer* lett skilles fra de øvrige cyclopsartene på grunn av formen til de to siste brystsegmentene som har utseende av en vinge. Vingehops er vanligvis helt gjennomsiktig og fargeløs, men i noen tilfeller vises en vakker smaragdgrønn eller rød farge. Den er like vanlig ved havnivå som i høyfjellet, og er den eneste arten som ble funnet i en innsjø 1835 moh. Den er sjelden i små næringsrike vannforekomster og det er størst sjanse til å finne den i vann >1 ha. Arten er moderat forsuringsfølsom og vanligst ved pH 5,0-7,5.

Nåledafnie *Daphnia longispina* (**figur 6**) ble funnet ved begge besøk i Storetjern og utgjorde begge ganger 1,4 % av planktonet. Den er en vår vanligste dafnier og er utbredt over hele landet fra havnivå og opp i høyfjellet. Den fins i alle typer av ferskvann fra små næringsrike dammer til i store næringsfattige vann. Arten kjennetegnes ved sitt store øye og sin lange nål i bakkant av ryggskjoldet. Den er en indikatorart for god vannkvalitet og vurdert som svært forsuringsfølsom. Det fins mange eksempler på at den er kommet inn etter at det er blitt kalket. I lokaliteter med



Figur 5. Nåledafnie *Daphnia longispina* (tegning G.O. Sars).

høyt humusinnhold kan den imidlertid tolerere lav pH. Siden Storetjern er lite humøst og samtidig sur, er det overaskende at arten ble funnet her.

Som nevnt i innledningen, foreligger det et upublisert materiale fra begge tjern i 1999. De mest interessante endringer finner vi i Storetjern der både artsinventar og dominansforhold har endret seg i løpet av perioden. To arter, vingehops *C. scutifer* og nåledafnia *D. longispina* ble funnet i 2017 men ikke i 1999. Dette må sees i lys av at pH har økt. Selv om pH 5,2 er i nedre område for at vingehops reproducerer, er det mange eksempler på at den også fins i enda surere lokaliteter. Også nåledafnie er funnet ved lavere pH enn det som ble målt i Storetjern, men da i brune humøse lokaliteter. I Lilletjern derimot, med både høyere pH, Ca og mye humus, kunne vi forventet dafnier. Her ble arten registrert i 1999, riktignok fåtallig, og ikke i 2017.

Svevekreps *Diaphanosoma brachyurum* ble registrert i alle planktontrekkene og var totalt dominerende i augustprøven (94,7%) fra Storetjern i 2017, Arten ble kun på vist ved en dato i 1999. Fra juni og ut året i 1999 var det stor dominans av vanlig prikkdafnie *Ceriodaphnia quadrangula* i Lilletjern. Dette var også tilfelle ved begge besøk i 2017.

Kåre Elgmork, som viet mye av sin forskerkarriere til diapause hos cyclops-arter, kommer fra Hønefoss og har blant annet brukt Storetjern og Lilletjern som lokaliteter i forbindelse med feltkurs. Diapause vil si at utviklingen hos en art stopper opp på et bestemt stadium, som i en kortere eller lengre periode overlever i bunnsedimentet. Børre Dervo (pers medd) mener at Kåre Elgmork i forbindelse med feltkurs i Storetjern snakket om diapause hos vingehops. En hypotese kan derfor være at hans interesse for diapause ble vekket gjennom studiene i Storetjern.

Uansett er tjernet en meget interessant lokalitet med tanke på hva som skjer med vingehops i løpet av sommermånedene. At arten ikke ble funnet i 1999 gjør temaet enda mer interessant. Hvorvidt vingehops var tilstede på 50- og 60-tallet og da hadde samme diapause-mønster som i 2017, vet vi ikke.

3.4.2 Litoralsamfunnet

Størst diversitet i litoralsonen ble registrert i Lilletjern og da spesielt i august da det ble påvist 20 arter. Snabelkreps dominerte i alle litoralprøvene fra Lilletjern, mens den var vanlig forekommende i Storetjern. Som tidligere nevnt er snabelkreps vårt vanligste krepsdyr, også i de undersøkte vannforekomstene i Buskerud.

Krystallkreps *Sida crystallina* (**figur 7**) dominerte totalt i en av prøvene fra både juni og august i Storetjern, mens den kun ble påvist fåtallig i Lilletjern. Den er den største av våre strandlevende vannlopper og samtidig en av de vanligste artene som synes å være tolerant til variasjon i miljøforholdene. Den har et rektangulært utseende og det bakre antenneparet er svært kraftig.

Klarvannskreps *Alonopsis elongata* (**figur 7**) ble kun funnet i Storetjern der den dominerte i juni, mens den var vanlig forekommende i august. Den er en av de vanligste vannloppene i Norge og er assosiert med ionefattige innsjøer. Den kan ha flere lag av gamle ryggskjold som resulterer i at fargen blir nærmest kaffebrun.

Mens de to forannevnte artene dominerte i Storetjern, var gigantøyekreps *Polyphemus pediculus* (**figur 7**) dominant i Lilletjern. Denne ble ikke påvist i Storetjern. Dette er en rovform som har et fryktinngytende utseende. Den er en av våre vanligste vannlopper og er kjent som en art med en vid toleranse i forhold til både pH og ledningsevne. Den kan forekomme i svært høye tettheter inne i strandsonen.

Kuledvergkreps *Alonella nana* var dominant i en prøve fra Storetjern i juni (**figur 7**). Arten, som var tilstede i begge tjern, er vår minste vannloppe med et tilnærmet rundt utseende. Den har karakteristiske striper på ryggskjoldet. Kuledvergkreps er vanlig i alle typer og størrelser av vannforekomster og kan påtreffes i forskjellige habitater. Det er en art som også er aktiv om vinteren og med hanner som dukker opp seint på høsten.

Bruntvannskreps *Acantholeberis curvirostris*, som var vanlig i begge tjern, er en strandlevende makrofiltrator som er mest vanlig i sure humøse vannforekomster. Siden den er svært forsuringstolerant er den brukt som indikatorart i forsuringssammenheng.

Med unntak av korthalehops *Macrocylops albidus*, som dominerte i en prøve fra Storetjern (juni), utgjorde hoppekrepsene små andeler av litoralfaunaen. Navnet har arten fått fordi de to bakkroppsvedhengene er korte, omtrent to ganger så lange som brede og er ikke behåret som



Figur 7. Vannlopper, som i tillegg til snabelkreps *Bosmina longispina*, dominerte i littoralsonen: Krystallkreps *Sida crystallina* (til venstre), klarvannskreps *Alonopsis elongata* (i midten), gigantøyekreps *Polyphemus pediculus* (oppe til høyre) og kuledvergkreps *Alonella nana* (tegninger G.O. Sars)

hos den nære slektningen mørkkorthalehops *Macrocyclus fuscus*. Korthalehops er en strandlevende griper/predator som er funnet i ca 1/3 av lokalitetene i Norge. Den er funnet i hele landet fra havnivå og opp til høyfjellet. Likedes er den funnet i alle typer av ferskvann og er tolerant i forhold til surhetsgrad og vannets elektrolyttinnhold, men med størst sannsynlighet til å bli funnet ved økende pH og ledningsevne.

Sagtannhops *Eucyclops serrulatus*, som ble funnet i begge tjernene, er vår vanligste strandlevende hoppekreps. Den fins i hele landet og selv om den har en vid toleranse i forhold til variasjoner i miljøforhold er den vurdert som moderat følsom mot forurengning. Sagtannhops er blant de første til å kolonisere nyetablerte vannforekomster.

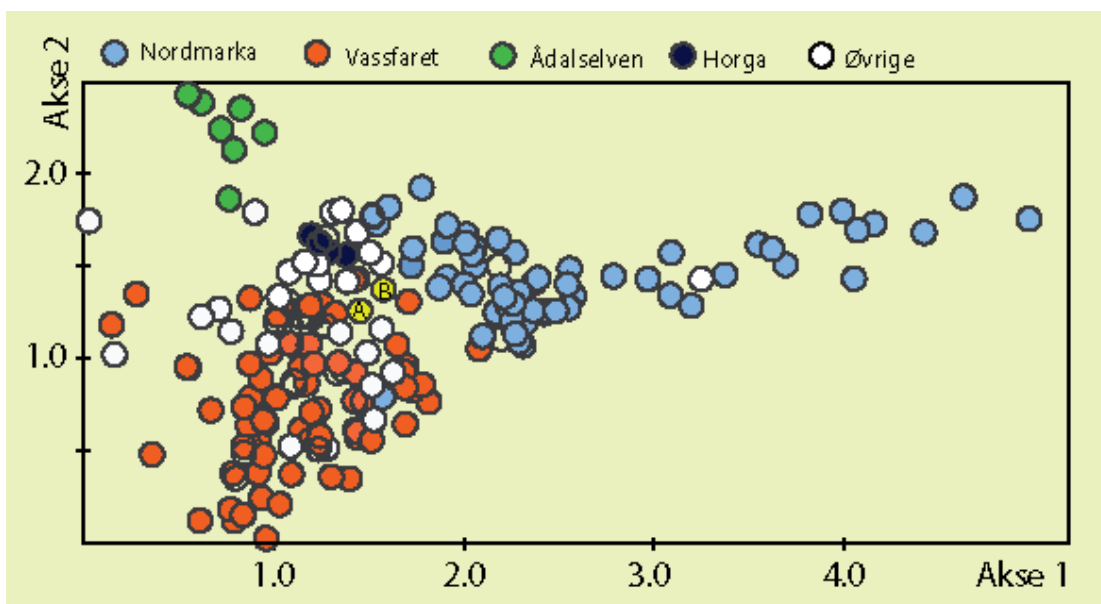
Klarvannshops *Acanthocyclops cappilatus*, som også ble funnet i begge tjernene, er en strandlevende hoppekrepsart som er forholdsvis vanlig i subalpin sone i de sørøstlige deler av Sør-Norge og i Finnmark. Den fins i vann av alle størrelser og er en indikator for svakt sure og næringsfattige lokaliteter.

3.4.3 DCA-ordinasjon

Forekomst/fravær-data fra Storetjern og Lilletjern ble analysert hjelp av en DCA-ordinasjon sammen med 212 artslistene fra andre lokaliteter i Buskerud (jfr metodekapittelet) (**figur 8**). Nedveiging av sjeldne arter ble benyttet. I henhold til ordinasjonen kunne 22,3 % av variasjonen i materialet forklares med de to første aksene. 1-aksen alene forklarte 14,6 % av variasjonen, mens 2-aksen bidro med ytterligere 7,7 %. Lengden til 1-aksen var 5,0, mens 2-aksen var 2,4 SD-enheter.

Intensjonen ved å bruke DCA-ordinasjon i dette tilfelle var ikke å finne ut hvilke variabler som forklarer det meste av variasjonen, men kun for å sammenligne krepsdyrfaunaen i disse 2 innsjøene med faunaen i andre innsjøer i fylket. DCA arrangerer artslistene slik at de med lik artsammensetning blir liggende nær hverandre når resultatet plottes i et aksekors, mens artslistene med ulik artssammensetning blir liggende lengre fra hverandre i plottet.

Som det framgår av figuren er begge tjernene plassert sentralt i plottet og samtidig nær hverandre. Mens lokalitetene i fra Nordmarka sprer seg langs første aksene finner vi Vassfaret lokalitetene mer samlet langs 1-aksen og lokalitetene i fra Ådalen i motsatt ende av 2-aksen.



Figur 8. DCA-ordinasjon av krepsdyrfaunaen (forekomst/fravær) til 212 vannforekomster i Buskerud som har blitt undersøkt en gang i perioden 1968-2017. Storetjern (A) og Lilletjern (B).

Flest fellestrekk har de to tjernene med lokalitetene fra Horga-vassdraget. Det er ikke uventet at Storetjern og Lilletjern får en sentral plassering i plottet i og med at bortimot alle arter her hører til blant de vanligste i fylket. I denne omgang har vi ikke hatt tilgang til data for å kunne vurdere hvilke miljøvariabler som forklarer de forskjellige lokaliteters plassering i plottet.

3.5 Vurdering

Storetjern tilhører kategorien «Svært kalkfattige og klare innsjøer» (LACI-1). For krepsdyr er det utviklet en indeks for denne kategorien, og ifølge denne blir tilstanden vurdert som «Svært god». Indeksen er basert på andel følsomme arter i forhold til det totale artsantallet. Det er ikke utviklet en indeks for humøse svært kalkfattige sjøer, men innslaget av moderat følsomme arter, som for eksempel mosedovendafnie *Simocephalus serrulatus*, globuskreps *Pseudochydorus globosus* og sagtannhops *Eucyclops serrulatus*, indikerer at tilstanden kan bli vurdert som god-svært god. Det er også survannstolerante arter i begge vannene, men disse er vanlige i humus-lokaliteter og trenger ikke indikere at tilstanden er forringet. Lokalitetene ligger i en del av landet som unnlapp den største belastningen av sur nedbør i siste halvdel 1900-tallet, selv om det også i denne regionen har blitt konstatert en økning i pH de siste tiårene. Arter som nåledafnie *Daphnia longispina* og vingehops *Cyclops scutifer*, som begge er forsuringsfølsomme, ble ikke funnet i Storetjern i 1999, men var tilstede i 2017.

Det kanskje mest interessante aspektet ved krepsdyrsamfunnet i de to tjernene, er hoppekrepsen vingehops *Cyclops scutifer* og dens livssyklus i Storetjern. At den sannsynligvis har gått i diapause allerede før midten av august, er meget spesielt, og er ikke påvist fra andre lokaliteter i Norge.

4 Litteratur

- Bjerke, G. & Halvorsen, G. 1982. Hydrografi og evertebrater i innsjøer og elver i Hemsedal. Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp. 49: 1-50.
- Brandrud, T.E. & Bendiksen, E. 2014. Sandfuruskog og sandfuru-skogsopper. Viktige områder for biologisk mangfold. – NINA Rap-port 1042. 74 s.
- Direktoratsgruppa 2015. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2013. Revidert 2015.
- Eie, J.A. 1974. A comparative study of the crustacean communities in forest and mountain localities in the Vassfaret area (southern Norway). *Norw. J. Zool.* 22: 177-205.
- Elgmork, K. (red.) 1969. Områder av interesse for vitenskapelig forskning og undervisning på Ringerike. Universitetet i Oslo. Upubl. notat.
- Elgmork, K. (red.) 1974. Verneverdige områder på Ringerike av interesse for naturvitenskapelig forskning og undervisning. Avgrensning og verneverdi. Universitetet i Oslo. Upubl. notat.
- Elgmork, K. 1981. Extraordinary prolongation of the life cycle in a freshwater planktonic copepod. *Holarct. Ecol.* 4: 278-290.
- Elgmork, K. 1985. Prolonged life cycles in the planktonic copepod *Cyclops scutifer* Sars. *Verh. int. Ver. Limnol.* 22: 3154-3158.
- Elgmork, K. & Eie, J.A. 1989. Two- and three-year life cycles in the planktonic copepod *Cyclops scutifer* in two high mountain lakes. *Holarct. Ecol.* 12: 60-69.
- Flössner, D. 1972. Krebstiere, Crustacea, Kiemen- und Blattfüsser, Branchiopoda, Fischläuse, Branchiura. - *Tierwelt Deutschl.* 60: 1-501.
- Fremstad, E. & Moen, A. (red.) 2001. Truete vegetasjonstyper i Norge. – NTNU Vitenskapsmuseet Rapp. bot. Ser. 2001-4: 1-231.
- Hanssen, E.W., Engelstad, B. 2007. Supplerende biologiske undersøkelser ved Begna og Bjørkelunden, Ringerike kommune, samt oppdatering av rødlisteartsoversikt og biologisk kunnskap om Nordre Tyrifjorden med Begna, Hole og Ringerike kommuner. HB Naturforvaltning – Even W. Hanssen.
- Halvorsen, G. 1984. Plankton og bunndyr i rennende og stillestående vann i Horgavassdraget, Buskerud. Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp. 84/07: 1-36.
- Halvorsen, G. & K. Elgmork 1976. Vertical distribution and seasonal cycle of *Cyclops scutifer* Sars (Crustacea, Copepoda) in two oligotrophic lakes in southern Norway. *Norw. J. Zool.* 24: 142-160.
- Henriksen, S. & Hilmo, O. (red.) 2015. Norsk rødliste for arter 2015. Artsdatabanken, Norge.
- Herbst, H.V. 1976. Blattfusskrebse (Phyllopoden: Echte Blattfüsser und Wasser- flöhe). - Kosmos-Verlag Franckh, Stuttgart, 130 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 correspondence analysis; an improved ordination technique. *Vegetatio* 42: 47-58.

Jørgensen, I. 1972. Forandringer i strukturen til planktoniske og litorale Crustacea-samfunn under gjengroing av humusvann i området Nordmarka og Krokskogen ved Oslo, korrelert med hydrografiske data. Hovedfagsoppgave i spesiell zoologi (upubl.), Univ. i Oslo: 83 s.

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.

Kjensmo, J. 1967. Two acid kettle tarns in eastern Norway. *Schweizerische Zeitschrift fuer Hydrologie* 29(1):91-106.

Langangen, A. 2007. Kransalger og deres forekomst i Norge. Saeculum Forlag, Oslo.

Lid, J. & Lid, D.T. 2005. Norsk flora. Det Norske Samlaget. 6. utg. ved Reidar Elven.

Lindstrøm, E-A., Brettum, P., Johansen, S.W., Mjelde, M. 2004. Vannvegetasjon i norske vassdrag. Kritiske grenseverdier for forsurening. Effekter av kalking. NIVA-rapport Inr. 4821-2004.

Miljødirektoratet 2015. Veileder for kartlegging, verdisetting og forvaltning av naturtyper på land og i ferskvann. Utkast til faktaark 2015 – Ferskvann. Versjon 7. august 2015.

NIVA-rapport: 6411-2012

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.

Smirnov, N.N. 1971. Chydoridae. *Fauna USSR, Crustacea* 1 (2). - Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1974, 644 s.

Støen, H. 1972. Zooplanktonsamfunnet (Crustacea) gjennom året i seks tjern i kontakt med Ådalselven (Sør-Norge). Hovedfagsoppgave i spesiell zoologi, Univ. Oslo: 88 s.

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.

Walseng, B. & Halvorsen, G. 1996. Vannlopper. - I Aagaard, K. & Dolmen, D., red. *Limnofauna norvegica, katalog over norsk ferskvannsfauna.*, Tapir, Trondheim. s. 95-99.

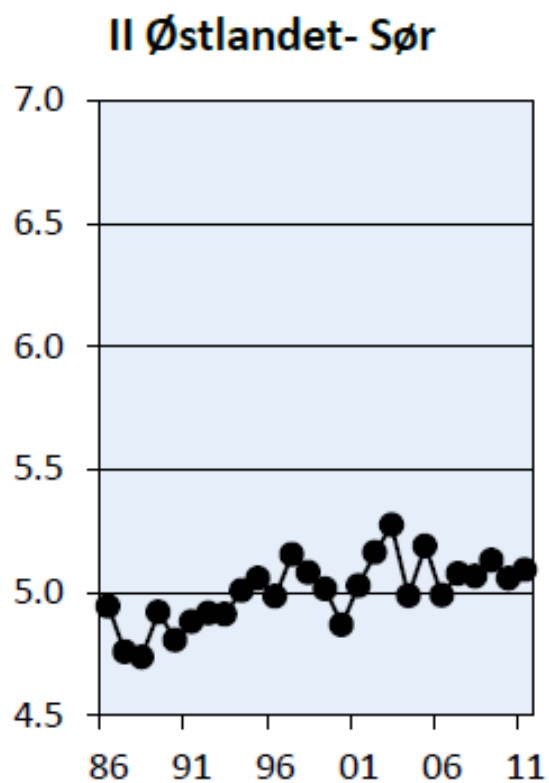
Walseng, B. & Halvorsen, G. 1991. Verneplan IV. Ferskvannsbefaringer i 5 vassdrag i Oppland og Buskerud. - NINA Utredning 22: 1-35.

Walseng, B., Raddum, G.G., Saksgård, R. & Schartau, A.K. 1995. Ferskvannsbiologiske undersøkesler i Kvenna1995 med fokus på indikatorarter som redskap i forsuringsforskningen. NINA-oppdagsmelding 433: 36.

Walseng, B. & Storeid, S.E. 1990. Ferskvannsbefaringer i 19 vassdrag i Telemark og Buskerud.
- NINA Utredning 15: 1-56.

Appendix 1

Utvikling i pH i perioden 1986-2011 for region Østlandet -Sør hentet fra "Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør -Årsrapport- Effekter 2011".



Norsk institutt for naturforskning, NINA, er ein uavhengig stiftelse som forskar på natur og samspelet natur–samfunn.

NINA vart etablert i 1988. Hovudkontoret er i Trondheim, med avdelingskontor i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driv NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskingsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.

NINA driv både med forskning og utgreiing, miljøovervaking, rådgjeving og evaluering. Instituttet har stor breidde i kompetanse og erfaring, med både naturvitarar og samfunnsvitarar i staben. Vi har kunnskap om artane, naturtypene, menneska sin bruk av naturen og korleis dei store drivkreftene i naturen verkar.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-3179-4

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovudkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 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 framtidas miljøløsninger