

Introduksjon av Sørv (*Scardinius erythrophthalmus*) – en katastrofe eller kun til irritasjon? En undersøkelse av 10 vann i Arendal kommune – Aust-Agder

Bjørn Walseng
Trygve Hesthagen
Birger Skjelbred



nEQR	Tot P	Volum	PTI	Cyano _{max}	Totalvurdering PP
Rossevannet	0.85	0.64	0.69	0.99	0.67
Assøvannet	1.00	0.99	0.78	0.95	0.89
Sorøvannet	1.00	0.94	1.00	1.00	0.97
Elågestadvannet	0.85	0.51	0.48	0.98	0.50
Solbergvann	0.60	0.38	0.25	0.38	0.32
Jøvannet	0.91	0.68	0.81	0.99	0.74
Kollakstjern	0.74	0.40	0.30	0.98	0.35
Vindkoltjern	1.00	0.67	0.45	0.96	0.56
Kroktjern	0.94	0.92	0.61	0.96	0.77
Lindvann	1.00	0.71	0.57	0.89	0.64

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 engelsk, som NINA Report.

NINA Temahefte

Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. Heftene har vanligvis en populærvitenskapelig form med vekt på illustrasjoner. NINA Temahefte kan også utgis på engelsk, som NINA Special Report.

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 forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler og i populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Introduksjon av Sørø (Scardinius erythrophthalmus) – en katastrofe eller kun til irritasjon? En undersøkelse av 10 vann i Arendal kommune – Aust-Agder

Bjørn Walseng
Trygve Hesthagen
Birger Skjelbred

Walseng, B. Hesthagen, T. og B. Skjelbred 2020. Introduksjon av sørv (*Scardinius erythrophthalmus*) – en katastrofe eller kun til irritasjon? En undersøkelse av 10 vann i Arendal kommune – Aust-Agder. NINA Rapport 1764. Norsk institutt for naturforskning

Oslo, januar 2020

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4519-7

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Odd Terje Sandlund

ANSVARLIG SIGNATUR

Knut Fageraas

OPPDRAUGSGIVERS REFERANSE

Fylkesmannen i Agder

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Fredrik Gustavsen og Frode Kroglund

FORSIDEBILDE

Bjørn Walseng (Solbergvann),

Trygve Hesthagen (sørv til høyre), Frode Kroglund (sørv), G.O.

Sars (*Daphnia longispina*).

NØKKEWORD

Ferskvann - kjemi - sørv - planteplankton - krepsdyr

KEY WORDS

Freshwater - chemistry – rudd –phytoplankton - crustaceans

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
Thormøhlens gate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Walseng, B. Hesthagen, T. og B. Skjelbred 2019. Introduksjon av sørv (*Scardinius erythrophthalmus*) – en katastrofe eller kun til irritasjon? En undersøkelse av 10 vann i Arendal kommune – Aust-Agder – Aust-Agder. NINA Rapport 1764. Norsk institutt for naturforskning.

Denne undersøkelsen er en oppfølging av et prosjekt fra 2018 der krepsdyrfaunaen i 20 vann, 10 med og 10 uten sørv (*Scardinius erythrophthalmus*), ble undersøkt. I 2019 ble det utført mer intensive undersøkelser i 10 av disse vannene, to referansevann uten sørv og åtte vann som etter våre opplysninger skulle ha sørv. Siktedyp og farge ble registrert ved tre besøk i tillegg til blandprøver som ble analysert for et utvalg kjemiske parametere, samt planteplankton. Dessuten har vi temperatur/oksygen-profiler i fra september. Det ble tatt planktoniske og litorale krepsdyrprøver fra to besøk, mens syv av vannene, to uten og fem med sørv, ble prøvefisket. Alle vannene ligger i Arendal kommune under marin grense (24-41 moh.). Med unntak av Assævannet der berggrunnen består av amfibolitt, er det gneisbergarter som dominerer. Kalsium-innholdet varierte fra 1,5 mg/l i Lindvann (kalkfattig) til 18,7 mg/l i Sørsvannet (moderat kalkrik), mens alle vannene var humøse (TOC: 5,7-11,2 mg C/l). Siktedypet varierte fra 1,5 m i Kollakstjern til 7,5 m i Sørsvannet. Det totale antall krepsdyrarter (2018 og 2019) varierte fra 36 i Kollakstjern til 46 i Assævannet. Alle vannene hadde abbor (*Perca fluviatilis*), mens suter (*Tinca tinca*) og ørret (*Salmo trutta*) ble fanget i respektive seks og fem av de syv vannene som ble prøvefisket. I Solbergvann og Kollakstjern ble siktedypet drastisk redusert fra 2018 til 2019, og tilstanden basert på fosforinnhold har endret seg til det verre. En totalvurdering basert på planteplankton konkluderte med at tilstanden er «dårlig» i begge vannene. I Solbergvann fikk vi en oppblomstring av blågrønnalger. Også med hensyn til dominans og sammensetning av krepsdyr skilte de to vannene seg ut. Sørv var dominerende art i begge vann. Tilstanden i Blågestadvannet og Vindkoltjern ble vurdert som moderat. I de to største og dypeste innsjøene, Assævannet og Sørsvannet, var tilstanden både med hensyn til fosfor og planteplankton «svært god». Med unntak av Jovannet, som har gjedde (ikke prøvefisket), var det nesten ingen store krepsdyr i strandsonen i alle vannene med sørv. Mest sørv ble fanget på dyp 1 (0-3 m), mens abbor var mest tallrik på dyp 2 (3-6 m). Sørsvannet var eneste lokalitet hvor abbor var dominerende art. Rekrutter av abbor manglet i alle vannene med sørv. Analyser av mageinnhold viste at dafnier var desidert viktigste føde, mens de vanligste litorale krepsdyrartene (chydorider) kun ble funnet sporadisk. Dette kan skyldes at disse dyrene har et kraftig ytre skjelett som er tungt fordøyelig. Mange unge individer av sørv hadde allerede begynt å ernære seg på vegetabilsk føde. Et mulig scenario etter introduksjon av sørv, er at det etter noen år vil etablere seg et samfunn som befinner seg et sted mellom det opprinnelige, og det vi kan oppleve i en tidlig etableringsfase med en oppblomstring av sørv som kan føre til alvorlige konsekvenser for miljøtilstanden i lokaliteten. En kanskje mer sannsynlig hypotese er at morfologien til innsjøen vil bestemme hva slags samfunn vi vil ende opp med. I store og dype innsjøer utgjør strandsonen en forholdsvis liten del av det totale vannarealet/volum, og sørven har her et begrenset areal å boltre seg på. I slike vann vil sørven kunne bli et attraktivt bytte dersom tidlige stadier av stedegen fisk overlever i konkurranse med sørv. Opplysninger fra lokale informanter gir indikasjoner på at ørret og abbor har blitt større etter introduksjon av sørv.

Bjørn Walseng, NINA, Gaustadalléen 21, N-0349 Oslo
Trygve Hesthagen, NINA, Postboks 5685 Torgarden, N-7485 Trondheim
Birger Skjelbred, NIVA, Gaustadalléen 21, N-0349 Oslo

Abstract

Walseng, B. Hesthagen, T. & B. Skjelbred. Introduction of rudd (*Scardinius erythrophthalmus*) – a disaster or just irritating? An investigation of 10 lakes in Arendal municipality. NINA Report 1764. Norwegian Institute for Nature Research.

This study is a follow-up to a project conducted in 2018 including water chemistry and crustaceans in 20 lakes, 10 with and 10 without rudd (*Scardinius erythrophthalmus*). In 2019, 10 of these lakes, eight with rudd and two without, were selected for more intensive studies. We collected data on secchi depth, colour, water chemistry and phytoplankton from three visits during the ice-free season, and also temperature and oxygen profile from all lakes in September. Planktonic and littoral crustaceans were sampled in June and September, while seven lakes were survey fished in August; two without and five with rudd. All lakes are situated on marine sediments (24-41 m a.s.l.) in Arendal municipality, Aust-Agder county. Except for amphibolite surrounding Lake Assævannet, gneiss is dominating bedrock. Calcium content varied between 1,5 mg/l (Lake Lindvann, calcium poor) and 18,7 mg/l in lake Sørsvannet (moderately calcium rich). All lakes were categorized as humic (TOC: 5,7-11,2 mg C/l). Secchi-depth varied from 1,5 m in Lake Kollakstjern to 7,5 m in Lake Sørsvannet. The total number of crustacean species recorded in the lakes (2018 and 2019) varied from 36 in Lake Kollakstjern to 46 in Lake Assævannet. All lakes had perch (*Perca fluviatilis*), while tench (*Tinca tinca*) and trout (*Salmo trutta*) were recorded in respectively six and five of the seven lakes that were survey-fished. In the lakes Solbergvann and Kollakstjern, both dominated by rudd, secchi-depth was drastically reduced from 2018 to 2019, and based on phosphorous content, the ecological status of the two lakes was reduced. According to the observed phytoplankton composition, the status of both lakes was «bad». Lake Solbergvann experienced a bloom of blue-green algae in summer. With regard to the species composition and dominance in zooplankton, these two lakes also differed from rest of the lakes. The ecological status of the lakes Blågestadvannet and Vindkoltjern was considered «moderate», while in the two deepest/largest lakes, Assævannet and Sørsvannet, the ecological status due to phosphorous and phytoplankton was considered «very good». Excepting Lake Jovannet, which is the only lake with pike (*Esox lucius*), the littoral zone in rudd-lakes were almost devoid of large crustaceans (> 1mm). These lakes were also devoid of perch recruits, even though older perch could dominate in numbers (i.e. Lake Sørsvannet). Analyses of gut content in rudd and perch showed that daphnids surprisingly were the most important food item, while the most common littoral crustacean group, chydorids, was almost totally lacking. This may be explained by their thick exoskeleton which is heavily digestible. Vegetative food items were also found in the stomach in many young individuals of rudd, but never in perch. A possible scenario after the introduction of rudd is that we will see a boom-and-bust-development, with a final community moderately changed compared to the situation before rudd introduction. It is likely that the morphology of the lake basin will heavily influence the final status of the fish community. In large/deep lakes the littoral zone constitutes a minor fraction of the lake area and volume, giving rudd a more restricted habitat. If early stages of local fish populations survive, rudd may serve as an important food item for larger individuals of perch and brown trout. According to local fishers, perch and brown trout had become larger after the introduction of rudd. Our results indicate that shallow lakes are more vulnerable to the introduction of rudd than are deep lakes, and the final status of these lakes may be more uncertain.

Bjørn Walseng, NINA, Gaustadalléen 21, N-0349 Oslo
Trygve Hesthagen, NINA, Postboks 5685 Sluppen, N-7485 Trondheim
Birger Skjelbred, NIVA, Gaustadalléen 21, N-0349 Oslo

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
2 Materiale og metoder	9
2.1 Lokalteter	9
2.2 Berggrunn og løsmasser	10
2.3 Metoder	11
2.3.1 Vannkjemisk prøvetaking og analyser	11
2.3.2 Planteplankton (Fytoplankton)	11
2.3.3 Krepsdyr	12
2.3.4 Fisk	12
3 Resultater og diskusjon	14
3.1 Vannkemi	14
3.2 Planteplankton	15
3.3 Krepsdyr	17
3.3.1 Registrerte arter	17
3.3.2 Artssamfunnet i en regional sammenheng	19
3.3.3 Artsdiversitet i lokaliteter med og uten sørv	21
3.3.4 Planktonsamfunnet	22
3.3.5 Litoralsamfunnet	23
3.3.6 Tetthet og størrelsesforskjeller	23
3.4 Fisk	25
3.4.1 Artsinventar	25
3.4.2 Fangstutbytte	25
3.4.3 Forholdet mellom abbor og sørv på ulike dyp	27
3.4.4 Bestandsstruktur og vekstkurve	27
3.4.5 Mageprøver	29
4 Enkeltlokaliteter	32
4.1 Rossevannet	32
4.2 Assævannet	34
4.3 Sørsvannet	36
4.4 Blågestadvannet	38
4.5 Solbergvann	40
4.6 Jovannet	42
4.7 Kollakstjern	44
4.8 Vindkolltjern	46
4.9 Kroktjern	48
4.10 Lindvann	50
5 Oppsummering og konklusjon	52
6 Referanser	54

Forord

Norsk institutt for naturforskning (NINA) hadde som oppdrag fra Fylkesmannen i Agder i 2018 å kartlegge krepsdyrfaunaen i 20 vann, 10 med og 10 uten sørv, i Arendal kommune. Som en oppfølging til dette prosjektet ble det i 2019 bevilget penger til en mer intensiv undersøkelse i 10 av disse vannene, åtte vann med sørv og to uten. I tillegg til kjemi og krepsdyr skulle planteplankton bli prøvetatt i alle vann, samt at minst seks vann skulle prøvefiske. Vi endte opp med å prøvefiske sju vann. Vi vil rette en spesiell takk til Kurt Johansen (Arendal Fiskeutvalg) og Ragnar Aspholm som begge deltok i forbindelse med feltarbeidet.

Til slutt takker jeg for godt samarbeid med Fredrik Gustavsen og Frode Krog Lund, som har vært oppdragsgivers kontaktpersoner hos Fylkesmannen i Agder. Førstnevnte var også med på deler av feltarbeidet

Januar 2020
Bjørn Walseng

1 Innledning

Fiskesamfunnene på Sørlandet har de siste årene endret seg fra dominans av ørret, abbor og ål til i dag å inkludere sørv, suter og gjedde (Kleiven & Hesthagen 2012). Denne utviklingen er sett på med bekymring både hos lokale fiskeforeninger og av den offentlige forvaltningen. Et overvåkingsprogram ble igangsatt før år 2000 (Hesthagen og Østborg 2002). Siden er det også blitt gjort en kartlegging av innsjøer med naturlige fiskesamfunn og fisketomme lokaliteter på Sørlandet, Vestlandet og i Trøndelag (Kleiven og Hesthagen 2012). Samlet danner dette grunnlaget for handlingsplanen i Aust-Agder (Anonym 2014; Pr. 2012 var det minst 150 forekomster av fremmede fiskearter i Aust-Agder). Utsagnet "Kunnskapen rundt de økologiske virkningene av spredning av gjedde og karpefisk er meget begrenset i Norge" (Nilssen & Wærvågen 2001) er fortsatt aktuelt.

Sørv er altså en av de fiskeartene som har blitt satt ut i mange innsjøer på Sørlandet i de siste tiårene. Den er en ferskvannsfisk som tilhører karpefamilien og ligner mye på mort, men ryggfinner er tydelig festet bak bukfinnen (Pethon 2005). Kroppen er høy og sammentrykt fra siden, og eldre individ har et bronseskjær over de blanke skjellene. Munnen er skråstilt underbitt. Gytingen foregår fra slutten av mai til midten av juli (Pethon 2005). Hannene utvikler da små lekevorter på hode og rygg. Gytingen foregår i strandnære områder på 10-90 cm dyp. Fisken samler seg gjerne i et 2-3 m bredt belte som kan være opp til 100 m langt. Eggene klekkes etter 3-10 døgn og yngelen sitter fastsugd til planter inntil plommesekken er oppbrukt. Sørv trenger relativt varmt vann (15 °C) for å kunne gyte (Kottelat & Freyhof 2007). Sørv er en av de senere artene som vandret inn i norske vassdrag, og den fantes opprinnelig kun i kystnære innsjøer, hovedsakelig rundt Oslofjorden. Den tilhører de såkalte «Øieren – Smaalensfiskene» (Huitfeldt-Kaas 1918, 1923).

Sørv er en opportunist som er knyttet til strandsonen og spiser gjerne plantemateriale og detritus, men dyreplankton og bunndyr inngår også i dietten (Garcia-Berthou & Moreno-Amich 2000). Den trives best i strandsonen som er rik på vegetasjon. Sørv er betraktet som en av de mest herbivore (plantespisende) artene i europeisk fiskefauna, men den kan likevel ha liten effekt på forekomsten av vannplanter (Dorenbosch & Bakker 2012). Sørv kan også endre diett gjennom sin livssyklus. I New Zealand skiftet introdusert sørv diett fra plankton og små bunndyr hos årsyngel, via større bunndyr hos middels stor fisk, til plantemateriale hos større individ (Hicks 2003). Introdusert sørv i Nord-Amerika kan i en periode med lite plantemateriale om våren spise fiskeyngel (Guinan mfl. 2015).

Sørven er i dag i en ekspansjonsfase flere steder i landet, og er den arten som har kommet inn i flest vann på Sørlandet. Den ble innført til Lundevannet, nederst i Vegårdsvassdraget, rundt 1940 og «formerte seg voldsomt» ifølge Nævestad (1984). I Arendals-området etablerte sørv seg sannsynligvis fra 1970-tallet og utover, og Longumvannet er ett av de første vannene hvorfra det foreligger dokumentasjon (Kleiven & Hesthagen 2012). En tynn bestand av sørv ble registrert ved prøvefiske i Bjellandsvannet i 1990, mens det noen få år senere var en tett bestand (Knutsen 1995). I dag er det dokumentert flere enn 70 lokaliteter i Aust-Agder med sørv (Kleiven & Hesthagen 2012, Artskart artdatabanken, Einar Kleiven upubl., Asbjørn Aass pers. medd.). Sørv har i seinere år også etablert seg i minst 20 innsjøer i Vest-Agder. I Rogaland ble sørv innført på 1960-tallet, der den nå er påvist i 15-20 lokaliteter (Hesthagen & Sandlund 2012).

Sørv er i hovedsak avhengig av mennesker for å bli spredd til nye vannforekomster. Den har trolig blitt satt ut i flere vassdrag fordi den er benyttet som agn ved fiske, bl.a. etter ål (Hesthagen & Sandlund 2012). Enkelte steder kan det også ha blitt satt ut sørv som fôr for gjedde. Sørv har trolig også en begrenset egenspredning til kystnære lokaliteter via brakkvann fordi den tåler en saltholdighet på 12-15 promille (Solberg 2012). Sørv evner å etablere seg i de fleste lavere-liggende innsjøer i Sør-Norge. Den er til en viss grad avhengig av vegetasjon i strandsonen for vellykket reproduksjon, da egg som er festet til blad og stengler har best klekkesresultat (Pethon 2005).

I 2018 ble det gjennomført en studie av 20 vann i Aust-Agder, 10 med og 10 uten sørv, der vannkjemi og krepsdyr ble undersøkt (Walseng & Jensen 2019). Det ble konkludert med at både med hensyn til artssammensetning og dominansforhold var det forskjeller mellom vannene med og uten sørv. Mest tydelig var dette for litoralfaunaen. Vannene med sørv var assosiert med høyere pH og et høyere innhold av næringssalter (Tot P). Referansevannene lå i snitt noe høyere over havet, men alle under 100 moh. Planktonsamfunnene i vannene med sørv var dessuten både rikere på individer, og hadde en større andel av store former enn vannene uten sørv. I litoralsonen var bildet det motsatte, der tettheten av store former (> 1 mm) gjennomgående var lavere i vann med sørv enn i referansevannene uten sørv.

På grunnlag av resultatene fra 2018 ble det diskutert hvorvidt sørv bidrar til økt produktivitet, samtidig som den utøver et økt beitetrykk på de største krepsdyrene i strandsonen (Walseng & Jensen 2019). I så måte er sørv en sterk konkurrent til stedege arter, fortrinnsvis unge stadier av abbor og ørret (0+ og 1+). Det er grunn til å tro at mangel på større krepsdyr vil kunne være en flaskehals for disse to artene. Seinere, når de eventuelt har gått over på fiskediett, vil sørv imidlertid kunne være et attraktivt bytte. Etter undersøkelsen i 2018 ble det diskutert om sørv har etablert seg på grunn av den rådende vannkvaliteten, eller om denne vannkvaliteten er et resultat av at sørv fins der. Det er mange eksempler på hvordan fremmede fiskearter har effekter på miljøtilstanden i en innsjø, både på fisk, vannplanter, evertebratsamfunnet og vannkvalitet (Nilssen & Wærvågen 2009). Som et eksempel kan nevnes eutrofiering som en indirekte effekt av at en karpefisk blir introdusert i en innsjø og et skifte fra store til mindre former av krepsdyr er dokumentert etter introduksjon av mort (Hessen 1985). Et eksempel er skifte fra snabelkreps *Bosmina longispina* til børstesnabelkreps *B. longirostris*.

Det ble bevilget midler til oppfølgende undersøkelser i 2019, og i den sammenheng ønsket vi å fokusere på planteplankton og fisk i tillegg til vannkjemi og krepsdyr. Det skulle innhentes prøver for vannkjemi og planteplankton fra tre datoer i tillegg til at det skulle bli prøvemarket i seks vann (vi endte opp med sju vann). Blant vannkjemiske parametere er kalsium (Ca) og totalt organisk karbon (TOC) viktige med tanke på typifisering, mens fosforinnhold (Tot-P) vil gi oss en indikasjon på miljøtilstanden i henhold til vannforskriftens typologi. Vurdering av økologisk tilstand for planteplankton er basert på totalt biovolum, trofisk indeks for artssammensetning (PTI, Phytoplankton Trophic Index) og maksimum biovolum av cyanobakterier (Cyano_{max}).

En kartlegging av fiskebestandene i innsjøer med sørv var også påkrevet, da slike undersøkelser knapt har vært gjort tidligere. I Sørsvannet ble det i juni 2010 fanget syv sørv i forbindelse med garnfiske (Aass 2010). Under prøvetaking av krepsdyr i 2018, myldret det med sørv inne i strandsonen og alt tydet på at arten var i sterk framvekst sammenlignet med 2010. Ifølge Aass (2010) ble sørv første gang registrert i vannet i 2008. Det var da snakk om små individer på 8-10 cm, og det ble til samme tid funnet yngel av sørv i magen til ørret.

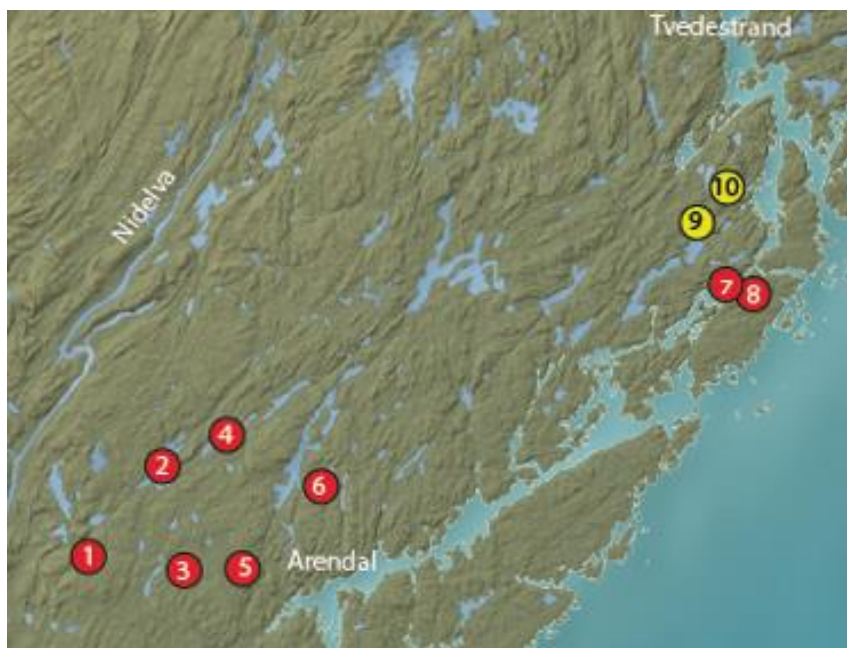
For å belyse konkurranseforholdene mellom unge stadier (0+ og 1+) av ørret, abbor og sørv, ønsker vi også å finne ut hva ungfisken spiste.

2 Materiale og metoder

2.1 Lokalteter

Til sammen 10 lokaliteter, åtte med sørv (*Scardinius erythrophthalmus*) og to uten sørv, ble undersøkt med hensyn på kjemi, planteplankton, planktoniske og litorale krepsdyr (**figur 1, tabell 1**). I tillegg ble syv vann prøvefisket, der alle individer ble veid og målt samt at mageinnholdet i et utvalg unge individer av sørv og abbor ble bestemt. Alle lokalitetene ligger i Arendal kommune. Tre av vannene renner til Arendalsvassdraget, mens de øvrige tilhører mindre kystvassdrag. Assævannet, som er størst med et areal på 84 ha, drenerer via Lilleelva til Nidelva før denne har utløp i havet ved Arendal. Rossevannet og Blågestadvannet tilhører samme vassdragsgren.

Lokalitetene ligger alle under marin grense, mellom 24 og 41 moh. Maks dyp varierte fra 6,7 m i Kollakstjern til ca. 50 m i Assævannet. Ni av vannene har et nedbørfelt <1,0 km², der Kollakstjern har det minste nedbørfeltet med <0,1 km². Assævannet skiller seg ut med et nedbørfelt på 29,8 km². Blågestadvannet drenerer blant annet til dette vannet. For en nærmere beskrivelse av den enkelte lokalitet henvises det til kapittel 4. Alle lokaliteter ble besøkt tre ganger, i periodene 11.-13. juni, 19.-23. august og 17.-19. september.



Figur 1. Lokalitetenes plassering der lok. 1 – 8 har sørv (rød), mens lok. 9 og 10 er uten sørv (gul).

Tabell 1. Noen karakteristiske data for de undersøkte lokalitetene.

		vann-ID	vassdrag.nr.	hoh	areal (ha)	maks dyp (m)	nedbørfelt (km ²)
	Sørv						
1	Rossevannet	10695	019.A1Z	41	11,5	25	2,14
2	Assævannet	10623	019.A1Z	36	84,1	50	29,80
3	Sørvannet	10739	019.124Z	37	18,4	37	1,15
4	Blågestadvannet	10615	019.A1Z	35	16,5	16	3,50
5	Solbergvann	10732	019.124Z	34	6	18	5,48
6	Jovannet	10640	019.12Z	37	11,9	15	1,73
7	Kollakstjern	10372	018.711	27	3,1	8	0,03
8	Vindkoltjern	10357	018.711	27	6,8	22	0,27
	uten sørv						
9	Kroktjern	10317	018.71Z	24	4,7	11	0,64
10	Lindvann	10252	018.630	38	9	19	0,25

2.2 Berggrunn og løsmasser

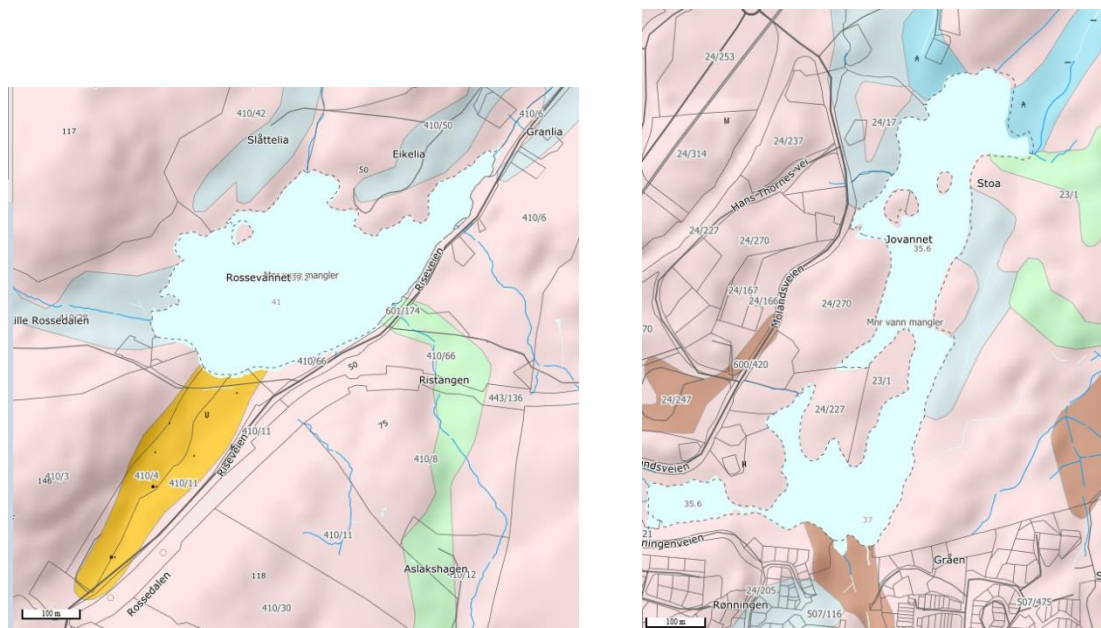
Alle vannene ligger under marin grense i et område der berggrunnen består av grunnfjell. Gneis dominerer, men også amfibolitt som er dannet ved metamorfose av basiske bergarter som gabbro, basalt og kalkrike sediment, kan forekomme. Med hensyn til løsmasser finner vi alt fra områder med mektige avsetninger til bart fjell, et begrep som brukes om områder der mer enn 50% er arealet består av bart fjell i dagen. Områder med usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen bestående av hav-, fjord- og strandavsetninger, er mest vanlig

De tre vannene i nordvest; Rossevannet Assævannet og Blågestadvannet, som tilhører Arendalsvassdraget, ligger i et område der berggrunnen er dominert av forskjellige typer av gneis, pellittisk, migmatitt, Trondhemitt-tonalitt og granittisk gneis. Med hensyn til løsmasser er området dominert av bart fjell. I tillegg finner vi områder med usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen bestående av hav-, fjord- og strandavsetninger. Ved Rossevannet finner vi slike avsetninger i øst, mens det i sør og sørøst også forekommer breelvavsetninger samt noe morene (**figur 2a**). Også nedslagsfeltene til Assævannet og Blågestadvannet har innslag av løsmasse-dekke av varierende mektighet i tillegg til morene og myr.

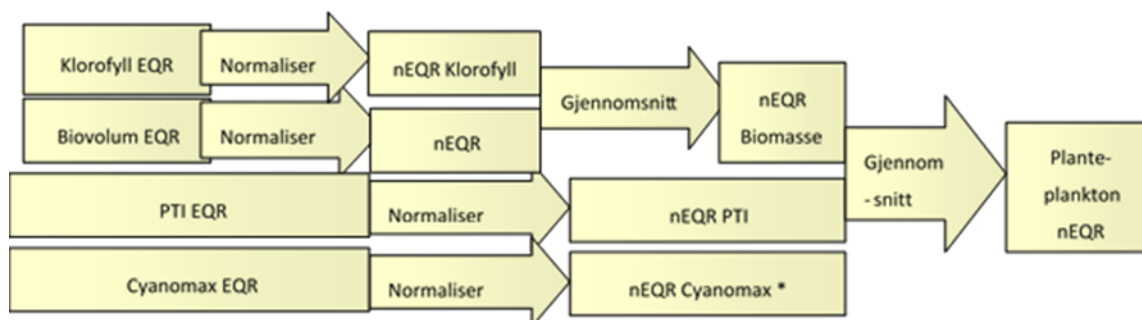
Sørsvannet ligger i et område bestående av amfibolitt), som er en mørk grønnlig metamorf bergart som grunnet innslag av blant annet kalkrike sedimenter ofte bidrar til en god vannkvalitet. Med hensyn til løsmasser dominerer bart fjell. Langs utløpet i nordøst finner vi myr, mens et begrenset område øst for vannet har et tynt løsmassedekke.

Berggrunnen rundt Solbergvannet består av grå båndgneis, lokalt med skarn og magnetitt. Liksom for Sørsvannet dominerer bart fjell. I vest finner vi et lite område med både myr og et varierende dekke av hav-, fjord- og strandavsetninger.

Også Jovannet ligger på en berggrunn bestående av grå båndgneis. Bart fjell dominerer, men i sør finner vi torv og myr, mens det i nord fins områder med større mektighet av sammenhengende løsavsetninger, samt noe morenemateriale i nordøst (**figur 2b**).



Figur 2. Løsmasseskart for Rossevannet (til venstre) og Jovannet. Rosa: bart fjell, grå: tynt usammenhengende løsmassedekke, gul: breelvavsetning, grønn: morene og blått: tykt sammenhengende løsmassedekke. Kilde: NGI.



Figur 3. Klassifiseringsmetodikk for planteplankton basert på kombinasjon av klorofyll a, totalt biovolum, PTI-indeks for artssammensetning og maksimum biovolum av cyanobakterier. Se kapittel 4.1 i Klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018) for videre detaljer.

Kollakstjern og Vindkoltjern ligger i et område der grunnfjellet er dominert av granittisk-, granodiorittisk gneis med innslag av migmatitt. Rundt Kollakstjern finner vi i vest et sammenhengende eller tynt dekke av hav-, fjord- og strandavsetninger, mens bart fjell dominerer i øst. Vindkoltjern er det av vannene i undersøkelsen som er mest fattig på løsmasser, og her dominerer bart fjell rundt hele vannet.

Kroktjern ligger på en berggrunn med migmatitt der grå gneis dominerer, men der vi også finner noen sørvest-nordøst gående felter med amfibolitt. Bart fjell dominerer med unntak av et tynt sammenhengende løsmassedekke i øst.

Lindvann ligger på en berggrunn bestående av migmatitt. Mens bart fjell dominerer i øst, finner vi et sammenhengende eller tynt dekke av hav-, fjord- og strandavsetninger i vest og i nord.

2.3 Metoder

2.3.1 Vannkjemisk prøvetaking og analyser

En vannprøve fra en blandprøve ned til 4 m dyp ble tatt i alle lokaliteter ved alle besøk, det vil si i juni, august og september. Vannprøvene ble analysert på pH, konduktivitet, alkalitet, Ca, Mg, K, Na, Sulfat, Nitrat+nitritt, Cl, TOC, LAI (uorganisk Al), total fosfor (Tot-P) og total nitrogen (Tot-N). Analysene ble gjort av VestfoldLAB AS.

2.3.2 Planteplankton (Fytoplankton)

Prøvetakingen ble foretatt i henhold til standard prosedyre (NS-EN 16698:2015) med blandprøve fra eufotisk sone. Analyse av planteplanktonet ble foretatt i omvendt mikroskop iht. norsk standard (NS-EN 15204:2006), og artssammensetningen, biovolumet av hver art og totalt biovolum ble beregnet (NS-EN 16695:2016). Vurdering av økologisk tilstand for planteplankton er basert på totalt biovolum, trofisk indeks for artssammensetning (PTI, Phytoplankton Trophic Index) og maksimum biovolum av cyanobakterier (Cyano_{max}). Klassifiseringsmetoden er interkalibrert med de nordiske landene (Lyche-Solheim m.fl. 2014) og presentert i kapittel 4.1 i Klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018). Fargene som benyttes for å vise tilstandsklassene i henhold til Klassifiseringsveilederen er vist i tabell 2.

Tabell 2. Fargene som benyttes for å vise tilstandsklassene i henhold til Klassifiseringsveilederen.

Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
0.8 - 1.0	0.6 - 0.8	0.4 - 0.6	0.2 - 0.4	0.0 - 0.2

2.3.3 Krepsdyr

To planktonprøver ble tatt med håvtrekk (maskevidde 90 µm, diameter 30 cm og dybde 57 cm) fra bunn opp til overflaten fra antatt dypeste punkt i alle lokaliteter. I tillegg ble det tatt to kvalitative håvtrekk i litoralsonen (maskevidde 90 µm, diameter 27,5 cm og dybde 57 cm). Prøvene ble tatt med kast i to habitater som er representative for lokaliteten. Prøvene ble tatt i juni og september til samme tid som vannprøvene og phytoplanktonprøver.

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 artslistes 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.

For å sammenligne artssammensetningen i innsjøer med og uten sørv, har vi brukt Principal Component Analysis (PCA). I likhet med DCA kan PCA brukes til å illustrerer likheter og forskjeller i sammensetningen av økologiske samfunn. Med tanke på at predasjonstrykket fra sørv vil kunne være forskjellig i henholdsvis de fri vannmasser (pelagial) og litoralsonen, har vi også analysert det planktoniske og litorale samfunn hver for seg, i tillegg til det totale småkrepssamfunnet. I PCA-analysene har vi lagt til miljøvariablene pH, konduktivitet, alkalitet, Ca, Mg, K, Na, Sulfat, Nitrat+nitritt, Cl, TOC, LAI, ANC, Tot-P og Tot-N passivt (dvs. at de ikke påvirker ordinasjonen) for å anskueliggjøre mulige forklaringsvariabler. I tillegg er svevemygg og tilstedeværelse av sørv lagt inn som passive variabler.

2.3.4 Fisk

I forkant av feltarbeidet i 2018 ble det gjort et utvalg av lokaliteter der halvparten, det vil si 10 innsjøer og tjern, skulle ha sørv, og da helst tette populasjoner. Ved utvelgelsen ble all tilgjengelig informasjon gjennomgått. Her sto artsdatabankens artskart samt en publisert liste over sørv-lokaliteter i Aust-Agder sentralt (Kleiven & Hesthagen 2012). I tillegg bidro tidligere fiskeforvalter Dag Matzow og Asbjørn Aass med viktig informasjon. I 2019 ble et utvalg på 10 vann, åtte vann med sørv og to uten, plukket ut for mer intensive undersøkelser der syv vann ble prøvefisket. Som referansevann uten sørv ble Kroktjern og Lindvann valgt ut. I følge våre opplysninger skulle det være registrert til sammen 9 arter i de 10 vannene (**tabell 3**).

Abbor (*Perca fluviatilis*) og ørret (*Salmo trutta*) er registrert i alle vannene. I vann hvor det er satt ut ørret, som ikke reproducerer, er det usikkerhet om arten fortsatt er tilstede. I følge opplysninger er ål (*Anguilla anguilla*) ikke dokumentert fra Vindkoltjern og Kroktjern. Høyst sannsynlig har den vært her tidligere, da bestanden var langt større enn i dag. Ål ernærer seg også av krepsdyr, men da helst større former. Arten er neppe noen trussel for krepsdyrsamfunnet i dag.

Suter (*Tinca tinca*) er ikke dokumentert fra Kollakstjern, Kroktjern og Lindvann. Den er ikke naturlig forekommende i norsk fauna, men er utsatt. Den ble utsatt i Solbergvannet ved Arendal ca. 1810-1820, av gruvearbeidere fra Tyskland eller Nederland (Huitfeldt-Kaas 1918). I tre tilfeller fins ørret uten at det er oppgitt i artskart; Kollakstjern, Vindkoltjern og Lindvann.

Gjedde (*Esox lucius*) fins ifølge våre opplysninger kun i Jovannet. Som en viktig predator på blant annet sørv, vil en kunne forvente at den indirekte bidrar til et redusert beitetrykk på krepsdyrene.

Tabell 3. Oversikt over fiskearter i de 10 vannene i Aust-Agder.

		sørv	abbor	ørret	suter	gjedde	stingsild	røye	ål	sjørret
1	Rossevannet	x	x	x	x				x	
2	Assævannet	x	x	x	x				x	
3	Sørsvannet	x	x	x	x			x	x	
4	Blågestadvannet	x	x	x	x				x	
5	Solbergvann	x	x	x	x		x		x	x
6	Jovannet	x	x	x	x	x			x	
7	Kollakstjern	x	x	x					x	
8	Vindkoltjern	x	x	x	x				x	
9	Kroktjern		x	x					x	
10	Lindvannn		x	x					x	

Tre-pigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus*) er en liten art og er sannsynligvis oversett når den forekommer i lav tetthet. I følge artskart skal det være tre-pigget stingsild i Solbergvann. Høyst sannsynlig fins den i flere av vannene, men i lave tettheter. I tette bestander kan tre-pigget stingsild være en betydelig predator på krepsdyr. Den kan i tillegg ernære seg av fåbørstemark og vanninsekter (Pethon 2005).

I følge Aass (2010) har røyebestanden i Sørsvannet vært stabil men tynn i ca. 50 år. I forbindelse med prøvefisket i 2010 ble det fanget to røyer.

Sjørret ble rapportert kun fra Solbergvann, men denne forekomsten er trolig forsvunnet. En dam med en høyde på ca. 1,5 m i utløpet stenger trolig for oppvandring til vannet. Sjørret er en anadrom art som går opp i kystvassdragene for å gyte. Ungfisken lever på elva i 2-4 år før den smoltifiserer og vandrer ut i havet.

Prøvefisket ble foretatt med Nordiske oversiktsgarn. Hvert slikt garn er 30 x 1,5 m og har 12 paneler på 2,5 m med disse maskeviddene: 5.0, 6.3, 8.0, 10.0, 12.5, 15.5, 19.5, 24.0, 29.0, 35.0, 43.0 og 55.0 mm (Appelberg mfl. 1995). I hver innsjø ble det satt fem garn på tre standard dyp: 0-3 (n=2), 3-6 (n=2) og 6-12 m (n=1).

3 Resultater og diskusjon

3.1 Vannkjemi

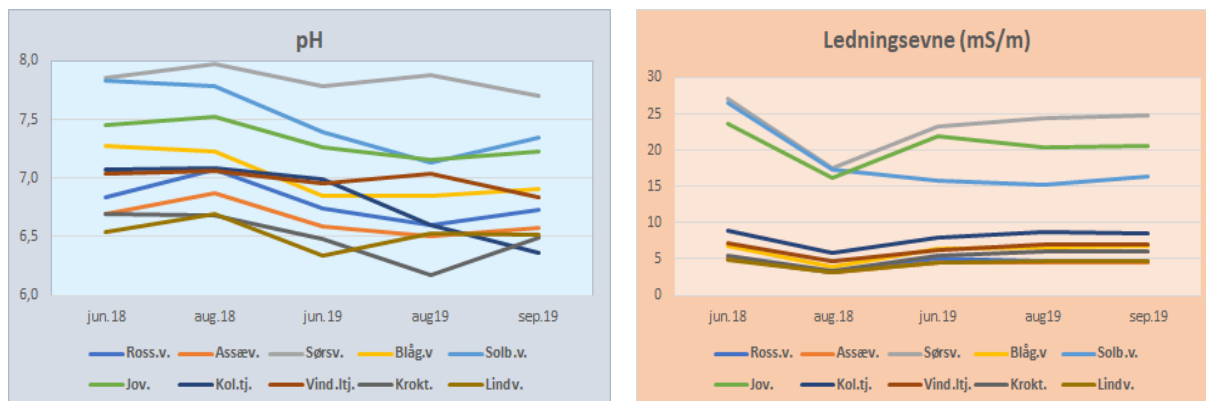
Verdier for de kjemiske parameterne fra henholdsvis medio juni, ultimo august og september, er vist i **vedlegg 1**. Det viser også gjennomsnittsverdier fra to prøverunder i 2018. I fortsettelsen vil vi fokusere på noen sentrale parametere som skiller de undersøkte lokalitetene.

pH spanner fra 6,2 i Kroktjern i august 2019 og til 7,9 i Sørsvannet målt til samme tid. pH i de øvrige vannene fordeler seg mellom disse to verdiene. Solbergvann og Jovannet hadde også en pH nær det vi fant i Sørsvannet, mens Lindvann hadde pH på samme nivå som i Kroktjern, det vil si nærmere 6,0. Det er verdt å merke seg at de to referansevannene som manglet sørv er de som i snitt har lavest pH. Ellers var pH gjennomgående noe lavere i 2019 enn i 2018. Mest markert er endringen i Solbergvann, fra pH 7,83 i august 2018 til 7,13 i august 2019. Fra juni til august 2018 viser **figur 4** et fall i elektrolyttinnhold i alle lokaliteter. Det er imidlertid verdt å merke seg at i samtlige vann med unntak av Solbergvann, økte elektrolyttinnholdet igjen fram til juni 2019. I Solbergvann fortsatte den å synke for så flate ut gjennom sesongen 2019.

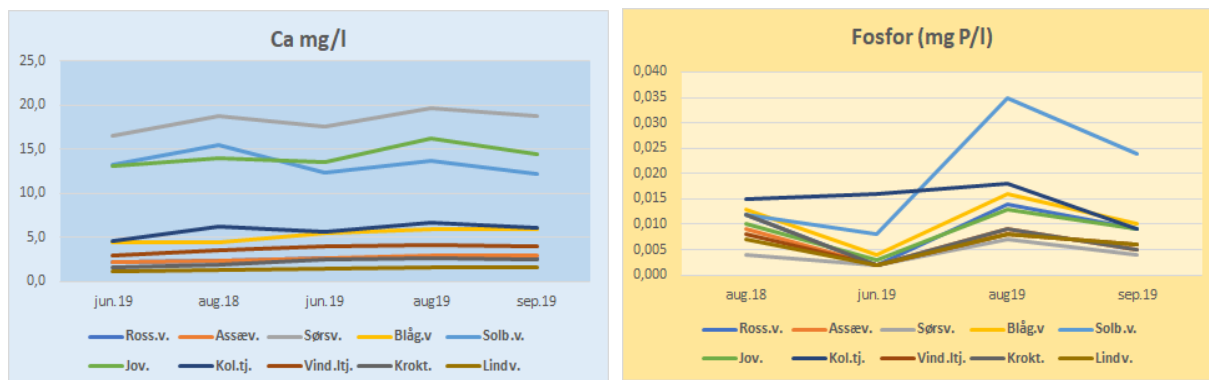
Når det gjelder ledningsevne er de tre vannene med høyest pH, Sørsvannet, Solbergvann og Jovannet, også de mest elektrolyttrike vannene. Ledningsevnen i disse vannene varierte fra 15,3 til 24,9 mS/m. For de syv øvrige vannene i undersøkelsen varierte verdiene mellom 4,1 og 8,8 mS/m.

Til tross for at alle vannene ligger under marin grense i en region som består av grunnfjell, reflekterer både pH og ledningsevne at det er lokale variasjoner med hensyn til hva omgivelsene bidrar med av ioner. Interessant er det at Sørsvannet, som hadde de høyeste verdiene både med hensyn til pH og ledningsevne (**figur 4**), har et nedbørfelt fattig på løsmasser og der arealet som omgir vannet er karakterisert som bart fjell (områder der mer enn 50% av arealet består av bart fjell i dagen). De gunstige verdiene i Sørsvannet skyldes mye at berggrunnen består av amfibolitt, som er en mørk grønnlig metamorf bergart som blant annet består av kalkrike sedimenter. I motsetning til Sørsvannet ligger både Solbergvann og Jovannet i områder der berggrunnen er dominert av grå båndgneis, men begge vannene har i motsetning til Sørsvannet tilstøtende områder med varierende tykkelse av et mer eller mindre sammenhengende løsmasse-dekke.

Siden ledningsevnen gjenspeiler ione-innholdet, finner vi de høyeste verdiene for Ca, Mg, K, Na, SO₄ og Cl i de samme fire vannene. I **figur 5** er Ca-innholdet vist for de ti lokalitetene ved fem besøk. Vi ser mye av det samme bildet som for ledningsevne, dvs. at tre vann skiller seg ut med høyere verdier enn de øvrige. Av figurene framgår det imidlertid at det i perioder synes å være



Figur 4. pH (til venstre) og konduktivitet (mS/m) ved fem besøk i de 10 undersøkte lokalitetene.



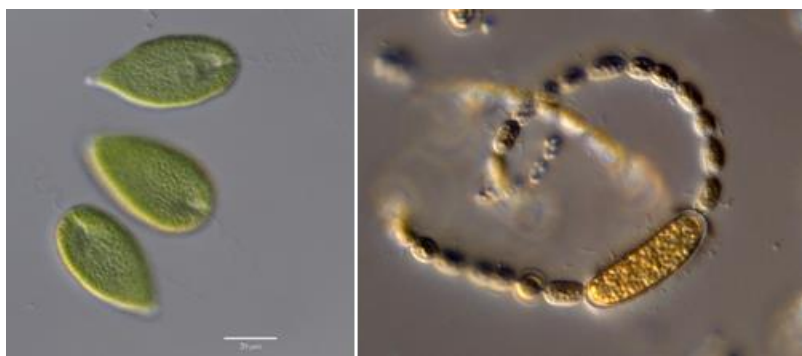
Figur 5. Ca (mg/l) (til venstre) og fosfor (mg P/l) målt ved respektive fem (Ca) og fire (fosfor) av de 10 undersøkte lokalitetene.

et inverst forhold mellom Ca og ledningsevne, eksempelvis fra juni til august 2018 da ledningsevnen faller markant, mens innholdet av Ca øker. Ser vi på verdiene av Na og Cl øker/synker disse i takt med ledningsevnen. De fleste lokalitetene er kystnære og må antas å få et tilskudd av havsalter i perioder med nedbør. Samtidig vil dette resultere i en tynningseffekt og en nedgang i Ca.

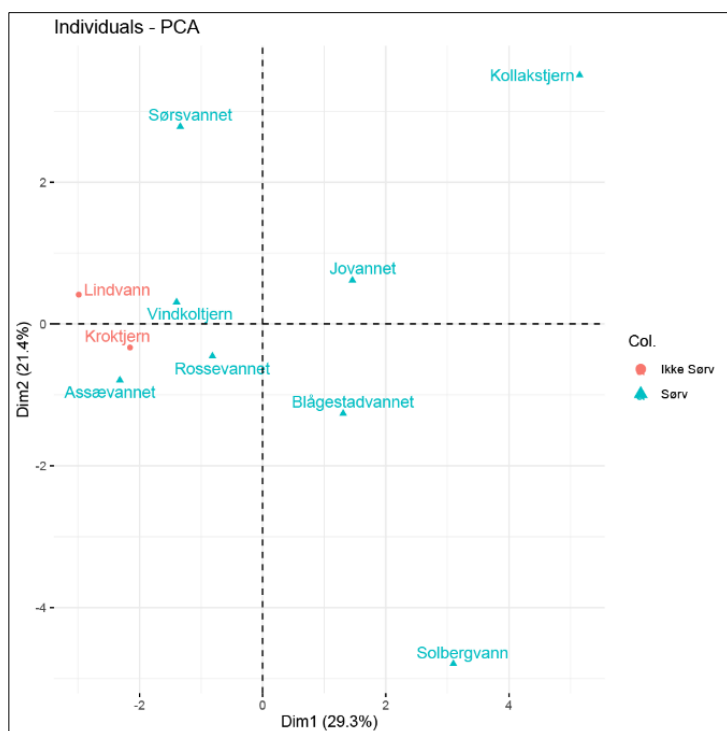
Vannforskriftens typologi bruker fosfor for å typifisere en lokalitet. Blant våre lokaliteter er Solbergvann den eneste lokaliteten som ikke kommer ut med tilstanden god/meget god. Her skjedde det endringer i løpet av sommeren 2019 som resulterte i en økning i fosfor fra 0,008 i juni til 0,035 mg/l i august. I september var verdien fortsatt høy, 0,024 mg/l, hvilket tilsier en moderat vannkvalitet. I følge typologien har Assævannet, Sørsvannet, Vindkoltjern og Lindvann en meget god vannkvalitet (<0,010 mgP/l), mens vannkvaliteten i de øvrige vannene er karakterisert som god.

3.2 Planteplankton

Planteplanktonsamfunnet i flere av innsjøene domineres av den grønne nåleflagellaten *Gonyostomum semen* (**figur 6**). Denne flagellaten er kjent for å vandre vertikalt i innsjøer, både i forhold til lys og for å kunne ta opp næringsstoffer som normalt ikke er tilgjengelig for planteplankton (Cronberg m fl. 1988, Eloranta & Råike, 1995). Den ble påvist i alle innsjøene og dominerte i hele eller deler av sesongen i Blågestadvannet, Solbergvann, Kollakstjern, Vindkoltjern, Kroktjern og Lindvann. Den eneste innsjøen som hadde en høy andel cyanobakterier var Solbergvann (**figur 6**). Solbergvann, Kollakstjern og Sørsvannet var mest ulike de andre innsjøene ut fra PCA analysen, basert på gjennomsnittlige verdier av totalt volum for de ulike planteplanktonklassene (**figur 7**).



Figur 6. *Gonyostomum semen* (til venstre) og cyanobakterien *Dolichospermum sigmoideum* (til høyre).



Figur 7. PCA-analyse basert på gjennomsnittlige verdier av totalt volum for de ulike planteplankton-klassene.

Basert på planteplanktonanalysene fikk to innsjøer tilstandsklasse **svært god**: Assævannet og Sørsvannet (**tabell 3**); fire innsjøer fikk tilstandsklasse **god**: Rossevannet, Jovannet, Krokstjern og Lindvann; to innsjøer fikk tilstandsklasse **moderat**: Blågestadvannet og Vindkoltjern, mens Solbergvann og Kollakstjern fikk tilstandsklasse **dårlig**.

Med unntak av Assævannet og Sørsvannet viste verdiene for totalt fosfor bedre tilstand enn tilstandsklassene de enkelte innsjøene fikk basert på planteplanktonet. I noen av innsjøene kan det skyldes dominansen av *G. semen*.

Tabell 3. Økologisk tilstand for planteplankton, basert på totalt biovolum, trofisk indeks for arts-sammensetning (PTI, Phytoplankton Trophic Index) og maksimum biovolum av cyanobakterier ($Cyano_{max}$). Grenser og farger for tilstandsklasser, se **tabell 2**.

nEQR	Tot P	Volum	PTI	$Cyano_{max}$	Totalvurdering PP
Rossevannet	0.85	0.64	0.69	0.99	0.67
Assævannet	1.00	0.99	0.78	0.95	0.89
Sørsvannet	1.00	0.94	1.00	1.00	0.97
Blågestadvannet	0.85	0.51	0.48	0.98	0.50
Solbergvann	0.60	0.38	0.25	0.38	0.32
Jovannet	0.91	0.68	0.81	0.99	0.74
Kollakstjern	0.74	0.40	0.30	0.98	0.35
Vindkoltjern	1.00	0.67	0.45	0.96	0.56
Krokstjern	0.94	0.92	0.61	0.96	0.77
Lindvann	1.00	0.71	0.57	0.89	0.64

3.3 Krepsdyr

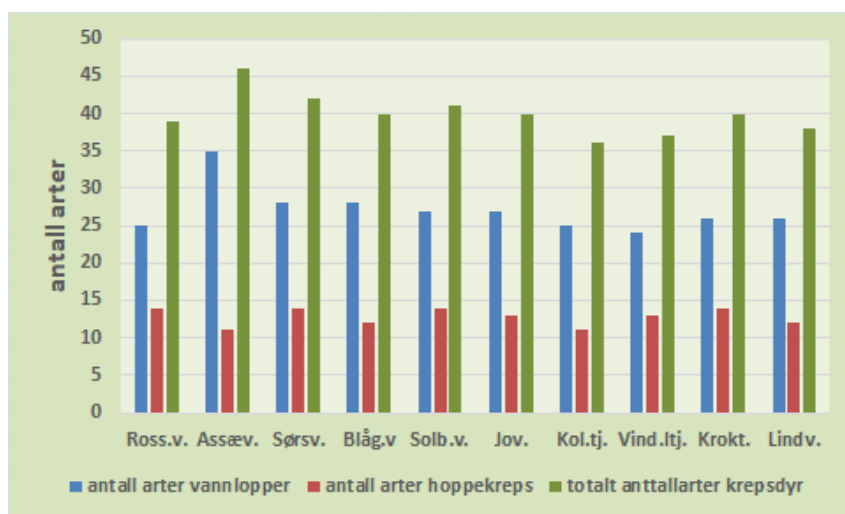
3.3.1 Registrerte arter

Det er tilsammen i 2018 og 2019 registrert 64 arter krepsdyr fordelt på 43 vannlopper og 21 hoppekreps (**figur 8, vedlegg 3a, b**). Alle vannloppene som ble funnet i 2019, ble også registrert i 2018. Med hensyn til hoppekrepsene var det imidlertid tre arter som ikke ble registrert i 2018 som da inkluderte 20 vann; gulhalehops *Cyclops abyssorum*, vilterhops *Cyclops strenuus* og damhops *Diacyclops bicuspidatus*.

Et fåtalls individer av *C. abyssorum* ble funnet i planktonprøven fra Solbergvann i september. Dette er en relativt stor hoppekreps med en hvitgrå farge med islett av gulfarge som er spesielt markant på halen der de to halevedhengene er lange og divergerende. Det er en planktonisk art som er vidt utbredt i Norge og registrert i 8 % av alle undersøkte vann. Den er vanlig i både lavereliggende og høyereliggende områder og fins i et vidt spenn av ferskvannstyper. Den er sjelden i vann med pH<5,0, og er mest vanlig i vann med respektive lav (<1.0 mS/m) og høy (>10.0 mS/m) ledningsevne. Den kan i så henseende sees på som en opportunist som sannsynligvis er konkurransesvak, men som klarer seg når andre arter får problemer.

C. strenuus kan minne mye om vår vanligste hoppekreps, vingehops *C. scutifer*. Den skiller seg likevel ut ved at de to siste brystsegmentene ikke har samme markerte vingeform. Den har vanligvis en lys gul eller oransje farge, forekommer både pelagisk og i litoralsonen og er funnet i ca. 3 % av alle undersøkte vannforekomster i Norge, alle under 500 moh. I vår undersøkelse ble den påvist i littoralsonen til Blågestadvannet og Solbergvann i september. Den svømmer rundt med hastig, hoppende bevegelser, noe som har gitt opphavet til det norske navnet. De fleste funnene er gjort i små dammer og pytter, men særlig om våren kan den påtreffes i strandsonen i større innsjøer. Den er assosiert med nøytrale, elektrolyttrike lokaliteter og kan leve i ekstremt næringsrike dammer. Siden arten er vanlig tidlig om våren og seinhøstes, er den underrepresentert i datagrunnlaget.

D. bicuspidatus er en lang og slank litoral art som ernærer seg som griper/predator. De to halevedhengene skiller den fra andre *Diacyclops*-arter ved at de er lengre, omtrent like lange som de tre bakerste halesegmentene tilsammen. Den ble påvist i septemberprøven fra Vindkoltjern. Fargen er oftest gulaktig, med et varierende anstrøk av oransje eller rødt. Damhops er i dag registrert i snaut 2 % av lokalitetene i Norge hvorav de langt fleste er små dammer rundt Oslo. Arten er ikke registrert nord for Dovre. pH i funnlokalitetene varierer mellom 5,0 og 8,1 og ledningsevnen fra 0,7 til 93 mS/m.



Figur 8. Antall vannlopper og hoppekreps funnet i de 10 undersøkte vannene.



Figur 9. Vilterhops *Cyclops Strenuus* (foto: Nina Jonsson) til venstre og damhops *Diacyclops bicuspidatus* (tegning G.O. Sars)

Poppeihops *Paracyclops poppei* var også ny art for vannene som ble undersøkt i 2019, og ble registrert i juniprøven fra litoralsonen til Solbergvann. De første funnene av arten i Norge ble gjort på 1990-tallet og den er en av få hoppekreps som ikke er blitt beskrevet av G.O. Sars. I dag er den registrert i nær 1 % av de undersøkte lokalitetene, alle på sørøstlandet; de fleste rundt Oslo. Nesten alle funnene er gjort i lavlandet og ofte i dammer eller sakteflyende partier av elver. Den er assosiert med nøytrale, næringsrike lokaliteter.

Interessant er at fire av de fem artene som ble registret som nye ble påvist i Solbergvann. I henhold til oppdatert liste basert på Limnofauna Norvegica (Walseng & Halvorsen 1996 a,b), er alle artene tidligere registrert i Aust-Agder. Ingen av artene er rødlistet (Henriksen & Hilmo 2015).

Artsantallet varierte fra 36 (25 arter vannlopper og 11 arter hoppekreps) i Kollakstjern til 46 (35 arter vannlopper og 11 arter hoppekreps) i Assævannet. De to referansevannene hadde en artsrikdom på respektive 40 arter i Krokstjern og 38 arter i Lindvann, det vil si omtrent som snittet for vannene med sørv. Til sammen 18 arter, 12 arter vannlopper og seks arter hoppekreps, ble funnet i alle de 10 lokalitetene. Alle artene er vanlige i Norge og de fleste har en vid utbredelse. Et unntak er sylfidehops *Thermocyclops oithonoides* (figur 10) som er den minste av de planktoniske hoppekrepsene. Alle funnlokalitetene for denne arten ligger i lavlandet (<500 moh.) i den sørøstre delen av Norge.



Figur 10. Utbredelsen til sylfidehops *Thermocyclops oithonoides* (til venstre) og sørhops *Eudiaptomus gracilis* (til høyre).



Figur 11. Utseendet (tegning G.O. Sars) og utbredelsen (Artsdatabanken) til *Disparalona rostrata*.

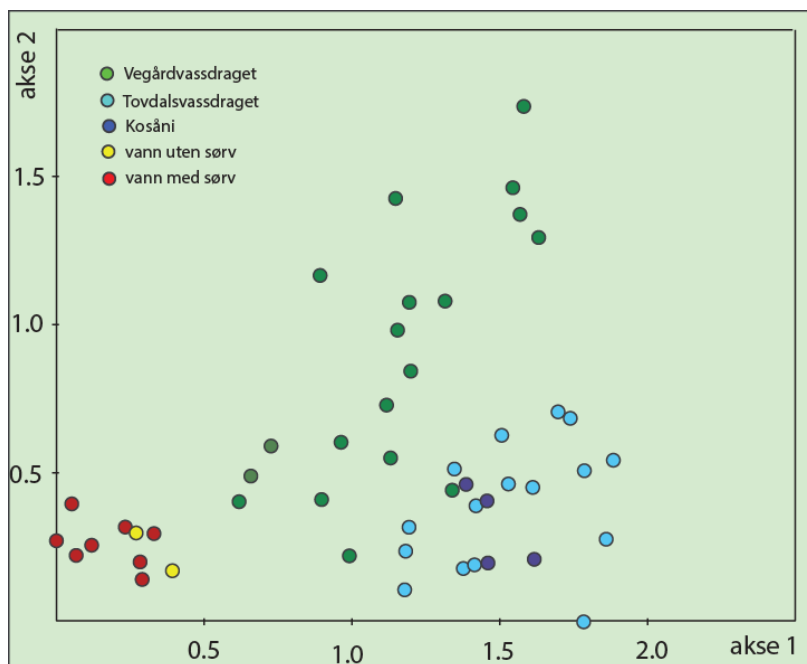
Sørhops *Eudiaptomus gracilis* er også en vanlig art med hovedutbredelse i den sørlige landsdelen, men som også fins spredt i de to nordligste fylkene (**figur 10**). Den er en makrofiltreter som er funnet i 29 % av vannene der det er tatt planktoniske prøver her i landet. Den er vår vanligste calanoide hoppekreps med lange, slanke antenner og som er nesten gjennomsiktig. Den er forsurestolerant, men forekommer også under alkaliske forhold. Også i forhold til vannets elektrolittinnhold er den tolerant.

Blant arter som er mindre vanlige på landsbasis, men som var vanlige i våre lokaliteter, kan nevnes langsnutekreps *Disparalona rostrata* (**figur 11**). Den kan minne om arter innen slekten *Alonella*, men kroppsfasongen til *D. rostrata* er mer avlang og den framskutte delen av hodepartiet er lengre og mer kurvet enn hos *Alonella* sp. *D. rostrata* er funnet i 2,7 % av de undersøkte lokalitetene i Norge. Selv om den er registrert i Nord-Norge, er den vanligst i området rundt Oslofjorden. Også for denne arten er det gjort kun to funn fra den sørligste regionen, begge fra stilleflytende partier av Nidelva (B. Walseng upubl.). Den er sjelden i surt og ionefattig vann.

3.3.2 Artssamfunnet i en regional sammenheng

Forekomst/fravær-data fra de 10 undersøkte lokalitetene ble analysert ved hjelp av en DCA-ordinasjon sammen med 40 artslistene fra andre lokaliteter i Aust-Agder som er blitt prøvetatt tidligere (**figur 12**). Dette materialet inkluderer data fra undersøkelser i Tovdalsvassdraget, Vegårdvassdraget og Kosånassdraget. Vi har valgt å bruke total artsliste for våre vann, dvs. at de er prøvetatt med samme innsats i to år, mens vannene vi sammenligner er kun undersøkt i ett år. Figuren ville blitt nesten identisk dersom vannene i vår undersøkelse hadde vært representert med kun ett år. Nedveing av sjeldne arter ble benyttet. Ordinasjonen resulterte i at 31,2 % av variasjonen i materialet kunne forklares av de to første aksene. 1-aksen alene forklarte 24,3 % av variasjonen, mens 2-aksen bidro med ytterligere 6,9 %. Lengden til 1-aksen var 1,9, mens 2-aksen var 1,7 SD-enheter. Intensjonen ved å bruke DCA-ordinasjon i dette tilfellet var ikke å finne ut hvilke variabler som forklarer det meste av variasjonen, men kun å se hvordan våre vann legger seg i figuren i forhold til vannene vi sammenligner med. 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 figuren.

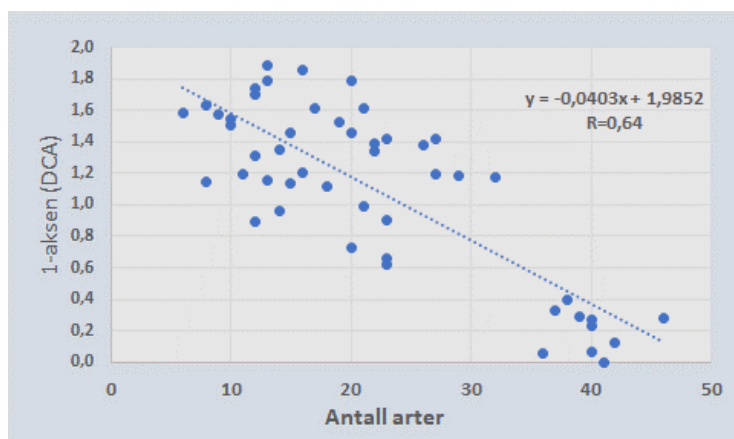
Som det framgår av **figur 12**, skiller de 10 vannene med og uten sørv seg klart fra lokaliteter i de tre vassdragene som vi har sammenlignet med. Langs 1-aksen var det ingen overlapp.



Figur 12. DCA-ordinasjon av krepsdyrfaunaen (forekomst/fravær) til 50 vannforekomster i Aust-Agder.

Det er flere arter som bidrar sterkt til at vannene fordeler seg slik som vist i figuren. Vannloppene, børstesnabelkreps *Bosmina longirostris* og snegledvergreps *Alonella exigua*, samt hoppekrepsene langhalehops *Eucyclops macrurus* og stutthalehops *Paracyclops affinis* er eksempler på arter som var vanlige i vår undersøkelse, og som er nesten helt fraværende i lokaliteter i motsatt ende av 1-aksen. Den calanoide hoppekrepsen spasmehops *Heterocope saliens* og den cyclopoide hoppekrepsen robusthops *Acanthacyclops robustus* ble ikke funnet i våre lokaliteter. I lokalitetene vi sammenligner med, mangler *H. saliens* kun i noen få vann. Slekten *Acanthacyclops* var representert i ca. halvparten av vannene.

Det er viktig å poengtere at vannene vi har sammenlignet med ble undersøkt for 50 år siden, i en tid da forsurening var et problem og forsuringfølsomme arter hadde problemer. *E. macrurus*, som mangler helt, er eksempel på en art som kan ha blitt påvirket av forsuringen i noen av vannene. Et annet moment er at vannene i 2019 ligger under marin grense, mens de fleste vannene vi har sammenlignet med ligger over denne grensen. Det er ikke uventet at 1-aksen var signifikant korrelert til artsrikdom ($R=0,64$) (figur 13).



Figur 13. Korrelasjon mellom artsrikdom og score langs 1-aksen.

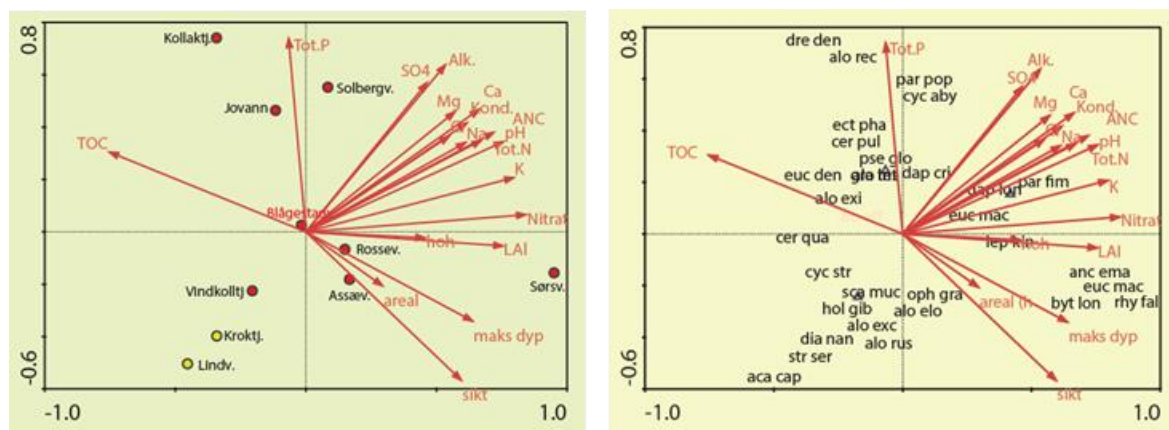
Med alle forbehold gir likevel resultatene en indikasjon på at vannene i vår undersøkelse har en artssammensetning, som når vi sammenligner med andre vann i regionen, har mange felles-trekk. Ser vi bort fra noen unntak, går det likevel fram av figuren at artssammensetningen skiller mellom vann med og uten sørv langs 1-aksen. I fortsettelsen skal vi se nærmere på mulige forskjeller her.

3.3.3 Artsdiversitet i lokaliteter med og uten sørv

Med tanke på å finne forskjeller i artsinventar mellom vann med og uten sørv, ble det først brukt en DCA-analyse basert på forekomst/fravær av arter. Da akselengdene ble veldig korte, valgte vi å bruke dominans-score som grunnlag for analysen. Høyeste dominans-score fra to pelagiske og fire litorale prøver fra hver lokalitet er lagt til grunn. Det er brukt en tredelt skala der 1: <1 %, 2: 1-10 % og 3: >10 %. Siden akselengdene fortsatt ble kortere enn det som er tilrådelig for en DCA-analyse, har vi vist en PCA-analyse (Principal Component Analysis) i **figur 14**. Miljøvariabler er behandlet passivt. 1-aksen forklarer 22,3 % av totalvariasjonen i materialet, mens 2-aksen bidro med ytterligere 17,0 %. I grove trekk viser figuren at 1-aksen skiller mellom lokaliteter med respektive høy TOC og høy ledningsevne, mens 2-aksen er korrelert med Tot-P. Kationer og anioner som bidrar til ledningsevnen trekker i samme retning som Tot-P.

De to referansevannene uten sørv, Lindvann og Krokthjærn, har mange fellestrekk med hensyn til sammensetning og dominansforhold av krepsdyrsamfunnet. pH, Ca, alkanitet, SO₄ og ANC er variabler som bidrar til dette, og de laveste verdiene ble registrert i disse vannene (**vedlegg 1**). Det er imidlertid viktig å presisere at det er snakk om små forskjeller. pH-skalaen er logaritmisk, og det er snakk om relativt små variasjoner rundt pH 7,0. Med hensyn til kalsium ble Assævvannet og Rossevannet, i tillegg til de to referansevannene, karakterisert som kalkfattige (1-4 Ca mg/l).

I artsplottet som er vist i figur 14b er arter i sentrum av figuren fjernet, da disse er vanlig forekommende i alle lokaliteter. Vi står derfor igjen med arter som er mindre vanlig, og de artene vi finner lengst fra sentrum er ofte funnet i en enkelt lokalitet. Et godt eksempel er langsnotekreps *Rhynchotalona falcata* som kun ble funnet i Sørsvannet der den var dominant i en prøve tatt over et substrat bestående av fin sand. Den er funnet i omtrent 20 % av de undersøkte vannforekomstene i Norge, og er utbredt over hele landet fra havnivå og opp til høyfjellet (1500 moh.). Selv om den er mest vanlig i mellomstore vann, er den også relativt vanlig i både de minste og i de største vannforekomstene og er assosiert med stein/sand substrat der den ernærer seg ved å skrape alger av steinene (den er en «skraper»).



Figur 14. PCA-plot som illustrerer likheter og forskjeller i sammensetningen av småkrepssamfunnene (totale samfunn) basert på tilstedeværelse/fravær data der det ble tatt både pelagiske og litorale prøver. Figuren til venstre (a) er basert på forekomst av hver enkelt art der en tredelt skala er blitt brukt (<1% sjelden, 1-10% vanlig, >10% dominant). Miljøvariablene moh., dyp, innsjøareal, pH, konduktivitet, kalsium, TOC, Tot P og vann +/- sørv er lagt til passivt (dvs. at de ikke påvirker ordinasjonen) for å anskueliggjøre mulige forklaringsvariabler. Artsplottet til høyre (b) viser de 20 artene som passer best til 1- og 2-aksen. For artsnavn, se **vedlegg 5**.

Gelekreps *Holopedium gibberum*, som er en av våre vanligste planktoniske arter, er kjent som en «kalkskyende» art og er ikke funnet under sterkt alkaliske forhold ($\text{Ca} > 30 \text{ mg/l}$). Interessant er det at arten i vår undersøkelse ble funnet som vanlig eller dominant i de fem vannene med lavest innhold av Ca ($< 5,0 \text{ mg/l}$), mens den ikke ble påvist i de øvrige vannene. De survannstolerante artene mosenebbkreps *Alona rustica* og myrvannshops *Diacyclops nanus* var også assosiert med flere av disse vannene.

Artsplottet (**figur 14**) viser de 20 artene som bidrar mest til plasseringen av lokalitetene i figuren. Vi finner både planktoniske og litorale arter i begge ender av både 1. og 2-aksen. Med tanke på at predasjonstrykket fra sør vil kunne være forskjellig i henholdsvis pelagial- og litoralsonen, har vi valgt å analysere samfunnene hver for seg.

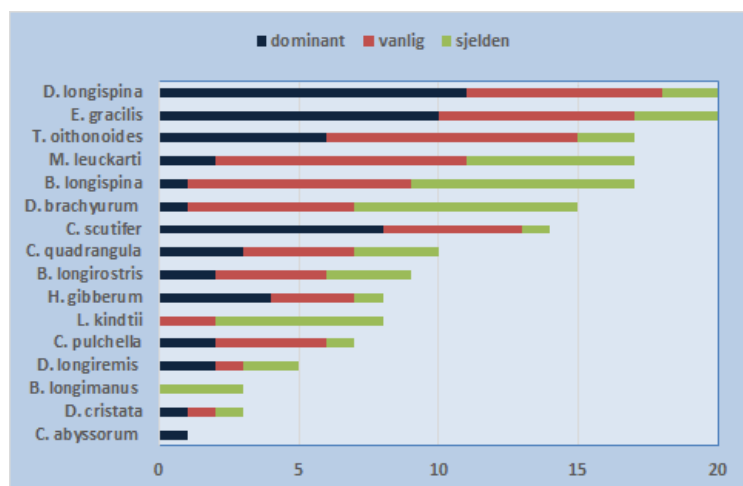
3.3.4 Planktonsamfunnet

Planktonsamfunnenes sammensetning avviker i liten grad fra det som ble funnet i 2018. Planktonsamfunnene var oftest dominert av vannloppen nåledafnie *Daphnia longispina* etterfulgt av calanoiden sørhops *Eudiaptomus gracilis* (**figur 15**). Begge arter ble registrert i samtlige håvtrekk. *D. longispina* er vår vanligste dafnie-art og er utbredt over hele landet og funnet i 41 % av vannene fra havnivå og opp til 1501 moh. Den er først og fremst sett på som en planktonisk art, men den er også vanlig i små dammer og i litoralsonen til små vann. Bruk av miljø-DNA i forbindelse med *D. longispina*-komplekset har vist at det her er snakk om flere arter, og det vi har kalt *D. longispina* i Norge er høyst sannsynlig tre arter, *D. longispina*, *D. lacustris* og *D. umbra*. I våre innsjøer har vi sannsynligvis *D. lacustris*, men vi har valgt å bruke *D. longispina* inntil en revidering av norske funn er på plass. For vårt formål har dette ingen betydning. *E. gracilis* er som tidligere nevnt vår vanligste calanaoide hoppekreps med en vid økologisk toleranse, og den fins i ferskvannslokaliteter med svært forskjellig vannkvalitet (Ponyi 1956). Livssyklus kan variere fra én generasjon til 11 generasjoner pr. år (Zankai 1978, Wærvågen 1985).

Vingehops *Cyclops scutifer* er eksempel på en annen art som kan dominere planktonsamfunnet når den først er tilstede. Dette er den vanligste pelagiske hoppekrepsen i Norge og er funnet i 59 % av innsjøene. Den er like vanlig ved havnivå som i høyfjellet.

Rovformene gigantøyekreps *Polyphemus pediculus*, langhalerovkreps *Bythotrephes longimanus* og glassrovkreps *Leptodora kindtii* var tilstede i relativt få prøver, og med ett par unntak utgjorde de $< 1\%$ av det totale antallet individer i prøven.

PCA-analyse basert på dominans-score fra planktonsamfunnet, resulterte i at bildet ble lite forandret fra det vi fikk når vi gjorde analysene på totalsamfunnet (**figur 14**). Det var blant annet mange likhetstrekk mellom de to referansevannene og Vindkoltjern.



Figur 15. De vanligste artene i planktonet basert på forekomst og dominansscore ($< 1\%$ sjelden, $1\text{--}10\%$ vanlig, $> 10\%$ dominant) i henholdsvis juni og september ($n=20$).

3.3.5 Litoralsamfunnet

Figur 16 viser de vanligste litorale artene der det er tatt utgangspunkt i to besøk (juni og september), og der dominans-score er basert på høyeste score fra to prøver.

Flat harpekreps *Acoperus angustatus* ble funnet i alle lokaliteter ved begge besøk, og den var samtidig den arten som oftest var dominant. Inntil 2009 ble det ikke skilt mellom denne og harpekreps *A. harpa* til tross for at G.O. Sars allerede i 1863 opererte med to arter. I tillegg til kroppsfasongen fant Sinev (2009) morfologiske forskjeller mellom de to artene. *A. angustatus*, som er en strandlevende skraper, er vanligere enn funnene så langt indikerer. Denne arten er sannsynligvis utbredt over hele landet. Så langt er alle funn med unntak av ett gjort <500 moh. pH i funnlokalitetene (>6,0) tyder på at arten er svakt forsuringssfølsom, og den kan derfor være aktuell som indikator i forsuringssammenheng.

Gebisskreps *Pleuroxus truncatus* ble også registrert ved alle besøk, men var ikke så ofte dominant som *A. angustatus*. I 2018, da undersøkelsen i Arendal omfattet 20 vann, var *P. truncatus* vanligste art. Den er en strandlevende skraper som er funnet i 23 % av lokalitetene i Norge. Den er funnet i alle typer vannforekomster, både i vegetasjon og på stein/sand substrat. Her opptrer den gjerne i relativt høye tettheter.

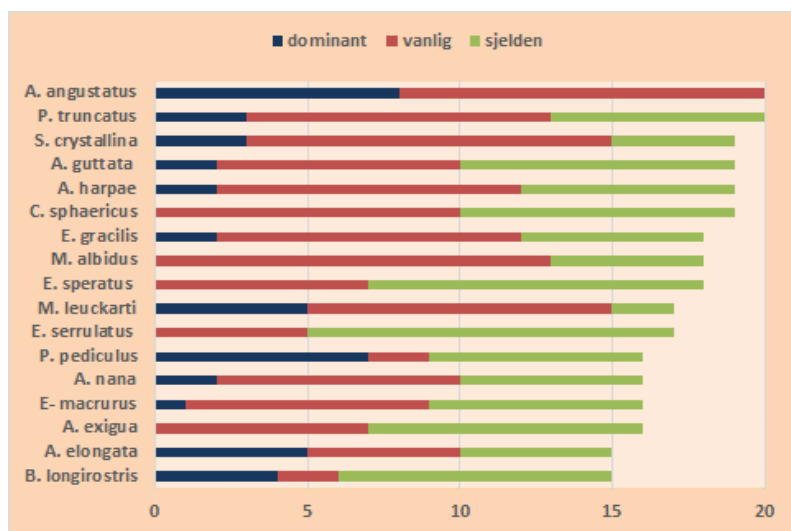
Rovformen gigantøyekreps *Polyphemus pediculus* manglet ved noen besøk, men var den arten som etter *A. angustatus* oftest var dominant. Det spesielle med denne arten er at den oftest dominerer hvis den først er til stede. Den er en av de vanligste vannloppene i Norge, og kan forekomme i svært høye tettheter inne i strandsonen. I noen vann lever den også planktonisk. Den er funnet i 60 % av vannforekomstene i Norge og er mer vanlig i innsjøer enn i dammer og pytter.

PCA-analyse basert på dominans-score fra litoralsamfunnet, resulterte i at bildet ble lite forandret fra det vi fikk når vi gjorde analysene på totalsamfunnet (**figur 14**). Følgelig er det mange likhetstrekk mellom de to referansevannene og Vindkoltjern.

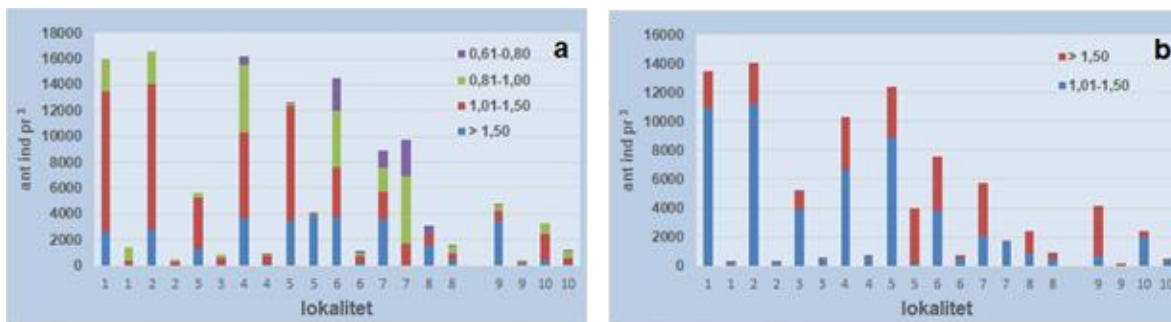
3.3.6 Tetthet og størrelsesforskjeller

3.3.6.1 Planktonsamfunnet

Basert på kvalitative håvtrekk fra største dyp og opp til overflaten er det mulig å gjøre noen grove estimater for antall individer pr. m³. Vi har delt inn artene i fire kategorier basert på lengde (**Vedlegg 5**: 1: >1,50 mm, 2: 1,01-1,50 mm, 3: 0,80-1,00 mm og 4: < 0,80 mm), basert på snittlengen til hunner (Flössner 2000, Sinev 2009, Sars 1918). Hanner er sjeldne og nesten helt fraværende i juni og august. Hos hoppekreps er det som regel liten forskjell mellom hanner og hunner.



Figur 16. De vanligste artene i litoralsamfunnet basert på forekomst og høyeste dominansscore (<1 %: sjelden, 1-10 %: vanlig, >10 %: dominant) i fra to prøver tatt henholdsvis i juni og august (n=40).



Figur 17. Totalt antall individer i planktonprøvene fra juni og september fordelt på fire størrelseskategorier (a). I figuren til høyre er vist kun antall individer >1,00 mm (b).

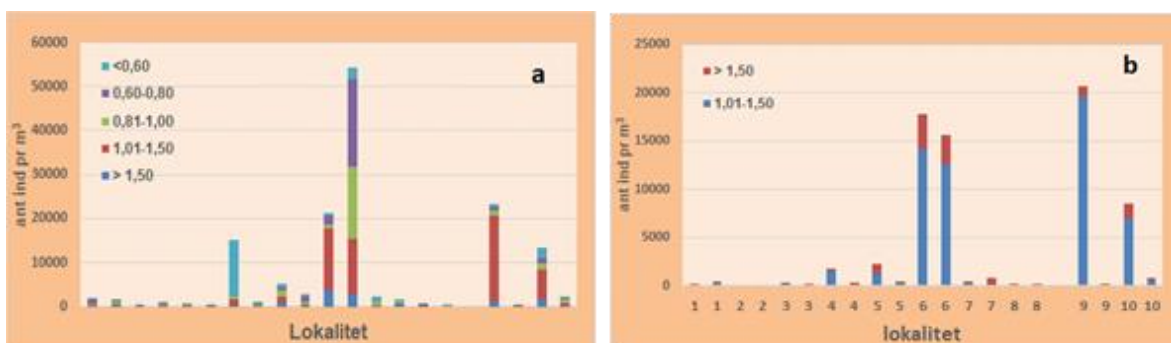
Også her har vi basert oss på hunnenes størrelse. Nauplier er ikke regnet med. Avhengig av organismens form vil selvfølgelig næringsinnholdet variere, men for å danne seg et grovt bilde av hvorvidt det er forskjeller mellom vann med og uten sørv, vil vår tilnærming gi en god pekepinn. **Figur 17** viser resultatene fra begge besøk i 2019 (juni og september).

Med unntak av Jovannet var planktonsamfunnene gjennomgående mer tallrike i juni enn i september. Ser vi kun på individer >1 mm hadde også Jovannet størst tetthet i juni. Med unntak av Kollakstjern var planktonet i vannene med sørv gjennomgående mer tallrikt enn de uten sørv. Størst individtetthet ble funnet i Assævannet etterfulgt av Rossevannet og Blågestadvannet, hvor individtallet var ca. 10x høyere i juni enn i september. I alle tre vannene var *C. scutifer* den arten som bidro mest til de store tetthetene i juni. Vannloppene svevekreps *Diaphanosoma brachyurum* og *B. longispina* var også dominant i begge vann i juni. I 2018 ble størst tetthet av store former funnet i Solbergvann, men også Assævannet og Rossevannet hørte til de mest individrike lokalitetene den gang.

Total dominans av former som er vanlige i vann med sterk predasjon fra fisk, eksempelvis dvergsnabelkreps *Bosmina longirostris* og sylfidehops *Thermocyclops oithonoides*, ble ikke funnet i 2019. Dette ble funnet i Snippetjern, et grunt vann som ble undersøkt i 2018.

3.3.6.2 Litoralsamfunnet

Basert på to kvalitative håvtrekk fra forskjellig substrat i litoralsonen beregnet vi antall individer pr. m³, denne gang fordelt på fem kategorier basert på størrelse (jfr. **Vedlegg 5**. 1: >1,50, 2: 1,01-1,50, 3: 0,81-1,00, 4: 0,61-0,80 og 5: <0,60). Ser vi bort fra referansevannene var det kun i Jovannet at det ble funnet betydelige tettheter av krepsdyr i strandsonen og der nær halvparten besto av former >1mm (**figur 18**). Merk at Jovannet er det eneste av sørv-vannene som har gjedde.



Figur 18. Totalt antall individer i littoralprøver fra juni og september fordelt på fem størrelseskategorier (a). Figuren til høyre viser kun antall individer >1,00 mm (b).

Jovannet og begge referansevannene hadde stor dominans av rovkreps *Polyphemus pediculus*, men også krystallkreps *Sida crystallina* var dominant. I de øvrige vannene, alle med sørv, ble det kun funnet beskjedne tettheter av store krepsdyr. Som nevnt tidligere er *P. pediculus* en rovform, og er en av våre vanligste krepsdyrarter, som ofte forekommer i høye tettheter. *S. crystallina* er en av våre største og samtidig vanligste strandlevende arter og fins i mer enn 40 % av de undersøkte lokalitetene i Norge. Den er utbredt over hele landet fra havnivå og opp til 1400 moh., og er funnet i alle typer av vegetasjon. Ofte finner vi de største tetthetene på undersiden av nøkkeroseplanter.

3.4 Fisk

3.4.1 Artsinventar

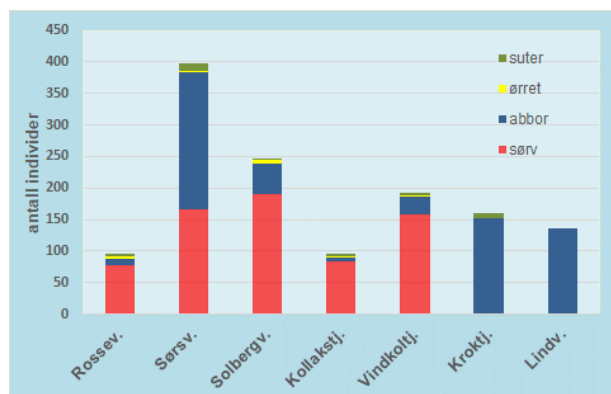
Av de sju vatna som ble prøvafisket i 2019 var det abbor (*Perca fluviatilis*) i alle, suter (*Tinca tinca*) i seks vann (ikke Lindvann), samt sørv (*Scardinius erythrophthalmus*) og ørret (*Salmo trutta*) i fem vann (ikke i Kroktjern og Lindvann). I tillegg ble det registrert «sportegn» i garnene etter ål i alle vann, i form av knuter der den hadde vært og spist på fisk som satt fast. I Rossevatnet var det snakk om knuter etter flere titalls ål. Innsjøer uten sørv, dvs. Kroktjern og Lindvann, blir heretter angitt som referansevann.

Som tidligere nevnt skjedde den første introduksjonen av suter i Norge i Solbergvann i tidsrommet 1810-1820. I Vindkoltjern har det nok også vært suter lenge, iallfall så langt tilbake som Alf Hermann Stiansen kan huske.

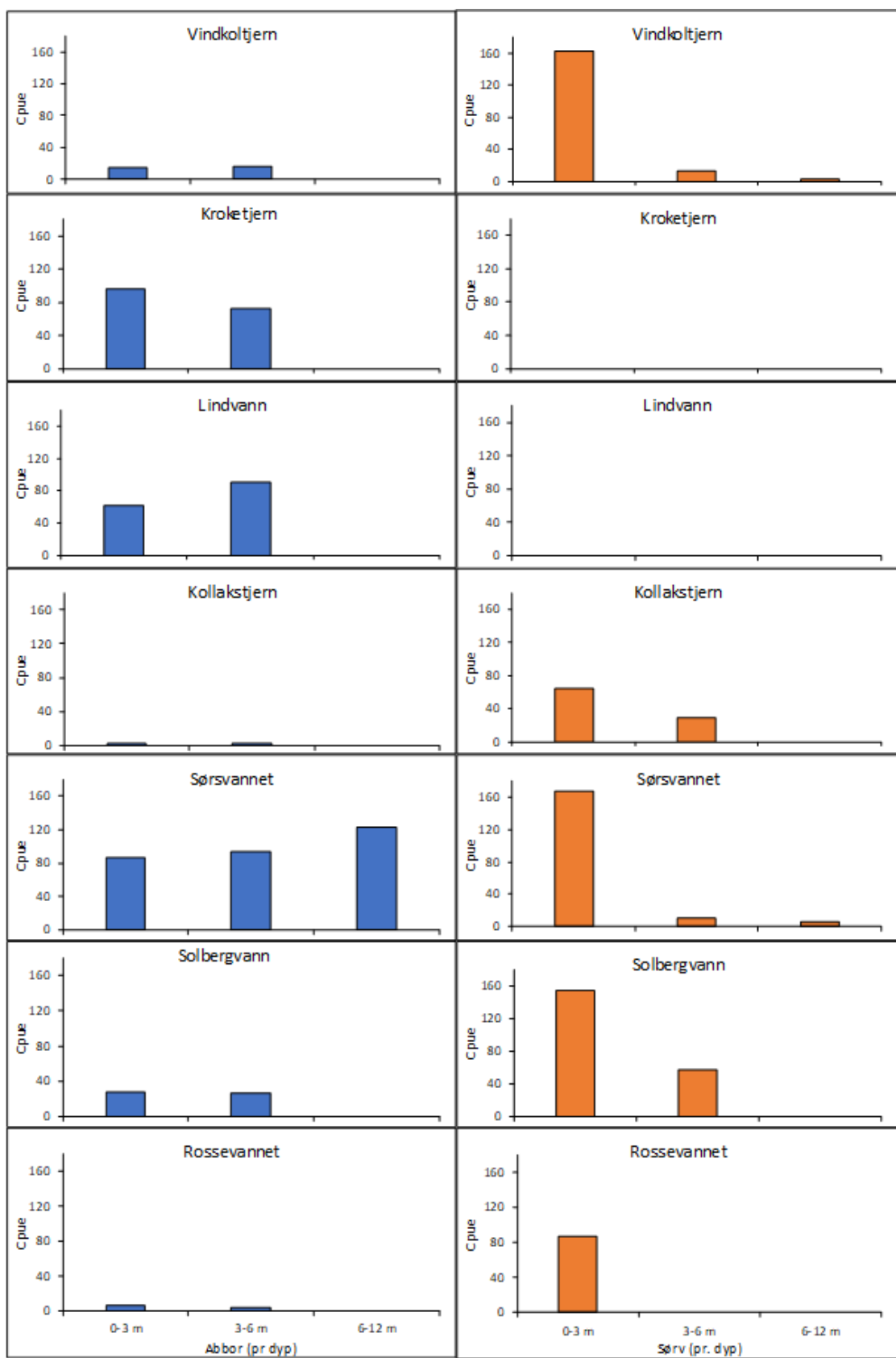
Introduksjonen av sørv er derimot av nyere dato, trolig i løpet av de siste ca. 80 årene. Rundt 1940 ble den innført til Lundevannet nederst i Vegårvassdraget (Nævestad 1984, jf. Kleiven & Hesthagen 2012). Til Vindkoltjern skjedde det for 20-30 år siden (Alf Hermann Stiansen, pers. medd.). I Kollakstjern og Rossevatnet skjedde det for 10-15 år siden, mens i Solbergvann kom den inn ca. 2014. Sammenligner vi med de opplysningene som ble hentet inn forut for prøvafisket (jf. Walseng & Jensen 2018), kan vi tilføye suter og ørret i Kollakstjern, samt suter i Kroktjern.

3.4.2 Fangstutbytte

Det ble fanget totalt 1323 individer, med flest sørv ($n=678$), deretter abbor ($n=597$), suter ($n=34$) og ørret ($n=14$) (**figur 19, vedlegg 6**). Fangstutbyttet uttrykt som antall individ pr. 100 m² garnareal pr. natt (Cpue) for abbor og sørv i de enkelte innsjøene fordelt på dyp er vist i **figur 20**. Sørsvannet hadde de største tetthetene av abbor med Cpue=86 individ på 0-3 m dyp og 122 individ på 6-12 m dyp. Også Kroktjern og Lindvann hadde høye tettheter av abbor, med Cpue på henholdsvis 96 og 62 individ på 0-3 m dyp. Fangstutbyttet på 3-6 m dyp i de to vannene var på henholdsvis 73 og 90 individ. De andre innsjøene hadde betydelig lavere tettheter av abbor, men fangsten var middels stor i Solbergvann med Cpue=28 individ på 0-3 m dyp. Både Kollakstjern og Rossevatnet hadde svært lave tettheter av abbor, og det samme gjaldt til en viss grad også Vindkoltjern (Cpue=14-16 på 0-3 og 3-6 m dyp). Fangstene av sørv var til dels bety-



Figur 19. Fangsten fra de sju vannene som ble prøvafisket i Arendal kommune i 2019. Referansevannene Kroktjern og Lindvann, begge uten sørv, til høyre i figuren.



Figur 20. Fangstutbyttet uttrykt som antall individ pr. 100 m² garnareal pr. natt (Cpue) for abbor og sørv i de enkelte innsjøene fordelt på dyp. Sørsvannet var den eneste lokaliteten der abboren synes å trives godt på dyp under 6 m, og det var kun her det ble fanget abbor på 6-12 m dyp.

delig høyere enn av abbor, og tetthetene må karakteriseres som svært høye. Men til forskjell for abbor, ble det fanget lite sørv dypere enn 0-3 m. De største tetthetene ble registrert i Sørsvannet med Cpue=168 individ på 0-3 m dyp, deretter Vindkoltjern (Cpue=163 individ) og Solbergvann (Cpue=154 individ). I de to andre innsjøene med sørv var det også relativt høye tettheter på 0-3 m dyp; Rossevannet (Cpue=87) og Kollakstjern (Cpue=64). Tetthetene av sørv på dypere områder var altså relativt lave, bortsett fra på 3-6 m dyp i Solbergvann (Cpue=57) og i Kollakstjern (Cpue=29). I Sørsvannet ble det fanget noe sørv også på 6-12 m dyp (Cpue=11), mens mengden på dette dypet i Vindkoltjern var ubetydelige (Cpue=2).

Totalt ble det tatt mer enn dobbelt så mange fisk på 0-3 m som på 3-6 m dyp. På 6-12 m dyp ble det tatt 63 individ, og dette var nesten utelukkende abbor i Sørsvannet. Hele 85% av sørven ble fanget på 0-3 m dyp, mens mer enn halvparten av all abbor ble tatt på 3-6 og 6-12 m dyp. Tre av 14 ørreter ble fanget på gruntområder (0-3 m), mens for suter var tilsvarende tall åtte av tilsammen 26 individer (ca. 31 %). Av i alt fem suter ble fire fanget på 3-6 m dyp sammen med den ene ørreten fra vannet. Flest ørret, i alt fem individer, ble fanget i Solbergvann. Her ble det kun tatt én suter. I Rossevannet ble det fanget fire individer av både ørret og suter, der alle bortsett fra en suter ble fanget på 3-6 m dyp.

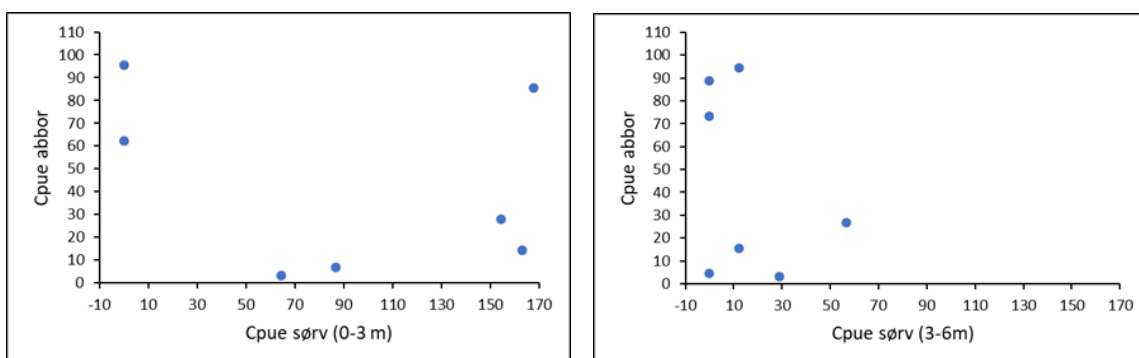
Også i Sørsvann er det dominans av sørv på gruntområdene (0-3 m dyp), men da mindre markant enn i de øvrige vannene. Kommer vi dypere enn 3 m, overtar imidlertid abboren og utgjorde ca. 90 % av fangsten.

3.4.3 Forholdet mellom abbor og sørv på ulike dyp

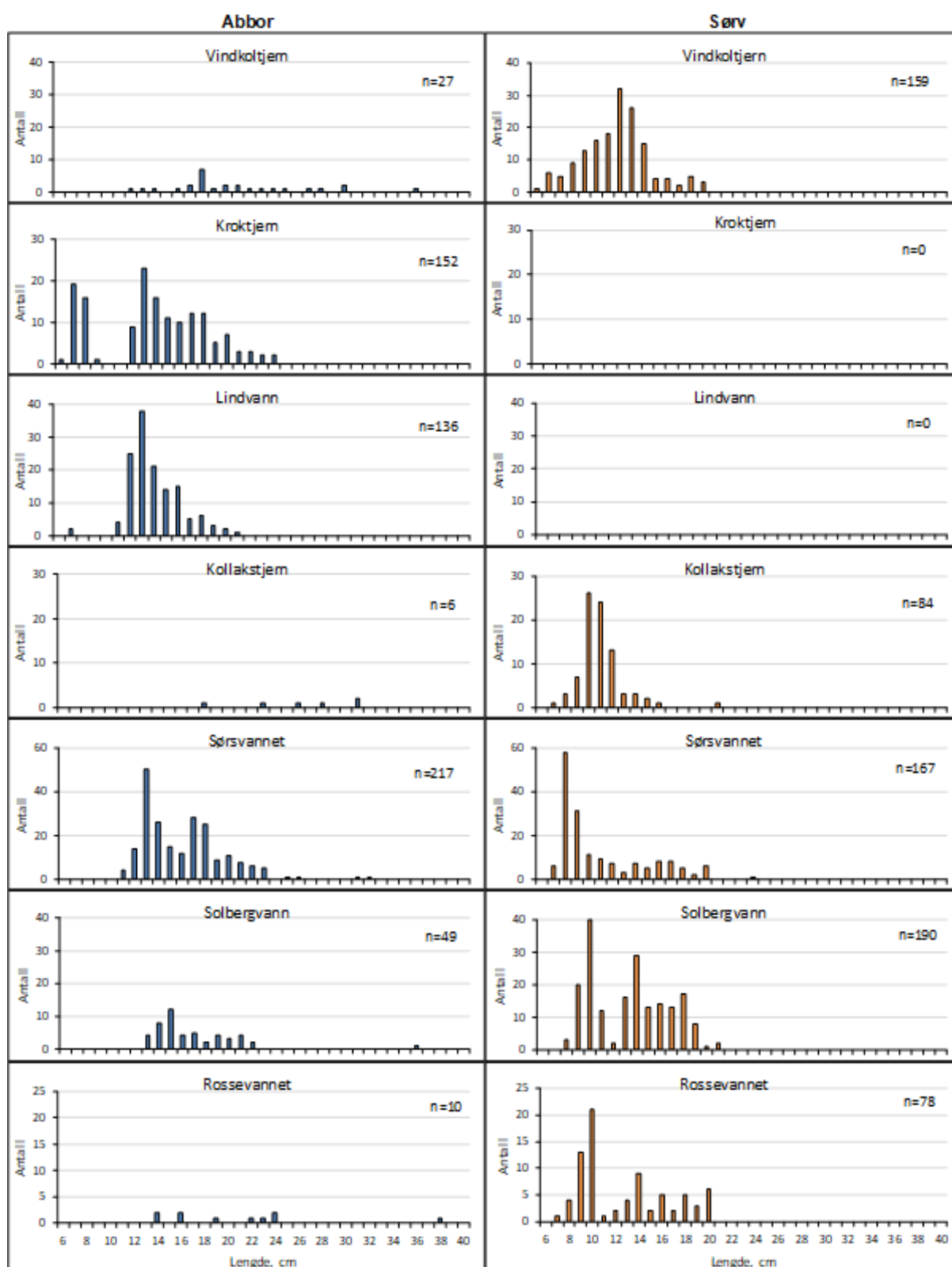
I **figur 21** er fangstutbyttet (Cpue) av sørv plottet mot fangstutbyttet av abbor på 0-3 m og 3-6 m dyp. Det viser seg at tettheten av abbor avtar med økende tetthet av sørv. Unntaket er Sørsvannet som altså har høyere tettheter av abbor og sørv både på 0-3 og 3-6 m dyp. Bortsett fra i dette vannet, hadde de to referansevannene uten sørv (Kroktjern og Lindvann) de desidert høyeste tetthetene av abbor. Solbergvann hadde den desidert høyeste tettheten av sørv på 3-6 m dyp (Cpue=57), der fangsten av abbor på samme dyp var middels høy (Cpue=27). Rossevannet og Vindkoltjern hadde lave tettheter av både abbor og sørv på 3-6 m dyp.

3.4.4 Bestandsstruktur og vekstkurve

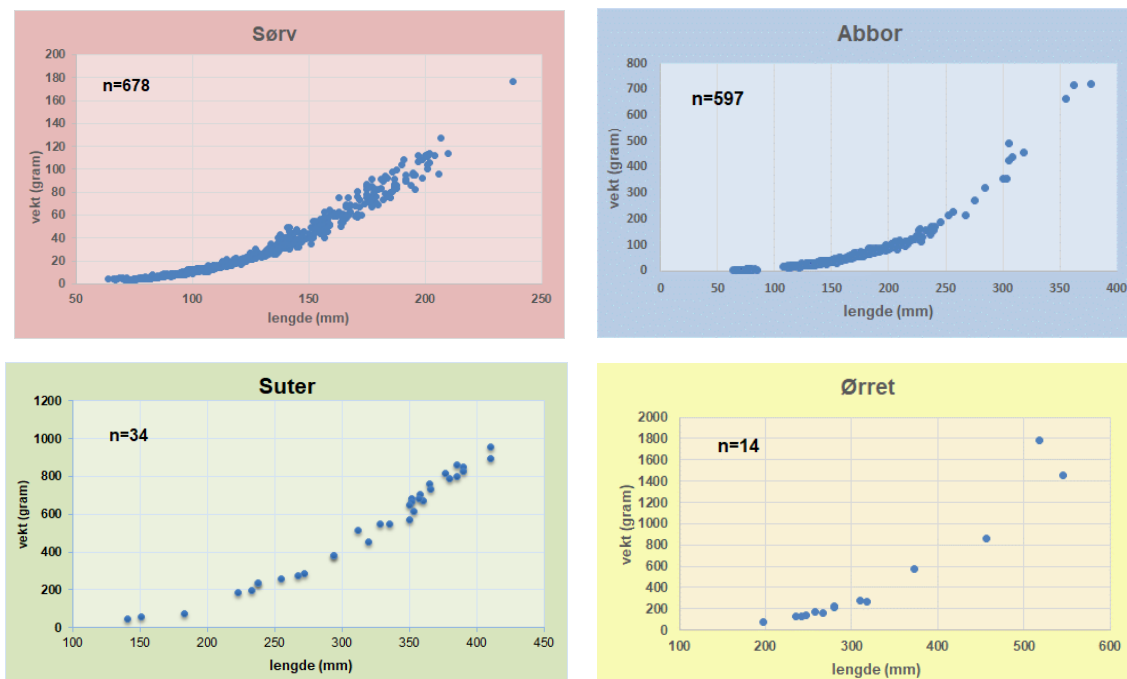
Det var betydelig variasjon i størrelsen på abbor mellom de enkelte lokalitetene (**figur 22**). Kroktjern var nær eneste lokaliteter hvor det ble fanget yngel, der de minste individene på 56-84 mm antas å være årets rekrutter. Her var rekrutteringen svært god, idet årsyngelen utgjorde 23,7% fangsten. Hos abbor er det et markant skille i lengde mellom 0+ og 1+, det vil si mellom de to yngste årsklassene. Det ble ikke fanget individer med lengder på 85-105 mm. Videre er det ut i fra kurven ikke mulig å skille mellom de enkelte årsklassene. I Lindvann var det svært liten fore-



Figur 21. Fangstutbyttet (Cpue) av sørv plottet mot fangstutbyttet av abbor på 0-3 m (venstre) og 3-6 m dyp (høyre).



Figur 22. Størrelsesfordeling på abbor og sørv i de enkelte lokalitetene.



Figur 23. Forholdet mellom lengde og vekt for sørv, abbor, suter og ørret basert på prøvefiske i sju vann i Aust-Agder i 2019. *n* er antall fisk.

komst av yngel ($n=2$). Krokthjern og Lindvann er altså de to innsjøene uten sørv. Abborbestandene i alle de undersøkte vannene var dominert av individ på 120-160 mm, og få oppnådde lenger på > 200 mm. Det ble kun fanget ni abbor > 300 mm, og de to største individene var fra Vindkoltjern (362 mm) og Rossevannet (377 mm). Sørv hadde en relativt ensartet bestandsstruktur, men også de hadde en varierende rekrutteringsstyrke. Sørv < 100 mm var trolig år-syngel, og andelen i de enkelte innsjøene varierte mellom 16,4% (Vindkoltjern) og 63,5% (Sørsvannet). Kun 12 individer oppnådde lengder > 200 mm. Hos abbor er det et markant skille i lengde mellom 0+ og 1+, det vil si mellom de to yngste årsklassene. Det ble ikke fanget individer med lengder på 85-105 mm. Videre er det ut i fra kurven ikke mulig å skille mellom de enkelte årsklassene

Forholdet mellom lengde og vekt hos de fire artene sørv, abbor, suter og ørret, er vist i **figur 23**. Hos ørret og abbor stiger vekstkurven relativt raskt, noe som tyder på gode næringsforhold etter å ha nådd en viss størrelse. Kondisjon kan variere og framgår av forholdet vekt/lengde hos de største ørretene fanget i Sørsvannet. Verdt å merke seg er at suter har en mer rettlinjet vekstkurve enn hva som er tilfelle for de andre artene. Gjennomsnittslengde til suter og ørret var respektive 31,5 cm og 32,3 cm.

3.4.5 Mageprøver

Mageinnhold fra tilsammen 125 fisk, 25 abbor og 100 sørv, ble analysert (**tabell 4**). Rekrutter av abbor ble kun fanget i de to referansevannene, der de fleste individene stammer fra Krokthjern. Abboren varierte i størrelse fra 56 til 84 mm, og må antas å tilhøre årets rekrutter, det vil si 0+. Størrelsen på sørven som ble undersøkt varierte fra 65-112 mm.

Anatomien hos de to artene med tanke på fordøyelsessystemet, er svært forskjellig. Abboren hadde en definert magesekk der innholdet var relativt intakt og derfor greit å bestemme. Hos sørven manglet en definert magesekk og den første delen av tarmen fram til den bakre enden av bukhulen var tømt for innhold. Alle individene antas å ha tømt denne delen av tarmen etter å ha gått i garnet. Fra enden av bukhulen dreier tarmen 180 grader og fortsetter framover i fisken.

Her var tarmen hos de fleste individene fylt med en svart materie som ble skviset ut og analysert under lupe. I motsetning til hos abborer der innholdet var godt konserveret, var mageinnholdet hos sørv kommet lenger i fordøyelsesprosessen og kunne være vanskelig å identifisere. Noen krepsdyrarter som for eksempel chydoridene har imidlertid et kraftig ekso-skjelett som er tungt nedbrytbart og greit å artsbestemme.

En stor overraskelse var det at chydoridene, som er den mest artsrike gruppen av litorale krepsdyr og som ofte dominerer tallmessig i strandsonen, var nesten helt fraværende i dietten. Tospornebbkreps *Alona affinis* ble funnet i to sørv i Vindkoltjern, med et 20-talls individer hos den ene fisken. Ett individ av *A. affinis* ble i tillegg funnet i en abbor fra Kroktjern. Ett individ av linsekreps *Eurycercus lamellatus* ble funnet i en sørv fra Solbergvann. Ut over dette ble det ikke funnet chydorider i dietten hos sørv. Dette skyldes trolig at ekso-skjelettet hos chydoridene er for robust til at fordøyelsessystemet klarer å håndtere det. Forskjeller i fordøyelsessystemet gjør at abborer muligens har bedre forutsetninger enn sørv med tanke på å fordøye chydorider. De arbeidene som foreligger om dietten til sørv er nesten uten unntak gjort på eldre individer og her er chydorider ikke nevnt som føde.

Dafnier, hovedsakelig nåledafnie *D. longispina*, dominerte som næringsdyr i fire av vannene; Kroktjern, Sørsvannet, Solbergvann og Rossevannet. Størst tettheter av dafnier ble funnet i et par av abborer fra Kroktjern med mer enn 1000 individer. I tillegg til dafnier ble det her i halvparten av de undersøkte fiskene, funnet voksne individer av hoppekrepsen sørhops *Eudiaptomus gracilis*. Antall kunne være opp til 100 individer. Også i fordøyelsessystemet til sørv fra Sørsvannet, Solbergvann og Rossevannet, var det mange individer der det ble funnet mer enn 100 stykk. I alle tre vannene var *D. longispina* dominant i planktonet, enten ved et eller begge besøk. Størst dominans ble konstatert i september-prøven fra Solbergvann der arten utgjorde 89,2% av det totale individtallet i prøven. I noen tilfeller ble også *Ceriodaphnia* sp. funnet uten at det var mulig å identifisere til art.

I Vindkoltjern var det *Bosmina* sp. som dominerte og ble funnet i samtlige undersøkte sørv. Hos noen kunne det være snakk om opptil 800 individer. *Bosmina* sp. er en slekt som kan ha kraftige oppblomstringer i perioder, og siden krepsdyrprøvene ble tatt en måned seinere, vet vi ikke om dette også kan ha vært tilfelle i Vindkoltjern.

Mens det ikke ble påvist plantemateriale hos rekruttene til abbor, var dette tilfelle i ca. halvparten av sørv. I ett vann, Kollakstjern, var det nesten utelukkende vegetativt materiale i tarmsystemet. Unntak var to fisk med et 100-talls individer av *Ceriodaphnia* sp., hovedsakelig børsthaleprikkdafnie *C. pulchella*. I planktonprøven utgjorde arten respektive 3,4% og 26,1% av det totale individtallet. Den var også vanlig i litoralprøvene fra begge besøk i vannet. I de øvrige vannene hvor plantemateriale ble påvist i tarmsystemet, var dette alltid sammen med animalsk næring. Hos et fåtalls individer av sørv som var infisert av bendelorm manglet mageinnhold, eller det besto det av vegetativt materiale.

I litteraturen er det kun et studie fra New Zealand der yngel/ungfisk (58-65 mm) av sørv er blitt analysert med hensyn til mageinnhold. Funnene her samsvarer med våre resultater og besto i

Tabell 4. Dominerende innhold i tarmsystemet til sørv og abbor.

	art	antall	tom	lengde snitt (mm)	vegetativt	fjærmygg	dafnier	Bosmina	chydorider	hoppekreps
Rossevann	sørv	23	0	92	xx(x)	x	xxx	x		
Sørsvann	sørv	23	5	82	xx	x	xxx	x		
Solbergsvann	sørv	23	5	94	xx	xx	xxx			
Kollakstjern	sørv	12	4	89	xxx	x		x		x
Vindkoltjern	sørv	19	1	79	xx	xx	x	xxx	x	
Kroktjern	abbor	23	1	76		x	xxx	x		xx
Lindvatn	abbor	2	1	75		x		x		

hovedsak av planktoniske vannlopper, samt fjæremyggpupper. Når sørven ble eldre, ble den i økende grad benthivor (ernærer seg av bunndyr) for seinere å ende opp som herbivor. Hos individer >200 mm besto 80% av dietten av plantemateriale. I et studie fra Lake Banyoles på den Iberiske halvøya var vegetabilsk føde mindre viktig for voksen fisk, mens *Daphnia longispina*, *Schapoleberis mucronata* (vannloppe), amfipoder og fjærmugg sto øverst på menyen (Garcia-Berthou & Moreno-Amich 2000).

I vår undersøkelse er det sterke indisier for at planktoniske krepsdyr er viktig som ernæring for sørven. Det er to alternativer for at dette skal være mulig. Enten må det skje en horisontalvandring av krepsdyr inn i litoralsonen, eller så vandrer sørven ut i pelagialen. Vi har ikke fisket med pelagiske garn, så det siste alternativet kan ikke avskrives.

4 Enkeltlokaliteter

4.1 Rossevannet

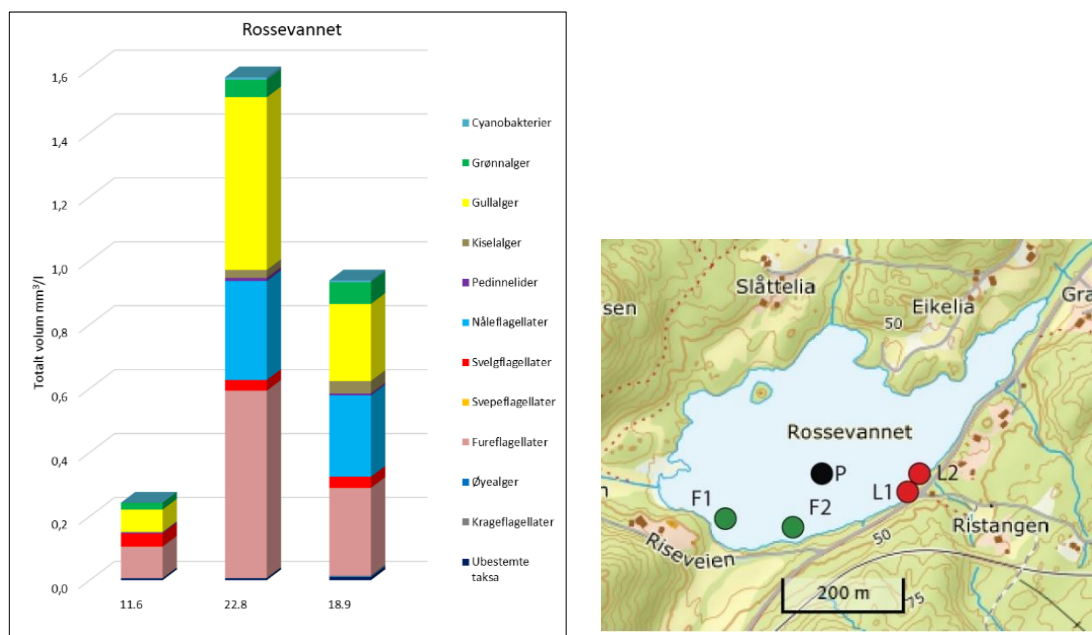
Arendal kommune
 Vann ID: 10695
 Arendalsvassdraget
 ØV: 6481110 (32V)
 NS: 480277 (32V)
 Hoh.: 41 m
 Areal: 11,5 ha
 Nedbørfelt: 2,14 km²
 Maks dyp: 25,6 m
 Sørv, abbor, ørret,
 suter, ål



Rossevannet ligger mellom Rise og Stoa og riksvei 174 følger den sørøstre delen av vannet. Det har utløp i nordøst og renner nordøstover til Assævannet og derfra sørover via en rekke småvann til utløp i Nidelva like før denne renner ut i havet. Vannet ligger under marin grense i et område der berggrunnen er dominert av forskjellige typer av gneis; pellitisk, migmatitt, Trondhemitt-tonalitt og granittisk gneis. Med hensyn til løsmasser er området dominert av bart fjell, men med et usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen bestående av hav-, fjord- og strandavsetninger i øst. I sør og sørøst fins det også breelvavsetninger samt noe morene.

Sammenlignet med 2018 var siktedypet redusert i 2019. Ultimo august 2018 ble det målt til 5,4 m. I 2019 ble det målt 4,2 m i juni, 3,6 m i august og kun 2,8 m i september. Fargen varierte mellom brun og gul. Sprangsjiktet lå mellom 5 og 6 m, og dypere enn 19 m var det <10 mg O₂/l (**vedlegg 2**). pH ble målt til 6,7, 6,6 og 6,7, dvs. noe lavere enn i 2018 da det ble målt 7,1 i august. Konduktivitet avvek lite fra 2018 og var henholdsvis 5,0, 4,7 og 4,8 mS/m. Det samme var tilfelle med Ca (2,2, 2,6 og 2,7 mg/l) og TOC (5,7, 8,4 og 6,3 mg C/l). Det tilsier at Rossevannet er en kalkfattig, humøs innsjø som grenser mot å være klar (L106). Siden Tot-P (fosfor) ble målt til <0,01 mg P/l, er tilstanden for denne innsjøtypen svært god i henhold til vannforskriftens typologi.

Det totale volumet av planteplankton hadde lave verdier, noe som ga Rossevannet tilstandsklasse god for denne parameteren. Planteplanktonsamfunnet var dominert av gullalger og fureflagellater med mindre konsentrasjoner av den grønne nåleflagellaten *G. semen* (**figur 24**). Sammensetningen av planteplanktonet (PTI) viste et planteplanktonsamfunn som indikerte svært god tilstand. Det ble observert kun lave konsentrasjoner av cyanobakterier i prøvene, og indeksen Cyano_{max} indikerte svært god tilstand. Totalvurderingen av planteplanktonet i prøvene ga nEQR på 0,67, som gjorde at Rossevannet fikk tilstandsklassen god.



Figur 24. Sammensetting og totalt volum av planteplankton (venstre) og oversikt over stasjonene i Rossevatnet (høyre).

Det er totalt registrert 39 arter krepsdyr: 25 vannlopper og 14 hoppekreps, i Rossevatnet. Tre arter vannlopper og fem arter hoppekreps var nye i forhold til 2018. Alle disse artene er vanlige i Norge og funnet i flere av vannene i vår undersøkelse. Rossevatnet er sammen med Assævatnet de eneste lokalitetene der alle de tre dafnia-artene, nåledafnie *Daphnia longispina*, hjelm-dafnie *D. cristata*, og småhodetdafnie *D. longiremis*, ble funnet. Faunistisk var det størst likhet med Blågestadvannet og Assævatnet i nord.

Planktonsamfunnet besto av 10 arter, seks vannlopper og fire arter hoppekreps. Antall individer pr. m³ (32.000 og 3.800) var i samme størrelsesorden som for Assævatnet og Solbergvann, og samtidig de høyeste tetthetene vi fant i denne undersøkelsen. Artene som dominerer har en størrelse som tilsier at predasjonstrykket fra fisk i pelagialsonen er moderat. Hoppekrepsene sørhops *Eudiaptomus gracilis* og vingehops *Cyclops scutifer* ble funnet i høyest tetthet i juni, men også *D. longispina* var dominant. Nauplier og den lille hoppekrepsen sylfidehops *Thermocyclops oithonoides* utgjorde >90 % i oktober. Rovformen langhalerovkreps *Bythotrephes longimanus*, som ble funnet i 2018, ble ikke påvist i 2019.

Det var en lav tetthet av store krepsdyr i litoralsonen, noe som indikerer et sterkt beitetrykk fra fisk.

Garnfisket resulterte i 78 sørv, 10 abbor, fire ørret og fire suter, det vil si at vi hadde en klar dominans av sørv. Rossevatnet sammen med Kollakstjern var de vannene der det ble fanget færrest fisk. Mens all sørv ble fanget på dyp 1 (0-3m), ble all ørret og tre av fire suter fanget på dyp 2 (3-6 m). Abboren fordelte seg på de to dypene. Garnet som sto på dyp 3 (>6m) var tomt.

Undersøkelse av mageinnholdet til 23 yngre individer (0+ og 1+) av sørv, viste at dietten besto av en kombinasjon av vegetativt føde og dafnier uten at disse ble bestemt til art.

4.2 Assævannet

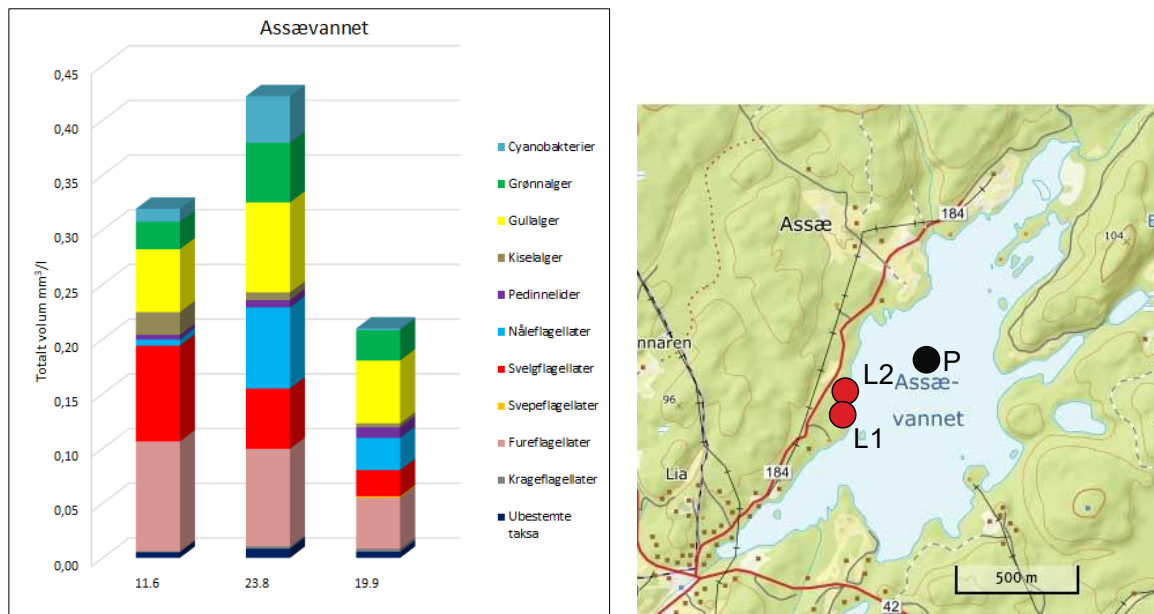
Arendal kommune
 Vann ID: 10623
 Arendalsvassdraget
 ØV: 6482778 (32V)
 NS: 481988 (32V)
 Hoh.: 36 m
 Areal: 83,9 ha
 Nedbørfelt: 29.8 km²
 Maks dyp: > 50 m
 Sørv, åbber, ørret,
 suter, ål



Assævannet ligger på nordsiden av riksvei 42 midtveis mellom Arendal og Blakstad. Vannet er det største av de som ble undersøkt og strekker seg i sørvest-nordøstlig retning. Det har utløp i sørøst og renner herfra sørover via en rekke småvann til utløp i Nidelva, like før denne renner ut i havet ved Arendal. Assævannet ligger under marin grense i et område der berggrunnen er dominert av forskjellige typer av gneis; migmatitt, Trondhemitt-tonalitt og granittisk gneis. Med hensyn til løsmasser er området dominert av bart fjell, et begrep som brukes om områder der mer enn 50 % er arealet består av bart fjell i dagen. I tillegg finner vi områder med usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen bestående av hav-, fjord- og strandavsetninger.

I 2018 ble største dyp målt til 26,6 m, men det skulle vise seg at det er et begrenset areal sentralt i vannet som er >50 m dypt. Siktedyp varierte mellom 4,0 m juni og 2,8 m i august og fargen var brun-brungul. Sprangskjiktet lå på ca. 8 m, og det var ingen dramatisk endring i oksygen mot bunnen, og på 30 m dyp ble det målt 70 mg O₂/l og en metning på 91,3 % (**vedlegg 2**). pH ble målt til 6,5, 6,5 og 6,6 i 2019, mot et snitt på 6,8 i 2018. Konduktivitet var noe høyere enn i 2018 (4,1 mS/m) med 4,5 mS/m ved alle tre besøk. Ca-innholdet var respektive 2,7, 2,9 og 2,9 mg/l og TOC 7,9, 8,9 og 8,8 mg C/l, noe som tilsier at Rossevannet er en kalkfattig, humøs, dyp innsjø (L106). Siden Tot-P (fosfor) varierte mellom 0,002 og 0,009 mg P/l, er tilstanden for denne innsjøtypen svært god i henhold til vannforskriftens typologi.

Det totale volumet av planteplankton hadde lave verdier, dette ga Assævannet tilstandsklasse svært god for denne parameteren. Planteplanktonsamfunnet i Assævannet besto av grønnalger, gullalger, cyanobakterier, svelgflagellater og fureflagellater med lave konsentrasjoner av den grønne nåleflagellaten *G. semen* (**figur 25**). Sammensetningen av planteplanktonet (PTI) indikerte god tilstand. Det ble observert kun lave konsentrasjoner av cyanobakterier i prøvene, og indeksen Cyano_{max} indikerte svært god tilstand. Totalvurderingen av planteplanktonet i prøvene ga nEQR på 0,89 som gjorde at Assævannet fikk tilstandsklassen svært god.



Figur 25. Sammensetting og totalt volum av planteplankton (venstre) og oversikt over stasjonene i Assævvannet.

Det er til sammen i 2018 og 2019 registrert 46 arter krepsdyr, 35 vannlopper og 11 hoppekreps i Assævvannet, som var den mest artsrike lokaliteten i undersøkelsen. Seks arter var nye i forhold til 2018. Disse er vanlig forekommende i regionen og funnet i flere av de øvrige vannene som ble undersøkt. Småhodet dafnie *D. longiremis* var ny art i 2019, og sammen med Rossevannet er Assævvannet den eneste lokaliteten der alle de tre dafnia-artene, nåledafnie *Daphnia longispina*, hjelmdafnie *D. cristata*, og småhodet dafnie *D. longiremis*, ble funnet. Faunistisk var det størst likhet med Blågestadvannet som ligger rett oppstrøms og med Rossevannet i sør. Følgelig tilhører de tre vannene samme vassdrag og ligger isolert fra de øvrige vannene.

Planktonsamfunnet besto av 12 arter, åtte vannlopper og fire arter hoppekreps. Antall individer pr. m³ (32.000 og 4.100) er noe høyere enn gjennomsnittet for innsjøene i denne undersøkelsen. Størrelsen på artene som dominerer tilsier at predasjonstrykket fra fisk i pelagialsonen er moderat. Hoppekrepsene sørhops *Eudiaptomus gracilis* og vingehops *Cyclops scutifer* dominerte ved begge besøk. I juni var i tillegg *D. longispina* og *D. longiremis* også dominante. Begge de to store rovformene langhalerokreps *Bythotrephes longimanus* og glassrovkreps *Leptodora kindti*, ble funnet.

Det var en lav tetthet av store krepsdyr i litoralsonen, noe som indikerer et sterkt beitetrykk fra fisk.

4.3 Sørsvannet

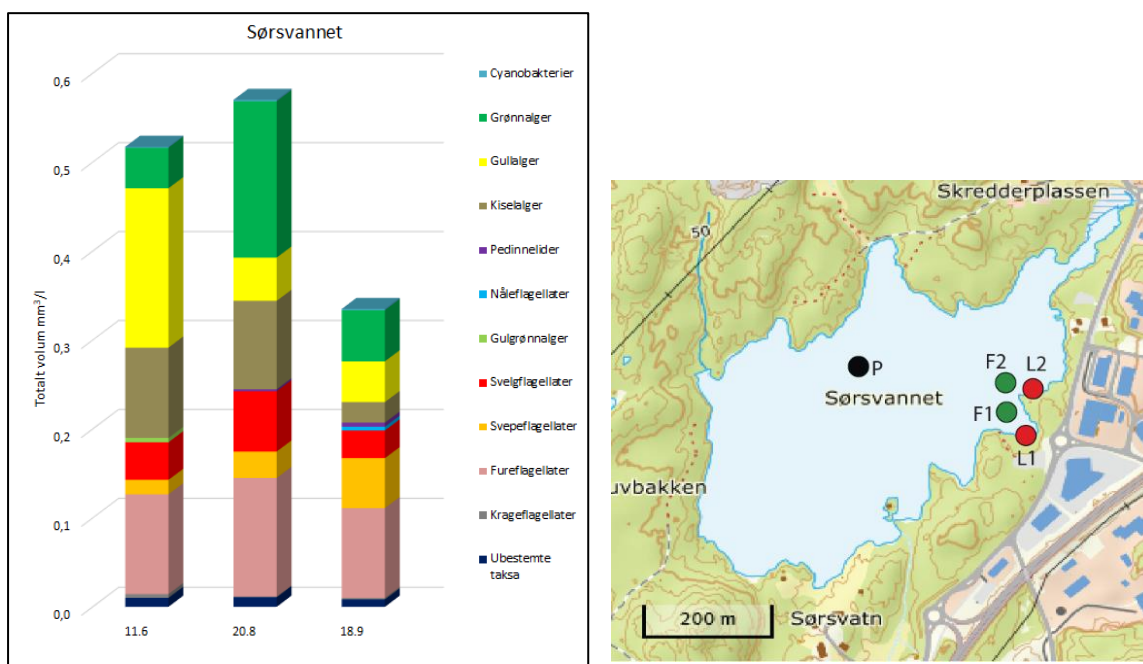
Arendal kommune
 Vann ID: 10739
 Biebekken
 ØV: 6479815 (32V)
 NS: 482887 (32V)
 Hoh.: 37 m
 Areal: 18,3 ha
 Nedbørfelt: 1,15 km²
 Maks dyp: 36,7 m
 Sørv, abbor, ørret,
 suter, ål



Sørsvannet ligger nær industriområdet Stoa utenfor Arendal og er et populært badevann. Det ligger på nordsiden av E18 og er tilgjengelig fra riksvei 407. Vannet har et relativt sirkelformet utseende og maks dyp ble målt til 36,7 m. Det drenerer først gjennom Daletjern og Solbergvann og deretter via Biebekken til utløp i nordenden av Hølen. Vannet ligger under marin grense i et område der berggrunnen består av amfibolitt, som er en mørk grønnlig metamorf bergart som grunnet innslag av blant annet kalkrike sedimenter ofte bidrar til en god vannkvalitet. Med hensyn til løsmasser dominerer bart fjell, Langs utløpet i nordøst finner vi myr, mens et begrenset område øst for vannet har et tynt løsmassedekke.

Siktedypet varierte mellom 4,8 m (august) og 7,5 m (september), mens fargen var grønn i juni med et økende innslag av gul ved de to neste besøkene. Sørsvannet var den klareste innsjøen i undersøkelsen. Sprangsjiktet lå på ca. 7 m og oksygeninnholdet sank gradvis ned mot bunnen, og på 30 m dyp ble det målt 24,8 mg O₂/l og en metning på 3,25 % (**vedlegg 2**). pH ble målt til 7,9, 7,8 og 7,9, og var i samme størrelsesorden som i 2018. Sørsvannet hadde den høyeste pH blant vannene i denne undersøkelsen. Det samme var tilfelle med konduktivitet; 23,3 (juni), 24,4 (august) og 24,9 mS/m (september). Også Ca-innholdet var høyt (17,6, 19,7 og 18,7 mg/l) og i grenseland til at vannet kan typifiseres som en kalkrik lokalitet. Med gjennomsnittlig TOC på 5,7 mg C/l, tilsier dette at Sørsvannet er en moderat kalkrik, humøs innsjø (L106), men på grensen til å være en kalkrik humøs innsjø. Siden Tot P (fosfor) varierte mellom 0,002 og 0,009 mg P/l, er tilstanden for denne innsjøtypen svært god i henhold til vannforskriftens typologi.

Det totale plantevolumet hadde lave verdier, dette ga Sørsvannet tilstandsklasse svært god for denne parameteren. Planteplanktonsamfunnet i Sørsvannet besto av grønnalger, gullalger, kiselalger, svelgflagellater og fureflagellater (**figur 26**). Sammensetningen av planteplanktonet (PTI) indikerte svært god tilstand. Det ble observert kun lave konsentrasjoner av cyanobakterier i prøvene og indeksen Cyano_{max} indikerte svært god tilstand. Totalvurderingen av planteplanktonet i prøvene ga nEQR på 0,97, som gjorde at Sørsvannet fikk tilstandsklassen svært god.



Figur 26. Sammensetning og totalt volum av planteplankton (venstre) og oversikt over stasjonene i Sørsvannet (høyre).

Det er til sammen registrert 42 arter krepsdyr: 28 vannlopper og 14 hoppekreps, og Sørsvannet er det nest mest artsrike vannet i undersøkelsen, etter Assævannet. To arter vannlopper og en hoppekrepsart var nye i forhold til 2018. De to artene vannlopper, vannhinne-dafnie *Scapholeberis mucronata* og linsekreps *Eurycercus lamellatus*, er vanlig forekommende i regionen, mens hoppekrepsen frynsehops *Paracyclops fimbriatus* er noe mer sjelden og ofte assosiert med næringsrike lokaliteter. Faunistisk skiller Sørsvannet seg noe fra de øvrige vannene. Flest felles-trekk finner vi med Rossevannet og Assævannet (**figur 14**).

Planktonsamfunnet besto av 10 arter, seks vannlopper og fire arter hoppekreps. Antall individer pr. m³ (13.600 og 2.700) er omtrent som gjennomsnittet for innsjøene i denne undersøkelsen. Størrelsen til dominante arter tilsier at predasjonstrykket fra fisk på planktonet er moderat. Vingehops *Cyclops scutifer* dominerte ved begge besøk og utgjorde 35,7% og 33,4% i respektive juni og september. I juni var i tillegg nåledafnie *Daphnia longispina* og svevekreps *Diaphanosoma brachyurum* dominante. Begge de to store rovformene langhalerovkreps *Bythotrephes longimanus* og glassrovkreps *Leptodora kindti* ble funnet ved begge besøk.

I strandsonen var det imidlertid lav tetthet av store krepsdyr, noe som indikerer et sterkt beitetrykk fra fisk.

Garnfisket i Sørsvannet resulterte i 217 abbor, 167 sørv, 11 suter og to ørret, og dette var det vannet der det ble fanget flest fisk. Mens sørv dominerte på dyp 1 (0-3m), var det klar dominans av abbor på dyp 2 (3-6 m) og dyp 3 (6-12 m). Størrelsesfordelingen hos abbor (**figur 22**), viser at aldersgruppe 0+ mangler, og at de fleste individene trolig tilhører 1+ og 2+. Med hensyn til sørv er det vanskeligere å skille mellom aldersklassene basert på lengde.

Undersøkelse av mageinnholdet til 23 yngre individer av sørv (68-94 mm), viste en dominans av dafnier i 15 individer, mens vegetabilsk føde og fjærmygg ble funnet i respektive 6 og 4 individer. Seks individer, der det ikke ble funnet noe i fordøyelsessystemet, var infisert av bendelorm.

4.4 Blågestadvannet

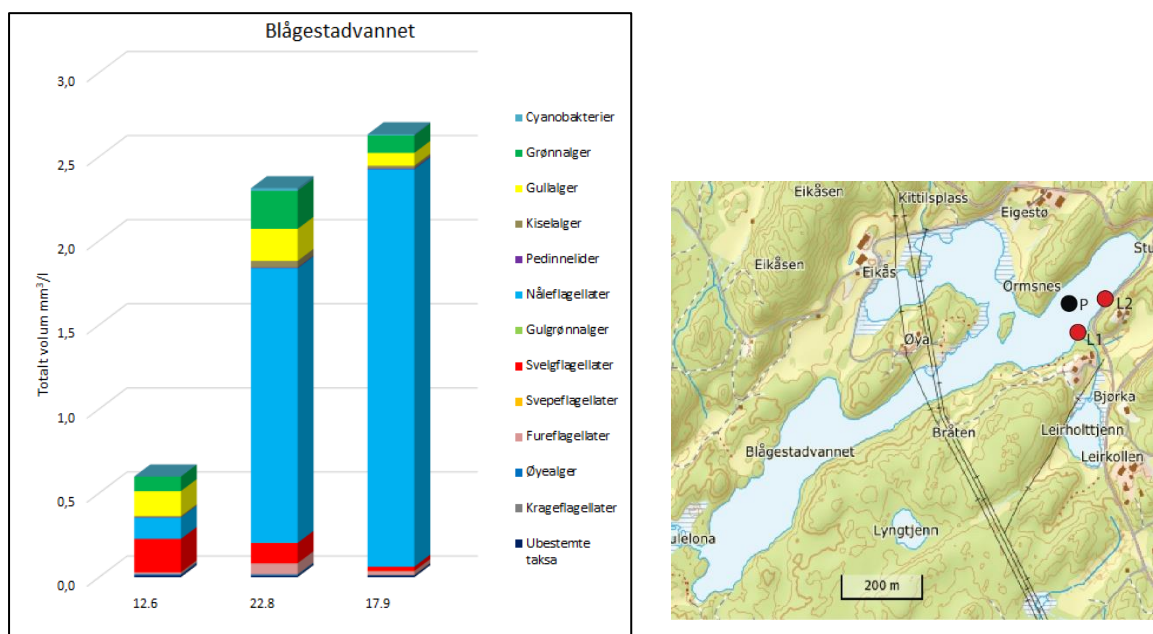
Arendal kommune
 Vann ID: 10615
 Arendalsvassdraget
 ØV: 6483899 (32V)
 NS: 483821 (32V)
 Hoh.: 35 m
 Areal: 16,4 ha
 Nedbørfelt: 3,5 km²
 Maks dyp: 15,6 m
 Sørv, abbor, ørret, suter, ål



Blågestadvannet ligger oppstrøms Assævannet, som det drenerer til. Herfra renner Bråstadbekken sørover via en rekke småvann til utløp i Nidelva like før denne renner ut i havet ved Arendal. Vannet ligger under marin grense i et område der berggrunnen er dominert av forskjellige typer gneis, migmatitt, Trondhemitt-tonalitt og granittisk gneis. Med hensyn til løsmasser er området dominert av bart fjell. I tillegg finner vi områder med usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen bestående av hav-, fjord- og strandavsetninger.

Siktedypet var 3,2 m og med gulbrun farge i juni, dvs. sammenlignbart med hva som ble konstatert ved begge besøk i 2018. I august var siktedypet drastisk redusert og kun 1,8 m. Denne gangen var fargen rødbrun. Ved det siste besøket i september var fargen brun, mens siktedypet hadde økt til 2,3 m. Sprangsjiktet var markant på 6-7 m, og oksygeninnholdet hadde falt fra 68,8 mg O₂/l (7,18 % metning) til 6,7 mg O₂/l (1,01 % metning) (**vedlegg 2**). pH ble målt til 6,9 ved alle tre besøk. Til sammenligning ble det målt 7,3 i juni og 7,2 i august 2018. Mens konduktiviteten sank fra 6,8 mS/m i juni til 3,9 mS/m i august i 2018, var den stabil i 2019 (6,5, 6,7 og 6,8 mS/m). Lave verdier i 2018 skyldtes mye nedbør i august. Ca-innholdet var også stabilt (5,4, 5,6 og 5,9 mg/l) og markert høyere enn i Assævannet nedstrøms (2,7, 2,9 og 2,9 mg/l). Med gjennomsnittlig TOC på 8,6 mg C/l, tilsier dette at Blågestadvannet er en moderat kalkrikt, humøs, grunn innsjø. Basert på Tot P (fosfor) med et snitt på 0,010 mg C/l, er tilstanden for denne innsjøtypen god i henhold til vannforskriftens typologi. Fosfor økte fra 0,004 i juni til 0,016 mg C/l i august.

Det totale volumet av planteplankton hadde såpass høye verdier at dette ga Blågestadvannet tilstandsklasse moderat. Planteplanktonsamfunnet besto for det meste av den grønne nåleflagellaten *G. semen* (**figur 27**). Sammensetningen av planteplanktonet (PTI) viste et samfunn som indikerte moderat tilstand. Det ble observert kun lave konsentrasjoner av cyanobakterier i prøvene og indeksen Cyano_{max} indikerte svært god tilstand. Totalvurderingen av planteplanktonet i prøvene ga nEQR på 0,50 som gjorde at Blågestadvannet fikk tilstandsklassen moderat.



Figur 27. Sammensetting og totalt volum av planteplankton (venstre) og oversikt over stasjonene i Blågestadvannet.

Det har blitt registrert 40 arter krepsdyr, 28 vannlopper og 12 hoppekreps i Blågestadvannet, det vil si noen færre enn i Assævannet (der det var 46 arter). To arter vannlopper og en art hoppekreps var nye i forhold til 2018. Alle artene er vanlige og ingen var unike for kun Blågestadvannet. Vilterhops *Cyclops strenuus* som var en ny art for Blågestadvannet ble i 2019 også funnet Solbergvann, Krokstjern og Lindvann. Nesten alle funn av arten stammer fra Sør-Norge, oftest fra små dammer og pytter (<0,01 ha). Siden arten er vanlig tidlig om våren og på seinhøsten, økte sjansene for å finne arten i 2019, da prøvene ble tatt en måned seinere på høsten enn i 2018. Hydrasnyltekreps *Anchistropus emarginatus*, som ble funnet begge år, er en spennende art som er ektoparasitt på *Hydra* sp., og sitter festet på vertsdyret ved hjelp av de kraftige klørne på 1. benpar. Faunistisk hadde Blågestadvannet størst likhet med Assævannet og Rossevannet i sør (figur 14).

Planktonsamfunnet besto av 11 arter, syv vannlopper og fire arter hoppekreps og hadde flest likhetstrekk med Solbergvann. Antall individer pr. m³ (17.400 og 1.400) er omtrent som gjennomsnittet for innsjøene i denne undersøkelsen. Gelekreps *Holopedium gibberum* var dominant i juni, mens den ikke ble påvist i september. Dette er ikke uventet da den er kjent for å være en sommerform. Den manglet i flere av de mest kalkrike lokalitetene, noe som heller ikke er uventet da den også er kjent for å være en «kalkskyende» form. I tillegg til *H. gibberum* var det dominans av snabelkreps *Bosmina longispina*, vingehops *Cyclops scutifer* og sylfidehops *Thermocyclops oithonoides* i juni, mens den calanoide hoppekrepsen sørhops *Eudiaptomus gracilis* var eneste arten som dominerte i september. Artssammensetningen tyder på at det kun var et moderat beitetrykk i pelagialsonen. Rovformen glassrovkreps *Leptodora kindti* ble funnet i juni. Tettheten av store krepsdyr i planktonet var noe større enn for gjennomsnittet av de undersøkte vannene.

I strandsonen var det imidlertid lav tetthet av store krepsdyr, noe som indikerer et sterkt beitetrykk fra fisk.

4.5 Solbergvann

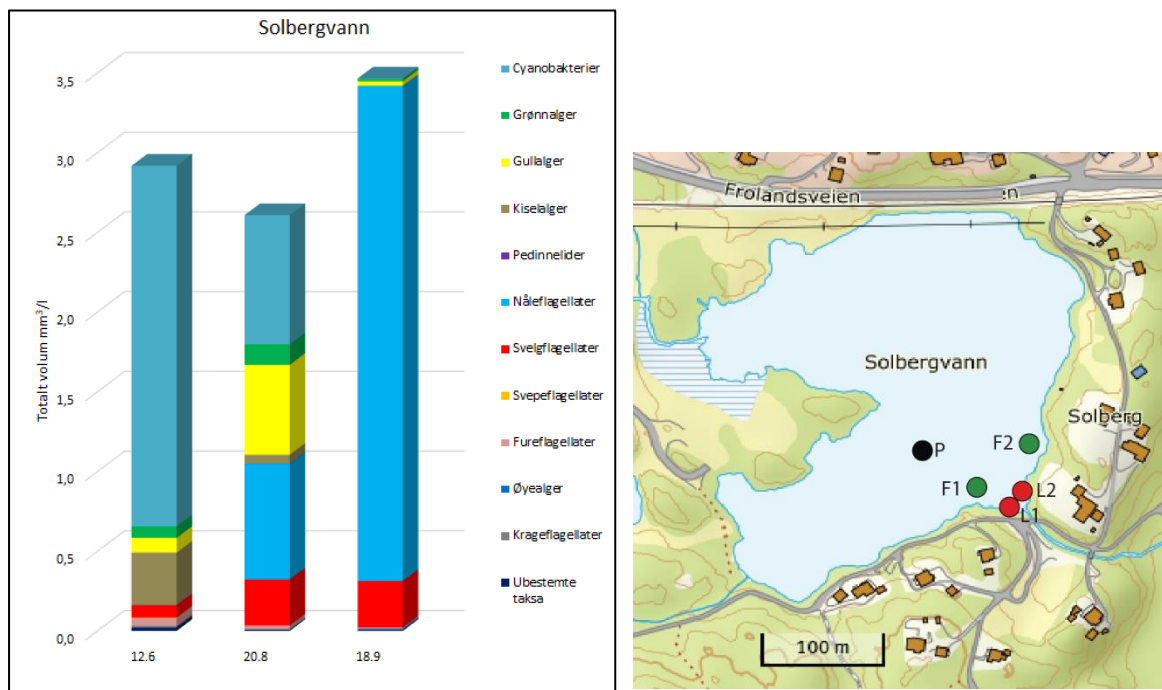
Arendal kommune
Vann ID: 10732
Biebekken
ØV: 6480171 (32V)
NS: 484573 (32V)
Hoh.: 34 m
Areal: 6,0 ha
Nedbørfelt: 5,48 km²
Maks dyp: 18,2 m
Sørsv, abbor, ørret,
suter, stingsild, ål,
(sjørørret)



Solbergvann ligger i et relativt tett befolket område, og det er kun langs vestsiden at det ikke er bebygd. I nord går både jernbanen og Frolandsveien langs vannet. Vannet har et hesteskoformet fasong og maks dyp ble målt til 18,2 m i 2019. Vannet har utløp i sørøst og renner via Biebekken til utløp i nordenden av Hølen. Berggrunnen rundt Solbergvann består av grå båndgneis, lokalt med skarn og magnetitt. Liksom for Sørsvannet i nordøst dominerer bart fjell. I vest finner vi et lite område med både myr og et varierende dekke av hav-, fjord- og strandavsetninger.

Siktedypet, som var 3,2 og 3,5 m i respektive juni og august i 2018, ble drastisk redusert i 2019 til 1,9 i både juni og august. Fargen skiftet fra gul til brun. I september økte siktedypet til 2,5 m og da med en gulbrun farge. Sprangsjiktet gikk mellom 4 og 5 m dyp, der oksygeninnholdet ble redusert fra 83,0 mg/l O₂/l (8,90 % metning) til 29,7 O₂/l (3,84 % metning) (**vedlegg 2**). På 15 m ble det målt 5,8 O₂/l (0,7% metning.). pH, som ble målt til 7,8 i både juni og august 2018, hadde sunket til 7,1 i august 2019, men var noe høyere i juni og september (7,4). Konduktiviteten sank fra et snitt på 22,0 mS/m i 2018 til 15,8, 15,3 og 16,3 mS/m ved de tre besøkene i 2019. Også for Ca ble det registrert en svak nedgang fra ett snitt på 14,4 mg/L i 2018 til 12,3, 13,7 og 12,2 mg/l i 2019. Med gjennomsnittlig TOC på 8,6 mg C/l, er Solbergvann typifisert som et en moderat kalkrik, humøs, grunn innsjø. Tot P økte fra 0,008 i juni til 0,035 mg C/l i august, og med et snitt på 0,022 mg C/l resulterer det i at tilstanden for lokaliteten er moderat i henhold til vannforskriftens typologi.

Det totale volumet av planteplankton hadde høye verdier og dette ga Solbergvann tilstandsklasse dårlig. Planteplanktonsamfunnet besto for det meste av cyanobakterien *Dolichospermum sigmoides* i den første prøven i juni. Deretter ble den grønne nåleflagellaten *G. semen* mer dominerende utover sesongen og dominerte i den siste prøven (**figur 28**). Sammensetningen av planteplanktonet (PTI) indikerte et samfunn i dårlig tilstand. Det ble observert høye konsentrasjoner av cyanobakterier i prøvene og indeksen Cyano_{max} indikerte også dårlig tilstand. Totalvurderingen av planteplanktonet i prøvene ga nEQR på 0,32 som gjorde at Solbergvann fikk tilstandsklassen dårlig. Analyse av prøver fra juni og august i 2018 indikerte mye mindre algebiomasse enn i 2019. Her må vi ta forbehold siden det kun ble tatt overflateprøver i 2018. Disse er ikke direkte sammenliknbare med blandprøver. Store flagellater kan gå dypere, og i klare innsjøer er gjerne klorofyllmaksimum et stykke dypere ned.



Figur 28. Sammensetting og totalt volum av planteplankton (venstre) og oversikt over stasjonene i Solbergvann.

Solbergvann var relativt artsrikt mht. krepsdyr og det er tilsammen registrert 41 arter fordelt på 27 vannlopper og 14 hoppekreps. Åtte arter, fem vannlopper og tre hoppekreps, var nye i forhold til 2018. Blant de nye artene er poppeihops *Paracyclops poppei* ikke funnet i noen av de andre vannene. Det første funnet fra Norge ble gjort på 1990-tallet og så langt er funnene gjort i nøytrale, næringsrike lokaliteter. Faunistisk hadde Solbergvann størst likhet med Jovannet (figur 14).

Planktonsamfunnet besto av 12 arter, syv vannlopper og fem hoppekreps. Vannet hadde en høy tetthet av store krepsdyr (>1 mm) og i juni var det forekomsten av nåledafnie *Daphnia longispina*, småhodet dafnie *D. longiremis* og vingehops *Cyclops scutifer* som bidro til dette. I september var det total dominans av *D. longispina* (88 %). Interessant var det at dypvannshops *Cyclops abyssorum* dukket opp i moderat antall i september. Arten er vanlig i Norge og er funnet i 8 % av alle vannforekomster. Interessant er det at forekomsten i forhold til ledningsevne viser at den er vanligst i vann med enten lav (<1.0 mS/m) eller høy (>10.0 mS/m) ledningsevne. Dette tyder på at arten er en opportunist som sannsynligvis er konkurransesvak og som blomstrer opp når andre arter får problemer. Rovformen glassrovkreps *Leptodora kindti* ble påvist i juni.

Med unntak Jovannet som har gjedde, var Solbergvann det av vannene med sørv som hadde flest store krepsdyr i strandsonen. Vi snakker her likevel om lave tettheter.

Garnfisket resulterte 190 sørv, 49 abbor, fem ørret og én suter. Til tross for at Solbergvann ifølge våre opplysninger er det vannet der sørven sist etablerte seg (ca. 2014), er den blitt dominerende art både på dyp 1 (0-3 m) og dyp 2 (3-6 m).

Mageinnholdet til 23 yngre individer (75-100 mm) av sørv, besto mye av det samme som ble funnet i fisk fra Sørsvannet. Dafnier dominerte (12 individer), mens fjærmygg og vegetabilsk føde ble funnet i respektive syv og seks individer.

4.6 Jovannet

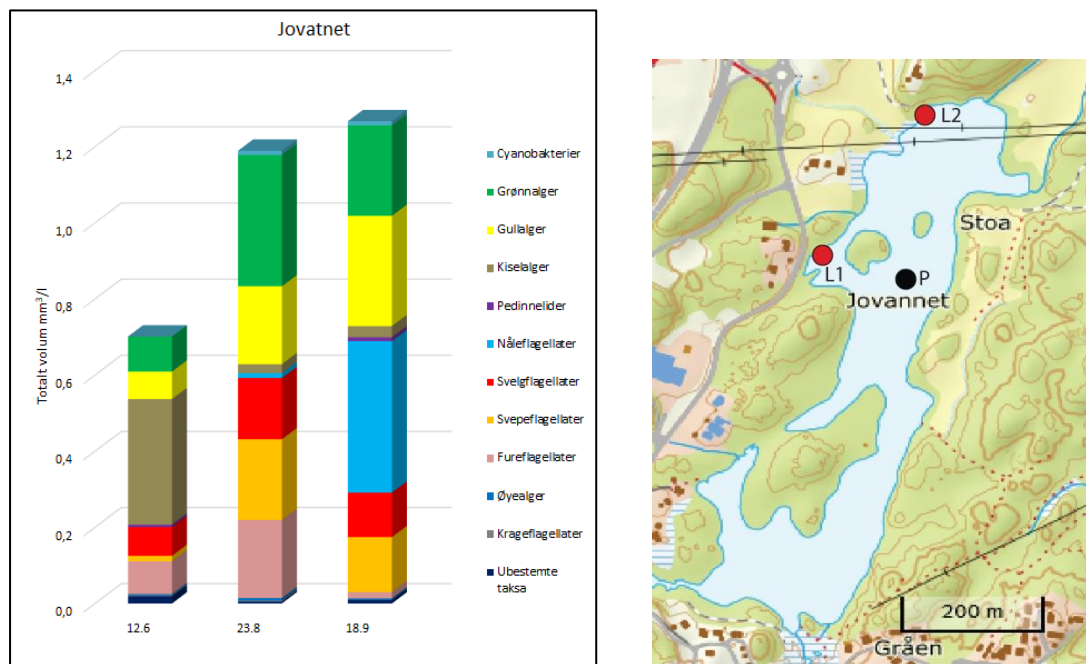
Arendal kommune
 Vann ID: 10640
 Barbuvasdraget
 ØV: 6482960 (32V)
 NS: 486678 (32V)
 Hoh.: 37 m
 Areal: 11,8 ha
 Nedbørfelt: 1.73 km²
 Maks dyp: 15,2 m
 Sørv, abbor, ørret,
 suter, gjedde, ål



Jovannet ligger nord for Arendal sentrum og har en avlang form, og strekker seg i nord-syd retning. Det tilhører Barbuvasdraget og utløpet er i den sørvestlige delen av vannet. Herfra renner elva via Longumvannet til utløp i sentrum av Arendal. Det er tett bebyggelse i sørenden av vannet, mens vi finner en mer spredt bosetning langs vestsiden. Vannet ligger under marin grense med en berggrunn bestående av grå båndgneis. Bart fjell dominerer, men i sør finner vi torv og myr, mens det i nord fins områder med større mektighet av sammenhengende løsavsetninger samt noe morenemateriale i nordøst.

I motsetning til i 2018 da siktedypet økte fra juni (3,4 m) til august (5,8 m), avtok det i samme periode i 2019 fra 4,2 m til 2,5 m. I september ble det målt 2,8 m. Sprangsjiktet var skarpt og lå mellom 5 og 6 m dyp der oksygeninnholdet ble redusert fra 79,1 mg/l O₂/l (8,38 % metning) til 7,9 O₂/l (0,91 % metning) (**vedlegg 2**) Videre mot bunnen var oksygeninnholdet relativt stabilt, og på 14 m ble det målt til 6,9 O₂/l (0,87 % metning). Fargen har hele tiden ligget et sted mellom gul og brun. pH har i begge årene vært i overkant av 7,0, og i 2019 ble det målt pH 7,3 i juni og 7,2 i både august og september, Også konduktivitet varierte lite (22,0, 20,4 og 20,6 mS/m) og er lik snittet som ble målt i 2018. Nest etter Sørvannet var Jovannet det mest kalkrike av vannene i undersøkelsen (13,5, 16,2 og 14,4 mg/l), Et gjennomsnittlig TOC på 8,2 mg/l tilsier at Jovannet en moderat kalkrik, humøs, grunn innsjø. Basert på Tot-P (fosfor) med et gjennomsnitt på 0,008 mg P/l, er tilstanden for denne innsjøtypen svært god i henhold til vannforskriftens typologi.

Det totale volumet av planteplankton hadde såpass lave verdier at dette ga Jovannet tilstandsklasse god. Planteplanktonsamfunnet var dominert av kiselalger i den første prøven, mens grønnalger, gullalger, svelgflagellater, fureflagellater og den lille svepeflagellaten *Chrysochromulina parva* utgjorde det meste av planktonet i den andre prøven. I den siste prøven økte konsentrasjonen av den grønne nåleflagellaten *G. semen* (**figur 29**). Sammensetningen av planteplanktonet (PTI) tyder på svært god tilstand. Det ble observert kun lave konsentrasjoner av cyanobakterier i prøvene og indeksen Cyano_{max} indikerer svært god tilstand. Totalvurderingen av planteplanktonet i prøvene ga nEQR på 0,74, noe som betyr at Jovannet fikk tilstandsklassen god.



Figur 29. Sammensetting og totalt volum av planteplankton (venstre) og oversikt over stasjonene i Jovannet.

Det ble registrert 40 arter krepsdyr; 27 vannlopper og 13 hoppekreps. Med hensyn til artssammensetning har vannet flest likhetstrekk med Solbergvann. Fire arter, to vannlopper og to hoppekreps, var nye i forhold til 2018. Blant de nye artene var globuskreps *Pseudochydorus globosus*, som også ble funnet i Blågestadvannet i 2019. Dette er en strandlevende skraper som er funnet i nær 6 % av alle undersøkte lokaliteter i Norge. Den er sjelden på Vestlandet og i Nord-Norge, ellers i resten av landet fordeler funnene seg jevnt. Sjansen til å finne *P. globosus* er størst i pytter og små dammer, samt i strandsonen til de største innsjøene, og da oftest i tett vannvegetasjon.

Planktonsamfunnet besto av ni arter; seks vannlopper og tre arter hoppekreps. Vingehops *Cyclops scutifer*, som er vår vanligste planktoniske hoppekrepsart, ble ikke funnet i vannet. Blant vannene i denne undersøkelsen var det kun her og i Kollakstjern at dette var tilfelle. Heller ikke gelekreps *Holopedium gibberum* ble funnet. Dette er ikke uventet med tanke på at den er en typisk kalkskyende art. Nåledafnie *Daphnia longispina*, sørhops *Eudiaptomus gracilis* og sylfidehops *Thermocyclops oithonoides* dominerte ved begge besøk. I tillegg var *D. cristata* dominant i juni og børsthaleprikkdafnie *Ceriodaphnia pulchella* i september. Jovannet var det eneste av vannene i denne undersøkelsen med kombinasjonen *D. longispina* og *D. cristata*.

Jovannet var det av sørv-vannene som hadde størst tetthet av store krepsdyr i strandsonen. Krystallkreps *Sida crystallina*, som er en av våre største vannlopper, der hunnene kan bli opptil 4 mm lange, dominerte i strandsonen i juni. Vannet ble ikke prøvefisket, men mye tyder på at gjedde holder bestanden av sørv på et lavt nivå. Dermed blir det et redusert predasjonstrykk på krepsdyrene i strandsonen.

4.7 Kollakstjern

Arendal kommune
 Vann ID: 10372
 Kyst Kragerø-Tromøya
 ØV: 6490137 (32V)
 NS: 497077 (32V)
 Hoh.: 27 m
 Areal: 3,11 ha
 Nedbørfelt: 0,03 km²
 Maks dyp: 7,6 m
 Sørv, abbor, ørret,
 suter

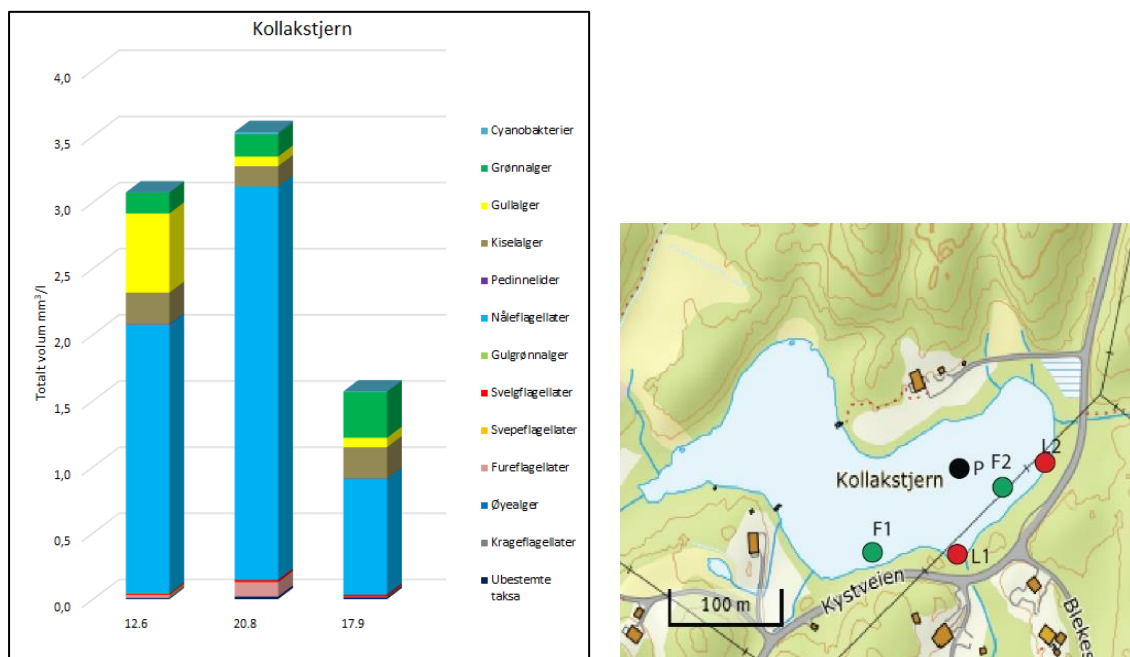


Kollakstjern har en S-form og ligger vest av Kilsund på nordvestsiden av riksvei 410. Det er orientert i vest-østlig retning. Med unntak av to bosetninger er det i hovedsak skog og våtmark ned mot vannet. Utløpet er midt på sørenden, og utløpselva renner sørover med utløp i havet nord for Sjøverstø. Kollakstjern ligger i et område der grunnfjellet er dominert av granittisk-, granodiorittisk gneis med innslag av migmatitt. I vest er det et sammenhengende eller tynt dekke av hav-, fjord- og strandavsetninger, mens bart fjell dominerer i øst.

Siktedypet, som i 2018 var 2,4 m (juni) og 2,2 m (august), var redusert til < 2 m i 2019 og i september ble det målt kun 1,5 m. Vannet hadde da en rødbrun farge. Sprangsjiktet var skarpt og lå på 4- 5 m dyp der oksygeninnholdet ble redusert fra 71,0 mg/l O₂/l (74,2 % metning) til 8,1 O₂/l (0,91 % metning) (**vedlegg 2**). Videre mot bunnen endret dette seg lite og på 7 m dyp lå det på 7,0 O₂/l (0,82 % metning). pH ble målt til 7,0 i juni, for så å falle til 6,4 i september, mens konduktivitet holdt seg mellom 8,0 og 9,0 mS/m. Med et Ca-innhold som i gjennomsnitt var 6,1 mg/l, og med TOC 11,2 mg C/l (gjennomsnitt), tilsier dette at Kollakstjern er en moderat kalkrik, humøs, grunn innsjø. Tot P (fosfor) har steget fra 0,008 mg P/l i august 2018 og til 0,018 mg P/l i september 2019. Det innebærer at tilstanden for denne innsjøtypen har gått fra å være svært god i 2018 til god i 2019 i henhold til vannforskriftens typologi.

Det totale volumet av planteplankton hadde høye verdier og dette ga Kollakstjern tilstandsklasse dårlig for denne parameteren. Planteplanktonsamfunnet er dominert av den grønne nåleflagellaten *G. semen* (**figur 31**). Sammensetningen av planteplanktonet (PTI) indikerte et planteplanktonsamfunn i dårlig tilstand. Det ble observert kun lave konsentrasjoner av cyanobakterier i prøvene, og indeksen Cyano_{max} indikerte svært god tilstand. Totalvurderingen av planteplanktonet i prøvene ga nEQR på 0,35, som gjorde at Kollakstjern fikk tilstandsklassen dårlig.

Det er blitt registrert 36 arter krepsdyr; 25 vannlopper og 11 hoppekreps og Kollakstjern er dermed det vannet i undersøkelsen med færrest arter. Ingen arter var unike for Kollakstjern, men i 2019 ble ryggtoornkreps *Drepanothrix dentata* kun funnet i Kollakstjern. I 2018 ble denne arten også funnet i Sørsvannet.



Figur 30. Sammensetting og totalt volum av planteplankton (venstre) og oversikt over stasjonene i Kollakstjern.

D. dentata er ikke spesielt sjelden, og den er funnet i 2,5 % av de undersøkte lokalitetene i Norge. Med unntak av nordvest-landet har den en spredt forekomst, og er funnet fra havnivå og opp til 1138 moh. Den er mest vanlig i større innsjøer (> 100 ha) og er relativt tolerant i forhold til surt vann. Til tross for at vannet i Kollakstjern er brunt og humøst, finner vi flere følsomme arter som følge av en gunstig pH og et relativt høyt Ca-nivå. Som eksempler kan nevnes firkantnebbkreps *Alona rectangula*, globuskreps *Pseudochydorus globosus* og langhalehops *Eucyclops macrurus*. Basert på artsinventar og dominansforhold, er det klare forskjeller fra Vindkoltjern, Krotjern og Lindvatn som er de nærmeste vannene. Likheten i artsinventar var størst med Jovannet og Solbergvann (**figur 14**).

Planktonsamfunnet besto av 10 arter, seks vannlopper og fire arter hoppekreps. Nåledafnie *Daphnia longispina* var den mest tallrike arten i juni (36,9 %), men også børstesnabelkreps *Bosmina longirostris* (10,7 %) og sommerhops *Mesocyclops leuckarti* (17,4 %) var tallrike. I september var det de to *Ceriodaphnia*-artene, vanlig prikkdafnie *Ceriodaphnia quadrangula* og børsthaleprikkdafnie *Ceriodaphnia pulchella*, som utgjorde størst andeler (begge 26,1 %). Det ble funnet 9.700 individer pr. m³ i juni og 12.000 individer pr. m³ i september. Mengden av store former i planktonet (>1 mm) tyder på et moderat beitetrykk.

Mangel på store krepsdyr i litoralsonen indikerer et høyt beitetrykk fra fisk.

Sammen med Rossevannet var Kollakstjern det vannet med de laveste fangstene av fisk, 96 individer tilsammen. Vannet hadde størst dominans av sørv og garnfisket resulterte i 84 sørv, 10 abbor, seks suter og én ørret. Ca. 2/3 av fangsten ble tatt på dyp 1 (0-3 m), og resten på dyp 2 (3-6 m). Det ble ikke tatt fisk på dyp 3 (6-12 m). Dette var som forventet ut fra oksygenmangel under 5 m.

Mageinnholdet til 11 sørv (82-106 mm) indikerte at tilgangen på krepsdyr var svært lav i strandsonen. I kun to individer ble det påvist en blanding av ceriodafnier og dafnier. De øvrige individene hadde ernært seg på vegetativ føde, eller magene var tomme.

4.8 Vindkoltjern

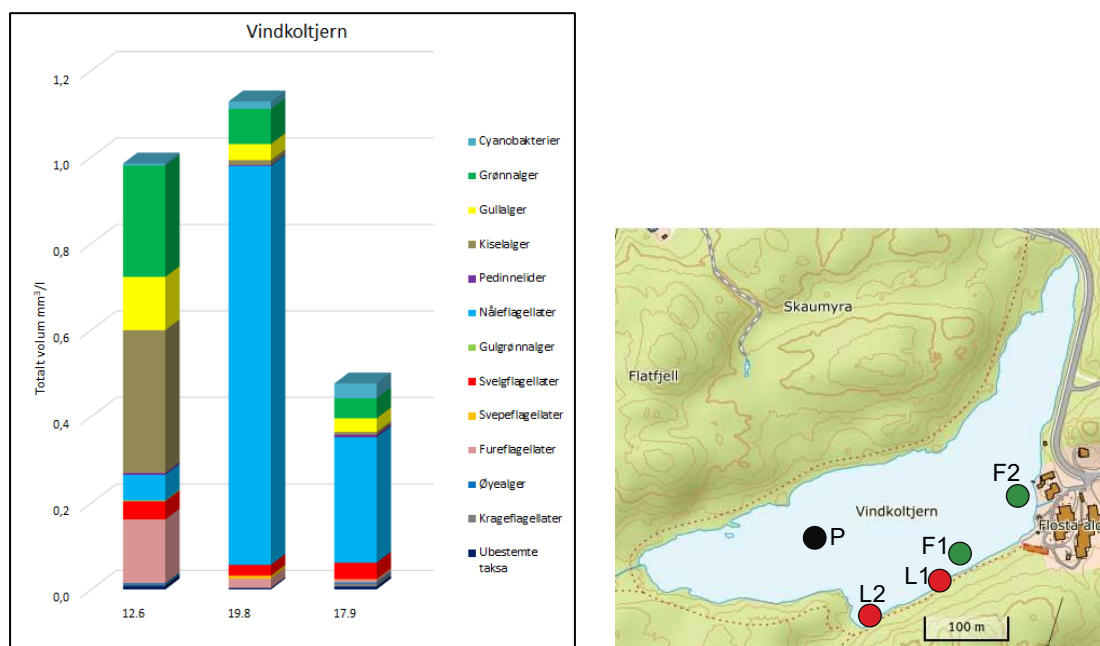
Arendal kommune
 Vann ID: 10357
 Kyst Kragerø-Trom-
 øya
 ØV: 6490280 (32V)
 NS: 497494 (32V)
 Hoh.: 27 m
 Areal: 5,4 ha
 Nedbørfelt: 0,27 km²
 Maks dyp: 22,7 m
 Sørv, abbor, ørret,
 suter, ål



Vindkoltjern ligger vest av Kilsund og riksvei 127 følger vannet i nordøst. Her har vi også den eneste bosetningen ved vannet som ellers er omgitt av skog. Det er avlangt og med en buet fasong. Turstien rundt vannet er flittig brukt av lokalbefolkningen. Fra utløpet i vest renner det vestover ca. 200 m til Kollakstjern, og herfra videre til havet med utløp nord for Sjøverstø. Vindkoltjern ligger i et område der grunnfjellet er dominert av granittisk-, granodiorittisk gneis med innslag av migmatitt. Det er samtidig det av vannene i undersøkelsen som er mest fattig på løsmasser med bart fjell rundt det hele.

Siktedypet var 3,2 m i juni og august, mens det økte til 4,0 m i september, og vannet har en farge et sted mellom gul og brun. Sprangsjiktet lå mellom 5 og 6 m dyp der oksygeninnholdet ble redusert fra 87,5 mg/l O₂/l (90,4 % metning) til 22,3 O₂/l (2,49 % metning) (**vedlegg 2**). Som det eneste vannet ble det her konstatert en svak økning i oksygen videre ned mot 8 m dyp (38,1 mg/l og metning O₂/l 4,61 %). Videre mot bunnen sank oksygeninnholdet jevnt og på 19 m dyp ble det målt til 6,1 O₂/l (0,77 % metning). pH har begge år ligget rundt 7,0, som ble målt både i juni og august 2019. I september var pH 6,8. Konduktiviteten i 2019 lå mellom 6,0 og 7,1 mS/m. I 2018 ble Vindkoltjern typifisert som kalkfattig med Ca < 4,0 mg/l. I 2019 ble det målt 3,9, 4,0 og 4,1 mg Ca/l ved de tre besøkene. Det tilsier at vannet er på grensen til å bli typifisert som moderat kalkrikt, men med ALK-E litt under 0.2 og med TOC på 8,3-8,9 mg C/l, er Vindkoltjern en kalkfattig, humøs, grunn innsjø på grensen til moderat kalkrikt. Med lave verdier for Tot P (<0,08 mg P/l), er tilstanden for denne innsjøtypen svært god i henhold til vannforskriftens typologi.

Det totale volumet av planteplankton hadde forholdsvis lave verdier, og dette ga Vindkoltjern tilstandsklasse god for denne parameteren. Planteplanktonsamfunnet besto av grønnalger, gullalger, kiselalger og fureflagellater i den første prøven, senere dominerte den grønne nåleflagellaten *G. semen* (**figur 32**). Sammensetningen av planteplanktonet (PTI) indikerte moderat tilstand. Det ble observert kun lave konsentrasjoner av cyanobakterier i prøvene og indeksen C_{yno}_{max} indikerte svært god tilstand. Totalvurderingen av planteplanktonet i prøvene ga nEQR på 0,56 slik at Vindkoltjern fikk tilstandsklassen moderat.



Figur 31. Sammensetting og totalt volum av planteplankton (venstre) og oversikt over stasjonene i Vindkoltjern.

Det ble tilsammen registrert 37 arter krepsdyr, 24 vannlopper og 13 hoppekreps i Vindkoltjern, dvs. litt under snittet for vannene i denne undersøkelsen. Seks arter, fire vannlopper og to hoppekreps, var nye i forhold til 2018. Den mest interessante av disse artene var damhops *Diacyclops bicuspidatus* som ikke er registrert i noen av de øvrige vannene. Dette er en litoral art som ernærer seg som griper/predator. Etter at det i de siste tiårene er gjort mange nye funn er den i dag påvist i ca. 2 % av alle de undersøkte lokalitetene. De langt fleste funnene er gjort i små dammer og pytter <0,1 ha. Med få unntak er de fleste funnene gjort rundt Oslo, og den er ikke registrert nord for Dovre. Faunistisk hadde Vindkoltjern størst likhet med de to referansevannene; Kroktjern og Lindvann (figur 14).

Planktonsamfunnet besto av 10 arter, seks vannlopper og fire arter hoppekreps. Det var lavere tettheter i juni (3.400 individ pr. m³) enn i septemer (5.800 individer pr. m³). Det var kun i Kroktjern at det ble registrert høyere tetthet av gelékreps *Holopedium gibberum*. Dette er en av våre største planktoniske arter og er regnet for å være kalkskyende. I Vindkoltjern dominerte den i juni (18,1 %), mens den manglet i prøven fra september. I juni var flere arter tallrike; nåledafnie (*Daphnia longispina*), børstesnabelkreps (*Bosmina longirostris*) og vingehops (*Cyclops scutifer*). I september var det dominans av nauplier. Mengden av store former i planktonet (>1 mm) tyder på et moderat beitetrykk.

Mangel på store krepsdyr i litoralsonen indikerer et høyt beitetrykk fra fisk.

Garnfisket resulterte i 159 sørv, 27 abbor, fem suter og to ørret. Mens 90 % av all sørv ble tatt på dyp 1 (0-3), var det en svak overvekt av abbor på dyp 2 (3-6m). Begge ørretene, hvorav den største veide 1,5 kg, ble fanget på dyp 2. Det er rimelig å anta at ørret som har nådd en viss størrelse, i stor grad vil kunne ernære seg av sørv.

Mageinnholdet til 19 sørv (66- 99 mm) viste at *Bosmina* sp. var viktigste føde. Dessverre mangler vi krepsdyrdata fra den aktuelle perioden, men det vil være rimelig å anta at det har vært en oppblomstring av arten på det aktuelle tidspunktet. Ellers ble det i tillegg konstatert vegetativt materiale, fjærmygg (chiromoidae sp) og dafnier i ca. halvparten av individene.

4.9 Kroktjern

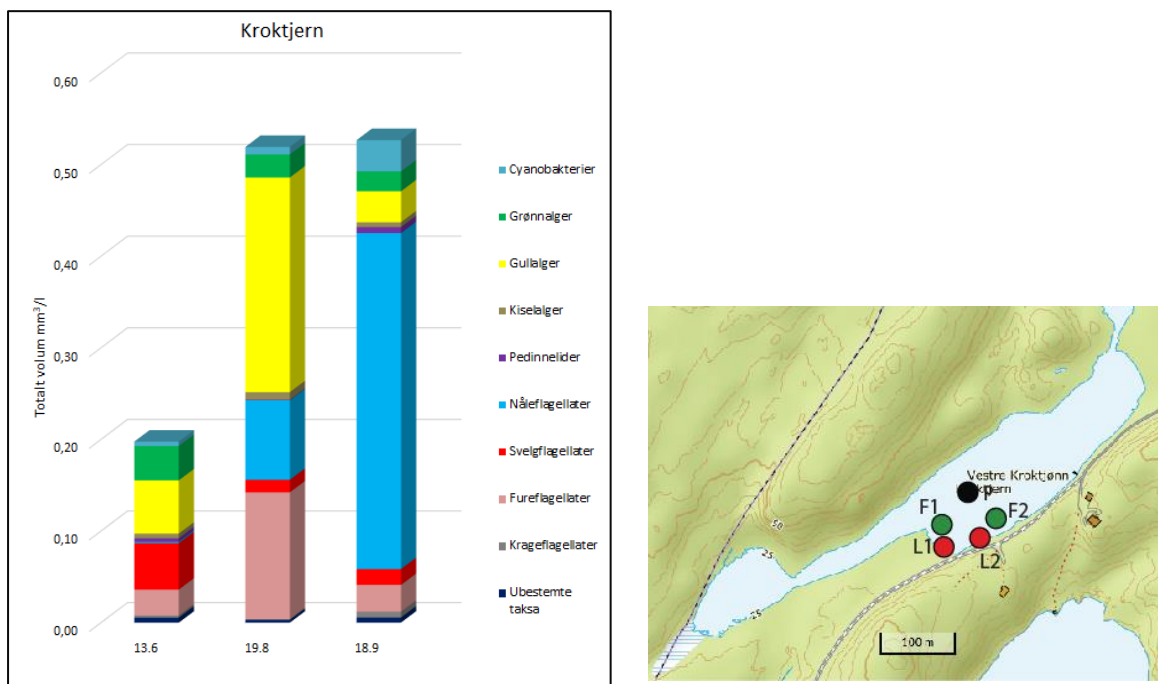
Arendal kommune
 Vann ID: 10317
 Vatnbuvassdraget
 ØV: 6491264 (32V)
 NS: 496383 (32V)
 Hoh.: 24 m
 Areal: 4,7 ha
 Nedbørfelt: 0.64 km²
 Maks dyp: 10,6 m
 Abbor, ørret, suter



Kroktjern er et kystnært vann sør for Tvedestrand. Det er avlangt og strekker seg 800 m i øst-vest retning. Riksvei 410 passerer nær østenden av vannet og i sør ligger Vatnebuvatnet. Kroktjern tilhører Vatnbuvassdraget uten at det er noe definert utløp ifølge kartet. Vannet er omgitt av skog, samt noe myr. Det ligger på en berggrunn med migmatitt og der grå gneis dominerer. I tillegg finner vi noen sørvest-nordøstgående felter med amfibolitt. Bart fjell dominerer med unntak av et tynt usammenhengende løsmassedekke i øst.

Siktedypet var 3,2 og 2,5 m i respektive juni og september, og vannfargen var brun begge ganger. I september var siktedypet kun 2,2 m, og da ble vannfargen angitt som rødbrun. Sprangsjiktet var markant og oksygeninnholdet fra 4 til 5 m dyp ble redusert fra 83,1 mg/l O₂/l (8,59 % metning) til 11,0 O₂/l (1,18 % metning) (**vedlegg 2**). Videre mot bunnen avtok oksygenmengden og på 10 m ble det 6,4 O₂/l (0,79 % metning). pH var noe lavere i 2019 enn i 2018 med respektive 6,5 (juni), 6,2 (august) og 6,5 (september). Konduktiviteten var noe høyere i 2019 (5,4, 6,1 og 6,0 mS/m) enn i 2018 (gjennomsnittlig 4,1 mS/m). Gjennomsnittet for Ca var 2,6 mg/l, dvs. noe høyere enn i 2018 (1,7 mg Ca/l). Et gjennomsnitt for TOC på 10,0 mg C/l, viser at Kroktjern er en kalkfattig, humøs, grunn innsjø. Basert på at Tot-P (fosfor) var < 0,010 mg P/l i 2019, er tilstanden for denne innsjøtypen svært god i henhold til vannforskriftens typologi. I 2018 ble det målt 0,016 P/l, og tilstanden var vurdert en klasse lavere, dvs. god tilstand.

Det totale volumet av planteplankton hadde lave verdier og dette ga Kroktjern tilstandsklasse svært god for denne parameteren. Planteplanktonsamfunnet i Kroktjern besto for det meste av grønnalger, gullalger, svelgflagellater og fureflagellater i de første prøvene, utover i sesongen dominerte den grønne nåleflagellaten *G. semen* (**figur 32**). Sammensetningen av planteplanktonet (PTI) indikerte god tilstand. Det ble observert kun lave konsentrasjoner av cyanobakterier i prøvene og indeksen Cyano_{max} indikerte svært god tilstand. Totalvurderingen av planteplanktonet i prøvene ga nEQR på 0,77, som plasserer Kroktjern i tilstandsklassen god.



Figur 32. Sammensetting og totalt volum av planteplankton (venstre) og oversikt over stasjonene i Krokktjern.

Det er til sammen blitt registrert 40 arter krepsdyr; 26 vannlopper og 14 hoppekreps, men ingen funn er unike for denne lokaliteten. Seks arter, fire vannlopper og to hoppekreps, var nye i forhold til 2018. Vilterhops *Cyclops strenuus*, som var en ny art for Krokktjern, ble i 2019 også funnet i Blågestadvannet, Solbergvann og Lindvann. Siden arten er vanlig tidlig om våren og seinhøstes, forklarer dette funnene i 2019 da prøvene ble tatt en måned seinere enn i 2018. Den gangen ble ikke arten påvist i noen av vannene. *C. strenuus* er en vanlig art som fins spredt i hele landet, med flest funn fra den sørøstlige landsdelen. Faunistisk hadde Krokktjern størst likhet med Vindkoltjern og Lindvann (figur 14).

Planktonsamfunnet besto av 10 arter; seks vannlopper og fire arter hoppekreps. Gelekreps *Holopedium gibberum* (13,0 % og 24,3 %) og nåledaphnia *Daphnia longispina* (43,2 % og 20,4 %), dominerte både i juni og september. I tillegg var hoppekrepsene sommerhops *Mesocyclops leuckarti* (11,4 %) og sylfidehops *Thermocyclops oithonoides* (14,5 %) dominante i september. Tettheten av krepsdyr i planktonet var relativ lav, med 5.300 individer pr. m³ i juni og 1.500 individer pr. m³ i september.

Sammen med Jovannet og Lindvann var Krokktjern den lokaliteten som hadde størst tetthet av store krepsdyr (>1 mm) i strandsonen. Høye tettheter av krystallkreps *Sida crystallina* (0,6–1,4 mm) og gigantøyekreps *Polyphemus pediculus* (0,76–1,8 mm) bidro til dette.

Da vi fikk opplysninger om at vannet i flere år hadde hatt besøk av fiskere fra Øst-Europa var vi spente på resultatet av prøvefisket i Krokktjern som var utpekt til å være referansevann. Garnfisket resulterte imidlertid i 152 abbor og åtte suter, så sørv har neppe blitt innført. Abbor var også representert med de yngste aldersklassene, trolig både 0+ og 1+. Det skal være ørret i vannet, uten at vi fikk det under prøvefisket.

Dafnier dominerte mageinnholdet til 23 (65–84 mm) abbor fra Krokktjern. I tillegg ble voksne hanner og hunner av hoppekrepsen sørhops *Eudiaptomus gracilis* funnet i 10 individ.

4.10 Lindvann

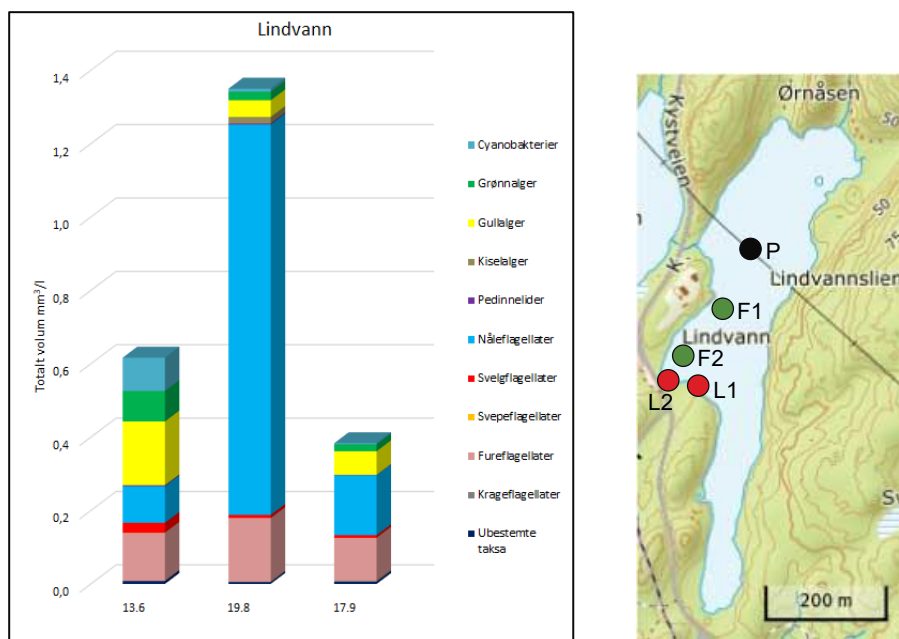
Arendal kommune
 Vann ID: 10252
 Kyst Kragerø-Tromøya
 ØV: 6492531 (32V)
 NS: 496509 (32V)
 Hoh.: 38 m
 Areal: 9,0 ha
 Nedbørfelt: 0.25 km²
 Maks dyp: 16,2 m
 Abbor, ørret, ål



Lindvann strekker seg ca. 800 m i nord-syd retning og ligger 5 km sør for Tvedestrand, kun 500 m fra sjøen (Kvastadkilen). Riksvei 410 følger vestsiden av vannet der Åltjønn ligger på motsatt side av riksveien. Vannet er i hovedsak omgitt av skog og det er kun et par bosetninger på vestsiden av vannet. Det drenerer via Åltjønn mot Kvastadkilen. Lindvann ligger på en berggrunn bestående av migmatitt. Mens bart fjell dominerer i øst, finner vi et usammenhengende eller tynt dekke av hav-, fjord- og strandavsetninger i vest og nord.

Siktedypet økte fra 3,7 m i juni til 4,8 m i september 2019, hele tiden med en brunlig-gul farge. I 2018 ble det notert et siktedyp på 5,0 m. Sprangsjiktet gikk ved ca. 6 m. På 5 m dyp ble det målt 83,1 mg O₂/l (8,59 % metning) og ved 6 m var det 45,8 mg O₂/l (4,90 % metning) og ved 7 m 22,0 mg O₂/l (2,59 % metning) (**vedlegg 2**). Videre mot bunnen avtok oksygeninnholdet og på 15 m dyp ble det målt til 5,8 mg O₂/l (0,71 % metning). pH var stabil og ble målt til 6,5 ved alle tre besøk og avvek minimalt fra det som ble målt i 2018 (6,5 i juni og 6,7 i august). Konduktiviteten var lav (4,6-4,7 mS/m) og var sammenlignbar med det som ble målt i Assævannet. Lavest innhold av Ca ble også målt i Lindvann (1,5-1,6 mg Ca/l) og med gjennomsnittlig TOC på 8,0 mg C/l, tilsier det at Lindvann er en kalkfattig, humøs, grunn innsjø (L106). Basert på Tot-P (fosfor), som var 0,008 mg P/l på det meste (juni), er tilstanden for denne innsjøtypen svært god i henhold til vannforskriftens typologi.

Det totale volumet av planteplankton hadde forholdsvis lave verdier og dette ga Lindvann tilstandsklasse god for denne parameteren. Planteplanktonsamfunnet besto for det meste av cyanobakterier, grønnalger, gullalger og fureflagellater i den første prøven. Utover i sesongen dominerte den grønne nåleflagellaten *G. semen*, men med en forholdsvis stor andel fureflagellater (**figur 33**). Sammensetningen av planteplanktonet (PTI) indikerte moderat tilstand. Det ble observert kun lave konsentrasjoner av cyanobakterier i prøvene og indeksen Cyano_{max} indikerte svært god tilstand. Totalvurderingen av planteplanktonet i prøvene ga nEQR på 0,64 som plasserte Lindvann i tilstandsklassen god.



Figur 33. Sammensetting og totalt volum av planteplankton (venstre) og oversikt over stasjonene i Kroktjern.

Det ble registrert 38 arter krepsdyr i Lindvann; 26 vannlopper og 12 hoppekreps. Alle artene er vanlige og ingen arter var unike for dette vannet. Syv arter, fem vannlopper og to hoppekreps, var nye i forhold til 2018. En av disse artene, vilterhops *Cyclops strenuus*, ble også funnet i Blågestadvannet, Solbergvann og Kroktjern. Siden arten er vanlig tidlig om våren og seinhøstes, forklarer dette funnene i 2019 da prøvene ble tatt en måned seinere enn i 2018. *C. strenuus* er en vanlig art som fins spredt i hele landet med flest funn fra sørøstlige deler. Faunistisk hadde Lindvann størst likhet med Vindkoltjern og Kroktjern (**figur 14**).

Planktonsamfunnet besto av åtte arter, fem vannlopper og tre arter hoppekreps, og var det mest artsfattige av de undersøkte lokalitetene med hensyn til planktoniske arter. Klarvannshops *Acanthocyclops capillatus* ble påvist i september. Den ble ikke funnet i noen av de øvrige lokalitetene. Dette er en strandlevende hoppekreps som ernærer seg som rovdyr/griper og sjelden blir funnet ute i de fri vannmasser. *A. capillatus* er en vanlig art med hovedutbredelse i sørøstlige deler av Sør-Norge og sentrale deler av Finnmark. Arten er sjelden i lavereliggende lokaliteter under 100 moh., og den er kun registrert i 0,7 % av vannforekomstene. Den er en indikator for svakt sure (pH<6,0) og elektrolyttfattige lokaliteter (<2,0 mS/m). Nåledafnie *Daphnia longispina* og sørhops *Eudiaptomus gracilis* var dominerende arter ved begge besøk.

Tettheten av store former i strandsonen var relativt høy med dominans av blant annet krystallkreps *Sida crystallina* i juni (1,8–4,0 mm) og gigantøyekreps *Polyphemus pediculus*.

Lindvann var den eneste lokaliteten der vi kun fikk en fiskeart, abbor, i forbindelse med prøvefiske. Totalt ble det fisket 136 individer, hvorav de fleste på dyp 2 (3-6 m).

Det var kun to rekrutter som begge ble undersøkt for mageinnhold. Den ene var tom, mens i den andre ble det kun funnet en fjærmygglarve og en snabelkreps *Bosmina longispina*.

5 Oppsummering og konklusjon

Dette er den første norske undersøkelsen som studerer hvilke betydning spredningen av sørv har på stedegne fiskearter slik som abbor og på det biologiske mangfoldet ellers. Abbor var tidligere dominerende fiskeart i disse innsjøene. Resultatene viser at sørv har tatt over, for det var et inverst forhold mellom mengden av de to artene. Et unntak er Sørsvannet med høye tettheter av både abbor og sørv. De desidert høyeste tetthetene av abbor ble funnet i de to referansevannene uten sørv (Kroktjern og Lindvann). Det er overraskende at sørv dominerer over abbor, som selv blir vurdert som en konkurransesterk art. Resultatene styrker konklusjonen fra Fremmedartslista 2018 om at sørv har svært høy risiko for negative effekter på det biologiske mangfoldet (www.artsdatabanken.no, Hesthagen & Sandlund 2019).

Generelt avtok mengden abbor proporsjonalt med økende tettheter av sørv, men det er klare forskjeller i hvordan de enkelte vannene har respondert på introduksjon av sørv. I Solbergvann og Kollakstjern har vi konstatert at siktedypet er blitt drastisk redusert. Tilstanden basert på fosfor har endret seg til det verre og en totalvurdering basert på planteplankton konkluderer med at den økologiske tilstanden er «dårlig» i begge vannene. I Solbergvann hadde vi blant annet en oppblomstring av blågrønnalger i 2019. Også med hensyn til dominans og sammensetning av krepsdyr skilte de to vannene seg ut, og prøver fra strandsonen viste at den var støvsugd for store krepsdyr. Garnfisket viste en dominans av sørv over abbor i begge vannene, og utgjorde respektive 88 % (n=96) i Kollakstjern og 78 % (n=190) i Solbergvann.

Med hensyn til planteplankton ble tilstanden i både Blågestadvannet og Vindkoltjern vurdert som moderat. Tilstanden basert på fosfor var henholdsvis god og svært god i de to vannene, og heller ikke sammensetningen av planteplankton- og krepsdyrsamfunnene indikerte at noe alvorlig har skjedd. Vi kunne imidlertid konstatere at strandsonen i begge vann var nesten fri for større krepsdyr. Sørv dominerte over abbor i Vindkoltjern (84 %, n=159). Blågestadvannet ble ikke prøvfisket.

I de to største og dypeste innsjøene, Assævannet og Sørsvannet, var tilstanden både med hensyn til fosfor og planteplankton «svært god». Sammensetning og dominans av krepsdyrsamfunnene var også som forventet. Det som vitnet om at vi har sørv i disse vannene var at litoralsonen også her var nær støvsugd for større krepsdyr. I Sørsvannet var det mer abbor (55 % abbor, n=217) enn sørv (42 % sørv, n=167). Rekrutter av abbor manglet imidlertid. Assævannet ble ikke prøvfisket.

Foreløpige analyser av mageinnhold kan tyde på at sørven allerede fra de yngste årsklassene kan leve på vegetabilsk føde. Det er kjent at den som voksen i hovedsak er vegetarianer. Noe overraskende var dominansen av dafnier i kosten til de fleste individene som ble undersøkt. I alle sjøene var dafnier dominerende eller vanlig art i planktonet, mens den forekom bare sporadisk i litoralsonen. Det kan derfor stilles spørsmål ved hvorvidt dafniene foretar horisontalvandring inn i strandsonen om natten, eller om sørven da beveger seg ut i de fri vannmasser for å spise dafnier.

En mulig hypotese er at det etter de første årene med introduksjon og snarlig oppblomstring av sørv, slik vi har sett i Kollakstjern og Solbergvann, vil etablere seg en likevekt med et samfunn som befinner seg et sted mellom det opprinnelige og i en tidlig etableringsfase. Det betyr at sørven gjennomgår en «boom-og-bust»-utvikling, som er vanlig for introduserte artsbestander. Det er også sannsynlig at morfologien til innsjøen vil påvirke dette forholdet. Sørsvannet og Assævannet er to relativt store og dype innsjøer der strandsonen utgjør en forholdsvis liten andel av det totale vannarealet/volumet. Det vil si at sørven, som er en art knyttet til strandsonen, vil ha et mer begrenset areal til disposisjon. Dersom de stedegne artene som abbor og ørret overlever tidlige stadier i konkurranse med sørv, vil sørven etter hvert kunne bli et attraktivt bytte. I forbindelse med prøvfiske fikk vi et par bevis på stor ørret i vann med sørv, og informanter har også fortalt om at de har fått større abbor/ørret etter at sørv er kommet inn. I disse vannene bør man eventuelt sette inn tiltak med sikte på at unge årsklasser av stedegen fisk overlever. Et

grunt vann, slik som Kollakstjern, er mer sårbart, og i slike vann vil sørven lett bli dominerende art.

6 Referanser

Anonym 2014. Handlingsplan mot fremmede arter i Aust-Agder 2013 – 2023.

Appelberg, M., Berger, H.M., Hesthagen, T., Kleiven, E., Kurkilahti, M., Raitaniemi, J. & Rask, M. 1995. Development and intercalibration of methods in Nordic freshwater fish monitoring. *Water, Air Soil Poll.* 85: 401-406.

Arendal Jeger- og Fiskeforening. Pørvefiske i Sørsvann juni 2010. Rapport 11s.

Cronberg, G., Lindmark, G., Bjørk, S. 1988. Mass development of the flagellate *Gonyostomum semen* (Raphidophyta) in Swedish forest lakes - an effect of acidification? *Hydrobiologia* 161: 217-236

Dorenbosch, M. & Bakker, E.S. 2012. Effects of contrasting omnivorous fish on submerged macrophyte biomass in temperate lakes: a mesocosm experiment. *Freshwat. Biol.* 57: 1360-1372

Eloranta, P., Räike, A. 1995: Light as a factor affecting the vertical distribution of *Gonyostomum semen* (Ehr.) Diesing (Raphidophyceae) in lakes. *Aqua Fenn.* 25, 15–22.

Flössner, D. 1972. Krebstiere, Crustacea, Kiemen- und Blattfüsser, Branchiopoda, Fischläuse, Branchiura. - *Tierwelt Deutschl.* 60: 1-501.

Garcia-Berthou, E. & Moreno-Amich, R. 2000. Rudd (*Scardinius erythrophthalmus*) introduced to the Iberian Peninsula: feeding ecology in Lake Banyoles. *Hydrobiologia* 436: 159–164.

Guinan, M.E. Jr., Kapuscinski, K.L. & Teece, M.A. 2015. Seasonal diet shifts and trophic position of an invasive cyprinid, the rudd *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758), in the upper Niagara River. *Aquatic Invasions* 10: 217-225.

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.

Hessen, D. 1985. Selective zooplankton predation by pre-adult roach (*Rutilus rutilus*); the size-selective hypothesis versus the visibility-selective hypothesis. *Hydrobiologia* 124: 73-79.

Hesthagen, T. & Østborg, G. 2002. Kartlegging av innsjøer med naturlige fiskesamfunn og fisketomme lokaliteter på Sørlandet, Vestlandet og Trøndelag. NINA Oppdragsmelding 724. 48 s.

Hesthagen, T. & Sandlund, OT. 2012. Gjedde, sørv og suter: status, vektorer og tiltak mot uønsket spredning. - NINA Rapport 669.

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.

Illies, J. 1978. Limnofauna Europea. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New york, Swets & Zeitlinger B.V. 532 s.

Hicks, B.J. 2003. Biology and potential impacts of rudd (*Scardinius erythrophthalmus* L.) in New Zealand. S. 49-58 i: Managing Invasive Freshwater Fish in New Zealand.

Huitfeldt-Kaas, H. 1918. Ferskvandsfiskenes utbredelse og innvandring i Norge med et tillæg om Krebsen. – Centraltrykkeriet. Kristiania.

Huitfeldt-Kaas, H. 1923. Einwanderung und Verbreitung der Süßwasserfische in Norwegen mit einem Anhang über den Krebs. Sonderabdr. Arch. Hydrobiol. 14: 223-314.

Hutchinson, G.E. 1967. A treatise on limnology. II. Introduction to lake biology and the limno-plankton. New York. John Wiley & Sons, Inc.

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.

Kleiven, E. & Hesthagen, T. 2012. Fremmede fiskearter i ferskvann i Aust-Agder – Historikk, status og konsekvenser. NINA Rapport 665. 115 s. NIVA rapport 12/001.

Knutsen, S. 1995. Prøvefiske med vannanalyser i Bjellandsvann. mEn semesteroppgave ved Norges Landbrukshøgskole 1995. 30 s. + vedlegg.

Kottelat, M. & Freyhof, J. 2007. Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland. 646 s.

Nilssen, J.P. & Wærwågen, B. 2001. Den nye spredning av gjedde og karpefisk i Sør-Norge. Abelsenteret. Fagutredning, 2001/3, 41 s.

Nilssen, J.P., Hobæk, A., Petrusek, A. & Skage, M. 2007. Restoring *Daphnia lacustris* G.O. Sars, 1862 (Crustacea, Anomopoda): A cryptic species in the *Daphnia longispina* group. Hydrobiologia 594 (1):5-17.

Nilssen, J.P. 2009. Vedvarende menneskeindusert spredning av bredspektret ferskvannsfisk til og internt i Norge: et holarktisk, økologisk perspektiv. – Müller-Sars Selskapet. Rapport 10-2009. 101 s.

Nævestad, A. 1984. Laks- og sjørrettiske i vassdraget Lundevann – Lagelva fra siste del av 1880 - årene og fram til 1984. – Notat. 7 s.

Pethon, P. 2005. Aschehougs store fiskebok. Norges fisker i farger. Aschehoug, Oslo. 468 s.

Ponyi, J. E. 1956. Die Diaptomus-Arten der Natrongewässer auf der grossen Ungarischen Tiefebene. Zool. Anz. 156: 257-403.

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.

Sinev, A. 2009. Discrimination between two sibling species of *Acroperus* (Baird, 1843) from the Palearctic (Cladocera: Anomopoda: Chydoridae). Zootaxa 2176: 1-21.

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

Solberg, B. 2012. Salinity tolerance of rudd (*Scardinius erythrophthalmus*) and risk for range expansion via brackish water. - Norwegian University of Life Sciences. Dep. of Ecology and Natural Resources Management. Master Thesis.

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. 2006. Arendalsvassdraget - 4 Zooplankton og littorale krepsdyr - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 2005. DN-Notat 2006-1, s. 17-19.

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

Walseng, B. og Jensen, T.C. 2018. Krepsdyrsamfunn i vann med og uten sørv (*Scardinius erythrophthalmus*), Arendal kommune – Aust-Agder - NINA Rapport 1599. 61 s.

Wærvågen, S. B. 1985. En limnologisk studie av Gjerstadvatn i Aust-Agder med spesiell vekt på zooplanktonsamfunnets livshistorier og populasjonsdynamikk. Hovedfagsoppgave i spesiell zoologi, Univ. Oslo, 177 s.

Zankai, P. N. 1978. The duration of development of Eudiaptomus gracilis (G.O.Sars) (Copepoda) in Lake Balaton. Acta Biol. Debrecina 15: 183-198.

Aass, A. 2010. Prøvefiske I Sørvann jumi 2010. Sørv, vår nye forurensningskilde. Rapport fra Arendal Jeger- og Fiskeforening. Arendal. 11 s.

Vedlegg 1. Et utvalg vannkjemiske parametere fra 10 lokaliteter basert på prøver fra medio juni medio august og ultimo september i 2018/9. Tabellen viser også Tot P og Tot N som kun ble analysert i juni 2018..

			pH	Kond.	Alk.	Ca	Mg	K	Na	SO4	Nitrat	Cl	TOC	LAI	ANC	Total	TotalN
				mS/m	nmol/l	mg/l	mg/l	mg K/l	mg/l	mg/l	mg N/l	mg/l	mg C/l	µg Al/l	µekv/l	mg P/l	mg N/l
1	Ross.v.	18.06.2018	7,0	4,1	0,14	2,2	0,9	0,7	3,7	3,1	0,12	4,7	5,8	6,5	154	0,012	0,33
		11.06.2019	6,7	5,0	0,14	2,6	1,0	0,8	4,1	5,0	0,17	6,5	5,7	10,0	107	<0,002	0,32
		22.08.2019	6,6	4,7	0,14	2,7	1,0	0,8	4,3	4,9	0,05	6,2	8,4	11,0	144	0,01	0,39
		18.09.2019	6,7	4,8	0,15	2,7	1,0	0,7	4,5	4,7	0,06	6,4	6,3	18,0	147	0,009	0,32
2	Assæv.	18.06.2018	6,8	4,1	0,12	2,2	0,6	0,7	4,0	2,3	0,10	5,4	7,6	7,0	153	0,009	0,39
		11.06.2019	6,6	4,5	0,10	2,7	0,7	0,7	4,1	4,2	0,21	7,0	7,9	27,0	88	<0,002	0,36
		23.08.2019	6,5	4,6	0,12	2,9	0,8	0,7	4,4	4,4	0,07	6,5	8,9	17,0	140	0,009	0,41
		19.09.2019	6,6	4,6	0,13	2,9	0,8	0,7	4,5	4,2	0,16	6,5	8,8	56,0	141	0,005	0,45
3	Sørsv.	13.06.2018	7,9	22,4	2,85	17,6	2,5	3,7	27,0	8,1	0,28	29,5	5,6	22,0	1331	0,004	0,55
		11.06.2019	7,8	23,3	1,00	17,6	2,8	4,4	27,5	10,8	0,44	38,3	5,0	54,0	1083	<0,002	0,58
		20.08.2019	7,9	24,4	0,97	19,7	3,0	4,4	26,7	11,0	0,32	35,2	6,3	50,0	1265	0,007	0,56
		18.09.2019	7,7	24,9	2,30	18,7	2,8	4,0	23,8	11,1	0,33	34,2	5,9	84,0	1086	0,004	0,57
4	Blågv.	19.06.2018	7,2	5,4	0,25	4,5	1,0	1,2	3,9	4,0	0,05	5,1	7,7	9,0	281	0,013	0,38
		12.06.2019	6,9	6,5	0,20	5,44	1,1	1,2	4,2	8,6	0,24	7,0	7,9	28,0	185	0,004	0,45
		22.08.2019	6,9	6,7	0,23	5,85	1,2	1,1	4,4	8,8	0,08	6,6	10,2	15,0	237	0,016	0,47
		17.09.2019	6,9	6,8	0,24	5,9	1,2	1,1	4,7	8,8	0,08	6,7	9,6	33,0	248	0,010	0,35
5	Solb.v.	13.06.2018	7,8	22,0	2,55	14,4	2,3	3,1	28,1	8,2	0,11	37,4	6,8	14,0	1005	0,012	0,39
		12.06.2019	7,4	15,8	0,73	12,3	2,1	0,1	18,5	11,1	0,05	25,1	7,6	32,0	652	0,008	0,30
		20.08.2019	7,1	15,3	0,67	13,7	2,1	2,5	13,9	12,2	0,25	19,5	9,5	17,0	702	0,035	0,54
		18.09.2019	7,4	16,3	2,50	12,2	2,1	2,6	14,3	12,0	0,14	22,6	8,5	54,0	570	0,024	0,47
6	Jov.	12.06.2018	7,5	19,9	2,20	13,6	2,4	2,8	24,7	9,8	0,16	33,8	7,1	4,0	852	0,010	0,68
		12.06.2019	7,3	22,0	0,57	13,5	2,8	2,6	24,3	14,6	0,33	38,2	7,8	24,0	631	0,003	0,57
		23.08.2019	7,2	20,4	0,57	16,2	3,2	2,6	21,7	15,1	0,20	29,5	8,4	26,0	920	0,013	0,61
		18.09.2019	7,2	20,6	2,20	14,4	2,7	2,5	19,1	15,2	0,20	29,7	8,6	37,0	673	0,009	0,48
7	Kol.tj.	11.06.2018	7,1	7,5	1,75	5,4	1,1	0,5	7,8	1,5	<0,002	11,4	10,0	6,0	292	0,015	0,33
		12.06.2019	7,0	8,0	0,37	5,62	1,1	0,4	7,8	4,6	<0,05	13,3	10,1	26,0	NA	0,016	0,33
		20.08.2019	6,6	8,8	0,38	6,6	1,3	0,9	7,8	4,3	0	13,5	12,2	12,0	322	0,018	0,40
		17.09.2019	6,4	8,6	1,80	6,1	1,2	0,8	7,4	4,0	<0,01	13,0	11,3	23,0	297	0,009	0,32
8	Vind.Itj.	11.06.2018	7,1	6,0	0,19	3,3	1,0	0,6	6,8	2,4	<0,002	9,6	8,7	5,0	193	0,008	0,27
		12.06.2019	7,0	6,3	0,19	3,9	1,0	0,6	6,7	4,5	0,03	11,5	8,9	25,0	167	<0,002	0,24
		19.08.2019	7,0	7,0	0,23	4,1	1,2	0,7	6,8	4,4	<0,01	11,8	8,3	6,0	191	0,008	0,29
		17.09.2019	6,8	7,1	0,20	4,0	1,2	0,7	6,6	4,5	0,03	11,6	9,3	7,0	182	0,006	0,33
9	Krokt.	11.06.2018	6,7	4,4	0,12	1,7	0,8	0,5	5,6	1,5	0,01	7,6	8,8	3,5	116	0,012	0,29
		13.06.2019	6,5	5,4	0,11	2,4	1,0	0,7	6,4	3,8	0,11	10,5	9,8	37,0	116	0,002	0,35
		19.08.2019	6,2	6,1	0,13	2,7	1,1	0,7	6,6	4,0	0,10	11,1	10,0	16,0	126	0,009	0,50
		17.09.2019	6,5	6,0	0,14	2,6	1,1	0,6	6,3	3,4	0,05	10,8	10,3	23,0	126	0,005	0,36
10	Lindv.	13.06.2018	6,6	4,0	0,11	1,2	0,7	0,3	4,7	1,6	0,02	7,1	6,8	6,5	88	0,007	0,30
		13.06.2019	6,3	4,6	0,08	1,5	0,8	0,6	4,9	2,6	0,04	9,3	8,7	28,0	49	<0,002	0,20
		19.08.2019	6,5	4,7	0,09	1,6	0,8	0,4	5,9	2,3	<0,01	9,4	7,8	8,0	100	0,008	0,28
		17.09.2019	6,5	4,7	0,11	1,5	0,3	0,4	5,8	2,2	<0,01	9,3	7,4	52,0	95	0,006	0,26

Vedlegg 2

Oksygen og temperaturprofiler i de undersøkte vannene i september.

Rossevatnet		
Dyp (m)	temp	O ₂ (mg/l)
0	13,8	94,7
1	13,6	94,4
2	13,3	93,2
3	13,2	92,9
4	13,1	92,0
5	13,0	91,3
6	9,7	48,1
7	7,7	47,9
8	6,0	48,2
9	5,7	52,6
10	5,4	42,6
11	5,0	38,2
12	4,9	36,8
13	4,7	32,6
14	4,6	28,6
15	4,6	24,4
16	4,6	23,1
17	4,5	20,1
18	4,5	15,7
19	4,4	8,2
20	4,4	6,4

Assøvatnet		
Dyp (m)	temp	O ₂ (mg/l)
0	12,6	91,2
1	12,7	90,7
2	12,8	90,5
3	12,8	90,2
4	12,8	90,1
5	12,8	89,9
6	12,8	89,8
7	12,8	89,6
8	10,5	70,1
9	8,0	68,8
10	6,6	67,5
11	6,0	66,8
12	5,7	68,6
13	5,4	69,3
14	5,3	69,8
15	5,2	68,7
16	5,1	68,3
17	5,0	68,3
18	4,9	69,0
19	4,8	70,8
20	4,7	71,3
21	4,7	71,2
22	4,7	71,2
23	4,7	71,1
24	4,6	71,4
25	4,6	71,5
30	4,5	7,00

Sørsvannet		
Dyp (m)	temp	O ₂ (mg/l)
0	14,2	97,7
1	14,2	97,4
2	14,1	97,2
3	14,1	97,0
4	14,1	96,7
5	14,0	96,5
6	13,9	96,1
7	10,2	83,3
8	8,2	76,0
9	7,1	70,5
10	6,3	63,8
11	5,7	58,0
12	5,3	52,8
13	5,0	47,9
14	4,8	45,6
15	4,7	44,0
16	4,6	43,5
17	4,4	40,7
18	4,4	40,0
19	4,3	39,0
20	4,3	38,2
21	4,2	37,2
22	4,1	33,9
23	4,1	32,3
24	4,1	31,8
25	4,1	30,9
30	4,0	24,8

Blågestadvannet		
Dyp (m)	temp	O ₂ (mg/l)
0	13,9	96,2
1	13,9	95,9
2	13,5	90,8
3	13,2	86,1
4	13,2	84,7
5	13,1	84,3
6	12,5	68,8
7	8,3	8,7
8	6,6	7,3
9	5,8	6,8
10	5,6	6,6
11	5,3	6,4
12	5,2	6,3
13	5,1	6,2
14	5,1	6,2
15	5,0	6,1

Solbergvann		
Dyp (m)	temp	O ₂ (mg/l)
0	12,3	87,3
1	12,3	86,0
2	12,2	84,9
3	12,2	83,6
4	12,2	83,0
5	11,3	29,7
6	7,1	12,5
7	6,2	8,3
8	5,6	7,0
9	5,0	6,3
10	4,8	6,2
11	4,7	6,0
12	4,6	6,0
13	4,6	5,9
14	4,6	5,9
15	4,6	5,8

Jovannet		
Dyp (m)	temp	O ₂ (mg/l)
0	12,7	81,2
1	12,7	80,9
2	12,8	80,5
3	12,8	80,4
4	12,8	80,3
5	12,8	7,9
6	9,0	7,9
7	7,4	6,4
8	6,3	6,1
9	5,8	6,1
10	5,2	6,2
11	4,9	6,3
12	4,9	6,4
13	4,9	6,6
14	5,0	6,8

Kolakstjern		
Dyp (m)	temp	O ₂ (mg/l)
0	14,1	82,2
1	13,6	78,2
2	13,2	74,4
3	13,0	72,3
4	12,9	71,0
5	9,8	8,1
6	8,1	6,7
7	7,7	7,0

Vindkoltjern		
Dyp (m)	temp	O ₂ (mg/l)
0	13,8	90,6
1	13,8	90,4
2	13,5	89,0
3	13,4	87,9
4	13,3	87,5
5	13,3	87,5
6	10,4	22,3
7	8,3	32,7
8	6,8	38,1
9	6,3	36,4
10	6,0	35,0
11	5,6	27,4
12	5,5	22,0
13	5,3	15,1
14	5,2	7,4
15	5,2	6,3
16	5,2	6,3
17	5,1	6,3
18	5,1	6,1

Kroktjern		
Dyp (m)	temp	O ₂ (mg/l)
0	13,4	85,2
1	13,2	84,8
2	13,2	84,0
3	13,2	84,0
4	13,1	83,1
5	10,4	11,0
6	7,9	8,0
7	7,2	7,2
8	6,6	6,8
9	6,3	6,5
10	6,2	6,4

Lindvann		
Dyp (m)	temp	O ₂ (mg/l)
0	13,9	91,7
1	13,8	91,5
2	13,7	90,2
3	13,6	90,0
4	13,6	89,7
5	13,6	89,5
6	10,6	45,8
7	7,6	22,0
8	6,7	12,8
9	6,4	10,2
10	6,1	7,3
11	5,9	6,4
12	5,8	6,1
13	5,7	5,9
14	5,7	5,9
15	5,6	5,8

Vedlegg 3. Hoppekreps. x: funnet begge år, +: funnet kun i 2018, o: funnet kun i 2019.

Lokalitet	1 Ross.v.	2 Assæv.	3 Sørsv.	4 Blåg.v	5 Solb.v.	6 Jov.	7 Kol.tj.	8 Vind.ltj.	9 Krokt.	10 Lindv.
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)	x	x	x	+	x	x	x	x	x	x
Sida crystallina (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	o	x	x
Holopedium gibberum Zaddach		x		o		+		x	x	x
Ceriodaphnia pulchella		o	+	o	x	x	x			o
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)		o		x		x	x	x	x	x
Daphnia cristata	x	x				x				
Daphnia longiremis Sars	x	o	x		x					
Daphnia longispina (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)		x	o	x		x	+		x	x
Simocephalus vetula (O.F.M.)		o	+		x	x			o	
Bosmina longirostris (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bosmina longispina Leydig	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Drepanothrix dentata (Eurén)			+				o			
Iliocryptus sordidus (Liév)						+				
Lathonura rectirostris (O.F.M.)									+	
Ophryoxus gracilis Sars	x	x	x	x	+		x	o	x	x
Streblocerus serricaudatus (Fisch.)		+	+				+	x	x	x
Acroperus angustatus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Acroperus harpae (Baird)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	o
Alona affinis (Leydig)	+	x	x	x	x	o	x	x	x	x
Alona guttata Sars	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alona intermedia Sars		x	+		x		o	+	o	+
Alona karelica Steinroos		+								
Alona rectangula					o		x			
Alona rustica Scott		x								x
Alonella excisa (Fischer)	o	x		+			+	+	x	x
Alonella exigua (Fischer)	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Alonella nana (Baird)	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Alonopsis elongata Sars	x	x	x	x	o			x	x	x
Anchistropus emarginatus Sars			x	x	+					
Chydorus latus Sars			+							
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	o
Chydorus piger Sars		+			o			o	o	
Disparalona rostrata (Koch)	o	x	x	x	o	x		o		
Eurycercus lamellatus (A.F.M.)	+	o	o	x	x	o			o	o
Graptoleberis testudinaria (Fischer)	o			x	x	x	x	x		o
Pleuroxus trigonellus		+				+				
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pseudochydorus globosus (Baird)				x		o	+			
Rhynchotalona falcata Sars	+	+	x	+						
Polyphemus pediculus (Leuck.)	x	o	x	x	o	x	o	x	x	x
Bythotrephes longimanus Leydig	+	x	x							
Leptodora kindtii (Focke)	x	x	x	x	x	+				
antall arter vannlopper	25	35	28	28	27	27	25	24	26	26
antall arter hoppekreps	14	11	14	12	14	13	11	13	14	12
totalt antallarter krepsdyr	39	46	42	40	41	40	36	37	40	38

Vedlegg 3 (forts.). Hoppekreps. x: funnet begge år, +: funnet kun i 2018, o: funnet kun i 2019.

Lokalitet	1 Ross.v.	2 Assæ.v.	3 Sørsv.	4 Blåg.v	5 Solb.v.	6 Jov.	7 Kol.tj.	8 Vind.Itj.	9 Krokt.	10 Lindv.
Eudiaptomus gracilis Sars	x	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Macrocyclus albidus (Jur.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Macrocyclus fuscus (Jur.)	o	+	+		+	o		+	+	x
Eucyclus denticulatus (A. Graet.)	o		+	x		x	x	+	+	x
Eucyclus macrurides (Lillj.)	o		x	+						
Eucyclus macrurus (Sars)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Eucyclus serrulatus (Fisch.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Eucyclus speratus (Lillj.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Paracyclus affinis Sars	x	x	x	x	x	x	+	x	x	x
Paracyclus fimbriatus (Fisch.)		+	o			x				
Paracyclus poppei					o					
Ectocyclus phaleratus			+		x	o	x		x	
Cyclops abyssorum S.L.					o					
Cyclops scutifer Sars	x	x	x	x	x		o	x	+	x
Cyclops strenuus Fischer				o	o				o	o
Megacyclus viridis (Jur.)	o					+				
Acanthocyclus capillatus Sars										o
Diacyclus bicuspidatus (Claus)								o		
Diacyclus nanus (Sars)	o							o	o	x
Mesocyclus leuckarti (Claus)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Thermocyclus oithonoides (Sars)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
antall arter vannlopper	25	35	28	28	27	27	25	24	26	26
antall arter hoppekreps	14	11	14	12	14	13	11	13	14	12
totalt antallarter krepsdyr	39	46	42	40	41	40	36	37	40	38

Vedlegg 4. Planktonsamfunnet i lokalitetene 1-5 der + tilsvarende < 1%.

lokalitet nr. lokalitet dato	1 Ross.v. juni	1 Ross.v. sep.	2 Assæv. juni	2 Assæv. sep.	3 Sørsv. juni	3 Sørsv. sep.	4 Blåg.v juni	4 Blåg.v sep.	5 Solb.v. juni	5 Solb.v. sep.
Vannlopper										
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	0,3	2,2	3,3	3,7	5,2	13,6			0,6	0,2
Holopedium gibberum Zaddach			2,8	0,2			12,6			
Ceriodaphnia pulchella							1,1	1,1		0,7
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)							0,0	0,4		
Daphnia cristata	1,9			0,4						
Daphnia longiremis Sars	2,2		16,6	0,2		0,4			11,9	
Daphnia longispina (O.F.M.)	13,7	2,9	12,7	0,8	16,9	8,8	6,3	9,8	12,2	88,0
Bosmina longirostris (O.F.M.)							2,3		0,3	
Bosmina longispina Leydig	10,0	1,0	6,6	3,9	0,4	1,1	15,5	1,4	+	0,2
Bythotrephes longimanus Leydig			+		0,1	+				
Leptodora kindtii (Focke)	+	+	1,1	0,2	0,1	+	1,7		0,2	
Hoppekreps										
Eudiaptomus gracilis Sars	27,2	7,6	17,1	10,8	14,0	3,7	6,3	34,4	1,9	1,3
cal naup	1,9			13,4	2,9	3,7	2,9	17,5		4,8
Cyclops abyssorum S.L.										0,1
Cyclops scutifer Sars	27,8	1,7	31,5	12,4	35,7	33,4	30,5	6,7	18,7	1,5
Acanthocyclops capillatus Sars										
Mesocyclops leuckarti (Claus)	0,6		0,6	1,2	1,1	0,4	1,1	7,0	+	0,6
Thermocyclops oithonoides (Sars)	3,1	32,4	5,0	6,1		7,0	14,4	3,5		0,3
cycl naup	11,2	52,1	2,8	46,7	23,6	27,9	5,2	18,2	54,1	2,3
Ant. ind. i prøven	32001	4071	36201	2460	13571	2722	17401	1425	31079	4614
trekk lengde (m)	24	20	30	30	25	30	14	15	16	15
Ind. pr. m3	18667	2850	16894	1148	7600	1270	17401	1330	27194	4306

lokalitet nr. lokalitet dato	6 Jov. juni	6 Jov. sep.	7 Kol.tj. juni	7 Kol.tj. sep.	8 Vind.ltj. juni	8 Vind.ltj. sep.	9 Kroktj. juni	9 Kroktj. sep.	10 Lindv. juni	10 Lindv. sep.
Vannlopper										
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	0,5	2,0	1,5		0,4	0,6	0,0	0,4		
Holopedium gibberum Zaddach					18,1		13,2	24,3	7,9	3,8
Ceriodaphnia pulchella	3,9	17,3	3,4	26,1						
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)			7,3	26,1	0,0	3,8	1,8	4,9	19,0	43,9
Daphnia cristata	27,0									
Daphnia longiremis Sars										
Daphnia longispina (O.F.M.)	18,1	23,9	36,9	0,4	29,1	6,3	43,2	20,4	4,8	4,3
Bosmina longirostris (O.F.M.)	8,3		10,7		19,8	1,7	0,0	2,2		0,1
Bosmina longispina Leydig	5,9	0,5	+	+		2,2		0,9		2,2
Hoppekreps										
Eudiaptomus gracilis Sars	12,8	29,9	2,8	11,3	0,4	0,3	7,9	0,9	37,2	24,7
cal naup	2,1	13,5		5,3		3,1	0,8	10,5	23,3	10,4
Cyclops abyssorum S.L.										
Cyclops scutifer Sars			0,9		23,2	5,6				7,1
Acanthocyclops capillatus Sars										0,1
Mesocyclops leuckarti (Claus)	3,4	8,9	17,4	2,7	0,9	3,4	2,1	11,4		
Thermocyclops oithonoides (Sars)	13,2	11,4	9,9	19,3	0,9	3,3	6,3	14,5	4,7	6,5
cycl naup	12,8	5,7	10,8	14,7	7,5	69,8	29,3	10,1	15,0	10,4
Ant. ind. i prøven	23400	1405	4241	6001	4561	7850	4782	228	6020	1541
trekk lengde (m)	14	14	6	7	19	19	10	10	16	15
Ind. pr. m3	23400	1405	9896	12002	3361	5784	6695	319	5268	1438

Vedlegg 5. Latinske navn med forkortelse, lengde på krepsdyrene, lengde og lengde kategori (1: >1,50, 2: 1,01-1,50, 3: 0,81-1,00, 4: 0,61-0,80, 5: <0,60).

artsnavn	forkortelse	lengde mm	kategori	artsnavn	forkortelse	lengde mm	kategori
Vannlopper				Chydorus sphaericus (O.F.M.)	chy sph	0,33-0,49	5
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	dia bra	0,65-1,3	3	Chydorus piger Sars	chy pig	0,36-0,49	5
Latona setifera (O.F.M.)	lat set	1,4-2,8	1	Disparalona rostrata (Koch)	dis ros	0,43-0,60	5
Sida crystallina (O.F.M.)	sid cry	1,8-4,0	1	Eurycercus lamellatus (A.F.M.)	eur lam	1,6-3,5	1
Holopedium gibberum Zaddach	hol gib	1,0-2,5	1	Graptoleberis testudinaria (Fischer)	gra tes	0,43-0,70	5
Ceriodaphnia megops Sars	cer meg	0,7-1,6	2	Pleuroxus laevis	ple lae	0,47-0,65	5
Ceriodaphnia pulchella	cer pul	0,4-0,86	4	Pleuroxus trigonellus	ple tri	0,53-0,66	5
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)	cer qua	0,4-1,2	3	Pleuroxus truncatus (O.F.M.)	ple tru	0,50-0,75	4
Daphnia cristata	dap cri	0,9-1,8	2	Pseudochydorus globosus (Baird)	pse glo	0,60-0,90	4
Daphnia longiremis Sars	dap longir	0,5-1,6	2	Rhynchotalona falcata Sars	rhy fal	0,35-0,40	5
Daphnia longispina (O.F.M.)	dap longis	0,93-2,3	1	Polyphemus pediculus (Leuck.)	pol ped	0,76-1,8	2
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)	sca muc	0,6-1,4	2	Bythotrephes longimanus Leydig	byt lon	1,2-3,0	1
Simocephalus vetula (O.F.M.)	sim vet	1,2-3,8	1	Leptodora kindtii (Focke)	lep kin	18	1
Bosmina longirostris (O.F.M.)	bos longir	0,25-0,7	5	Hoppekreps			
Bosmina longispina Leydig	bos longis	0,4-1,2	3	Eudiaptomus gracilis Sars	eud gra	1,1-1,7	2
Acantholeberis curvirostris (O.F.M.)	aca cur	0,90-2,0	2	Heteropepe saliens (Lillj.)	het sal	2,5-3,2	1
Drepanothrix dentata (Eurén)	dre den	0,32-0,85	4	Macrocyclus albidus (Jur.)	mac alb	1,5-2,5	1
Iliocypris sordidus (Liév)	ili sor	0,62-1,2	3	Macrocyclus fuscus (Jur.)	mac fus	2,2	1
Lathonura rectirostris (O.F.M.)	lat rec	0,8-1,2	2	Eucyclops denticulatus (A. Graet.)	euc den	1,1	2
Ophryoxus gracilis Sars	oph gra	1,5-2,0	1	Eucyclops macruroides (Lillj.)	euc mac	1,3	2
Streblocerus serratidatus (Fisch.)	str ser	0,4-0,6	5	Eucyclops macrurus (Sars)	euc mac	1,1	2
Acroperus angustatus	acr ang	0,55-0,90	4	Eucyclops serrulatus (Fisch.)	euc ser	1,1	2
Acroperus harpae (Baird)	acr har	0,51-0,90	4	Eucyclops speratus (Lillj.)	euc spe	1,2-1,5	2
Alona affinis (Leydig)	alo aff	0,6-1,3	3	Paracyclops affinis Sars	par aff	0,75	4
Alona guttata Sars	alo gut	0,30-0,45	5	Paracyclops fimbriatus (Fisch.)	par fim	0,9	2
Alona intermedia Sars	alo int	0,34-0,48	5	Paracyclops poppei	par pop	mangler	2
Alona karelica Steinroos	alo kar	0,4-0,5	5	Ectocyclus phaleratus	ect pha	1,1	2
Alona rectangula	alo rec	0,26-0,50	5	Cyclops scutifer Sars	cyc scu	1,1-1,6	2
Alona rustica Scott	alo rus	0,34-0,51	5	Megacyclops gigas (Claus)	meg gig	2,5	1
Alonella excisa (Fischer)	alo exc	0,29-0,43	5	Megacyclops viridis (Jur.)	meg vir	1,9	1
Alonella exigua (Fischer)	alo exi	0,30-0,42	5	Acanthocyclus robustus Sars	aca rob	1,2	2
Alonella nana (Baird)	alo nan	0,20-0,28	5	Diacyclops nanus (Sars)	dia nan	0,70-0,90	3
Alonopsis elongata Sars	alo elo	0,70-1,0	3	Mesocyclus leuckarti (Claus)	mes leu	0,9-1,3	2
Anchistropus emarginatus Sars	anc ema	0,42-0,50	5	Thermocyclus oithonoides (Sars)	the oit	0,8-1,0	3
Camptocercus rectirostris Schoedler	cam rec	1,15-1,45	2	Cryptocyclus bicolor	cry bic	0,6	4
Chydorus latus Sars	chy lat	0,47-0,66	5	cycl cop (I-III)	cyc cop	mangler	3

Vedlegg 6					
<i>Fangsten fra de syv vannene som ble prøvefisket i Arendal kommune i 2019.</i>					
Vann	Ørret	Abbor	Sørv	Suter	Totalt
Rossevannet	4	10	78	4	96
Sørsvannet	2	217	167	11	397
Solbergsvann	5	49	190	1	245
Kollakstjern	1	6	84	5	96
Vindkoltjern	2	27	159	5	190
Kroktjern	0	152	0	8	160
Lindvann	0	136	0	0	136
Totalt	14	597	678	34	1320

Norsk institutt for naturforskning, NINA, er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur–samfunn.

NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskningsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.

NINAs virksomhet omfatter både forskning og utredning, miljøovervåking, rådgivning og evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og erfaring med både naturvitere og samfunnsvitere i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene, samfunnets bruk av naturen og sammenhenger med de store drivkreftene i naturen.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-4519-7

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

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 framtidens miljøløsninger